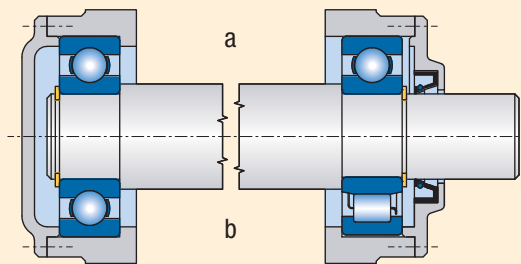


3.1 VŠEOBECNÉ ZÁSADY KONŠTRUKCIE ULOŽENIA S VALIVÝMI LOŽISKAMI

Rotujúci hriadeľ alebo iná súčasť uložená vo valivých ložiskách je nimi vedený v radiálnom i axiálnom smere tak, aby bola splnená základná podmienka jednoznačnosti jeho pohybu. Súčasť má byť, pokiaľ je to možné, staticky určito uložená, t.j. podoprená na dvoch miestach radiálne a v jednom mieste axiálne. Typický príklad takéhoto uloženia je na obr. 9, kde je hriadeľ radiálne vedený vo dvoch ložiskách, z ktorých jedno ho zaisťuje aj v axiálnom smere. Vodiace (pevné) ložisko prenáša radiálne zaťaženie a súčasne aj axiálne zaťaženie v oboch smeroch. Ako vodiace sa najčastejšie používajú radiálne ložiská, ktoré môžu prenášať kombinované zaťaženie, napr. jednoradové guľkové, dvojradové guľkové s kosuhlým stykom, dvojradové guľkové naklápacie, dvojradové súdkové alebo jednoradové guľkové s kosuhlým stykom a kuželíkové ložiská. Posledné dva spomínané typy ložísk musia byť montované vo dvojiciach. Voľné ložisko prenáša iba radiálne zaťaženie a musí dovoliť určitý posuv hriadeľa v axiálnom smere, aby sa zamedzilo vzniku nežiadúceho axiálneho predpätia spôsobeného vonkajšími okolnosťami (tepelné dilatácie, výrobné nepresnosti pripojovacích súčastí uloženia a pod.).

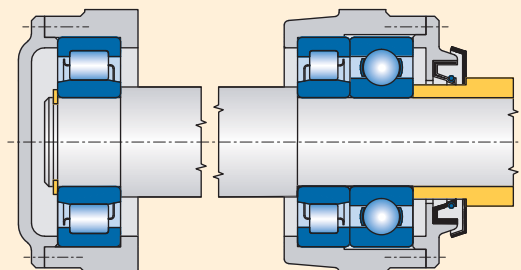
Axiálny posuv sa môže zabezpečiť posuvom medzi jedným z krúžkov ložiska a súčasťou stroja, ktorá s ložiskom bezprostredne súvisí, napr. medzi vonkajším krúžkom ložiska a dierou v telese (obr. 9a) alebo priamo v ložisku (obr. 9b).

obr. 9



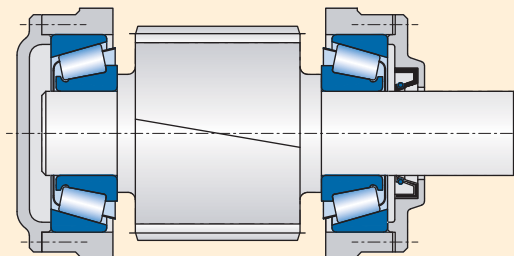
Uloženia, v ktorých pôsobia väčšie radiálne a axiálne zaťaženia pri vyššej frekvencii otáčania, je vhodné riešiť tak, aby ložiská zachytávali iba radiálne, resp. axiálne sily, ako je na obr. 10. V týchto prípadoch je možné použiť pre radiálne vedenie niektoré z radiálnych ložísk a pre axiálne vedenie tie radiálne ložiská, ktoré majú schopnosť prenášať aj axiálne zaťaženie, prípadne dvojicu týchto ložísk, alebo obojsmerné axiálne ložisko, či dvojicu jednosmerných axiálnych ložísk. Podmienkou je, aby axiálne vodiace ložiská boli uložené s radiálnou vôľou. Ďalším,

obr. 10



často používaným riešením je uloženie vo dvoch ložiskách, ktorých konštrukcia dovoľuje zachytávať radiálne aj axiálne zaťaženie. Axiálne zaťaženie zachytávajú striedavo obe ložiská, vždy podľa smeru pôsobenia síl a súčasne prenášajú aj radiálne zaťaženie. Príklad tohoto uloženia je na obr. 11. Ako osvedčená konštrukcia sa používa zostava z dvojice jednoradových kuželíkových ložísk alebo jednoradových guľkových ložísk s kosouhlým stykom. Môžu sa použiť aj iné typy ložísk, ktoré sú schopné prenášať zaťaženie v radiálnom i axiálnom smere súčasne, napr. jednoradové guľkové ložiská rozoberateľné prípadne jednoradové valčekové ložiská vo vyhotovení NJ atď.

obr. 11



3.2 UPEVNENIE LOŽISKA

Radiálne a axiálne upevnenie ložiska na čape a v diere telesa alebo inej časti má priamu súvislosť s celkovým konštrukčným usporiadaním uloženia. Pri voľbe spôsobu upevnenia je potrebné prihliadať zvlášť na charakter a veľkosť pôsobiacich síl, na prevádzkovú teplotu v mieste uloženia a materiál pripojovacích súčastí. Pri stanovovaní rozmerov pripojovacích častí musí konštruktér okrem druhu a rozmerov ložiska zohľadniť aj spôsob montáže, demontáže a prípadné údržbárske úkony.

3.2.1 Radiálne upevnenie ložiska

Ložisko sa upevňuje v radiálnom smere na lícovanej valcovej ploche čapu a diery v telese. V niektorých prípadoch sa pri upevňovaní na čap používa upínacie alebo sťahovacie púzdro, prípadne sa ložisko môže upevniť priamo na kuželový čap.

Správne radiálne upevnenie ložiska na čape a v telese má značný vplyv na využitie jeho únosnosti a na správnu funkciu v uložení. Prítom sú dôležité tieto hľadiská:

- bezpečné upevnenie a rovnomerné podopretie krúžkov
- jednoduchá montáž a demontáž
- posun voľného ložiska v axiálnom smere

Zásadne by mali byť oba ložiskové krúžky uložené pevne, pretože iba tak sa dosiahne ich spoľahlivé podopretie po celom obvode a radiálne upevnenie proti pretáčaniu. Na uľahčenie montáže a demontáže alebo na posúvanie voľného ložiska je dovolené posuvné uloženie jedného z krúžkov. Pri voľbe správneho radiálneho upevnenia ložiska posudzujeme a zohľadňujeme nasledovné vplyvy.

Obvodové zaťaženie nastáva vtedy, keď sa príslušný ložiskový krúžok otáča a smer zaťaženia sa nemení, alebo ak sa krúžok neotáča a zaťaženie rotuje. Obvod ložiskového krúžku je počas jednej otáčky postupne zaťažovaný. V tomto prípade musí byť zaťažený krúžok vždy s potrebným presahom pevne uložený.

Bodové zaťaženie nastáva vtedy, keď ložiskový krúžok stojí a vonkajšia sila smeruje stále do toho istého bodu obežnej dráhy, alebo sa krúžok i sila otáčajú rovnakou frekvenciou otáčania. Krúžok, na ktorý pôsobí bodové zaťaženie, môže byť uložený s vôľou (hybne), ak si to podmienky vyžadujú.

Neurčitý spôsob zaťaženia nastáva, ak pôsobia na krúžok premenné vonkajšie sily, pri ktorých nie je možné určiť smer a zmeny zaťaženia (napr. nevyvážené hmoty, nárazy a pod.). Neurčitý spôsob zaťaženia si vyžaduje, aby boli oba krúžky uložené s presahom (pevne). Pri takýchto podmienkach je vo väčšine prípadov uloženie potrebné voliť ložiská so zväčšenou radiálnou vôľou.

Veľkosť zaťaženia má priamy vplyv na voľbu veľkosti presahu v uložení (vyššie zaťaženie - väčší presah), s dôrazom na prípady nárazového zaťaženia. Pevné uloženie na čape alebo v diere telesa vyvolá deformáciu krúžka, a tým dôjde k zmenšeniu radiálnej vôľe. Aby bola v prípadoch pevného uloženia zabezpečená potrebná radiálna vôľa, je potrebné niekedy použiť ložiská so zväčšenou radiálnou vôľou. Výsledná vôľa po zmontovaní je závislá od typu a veľkosti ložiska.

Veľkosť a typ ložiska podmieňuje veľkosť potrebného presahu uloženého krúžka. Pre ložiská menších rozmerov sa volia menšie presahy a naopak. Relatívne menšie presahy sa používajú napr. pre rovnako veľké guľkové ložiská v porovnaní s valčekovými, kuželíkovými alebo súdkovými ložiskami.

Materiál a konštrukcia pripojovacích súčastí sa musia zohľadniť pri určovaní ich výrobných tolerancií. Výsledky praktických skúseností sú premietnuté v ďalej uvedených tabuľkách. V prípadoch, keď sa ložiská montujú do telesa zo zliatin ľahkých kovov alebo na čapy dutých hriadeľov, volia sa uloženia s vyššími presahmi. Delené telesá nie sú vhodné pre uloženia s veľkými presahmi, lebo je reálne nebezpečie zovretia ložiska v deliacej rovine telesa.

Ohrev a teplo vznikajúce v ložisku môžu viesť k uvoľneniu presahu na čape, a tým k pretáčaniu krúžka. V telese môže nastať opačný prípad. Ohrevom dôjde k vymedzeniu vôľe, a tým k obmedzeniu až vylúčeniu axiálneho posuvu krúžka voľného ložiska v telese. Preto na tento faktor kladieme pri navrhovaní uloženia veľký dôraz.

Presnosť úložných plôch z hľadiska ich tolerancií a geometrických tvarov je dôležitá, lebo sa môže prenášať na obežné dráhy ložiskových krúžkov a definuje presnosť uloženia. Pri použití ložisk normálneho stupňa presnosti sa pre úložnú plochu na čape volí spravidla tolerancia v tolerančnom stupni IT6 a pre úložnú plochu v telese v stupni IT7. Pre guľkové a valčekové ložiská menších rozmerov je možné použiť pre čap stupeň IT5 a diery v telese IT6. Pre ložiská vyšších stupňov presnosti, pre uloženia s vysokými požiadavkami na presnosť, napr. vretená obrábacích strojov, je pre hriadeľ odporúčaný stupeň najmenej IT5 a pre teleso najmenej IT6.

Dovolená odchýlka kruhovitosti a valcovitosti a dovolené čelné hádzanie úložných a oporných plôch pre ložiská musia byť vzhľadom k osi menšie ako rozsah tolerancie priemerov čapu a diery. So stúpajúcou presnosťou použitých ložisk sa zvyšujú aj požiadavky na presnosť úložných plôch. Odporúčané hodnoty sú uvedené v tabuľke 28 a 29.

Montáž a demontáž ložiska v prípade, že jeden z krúžkov je uložený s vôľou (hybne), je ľahká a nenáročná. Ak je z prevádzkových dôvodov potrebné, aby oba krúžky boli uložené s presahom, je potrebné voliť vhodný typ ložiska, napr. rozoberateľné ložisko (kuželíkové, valčekové, ihlové) alebo ložisko s kuželovou dierou. Čapy hriadeľov pre uloženie puzdier pre ložiská s kuželovou dierou môžu byť v tolerancii h9 alebo h10, geometrický tvar musí byť v presnosti IT5 alebo IT7 podľa náročnosti uloženia.

Odporúčané presnosti tvaru úložných plôch pre ložiská			Tab. 28
Stupeň presnosti ložiska	Miesto uloženia	Prípustná odchýlka valcovitosti	Prípustné čelné hádzanie oporných plôch vzhľadom k osi
P0, P6	hriadeľ	IT5/2	IT3
	teleso	IT6/2	IT4
P5, P4	hriadeľ	IT3/2	IT2
	teleso	IT4/2	IT3

Základné tolerancie IT2 až IT6						Tab. 29
Menovitý priemer		Tolerančný stupeň				
nad	do	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6
mm		μm				
6	10	1,5	2,5	4	6	9
10	18	2	3	5	8	11
18	30	2,5	4	6	9	13
30	50	2,5	4	7	11	16
50	80	3	5	8	13	19
80	120	4	6	10	15	22
120	180	5	8	12	18	25
180	250	7	10	14	20	29
250	315	8	12	16	23	32
315	400	9	13	18	25	36
400	500	10	15	20	27	40

Axiálny posuv krúžkov voľného ložiska sa musí zabezpečiť pri všetkých prevádzkových podmienkach. Pri použití nerozoberateľných ložísk sa posuv bodovo zaťaženého krúžku dosiahne jeho uložením s vôľou (hybne). V telesách zo zliatin z ľahkých kovov je potrebné v prípade, že vonkajší krúžok bude uložený s vôľou, dieru vypúzdriť oceľovým púzdrom. Spoľahlivú posuvnosť v axiálnom smere dosiahneme, ak v uložení použijeme valčekové ložisko vo vyhotovení N a NU alebo radiálne ihlové ložisko.

Odporúčané tolerancie priemerov čapov a dier pripojovaných súčastí sú pre radiálne aj axiálne ložiská uvedené v tabuľkách 30 až 35.

Tolerancie priemerov čapov pre radiálne ložiská (platí pre plné oceľové hriadele)					Tab. 30
		Priemer čapu [mm]			
Prevádzkové podmienky	Priklady uloženia	Guľkové ložiská	Valčekové ihľové, ¹⁾ kuželíkové ložiská	Súdkové ložiská	Tolerancia
Bodové zaťaženie vnútorného krúžku					
Malé a normálne zaťaženie Pr ≤ 0,15 Cr	Voľnobežné kolesá, kladky, remenice	Všetky priemery			g6 ²⁾
Veľké nárazové zaťaženie Pr > 0,15 Cr	Kolesá dopravných vozíkov, napínacie kladky	Všetky priemery			h6
Obvodové zaťaženie vnútorného krúžku, alebo neurčitý spôsob zaťaženia					
Malé a premenné zaťaženie Pr ≤ 0,07 Cr	Dopravné zariadenia, ventilátory	(18) až 100	≤40	-	i6
		(100) až 200	(40) až 140	-	k6
Normálne a veľké zaťaženie Pr > 0,07 Cr	Všeobecné strojárstvo, elektromotory, turbíny, čerpadlá, spaľovacie motory, prevodovky, drevoobrábacie stroje	≤18	-	-	j5
		(18) až 100	≤40	≤40	k5 (k6) ³⁾
		(100) až 140	(40) až 100	(40) až 65	m5 (m6) ³⁾
		(140) až 200	(100) až 140	(65) až 100	m6
		(200) až 500	(140) až 200	(100) až 140	n6
		>500	>200	>140	p6
Zvlášť veľké zaťaženie, nárazy, ťažké prevádzkové podmienky Pr > 0,15 Cr	Nápravové ložiská kolajových vozidiel, trakčné motory valcovacie stolice	-	50 až 140	50 až 140	n6 ⁴⁾
		-	(140) až 500	(140) až 500	p6 ⁴⁾
		-	>500	>500	r6 (p6) ⁴⁾
Vysoká presnosť uloženia pri malom zaťažení Pr ≤ 0,07 Cr	Obrábacie stroje	≤18	-	-	h5 ⁵⁾
		(18) až 100	≤40	-	j5 ⁵⁾
		(100) až 200	(40) až 140	-	k5 ⁵⁾
		-	(140) až 200	-	m5
Výhradne axiálne zaťaženie		všetky priemery			j6
Ložiská s kuželovou dierou a s upínacím alebo sťahovacím púzdom					
Všetky spôsoby zaťaženia	Všeobecné uloženia, nápravové ložiská kolajových vozidiel	všetky priemery			h9/IT5
	Nenáročné uloženia				h10/IT7

1) Tolerancie pre ihľové ložiská bez krúžkov je nutné konzultovať s výrobcem.

2) Pre veľké ložiská je možné voliť toleranciu f6, aby sa zaistila axiálna posuvnosť.

3) Tolerancie v zátvorkách sa volia spravidla pre jednoradové kuželíkové ložiská alebo pri nízkych otáčaniach, kde rozptyl vôle nemá veľký význam.

4) Je potrebné použiť ložiská s väčšou radiálnou vôľou ako normálnou.

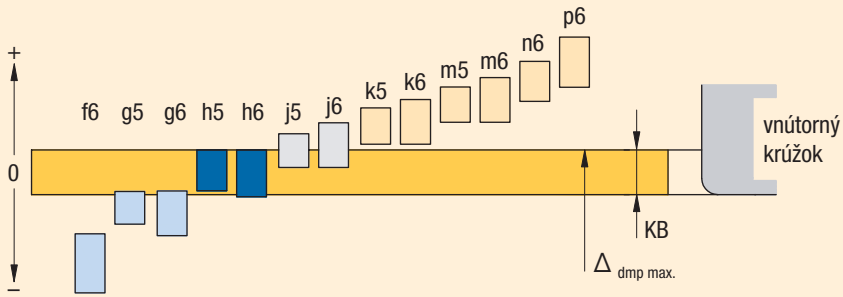
5) Tolerancie pre jednoradové guľkové ložiská v presnosti P5 a P4 je nutné konzultovať s výrobcem.

Tolerancie priemerov dier telies pre radiálne ložiská (platí pre telesá z ocele, liatiny a oceľoliatiny)				Tab. 31
Prevádzkové podmienky	Posuvnosť vonkajšieho krúžku	Teleso	Priklady uloženia	Tolerancia
Obvodové zaťaženie vonkajšieho krúžku				
Veľké nárazové zaťaženie Pr > 0,15 Cr Tenkostenné telesá	Nie je posuvný	jednodielne	Náboje kolies s valčekovými ložiskami, ojnicné ložiská	P7
Normálne a veľké zaťaženie Pr > 0,07 Cr	Nie je posuvný	jednodielne	Náboje kolies s guľkovými ložiskami, pojazďové kolesá žeriavov, ložiská kľukových hriadeľov	N7
Malé a premenné zaťaženie Pr ≤ 0,07 Cr	Nie je posuvný	jednodielne	Dopravníkové valčeky, napínacie kladky	M7
Neurčitý spôsob zaťaženia				
Veľké nárazové zaťaženie Pr > 0,15 Cr	Nie je posuvný	jednodielne	Trakčné motory	M7
Veľké a normálne zaťaženie Pr > 0,07 Cr	Spravidla nie je posuvný	jednodielne	Elektromotory, čerpadlá, ventilátory, kľukové hriadele	K7
Malé a premenné zaťaženie Pr ≤ 0,07 Cr	Spravidla posuvný	jednodielne	Elektromotory, čerpadlá, ventilátory, kľukové hriadele	J7
Presné uloženia				
Malé zaťaženie Pr ≤ 0,07 Cr	Spravidla nie je posuvný	jednodielne	Valčekové ložiská pre obrábacie stroje, guľkové ložiská pre obrábacie stroje, malé elektromotory	K6 ¹⁾
	Posuvný			J6 ²⁾
	Lahko posuvný			H6
Bodové zaťaženie vonkajšieho krúžku				
Lubovoľné zaťaženie	Lahko posuvný	Jednodielne alebo dvojdielne	Všeobecné stojárstvo, nápravové ložiská koľajových vozidiel	H7 ³⁾
Malé a normálne zaťaženie Pr ≤ 0,15 Cr	Lahko posuvný	Jednodielne alebo dvojdielne	Všeobecné strojárstvo, menej náročné strojárstvo	H8
			Sušiacie valce papierenských strojov, veľké elektromotory	G7 ⁴⁾

- 1) Pre veľké zaťaženia sa volia pevnejšie tolerancie M6 alebo N6. Pre valčekové ložiská s kuželovou dierou sa volia tolerancie K5 alebo M5.
- 2) Tolerancie pre jednoradové guľkové ložiská v presnosti P5 a P4 je nutné konzultovať s výrobcom.
- 3) Pre ložiská s vonkajším priemerom D < 250 mm s teplotným rozdielom medzi vonkajším krúžkom a telesom nad 10°C sa volí tolerancia G7.
- 4) Pre ložiská s vonkajším priemerom D > 250 mm s teplotným rozdielom medzi vonkajším krúžkom a telesom nad 10°C sa volí tolerancia F7.

Tolerancie priemerov čapov pre axiálne ložiská				Tab. 32
Typ ložiska	Spôsob zaťaženia		Priemer čapu [mm]	Tolerancia
Axiálne guľkové	Výhradne axiálne zaťaženie		Všetky priemery	j6
Axiálne súdkové	Výhradne axiálne zaťaženie		Všetky priemery	j6
	Súčasne axiálne a radiálne zaťaženie	Bodové zaťaženie hriadeľového krúžka	Všetky priemery	j6
		Obvodové zaťaženie hriadeľového krúžka alebo neurčitý spôsob zaťaženia	≤ 200	k6
			(200) až 400	m6
> 400	n6			

Tolerancie priemerov dier telies pre axiálne ložiská				Tab. 33
Typ ložiska	Spôsob zaťaženia		Poznámka	Tolerancia
Axiálne guľkové	Výhradne axiálne zaťaženie		U bežných uložení môže mať telesový krúžok vŕhu Telesový krúžok sa montuje s radiálnou vŕhou	H8 -
Axiálne súdkové	Výhradne axiálne zaťaženie		U bežných uložení môže mať telesový krúžok vŕhu Telesový krúžok sa montuje s radiálnou vŕhou	H8 -
	Súčasne axiálne a radiálne zaťaženie	Bodové zaťaženie alebo neurčitý spôsob zaťaženia telesového krúžka		H7
		Obvodové zaťaženie telesového krúžka		M7



Medzné odchýlky tolerancií priemerov čapov

Tab. 34a

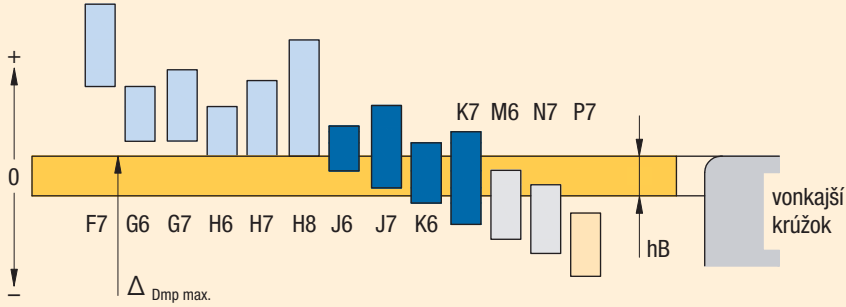
Menovitý priemer čapu		f6		g5		g6		h5		h6		j5		j6(js6)		k5	
nad	do	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná
mm		μm															
1	3	-6	-12	-2	-6	-2	-8	0	-4	0	-6	+2	-2	+4	-2	+4	0
3	6	-10	-18	-4	-9	-4	-12	0	-5	0	-8	+3	-2	+6	-2	+6	+1
6	10	-13	-22	-5	-11	-5	-14	0	-6	0	-9	+4	-2	+7	-2	+7	+1
10	18	-16	-27	-6	-14	-6	-17	0	-8	0	-11	+5	-3	+8	-3	+9	+1
18	30	-20	-33	-7	-16	-7	-20	0	-9	0	-13	+5	-4	+9	-4	+11	+2
30	50	-25	-41	-9	-20	-9	-25	0	-11	0	-16	+6	-5	+11	-5	+13	+2
50	80	-30	-49	-10	-23	-10	-29	0	-13	0	-19	+6	-7	+12	-7	+15	+2
80	120	-36	-58	-12	-27	-12	-34	0	-15	0	-22	+6	-9	+13	-9	+18	+3
120	180	-43	-68	-14	-32	-14	-39	0	-18	0	-25	+7	-11	+14	-11	+21	+3
180	250	-50	-79	-15	-35	-15	-44	0	-20	0	-29	+7	-13	+16	-13	+24	+4
250	315	-56	-88	-17	-40	-17	-49	0	-23	0	-32	+7	-16	+16	-16	+27	+4
315	400	-62	-98	-18	-43	-18	-54	0	-25	0	-36	+7	-18	+18	-18	+29	+4
400	500	-68	-108	-20	-47	-20	-60	0	-27	0	-40	+7	-20	+20	-20	+32	+5
500	630	-76	-120	-	-	-22	-66	-	-	0	-44	-	-	+22	-22	-	-
630	800	-80	-130	-	-	-24	-74	-	-	0	-50	-	-	+25	-25	-	-
800	1000	-86	-142	-	-	-26	-82	-	-	0	-56	-	-	+28	-28	-	-
1000	1250	-98	-164	-	-	-28	-94	-	-	0	-66	-	-	+33	-33	-	-

Medzné odchýlky tolerancií priemerov čapov

Tab. 34b

Menovitý priemer čapu		k6		m5		m6		n6		p6		h9 ¹⁾		h10 ¹⁾		IT5	IT7
nad	do	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	dolná	horná		
mm		μm															
1	3	+6	0	+6	+2	+8	+2	+10	+4	+12	+6	0	-25	0	-40	4	10
3	6	+9	+1	+9	+4	+12	+4	+16	+8	+20	+12	0	-30	0	-48	5	12
6	10	+10	+1	+12	+6	+15	+6	+19	+10	+24	+15	0	-36	0	-58	6	15
10	18	+12	+1	+15	+7	+18	+7	+23	+12	+29	+18	0	-43	0	-70	8	18
18	30	+15	+2	+17	+8	+21	+8	+28	+15	+35	+22	0	-52	0	-84	9	21
30	50	+18	+2	+20	+9	+25	+9	+33	+17	+42	+26	0	-62	0	-100	11	25
50	80	+21	+2	+24	+11	+30	+11	+39	+20	+51	+32	0	-74	0	-120	13	30
80	120	+25	+3	+28	+13	+35	+13	+45	+23	+59	+37	0	-87	0	-140	15	35
120	180	+28	+3	+33	+15	+40	+15	+52	+27	+68	+43	0	-100	0	-160	18	40
180	250	+33	+4	+37	+17	+46	+17	+60	+31	+79	+50	0	-115	0	-185	20	46
250	315	+36	+4	+43	+20	+52	+20	+66	+34	+88	+56	0	-130	0	-210	23	52
315	400	+40	+4	+46	+21	+57	+21	+73	+37	+98	+62	0	-140	0	-230	25	57
400	500	+45	+5	+50	+23	+63	+23	+80	+40	+108	+68	0	-155	0	-250	27	63
500	630	+44	0	-	-	+70	+26	+88	+44	+122	+78	0	-175	0	-280	30	70
630	800	+50	0	-	-	+80	+30	+100	+50	+138	+88	0	-200	0	-320	35	80
800	1000	+56	0	-	-	+90	+34	+112	+56	+156	+100	0	-230	0	-360	40	90
1000	1250	+66	0	-	-	+106	+40	+132	+66	+186	+120	0	-260	0	-420	46	105

1) U čapov vyrobených v tolerancií h9 a h10 pre ložiská s upínacím alebo stahovacím púzdom nesmú odchýlky kruhovitosti a valcovitosti prekročiť základnú toleranciu IT5 a IT7.



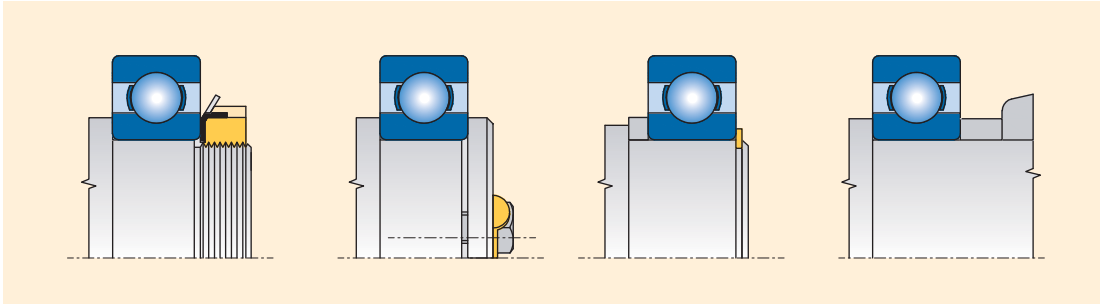
Medzné odchýlky tolerancií priemerov dier														Tab. 35a	
Menovitý priemer diery		F7		G6		G7		H6		H7		H8		J6(Js6)	
nad	do	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná
mm		μm													
6	10	+28	+13	+14	+5	+20	+5	+9	0	+15	0	+22	0	+5	-4
10	18	+34	+16	+17	+6	+24	+6	+11	0	+18	0	+27	0	+6	-5
18	30	+41	+20	+20	+7	+28	+7	+13	0	+21	0	+33	0	+8	-5
30	50	+50	+25	+25	+9	+34	+9	+16	0	+25	0	+39	0	+10	-6
50	80	+60	+30	+29	+10	+40	+10	+19	0	+30	0	+46	0	+13	-6
80	120	+71	+36	+34	+12	+47	+12	+22	0	+35	0	+54	0	+16	-6
120	180	+83	+43	+39	+14	+54	+14	+25	0	+40	0	+63	0	+18	-7
180	250	+96	+50	+44	+15	+61	+15	+29	0	+46	0	+72	0	+22	-7
250	315	+108	+56	+49	+17	+69	+17	+32	0	+52	0	+81	0	+25	-7
315	400	+119	+62	+54	+18	+75	+18	+36	0	+57	0	+89	0	+29	-7
400	500	+131	+68	+60	+20	+83	+20	+40	0	+63	0	+97	0	+33	-7
500	630	+146	+76	+66	+22	+92	+22	+44	0	+70	0	+110	0	+22	-22
630	800	+160	+80	+74	+24	+104	+24	+50	0	+80	0	+125	0	+25	-25
800	1000	+176	+86	+82	+26	+116	+26	+56	0	+90	0	+140	0	+28	-28
1000	1250	+203	+98	+94	+28	+133	+28	+66	0	+105	0	+165	0	+33	-33
1250	1600	+235	+110	+108	+30	+155	+30	+78	0	+125	0	+195	0	+39	-39

Medzné odchýlky tolerancií priemerov dier														Tab. 35b	
Menovitý priemer diery		J7(Js7)		K6		K7		M6		M7		N7		P7	
nad	do	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná
mm		μm													
6	10	+8	-7	+2	-7	+5	-10	-3	-12	0	-15	-4	-19	-9	-24
10	18	+10	-8	+2	-9	+6	-12	-4	-15	0	-18	-5	-23	-11	-29
18	30	+12	-9	+2	-11	+6	-15	-4	-17	0	-21	-7	-28	-14	-35
30	50	+14	-11	+3	-13	+7	-18	-4	-20	0	-25	-8	-33	-17	-42
50	80	+18	-12	+4	-15	+9	-21	-5	-24	0	-30	-9	-39	-21	-51
80	120	+22	-13	+4	-18	+10	-25	-6	-28	0	-35	-10	-45	-24	-59
120	180	+25	-14	+4	-21	+12	-28	-8	-33	0	-40	-12	-52	-28	-68
180	250	+30	-16	+5	-24	+13	-33	-8	-37	0	-46	-14	-60	-33	-79
250	315	+36	-16	+5	-27	+16	-36	-9	-41	0	-52	-14	-66	-36	-88
315	400	+39	-18	+7	-29	+17	-40	-10	-46	0	-57	-16	-73	-41	-98
400	500	+43	-20	+8	-32	+18	-45	-10	-50	0	-63	-17	-80	-45	-108
500	630	+35	-35	0	-44	0	-70	-26	-70	-26	-96	-44	-114	-78	-148
630	800	+40	-40	0	-50	0	-80	-30	-80	-30	-110	-50	-130	-88	-168
800	1000	+45	-45	0	-56	0	-90	-34	-90	-34	-124	-56	-146	-100	-190
1000	1250	+52	-52	0	-66	0	-105	-40	-106	-40	-145	-66	-171	-120	-225
1250	1600	+62	-62	0	-78	0	-125	-48	-126	-48	-173	-78	-203	-140	-265

3.2.2 Axiálne upevnenie ložiska

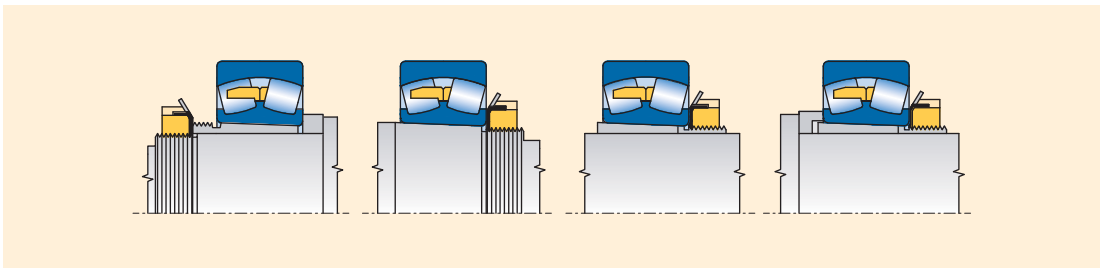
Vnútrotný krúžok ložiska s valcovou dierou, ktorý je uložený na čape s presahom (pevne), sa obvykle zaisťuje v axiálnom smere kruhovou upínacou maticou, koncovou doskou alebo poistným krúžkom, pričom druhé čelo býva spravidla opreté o osadenie hriadeľa. Ako oporné čelo pre vnútorné krúžky sa používajú susedné súčiastky a ak je to potrebné, tak sa medzi túto súčiastku a vnútorný krúžok ložiska vkladajú rozperné krúžky. Príklady axiálneho upevnenia ložiska sú na obr. 12.

obr. 12



Príklady axiálneho upevnenia ložiska s kužeľovou dierou priamo na kužeľovom čape alebo pomocou upínacieho alebo sťahovacieho púzdra sú na obr. 13.

obr. 13



Prípustné axiálne zaťaženie ložísk upevnených pomocou upínacieho púzdra na hladkých hriadeľoch bez opretia ložiska o osadenie na hriadeľi sa vypočíta podľa rovnice:

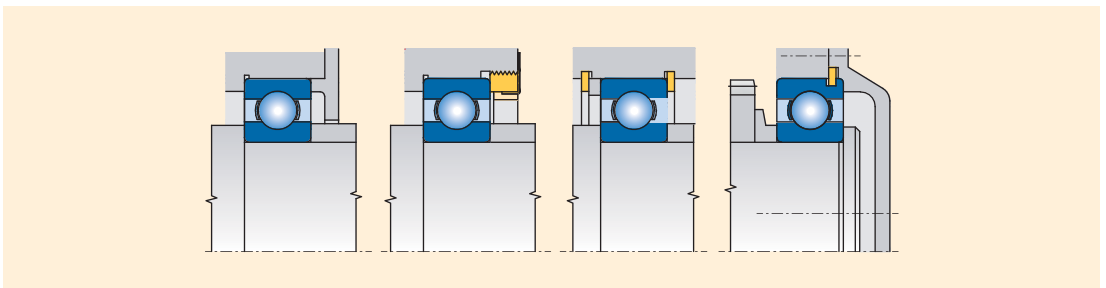
$$F_a = 3 \cdot B \cdot d$$

- F_a - prípustné axiálne zaťaženie ložiska
- B - šírka ložiska
- d - priemer diery ložiska

[N]
[mm]
[mm]

Ak nie je žiadúci axiálny posuv vonkajšieho krúžku v telese, použijeme riešenie, ktoré využíva čelnú opornú plochu alebo dosadaciu plochu veka ložiska, maticu alebo poistný krúžok. Ložiská s drážkou pre poistný krúžok (NR) sú priestorovo málo náročné a ich poistenie je jednoduché. Príklady riešenia sú na obr. 14.

obr. 14



Pripojovacie rozmery pre každé ložisko uvedené v tejto publikácii sú v tabuľkovej časti.

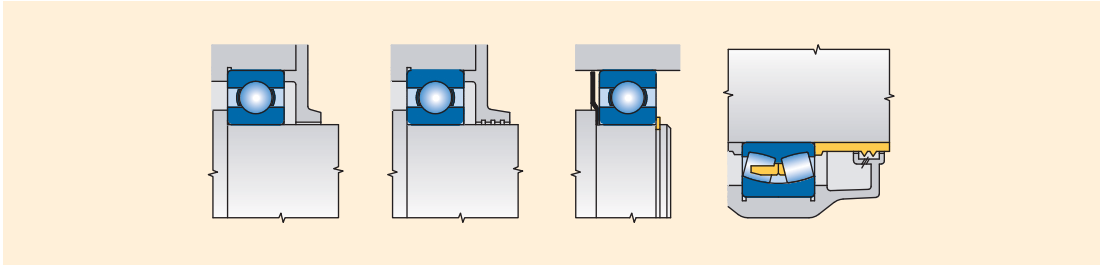
3.3 TESNENIE

Tesnenie ložiskového priestoru je veľmi dôležité, pretože škodlivé látky nachádzajúce sa v okolí ložiska majú naň vplyv a často ho úplne vyradia z prevádzky. Tesnenie má aj opačnú funkciu a to, že zabraňuje úniku maziva z ložiska a z úložného priestoru. Preto musí byť tesnenie riešené vždy s ohľadom na prevádzkové podmienky stroja alebo zariadenia, konštrukciu uloženia, spôsob mazania, možnosť údržby a ekonomické otázky výroby a použitia.

3.3.1 Bezdotykové tesnenie

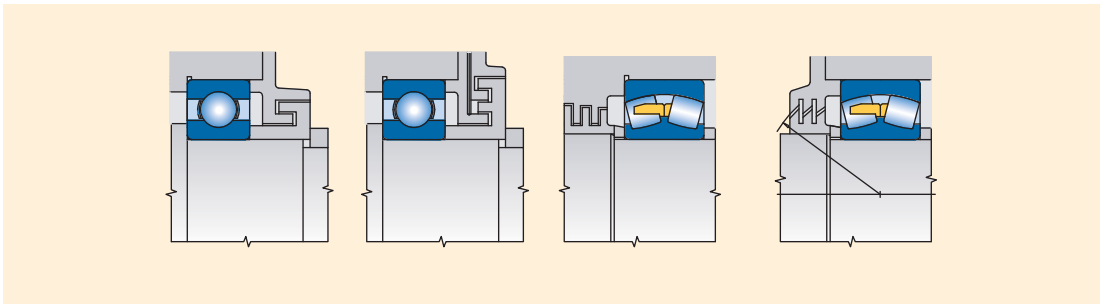
Pri tomto tesnení je medzi neotáčajúcou sa a otáčajúcou sa časťou iba úzka medzera, ktorá sa niekedy vyplňuje plastickým mazivom. Pri tomto tesnení nedochádza k opotrebeniu v dôsledku trenia, a preto je toto tesnenie vhodné použiť pre najvyššie obvodové rýchlosti a pre vysoké prevádzkové teploty. Príklady štrbinového tesnenia sú na obr. 15.

obr. 15



Ďalším veľmi účinným tesnením je labyrintové tesnenie, ktorým je možné zvýšiť tesniaci účinok väčším počtom labyrintov alebo predĺžením tesniacich štrbín. Príklady tohoto tesnenia sú na obr. 16.

obr. 16

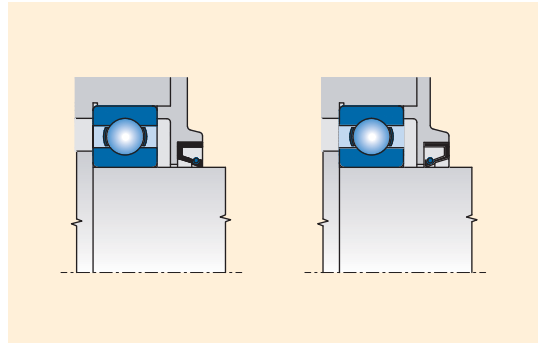
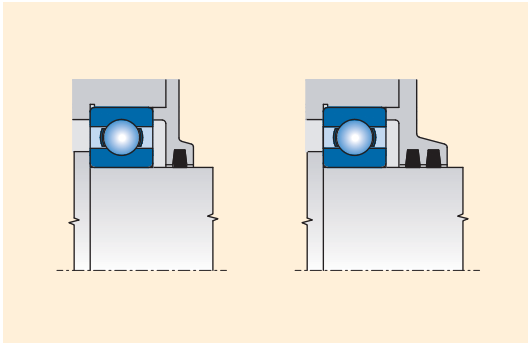


3.3.2 Trecie tesnenie

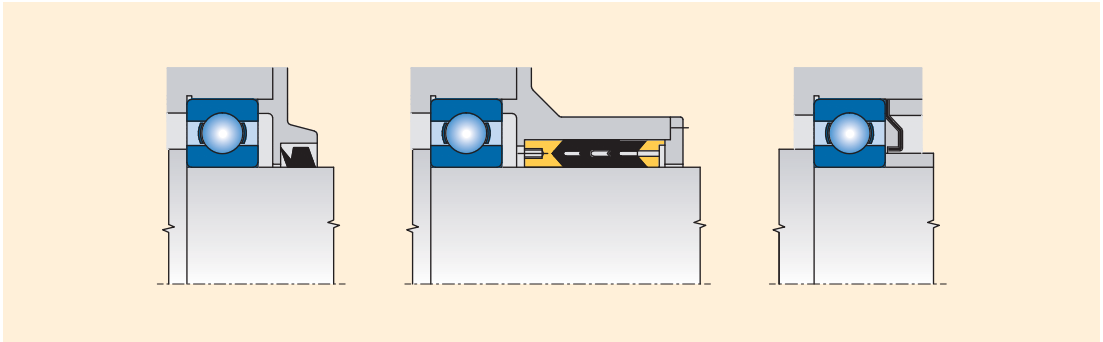
Trecie tesnenie je vytvorené z pružného alebo mäkkého, avšak z dostatočne pevného a nepriepustného materiálu, ktorý je vložený medzi rotujúcu a pevnú súčasť. Takéto tesnenie je väčšinou lacné a je vhodné pre najrôznejšie konštrukcie. Nevýhodou je klzné trenie dotýkajúcich sa povrchov, a tým obmedzenie použitia pre vysoké obvodové rýchlosti. Najjednoduchšie je tesnenie s plsteným krúžkom (obr. 17). Je vhodné pre prevádzkové teploty v rozsahu -40° do $+80^{\circ}\text{C}$ a pre obvodové rýchlosti do $7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, pričom sa vyžaduje drsnosť povrchu klznej plochy maximálne $R_a = 0,16$, tvrdosť minimálne 45 HRC alebo úprava tvrdým chromovaním. Rozmery plstených krúžkov a drážok riešia príslušné národné normy.

Veľmi rozšíreným spôsobom tesnenia je tesnenie hriadeľovými krúžkami (obr.18). Hriadeľové krúžky sú vyrobené z gumy alebo iných vhodných plastov vystužené kovovou výstuhou. Podľa použitého materiálu sú vhodné pre prevádzkové teploty od -30° do $+160^{\circ}\text{C}$. Dovoľená obvodová rýchlosť je závislá od drsnosti povrchu klznej plochy:

- do $2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ je drsnosť max. $R_a = 0,8$,
- do $4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ je drsnosť max. $R_a = 0,4$,
- do $12\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ je drsnosť max. $R_a = 0,2$.



Okrem uvedených najrozšírenejších tesniacich krúžkov existujú ďalšie konštrukcie trecieho tesnenia s použitím zvlášť tvarovaných tesniacich krúžkov z gumi, plastov, atď. alebo špeciálnych pružných kovových krúžkov. Toto tesnenie sa volí buď pre uloženie s veľkými nárokmi na utesnenie ložiskového priestoru (veľké znečistenie okolia, vysoká teplota, vplyv chemických látok), alebo z ekonomických dôvodov pri hromadnej a veľkosériovej výrobe. Príklady sú na obr. 19.



3.3.3 Kombinované tesnenie

Zvýšený tesniaci účinok sa dosiahne kombináciou bezdotykového a trecieho tesnenia. Takéto tesnenie sa odporúča pre vlhké a znečistené prostredie. Príklad je na obr. 20.

