

Použití ložiska

Za určitých provozních podmínek mohou ložiska SKF dosáhnout mnohem delší životnosti než je trvanlivost spočítaná běžným nebo klasickým způsobem, především při nízkém zatížení. Předpokladem je účinné oddělení valivých těles a oběžných drah mazivovým filmem a omezení poškození oběžných drah nečistotami. Za ideálních podmínek lze skutečně hovořit o neomezené trvanlivosti.

Trvanlivost ložiska

Trvanlivost valivého ložiska je definována jako počet otáček (nebo počet provozních hodin při daných konstantních otáčkách), které ložisko vykoná, než se projeví první známky únavy materiálu (odlupování nebo vydrolování materiálu) na některém z kroužků nebo na valivých tělesech.

Laboratorní zkoušky i praxe však ukazují, že zdánlivě stejná ložiska za stejných podmínek dosahují různé trvanlivosti. Z toho důvodu jsou všechny údaje o dynamické únosnosti uváděné SKF založeny na „základní trvanlivosti“. Základní trvanlivost, tj. L_{10} , v miliónech otáčkách je trvanlivost, které za stejných provozních podmínek dosáhne nebo překročí 90% ložisek z dostatečně velké skupiny stejných ložisek. Střední trvanlivost se rovná přibližně pětinasobku základní trvanlivosti.

Existuje několik dalších „trvanlivostí“ ložiska, např. „provozní trvanlivost (doba technického života)“ nebo „aplikační trvanlivost“. „Provozní trvanlivost“ je skutečná životnost určitého ložiska. Havárie ložiska nemusí být všeobecně způsobena pouze únavou materiálu, nýbrž také oděrem, korozí, znečištěním, poškozením těsnění atd.

„Provozní trvanlivost“ ložiska závisí z velké části na provozních podmínkách, přičemž způsob montáže a údržba jsou stejně důležité. Přes veškerá možná opatření však může dojít k předčasné havárii ložiska. V takovém případě

je životně důležité ložisko pečlivě prohlédnout a zjistit příčinu havárie, abychom ji mohli preventivně odstranit.

„Aplikační trvanlivost“ je trvanlivost stanovená výrobcem zařízení a je založena na uvažovaném zatížení a otáčkách určených tímto výrobcem.

Nová teorie trvanlivosti SKF

Nová teorie trvanlivosti SKF rozšiřuje klasický vztah pro výpočet trvanlivosti ložiska a zavádí pojem mezního únavového zatížení P_u . Zahnuje také vliv několika dalších faktorů souvisejících s mazáním a znečištěním. Mezní únavové zatížení P_u představuje limit zatížení, pod nímž nedojde za ideálních podmínek k únavovému poškození ložiska.

Nová teorie trvanlivosti SKF umožňuje navrhnout kompaktnější konstrukce a současně lze mnohem přesněji stanovit trvanlivost ložiska v konkrétních provozních podmínkách.

Základní trvanlivost

V nomogramech na vedlejší stránce jsou uvedeny hodnoty zatěžovacího poměru C/P a základní trvanlivosti L_{10} .

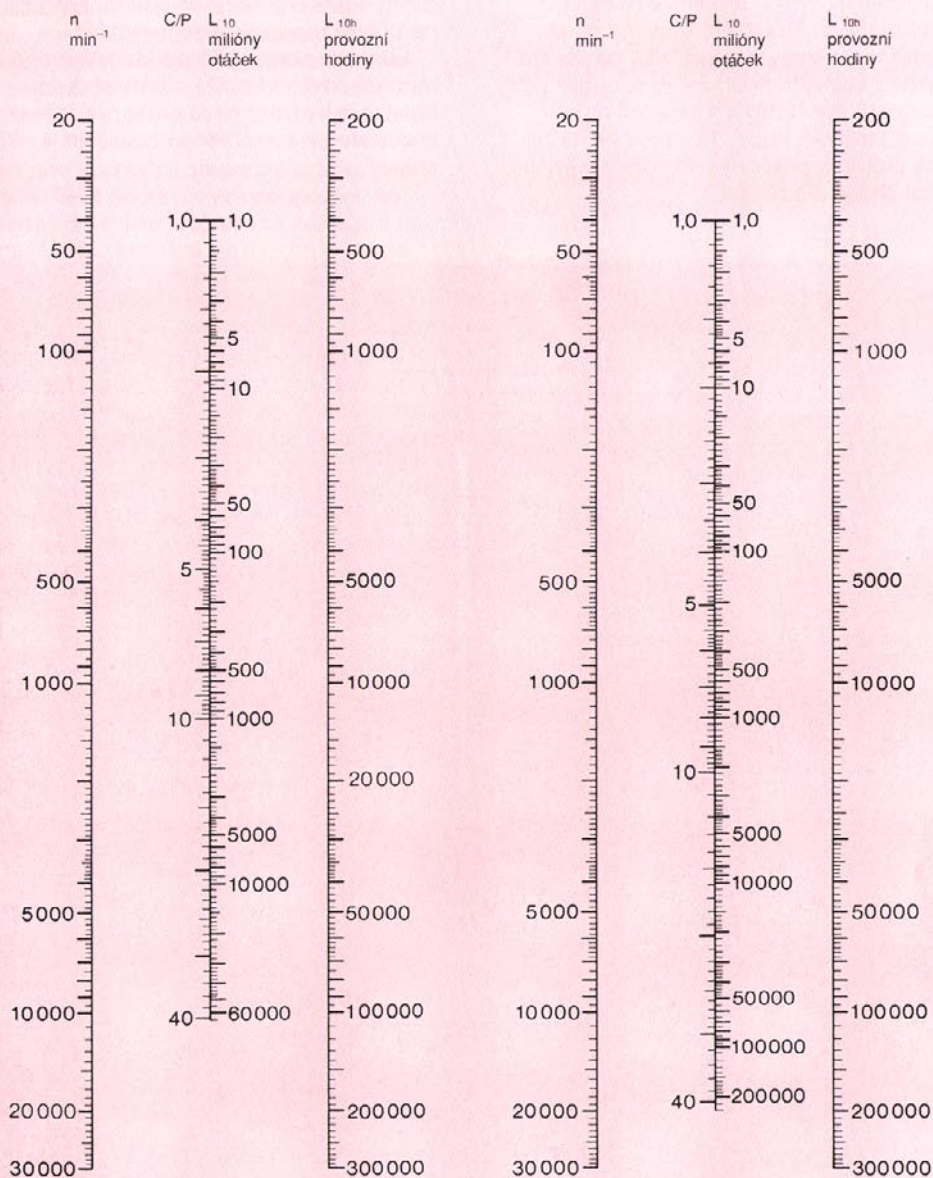
Nomogram uvádí rovněž hodnoty L_{10h} jako funkci zatěžovacího poměru C/P a otáček n .

Nomogram pro určení základní trvanlivosti

Základní trvanlivost, otáčky

Ložiska s bodovým stykem

Ložiska s čárovým stykem



Příčiny havárie ložiska

Pouze u zlomku všech ložisek dochází k havárii za provozu. Naprostá většina ložisek přežije stroje nebo zařízení, v nichž jsou namontována. Havárie ložiska může mít mnoho příčin – větší zatížení, než se předpokládalo, neúčinné těsnění nebo montáž s příliš velkým přesahem, který má za následek nadměrné zmenšení vůle ložiska atd. Každá z takových příčin má za následek určitý druh poškození ložiska a zanechává na něm charakteristické stopy. Díky tomu lze na základě prohlídky poškozeného ložiska většinou zjistit příčinu a odstranit ji.

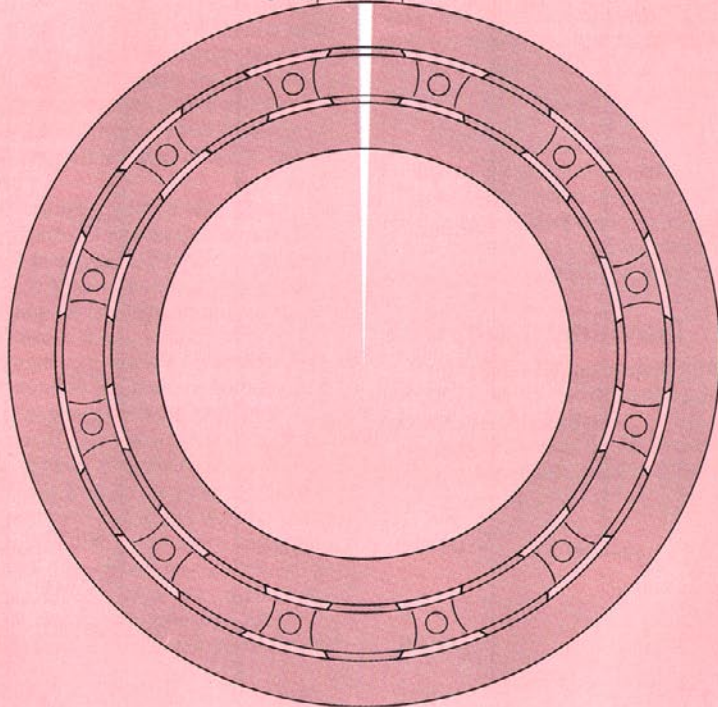
Zhruba u jedné třetiny havarovaných ložisek lze poškození přičíst na vrub „stář“, tj. únavě povrchových ploch ložiska. Poškození druhé třetiny ložisek souvisí s nedostatečným mazáním a havárii poslední třetiny způsobí nečistoty, které proniknou do ložiska, případně nesprávná manipulace nebo montáž.

Údaje se nicméně liší pro jednotlivá průmyslová odvětví. Např. v papírnách a celulózkách je hlavní příčinou poškození ložisek nedostatečné mazání nebo znečištění a nikoli úrava.

Většina ložisek přežije zařízení, v nichž jsou namontována

Pouze zlomek ložisek zhavaruje, přičemž hlavní příčiny jsou následující:

- únava
- nedostatečné mazání
- znečištění
- nesprávná montáž
- neopatrná manipulace



Jak dochází k poškození ložiska

Doba, která uplyne, než se projeví první známky únavy materiálu, je funkcí otáček ložiska, velikosti zatížení, kvality mazání a čistoty maziva. Únava je výsledkem působení smykových napětí, která opakovaně vznikají těsně pod zatěžovaným povrchem. Po určité době vyvolá napětí trhlinky, které se postupně šíří směrem k povrchu. Při odvalování valivých těles přes trhlinky se odlamují částičky materiálu. Tento jev se nazývá odlupování. Poškozená plocha se progresivně zvětšuje a nakonec ložisko přestává být funkční. Výše popisovaný mechanismus platí pro únavu materiálu, jež vzniká přímo pod povrchem.

Na počátku se materiál často odlupuje jen v nepatrných ploškách, avšak vyšší napětí na hranách a částice materiálu nesené mazivem poblíž, způsobují zvětšování poškozené plochy. Vývoj tohoto typu poškození trvá poměrně dlouhou dobu a je charakteristický vzrůstající hlučností a vibracemi. Uživatelé mají tedy dostatek času na výměnu ložiska ještě před jeho havárií. Vývoj poškození je zachycen na fotografiích dole.

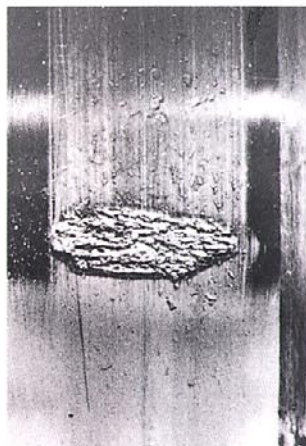
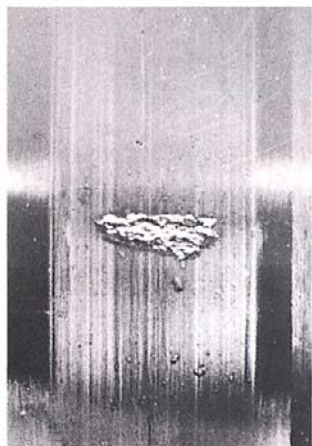
Jestliže se na povrchu tvoří trhlinky, které se pak šíří směrem do materiálu, hovoříme o poškození povrchu. Na každém obrobeném povrchu se nacházejí mikroskopické vrcholy a prohlubně. Povrchové poškození začíná v místě, kde přijdou do styku vrcholky nerovností dvou ploch. Dojde k velké plastické deformaci, která vyvolá tvorbu trhlinek.

Jestliže olejový film má správnou tloušťku vzhledem k drsnosti povrchu, pravděpodobnost vzniku poškození je velmi malá. Nicméně pokud je zatížení vyšší než P_u (mezní únavové zatížení), může se dříve nebo později projevit únava materiálu.

Péče při výměně

Ložiska se volí pro určité specifické provozní podmínky. Nezřídka se však skutečné provozní podmínky změní – použije se jiné mazivo, vyšší otáčky, působí vyšší zatížení, změní se systém mazání atd., aniž se berou v potaz případné negativní vlivy.

Z toho důvodu by se při výměně ložiska neměly provádět žádné další změny, které by měly negativní vliv na provoz ložiska.



Ložiskové tolerance

Přesnost rozměrů a chodu valivých ložisek je mezinárodně normalizována. Kromě normálních tolerancí (třída přesnosti 0) uvádí doporučení ISO zúžené tolerance, např. toleranční třídy 6 a 5 (což odpovídá třídám přesnosti SKF P6 a P5).

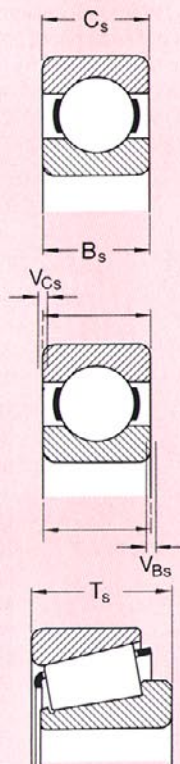
Národní normalizační organizace, jako např. DIN, AFBMA a BS které jsou členy organizace ISO, mohou vydávat národní normy, jež jsou však z větší části v souladu s doporučením ISO.

Pro zvláštní uložení jako např. uložení vřeten obráběcích strojů vyrábí SKF ložiska dokonce s vyšší přesností (třídy přesnosti P4A, SP, UP, PA9A a PA9B).

Ložiska vyráběná ve vyšší přesnosti jsou označena přídavným označením (za lomítkem), které vyjadřuje třídu přesnosti – viz „Označení ložisek“ na str. 36 a dále.

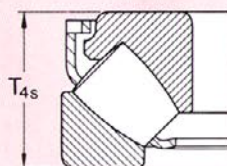
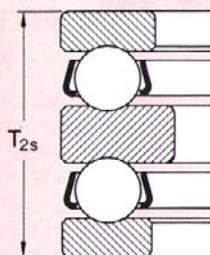
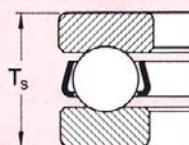
Používané symboly

d	Jmenovitý průměr díry
d_{mp}	1. Střední průměr díry; aritmetická střední hodnota (průměr) stanovená na základě největšího a nejmenšího jednotlivého průměru díry v jedné radiální rovině 2. Střední hodnota menšího průměru kuželové díry; aritmetický průměr největšího a nejmenšího jednotlivého průměru díry
d_{1mp}	Střední hodnota teoretického většího průměru kuželové díry; aritmetický průměr největšího a nejmenšího jednotlivého průměru díry
d_s	Jednotlivý průměr díry
Δ_{dmp}	Odchylka středního průměru díry od jmenovitého průměru díry ($\Delta_{dmp} = d_{mp} - d$)
Δ_{d1mp}	Odchylka střední hodnoty teoretického většího průměru kuželové díry od jmenovité hodnoty ($\Delta_{d1mp} = d_{1mp} - d_1$)
Δ_{ds}	Odchylka jednotlivého průměru díry od jmenovitého rozměru ($\Delta_{ds} = d_s - d$)
V_{dp}	Kolisání průměru díry; rozdíl mezi největším a nejmenším jednotlivým průměrem díry v jedné rovině
V_{dmp}	Kolisání střední hodnoty průměru díry; rozdíl mezi největší a nejmenší hodnotou středního průměru díry jednoho kroužku
D	Jmenovitý vnější průměr

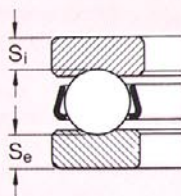
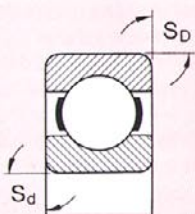
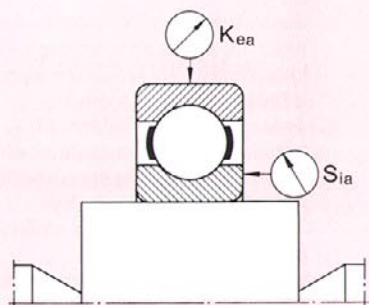


D_{mp}	Střední průměr ložiska; aritmetická střední hodnota největšího a nejmenšího vnějšího průměru ložiska v jedné rovině
D_s	Jednotlivý vnější průměr
ΔD_{mp}	Odchylka středního vnějšího průměru od jmenovité hodnoty ($\Delta D_{mp} = D_{mp} - D$)
ΔD_s	Odchylka jednotlivého vnějšího průměru od jmenovité hodnoty ($\Delta D_s = D_s - D$)
V_{Dp}	Kolisání vnějšího průměru ložiska; rozdíl mezi největším a nejmenším jednotlivým vnějším průměrem ložiska v jedné rovině
V_{Dmp}	Kolisání středního vnějšího průměru ložiska; rozdíl mezi největším a nejmenším středním vnějším průměrem jednoho ložiska
B_s, C_s	Jednotlivá šířka vnějšího resp. vnitřního kroužku

B_{1s}, C_{1s}	Jednotlivá šířka vnějšího resp. vnitřního kroužku ložiska zvlášť vyrobeného pro párování
$\Delta B_{s1}, \Delta C_{s1}$ atd.	Odchylka jednotlivé šířky vnitřního kroužku nebo vnějšího kroužku od jmenovité hodnoty ($\Delta B_{s1} = B_{s1} - B$ atd.)
$V_{B_{s1}}, V_{C_{s1}}$	Kolisání šířky kroužku; rozdíl mezi největší a nejmenší jednotlivou šířkou vnitřního resp. vnějšího kroužku
T_s	1. Jednotlivá šířka (montážní šířka) kuželikového ložiska; vzdálenost mezi opěrnými plochami vnitřního a vnějšího kroužku 2. Jednotlivá výška (H) jednosměrného axiálního ložiska (kromě axiálního soudečkového, viz T_{4s})
T_{1s}	1. Jednotlivá šířka kuželikového ložiska sestaveného z vnitřního kroužku s kuželíky a etalonového vnějšího kroužku 2. Jednotlivá výška (H_1) jednosměrného axiálního kuličkového ložiska s kulovým tělesovým kroužkem a podložkou
T_{2s}	1. Jednotlivá šířka (montážní šířka) kuželikového ložiska sestaveného z vnějšího kroužku a etalonového vnitřního kroužku s kuželíky 2. Jednotlivá výška (H) obousměrného axiálního ložiska
T_{3s}	Jednotlivá výška (H_1) obousměrného axiálního kuličkového ložiska s kulovými tělesovými kroužky a podložkami
T_{4s}	Jednotlivá výška (H) axiálního soudečkového ložiska
$\Delta T_{s1}, \Delta T_{1s}$ atd.	1. Odchylka jednotlivé šířky kuželikového ložiska od jmenovité hodnoty ($\Delta T_s = T_s - T$ atd.) 2. Odchylka jednotlivé výšky axiálního ložiska od jmenovité hodnoty



- K_{ia} , K_{oa} Radiální házení vnitřního resp. vnějšího kroužku úplného ložiska
- S_d Boční házení vnitřního kroužku; šikmá poloha čela vzhledem k díře (vnitřního kroužku)
- S_D Obvodové házení vnějšího kroužku; šikmá poloha vnějšího válcového povrchu vzhledem k čelu (vnějšího kroužku)
- S_{ia} , S_{ea} Axiální házení vnitřního resp. vnějšího kroužku úplného ložiska
- S_i , S_e Kolísání tloušťky hřídelového resp. tělesového kroužku axiálního ložiska měřené od středu oběžné dráhy k opěrné ploše hřídelového resp. tělesového kroužku (axiální házení)



Mezní hodnoty sražení hran

Pro správnou konstrukci souvisejících dílů a výpočet polohy pojistného kroužku jsou důležité maximální mezní hodnoty sražení hran, které odpovídají minimálním hodnotám uváděným v ložiskových tabulkách. Jsou uvedeny na str. 277 až 279; odpovídají (pokud jsou standardizovány) ISO 582–1979 a ISO 1123–1976.

Symboly používané v tabulkách jsou uvedeny dále:

- d Jmenovitý průměr díry
- D Jmenovitý vnější průměr
- r_1, r_3 Rozměr sražení v radiálním směru
- r_2, r_4 Rozměr sražení v axiálním směru
- $r_{s \min}$ Všeobecné označení minimální mezní hodnoty r_1, r_2, r_3 a r_4 (jednotlivý rozměr)

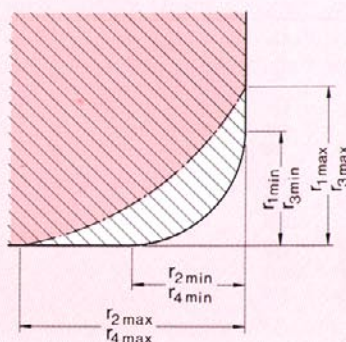
Tabulky doporučených tolerancí

Mezní hodnoty pro jednotlivá ložiska jsou uvedeny na str. 250 až 276.

Tolerance přesných ložisek

Přesná ložiska SKF jsou vyráběna v třídách přesnosti, které jsou uvedeny v tabulce dále. Rozhodující hledisko při určování třídy přesnosti je maximální radiální házení oběžné dráhy vnitřního kroužku K_{ia} . Základní srovnání jednotlivých tříd přesnosti umožňuje tabulka „radiální házení“ na následující stránce.

Sražení hran podle ISO 582–1979



Přesná ložiska

Třídy přesnosti

- P6** Rozměrová přesnost a přesnost chodu třídy 6 podle ISO
- P5** Rozměrová přesnost a přesnost chodu třídy 5 podle ISO (přesnější než P6)
- P4** Rozměrová přesnost a přesnost chodu třídy 4 podle ISO (přesnější než P5)
- P4A** Rozměrová přesnost třídy 4 podle ISO a přesnost chodu třídy ABEC 9 podle AFBMA
- PA9A** Rozměrová přesnost a přesnost chodu třídy ABEC 9 podle AFBMA
- PA9B** Rozměrová přesnost třídy ABEC 9 podle AFBMA, přesnost chodu vyšší než PA9A
- SP** Rozměrová přesnost přibližně odpovídá P5 a přesnost chodu je zhruba srovnatelná s P4
- UP** Rozměrová přesnost přibližně odpovídá P4 a přesnost chodu je vyšší než P4

Průměr díry d		Maximální radiální házení (K_{10}) Třída přesnosti Radiální ložiska (s výjimkou kuželkových)								Kuželková ložiska	
přes	včetně	P6	P5	P4	P4A	PA9A	PA9B	SP	UP	P5	
mm		μm									μm
–	18	6	4	2,5	1,3	1,3	1,3	3	1,5	5	
18	30	7	4	3	2,5	2,5	1,5	3	1,5	5	
30	50	8	5	4	2,5	2,5	2	4	2	6	
50	80	10	5	4	2,5	2,5	2	4	2	7	
80	120	10	6	5	2,5	2,5	–	5	3	8	
120	150	13	8	6	4	2,5	–	6	3	11	
150	180	18	8	6	6	5	–	6	3	11	
180	250	20	10	8	7	5	–	8	4	13	
250	315	25	13	–	–	–	–	10	5	–	
315	400	30	17	–	–	–	–	12	6	–	
400	500	35	19	–	–	–	–	12	7	–	
500	630	40	22	–	–	–	–	15	8	–	

Ložisková vůle

Vůle ložiska je definována jako celková vzdálenost, o níž lze posunout jeden kroužek ložiska vůči druhému.

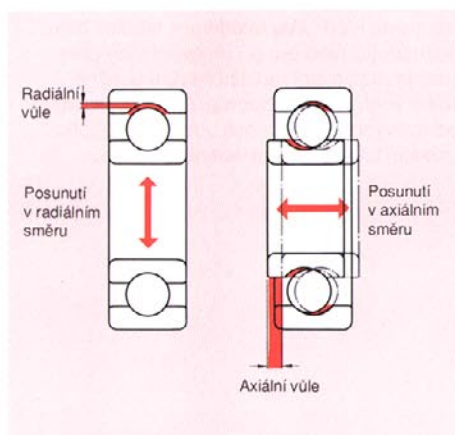
Posunutí v radiálním směru se nazývá „radiální vůle“ a posunutí v axiálním směru „axiální vůle“.

Vůle před a po montáži

Je nutno rozlišovat vůli nenamontovaného ložiska a vůli namontovaného ložiska za skutečných provozních podmínek.

Vůle před montáží je obvykle větší než provozní vůle, neboť vlivem přesahu styčných ploch, tepelného roztažení ložiskových kroužků a souvisejících dílů dochází k roztažení nebo stlačení kroužků.

Platí všeobecné pravidlo, že radiální vůle při provozu má být o málo větší než nula; přičemž malé předpětí u kuličkových ložisek nemá obvykle žádný škodlivý vliv. Z bezpečnostních důvodů se při výměnách ložisek nedoporučuje montovat ložiska s předpětím.

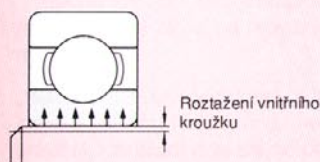


Hodnoty vůle

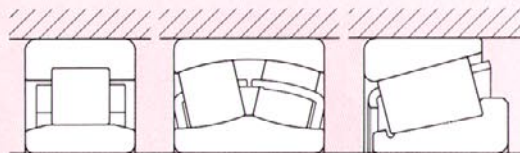
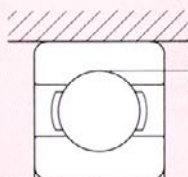
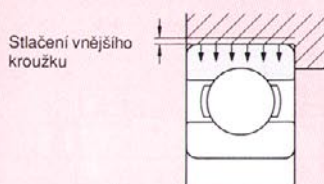
Tabulky hodnot ložiskových vůlí jsou uvedeny na str. 317 až 333. Uvedené hodnoty platí pro ložiska před montáží a pro „téměř“ nulové měřicí zatížení.

Pro dvojice kuličkových ložisek s kosoúhlým stykem, kuželikových ložisek a pro dvouřadá kuličková ložiska s kosoúhlým stykem se používá spíše axiální vůle, protože se měří a nastavuje snadněji než radiální vůle. Z toho důvodu jsou pro tato ložiska uváděny hodnoty axiální vůle. Standardní ložiska se dodávají s „normální“ vůlí.

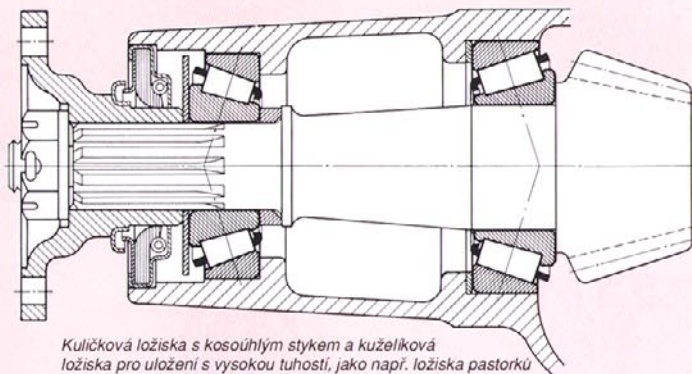
Ložisková vůle označovaná jako „normální“ je zvolena tak, aby se dosáhlo vhodné provozní vůle po montáži ložiska na čep a do tělesa, které jsou vyrobeny v obvykle doporučených tolerancích, při normálních provozních podmínkách.



Uložení s přesahem
zmenší vůli ložiska



Určitou provozní vůli, i když malou, vyžadují válečková a soudečková ložiska a zpravidla je doporučována i pro kuželiková ložiska.



Kuličková ložiska s kosoúhlým stykem a kuželiková ložiska pro uložení s vysokou tuhostí, jako např. ložiska pastorku nebo vřeten obráběcích strojů, se montují s určitým předpětím.

Konstrukce uložení a tolerance

Uspořádání ložisek

V konstrukcích uložení se v zásadě používají dvě ložiska pro podepření a zajištění hřídele v radiálním a axiálním směru – axiálně vodící a axiálně volné ložisko. V některých konstrukcích jsou obě ložiska axiálně vodící. Taková uložení se nazývají „souměrná“.

Axiálně vodící ložisko

Ložisko přenáší radiální zatížení a zajišťuje axiální vedení v obou směrech. Z toho důvodu musí být axiálně pojištěno jak na hřídeli, tak v tělese.

Jako vodící ložisko je vhodné např. kuličkové ložisko, soudečkové ložisko, dvouráďové kuličkové ložisko s kosoúhlým stykem nebo dvě párovaná jednořadá kuličková ložiska s kosoúhlým stykem. Je možné použít i párovaná kuželiková ložiska.

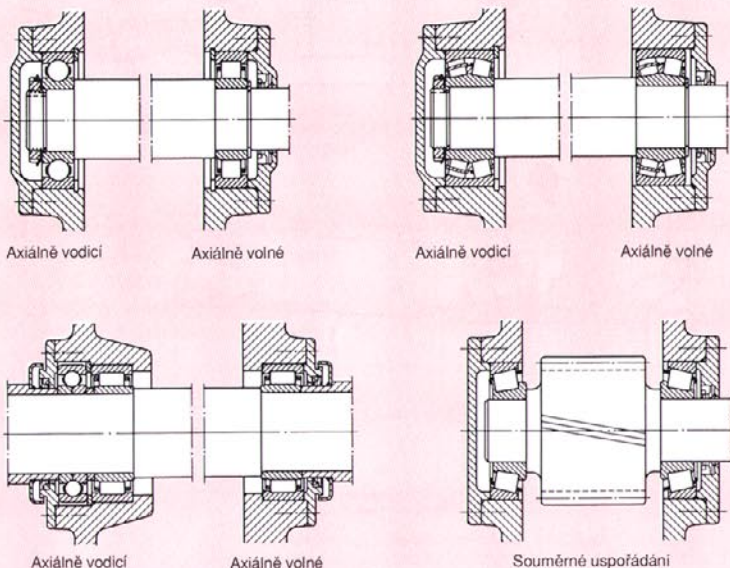
Může se použít rovněž válečkové ložisko bez vodících přírub na jednom kroužku ve spojení s axiálním ložiskem uloženým s radiální vůlí v tělese.

Axiálně volné ložisko

Axiálně volné ložisko přenáší pouze radiální zatížení a musí umožňovat pohyb v axiálním směru. K pohybu v axiálním směru může docházet buď v samotném ložisku, jako např. ve válečkovém ložisku, anebo mezi jedním ložiskovým kroužkem a souvisejícím dílem.

Souměrné uspořádání

Do této skupiny patří všechny typy radiálních ložisek s bodovým nebo čárovým stykem, která přenášejí axiální zatížení alespoň v jednom směru.

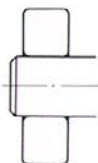


Radiální pojištění ložisek

Kroužky musí být radiálně pojištěny, aby nedocházelo k „putování“ či pootáčení při zatížení.

Ložiska s válcovou dírou

Dále jsou uvedeny nejdůležitější zásady pro volbu uložení:



1. Způsob otáčení valivého ložiska

Zatížení je definováno jako „obvodové“, jestliže se kroužek otáčí a směr zatížení zůstává stejný, anebo když je kroužek v klidu a zatížení obíhá. Všechny body oběžné dráhy jsou postupně vystaveny zatížení v průběhu jedné otáčky.

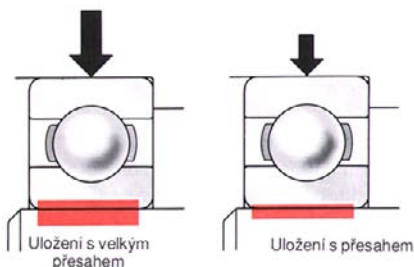
Takový kroužek se montuje s přesahem, jehož velikost závisí na provozních podmínkách.

„Bodové zatížení“ je takové, kdy kroužek ložiska i zatížení jsou v klidu nebo když kroužek i zatížení mají stejné otáčky, a zatížení tedy působí stále ve stejném bodě kroužku. Takový kroužek se zpravidla montuje s volným uložením. Jestliže se směr zatížení mění, především pokud působí velká zatížení, oba kroužky se montují s přesahem. V takovém případě se

doporučuje pro vnitřní kroužek volit stejný přesah jako při obvodovém zatížení, vnější kroužek může být montován s poněkud menším přesahem.

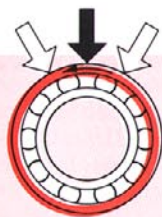
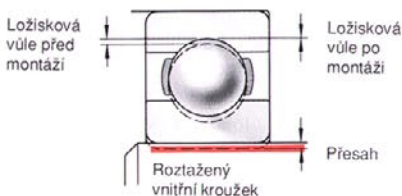
2. Velikost zatížení

Uložení se volí v závislosti na zatížení tak, aby se zabránilo „putování“ ložiska – čím větší je zatížení, tím větší je přesah.



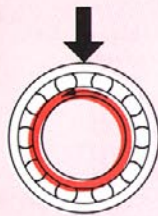
3. Ložisková vůle

Ložisková vůle se v případě uložení s velkým přesahem může natolik zmenšit, že je nutné volit ložisko s větší než normální vůlí, např. s vůlí C3.



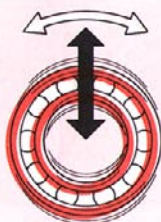
Obvodové (rotující) zatížení

Uložení s přesahem volit pro stojící kroužek, jehož všechny body oběžné dráhy jsou postupně zatěžovány v průběhu jedné otáčky.

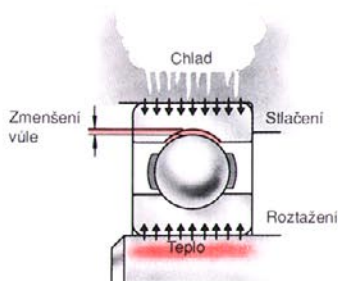


Bodové (stojící) zatížení

Uložení s přesahem volit pro otáčející se kroužek.



Pokud má zatížení neurčitý směr, např. ve vibračních strojích, volit uložení s přesahem pro oba kroužky.



Teplá hřídel a chladné těleso ovlivňují přesahy a vůli ložiska.

Pro ložiska montovaná do tenkostěnných těles nebo těles z lehké slitiny se volí pevnější uložení než u silnostěnných ocelových nebo litinových těles. Pro ložiska montovaná na duté hřídele se dá přednost většímu přesahu než v případě odpovídajícího plného hřídele.

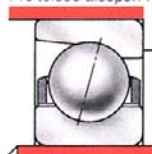
4. Teplota

Za provozu se mohou kroužky ložiska ohřát na vyšší teplotu než související díly. Vyšší teplota může způsobit uvolnění vnitřního kroužku, zatímco vnější kroužek se roztáhne a zmenší se volné uložení.

5. Přesnost chodu

Jestliže je vyžadována vysoká přesnost chodu, pro potlačení házení a vibrací se nepoužívá volných uložení. Stykové plochy na hřídeli a v tělese by měly být vyrobeny v tolerancích doporučených SKF.

Pro těleso alespoň IT6



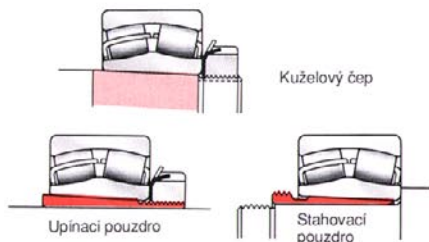
Pro hřídel alespoň IT5

Nižší vibrace

Volné uložení kroužků není vhodné pro konstrukce, u nichž se vyžaduje vysoká přesnost chodu. V případě pochybností je vhodné konzultovat s SKF.

7. Snadná montáž a demontáž

Ložiska s volným uložením se zpravidla snadněji montují a demontují než ložiska s přesahem. Pokud provozní podmínky vyžadují uložení s přesahem a současně se požaduje snadná montáž a demontáž, lze použít rozebíratelná ložiska nebo ložiska s kuželovou dírou a upínacím nebo stahovacím pouzdem.



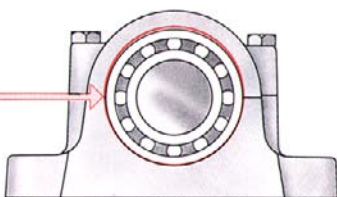
Montáž a demontáž usnadní změna z válcové díry, montované na hřídel s přesahem, na kuželovou díru a pouzdro.

6. Materiál a konstrukce čepu a tělesa

Nedostatečné opření v tělese a jiné vady souvisejících dílů, jako např. nedostatečná kolmost rozpěrné podložky či osazení na hřídeli a v tělese, mohou vyvolat deformaci kroužku. Uložení vnějšího kroužku v děleném ložiskovém tělese se volí tak, aby po montáži výsledek odpovídal tolerančnímu stupni H nebo J.

Dělené těleso

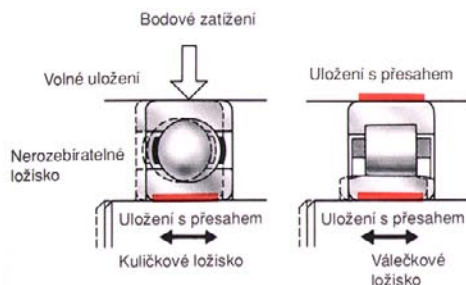
Uložení vnějšího kroužku nejvýše v toleranční třídě H nebo J



8. Posouvání axiálně volného ložiska

Jestliže se použije nerozebíratelné ložisko jako axiálně volné, jeden z kroužků musí umožňovat volný axiální posuv za všech provozních podmínek. Pro kroužek zatížený bodově se volí volné uložení.

U válečkových ložisek typu N a NJ se mohou montovat oba kroužky s přesahem, neboť k axiálnímu posunutí dochází přímo v ložisku.

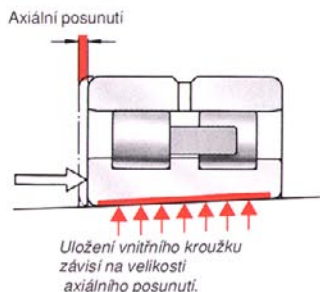
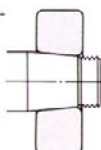


Při montáži ložiska na stahovací nebo upínací pouzdro je možné pro hřídel volit tolerance h9 nebo h10, přičemž válcovitost díry pouzdra by měla odpovídat IT5 (pro h9) resp. IT7 (pro h10).

Ložiska s kuželovou dírou

Ložiska s kuželovou dírou jsou montována buď na kuželový čep, nebo pomocí upínacího či stahovacího pouzdra na válcový čep.

Přesah v uložení vnitřního kroužku závisí na tom, jak daleko se kroužek nasune na kuželový čep nebo pouzdro. Zajistíme dodržení zásad pro zmenšení radiální vůle – viz „Montáž ložisek“ na str. 128. Při volbě uložení vnějšího kroužku se řídíme zásadami, které platí pro ložiska s válcovou dírou.



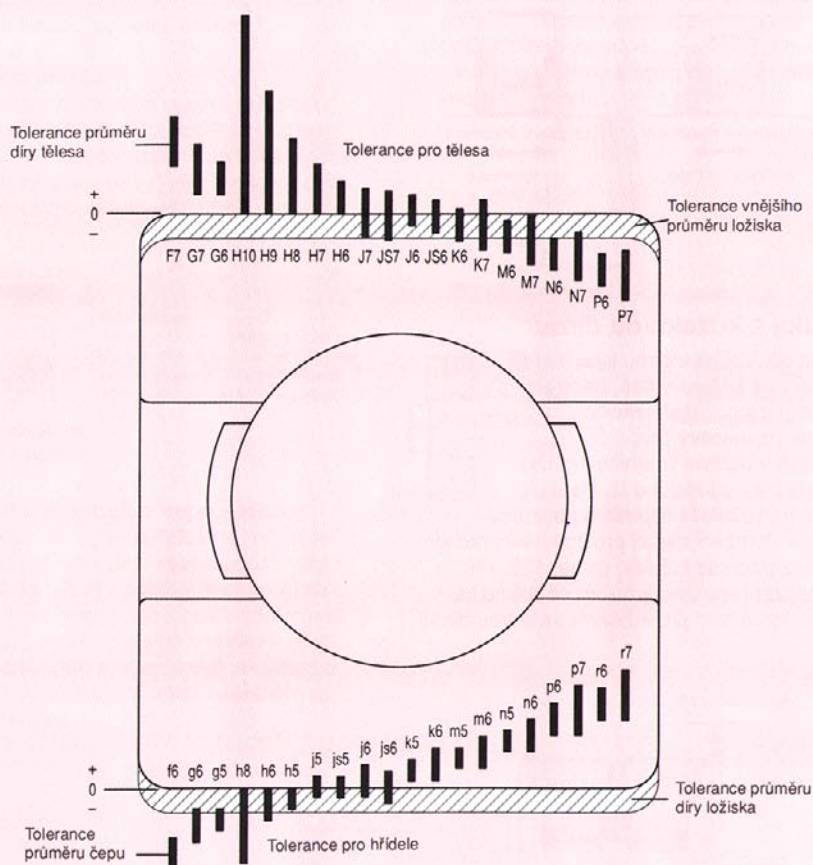
Volba tolerančního pole

Tolerance díry a vnějšího průměru standardních valivých ložisek jsou mezinárodně standardizovány.

Při volbě vhodného uložení pro ložiska s válcovou dírou se mohou volit vhodné tolerance průměru hřídele a díry tělesa podle tolerančního systému ISO. Pro uložení s valivými ložisky se používá pouze omezený počet tolerančních stupňů ISO.

Obrázek dole ilustruje vztah mezi jmenovitými průměry a tolerančními stupni. Šrafované plochy představují toleranční pole průměru díry a vnějšího průměru ložiska. Černé obdélníky představují šířky tolerančního pole pro hřídele (dolní polovina) a tělesa (horní polovina).

Tabulky uvádějící hodnoty tolerancí naleznete na str. 250 až 276.



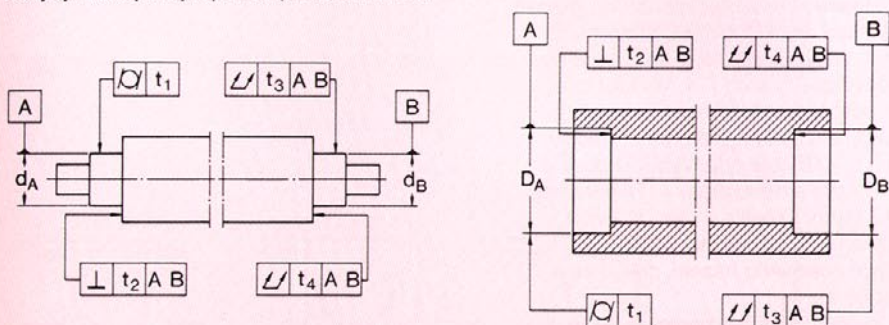
Tento obrázek zachycuje polohu „toleranci“ vzhledem k tolerancím průměru díry ložiska (dolní polovina) a tolerancím vnějšího průměru (horní polovina).

Rozměrová a tvarová přesnost a házení souvisejících dílů

Přesnost válcových ploch čepů a děr těles, ploch pro kroužky axiálních ložisek a opěrných ploch pro ložiskové kroužky na osazeních čepů a děr těles atd. musí odpovídat přesnosti

montovaných ložisek. Dále jsou uvedeny doporučené hodnoty rozměrové a tvarové přesnosti a házení, které by se měly dodržet při obrábění stykových a opěrných ploch.

Úchytky tvaru a polohy čepů a děr pro uložení ložisek



Plocha

Charakteristika

Symbol pro

charakteristiku

toleranční

pole

Připustné úchytky

Ložiska třídy přesnosti¹⁾

Normální, CLN

P6

P5



Válcová plocha

Úchytky válcovitosti
(nebo celkové
radiální házení)

ϕ

(ϕ)

t_1

(t_1)

IT5

IT4

IT3

IT2

Rovinné opěrné plochy

Kolmost
(nebo celkové
axiální házení)

\perp

(\perp)

t_2

(t_2)

IT5

IT4

IT3

IT2

¹⁾ Ložiska ve vyšší přesnosti (třída přesnosti P4 atd.) – viz katalog SKF „Přesná ložiska“

Vysvětlivka



Pro normální
požadavky

Pro zvláštní požadavky
kladené na přesnost chodu nebo
rovnoměrnost podepření

Úchylky rozměrů

Pro ložiska vyrobená v normální toleranci by rozměrová přesnost válcového čepu měla odpovídat alespoň stupni IT6 a díry alespoň stupni IT7. Při použití stahovacích nebo upínacích pouzder na válcovém čepu jsou přípustné větší tolerance průměru (stupeň IT9 nebo IT10) – viz tabulka na str. 283. Základní tolerance standardizovaných tolerančních řad podle ISO/R 286–1962 uvádí tabulka v dolní části strany 283. Pro ložiska s vyšší přesností je třeba volit odpovídající přesnější stupně.

Úchylky válcovitosti

Úchylky válcovitosti podle ISO 1101–1983 by měly být, v závislosti na požadavcích, vyšší o 1 až 2 stupně IT než předepsaná rozměrová přesnost. Např. jestliže čep je vyroben v toleranci m6, úchylky geometrického tvaru by měly odpovídat IT5 nebo IT4. Velikost tolerančního pole t_1 pro válcovitost se vztahuje k poloměru, takže např. pro průměr hřídele 150 mm a $t_1 = IT5/2$ je odpovídající hodnota $18/2 \mu\text{m} = 9 \mu\text{m}$ a nebo pro $t_1 = IT4/2$ vychází $12/2 \mu\text{m} = 6 \mu\text{m}$. Tabulka na str. 31 uvádí doporučené hodnoty úchylky válcovitosti (a tolerance celkového házení, pokud se jí dává přednost).

Jestliže se ložisko má montovat na stahovací nebo upínací pouzdro, válcovitost čepu by měla odpovídat IT5 (pro h9) nebo IT7 (pro h10) – viz tabulka na str. 283.

Tolerance kolmosti

Díly související s ložiskovými kroužky by měly být vyrobeny v toleranci pravoúhlosti podle ISO 1101–1983, která je lepší alespoň o jeden stupeň IT než průměrové tolerance souvisejících válcových ploch pro uložení ložisek. U ploch souvisejících s kroužky axiálních ložisek by tolerance kolmosti neměla překročit hodnotu IT5. Směrné tolerance pravoúhlosti (a celkového axiálního házení) jsou uvedeny v tabulce na str. 31.

Axiální pojištění ložisek

Pro řádné axiální pojištění ložiskového kroužku nedostačuje samotné uložení s přesahem. Je třeba kroužek zajistit dalším vhodným způsobem.

Oba kroužky axiálně vodícího ložiska musí být zajištěny na obou stranách.

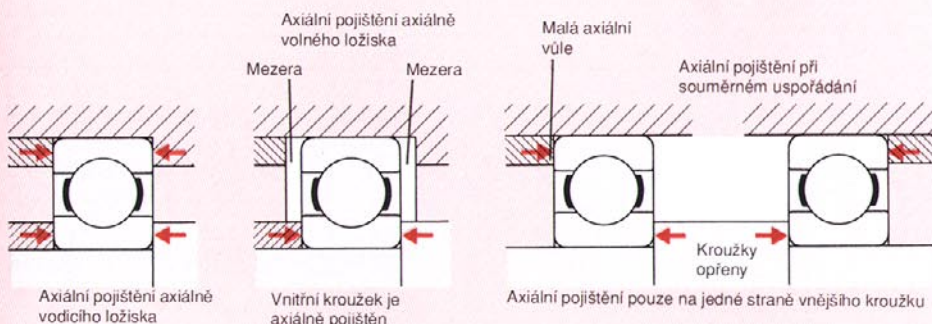
U axiálně volných nerozebíratelných ložisek se zajišťuje jen kroužek s pevným uložením

(obvykle vnitřní kroužek). Druhý kroužek musí umožňovat axiální posuv v uložení.

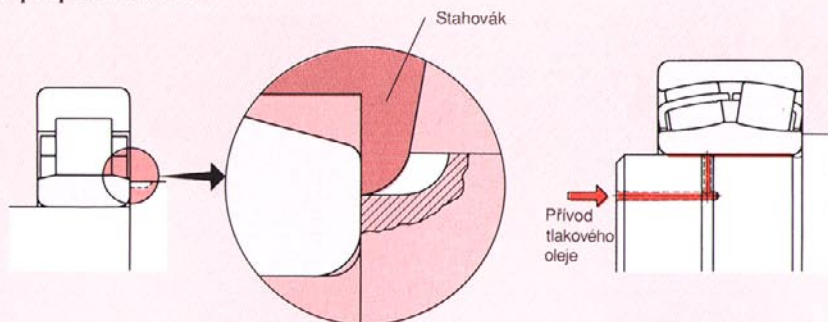
Při souměrném uspořádání musí být ložiskové kroužky zajištěny pouze na jedné straně.



Pro řádné axiální pojištění ložiskového kroužku nedostačuje samotné uložení s přesahem.



Úprava pro příští demontáž



Vyrobít vybrání v hřídeli (nebo tělese) pro demontážní nástroje...

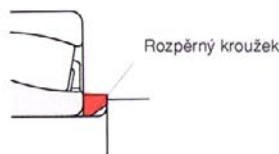
... nebo kanálky a drážky pro tlakový olej, viz str. 97.

Připojovací rozměry

Rozměry součástí souvisejících s ložiskem (osazení na hřídeli a v tělese, rozpěrné kroužky apod.) musí být voleny tak, aby se zajistilo dostatečné opření ložiskových kroužků, avšak současně nesmí dojít ke styku otáčejících se částí ložiska s nehybnými díly. V ložiskových tabulkách v Hlavním katalogu SKF jsou pro každé jednotlivé ložisko uvedeny doporučené připojovací rozměry.

Vedlejší tabulka uvádí odpovídající rozměry pro zápichy.

Čím větší je přechodový poloměr, tím příznivější je rozložení napětí. Velký poloměr zaoblení přechodu je zpravidla nutný pro velmi namáhané hřídele. V takových případech

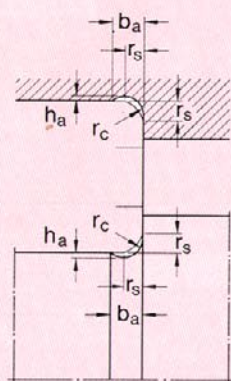


V některých případech je nutné umístit mezi vnitřní kroužek ložiska a osazení na hřídeli rozpěrný kroužek.

Zápichy

Poloměr hrany ložiska

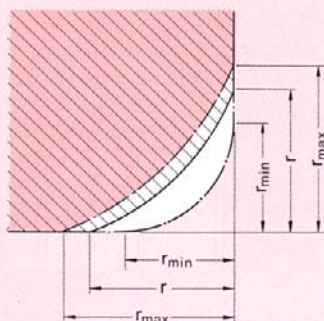
Rozměry zápichu



r_s min		b_a		h_a		r_c	
mm	palce	mm	palce	mm	palce	mm	palce
1	0.039	2	0.079	0.2	0.008	1.3	0.051
1,1	0.043	2,4	0.095	0.3	0.012	1,5	0.059
1,5	0.059	3,2	0.126	0.4	0.016	2	0.079
2	0.079	4	0.157	0.5	0.020	2,5	0.098
2,1	0.083	4	0.157	0.5	0.020	2,5	0.098
3	0.118	4,7	0.185	0.5	0.020	3	0.118
4	0.157	5,9	0.232	0.5	0.020	4	0.157
5	0.197	7,4	0.291	0.6	0.024	5	0.197
6	0.236	8,6	0.339	0.6	0.024	6	0.236
7,5	0.295	10	0.394	0,6	0.024	7	0.276

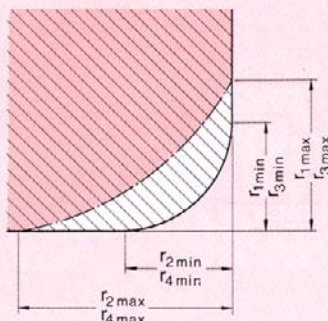
Původní provedení

Sražení hran podle ISO 582-1972



Nové provedení

Sražení hran podle ISO 582-1979



Obrázek vlevo ukazuje rozměry původního provedení a obrázek vpravo rozměry platné v současné době. Pokud byly přechody vyrobeny podle doporučení SKF, je zaručena zaměnitelnost ložisek s původním sražením hran a novým sražením hran.

je třeba vložit mezi vnitřní kroužek a osazení na hřídeli rozpěrný kroužek, aby byla vytvořena dostatečná opěrná plocha pro ložiskový kroužek. Rozpěrný kroužek však musí mít na straně obrácené k osazení na hřídeli takové sražení, aby se nedotýkal přechodu.

Pro usnadnění demontáže jsou osazení hřídelů nebo těles opatřena drážkami pro použití demontážního nářadí, nebo jsou hřídele vybaveny kanálky a drážkami pro použití metody tlakového oleje SKF.

Rozměry sražení hran pro metrická ložiska

Rozměry sražení hran v radiálním (r_1 , r_3) a axiálním směru (r_2 , r_4) uvedené v ložiskových tabulkách jsou minimální hodnoty předepsané podle ISO 582–1979; tzn. jmenovité hodnoty se již neuvádějí.

Odpovídající maximální rozměry sražení, které jsou důležité pro volbu poloměrů přechodů, jsou uvedeny v tabulkách „Mezní hodnoty rozměrů sražení“ – viz str. 277–279.

Pokud byly poloměry přechodů vyrobeny podle doporučení SKF, je zaručená zaměnitelnost ložisek s původním sražením hran a novým sražením hran.

Rozměry sražení hran pro palcová ložiska

Odpovídající maximální hodnoty sražení pro ložiska palcových rozměrů, které jsou důležité pro volbu poloměrů přechodů, jsou uvedeny v tabulkách „Mezní hodnoty rozměrů sražení“ – viz str. 277–279.

Tolerance, vůle a uložení pro ložiska palcových rozměrů

V tabulkové části na str. 250 až 333 jsou uvedeny tabulky uvádějící metrické rozměry tolerancí, vůlí a uložení převedené také na palcové míry, pro všechny typy ložisek SKF.