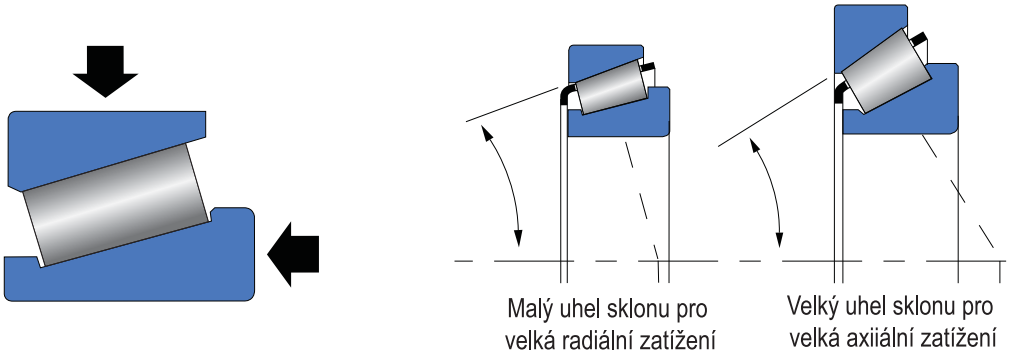
KLF-ZVL

6. Kuželíková ložiska jednořadá
Single-Row Tapered Roller Bearings

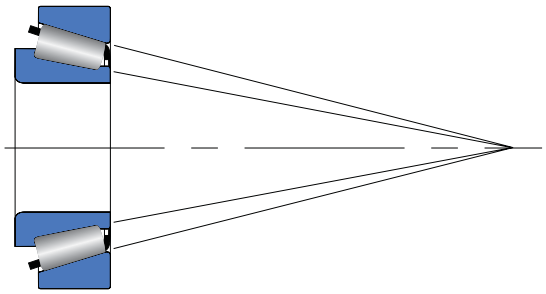
Hlavní specifikace

Kuželíková ložiska jednořadá, konstrukční řady 302, 303, 313, 320, 322, 323 a 332 patří mezi ložiska rozebíratelná, čímž se usnadňuje jejich montáž. Kuželíkové ložiska se skládá ze čtyř základních částí. Jsou to vnitřní kroužek, vnější kroužek, kuželíky a klec. Vnitřní kroužek ložiska, tvoří společně s valivými tělísky a klecí jeden celek. Valivá tělíska mají tvar kuželíku, kde jeho funkční čelo je ve styku s přírubou vnitřního kroužku. Ložiska mají úhel styku "α" v rozsahu 12° až 16° a nebo 28° až 30° a jsou schopna zachytávat jak radiální tak axiální zatížení. Čím větší úhel svírá dráha vnějšího kroužku s osou ložiska, tím větší je schopnost ložiska nést axiální zatížení v poměru k radiálnímu (obr.6-1).

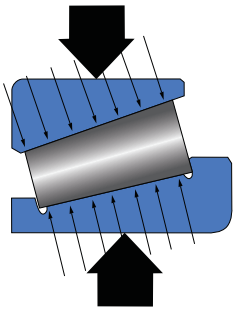


Obr. 6-1 Konstrukce ložiska pro přenášení radiálních a axiálních zatížení v jakékoliv kombinaci

Za normálních provozních podmínek nesou oba kroužky s kuželíky zatížení, zatímco klec pouze rozmisťuje a odděluje kuželíky po obvodu oběžných drah. Přímky prodlužující povrchy oběžných drah a kuželíků se protínají v jednom bodě na ose ložiska (obr.6-2). Výsledkem je správný odvalovací pohyb kuželíků v každém bodě jejich povrchu (obr.6-3)

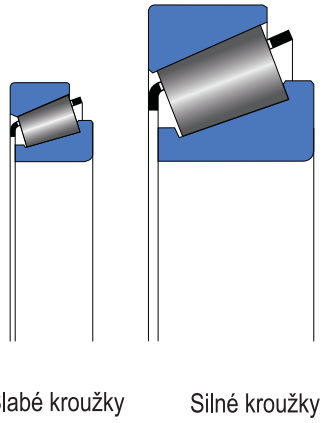


Obr. 6-2 Konstrukce s prodloužením povrchů oběžných drah stýkajících se v jednom bodě zajišťuje správné odvalování v každém bodě povrchu kuželku



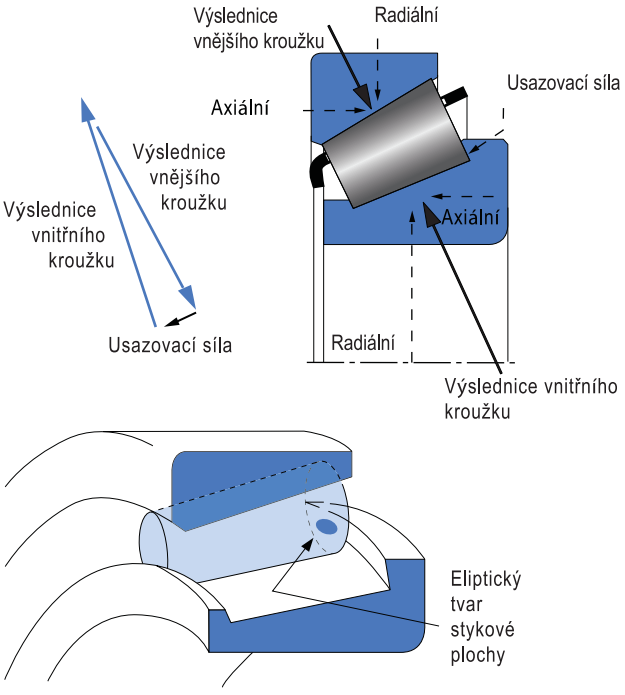
Obr.6-3 Rovnoměrné rozložení stykového namáhání v normálních provozních podmínkách

Uplatnění kuželíkových ložisek se zřetelem na jejich vysokou únosnost "velký počet kuželíků v jedné řadě" a schopnost zachytávat radiální a axiální zatížení je proto velmi široké. Např.: těžké převodovky, rozvodovky, válcovací zařízení, těžební stroje atd. Pro daný průměr díry ložiska je možné zvolit různé síly stěn kroužků a tím vyhovět různým požadavkům na únosnost (obr. 6-4).



Obr. 6-4 Konstrukce ložiska respektující požadavky na prostor

Správné vedení oběžných těles je jedním z podstatných rysů kuželíkového ložiska. Kuželový tvar zajišťuje nejen správné odvalování po celé délce styku kuželíku s drahami, ale vytváří navíc sílu přitlačující kuželík k vodící přírubě vnitřního kroužku (obr. 6-5). To zabraňuje vychylování kuželíků z osy tak, že jsou stále udržovány ve správné poloze vůči vodící přírubě vnitřního kroužku.



Obr. 6-5 Malá usazovací síla vodící příruby vnitřního kroužku udržuje kuželíky ustavené s osou ložiska

Materiál

Ložiska KLF-ZVL jsou vyráběna z kvalitních, slitinových nebo uhlíkových, ložiskových ocelí čištěných a zušlechťovaných přetavováním v elektro-pecích.

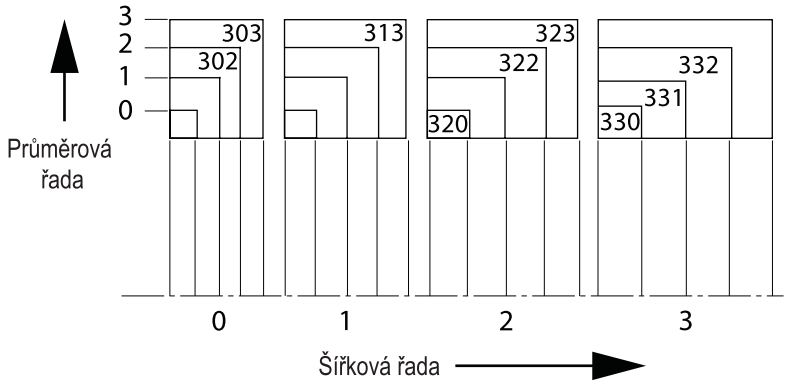
Klece

Protože klec kuželíkového ložiska není normálně zatěžována a slouží pouze k rozmístění kuželíků po obvodě oběžných drah, jednořadá kuželíková ložiska mají klec lisovanou z ocelového plechu, která se neoznačuje.

Označování

Originální systém označování kuželíkových ložisek

Systém označování jednořadých kuželíkových ložisek je mezinárodně stanoven a je založen na rozměrové normě ISO pro radiální ložiska. Pěticiferné označení, začínající číslicí 3, popisuje kompletní ložiskovou sestavu (vnitřní i vnější kroužek), viz obr. 6-6. Označování ložisek v základním vyhotovení je uvedené v rozměrových tabulkách.



Obr. 6-6 Originální systém označování kuželíkových ložisek

3 2 2 18

- Sekce 4 (označení průměru díry): Poslední dvě číslice se vztahují k průměru díry vnitřního kroužku a po vynásobení 5 udávají velikost tohoto průměru. Např.: ložisko 32218 má průměr díry 90mm.
- Sekce 3 (průměrová řada): Výška průřezu ložiska je označena číslicí od 0 do 3 v rostoucím pořadí vnějšího průměru pro daný průměr díry ložiska.
- Sekce 2 (šířková řada): Šířka ložiska je označena číslicemi od 0 až 3 podle zvětšující se šířky
- Sekce 1 (kuželíkové ložisko): Číslice 3 označuje vždy kuželíková ložiska

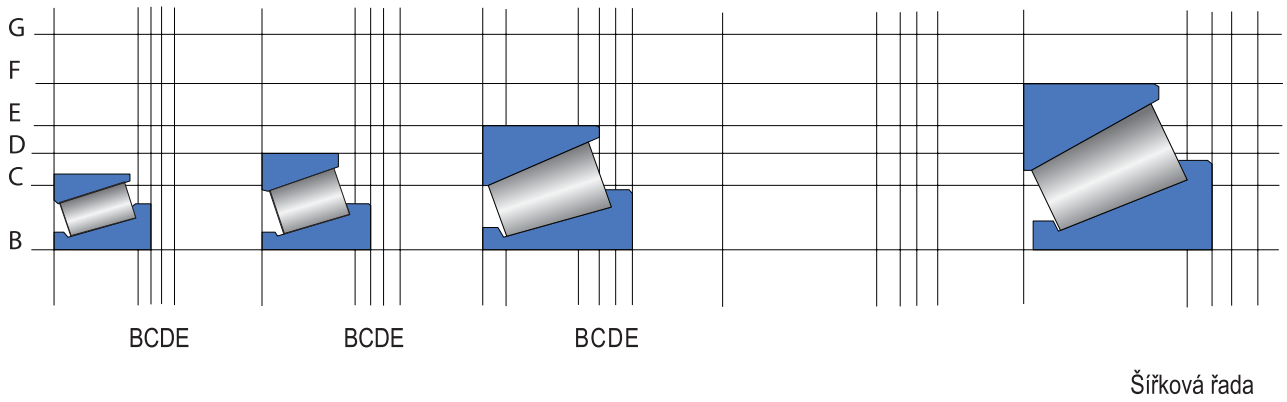
Doplňující označení je uvedené za základním označením, např.: 32218AX.

X - změna hlavních rozměrů

Nový systém označení podle ISO 355

Norma ISO 355 pro metrická kuželíková ložiska definuje nový systém označení kuželíkových ložisek pomocí abecedně číslicových symbolů vyjadřujících postupně druh ložiska (T), úhlovou řadu (2,3,4,5,6,7), průměrovou řadu (B,C,D,E,F,G), šířkovou řadu (B,C,D,E) a průměr díry ložiska (mm), viz obr. 6-7.
I kdyby všechna originální metrická ložiska měla přiděleno nové označení podle ISO 355, originální označení zůstává nadále v platnosti. Označování ložisek podle ISO 355 je uvedené v rozměrových tabulkách.

Průměrová řada



Obr. 6-7 Systém označování kuželíkových ložisek podle ISO 355

T 4 C B 100

- Průměr díry ložiska (mm)

-Označení šířkové řady — T/(D-D) ^{0,95}

	Přes	Včetně
B	0,50	0,68
C	0,68	0,80
D	0,80	0,88
E	0,88	1,00

-Označení průměrové řady — D/d ^{0,77}

	Přes	Včetně
B	3,40	3,80
C	3,80	4,40
D	4,40	4,70
E	4,70	5,00
F	5,00	5,60
G	5,60	7,00

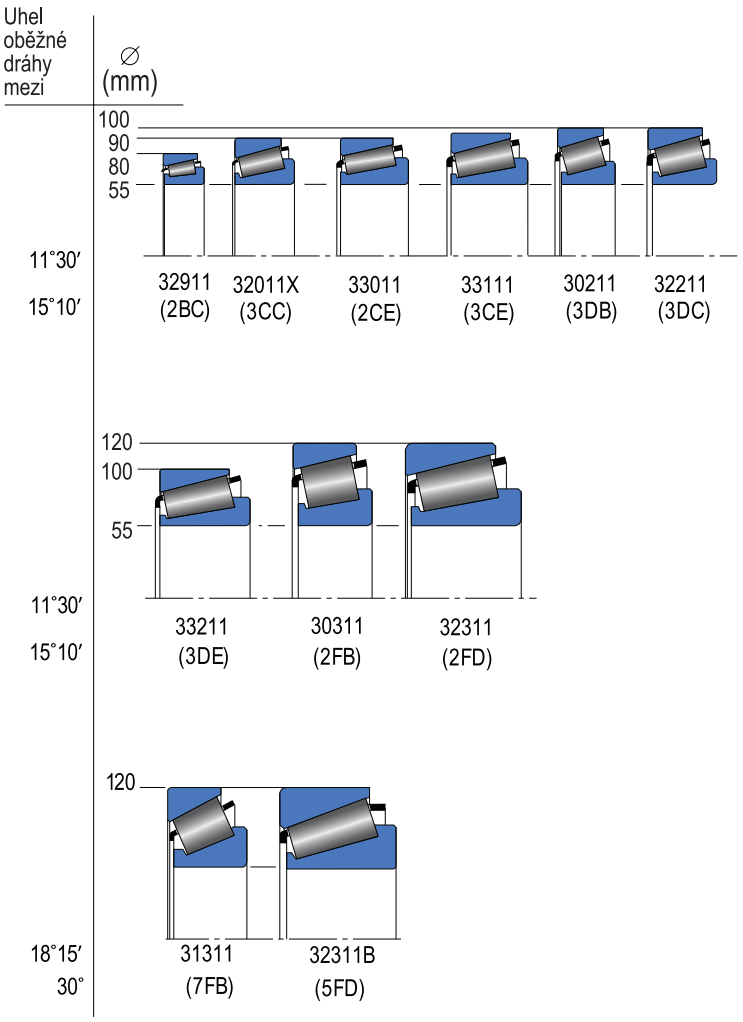
-Označení série úhlu — α

	Přes	Včetně
2	10°	13°52’
3	13°52’	15°59’
4	15°59’	18°55’
5	18°55’	23°
6	23°	27°
7	27°	30°

- Označení kuželíkového ložiska

Hlavní rozměry

Hlavní rozměry jednořadých kuželíkových ložisek s válcovou dírou, odpovídají mezinárodnímu rozměrovému plánu ISO 355. Tato norma nabízí široké možnosti výběru ložiska pro specifické aplikace při daném průměru díry. V závislosti na aplikaci a typu zatížení (axiální a / nebo radiální) může být vybráno ložisko s optimálním úhlem a průřezem.



Obr.: 6-8 Srovnávací tabulka -nárůst průřezu ložiska s průměrem díry 55mm

Porovnání kuželíkových ložisek s jinými typy ložisek

Existuje množství různých typů valivých ložisek, ale při analýze všech faktorů, jako je rozsah zatížení a únosnost, velikost, výkon, cena, životnost ložiska a jeho spolehlivost, uznává většina konstruktérů zřetelně viditelné výhody kuželíkových ložisek. Samozřejmě, že ostatní typy ložisek mají své oblasti využití, jak je vidět z dalšího výkladu, ale kuželíkové ložisko je nejuniverzálnějším typem ložiska.

Kluzná ložiska

Ve své nejjednodušší formě se tato ložiska skládají z válcových vložek přenášejících zatížení vyrobených z materiálů odolných proti opotřebení, jako je šedá litina, fosforový bronz, bílý kov nebo speciální plasty. Kluzná ložiska jsou používána hlavně pro aplikace s relativně malým zatížením a relativně plynulým pohybem. Aby ložisko pracovalo účinně, musí být určitá vůle mezi pevnou a otáčející se částí. Je třeba věnovat velkou pozornost tomu, aby se v tomto prostoru nehromadili částice nečistot a předejít tak rychlému opotřebení. U většiny aplikací s kluznými je proto velmi důležitá pravidelná údržba. Vzhledem k nutnosti časté údržby byla kluzná ložiska v nových aplikacích nahrazena valivými ložisky.

Kuličková ložiska

Všechny typy kuličkových ložisek mají bodový styk mezi kuličkami a kroužky. Vzhledem k tomuto bodovému styku je pro dosažení dané únosnosti potřebné použití větších kuličkových ložisek než ložisek kuželíkových, která přenášejí zatížení po celé délce kuželku (lineární styk).

Nejpoužívanějším typem je kuličkové ložisko s hlubokým žlabem, které je vhodné pouze pro malé radiální zatížení. Axiální nebo rázové zatížení by mohlo vést k jeho rychlému poškození. Je také důležité zajistit, aby mazivo bylo "čisté", protože nečistoty mají tendenci zachytávat se v drážce kroužku, což vede nutně k omezení účinnosti a životnosti ložiska. Kuličková ložiska s hlubokým žlabem jsou dodávána jako sestava s neoddělitelnými kroužky. Radiální vůle může být proto nastavena pouze při montáži vnitřního a vnějšího kroužku. Jsou používána většinou tam, kde velikost, únosnost a radiální vůle nemají důležitý význam, ale kde je požadována jednoduchost montáže a nízká cena.

Kuličková ložiska s kosoúhlým stykem

Konstrukce ložiska s kosoúhlým stykem umožňuje překonat některá omezení kuličkového ložiska s hlubokým žlabem tím, že zlepšuje jeho schopnost přenášet kombinované axiální i radiální zatížení. Přestože únosnost tohoto ložiska je větší než únosnost kuličkového ložiska s hlubokým žlabem, je stále mnohem menší než u stejně velkého kuželíkového ložiska (viz obr. 6-8). Jednořadá kuličková ložiska s kosoúhlým stykem mají nerozebíratelnou konstrukci, obvykle uspořádanou tak, že mohou být nastavena proti druhému ložisku. Nejsou příliš odolná vůči nesouososti mezi hřídelí a skříní, což může mít významný vliv na snížení životnosti ložiska.

Válečková ložiska

Válečková ložiska jsou nejčastěji používána v neustavené poloze tam, kde je potřeba kompenzovat vliv tepelné roztažnosti tím, že se umožní axiální posun hřídele vůči skříni. Vnitřní a vnější kroužky jsou oddělitelné (to usnadňuje montáž a demontáži. Válečky mají lineární styk s kroužky, takže mohou přenášet větší radiální zatížení než kuličková ložiska s bodovým stykem. Klec ložiska musí válečky osově vyrovnávat a přidržovat je. To vyžaduje použití těžší klece a menšího počtu válečků ve srovnání s kuželkovým ložiskem podobné velikosti. To také znamená, že má nižší únosnost.
Některé typy jsou také schopny přenášet omezené axiální zatížení. To vyžaduje dodatečné zabudování příruby na vnitřní nebo vnější kroužek. Plné axiální zatížení musí být však přeneseno mezi přírubami a čely válečků, což může vést k vysokým koncentracím napětí.

Jehlová ložiska

Jehlová ložiska jsou podobná válečkovým ložiskům, ale jejich válečky jsou dlouhé a tenké, což jim dává velmi kompaktní příčný průřez. Jsou velmi adaptabilní a mají velkou radiální únosnost v poměru k jejich průřezové výšce, mohou ale přenášet pouze velmi malá axiální zatížení.
Typickými aplikacemi jsou synchronní mechanizmy automobilových převodovek a ložiska planetových kolových redukcí pro lehký provoz.

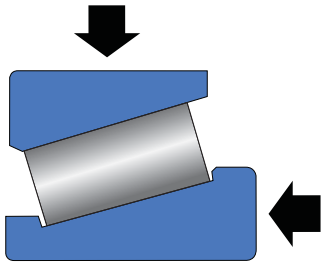
Soudečková ložiska

Nejdůležitější vlastností soudečkových ložisek je jejich schopnost vyrovnávat nesouosost hřídele vzhledem ke skříni. Mají velkou radiální únosnost, ale při velkém zatížení není napětí rovnoměrně přenášeno a správný odvalovací pohyb se vyskytuje pouze ve dvou kontaktních bodech na každém soudečku. To přirozeně způsobuje skluz po délce valivého tělesa. Proto mají soudečková ložiska vyšší koeficient tření a nižší přípustné otáčky než jiné typy valivých ložisek. Klec musí mít extrémně robustní konstrukci, aby zamezovala mimoběžnosti soudečků. To vede ke zvýšení momentu setrvačnosti klece a omezenému počtu soudečků. Vhodné použití pro tato ložiska je tam, kde existuje riziko nesouososti sestavy a kde nejsou přísné požadavky na otáčky a odchylky.

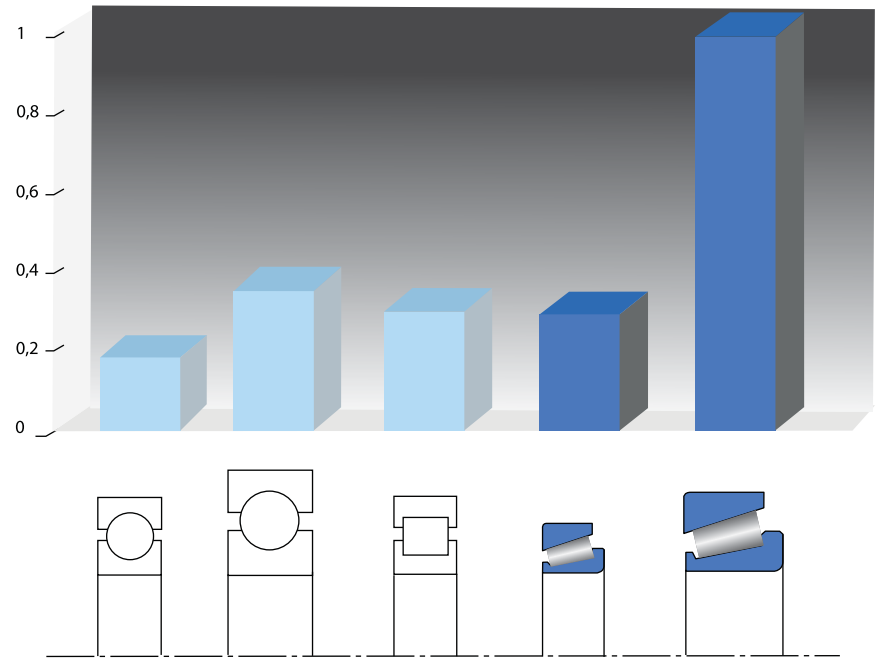
Kuželíková ložiska

Kuželíková ložiska kombinují užitečné vlastnosti všech ostatních typů ložisek a nabízejí další výhody:

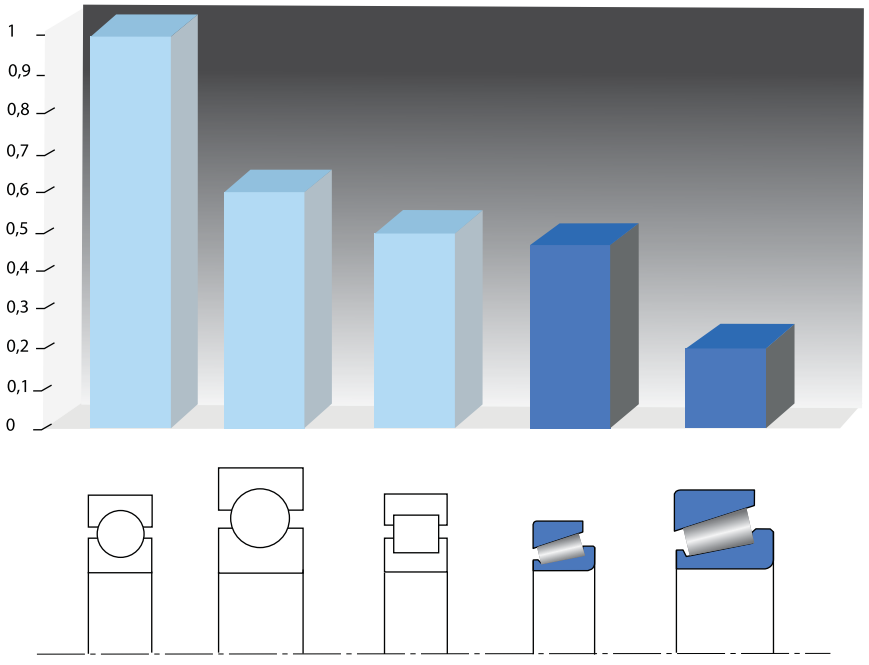
- Kombinovaná radiální a axiální únosnost (obr. 6-9).
- Vyšší relativní životnost pro danou velikost ložiska (obr. 6-10), nebo
- Menší velikost ložiska pro danou únosnost.
- Seřiditelnost-pro optimální funkci ložiska mohou být hodnoty vůle nebo předpětí nastaveny podle požadavků konstrukce.
- Menší citlivost vůči znečištěnému prostředí vlivem přirozené čerpací schopnosti, která vytlačuje nečistoty mimo kontaktní plochu mezi kuželíkem a oběžnou dráhou.
- Nízký koeficient tření a vysoké přípustné otáčky vlivem správného odvalovacího pohybu (viz obr. 6-2) ve srovnání s ostatními typy valivých ložisek.
- Jednoduchá montáž a demontáž umožněná oddělitelnými vnitřním a vnějším kroužkem.
- Volba montážního uspořádání tak, aby vyhovovalo danému způsobu zatížení a konstrukčnímu omezení aplikace.
- Nižší cena pro danou vypočtenou únavovou životnost (obr. 6-11).



Obr. 6-9 Kuželíkové ložisko může přenášet radiální i axiální zatížen



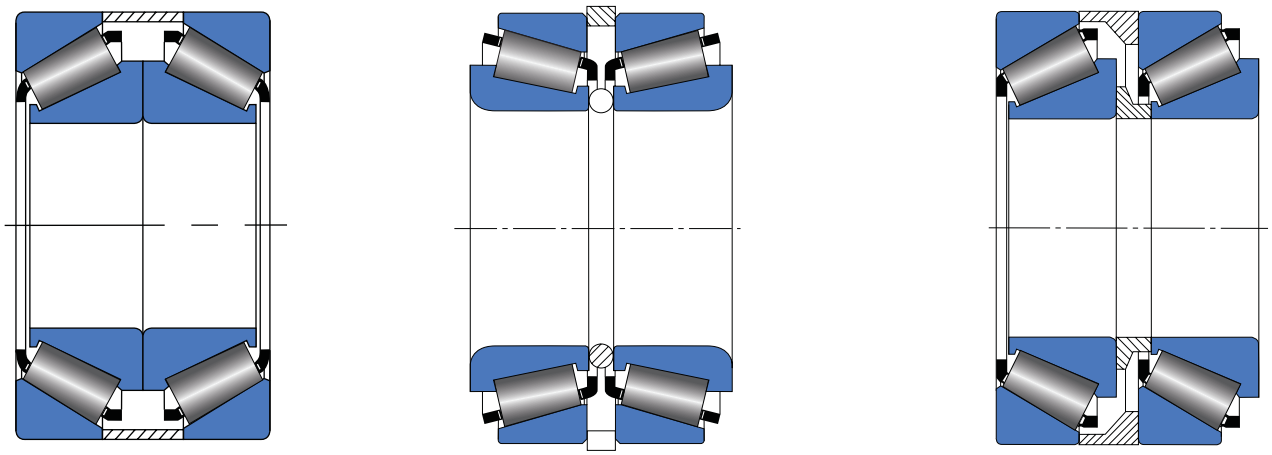
Obr. 6-10 Kuželíkové ložisko se stejným průměrem díry jako kuličkové nebo válečkové ložisko může dosáhnout mnohem větší únavové životnosti



Obr. 6-11 Cena kuželíkového ložiska s danou vypočtenou únavovou životností je obecně nižší než cena ostatních ložisek

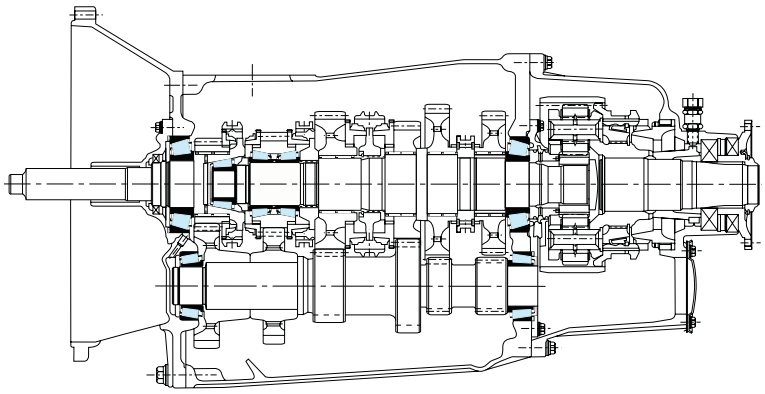
Seskupování ložisek do sestav

Sestavy ložisek se používají v mnoha aplikacích, jako jsou reduktory a průmyslové stroje. Tyto předem nastavené dvouřadé sestavy během výroby mohou být použita jako pevně uchycená, nebo jako plovoucí.

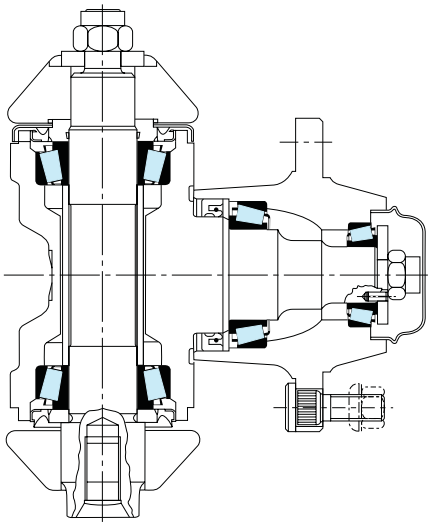


Obr. 6-12 Typy seskupování jednořadých kuželíkových ložisek do sestav

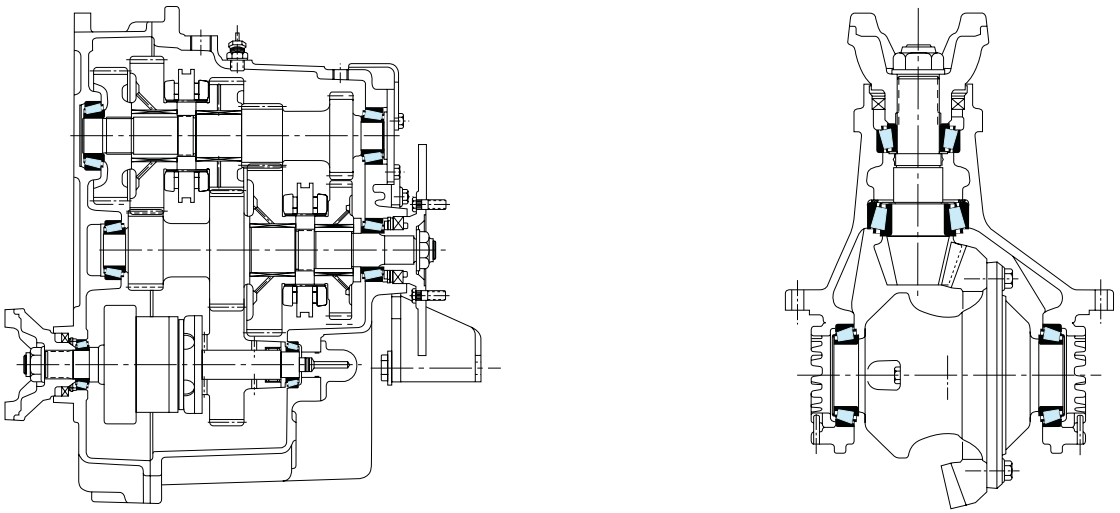
Příklady aplikací



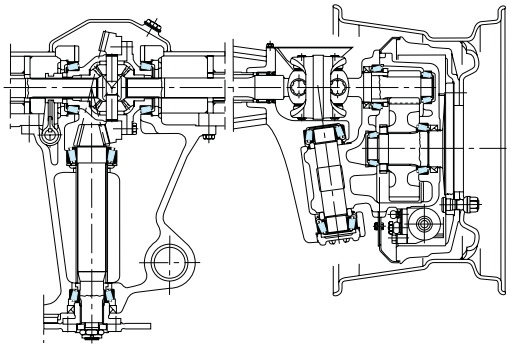
Obr. 6-13 Převodovka nákladního automobilu



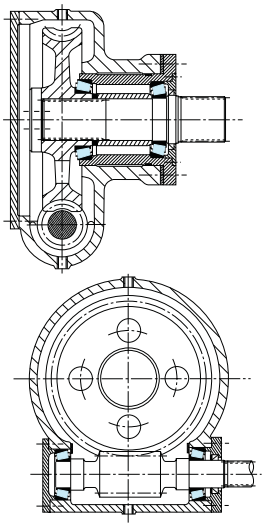
Obr. 6-14 Řízená náprava zdvižného vozíku



Obr. 6-15 Převodovka a vývodový hřídel traktoru



Obr. 6-16 Přední a zadní náprava nakládače



Obr. 6-17 Reduktor rychlosti

Stupeň přesnosti

Většina kuželíkových ložisek obsažena ve standardním programu, se dodává v normálním stupni přesnosti P0 (znak P0 se neuvádí).
Pro zvláštní případy uložení, náročné na přesnost, nebo pracující s vysokou frekvenci otáčení se dodávají ložiska ve vyšším stupni přesnosti P6X, P5 a P4.
Vyrábějí se i ložiska, od kterých se vyžaduje schopnost provozu za zvýšených teplot (S0, S1, S2). Dodávky ložisek s jinou přesností je nutné konzultovat a dohodnout předem.
P0 - normální stupeň přesnosti (neoznačuje se)
P6X - vyšší stupeň přesnosti než normální P0
P5 - vyšší stupeň přesnosti než P6X

Hladina vibrací

Na požádání lze dodávat ložiska se sníženou hladinou vibrací - odlišuje se znakem C6 v přídavném označení ložiska.

Naklopitelnost

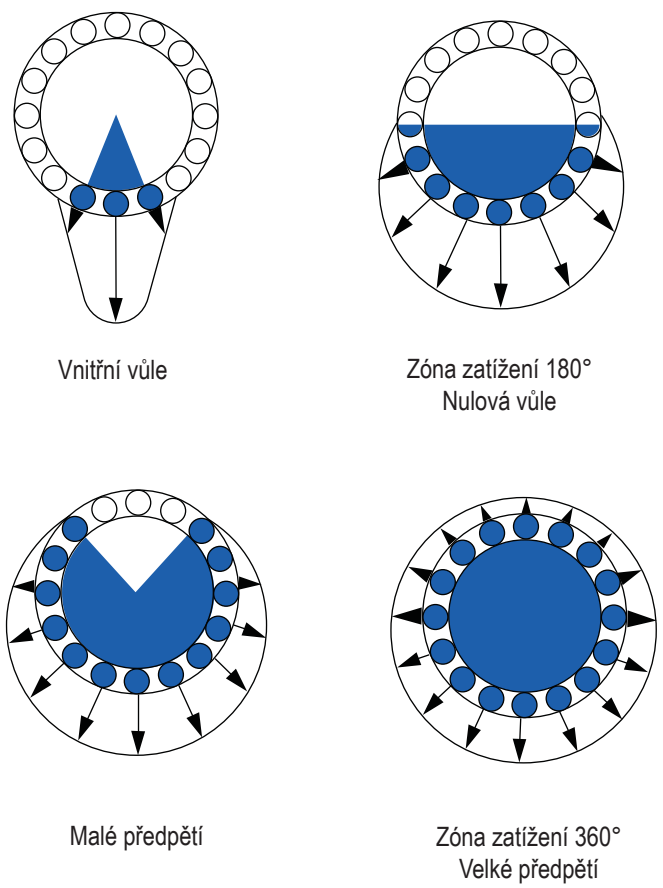
Úložné plochy pro tato ložiska musí být souosé, s velmi malými odchylkami, protože naklopitelnost kroužků je velmi malá.
- při malém zatížení (Fr < 0,1Cor) 1' až 1,5'
- při velkém zatížení (Fr ≥ 0,1Cor) 2' až 4'

Radiální ekvivalentní dynamické zatížení

Jestli je hřídel uložen ve dvou jednořadých kuželíkových ložiskách, vzniká při radiálním zatížení vnitřní axiální síla. Axiální zatížení jednoho ložiska je závislé od zatížení a stykového úhlu druhého ložiska. S těmito vnitřními sílami je potřebné uvažovat při výpočte společně s působícími vnějšími sílami. V tabulce jsou uvedeny vztahy pro různé uspořádaní ložisek při působení vnější axiální síly Ka, radiální síly FrA resp. FrB, zatěžující ložisko A, resp. B. Radiální síly působí v průsečíku stykové čáry s osou ložiska a ve výpočtech se uvažují jako kladné i tehdy, když mají opačný směr jako na obrázku. Vypočítaná síla Fa se dosazuje do výpočtu radiálního ekvivalentního dynamického zatížení.

Pr = Fr	Fa / Fr ≤ e (kN)
Pr = 0,4 Fr + YFa	Fa / Fr > e (kN)

Za základní dynamickou radiální únosnost je považováno takové radiální zatížení, které může přenést ložisko se zónou zatížení 180°, viz obr. 6-18) . Radiální ekvivalentní dynamické zatížení je takové radiální zatížení, které musí být aplikováno na ložisko, aby se dosáhlo stejné životnosti jako při působení skutečného kombinovaného zatížení (axiálního a radiálního).



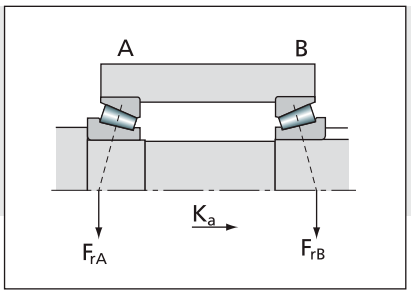
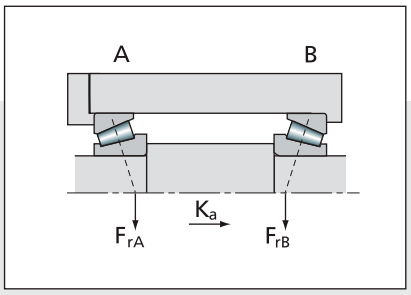
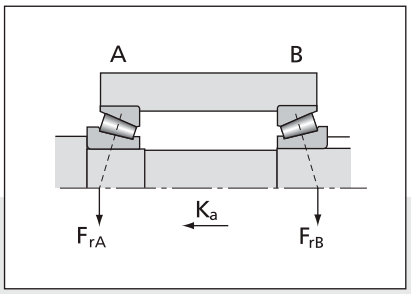
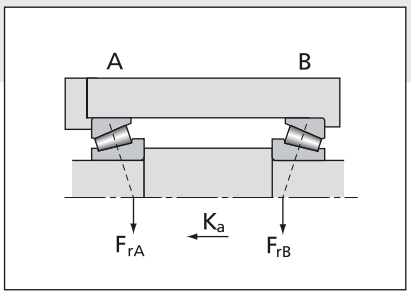
Obr. 6-18 Vliv zóny radiálního zatížení jako funkce vnitřní vůle nebo předpětí v ložiskové soustavě

Radiální ekvivalentní statické zatížení

Radiální ekvivalentní statické zatížení je statické radiální zatížení (bez otáčení nebo oscilace), které vyvolává stejné maximální napětí ve středu styku kuželíků jako skutečné kombinované zatížení (axiální a radiální). Uvedené rovnice udávají přibližnou hodnotu radiálního ekvivalentního statického zatížení při zóně zatížení 180° v jednom ložisku a 180° nebo více v protilehlém ložisku.

$$P_{or} = 0{,}5\,F_r + Y0\,F_a$$

AXIÁLNÍ ZATÍŽENÍ LOŽISEK PRO JEDNOTLIVÁ USPOŘÁDÁNÍ

Uspořádání ložisek	Silové poměry	Axiální zatížení ložisek	
		Ložisko A	Ložisko B
	$\frac{F_{rA}}{Y_A} \le \frac{F_{rB}}{Y_B}$ $K \ge 0$	$F_{aA} = F_{aB} + K_a$	$F_{aB} = \frac{0{,}5\,F_{rB}}{Y_B}$
	$\frac{F_{rA}}{Y_A} > \frac{F_{rB}}{Y_B}$ $K_a \ge 0{,}5 \cdot \left(\frac{F_{rA}}{Y_A} - \frac{F_{rB}}{Y_B}\right)$	$F_{aA} = F_{aB} + K_a$	$F_{aB} = \frac{0{,}5\,F_{rB}}{Y_B}$
	$\frac{F_{rA}}{Y_A} > \frac{F_{rB}}{Y_B}$ $K_a < 0{,}5 \cdot \left(\frac{F_{rA}}{Y_A} - \frac{F_{rB}}{Y_B}\right)$	$F_{aA} = \frac{0{,}5\,F_{rA}}{Y_A}$	$F_{aB} = F_{aA} - K_a$
	$\frac{F_{rA}}{Y_A} \ge \frac{F_{rB}}{Y_B}$ $K \ge 0$	$F_{aA} = \frac{0{,}5\,F_{rA}}{Y_A}$	$F_{aB} = F_{aA} + K_a$
	$\frac{F_{rA}}{Y_A} < \frac{F_{rB}}{Y_B}$ $K_a \ge 0{,}5 \cdot \left(\frac{F_{rB}}{Y_B} - \frac{F_{rA}}{Y_A}\right)$	$F_{aA} = \frac{0{,}5\,F_{rA}}{Y_A}$	$F_{aB} = F_{aA} + K_a$
	$\frac{F_{rA}}{Y_A} < \frac{F_{rB}}{Y_B}$ $K_a < 0{,}5 \cdot \left(\frac{F_{rB}}{Y_B} - \frac{F_{rA}}{Y_A}\right)$	$F_{aA} = F_{aB} - K_a$	$F_{aB} = \frac{0{,}5\,F_{rB}}{Y_B}$

Obr. 6-19 Axiální zatížení ložisek pro jednotlivá uspořádání

Symboly veličin a jejich význam

d - jmenovitý průměr díry
Δ_{dmp} - úchylka středního průměru válcové díry v jednotlivé radiální rovině
V_{dp} - rozptyl jednotlivého průměru díry v jednotlivé radiální rovině
V_{dmp} - rozptyl středního průměru válcové díry
K_{ia} - radiální házení vnitřního kroužku smontovaného ložiska
S_d - axiální házení základního čela vnitřního kroužku k díře
D - jmenovitý vnější průměr
Δ_{Dmp} - úchylka středního vnějšího průměru v jednotlivé radiální rovině
V_{Dp} - rozptyl jednotlivého vnějšího průměru v jednotlivé radiální rovině
V_{Dmp} - rozptyl středního vnějšího průměru
K_{ea} - radiální házení vnejšího kroužku smontovaného ložiska
S_D - rozptyl sklonu válcového povrchu vnějšího kroužku k základnímu čelu
B - jmenovitá šířka vnitřního kroužku
Δ_{Bs} - úchylka jednotlivé šířky vnitřního kroužku
V_{Bs} - rozptyl jednotlivé šířky vnitřního kroužku
C - jmenovitá šířka vnějšího kroužku
Δ_{Cs} - úchylka jednotlivé šířky vnějšího kroužku
V_{Cs} - rozptyl jednotlivé šířky vnějšího kroužku
T - jmenovitá celková šířka kuželíkového ložiska
Δ_{Ts} - úchylka jednotlivé celkové šířky kuželíkového ložisek

Přesnost rozměrů a chodu kuželíkových ložisek

Stupeň přesnosti P0

Vnitřní kroužek (Cone) a celková šířka ložiska

d		Δ_{dmp}		V_{dp}	V_{dmp}	K_{ia}	Δ_{Bs}		Δ_{Ts}	
nad	do	max	min	max	max	max	max	min	max	min
mm		μm								
10	18	0	-12	12	9	15	0	-120	+200	0
18	30	0	-12	12	9	18	0	-120	+200	0
30	50	0	-12	12	9	20	0	-120	+200	0
50	80	0	-15	15	11	25	0	-150	+200	0
80	120	0	-20	20	15	30	0	-200	+200	-200
120	180	0	-25	25	19	35	0	-250	+350	-250

Vnější kroužek

D		Δ_{Dmp}		V_{Dp}	V_{Dmp}	K_{ea}	Δ_{Cs}
nad	do	max	min	max	max	max	
mm		μm					
18	30	0	-12	12	9	18	Je stejné jako Δ_{Bs} vnitřního kroužku toho samého ložiska
30	50	0	-14	14	11	20	
50	80	0	-16	16	12	25	
80	120	0	-18	18	14	35	
120	150	0	-20	20	15	40	
150	180	0	-25	25	19	45	
180	250	0	-30	30	23	50	
250	315	0	-35	35	26	60	

Přesnost rozměrů a chodu kuželíkových ložisek

Stupeň přesnosti P5

Vnitřní kroužek (Cone) a celková šířka ložiska

d nad	d do	Δ_{dmp} max	Δ_{dmp} min	V_{dp} max	V_{dmp} max	K_{ia} max	S_d max	Δ_{Bs} max	Δ_{Ts} min	Δ_{Ts} max	Δ_{Ts} min
mm		µm									
10	18	0	-7	5	5	5	7	0	-200	200	-200
18	30	0	-8	6	5	5	8	0	-200	200	-200
30	50	0	-10	8	5	6	8	0	-240	200	-200
50	80	0	-12	9	6	7	8	0	-300	200	-200
80	120	0	-15	11	8	8	9	0	-400	200	-200
120	180	0	-18	14	9	11	10	0	-500	350	-250

Vnější kroužek

D nad	D do	Δ_{Dmp} max	Δ_{Dmp} min	V_{Dp} max	V_{Dmp} max	K_{ea} max	S_D max	Δ_{Cs}
mm		µm						
18	30	0	-8	6	5	6	8	Je stejné jako Δ_{Bs} vnitřního kroužku toho samého ložiska
30	50	0	-9	7	5	7	8	
50	80	0	-11	8	6	8	8	
80	120	0	-13	10	7	10	9	
120	150	0	-15	11	8	11	10	
150	180	0	-18	14	9	13	10	
180	250	0	-20	15	10	15	11	
250	315	0	-25	19	13	18	13	

Uložení ložisek

Konstrukce kuželíkových ložisek umožňuje nastavení ložiska(vůli nebo předpětí) během montáže bez ohledu na uložení vnitřního a vnějšího kroužku na hřídeli a ve skříni. Nastavení je optimalizováno podle požadavků na chod ložiska. Výběr způsobu uložení závisí hlavně na následujících parametrech:

- třída přesnosti ložiska
- zatížení kroužku ložiska (obvodové nebo bodové)
- typ uspořádaní
- typ a směr zatížení (rovnoměrné / proměnlivé otáčení)
- zvláštní pracovní podmínky (rázy, vibrace, přetížení nebo vysoké otáčky)
- způsob obrobení dosedacích ploch
- průřez a materiál hřídele a skříně
- podmínky montáže a seřízení

Obecným pravidlem je, že obvodově zatížené kroužky jsou uloženy s přesahem, nebo s vůlí v závislosti na požadavcích konstrukce nebo montážních podmínkách.

Montáž kuželíkových ložisek

Prostředí

Pro dosažení maximální trvanlivosti kuželíkového ložiska je podstatné udržování čistoty během jeho montáže. Ložiska v přepravných obalech jsou chráněna prostředkem proti korozi. Tento prostředek nepostačuje ke správnému mazání ložiska, avšak kompatibilní s většinou maziv, a proto nemusí být ve většině případů při montáži odstraněn.

Uložení

Ke správnému uložení vnitřních a vnějších kroužků na hřídelích nebo ve skříních je třeba používat odpovídající nářadí, aby se předešlo poškození. Je třeba se vyvarovat přímým úderům na kroužek.

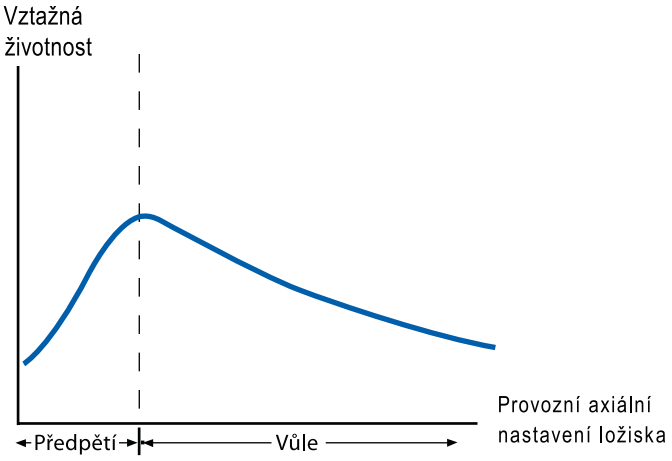
V některých případech musí být kroužky ložiska ohřáty nebo ochlazeny pro usnadnění montáže. Nesmí však být překročena teplota +120°C (u přesných ložisek +70°C). Při ochlazování vnějšího kroužku nesmí být překročena teplota -54 °C (u přesných ložisek -30°C)

Zajištění axiálního ustavení a souososti ložiska a jeho přilehlých částí za všech podmínek zatížení a provozu zabezpečují opěry vnějšího nebo vnitřního kroužku. Pro dosažení maximální trvanlivosti kuželíkového ložiska je nezbytné, aby byl každý kroužek opatřen opěrou s odpovídajícím průměrem kolmou k ose ložiska.Tato opěra musí mít dostatečný průřez a provedení, aby vydržela axiální pohyb způsobený rázy nebo deformací. V případe volného uložení musí být rovněž odolná proti opotřebení v místě styku s ložiskem. Tyto kroužky by neměli být používány tam, kde by jejich montáž nebo demontáž mohly způsobit poškození klece ložiska.Běžnou a nejčastěji používanou metodou zajištění je osazení na hřídeli nebo ve skříni. V některých aplikacích se používá buď opěrný kroužek mezi vnitřním kroužkem a osazením hřídele, nebo pojistný kroužek. V případe použití pojistného kroužku pro axiální zajištění ložiska je vhodnější použít pro montáž kroužku s přesahem. Vnější kroužek používaný pro nastavení ložiska při montáži "X" je obvykle ustavený do polohy pomocí víka se středícím nákružkem nebo ve víku se zalisovaným vnějším kroužkem. Nastavení ložiska při montáži "O" může být dosaženo pojistnou maticí, nebo pojistnou maticí a kalenou podložkou s jazýčkem, maticí s pojistným nákružkem nebo opěrnou deskou.

Tam, kde nastavení ložisek uložených s vůlí vyžaduje použití podložky mezi kroužkem ložiska a povrchem opěry, je třeba zajistit dokonalé axiální sevření.

Nastavení

Nastavení ložisek je definováno jako určitá velikost vůle nebo předpětí. Výhodou kuželíkových ložisek je možnost jejich nastavení během montáže. Ve většině aplikací mohou být nastaveny tak, aby bylo dosaženo optimálního výkonu, (viz. obr. 6-20). Aby bylo dosaženo požadovaného nastavení, u kuželíkových ložisek může být jeden kroužek vůči druhému axiálně posunut.



Obr. 6-20 Závislost mezi nastavením ložiska a únavovou životností

Podmínky nastavení ložisek v sestavě jsou definovány jako:

Vůle - Axiální vůle mezi kuželky a oběžnými drahami umožňující měřitelný axiální posuv hřídele při působení malé axiální síly. Tento posuv se měří střídavým zatlačováním a vytahováním hřídele při jeho oscilaci nebo rotaci.

Předpětí - Axiální přesah mezi kuželky a oběžnými drahami, při kterém není axiální posuv hřídele měřitelný zatlačováním a vytahováním hřídele při jeho oscilaci nebo rotaci.

Přímkový styk - Nulové nastavení je přechodný bod mezi vůlí a předpětím.

Nastavení získané během montáže, před uvedením zařízení do provozu, je označováno jako **nastavení montážní nebo nastavení zastudena** (při okolní teplotě). Montážní nastavení ložiska potřebné k získání optimálního provozního nastavění se liší podle typu aplikace. Aby bylo dosaženo této hodnoty, je třeba brát při nastavení ložiska v úvahu deformaci při zatížení (radiální a axiální) stejně jako tepelnou roztažnost a použitý materiál. Často však není známý přesný vliv okolního prostředí na provozní nastavení ložiska, a proto musí být proveden odborný odhad.

Nastavení ložiska během provozu je označováno jako **provozní nastavení** a je výsledkem změn montážního nastavení způsobených tepelnou roztažností a deformací vlivem zatížení. Pro dosažení maximální životnosti ložiska je většinou nejvhodnější provozní nastavení okolo nuly (obr. 6-20). Proto je většina ložisek při montáži nastavena s vůlí, která se při dosažení stabilizované provozní teploty zmenší a nastavení se co možná nejvíce přiblíží požadované nule.

Mazání ložisek

Správné mazání zásadním způsobem ovlivňuje fungování každého ložiska a jeho nezbytnou podmínkou je výběr adekvátního typu maziva, jeho optimální množství a správná aplikace do ložiska. Mazivo má tři základní funkce:

- oddělit kontaktní plochy a omezit tření
- odvádět teplo (při mazání olejem)
- chránit před korozí a při mazání plastickými mazivy rovněž před vniknutím nečistot

Na tyto funkce má vliv mazání a tloušťka mazivového filmu na oběžné dráze a v místě styku čela kuželíku s nákružkem. Vytváření mazivového filmu mezi kontaktními plochami ložiska se nazývá elastohydrodynamický mechanizmus mazání. Tloušťka mazivového filmu mezi kontaktními plochami může mít vliv na výkon ložiska. Tyto tenké filmy nejsou často o mnoho silnější než výška drsnosti povrchu. Tloušťka vytvářeného filmu závisí na následujících provozních podmínkách:

- rychlostí otáčení
- zatížení
- viskozitě maziva
- závislosti mezi tlakem a viskozitou

Výběr správného maziva pro každou aplikaci vyžaduje pečlivou analýzu očekávaných provozních podmínek a podmínek prostředí.

Mazání plastickým mazivem

Mazání plastickým mazivem je nejjednodušším způsobem mazání pro každou ložiskovou aplikaci. Plastická maziva jsou vyráběna z minerálního oleje se specifickou viskozitou zahuštěného na požadovanou konzistenci určitým druhem kovového mýdla, jako např. sodným, vápenným, lithným, komplexním vápenným nebo komplexním hlinitým.
Vápenná maziva jsou dobře odolná proti vodě, ale jejich použitelnost je omezena teplotou do 65°C. Sodná maziva mají obvykle dobrou stabilitu a jsou vhodná i pro vyšší teploty, ale absorbují vodu, takže nemohou být použita ve vlhkém prostředí. Lithná, vápenná komplexní a hlinitá komplexní maziva obvykle kombinují vyšší tepelnou odolnost a stabilitu sodných maziv s odolností vápenných maziv proti vodě. Tato maziva jsou často označována jako "víceúčelová", protože spojují dvě nejdůležitější výhody maziva v jednom produktu.

• Způsob plnění

Pokud je zvoleno mazání plastickým mazivem, je třeba se při jeho aplikaci ujistit, že vyplňuje prostor mezi kuželky a klecí. Jestliže je ložisko plněno ručně, pak je nutné vtlačovat do něho mazivo pod klecí směrem od širokého čela k úzkému, aby bylo dosaženo správného rozložení maziva v ložisku.
Ložisko kompletně naplněné mazivem se samo zbaví jeho přebytku v momentě, kdy se začne otáčet. Pokud není učiněno žádné opatření umožňující vývod maziva z dutiny ložiska, pak dochází vlivem pumpování při vysokých otáčkách k nadměrnému vyvíjení tepla. Při první montáži je vhodné rozetřít mazivo na vnější kroužek. Prostor mezi klecí a vnitřním kroužkem by měl být zcela zaplněn. Někdy je vhodné použít pro udržení unikajícího maziva v okolí ložiska kroužky lisované z plechu.

• Požadované množství plastického maziva

Pro zajištění optimálního mazání je třeba naplnit ložisko požadovaným množstvím maziva, které je odvozeno od volného objemu ložiska.
V závislosti na typu aplikace bude toto množství přibližně:

- 2/3 volného objemu ložiska pro konvenční minerální maziva
- 1 /3 volného objemu ložiska pro syntetická maziva.

Při určení odpovídající hmotnosti maziva se počítá s přibližnou hustotou maziva 0,9 g/cm^{3}.
Pokud ložisko pracuje ve znečištěném prostředí a jeho rychlost je velmi nízká, doporučuje se, aby skříň, ve které je ložisko uloženo, byla kompletně vyplněna mazivem. U vysokootáčkových aplikací způsobuje přemazání vyvíjení nadměrného tepla, což může vést k degradaci maziva a k poškození ložiska.

• Cyklus domazávání

Provozní teplota a účinnost těsnění jsou dva základní faktory určující cyklus domazávání u každé aplikace. Je zřejmé, že netěsnosti budou vyžadovat časté domazávání, a proto je třeba učinit všechna opatření pro udržování maximální účinnosti těsnění. Všeobecně platí, že čím vyšší je provozní teplota, tím rychleji dochází k oxidaci maziva, a že životnost maziva se sníží přibližně o polovinu při každém zvýšení teploty o 10°C. Proto čím vyšší je provozní teplota, tím častěji musí být doplňováno mazivo. Zvláštní ohled je třeba brát na aplikace vystavené extrémním otáčkám, teplotě, zatížen nebe podmínkám prostředí. Ve většině případů je frekvence domazávání stanovena na základě zkušeností s danou aplikací.

Mazání olejem

Komerčně dostupné mazací oleje se používají v automobilovém průmyslu, ve všeobecném strojírenství, v letectví a dalších oblastech. Typy olejů se dělí na minerální, získávané rafinací ropy, a syntetické vyráběné chemickou syntézou. Výběr správného oleje pro každou ložiskovou aplikaci se provádí na základě fyzikálních a chemickým vlastností olejů.
Výběr viskozity oleje pro každou ložiskovou aplikaci vyžaduje posouzení různých faktorů, jako je zatížení, otáčky, nastavení ložiska, typ oleje a faktory prostředí. Jelikož se viskozita mění nepřímo úměrně s teplotou, musí být hodnota viskozity udávána vždy zároveň s teplotou, při které byla určena. Oleje s vysokou viskozitou jsou používány pro aplikace s nízkými otáčkami nebo vysokou teplotou prostředí. Oleje s nízkou viskozitou jsou vhodné pro aplikace s vysokými otáčkami nebo nízkou teplotou prostředí.
Jednou z největších výhod mazání olejem je skutečnost, že vyvíjené teplo je odváděno cirkulujícím olejem z ložiska a skříní ze systému. Kuželíkové ložisko má přirozenou tendenci pumpovat olej směrem od úzkého čela kuželku k širokému čelu. Pro dosažení maximálního průtoku oleje a odvodu tepla by měl být přívod oleje na straně úzkých čel kuželíků.
V průmyslu jsou běžně používány tři následující způsoby mazání olejem:

• Mazání olejovou lázní

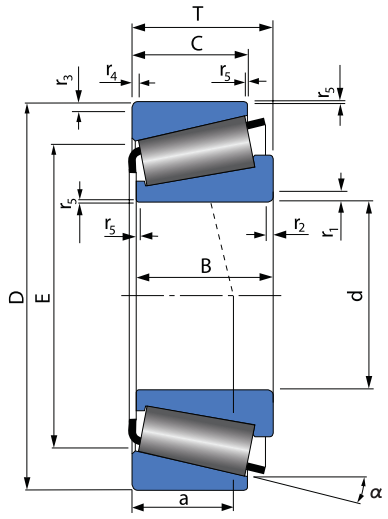
Mazání olejovou lázní, při kterém je ložisko částečně ponořeno ve statickém zásobníku oleje, je nejjednodušším způsobem mazání olejem. Tento způsob mazání, vzhledem na omezenou schopnost přenášení tepla, je obvykle používán pouze pro aplikace s nízkými a středními otáčkami. Pro udržení požadované hladiny oleje je důležité správné utěsnění. Ke kontrole hladiny oleje se často používají optické měrky.

• Mazání s nuceným oběhem oleje

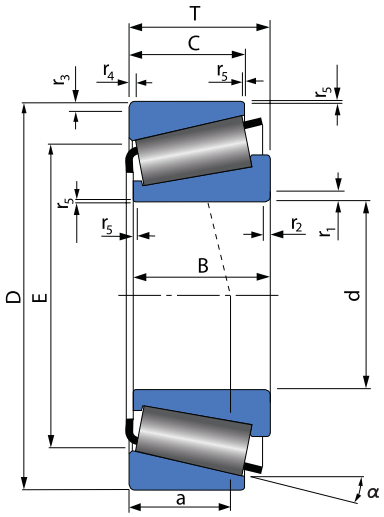
Způsob mazání s nuceným oběhem oleje je komplikovanější než mazání olejovou lázní. V typickém systému je olej čerpán z centrálního zásobníku ke každému ložisku. Olej je do ložiska zaváděn ze strany úzkého čela a odváděn na straně širokého čela. Tím se využívá přirozený čerpací účinek kuželíkových ložisek. Cirkulující olej zajišťuje nepřetržitý, regulovaný tok oleje, jehož výhodou je maximální odvádění tepla a odplavování nečistot nebo úlomků, které mohou způsobit opotřebení ložiska. Součástí oběhového systému mohou být výměníky tepla pro sníženi teploty oleje a prodloužení jeho životnosti. Pro odstraňování úlomků způsobujících opotřebení ložiska mohou být použity filtry. Systémy mazání oběhem jsou výhodné zejména pro vysoce výkonné ložiskové aplikace, vyžadující především odvádění tepla a dlouhou životnost oleje.
U aplikací s vyššími otáčkami se používají systémy mazání s nuceným oběhem a vstřikováním oleje. Vstřikovací trysky jsou umístěny tak, aby směrovaly olej do prostoru mezi klecí a vnitřním kroužkem ze strany úzkého čela kuželíků. Pro dosažení maximální účinnosti chlazení mohou být ústí trysek rozmístěny i po obvodu ložiska, aby vstřikovaly olej ze strany úzkého (někdy širokého] čela kuželíků.

• Mazání olejovou mlhou

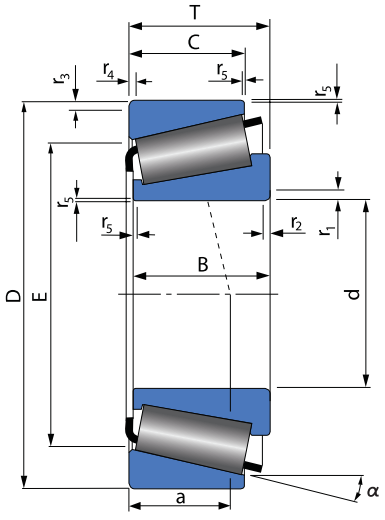
V systémech mazání olejovou mlhou jsou velmi drobné kapičky oleje rozptylovány pomocí proudu vzduchu s nízkou rychlostí a nízkým tlakem. Olejové kapičky jsou v ložisku zkapalněny pomocí zahušťovacích trysek a/nebo nárazem na rychle se otáčející části ložiska. Olejová mlha má minimální chladící schopnost, protože rychlost proudícího vzduchu a měrné teplo vzduchu jsou nízké. Přesto však může být tento systém používán pro vysoce výkonné ložiskové aplikace, protože množství vyvíjeného tepla je v nich minimalizováno.



Rozměry *Dimension*									Základní únosnost *Basic Load raiting*		Mezní frekvence otáčení pro mazání *Limiting Speed for Lubrication with*		Hmotnost *Weight*	Označení ložiska *Bearing Designation*	
d	D	B	C	T	r_{1s} min	r_{2s} min	r_{3s} min	a	dyn. C_r	stat. C_{0r}	tukem *Grease*	olejem *Oil*			
				mm					kN		min^{-1}		kg	STN	ISO
17	40	12	11,0	13,25	1,0	1,0	0,3	10	19,0	18,6	13 000	18 000	0,10	30203A	T2DB017
	47	14	12,0	15,25	1,0	1,0	0,3	11	25,1	22,8	10 000	13 000	0,14	30303A	T2FB017
20	47	14	12,0	15,25	1,0	1,0	0,3	11	25,1	26,1	8 900	12 000	0,14	30204A	T2DB020
	52	15	13,0	16,25	1,5	1,5	0,6	11	30,4	29,9	8 400	11 000	0,18	30304A	T2FB020
	42	15	12,0	15,00	0,6	0,6	0,3	10	22,8	29,0	9 000	13 000	0,10	32004AX	T3CC020
	52	21	18,0	22,25	1,5	1,5	0,6	13	43,8	45,5	8 400	11 000	0,27	32304A	T2FD020
25	52	15	13,0	16,25	1,0	1,0	0,3	12	29,9	33,5	7 500	10 000	0,17	30205A	T3CC025
	62	17	15,0	18,25	1,5	1,5	0,6	13	43,8	42,1	6 900	9 200	0,29	30305A	T2FB025
	62	17	13,0	18,25	1,5	1,5	0,6	20	36,2	39,1	6 700	8 900	0,27	31305A	T7FB025
	47	15	11,5	15,00	0,6	0,6	0,3	12	24,2	28,7	8 400	11 000	0,12	32005AX	T4CC025
	52	18	15,0	19,25	1,0	1,0	0,3	16	35,8	44,0	9 500	13 000	0,19	32205A	T2CD025
	62	24	20,0	25,25	1,5	1,5	0,6	15	57,3	60,7	6 700	8 900	0,40	32305A	T2FD025
	52	22	18,0	22,00	1,0	1,0	0,6	14	54,0	56,0	10 000	13 000	0,23	33205A	T2DE025
30	62	16	14,0	17,25	1,0	1,0	0,3	14	39,3	42,8	6 500	8 700	0,25	30206A	T3DB030
	72	19	16,0	20,75	1,5	1,5	0,6	15	53,1	53,1	5 600	7 500	0,43	30306A	T2FB030
	72	19	14,0	20,75	1,5	1,5	0,6	23	46,4	50,1	5 300	7 100	0,39	31306A	T7FB030
	55	17	13,0	17,00	1,0	1,0	0,3	13	35,5	43,8	7 100	9 400	0,18	32006AX	T4CC030
	62	20	17,0	21,25	1,0	1,0	0,3	15	50,1	59,6	6 700	8 900	0,32	32206A	T3DC030
	72	27	23,0	28,75	1,5	1,5	0,6	20	76,4	85,8	5 600	7 500	0,63	32306A	T2FD030
35	72	17	15,0	18,25	1,5	1,5	0,6	15	46,4	51,1	5 300	7 100	0,36	30207A	T3DB035
	80	21	18,0	22,75	2,0	1,5	0,6	16	65,6	69,4	5 000	6 700	0,55	30307A	T2FB035
	80	21	15,0	22,75	2,0	1,5	0,6	26	57,3	63,1	4 700	6 300	0,52	31307A	T7FB035
	62	18	14,0	18,00	1,0	1,0	0,3	15	43,0	53,1	6 300	8 400	0,24	32007AX	T4CC035
	72	23	19,0	24,25	1,5	1,5	0,6	17	64,3	76,4	5 300	7 100	0,48	32207A	T3DC035
	80	31	25,0	32,75	2,0	1,5	0,6	20	94,4	110,0	4 700	6 300	0,83	32307A	T2FE035
	72	28	22,0	28,00	1,5	1,5	0,6	18	84,2	106,0	6 300	9 500	0,56	33207A	T2DE035
40	80	18	16,0	19,75	1,5	1,5	0,6	17	55,2	60,7	4 700	6 300	0,45	30208A	T3DB040
	90	23	20,0	25,25	2,0	1,5	0,6	18	84,3	93,2	4 500	6 000	0,77	30308A	T2FB040
	90	23	17,0	25,25	2,0	1,5	0,6	29	76,4	85,8	4 000	5 300	0,78	31308A	T7FB 040
	68	19	14,5	19,00	1,0	1,0	0,3	15	48,2	64,3	5 300	7 100	0,29	32008AX	T3CD040
	80	23	19,0	24,75	1,5	1,5	0,6	18	70,8	85,5	4 700	6 300	0,59	32208A	T3DC040
	90	33	27,0	35,25	2,0	1,5	0,6	22	114,0	141,0	4 200	5 600	1,12	32308A	T2FD040
	90	33	27,0	35,25	2,0	1,5	0,6	27	104,2	136,6	4 100	5 400	1,12	32308BA	T5FD040
	80	32	25,0	32,00	1,5	1,5	0,6	21	105,0	132,0	5 600	8 500	0,77	33208A	T2DE040
45	85	19	16,0	20,75	1,5	1,5	0,6	18	61,9	70,8	4 500	6 000	0,53	30209A	T3DB045
	100	25	22,0	27,25	2,0	1,5	0,6	21	107,0	118,0	4 000	5 300	1,04	30309A	T2FB045
	100	25	18,0	27,25	2,0	1,5	0,6	32	92,6	104,0	3 800	5 000	1,03	31309A	T7FB045
	75	20	15,5	20,00	1,0	1,0	0,3	17	57,3	79,4	4 700	6 300	0,36	32009AX	T3CC045
	85	23	19,0	24,75	1,5	1,5	0,6	20	73,6	90,9	4 500	6 000	0,64	32209A	T3DC045
	100	36	30,0	38,25	2,0	1,5	0,6	25	144,0	181,0	3 800	5 000	1,53	32309A	T2FD045
	85	32	25,0	32,00	1,5	1,5	0,6	22	108,0	143,0	5 300	7 500	0,82	33209A	T3DE045



Rozměry *Dimension*									Základní únosnost *Basic Load raiting*		Mezní frekvence otáčení pro mazání *Limiting Speed for Lubrication with*		Hmotnost *Weight*	Označení ložiska *Bearing Designation*	
d	D	B	C	T	r_{1s} min	r_{2s} min	r_{3s} min	a	dyn. C_r	stat. C_{0r}	tukem *Grease*	olejem *Oil*			
mm									kN		min^{-1}		kg	STN	ISO
50	90	20	17,0	21,75	1,5	1,5	0,6	20	70,8	87,4	4 200	5 600	0,60	30210A	T3DB050
	110	27	23,0	29,25	2,5	2,0	0,6	23	121,0	141,0	3 800	5 000	1,32	30310A	T2FB050
	110	27	19,0	29,25	2,5	2,0	0,6	35	102,0	114,0	3 300	4 500	1,29	31310A	T7FB050
	80	20	15,5	20,00	1,0	1,0	0,3	18	59,6	87,4	4500	6000	0,40	32010AX	T3CC050
	90	23	19,0	24,75	1,5	1,5	0,6	21	81,0	102,0	4 200	5 600	0,67	32210A	T3DC050
	110	40	33,0	42,25	2,5	2,0	0,6	27	174,0	224,0	3 300	4 500	2,01	32310A	T2FD050
	110	40	33,0	42,25	2,5	2,0	0,6	33	156,0	212,0	3 200	4 400	1,80	32310BA	T5FD050
	90	32	24,5	32,00	1,5	1,5	0,6	23	114,0	160,0	5000	7000	0,90	33210A	T3DE050
55	100	21	18,0	22,75	2,0	1,5	0,6	21	81,0	96,2	3 800	5 000	0,97	30211A	T3DB055
	12	29	25,0	31,50	2,5	2,0	0,6	25	136,0	162,0	3 300	4 500	1,71	30311A	T2FB055
	120	29	21,0	31,50	2,5	2,0	0,6	38	117,0	136,0	3000	4000	1,63	31311A	T7FB055
	90	23	17,5	23,00	1,5	1,5	0,6	20	76,4	108,0	4000	5300	0,59	32011AX	T3CC055
	100	25	21,0	26,75	2,0	1,5	0,6	22	102,0	128,0	3 800	5 000	0,92	32211A	T3DC055
	120	43	35,0	45,50	2,5	2,0	0,6	29	200,0	256,0	3 300	4 500	2,5	32311A	T2FD055
60	110	22	19,0	23,75	2,0	1,5	0,6	22	94,4	117,0	3 300	4 500	0,88	30212A	T3EB060
	130	31	26,0	33,50	3,0	2,5	1,0	26	162,0	188,0	3 000	4 000	2,09	30312A	T2FB060
	130	31	22,0	33,50	3,0	2,5	1,0	41	136,0	158,0	2800	3800	2,03	31312A	T7FB060
	95	23	17,5	23,00	1,5	1,5	0,6	21	81,0	119,0	3 800	5 000	0,63	32012AX	T4CC060
	110	28	24,0	29,75	2,0	1,5	0,6	25	126,0	162,0	3 300	4 500	1,27	32212A	T3EC060
	130	46	37,0	48,50	3,0	2,5	1,0	31	228,0	299,0	2 800	3 800	3,07	32312A	T2FD060
	130	46	37,0	48,50	3,0	2,5	1,0	39	200,0	293,0	2 500	3 300	3,16	32312B	T5FD060
65	120	23	20,0	24,75	2,0	1,5	0,6	24	112,0	136,0	3 000	4 000	1,23	30213A	T3EB065
	140	33	28,0	36,00	3,0	2,5	1,0	28	185,0	220,0	2 800	3 800	2,55	30313A	T2GB065
	140	33	23,0	36,00	3,0	2,5	1,0	44	150,0	178,0	2 800	3 800	2,45	31313A	T7GB065
	100	23	17,5	23,00	1,5	1,5	0,6	23	81,0	123,0	3 300	4 500	0,68	32013AX	T4CC065
	120	31	27,0	32,75	2,0	1,5	0,6	28	150,0	200,0	3 000	4 000	1,66	32213A	T3EC065
	140	48	39,0	51,00	3,0	2,5	1,0	33	261,0	331,0	2 800	3 800	3,77	32313A	T2GD065
	120	41	32,0	41,00	2,0	1,5	0,6	30	191,0	267,0	3 000	4 000	2,06	33213A	T3EE065
70	125	24	21,0	26,25	2,0	1,5	0,6	26	121,0	153,0	3 000	4 000	1,37	30214A	T3EB070
	150	35	30,0	38,00	3,0	2,5	1,0	30	211,0	251,0	2 700	3 500	3,07	30314A	T2GB070
	150	35	25,0	38,00	3,0	2,5	1,0	47	178,0	211,0	2 700	3 500	3,01	31314A	T7GB070
	110	25	19,0	25,00	1,5	1,5	0,6	24	98,1	147,0	3 300	4 500	0,89	32014AX	T4CC070
	125	31	27,0	33,50	2,0	1,5	0,6	29	155,0	203,0	2800	3800	1,73	32214A	T3EC070
	150	51	42,0	54,00	3,0	2,5	1,0	36	293,0	398,0	2 700	3 500	4,55	32314A	T2GD070
75	130	25	22,0	27,25	2,0	1,5	0,6	28	128,0	165,0	2 800	3 800	1,47	30215A	T4DB075
	160	37	31,0	40,00	3,0	2,5	1,0	32	242,0	287,0	2 500	3 300	3,72	30315A	T2GB075
	160	37	26,0	40,00	3,0	2,5	1,0	48	209,0	245,0	2800	4300	3,50	31315A	T7GB075
	115	25	19,0	25,00	1,5	1,5	0,6	25	104,0	158,0	3 000	4 000	0,96	32015AX	T4CC075
	130	31	27,0	33,25	2,0	1,5	0,6	30	162,0	220,0	2 800	3 800	1,82	32215A	T4DC075
	160	55	45,0	58,00	3,0	2,5	1,0	38	341,0	464,0	2400	3200	5,62	32315A	T2GD075
	130	41	31,0	41,00	2,0	1,5	0,6	32	196,0	299,0	2 800	3 800	2,30	33215A	T3EE075
80	140	26	22,0	28,25	2,5	2,0	0,6	29	144,0	178,0	2 800	3 800	1,75	30216A	T3EB080



Rozměry *Dimension*									Základní únosnost *Basic Load raiting* dyn.	stat.	Mezní frekvence otáčení pro mazání *Limiting Speed for Lubrication with* tukem *Grease*	olejem *Oil*	Hmotnost *Weight*	Označení ložiska *Bearing Designation*	
d	D	B	C	T	r_{1s} min	r_{2s} min	r_{3s} min	a	C_r	C_{0r}					
				mm					kN		min^{-1}		kg	STN	ISO
80	170	39	33,0	42,50	3,0	2,5	0,6	33	270,0	320,0	3 000	4 300	4,10	30316A	T2GB080
	125	29	22,0	29,00	1,5	1,5	0,6	27	131,0	207,0	2 800	3 800	1,32	32016AX	T3CC080
	140	33	28,0	35,25	2,5	2,0	0,6	32	181,0	251,0	2 800	3 800	2,29	32216A	T3EC080
	170	58	48,0	61,50	3,0	2,5	0,6	41	380,0	500,0	3000	4300	6,20	32316A	T2GD080
	140	46	35,0	46,00	2,5	2,0	0,6	35	251,0	375,0	3200	4500	2,93	33216A	T3EE080
85	150	28	24,0	30,50	2,5	2,0	0,6	30	181,0	207,0	2 700	3 500	2,14	30217A	T3EB085
	180	41	34,0	44,50	4,0	3,0	0,6	35	303,0	365,0	2800	4000	4,85	30317A	T2GB085
	130	29	22,0	29,00	1,5	1,5	0,6	28	136,0	215,0	2 800	3 800	1,41	32017AX	T4CC085
	150	36	30,0	38,50	2,5	2,0	0,6	34	212,4	290,2	2 400	3 300	2,85	32217A	T3EC085
	180	60	49,0	63,50	4,0	3,0	0,6	42	402,0	530,0	2800	4000	6,85	32317A	T2GD085
	130	36	29,5	36,00	1,5	1,5	0,6	26	195,0	319,0	3000	4000	1,75	33017A	T2CE085
	150	49	37,0	49,00	2,5	2,0	0,6	37	278,0	418,0	2 200	3 200	3,69	33217A	T3EE085
90	160	30	26,0	32,50	2,5	2,0	0,6	31	185,0	242,0	2 400	3 200	2,71	30218A	T3FB090
	190	43	36,0	46,50	4,0	3,0	0,6	36	330,0	400,0	2600	4000	5,65	30318A	T2GB090
	140	32	24,0	32,00	2,0	1,5	0,6	30	150,0	228,0	2 700	3 500	1,78	32018AX	T3CC090
	160	40	34,0	42,50	2,5	2,0	0,6	37	251,0	355,0	2 400	3 200	3,60	32218A	T3FC090
	190	64	53,0	67,50	4,0	3,0	1,0	44	457,0	610,0	2600	4000	8,40	32318A	T2GD090
95	170	32	27,0	34,50	3,0	2,5	1,0	33	214,0	272,0	2 000	2 900	3,16	30219A	T3FB095
	145	32	24,0	32,00	2,0	1,5	0,6	31	174,0	280,0	2 700	3 500	1,87	32019AX	T4CC095
	170	43	37,0	45,50	3,0	2,5	1,0	38	310,0	437,0	2 700	3 500	4,32	32219A	T3FC095
100	180	34	29,0	37,00	3,0	2,5	1,0	37	266,0	346,0	2 500	3 300	3,81	30220A	T3FB100
	150	32	24,0	32,00	2,0	1,5	0,6	33	178,0	261,0	2 800	3 800	1,94	32020AX	T4CC100
	180	46	39,0	49,00	3,0	2,5	1,0	41	348,0	496,0	2 500	3 300	5,21	32220A	T3FC100
	215	73	60,0	77,50	4,0	3,0	1,0	51	572,0	780,0	2200	3000	12,50	32320A	T2GD100
105	190	36	30,0	39,00	3,0	2,5	1,0	37	293,0	387,0	2400	3200	4,94	30221A	T3FB105
	160	35	26,0	35,00	2,5	2,0	0,6	35	205,0	337,0	2600	3400	2,51	32021AX	T4DC105
	190	50	43,0	53,00	3,0	2,5	1,0	44	393,0	570,0	2400	3200	6,38	32221A	T3FC105
110	200	38	32,0	41,00	3,0	2,5	1,0	39	304,0	402,0	1 800	2 500	5,32	30222A	T3FB110
	170	38	29,0	38,00	2,5	2,0	0,6	37	246,0	390,0	2500	3300	3,09	32022AX	T4DC110
	200	53	46,0	56,00	3,0	2,5	1,0	46	433,0	630,0	2 200	3 000	7,56	32222A	T3FC110
120	215	40	34,0	43,50	3,0	2,5	1,0	43	339,0	452,0	1 600	2 200	6,33	30224A	T4FB120
	180	38	29,0	38,00	2,5	2,0	0,6	40	254,0	430,0	2 400	3 200	3,23	32024AX	T4DC120
	215	58	50,0	61,50	3,0	2,5	1,0	52	462,0	685,0	1600	2200	9,42	32224A	T4FD120
130	230	40	34,0	43,75	4,0	3,0	1,0	45	369,0	490,0	2000	2800	7,60	30226A	T4FB130
	200	45	34,0	45,00	2,5	2,0	0,6	43	330,0	560,0	2100	2800	5,25	32026AX	T4EC130
	230	64	54,0	67,75	4,0	3,0	0,6	56	550,0	830,0	2000	2800	11,50	32226A	T4FD130
140	210	45	34,0	45,00	2,5	2,0	0,6	46	335,0	580,0	1700	2200	5,26	32028AX	T4DC140