

5. POUŽÍVANIE, MONTÁŽ A DEMONTÁŽ LOŽÍSK

Spoločnosť 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 extrémnymi teplotami, vlhkosťou a znečistením. Musí byť zvolený správny postup montáže a výber vhodného náradia, aby nedošlo k poškodeniu ložísk už pri montáži. Dodržiavanie plánov mazania a údržby, kontrola prevádzkových podmienok je dôležitým predpokladom pre maximálnu životnosť ložísk.

5.1 PODMIENKY SPOLAHLIVEJ PREVÁDZKY LOŽÍSK

5.1.1 Uskladňovanie valivých ložísk

Najvhodnejšie podmienky pre skladovanie ložísk sú v suchých a bezprašných priestoroch s približne stálou teplotou. Ložiská sa musia uskladniť v originálnom nepoškodenom obale a vyberajú sa až bezprostredne pred montážou. Veľké ložiská sa ukladajú nalažato 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 v bezprostrednej blízkosti vykurovacieho alebo vodovodného potrubia.
 - Ložiská sa nesmú vystavovať priamemu snečnému žiareniu.
 - V spoločnom priestore s ložiskami sa nesmú skladovať chemikálie (kyseliny, čpavok, chlórové vápno a pod.), ktoré pôsobia korozívne na ložiská.
- Každý sklad ložísk musí byť vybavený vlhkomerom a teplomerom.

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

Veľkosť radiálnej vôle radiálneho ložiska v ustálených prevádzkových podmienkach ovplyvňuje životnosť valivého ložiska a spoľahlivosť prevádzky uloženia ako aj presnosť chodu otáčajúceho sa hriadeľa, vretena. Veľmi veľká radiálna vôľa spôsobí, 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, vplýva 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 klzať šikmo k smeru valenia vplyvom krútiaceho momentu, takže vznikajú špirálové stopy zadrenia.

5.1.3 Vzťah stupňa presnosti valivého ložiska k prevádzke uloženia

Presnosť rozmerov a presnosť chodu valivých ložísk je medzinárodne normalizovaná.

Pre väčšinu uložení strojov a zariadení vyhovuje normálny stupeň presnosti P0. Ložiská s vyššími presnosťami ako P0 sa používajú na uloženia vyžadujúce vyššiu presnosť chodu, napr. na uloženie vretien obrábacích strojov, prístrojov a pod. a tiež vtedy, keď ložisko prekračuje hraničné otáčky. Vtedy sa musia vyrobiť aj pripojovacie sú-

čiasťky 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.

5.1.4 Konštrukcia uloženia s valivými ložiskami

Konštrukcia uloženia musí byť taká, aby pri montáži a v prevádzke nevznikli prídavné zaťaženia neprípustným 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 súčastok 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 odstrekoč maziva, aby sa ložiskový priestor nepreplnil tukom a ložisko sa 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 súčastok, 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.

Konstruktívne riešenie musí byť také, aby ložiská mali dostatočné množstvo oleja nielen pri normálnej prevádzke, ale najmä pri rozbehu stroja. Nadmerné množstvo oleja zvyšuje jeho teplotu.

Podrobnejšie sa návrh mazania popisuje v predchádzajúcej kapitole.

5.2 MONTÁŽ VALIVÝCH LOŽÍSK

5.2.1 Montáž valivých ložísk

Upevnenie ložiska	Spôsob montáže	Montážne zariadenie
Valcový čap		
malé ložisko	Za studena	montážne púzdra, kladivo, mechanický alebo hydraulický lis
	Za tepla	indukčné zariadenie, ohrievacia platňa, ohrievacia skriňa
stredné ložisko	Za tepla	indukčné zariadenie, ohrievacia skriňa, teplovzdušný ohrievač, ohrievacia vaňa indukčné ohrievacie zariadenie
veľké ložisko	Za tepla	indukčné zariadenie, ohrievacia skriňa, teplovzdušný ohrievač, ohrievacia vaňa indukčné ohrievacie zariadenie
Kužeľový čap		
malé ložisko	Za studena	upínacia matica, hákový kľúč, lis
stredné ložisko	Za studena	upínacia matica, hákový kľúč, hydraulická matica, čerpadlo
veľké ložisko	Za tepla	ohrievacie zariadenie, hydraulické zariadenie
Upínacie a sťahovacie púzdra		
malé ložisko	Za studena	upínacia matica, hákový kľúč, hydraulická matica, čerpadlo
stredné ložisko	Za studena	upínacia matica, hákový kľúč, hydraulická matica, čerpadlo
veľké ložisko	Za tepla	ohrievacie zariadenie, hydraulická matica, čerpadlo

Malé ložisko: priemer diery < 75 mm

Stredné ložisko: priemer diery 75 až 200 mm

Veľké ložisko: priemer diery > 200 mm

5.2.2 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 a upravovať žiadne súčiastky (pilovať, brúsiť, zvrátať a pod.), ani používať stlačený vzduch, aby sa piliny, prach a iné cudzie telesá nedostali do ložiska. Pri vniknutí cudzích telies ako napr. prach, brusivo a pod. do ložiska, vytvoria s mazadlom abrazívny materiál, ktorý poškodzuje obežné dráhy, valivé telesá a klietku. Tým sa znižuje presnosť ložiska. Hrubšie nečistoty, ktoré vniknú do ložiska, sa valivými telesami zavalujú do obežných dráh, poškodia ich a ložisko je predčasne vyradené z prevádzky.

5.2.3 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 ložiska.

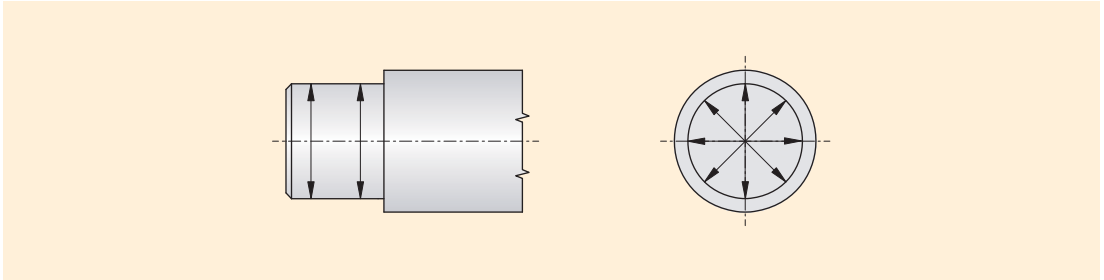
Výrobca ložísk chráni ložiská proti korózii konzervačným materiálom, ktorý je neutrálny k bežným plastickým mazadlám a olejom a má dobré mazacie vlastnosti. Preto sa ložiská pred montážou nevymývajú. Ak sú konzervované konzervačným tukom (ložiská, ktoré sú ešte uskladnené u užívateľov), ten sa odstráni len z diery a povrchu ložiska a z čiel ložiskových krúžkov. Ak ložisko konzervované tukom v prevádzke sa maže cirkulačným olejom, treba ho vymyť, lebo vzniká nebezpečenstvo, že uvoľnený konzervačný tuk môže upchať kanály, alebo diery pre prívod oleja. Na vymývanie ložísk sa môže použiť technický benzín s prídavkom 5 až 10% ľahkého minerálneho oleja, benzol, nafta, čistý petrolej a to pri bežnej teplote. Môžu sa použiť aj anorganické čistiace prostriedky, v ktorých sa ložiská vymývajú pri teplote 70 až 80°C. Ložiská vyrobené z ľahkých kovov sa nesmú vymývať v anorganických čistiacich prostriedkoch. Po vymytí sa ložisko ihneď nakonzervuje ľahkým olejom.

5.2.4 Príprava súčiastok uloženia na montáž

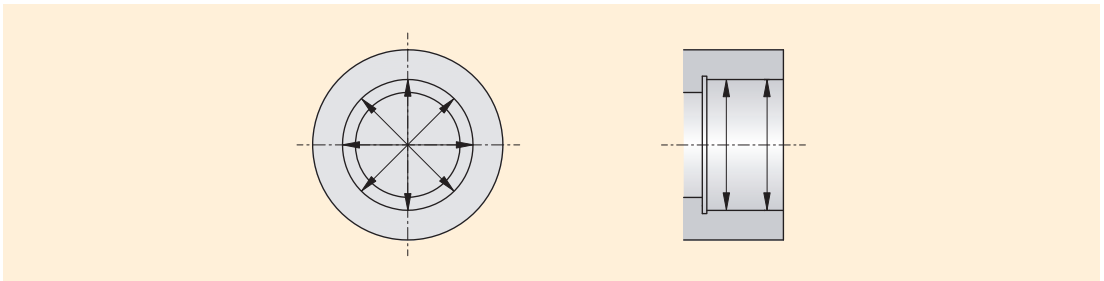
Pred montážou sa musia všetky súčiastky dôkladne očistiť a zbaviť ostrín po obrábaní. Dôkladne sa musia prečistiť aj diery na mazanie a závit. Uložné plochy súčiastok je potrebné vyrobiť v rámci určených tolerancií. Prekročené prípustných rozmerových a tvarových odchýlok, nedodržanie kolmosti oporných čelných plôch pre ložiskové

krúžky, majú za následok narušenie prevádzky ložiska. 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 prechodov 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 je 1:30. Na obr. 25 je znázornené meranie priemeru hriadeľa a na obr. 26 meranie otvoru ložiskového telesa.

obr. 25



obr. 26

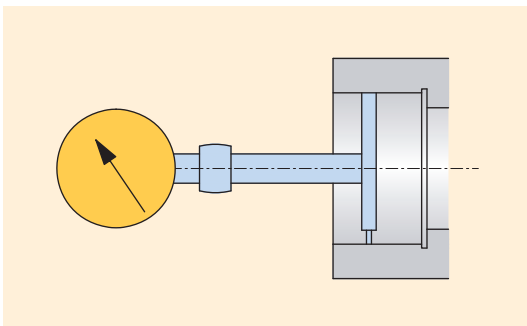


5.2.5 Kontrola úložných plôch

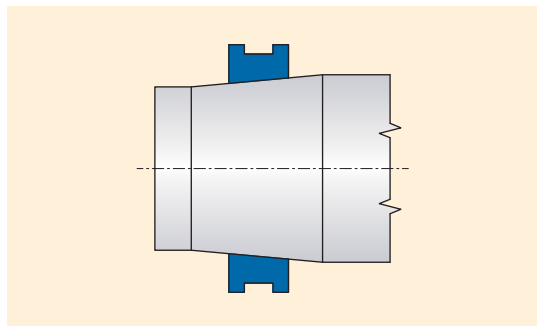
Na meranie hriadeľov sa používa strmeňový mikrometer, ktorý sa nastavuje kontrolným etalónom. Ložiskové telesá sa merajú dutinovým meradlom, ktoré sa taktiež nastavuje kontrolným etalónom. Na vyhodnocovanie sa používa číselníkový odchýlkomer (obr. 27) s presnosťou 0,001 mm.

Najjednoduchším meradlom na malé kužeľové plochy je kužeľová mierka (obr. 28). Tuširovaním sa zisťuje, či kužeľovitosť čapu súhlasí s mierkou a koriguje sa tak dlho, až mierka dosadá po celej šírke.

obr. 27



obr. 28

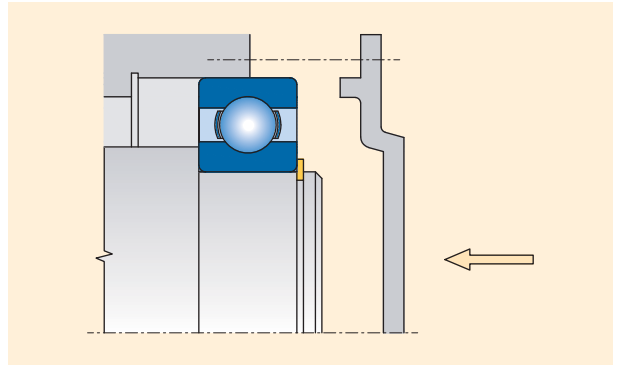


5.2.6. Montáž za studena

obr. 29

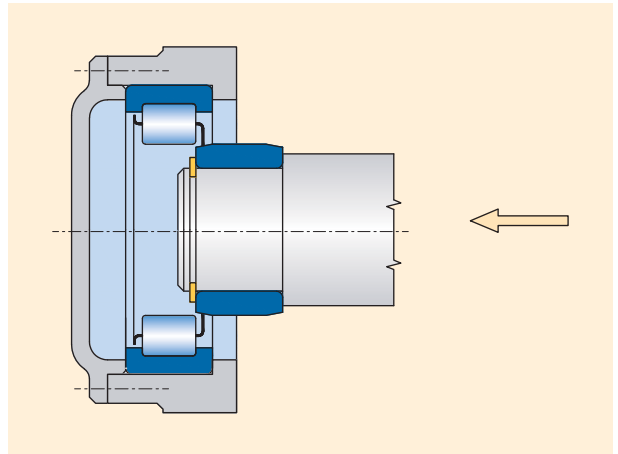
5.2.6.1 Valcové uložené plochy

Rôzne konštrukcie a veľkosti ložísk si vyžadujú i rôzne montážne postupy. Pri montáži nerozoberateľných ložísk (obr. 29) napr. jednoradových guľkových ložísk musí montážna sila pôsobiť vždy na pevne licovaný 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 i obežných dráh krúžkov.



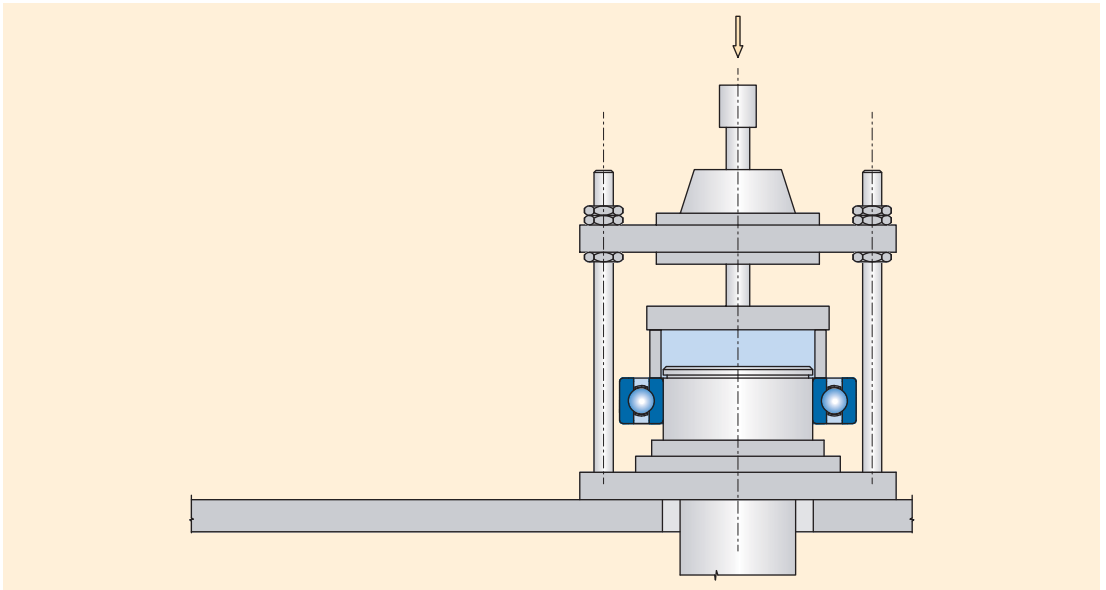
obr. 30

Pri rozoberateľných ložiskách (obr.30) 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, má sa ním skrutkovite pootáčať.

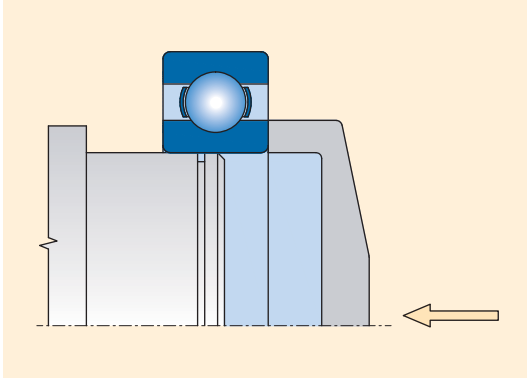


Malé ložiská do priemeru diery asi 75 mm sa pri obvyklom licovaní môžu nalisovať na hriadeľ za studena. Hriadeľ a diera v ložisku sa otrú čistou hadrou a slabo naolejújú. K montáži za studena sa používa mechanický, alebo hydraulický lis (obr. 31).

obr. 31

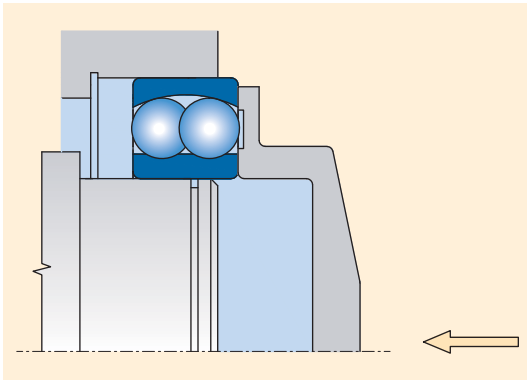


obr. 32



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 licovanie, montujú sa súčasne. V tom prípade dosadajú prípravok na obidva krúžky (obr. 33).

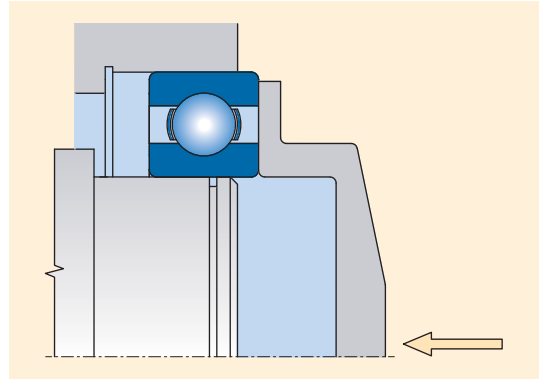
obr. 34



Pri ložiskách zo zliatiny ľahkého kovu môže pri lisovanom uložení nastať poškodenie dosadacích plôch. Preto je účelné ložiskové teleso nahriať, alebo ložiská ochladiť. Na ochladenie sa používa zmes suchého ľadu a alkoholu. Teplota krúžkov ložísk nesmie klesnúť pod -50°C . Pri väčších valčekových ložiskách môžu valčky zachytávať následkom vôle v kletke až čelnú plochu vnútorného krúžku. Montáž uľahčí montážne púzdro, ktoré navedie valčky na obežnú dráhu (obr. 35).

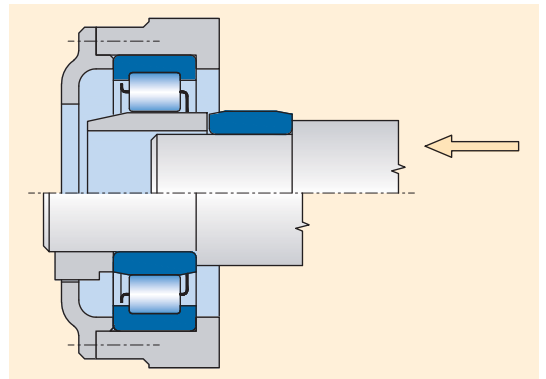
Ak nie je k dispozícii lis, môže sa ložisko pri licovaní s malým presahom naraziť na čap ľahkými údermi kladiva na montážne púzdro. V žiadnom prípade sa ložiskový krúžok nesmie priamo narážať kladivom. Na montáž sú vhodné montážne púzdra z mäkkej ocele (obr. 32) s rovinnou čelnou plochou. Priemer tohto púzdra má byť o niečo väčší ako priemer diery ložiska, vonkajší priemer púzdra nesmie byť väčší ako priemer čela vnútorného krúžku, nakoľko vzniká nebezpečie poškodenia kletky.

obr. 33



Pri niektorých typoch dvojradowých naklápacích guľkových ložísk prečnievajú guľky cez šírku krúžkov. Montážny prípravok musí mať z uvedeného dôvodu vybranie. (obr. 34)

obr. 35



Pri montáži valčekového ložiska s jednou prírubou na krúžku (Typ NJ) sa nastaví vhodná vôľa v mm medzi valčkami a prírubou na vnútornom krúžku podľa tabuľky 38.

Veľkosť ložiska	diera	Priemerové rady			Tab. 38
		NJ2	NJ3	NJ4	
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	-	

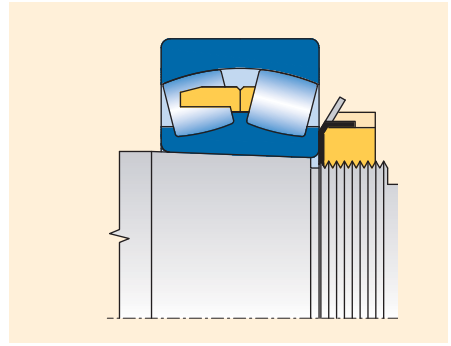
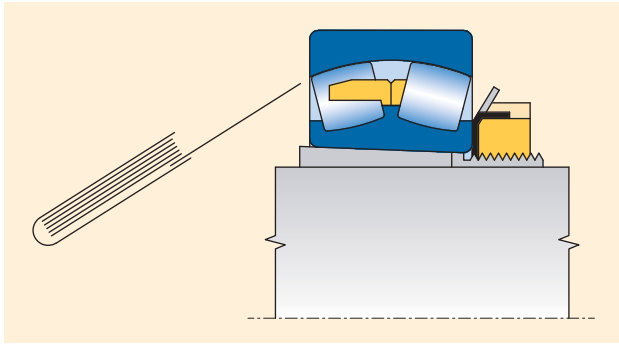
5.2.6.2 Kuželové úložné plochy

Ložiská s kuželovou dierou sa upevňujú buď priamo na kuželový hriadeľ, alebo pomocou upínacieho alebo sťahovacieho púzdra na valcový hriadeľ. Úložné plochy na hriadeľ, na púzdra a v diere ložiska sa môžu pred montážou ľahko naolejovať. Pri nasúvaní ložiska na kužeľ sa vnútorný krúžok ložiska rozťahuje, čím sa znižuje radiálna vôľa. Zmenšenie radiálnej vôle sa stáva meradlom upevnenia vnútorného krúžku. 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 kužeľ 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 tabuľke 39. Radiálna vôľa sa meria štrbinovými mierkami (obr. 36). Pri dvojradových súdkových ložiskách je potrebné merať radiálnu vôľu v oboch radoch súdkov. Iba pri rovnakej vôľi 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 odobrateľný, môže sa namiesto zmenšenia radiálnej vôle merať rozťahnutie vnútorného krúžku strmeňovým mikrometrom. Na nalisovanie ložiska na kuželovú úložnú plochu sa používajú hydraulické alebo mechanické zariadenia. Malé a stredne veľké ložiská sa môžu upevniť na kuželový čap pomocou upínacej matice (obr. 37). Na ťahovanie matice sa používa hákový kľúč.

Menovitý priemer d (mm)		Požadované zmenšenie radiálnej vôle	požadované posunutie na kuželi 1:12		požadované posunutie na kuželi 1:30	
od	do		na hriadeli	na púzdre	na hriadeli	na púzdre
24	30	0,015-0,020	0,30-0,35	0,30-0,40	-	-
30	40	0,020-0,025	0,35-0,40	0,35-0,45	-	-
40	50	0,025-0,030	0,40-0,45	0,45-0,50	-	-
50	65	0,030-0,035	0,45-0,60	0,50-0,70	-	-
65	80	0,040-0,050	0,60-0,75	0,70-0,85	-	-
80	100	0,045-0,060	0,70-0,90	0,75-1,00	1,70-2,20	1,80-2,40
100	120	0,050-0,070	0,70-1,10	0,80-1,20	1,90-2,70	2,00-2,80
120	140	0,065-0,090	1,10-1,40	1,20-1,50	2,70-3,50	2,80-3,60
140	160	0,075-0,100	1,20-1,60	1,30-1,70	3,00-4,00	3,10-4,20
160	180	0,080-0,110	1,30-1,70	1,40-1,90	3,20-4,20	3,30-4,60
180	200	0,090-0,130	1,40-2,00	1,50-2,20	3,50-4,50	3,60-5,00
200	225	0,100-0,140	1,60-2,20	1,70-2,40	4,00-5,50	4,20-5,70
225	250	0,110-0,150	1,70-2,40	1,80-2,60	4,20-6,20	4,60-6,20
250	280	0,120-0,170	1,90-2,60	2,00-2,90	4,70-6,70	4,80-6,90
280	315	0,130-0,190	2,00-3,22	2,20-3,20	5,00-7,50	5,20-7,70
315	355	0,150-0,210	2,40-3,40	2,60-3,60	6,00-8,20	6,20-8,40
355	400	0,160-0,215	2,60-3,60	2,90-3,90	6,50-9,00	6,80-9,20
400	450	0,170-0,230	3,10-4,10	3,40-4,40	7,70-10,0	7,00-10,4
450	500	0,200-0,260	3,30-4,40	3,60-4,80	8,20-11,0	8,40-11,2
500	560	0,210-0,280	3,70-5,00	4,10-5,40	9,20-12,5	9,60-12,8
560	630	0,240-0,320	4,00-5,40	4,40-5,90	10,0-13,5	10,4-14,0
630	710	0,260-0,350	4,60-6,20	5,10-6,80	11,5-15,5	12,0-16,0
710	800	0,340-0,450	5,30-7,00	5,80-7,60	13,3-17,5	13,6-18,0
800	900	0,370-0,500	5,70-7,80	6,30-8,40	14,3-19,5	14,8-20,0
900	1000	0,410-0,550	6,30-8,50	7,00-9,40	15,8-21,0	16,4-22,0
1000	1120	0,450-0,600	6,80-9,00	7,60-10,2	17,0-23,0	18,8-24,0
1120	1250	0,490-0,650	7,40-9,80	8,30-11,0	18,5-25,0	19,6-26,0
1250	1400	0,550-0,720	8,30-10,8	9,30-12,1	21,0-27,0	22,2-28,3



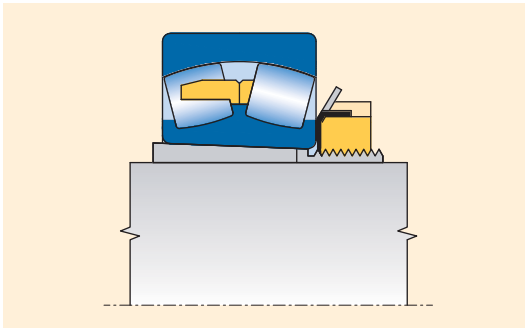
Ložiská s upínacím púzdom (obr. 38) sa nalisujú na kuželovú plochu púzdra pomocou upínacej matice. Pred montážou sa skontroluje stav púzdra, matice, podložky. Na ložisku sa odstráni z diery a povrchu konzervačný prostriedok a zmeria sa radiálna vôľa. Pri montáži sa nasadí najprv na čap upínacie púzdro, potom sa nasunie ložisko, poistná podložka a matica. Prítahovaním matice sa ložisko nasúva na kužel 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, preto je vhodné zaistiť polohu ložiska pri montáži zvierajúcou podložkou (obr. 39), ktorá sa po montáži odstráni.

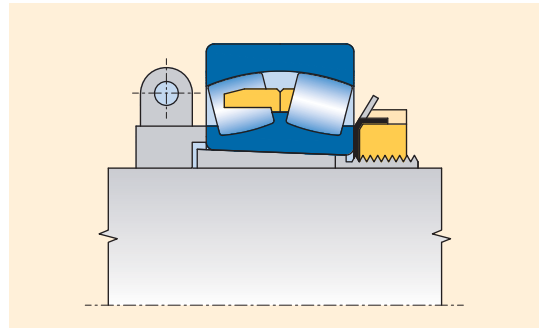
Pri montáži ložiska na sťahovacie púzdro sa najskôr očistia všetky montážne plochy. Ložisko sa nasadí na hriadeľ a do medzery medzi hriadeľ a dieru ložiska sa zasúva sťahovacie púzdro (obr. 40) tak ďaleko, až dosiahne potrebné zmenšenie radiálnej vôle.

Pri väčších ložiskách je potrebná väčšia sila na zatlačenie púzdra. V takýchto prípadoch uľahčuje montáž upevňovacia matica s prítlačacími skrutkami (obr. 41).

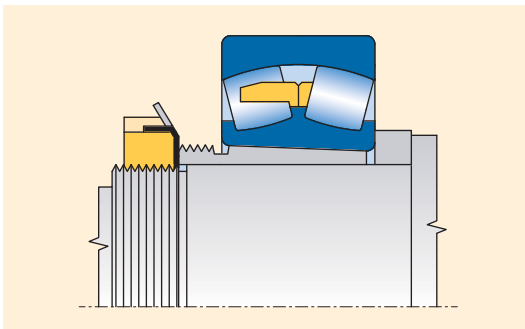
obr. 38



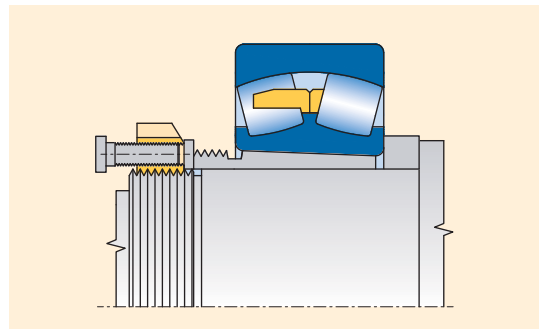
obr. 39



obr. 40



obr. 41



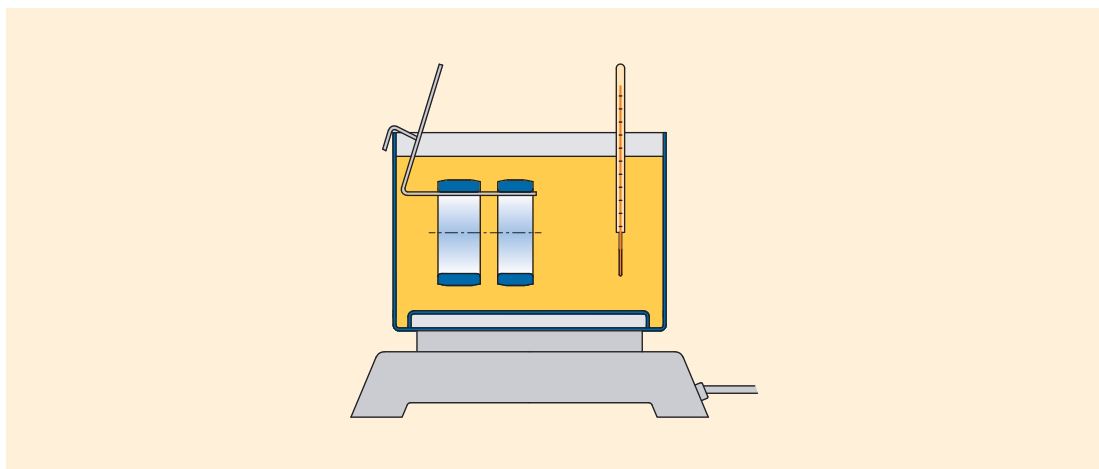
5.2.7 Montáž za tepla

Sila potrebná na 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 zohriatím 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) a s tesnením (-2RS, -2RSR) sa môžu ohrievať maximálne do teploty 80°C, ale nikdy nie v olejovom kúpeli.

5.2.7.1 Ohrievanie v olejovom kúpeli

Na ohrievanie ložísk v oleji je najvýhodnejší transformátorový olej. Ložiská sa položia na rošt alebo zavesia (obr.42) nad rošt umiestnený nad dnom zohrievacej nádoby, aby sa zabránilo ich priamemu styku so zohrievacím dnom a tak aj prehriatiu krúžkov. Teplota oleja sa pohybuje 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 púdzrom tak, aby po celom obvode dosadal na oporné čelo.

obr. 42



5.2.7.2 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.

5.2.7.3 Ohrievanie v teplovzdušnom ohrievači

Spoľahlivým 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.

5.2.7.4 Indukčné ohrievanie

Na rýchlu, spoľahlivú a čistú montáž za tepla aj pri menšom počte ložísk je výhodné použiť zariadenie na indukčné ohrievanie. 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.

5.2.8 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 ma 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 vtlačanie oleja medzi stykové plochy krúžku a čapu sú v hriadeli drážky, prírodné kanáliky (obr. 43) ako aj pripojovacie závitky na olejový injektor, resp. na koncovku olejového čerpadla.

Pre veľké ložiská upevnené na hriadeli upínacími alebo sťahovacími púzdrami sa použijú púzdra s drážkami na tlakový olej. Sťahovacie púzdra majú drážky na povrchu a v diere. Upínacie púzdra (obr. 44) majú drážky na povrchu a prívod oleja na strane závitky alebo na strane kužela.

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

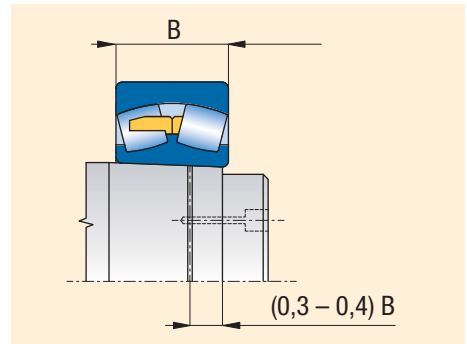
Pre stredné a veľké rozmery, keď je potrebné väčšie množstvo oleja, je výhodnejšie olejové čerpadlo.

5.2.8.1 Montáž ložísk s kužeľovou dierou

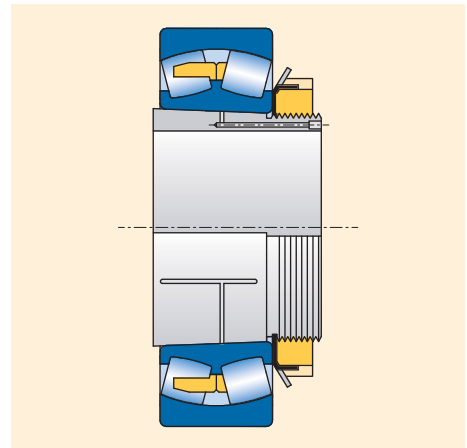
Pevné uloženie vnútorného krúžku ložiska s kužeľovou dierou sa dosiahne nalisovaním na hriadeľ, pričom sa vnútorný krúžok pružne rozťahne a spôsobí zmenšenie radiálnej vôle v ložisku. Meradlom pre dostatočne pevné uloženie na kuželi je veľkosť zmenšenia počiatočnej radiálnej vôle. Zmenšenie radiálnej 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, odtlačanie skrutky alebo hydraulické matice (obr. 45 – 47). Hydraulické sťahovacie a upínacie púzdra majú podľa veľkosti pripojovacie závitky na prívod tlakového oleja. Čerpadlo s vysokotlakou hadicou sa pripojuje k púzdru pomocou skrutkovania, redukcie a ocelevej rúrky. Pri montáži sa vtlačá olej medzi stykové plochy. Axiálna montážna sila sa dosahuje 6 alebo 8 odtlačacími skrutkami v matici, ktorá je naskrutkovaná na hriadeli (obr. 48) alebo na upínacom púzdre (obr. 49).

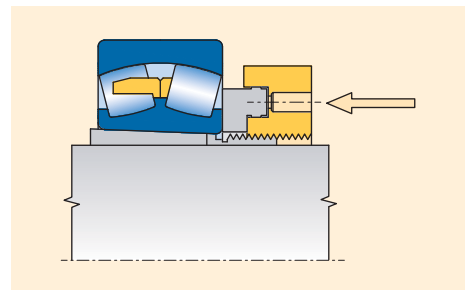
obr. 43



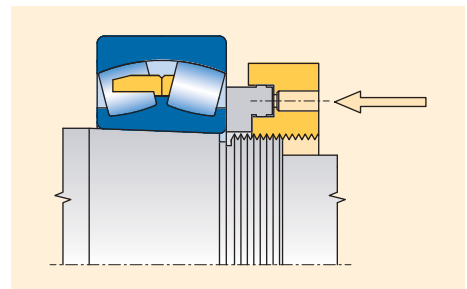
obr. 44



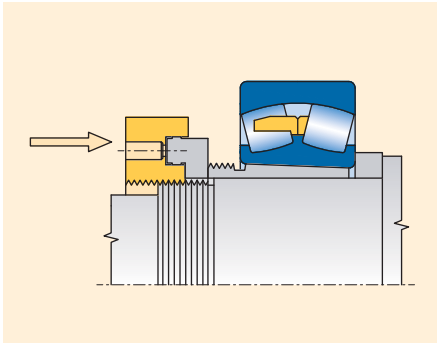
obr. 45



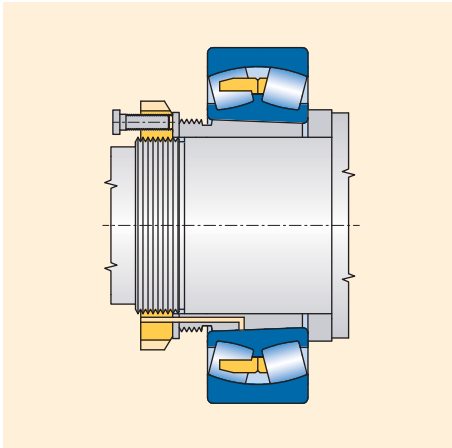
obr. 46



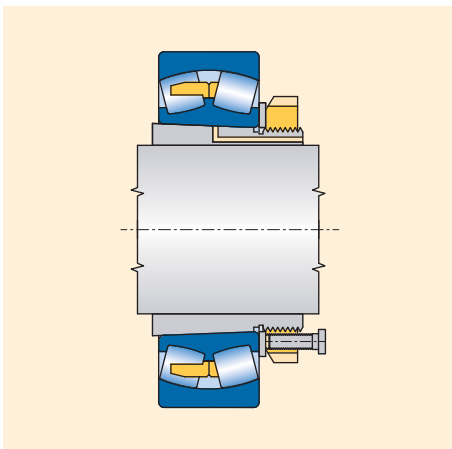
obr. 47



obr. 48



obr. 49



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

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

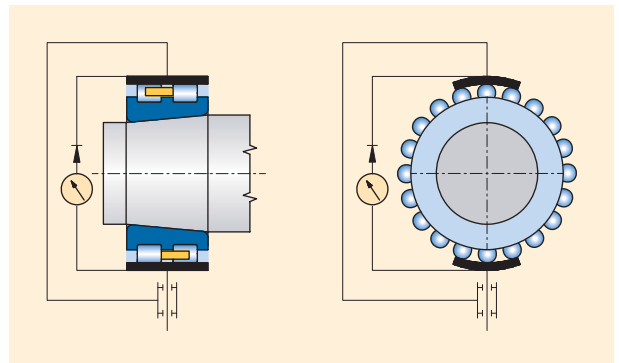
5.2.9 Montáž dvojradových valčekových ložísk s kuželovou dierou

Montáž ložísk NN30K a NNU49K vyžaduje špeciálny postup. Veľkosť radiálnej vôľe alebo predpätia sa určí z premerania obežnej dráhy a obalovej kružnice valčiek špeciálnymi meradlami.

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

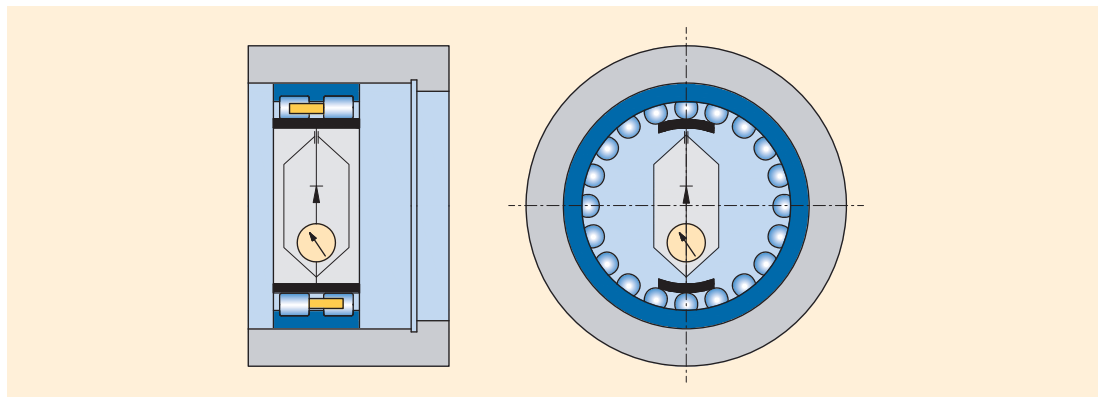
Na obr. 50 je uvedený princíp meradla pre meranie ložísk NN30K. Pri montáži sa postupuje tak, že sa najskôr zmeria meradlom priemer obežnej dráhy na namontovanom vonkajšom krúžku. Tento priemer sa prenesie na meradlo obalovej kružnice valčiek a meradlo sa nasadí na vnútorný krúžok s valčkami. Vnútorný krúžok sa posunie tak ďaleko na kužel, až kým mikrokátor neukáže hodnotu predpísanej vôľe alebo predpätia.

obr. 50



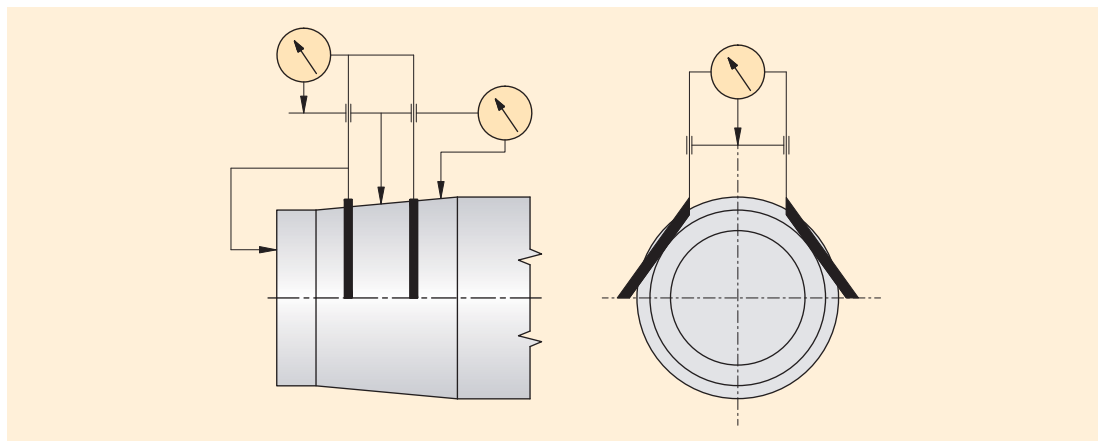
Pri valčekových ložiskách NNU49K je udaná radiálna vôľa alebo predpätie rozdielom priemeru obalovej kružnice valčekov a obežnej dráhy vnútorného krúžku. Princíp meradla obalovej kružnice pre tieto ložiská je na obr. 51. Meradlo sa vloží do namontovaného vonkajšieho krúžku s valčkami a nastaví sa priemer obalovej kružnice. Meradlom sa preniesie priemer obalovej kružnice na vnútorný krúžok. Nasúvaním vnútorného krúžku na kužeľ sa dosiahne požadovaná vôľa, resp. predpätie. Priemery obežných dráh sa merajú bežnými meradlami s presnosťou 0,001 mm.

obr. 51



Pred montážou sa skontroluje kužeľ špeciálnym meradlom (obr. 52). 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 svojim meracím dotykom dosadajú na kužeľ. Na telese meradla je mikrokátor, ktorý sa opiera o sane a udáva odchýlku 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. 52

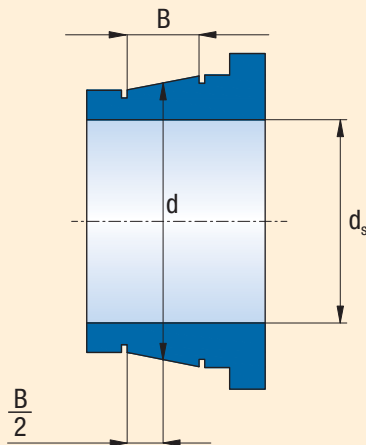


Ak nie sú k dispozícii tieto meradlá, môže sa nastaviť radiálna vôľa alebo predpätie axiálnym posunutím ložiska na kuželi. Doporučuje sa nasunúť vnútorný krúžok na kužeľ tak ďaleko, aby v ložisku zostala malá merateľná vôľa (tab. 40).

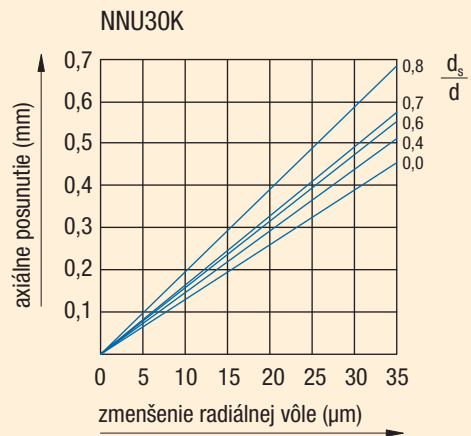
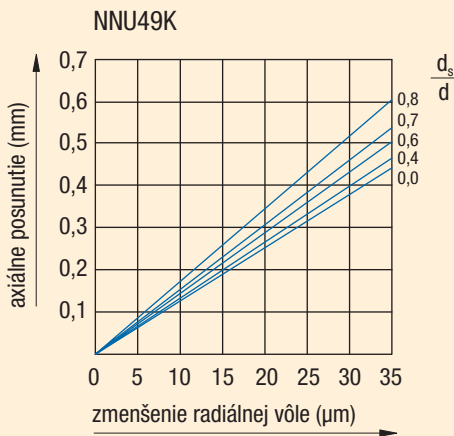
Tab. 40

Diera ložiska	od (mm)	0	80	180	280	400
	do (mm)	80	180	280	400	500
Radiálna vôľa	(μm)	10	10	15	20	25

Z tejto nameranej axiálnej vôle sa určí veľkosť axiálneho posunutia z diagramu na obr. 53



obr. 53



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

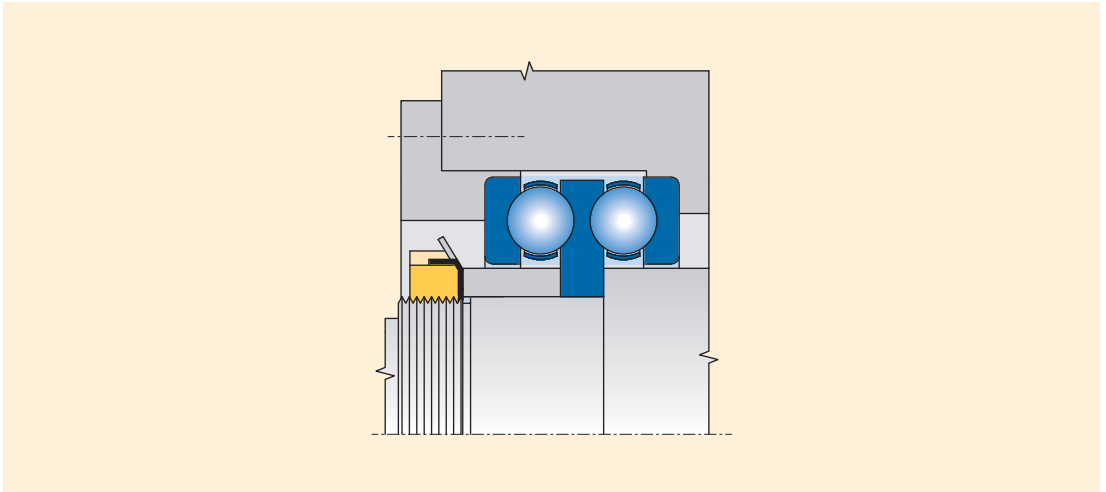
Pri skúšobnom chode vysokootáčkových vretien sa kontroluje sledovaním teploty ložísk správnosť nastavenia vôle alebo predpätia v ložískach. Skúšobný chod trvá tak dlho, až kým sa teplota ložísk nestabilizuje. Podľa veľkosti stroja je doba skúšky 1/2 až 3 hodiny. Ako smerná hodnota teploty pre správne volenú voľu alebo predpätie je prípustná ustálená teplota 50°C až 60°C.

5.2.10 Montáž axiálnych ložísk

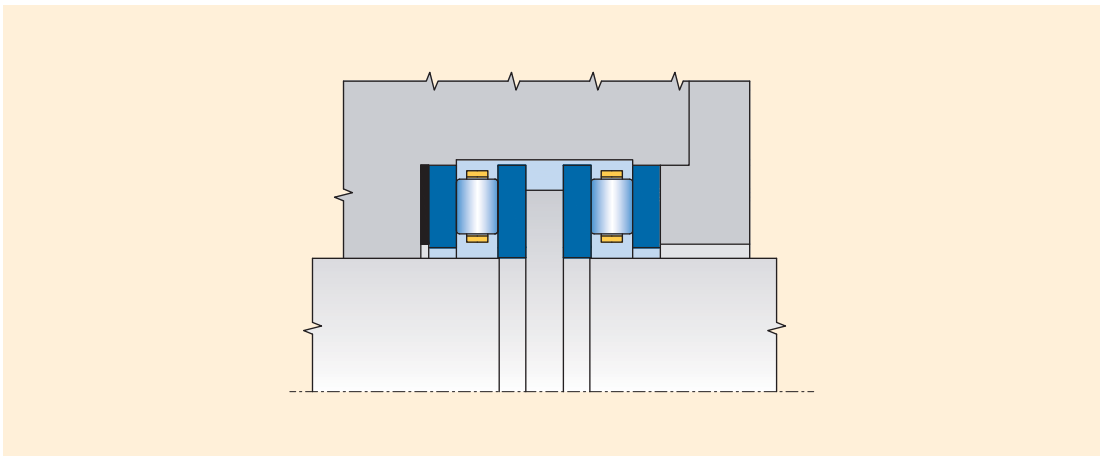
Hriadeľové krúžky axiálnych ložísk sú obyčajne uložené posuvne, telesové krúžky sú vždy uložené s vôľou. Pri obojsmerných axiálnych ložiskách musí byť hriadeľový krúžok axiálne zovretý (obr. 54 a 55).

Nastavenie predpätia je rovnaké ako pri kuželíkových ložiskách. Axiálne ložiská, ktoré v prevádzke majú vysoké otáčky, musia byť trvale predpäté, aby sa zaistilo správne odvaľovanie valivých telies. Predpätie sa dosiahne pomocou matice (obr.54) alebo kalibrovanej podložky (obr. 55), prípadne pomocou pružín.

obr. 54



obr. 55



5.2.11 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. Pritom musí byť dodržaná poloha domazávacieho otvoru s domazávacou drážkou v otvore telesa. Takto je celý komplet pripravený na montáž na hriadeľ. Ložisko zaistíme na hriadeľi až po upevnení telesa k opornej ploche.

5.3 DEMONTÁŽ VALIVÝCH LOŽÍSK

5.3.1 Voľba spôsobu demontáže

Upevnenie ložiska	Spôsob demontáže	Demontážne zariadenie
valcový čap		
malé ložisko	mechanicky	sťahovák
stredné ložisko	mechanicky hydraulicky tepelne	sťahovák, hydraulické zariadenie, indukčné zariadenie, ohrievací prstenec
veľké ložisko	hydraulicky tepelne	hydraulické zariadenie, indukčné zariadenie, ohrievací prstenec
kužeľový čap		
malé ložisko	mechanicky hydraulicky	sťahovák, hydraulické zariadenie
stredné ložisko	hydraulicky	hydraulické zariadenie
veľké ložisko	hydraulicky	hydraulické zariadenie
Upínacie púzdro		
malé ložisko	mechanicky hydraulicky	tyč, kladivo hydraulické zariadenie
stredné ložisko	mechanicky hydraulicky	tyč, kladivo, mechanický lis hydraulické zariadenie
veľké ložisko	hydraulicky	hydraulické zariadenie
Sťahovacie púzdro		
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

5.3.2 Mechanické spôsoby

5.3.2.1 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 ložiska. U nerozoberateľných ložísk sa najskôr demontuje krúžok, ktorý je uložený posuvne (obr. 56).

Na sťahovanie ložiskového krúžku, ktorý je uložený pevne, je obvyčajne potrebná väčšia sila než na nalisovanie v dôsledku pevného dosadnutia montážnych plôch. Pri rozoberateľných ložiskách sa krúžky dajú demontovať jednotlivo (obr. 57).

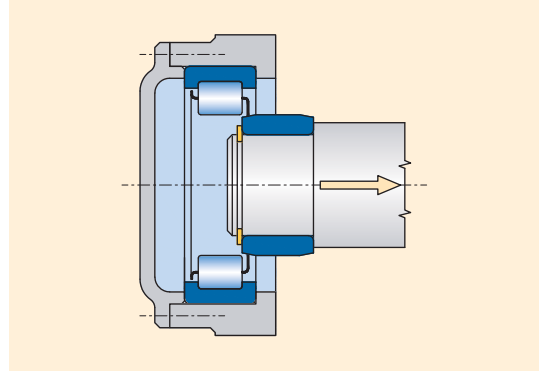
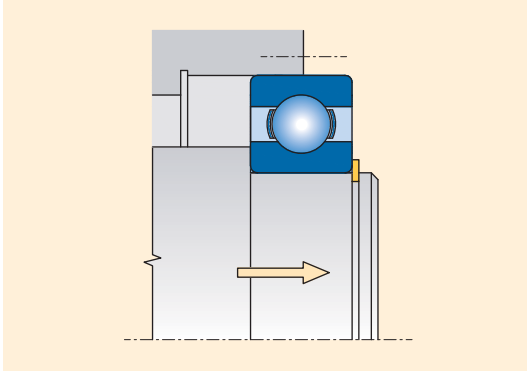
Na sťahovanie malých ložísk sa väčšinou používajú mechanické sťahováky (obr. 58) alebo hydraulické lisy, ktorých sťahovacia sila pôsobí na pevne uložený krúžok buď priamo, alebo cez opornú súčiastku, napr. labyrintový krúžok.

Demontáž ložísk sa uľahčí, ak pri konštrukcii zariadenia boli navrhnuté otvory so závitom pre demontážne odtlačacie skrutky (obr. 59) alebo drážky pre sťahovák, ktorý sa môže zachytiť priamo za ložiskový krúžok (obr. 60, 61).

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

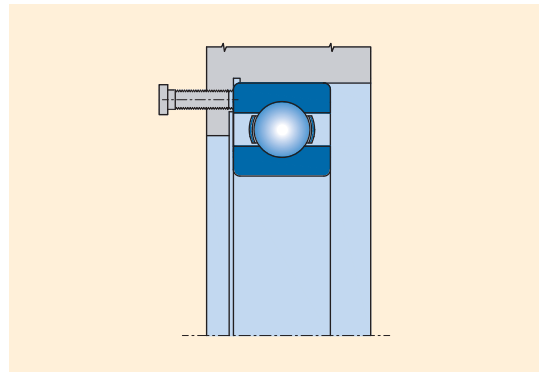
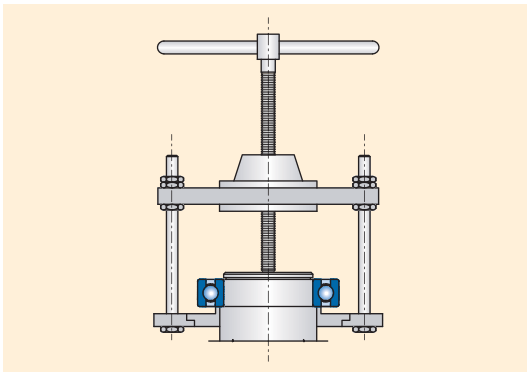
obr. 56

obr. 57



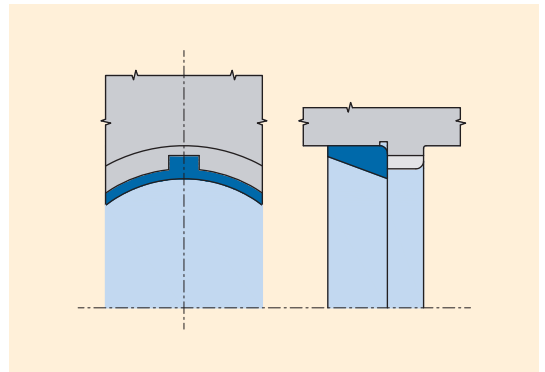
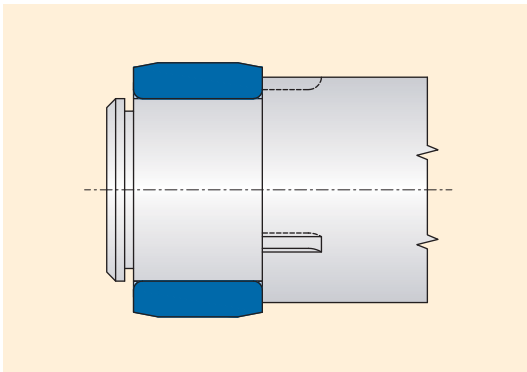
obr. 58

obr. 59



obr. 60

obr. 61

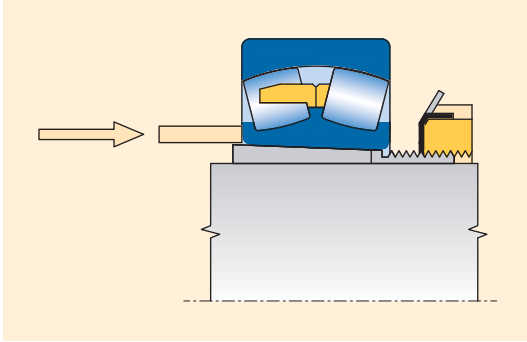


5.3.2.2 Demontáž ložísk s kuželovou dierou

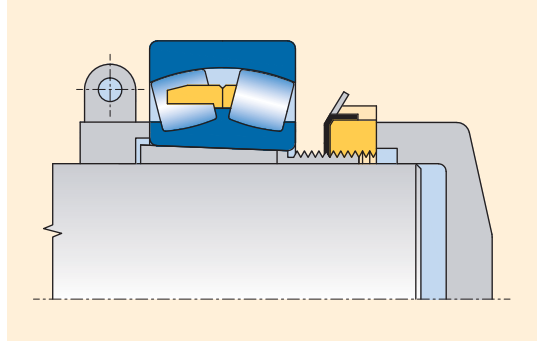
Pri demontáži ložísk uložených priamo na kuželovom čape alebo na upínacom púzdre sa najskôr matica čiastočne povolí a vnútorný krúžok sa uvoľní ľahkými údermi kladiva z kuželových úložných plôch čapu alebo upínacieho púzdra. Na to sa použije tyčka z mäkšieho kovu (obr. 62). Ak sa použije pri demontáži lis, oprie sa prípravok o maticu (obr. 63) alebo priamo o upínacie púzdro.

Ložiská upevnené na čape sťahovacím púzdom sa demontujú pomocou sťahovacej matice (obr. 64). V zložitejších prípadoch a pri veľkých ložiskách sa používa matica s odtlačacími skrutkami (obr. 65). Medzi odtlačacie skrutky a čelo vnútorného krúžku sa vkladá podložka. Jednoduchšia je demontáž sťahovacích puzdier hydraulickou maticou (obr. 66). Sťahovacie púzdra, ktoré prečnievajú cez koniec hriadeľa, sa v diere podopierajú hrubostenným krúžkom.

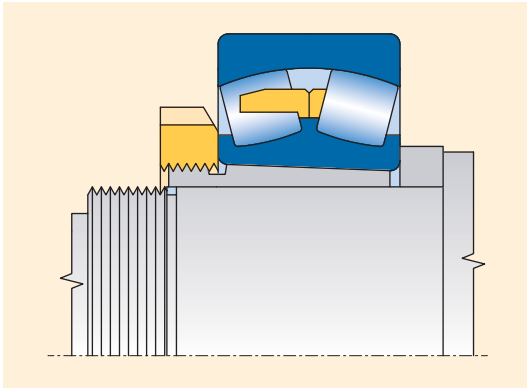
obr. 62



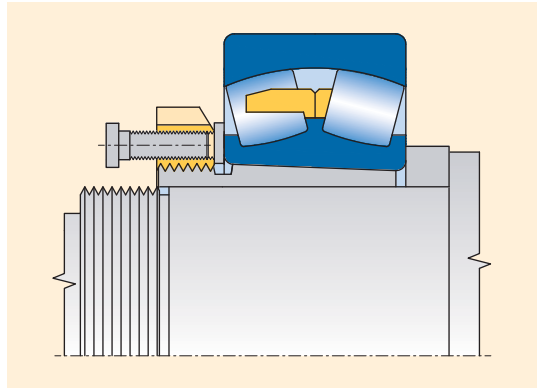
obr. 63



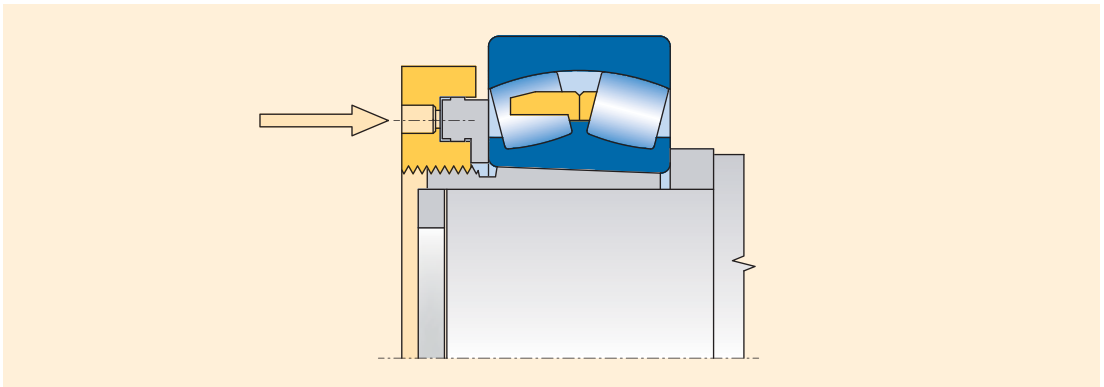
obr. 64



obr. 65



obr. 66



5.3.3 Tepelné spôsoby demontáže ložísk

5.3.3.1 Ohrievací prstenec

Ohrievací prstenec (obr. 67) je vhodný na demontáž vnútorných krúžkov valčekových ložísk. Prstenec je zhotovený z hliníkovej zliatiny a má radiálne zárezy. Tepelne izolované držadlá umožňujú manipuláciu s prstencom. Prstenec má rovnakú šírku ako ložisko a diera má rovnaký priemer ako obežná dráha vnútorného krúžku ložiska. 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 hriadeli uvoľní, stiahne sa krúžok spolu s prstencom. Prstenec je výhodný na sťahovanie stredne veľkých ložiskových krúžkov. Pre každú veľkosť ložiska musí byť príslušný ohrievací prstenec.

5.3.3.2 Indukčné demontážne 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 hriadeli. 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.

5.3.3.3 Kruhový horák

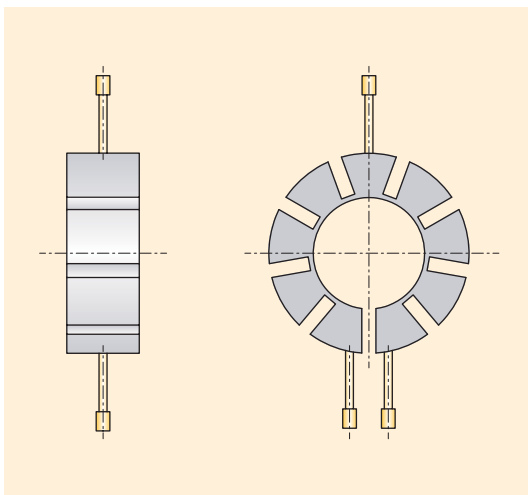
Ak nie sú na hriadeli drážky a kanáliky na hydraulickú montáž, je možné vnútorné krúžky väčších rozoberateľných ložísk ohriať i plameňom. V týchto prípadoch sa osvedčil kruhový horák. Vzdialenosť rúrok od povrchu krúžku má byť 40 až 50 mm. Pri obvyklom tlaku plynu majú diery v horáku priemer 2mm, sú striedavo presadené s rozostupom 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.

5.3.4 Hydraulický spôsob demontáže ložísk

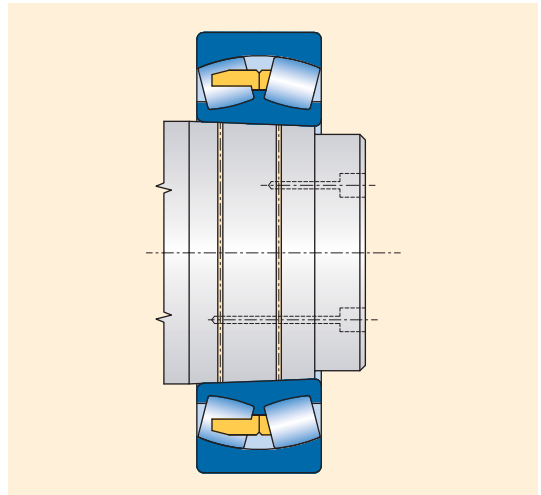
Pri hydraulickom spôsobe sa vtlačia medzi stykové plochy olej. Olejová vrstva preruší styk medzi súčiastkami, ktoré sa dajú pomerne malou silou vzájomne posunúť bez nebezpečenstva poškodenia povrchu. Hydraulický spôsob je rovnako vhodný na demontáž spojení s kuželovými ako aj s valcovými stykovými plochami. V oboch prípadoch musia byť v čape vytvorené drážky, prírodné kanáliky a pripojovacie závitky (obr. 68) pre napojenie zdroja tlakového oleja.

Väčšie sťahovacie a upínacie púzdra sa vyrábajú s drážkami a kanálikmi pre tlakový olej. Na demontáž sa môže použiť olej s viskozitou asi $45 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ pri 40°C. Ak sú stykové plochy poškodené, použije sa prevodový olej s viskozitou asi $300 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ pri 40°C.

obr. 67



obr. 68

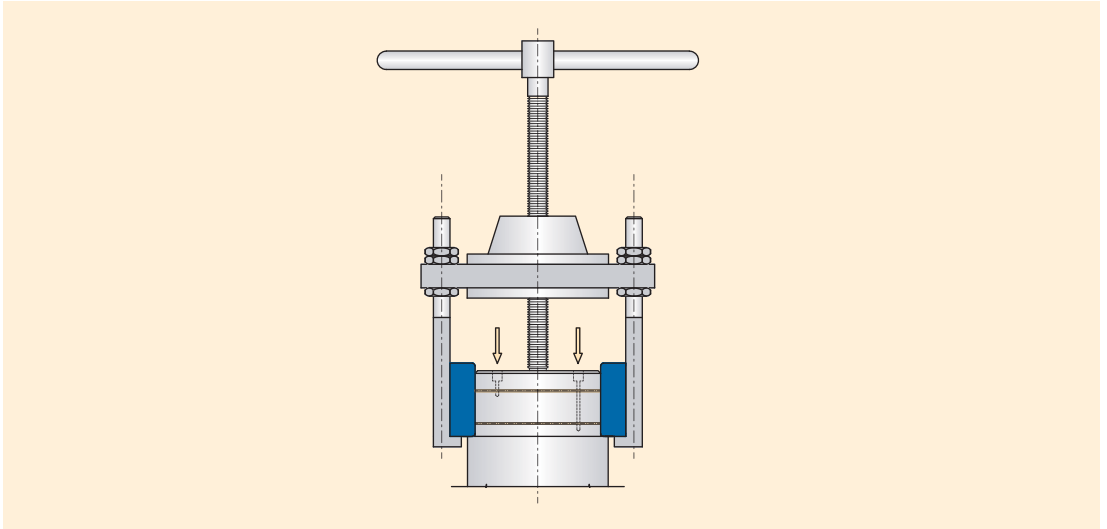


5.3.4.1 Demontáž ložísk s valcovou dierou

Pri ložískách s valcovou dierou sa používa hydraulický spôsob obyčajne len pri demontáži. Pri demontáži sa použije sťahovací prípravok (obr. 69).

Po nasunutí prípravku, vtláčame olej dvoma čerpadlami do oboch olejových kanálikov. Po vniknutí oleja medzi valcové plochy a uvoľnení krúžkov stiahneme pomocou prípravku krúžok tak ďaleko, až rovnomerne prekryva prednú drážku na oboje strany. V tejto polohe sa prívod oleja preruší. Do vodiaceho púzdra 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). Vtlačení 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. 69



K prednej strane lisovaného ložiska sa pritlačí utesnený krúžok, ktorým sa olej vtláča medzi stykové plochy. Pripevnením zvláštneho púzdra k čelu čapu sa dosiahne, že olej sa vtláča medzi stykové plochy až do ukončenia procesu sťahovania. Ak sa nedá použiť také púzdro, musí sa použiť olej s viskozitou asi $300 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ 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 púzdra 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.

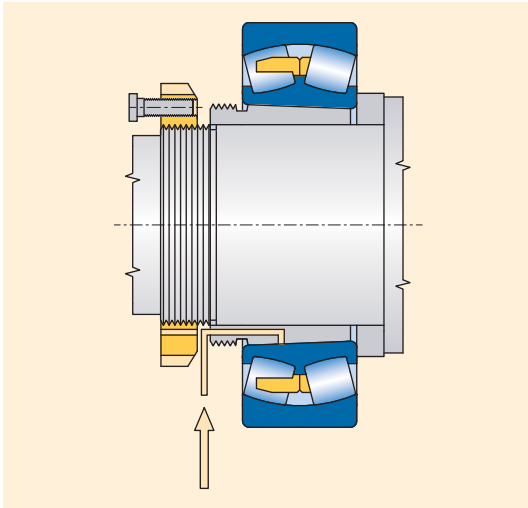
5.3.4.2 Demontáž ložísk s kuželovou dierou

Pri sťahovaní ložísk uložených priamo na kuželovom čape alebo na sťahovacom a upínacom púzdre stačí len vtláčať olej medzi stykové plochy. Pri práci je potrebné postupovať opatrne, pretože spojenie sa uvoľní razom. Vzhľadom na nebezpečenstvo úrazu musí byť axiálne odskočenie ložiska alebo púzdra pri demontáži obmedzené maticou na hriadeli (obr. 70) alebo na púzdre (obr. 71), prípadne dorazom (obr. 72).

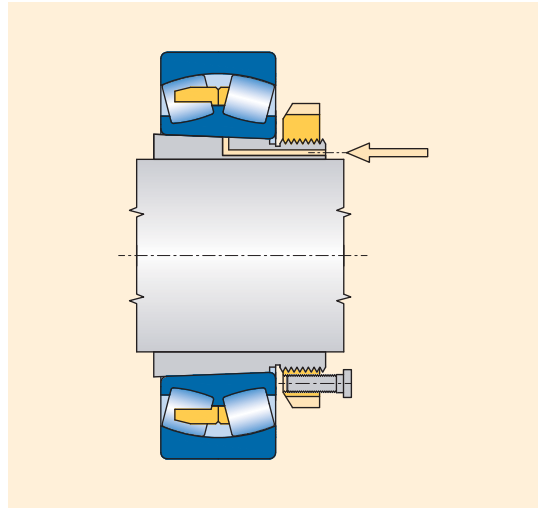
V zložitejších prípadoch sa môže vyťahovanie upínacieho púzdra podporiť sťahovacou maticou naskrutkovanou na púzdre. Ak má takáto matica odtlačacie skrutky (obr. 73), vkladá sa pod tieto skrutky podložka, ktorá zabraňuje priamemu pôsobeniu tlaku skrutiek na nákrúžok ložiskového krúžku.

Upínacie púzdro sa dá tiež uvoľniť hydraulickou maticou, pokiaľ je ložisko opreté o oporný krúžok. Hydraulická matica musí byť opretá o koncovú dosku (obr. 74).

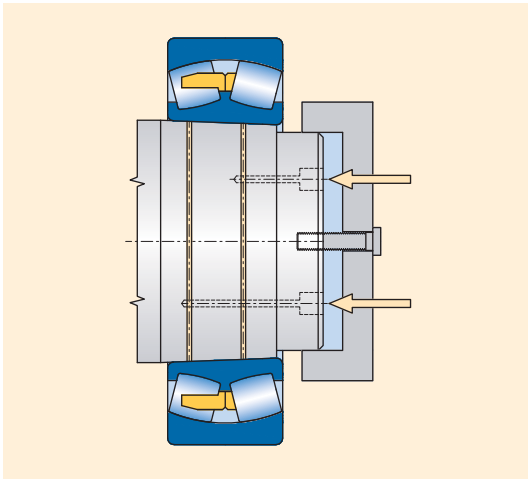
obr. 70



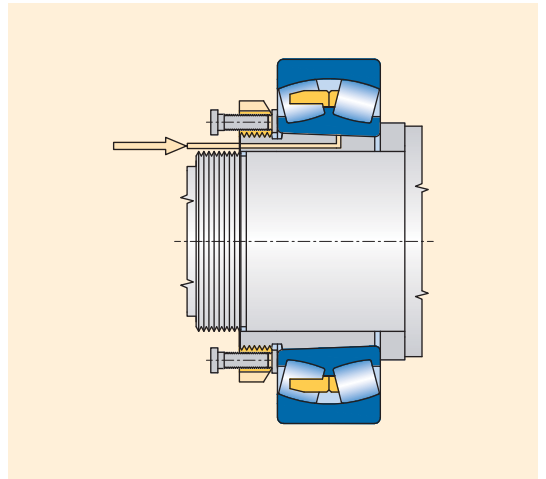
obr. 71



obr. 72



obr. 73



obr. 74

