KLF-ZVL

Kuželíková ložiska jednořadá

Katalog
Catalogue

Single-Row Tapered Roller Bearings

C_TRB_10

Let´s Roll The World

KLF-ZVL

Kuželíková ložiska jednořadá

Single-Row Tapered Roller Bearings

Historie výroby KLF-ZVL ložisek

Výroba valivých ložisek byla zahájena ve Vlašimi v Blanických strojírnách v letech 1959-60 . Z podniku ZKL Brno byla převedena výroba kuželíkových ložisek ve všech standardních řadách 302, 303, 313, 320, 322 a 323 . Z podniku TOS Hostivař byla převzata výroba přesných dvouřadých válečkových ložisek řady NN 30 , kde se podnik stal jediným výrobcem tohoto sortimentu válečkových ložisek v ČSSR. Současně se zahájením prací na vytváření výrobní základny, byla utvořena skupina technických pracovníků pro zajišťování inovačních programů technologie a konstrukce výrobků. Působením činnosti skupiny , růstem její odbornosti a iniciativy pracovníků byla technicky a technologicky v krátké době zvládnuta produkce kuželíkových ložisek v rozsahu 34 typorozměrů v přesnostech P0, P6, P5 a speciálních provedeních. U válečkových ložisek se v první etapě podařilo zvládnout výrobu 25 typorozměrů v přesnostech P5, P4. V letech 1960 -1972 byly také v Blanických strojírnách vyráběny speciální druhy ložisek pro různá náročná uložení vysokootáčkových vřeten pro textilní stroje. V souvislosti s úspěšným rozvojem výroby ložisek pokračovaly i inovace na zavedeném sortimentu . Počínaje rokem 1974 podmínky v závode umožnily náběh výroby kuželíkových ložisek v provedení "E" a "B", což přineslo pro uživatele výhody ve zvýšení užitné hodnoty ložisek, hlavně ve zvýšené životnosti a dynamické únosnosti, a u provedení "B" pak možnost větší axiální zatížitelnosti ložisek a zlepšení funkce mazání. Inovace zaznamenala i válečková ložiska NN30, kde byla vyřešena možnost náhrady mosazných klecí, klecemi plastovými.

Po privatizaci společnosti v roce 1993 byla výroba ložisek převedena do společnosti s názvem
OMNIA - ROLL, spol. s r.o. a nadále pokračovala ve Vlašimi v výrobě zavedeného sortimentu ložisek a rozšiřování o speciální plnováleckova ložiska .

V roce 2006 vstoupil majetkově do společnosti dlouholetý obchodní partner KLF-ZVL Bearings Private Limited, Mumbai, Abdul Rehman Street 75 - India a společnost byla přejmenována na KLF-ZVL Bearings, s.r.o..

V roce 2010 byl majoritní podíl výrobní společnosti KLF-ZVL Bearings, s.r.o. odkoupen společnostmi IMET-AKE s.r.o., M. Sch. Trnavského 2/A, 841 01 Bratislava - SK a ZVL - Ložiska, s.r.o., Kamenná cesta 16/B, 010 01 Žilina - SK, které se zabývají obchodem s ložisky.

Od svého vzniku se výroba ložisek nachází v areálu společnosti Sellier & Bellot ve městě Vlašim - CZ.

Od roku 2020 je sídlo společnosti přestěhováno do města Frýdek-Místek-CZ. Výroba kuželíkových a válečkových ložisek byla převedena do výrobního závodu AKE Skalica, s.r.o. ve Skalici - SK.

History of KLF-ZVL Bearings Production

Rolling bearings production has been taken over by the company in Blanicke strojirny in Vlasim in 1959 - 1960. Production of tapered roller bearings in all standard series, i.e., 302; 322; 303; and 323 has been transferred from ZKL Brno. Production of double-row cylindrical roller bearings of the series NN 30 has been taken over from TOS Hostivar. By the overtaking of this production the company became the sole manufacturer of this range of cylindrical roller bearings in the CSSR. Together with launch of works on the creation of the production basis, a team of engineers has been established for the purposes of provision of innovative programs and technologies and construction of products. As the result of the above activities, and by increased expertise and initiative of the staff, the production of tapered roller bearings in the range of 34 dimensional types in the accuracies of P0; P6; and P5, as well as other TPRM of special versions and 25 dimensional types in the accuracies of P5 and P4 in the case of cylinder roller bearings has been mastered from the technical and technological points of view within a short time period. In 1960 - 1972 Blanicke strojirny produced special kinds of bearings for various heavy-duty bearings of high-speed spindles for textile machines. Starting in 1974 the conditions at the facility allowed start-up of the versions "E" and "B" of the tapered roller bearings. These versions mean increased utility value of the bearings, i.e. increased lifetime and increased dynamic load capacity.
Moreover, the version "B" enables bigger axial load and improving on lubrication functionality. Cylinder roller bearings have recorded innovation, as well. The possibility of substitution of brass cages by plastic caged has been solved out.

After privatization of the company in 1993, the bearing production was taken over by a company OMNIA - ROLL, spol. s r. o. (Ltd.) and the production of established bearing assortment and broaden out assortment of full complement cylindrical roller bearings continued in Vlasim.

In 2006 a long term business partner KLF-ZVL Bearings Private Limited, Mumbai, Abdul Rehman Street 75 - India entered into partnership and the company changed the name into KLF-ZVL Bearings, s.r.o. (Ltd.).

In 2010 the majority of the manufacturing company KLF-ZVL Bearings, Ltd. was taken over by the companies IMET-AKE, Ltd., M. Sch. Trnavského 2/A, 841 01 Bratislava - SK and ZVL - Ložiska, Ltd., Kamenná cesta 16/B, 010 01 Žilina - SK, dealingh with rolling bearings trading.

Since its establishment, the manufacturing of the bearings is located in the premises of Sellier & Bellot in Vlasim - CZ.

In 2020 was the registered office of the company moved to Frýdek-Místek-CZ. Production of tapered and cylindrical roller bearing was moved to the plant AKE Skalica in Skalica - SK.

KLF-ZVL

Obsah

Hlavní specifikace 5
Označování 7
Hlavní rozměry 8
Porovnání kuželíkových ložisek s jinými typy ložisek 9
Seskupování ložisek do sestav 12
Příklady aplikací kuželíkových ložisek 12
Stupeň přesnosti 13
Hladina vibrací 13
Naklopitelnost 13
Radiální ekvivalentní dynamické zatížení 14
Radiální ekvivalenní statické zatížení 15
Symboly veličin a jejich význam 16
Přesnost rozměrů a chodu kuželíkových ložisek 16
Uložení ložisek 17
Montáž kuželíkových ložisek 17
Mazání kuželíkových ložisek 19
Rozměrová kategorizace kuželíkových ložisek 37

Contents

Main Specification 21
Bearing Designation 23
Main Dimensions 24
Comparison of Tapered Roller Bearings with other
Bearing Types 25
Bearing Aggregation into Sets 28
Examples of Applications of Tapered Roller Bearings 28
Tolerance Class 29
Vibration Level 29
Alignment 29
Dynamic Equivalent Radial Load 30
Static Equivalent Radial Load 31
Summary of Symbols and its Explanation 32
Dimensions and Running Accuracy of Tapered Roller Bearings ...32
Seating of Bearings 33
Mounting of Tapered Roller Bearings 33
Lubrication of Bearings 34
Dimensional Categorisation of Tapered Roller Bearings 37

KLF-ZVL

Profil

Veškerá produkce je vyráběná podle původních technicko-výrobních standardů ZKL/ZVL se zapracováním inovací provedených v době samostatné existence. Tyto standarty, které byly v minulosti zárukou konkurenceschopnosti vyráběných ložisek ve světě a jejich vývoj pro nás znamená udržení a rozvoj těchto pozic až do současnosti. Do roku 2008 byla veškerá produkce vyráběná a dodávaná pod značkou ZKL. V současnosti společnost vyrábí dvouřadá válečková ložiska, jednořadá a dvouřadá válečková ložiska s plným počtem válečků, jednořadá válečková ložiska, jednořadá jehlová ložiska s plným počtem jehel, speciální jednořadá a dvouřadá válečková ložiska s plným počtem válečků a jejich aplikace a kuželíková ložiska jednořadá pod značkou KLF-ZVL.

Ve společnosti je zaveden systém řízení jakosti podle mezinárodních standardů ISO 9001:2008.

Profile

Entire products are manufactured according to original ZKL / ZVL mechanic-technological standards with implementation of inovations provided within the period of independend existence. Theese standars were guarantie of competitivenes among bearings produced all over the world and theyr development means for us stabilisation and improovement of this position till nowdays.

By 2008, all production assortment was produced and supplied under the brand ZKL. The company currently produces double-row cylindrical roller bearings with tapered bore, full complement single and double-row cylindrical roller bearings, single-row cylindrical roller bearings, full complement single-row needle roller bearings, full complement special single and double-row cylindrical roller bearings and their applications, single-row tapered roller bearings under the brand KLF-ZVL.

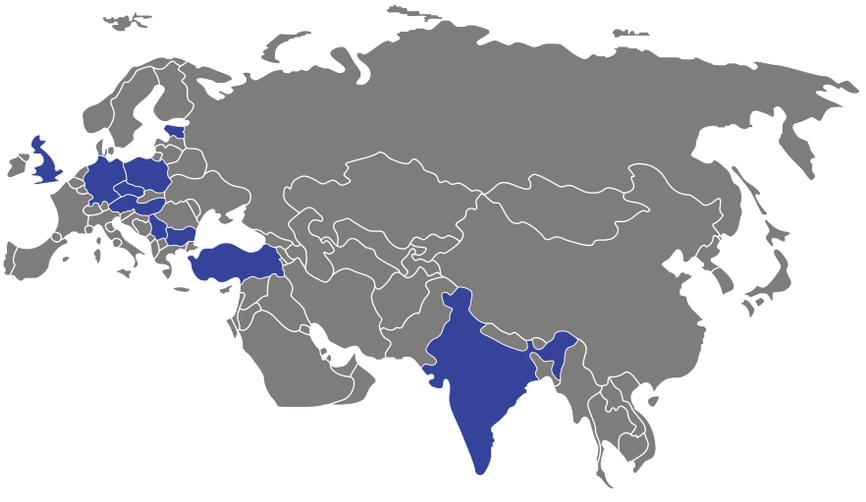
The company has introduced quality management system according to international standards ISO 9001:2008.

Působnost značky KLF-ZVL

Ložiska KLF-ZVL z produkce naší společnosti jsou dodávány pro použití v dopravní technice, manipulační technice, zemědělské technice, převodovkách, obráběcích strojích, tiskařských strojích, a pod. Dodávky jsou realizovány přímo do montážních podniků, nebo prostřednictvím distributorů do celého světa.

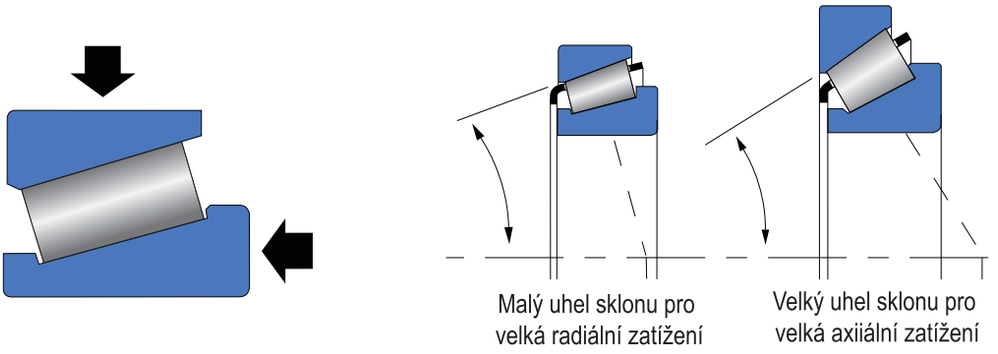
Scope

KLF-ZVL bearings are supplied for usage in transportation technology; handling technology; gears; machine tools; printing machines; and other areas. Deliveries are performed either directly to primary construction, or worldwide through distributors.



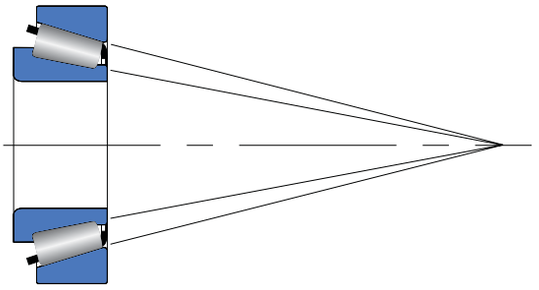
Hlavní specifikace

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).

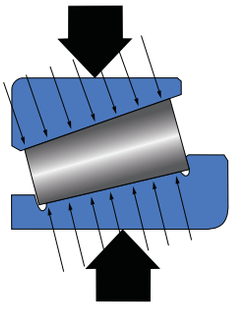


Obr. 6-1 Konstrukce ložiska pro přenášení radiálních a axiálních zatížení v jakékoliv kombinaci

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)

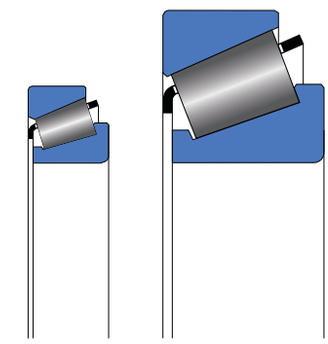


Obr. 6-2 Konstrukce s prodloužením povrchů oběžných drah stýkajících se v jednom bodě zajišťuje správné odvalování v každém bodě povrchu kuželku



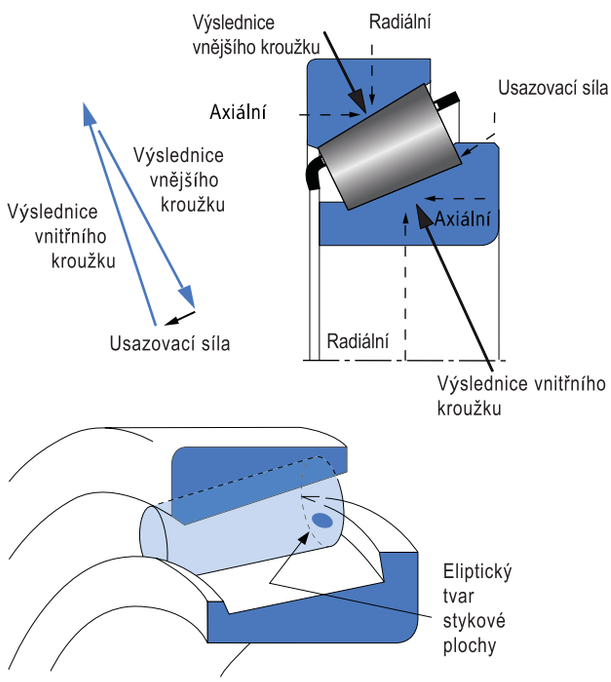
Obr.6-3 Rovnoměrné rozložení stykového namáhání v normálních provozních podmínkách

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.

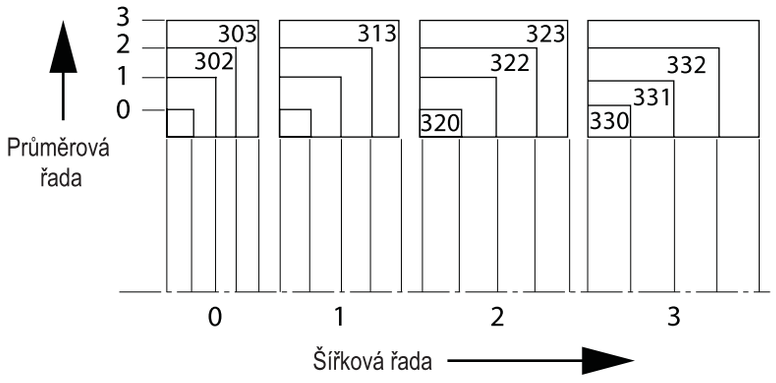
Klece

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.

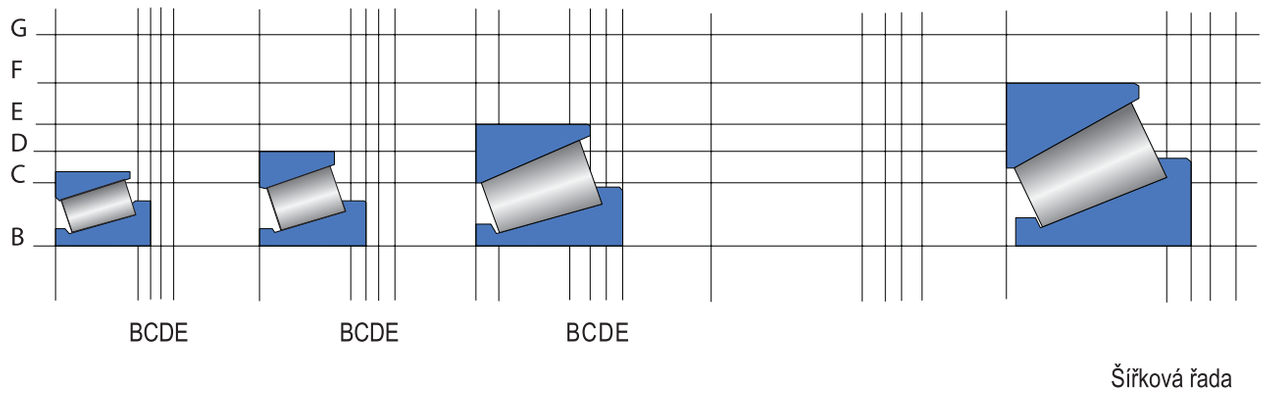
X - změna hlavních rozměrů

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

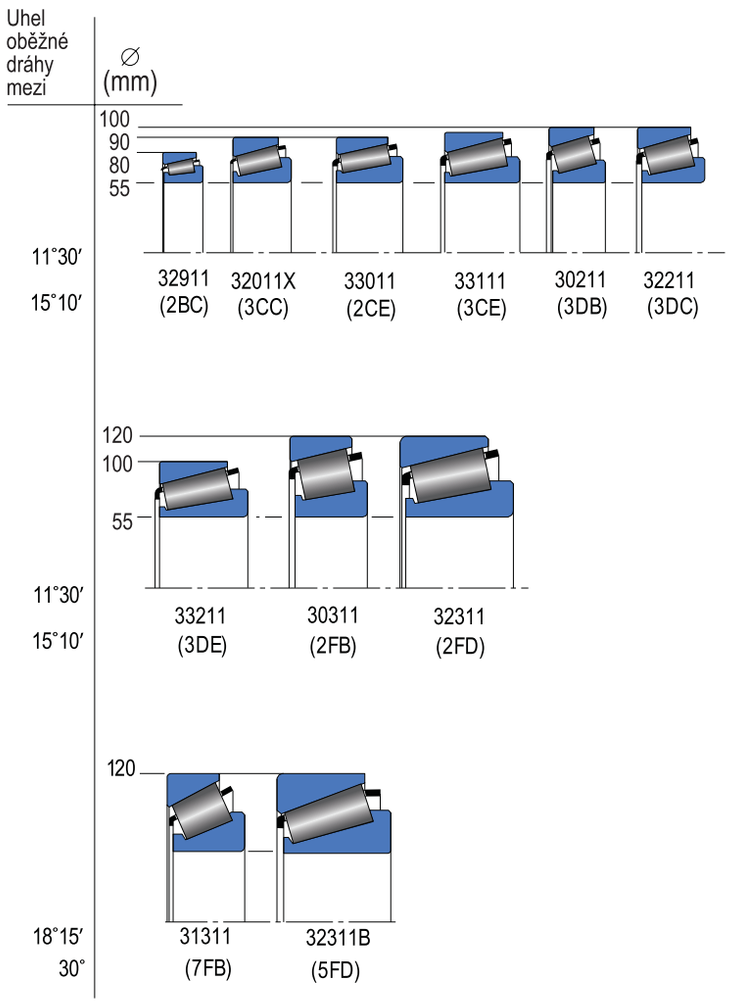
-Označení série úhlu

	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.

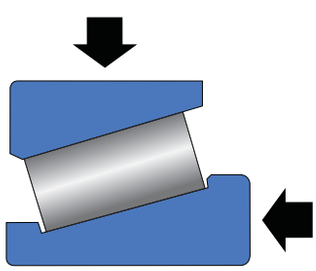
Soudečková ložiska

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.

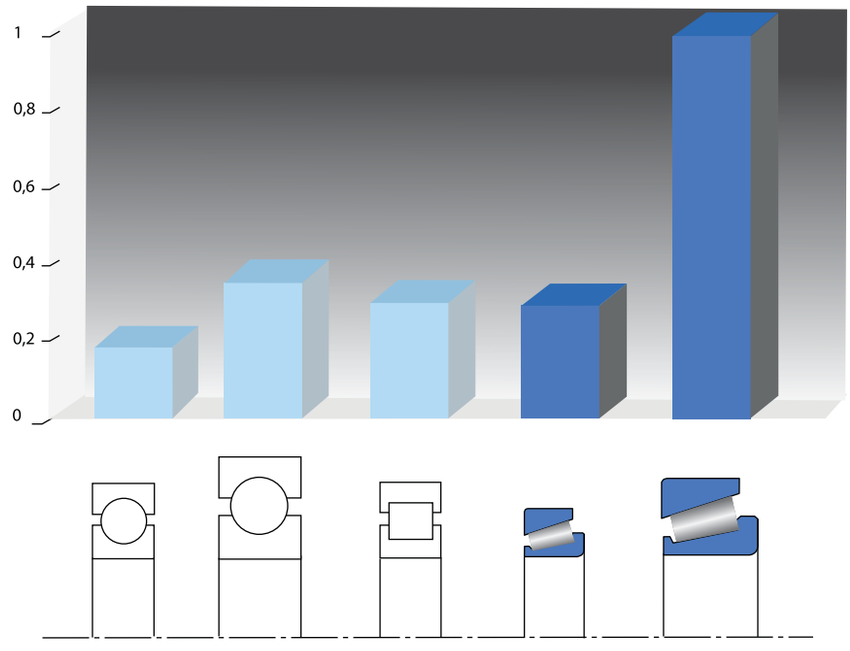
Kuželíková ložiska

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

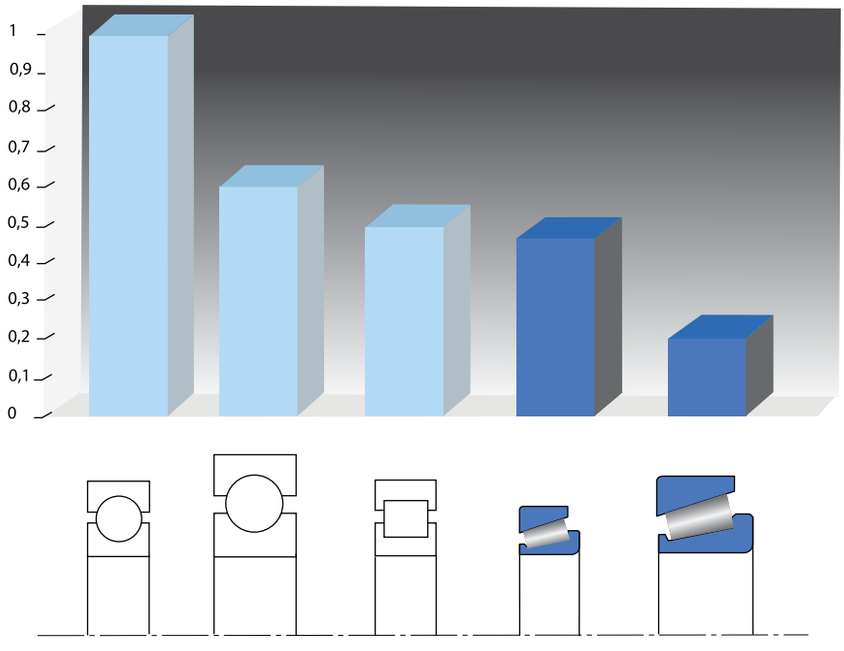
- Kombinovaná radiální a axiální únosnost (obr. 6-9).
- Vyšší relativní životnost pro danou velikost ložiska (obr. 6-10), nebo
- Menší velikost ložiska pro danou únosnost.
- Seřiditelnost-pro optimální funkci ložiska mohou být hodnoty vůle nebo předpětí nastaveny podle požadavků konstrukce.
- Menší citlivost 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



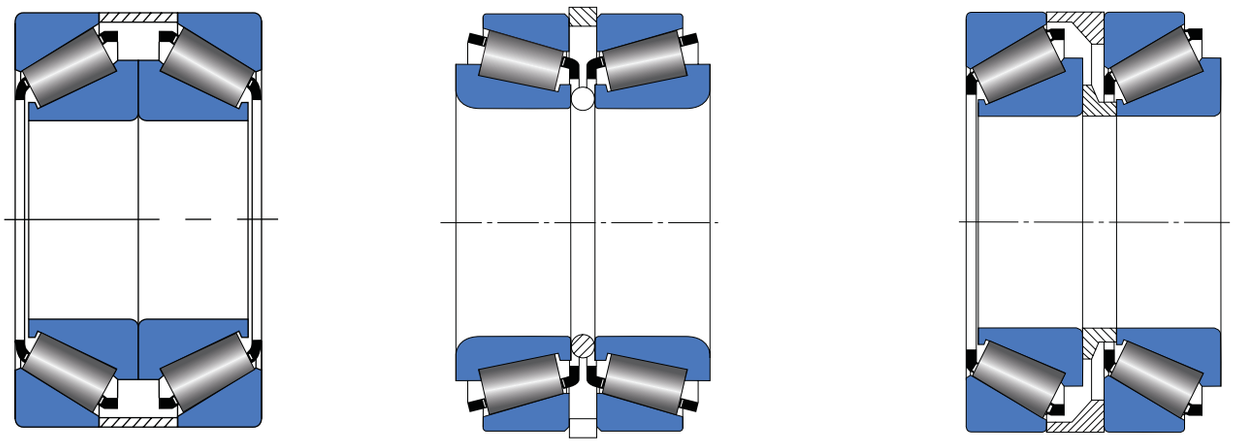
Obr. 6-10 Kuželíkové ložisko se stejným průměrem díry jako kuličkové nebo válečkové ložisko může dosáhnout mnohem větší únavové životnosti



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

Seskupování ložisek do sestav

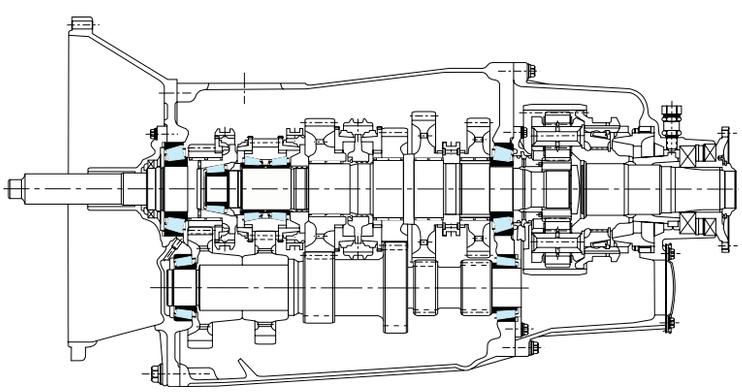
Sestavy ložisek se používají v mnoha aplikacích, jako jsou reduktory a průmyslové stroje. Tyto předem nastavené dvouřadé sestavy během výroby mohou být použita jako pevně uchycená, nebo jako plovoucí.



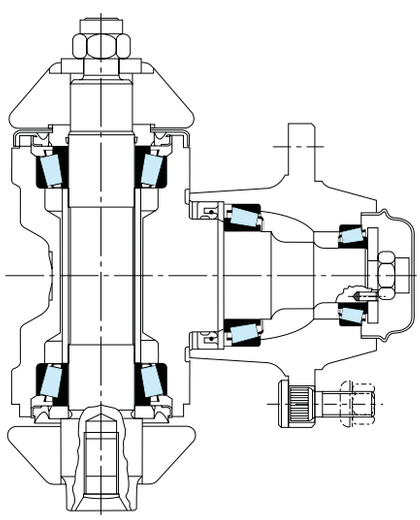
Sestava "O" Sestava "X" Sestava "Tandem"

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

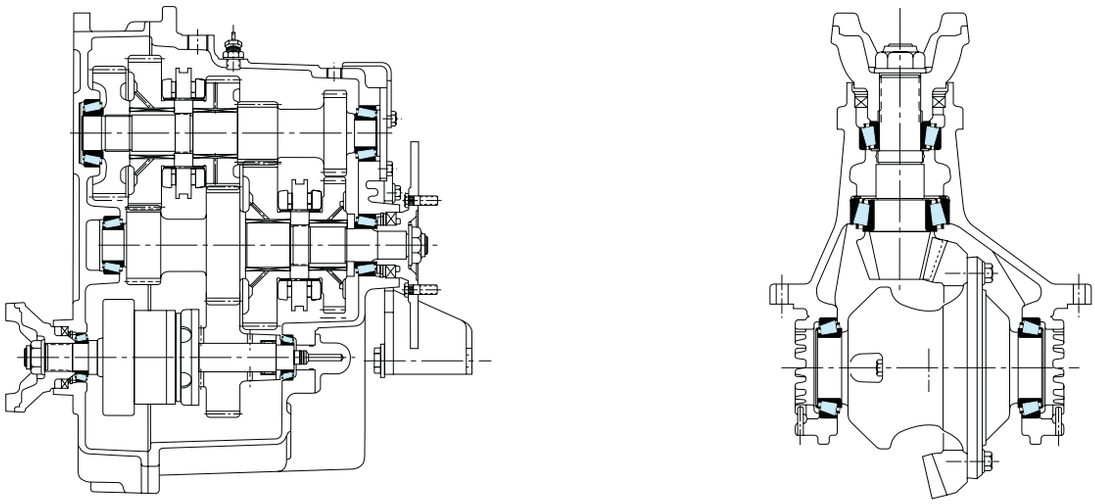
Příklady aplikací



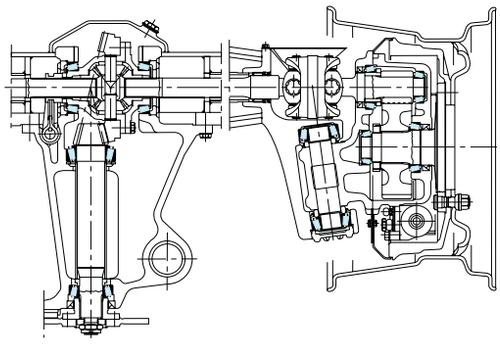
Obr. 6-13 Převodovka nákladního automobilu



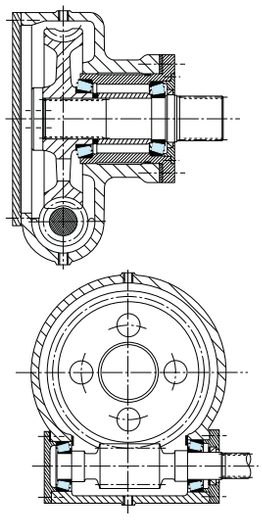
Obr. 6-14 Řízená náprava zdvižného vozíku



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

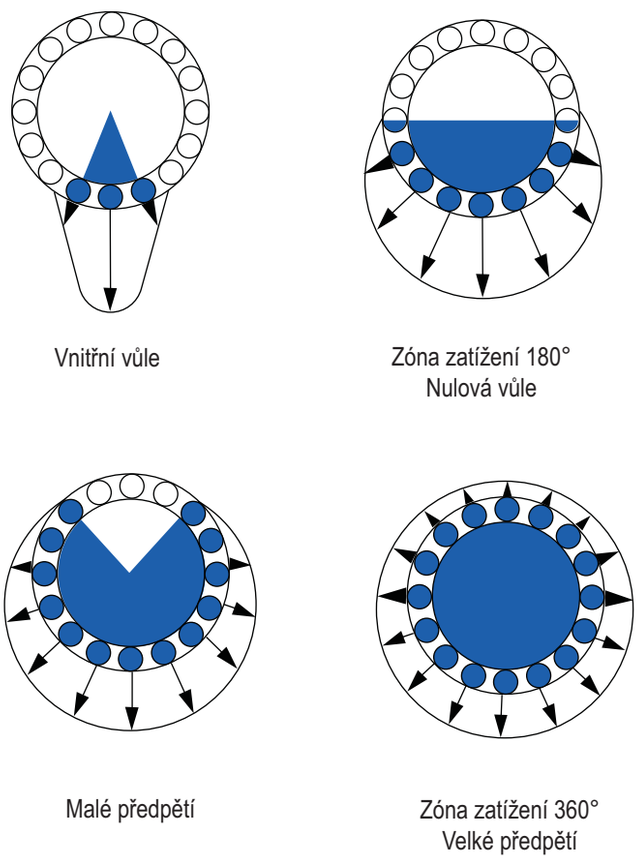
Úložné plochy pro tato ložiska musí být souosé, s velmi malými odchylkami, protože naklopitelnost kroužků je velmi malá.
- při malém zatížení (Fr < 0,1Cor) 1' až 1,5'
- při velkém zatížení (Fr ≥ 0,1Cor) 2' až 4'

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).



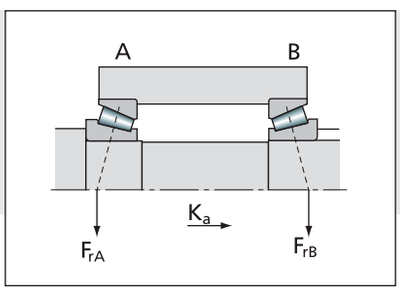
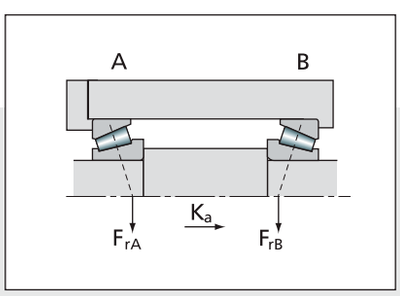
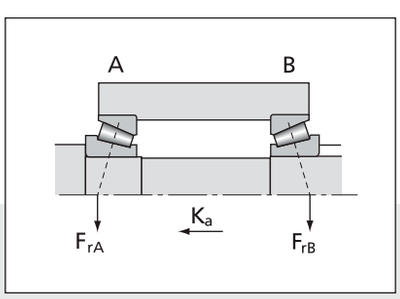
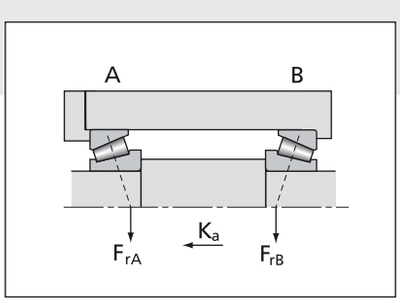
Obr. 6-18 Vliv zóny radiálního zatížení jako funkce vnitřní vůle nebo předpětí v ložiskové soustavě

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		Δ_{dmp}		V_{dp}	V_{dmp}	K_{ia}	S_d	Δ_{Bs}			Δ_{Ts}
nad	do	max	min	max	max	max	max	max	min	max	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		Δ_{Dmp}		V_{Dp}	V_{Dmp}	K_{ea}	S_D	Δ_{Cs}
nad	do	max	min	max	max	max	max	
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.

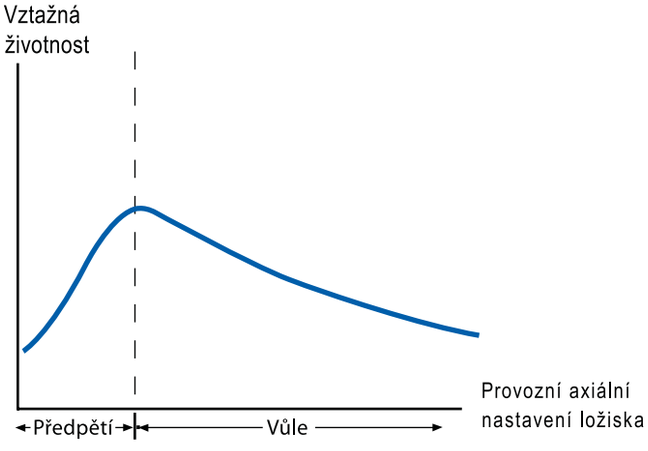
V některých případech musí být kroužky ložiska ohřáty nebo ochlazeny pro usnadnění montáže. Nesmí však být překročena teplota +120°C (u přesných ložisek +70°C). Při ochlazování vnějšího kroužku nesmí být překročena teplota -54 °C (u přesných ložisek -30°C)

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 případě 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 případě 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.

Main Specification

Single-row tapered roller bearings design series: 302, 303, 313, 320, 322, 323 a 332 are separable bearings, facilitating bearing - equipment assembly. Tapered roller bearings consist of four basic components. These are the cone, the cup, tapered rollers and a cage. The cone of the bearing together with rolling elements and cage forms one unit. Rolling elements have the form of a taper roller where its functional face is in contact with the flange of the inner ring. Bearings have a contact angle α in the range 12° - 16° or 28° - 30° and can accommodate radial and axial load. The greater is the angle between the cup and bearing centerline, the greater is the ratio of thrust to radial load capacity. (Fig.6-1).

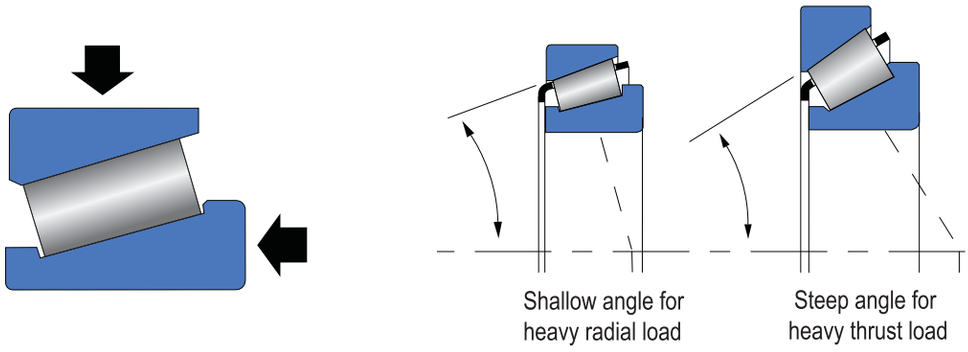


Fig. 6-1 Bearing design to support radial and thrust loads in any combination

Under normal operating conditions, the cone, cup and rollers carry the load while the cage separates the rollers. The extensions of the raceways and rollers of a tapered roller bearing are designed to converge at a common point on the axis of rotation called the apex (Fig.6-2). This results in true rolling motion of the rollers on the raceways, at every point along the roller body. (Fig.6-3).

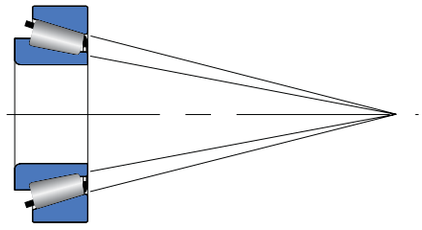


Fig. 6-2 Design with on-apex convergence of extensions of the raceways and rollers results in true rolling motion of the rollers on the raceways, at every point along the roller body

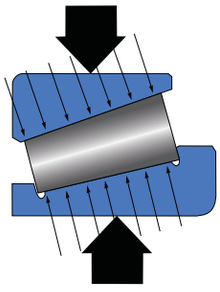


Fig.6-3 Internal roller profiting of components results in uniform stress distribution under normal loading conditions

The range of applications of tapered roller bearings is very wide given by their ability to accommodate a high load in a "many taper rollers in one row" arrangement as well as their ability to accommodate radial and axial loads. For example: heavy gearboxes, gears, rolling machinery, hoist machines etc. For a given bore, if is possible to select a light or heavy section to meet application load/duty requirements, (Fig. 6-4).

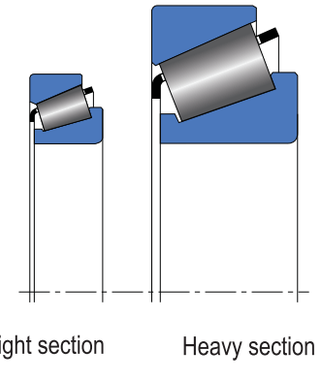


Fig. 6-4 Bearing designs to suit the available space

Positive roller alignment is one of the major features of tapered roller bearings. The tapered configuration of the roller not only ensures true rolling motion with long line load-bearing contact, but also generates a "seating force" that pushes the roller against the large rib of the cone. This seating force is o function of the different angles of the cups and cones, see vector diagram (Fig. 6-5). It prevents the rollers from skewing off apex, thereby always keeping them positively aligned and located against the cone.

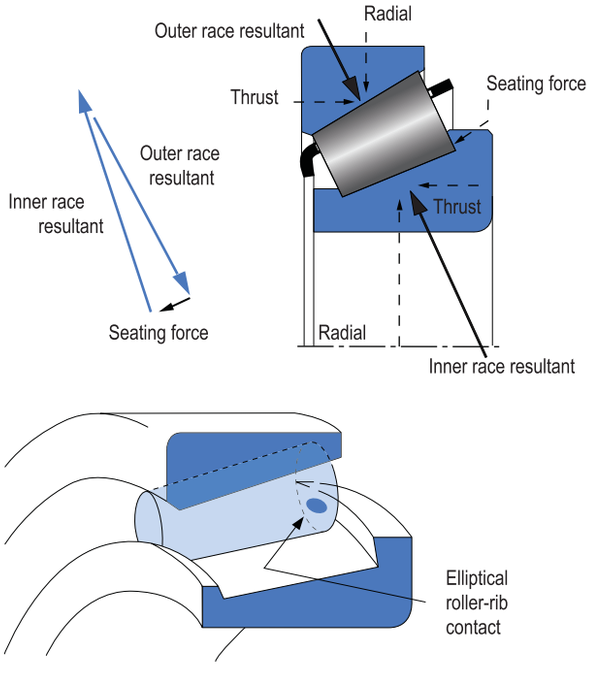


Fig. 6-5 Small seating force against the cone rib keeps rollers aligned on the raceway

Bearing Material

The material selection can have a dramatic impact on a bearing's ability to meet the application requirements. KLF-ZVL bearings have been produced from low-carbon, carburizing grades of steel. Additionally, the heat-treatment process that accompanies material selection largely dictates durability by its impact on
several bearing characteristics.

Cage Material and Design

The cage of tapered roller bearing does not carry load and serves only to retain and space the rollers around the race. Therefore, the cages of tapered roller bearings are mode from a low-carbon, mild steel stamping, which is not indicated.

Bearings designation

Original ISO Marking System of Tapered Roller Bearings

The original metric part numbering system for tapered roller bearings was internationally stated and based on the ISO dimensional plan for radial bearings. A 5-digit port number commencing with numeral 3 describes the bearing assembly (cone and cup), see Fig. 6-6. Designation of the standard design bearing is shown in the dimension tables.

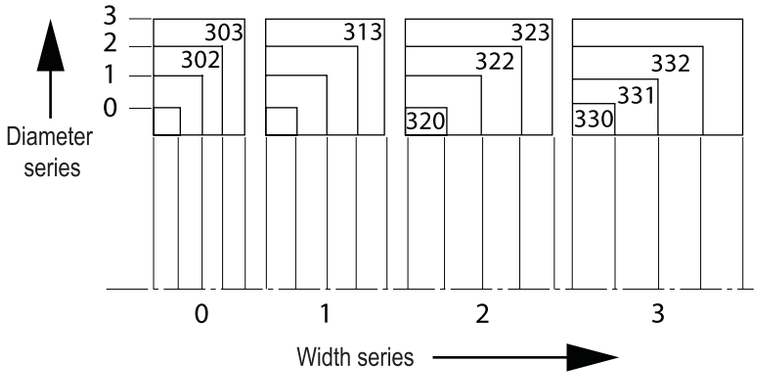


Fig. 6-6 Original ISO Marking System of Tapered Roller Bearings

3 2 2 18

- Section 4 (Cone bore designation): The 2 last digits relate to the cone bore diameter that can be calculated by multiplying the number indicated by 5, if the bore diameter is between 20 and 500 mm. For example, bearing 32218 has a 90 mm bore.
- Section 3 (Diameter series): The bearing section height is classified from 0 through 3 in increasing order of outer diameter for a given bore size.
- Section 2 (Width series): The bearing width is classified from 0 to 3 in increasing order of width.
- Section 1 (Symbol for bearing type): 3 always applies to tapered roller bearings.

Additional designations are shown after the standard designation, for example 32218AX.

X - change in boundary dimensions

New ISO 355 bearings marking system

A new numbering system for tapered roller bearings in ISO 355 uses 5 alpha-numeric fields to define the bearing series. The bearing part number is then defined by adding the cone bore diameter in mm after the bearing width series designation (B,C,D,E), diameter series designation (B,C,D,E,F,G), angle series designation (2,3,4,5,6,7) and symbol (T) for tapered roller bearings. Designation of the standard design of bearings and designation according to the ISO 355 standard are shown in the dimension tables.

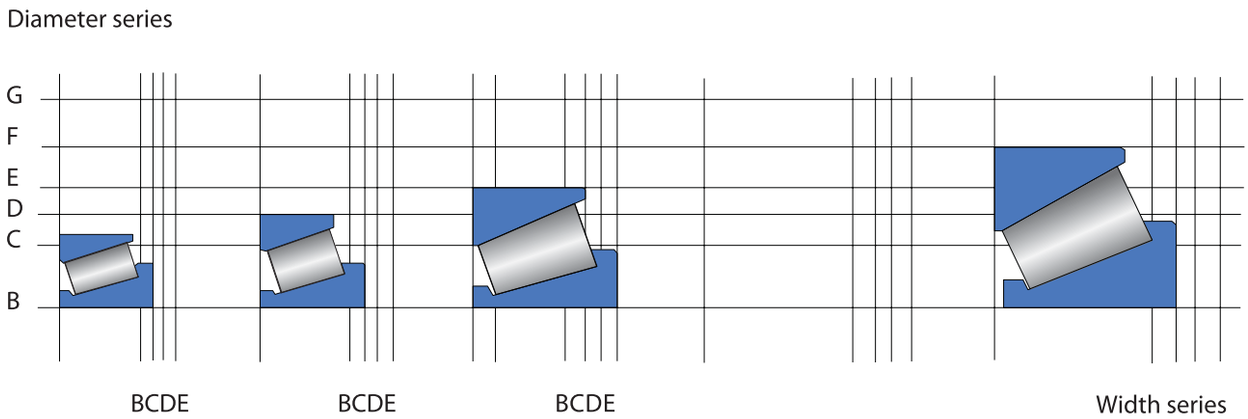


Fig. 6-7 New ISO 355 bearings marking system

T 4 C B 100

- Bearing bore diameter (mm)

-Width series designation — T/(D-D) ^{0,95}

	over	inkl.
B	0,50	0,68
C	0,68	0,80
D	0,80	0,88
E	0,88	1,00

-Diameter series designation — D/d ^{0,77}

	over	inkl.
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

-Angle series designation — α

	over	inkl.
2	10°	13°52'
3	13°52'	15°59'
4	15°59'	18°55'
5	18°55'	23°
6	23°	27°
7	27°	30°

- Symbol for tapered roller bearings (optional)

Main Dimensions

The main dimensions of single-row tapered roller bearings with cylindrical bore correspond to the international dimension standard ISO 355. This standard offers broad range of possibilities to select a bearing for specific options applications for a given bore diameter. Depending on application and type of load (thrust and/or radial) the bearing with an optimal angle and section can be selected.

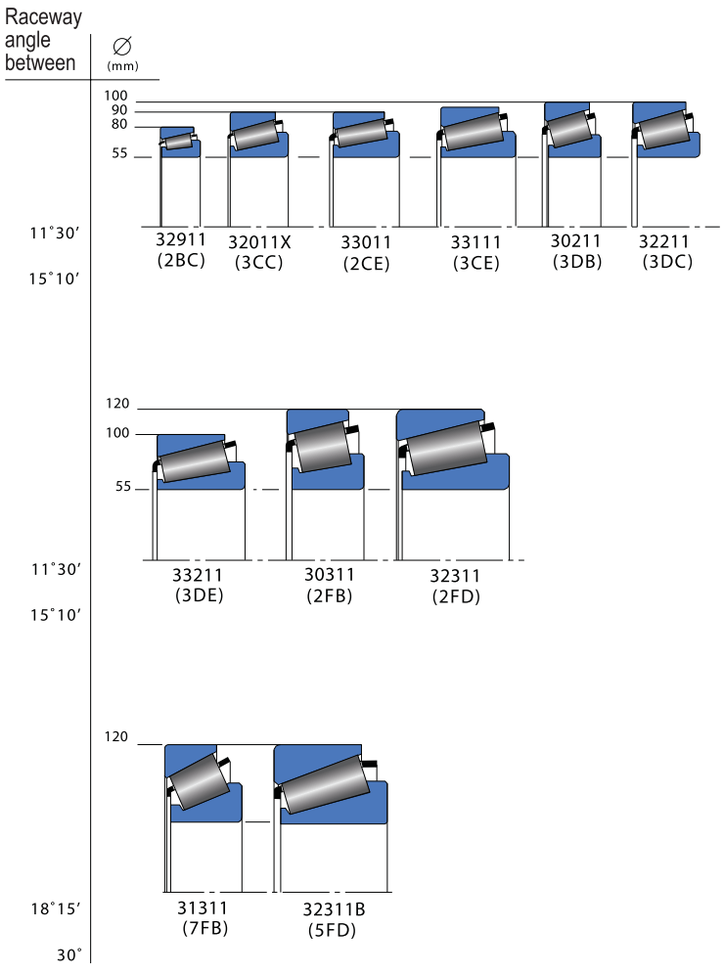


Fig.: 6-8 Comparison table - increase in section for a 55mm bore diameter of bearing

Comparison of Tapered Roller Bearings with other Bearing Types

There are many various types of rolling bearings but analyzing all factors as load range and carrying capacity, size, performance, price, bearing durability and reliability, most designers accept clearly visible benefits of tapered roller bearings. Of course, other types of bearings have their fields of application, as can be seen from further interpretation, but tapered roller bearing is the most versatile type of bearing.

Sliding bearings

In their simplest form, these bearings consist of cylindrical inserts transferring load, made of wear-resistant materials such as gray cast iron, phosphor bronze, white metal, or a special plastics. Sliding bearings are mainly used for applications with relatively little load and relatively smooth motion. So that bearing works effectively, there must be some clearance between the fixed and rotating parts. It is necessary to pay great attention to dirt particles accruing in this area to prevent fast wear. Regular maintenance is therefore very important in most applications with sliding bearings. Due to the need for frequent maintenance the sliding bearings were replaced with rolling bearings in new applications.

Ball bearings

All types of ball bearings have a point contact between the balls and the rings. Due to this point contact, to achieve the required carrying capacity, it is necessary to use larger ball bearings than tapered roller bearings that transmit load along all length of the tapered roll (linear contact).

The most commonly used type is the ball bearing with a deep trough, which is suitable only for small radial load. Axial or shock loads could lead to rapid deterioration. It is also important to ensure that the lubricant was "clean", because impurities tend to grab into the trough of the ring, which leads necessarily to reduction the efficiency and durability of the bearing. Ball bearings with a deep trough are supplied as a kit with integral rings. Radial clearance can therefore be set only when mounting the inner and outer ring. They are usually used where size, strength and radial clearance do not have an important significance, but where demand for easy installation and low cost is.

Angular-contact ball bearings

Construction of angular-contact ball bearing allows to overcome some of the limitations of ball bearing with a deep trough by improving its ability to carry combined axial and radial loads. Even though the strength of the bearing is greater than the strength of the ball bearing with a deep trough, it is still much less than the same size of taper roller bearing (see Fig. 6-8). Single row angular-contact ball bearings have a non-separable structure, usually arranged so that they can be set against a second bearing. They are not very resistant to misalignment between a shaft and a housing, which may have a significant effect on the reduction of the durability of a bearing.

Cylindrical Roller bearings

Cylindrical roller bearings are often used in non-setting position where it is needed to compensate for thermal expansion by allowing axial displacement of the shaft relative to the housing. Inner and outer rings are separable (that facilitates installation and removal). Rollers have linear contact with the rings, so that they can carry larger radial loads than ball bearings with a point contact. A bearing separator must axially align rollers and hold them. This requires the use of a heavier separator and smaller number of rollers in comparison with tapered roller bearings of similar size. It also means that it has a lower strength.
Some types are also capable of carrying limited axial load. This requires additional mounting of flange on the inner or outer ring. Full axial load must, however, be transferred between the flanges and the faces of rollers, which can lead to high stress concentrations

Needle bearings

Needle roller bearings are similar to roller bearings, but their rollers are long and thin, which makes them very compact cross-section. They are highly adaptable and have a high radial load capacity in relation to their cross-sectional height, but can transmit only very small axial loads.
Typical applications are synchronous mechanisms of automotive gearboxes and bearings for planetary wheeled reductions for light operation.

Spherical roller bearings

The most important characteristic of spherical roller bearings is their ability to compensate for misalignment of the shaft relative to the housing. They have a large radial load capacity, but under heavy load, stress is not distributed evenly and correct rolling motion occurs in only two contact points on each barrel. This naturally causes slippage along the length of the rolling element. Therefore, spherical roller bearings have a higher coefficient of friction and lower permissible speed than other types of rolling bearings. The separator must have an extremely robust construction to prevent eccentricity of barrels. This leads to increased moment of inertia of the separator and a limited number of spherical rollers. Suitable application for these bearings is that where there is a risk of misalignment in assembly and where there are no strict requirements for speed and deviations.

Tapered Roller Bearings

Tapered roller bearings combine the useful properties of all other types of bearings and offer further benefits:

- Combined radial and axial strength (Fig. 6-9).
- Higher relative durability for a given bearing size (Fig. 6-10), or
- Smaller bearing size for a given strength.
- Adjustability - for optimum bearing function values of clearance or preload can be adjusted according to the requirements of the structure.
- Less sensitivity to polluted environment due to natural pumping capability, which pushes impurities out of the contact area between the tapered rollers and raceway.
- Low coefficient of friction and high permissible speed due to the correct rolling movement (see Fig. 6-2) compared to other types of rolling bearings.
- Easy assembly and disassembly enabled by separable inner and outer ring.
- Choice of mounting arrangements to suit a given type of load and design limitations of application.
- A lower price for a given calculated fatigue life (Fig. 6-11)

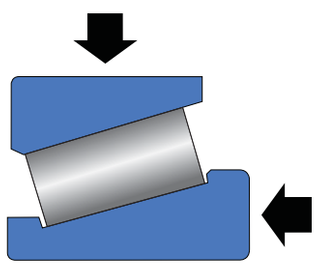


Fig. 6-9 Tapered roller bearing can carry radial and axial load

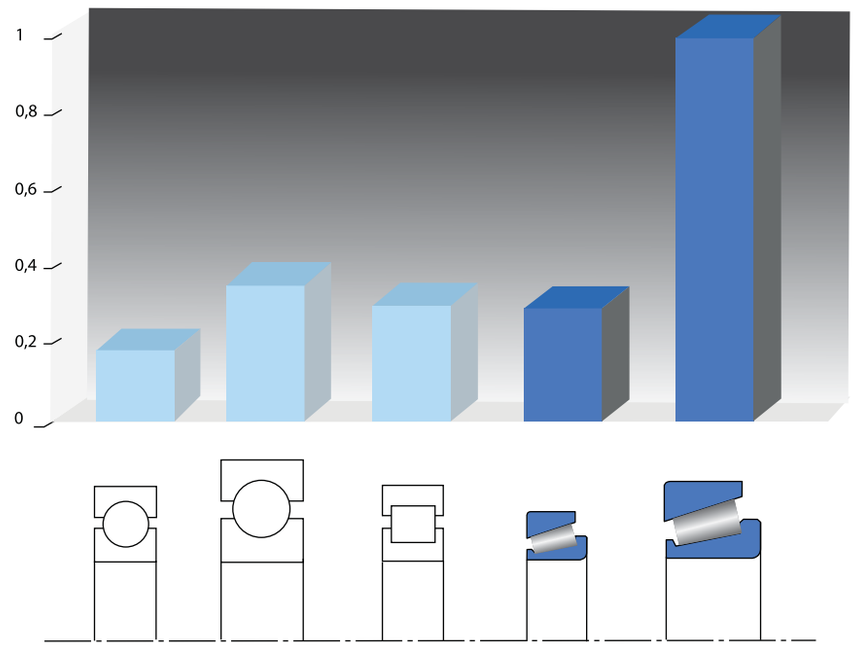


Fig. 6-10 Tapered roller bearing with conformable bore diameter to ball bearing or cylindrical roller bearing can achieve much longer fatigue life

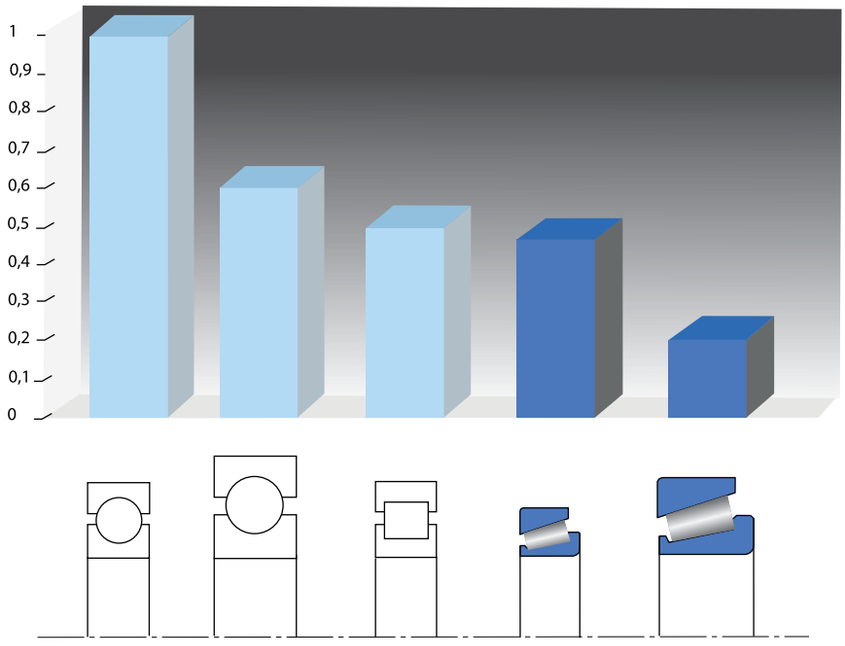


Fig. 6-11 Price of tapered roller bearing with particular calculated fatigue life is generally lower than price of other types of bearings

Bearings Aggregation into Sets

Bearings sets are used in many applications, such as gear reduction units and industrial machines. These preset two-rows assemblies can be used at fixed or floating position.

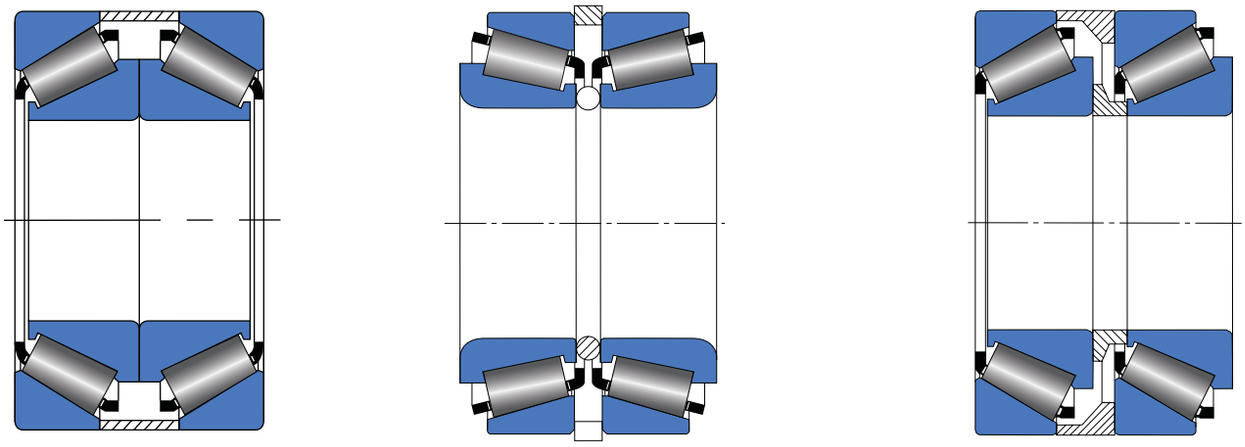


Fig. 6-12 Types of single row tapered roller bearings sets

Examples of Applications

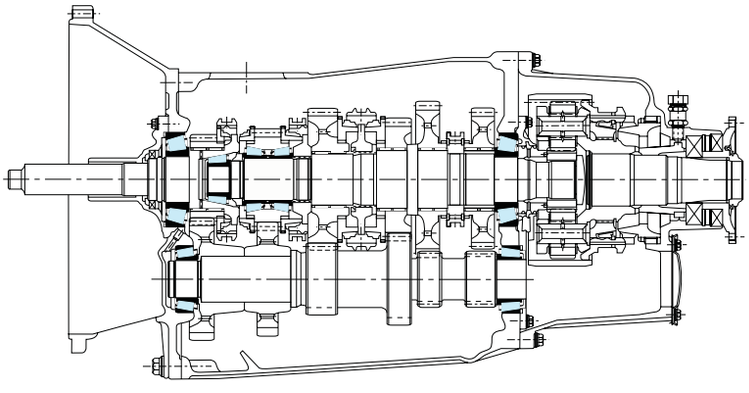


Fig. 6 - 13 Truck gearbox / transmission

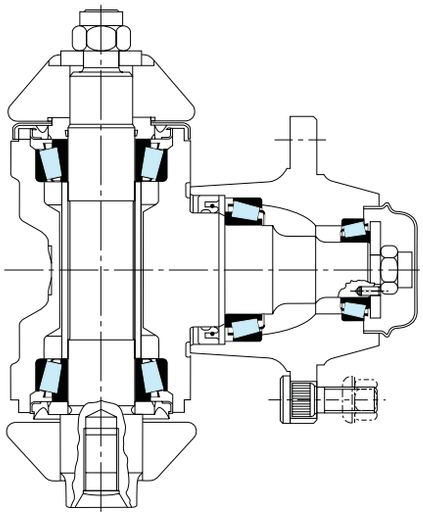


Fig. 6 -14 Lift truck steering axle

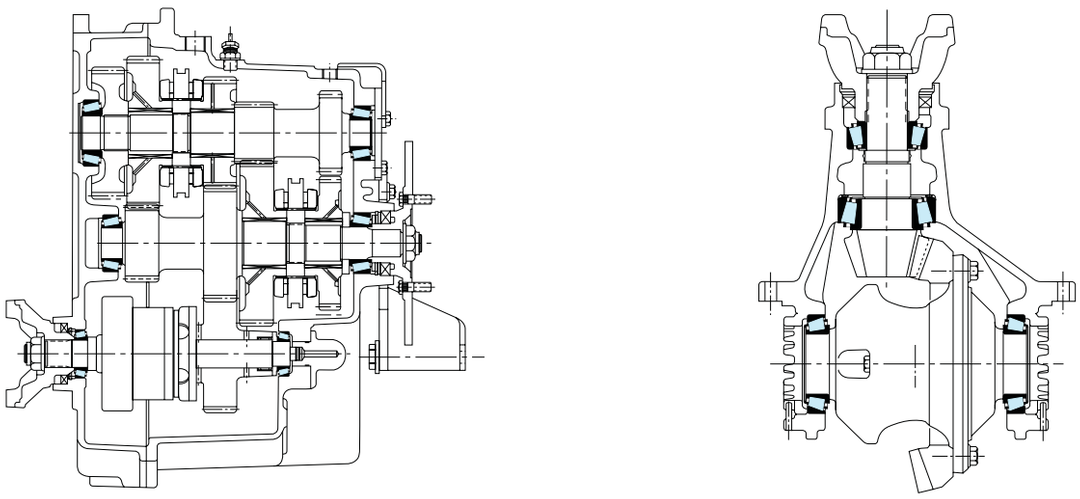


Fig. 6-15 Farm tractor transmision and power take of

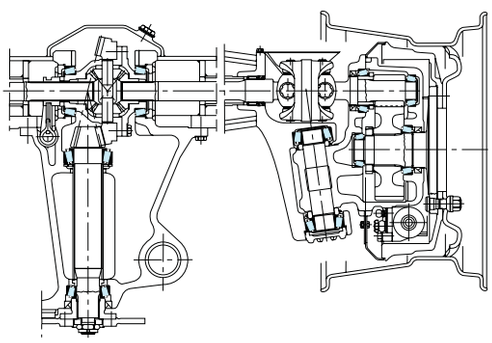


Fig. *6-16 Loader front and rear axles*

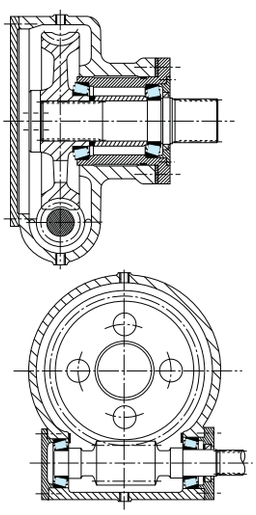


Fig. 6-17 Transmision of speed

Tolerance Class

Single-row tapered roller bearings within a standard program are ordinarily produced at normal tolerance P0 (P0 is not indicated).
For special cases of arrangement, demanding higher accuracy, or operating at high speed of rotation the bearings in higher tolerance classes P6X, P5 a P4 are delivered.
Special bearings for high-temperature applications (additional designation S0, S1, S2) are also available. Supplies of bearings with a different tolerance class should be agreed in advance.

P0 - normal tolerance class (not indicated)
P6X - higher tolerance class than standard P0
P5 - higher tolerance class than P6X

Vibration Level

On request can also be supplied bearings with reduced vibration level - C6 in additional designation of a bearing.

Alignment

The seating surface for these bearings must be aligned only with small deviations because the ability of rings to bear misalignment is very small.
- under small load í ($F_r < 0,1C_{or}$) 1' to 1,5'
- under great load ($F_r \geq 0,1C_{or}$) 2' to 4'

Dynamic Equivalent Radial Load

By radial load of a shaft seated with two single row tapered roller bearings an axial force is generated. An axial load of first bearing of a couple of bearings depends on a load and contact angle of another bearing. These inner forces are needed to be taken in account together with effecting outer forces at bearings performance calculating. The table Fig. 6-19 specifies relations for various bearing arrangements with regard to external axial force Ka, radial force FrA or FrB encumbering the bearing A, or the bearing B. Radial forces affect the point of intersection of the tangent and the bearing axis. In calculations they are considered as positive even if their directions are opposite to that in the figure. The calculated force Fa is included into equivalent radial dynamic load calculations.

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

The basic dynamic radial load rating is assumed to be the radial load carrying capacity with 180°-degree load zone in the bearing, see Fig. 6-18. The dynamic equivalent radial load is that radial load which, if applied to a bearing, will give the same life as the bearing will attain under the actual loading (combined axial and thrust).

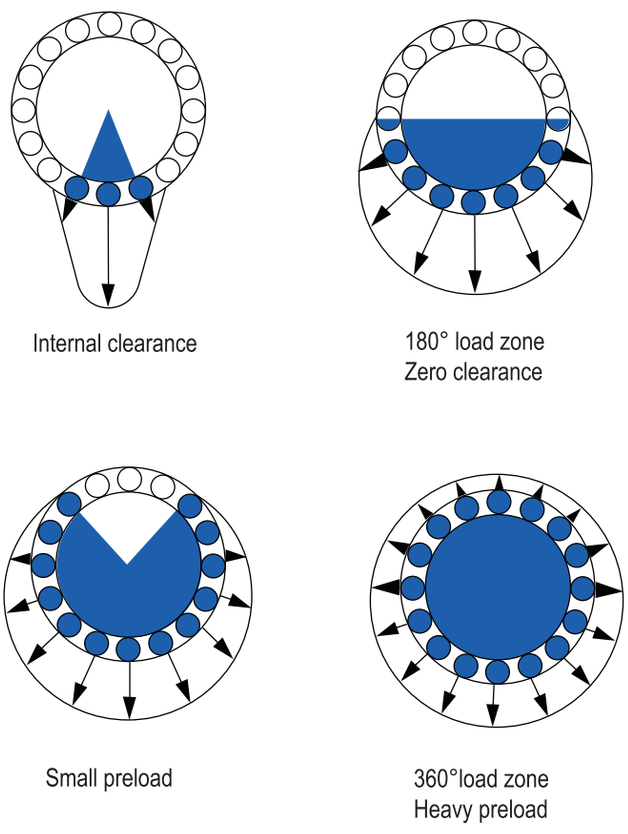


Fig. 6-18 Radial load zone effect like relation of internal clearance or preload in the bearing

Static Equivalent Radial Load

The static equivalent radial load is the static radial load (no rotation or oscillation) that produces the same maximum stress, at the center of contact of a roller, as the actual combined radial and thrust load applied. The equations presented give on approximation to the static equivalent radial load assuming o 180° load zone (loaded portion of the raceway) in one bearing and 180°or more in the opposing bearing.

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

AXIAL LOAD OF BEARINGS DEPENDING ON BEARING ARRANGEMENT

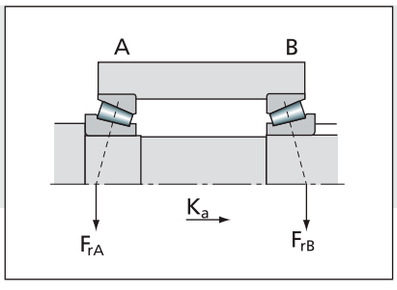
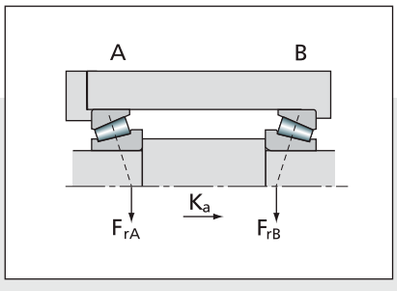
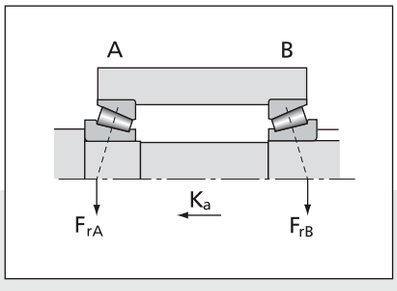
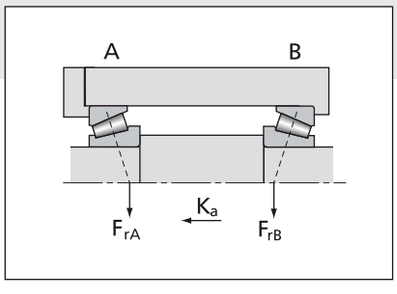
Bearing arrangement	Force conditions	Axial load of bearings	
		Bearing A	Bearing B
	$\frac{F_{rA}}{Y_A} \le \frac{F_{rB}}{Y_B}$ $K \ge 0$	$F_{aA} = F_{aB} + K_a$	$F_{aB} = \frac{0{,}5\,F_{rB}}{Y_B}$
	$\frac{F_{rA}}{Y_A} > \frac{F_{rB}}{Y_B}$ $K_a \ge 0{,}5 \cdot \left(\frac{F_{rA}}{Y_A} - \frac{F_{rB}}{Y_B}\right)$	$F_{aA} = F_{aB} + K_a$	$F_{aB} = \frac{0{,}5\,F_{rB}}{Y_B}$
	$\frac{F_{rA}}{Y_A} > \frac{F_{rB}}{Y_B}$ $K_a < 0{,}5 \cdot \left(\frac{F_{rA}}{Y_A} - \frac{F_{rB}}{Y_B}\right)$	$F_{aA} = \frac{0{,}5\,F_{rA}}{Y_A}$	$F_{aB} = F_{aA} - K_a$
	$\frac{F_{rA}}{Y_A} \ge \frac{F_{rB}}{Y_B}$ $K \ge 0$	$F_{aA} = \frac{0{,}5\,F_{rA}}{Y_A}$	$F_{aB} = F_{aA} + K_a$
	$\frac{F_{rA}}{Y_A} < \frac{F_{rB}}{Y_B}$ $K_a \ge 0{,}5 \cdot \left(\frac{F_{rB}}{Y_B} - \frac{F_{rA}}{Y_A}\right)$	$F_{aA} = \frac{0{,}5\,F_{rA}}{Y_A}$	$F_{aB} = F_{aA} + K_a$
	$\frac{F_{rA}}{Y_A} < \frac{F_{rB}}{Y_B}$ $K_a < 0{,}5 \cdot \left(\frac{F_{rB}}{Y_B} - \frac{F_{rA}}{Y_A}\right)$	$F_{aA} = F_{aB} - K_a$	$F_{aB} = \frac{0{,}5\,F_{rB}}{Y_B}$

Fig. 6-19 Axial bearing load for particular Bearing arrangements

Summary of Symbols and its Explanation

d - nominal bore diameter
Δ_{dmp} - mean cylindrical bore diameter deviation in single radial plane
V_{dp} - single bore diameter variation in single radial plane
V_{dmp} - mean cylindrical bore diameter variation
K_{ia} - radial run-out of assembled bearing inner ring
S_d - flat seat face axial run-out of inner ring towards bore
D - nominal outer diameter
Δ_{Dmp} - mean outer diameter deviation in single radial plane
V_{Dp} - single outer diameter variation in single radial plane
V_{Dmp} - mean outer diameter variation
K_{ea} - radial run-out of assembled bearing outer ring
S_D - run-out of outer cylindrical surface towards outer ring face
B - inner ring nominal width
Δ_{Bs} - inner ring single width deviation
V_{Bs} - inner ring single width variation
C - outer ring nominal width
Δ_{Cs} - outer ring single width deviation
V_{Cs} - outer ring single width variation
T - nominal total width of tapered roller bearing
Δ_{Ts} - single total width deviation of tapered roller bearing

Dimensions and Running Accuracy of Tapered Roller Bearings

Tolerance Degree P0

Inner Ring (Cone) and Total Width of Bearing

d		Δ_{dmp}		V_{dp}	V_{dmp}	K_{ia}	Δ_{Bs}	Δ_{Ts}		
over	to	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

Outer Ring (Cup)

D		Δ_{Dmp}		V_{Dp}	V_{Dmp}	K_{ea}	Δ_{Cs}
over	to	max	min	max	max	max	
mm		μm					
18	30	0	-12	12	9	18	Coresponds to Δ_{Bs} of the same bearing cone
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	

Dimensions and Running Accuracy of single-Row Tapered Roller Bearings

Tolerance Degree P5

Inner Ring (Cone) and Total Width of Bearing

d		Δ_{dmp}		V_{dp}	V_{dmp}	K_{ia}	S_d	Δ_{Bs}		Δ_{Ts}	
nad	do	max	min	max	max	max	max	max	min	max	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

Outer Ring (Cup)

D		Δ_{Dmp}		V_{Dp}	V_{Dmp}	K_{ea}	S_D	Δ_{Cs}
nad	do	max	min	max	max	max	max	
mm		μm						
18	30	0	--8	6	5	6	8	Coresponds to Δ_{Bs} of the same bearing cone
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	

Seating of Bearings

The design of o tapered roller bearing permits the setting of bearing (internal clearance or preload) during installation to be optimized operation requirements irrespective of the cone and cup fits on the shaft and housing. The choice of fitting practices will mainly depend upon the following parameters:

- Precision class of the bearing
- Rotating or stationary race
- Type of layout (single/double-row bearings)
- Type and direction of load (continuous/alternate rotating)
- Particular running conditions like shocks, vibrations, overloading or high speed
- Capability for machining the seats (grinding, turning or boring)
- Shaft and housing section and material
- Mounting and setting conditions
- Pre-adjusted bearings must be mounted with the recommended fit.

It is general standard that seating of circuit loaded rings is with overhang, whereas seating of point-wise loaded rings can be with overhang or clearance, depending on construction and mounting conditions requirements

Mounting of tapered roller bearings

Environment

Cleanliness during the bearing mounting operation is essential for a tapered roller bearing to operate for maximum service life. All bearing types are typically shipped protected with a corrosion preventive compound that is insufficient as accurate bearing lubricant, but that is compatible with majority of lubricants. Such bearings may be used in applications without removal of the corrosion preventive compound.

Seating

Adequate tools must be provided to properly fit the inner and outer rings on shafts or in housings to avoid damage. Direct shocks on the rings must be avoided.

In some cases, bearing rings have to be heated or cooled to simplify assembly. Do not heat standard bearings above +120°C (precision bearings above +70°C) or freeze outer rings below -54°C (precision bearings below -30°C).

The primary function of either the cone or cup backing shoulders is to positively establish the axial location and alignment of the bearing and its adjacent parts under all loading and operating conditions. For a tapered roller bearing to operate for maximum service life, it is essential that a shoulder, square with the bearing axis and sufficient diameter, is provided for each ring. It must be of sufficient section and design to resist axial movement due to loading or distortion and must be wear-resistant at the interface with the bearing. Care must be taken during installation or removal of the snap ring to prevent damage of the bearing cage. The conventional and most widely accepted method used to provide bearing backing is to machine a shoulder on a shaft or in the housing. In some applications a spacer ring is used between o cone and shaft shoulder, or a snap ring. As a further alternative a split spacer can be used. A spacer or snap ring can also be used for cup backing. If a snap ring is used for bearing backing it is recommended that an interference cup fit with overhang is used.

In instances where snap rings are used to locate bearing components, it is important that they are of sufficient section to provide positive location.

Setting

Setting is defined as a specific amount of either clearance or preload. Establishing the setting at the time of assembly is an inherent advantage of tapered roller bearings. They can be set to provide optimum performance in almost any application, (Fig. 6-20). One ring can be moved axially relative to the other to obtain the desired bearing setting.

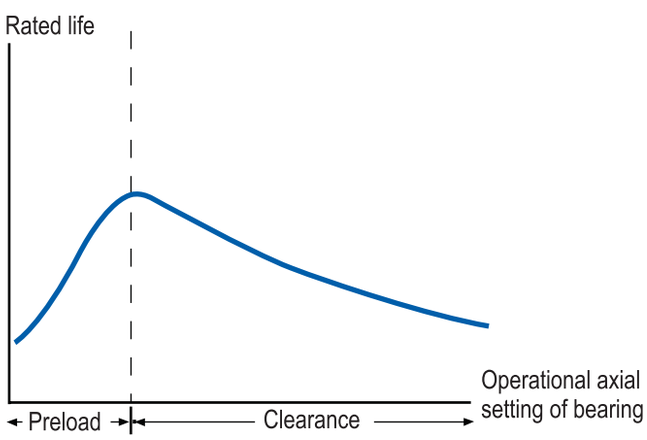


Fig. 6-20 Relationship between bearing setting and fatigue life

At assembly, the conditions of bearings setting are defined as:

Clearance - An axial clearance between rollers and races producing a measurable axial shaft movement when a small axial force is applied - first in one direction, then in the other, while oscillating or rotating the shaft.

Preload - An axial interference between rollers and races such that there is no measurable axial shaft movement when a small axial force is applied - in both directions, while oscillating or rotating the shaft.

Line-to-line contact - A zero setting condition, means the transitional point between clearance and preload.

Bearing setting obtained during initial assembly and adjustment is the cold or **assembly bearing setting** and is established before the equipment is subjected to service. Assembly setting of a bearing for optimal operating setting depends on type of application. To be the optimal setting value achieved, it is needed to make provision to deformity by (radial and axial) load as well as thermal extensibility and used material. Frequently, however, the exact relationship of ambient to an operating bearing setting is unknown an educated estimate has to be made.

Bearing setting during operation is known as the **operating bearing setting** and is a result of changes in the assembly bearing setting due to thermal expansion and deflections encountered during service. Generally, the ideal operating bearing setting is near zero to maximize bearing life (Fig. 6-20). Most bearings are set with clearance at assembly to reach the desired near zero setting at operating temperature.

Lubrication of Bearings

Proper lubrication is essential to successful performance of any bearing. Making the best bearing selection includes considering the type of lubricant, the right amount of lubricant and the correct application of the lubricant on the bearing.

The three fundamental functions of a lubricant are as follows:

- To separate mating surfaces and reduce friction
- To transfer heat [with oil lubrication)
- To protect from corrosion and, with grease lubrication, from dirt ingress

These functions include consideration of the lubrication and generated film thickness on the raceway (simulated according to elasto-hydrodynamic effects) and on rib / roller end contact.
The formation of the lubricant film between the mating bearing surfaces is called the elasto-hydrodynamic mechanism of lubrication. Lubricant film thickness between the two contact surfaces can be related to the bearing performance. These thin films are often not much larger than the surface roughness height. The thickness of the generated film depends on the operating conditions such as:

- Velocity
- Loads
- Lubricant viscosity
- Pressure / viscosity relationship

The selection of the correct lubricant for any application requires careful study analysis of expected operational and environmental conditions.

Grease Lubrication

The simplest lubrication system for any bearing application is grease lubricating. Grease as defined is "a solid to semi-fluid product of dispersion of o thickening agent in a liquid lubricant" and are petroleum oils of some specific viscosity that are thickened to the desired consistency by some form of metallic soap. Greases are available in many soap types such as sodium, calcium, lithium, calcium-complex and aluminium-complex.
Calcium greases have good water resistance. Sodium greases generally have good stability and will operate at higher temperatures, but they absorb water and cannot be used where moisture is present. Lithium, calcium-complex and aluminium-complex greases generally combine the higher temperature properties and stability of sodium grease with the water resistance of calcium grease. These greases ore often referred to as "multipurpose" greases since they combine the two most important lubricant advantages into one product.

• Grease Filling Mode

When grease lubrication is chosen, the grease should be filled into the bearing making sure that it goes between the rollers and cage. When hand filling bearings, force grease through the bearing under the cage from the large end to the small end to ensure proper grease distribution.
A bearing completely filled with grease will purge itself of the excess when rotation starts. If provision is not mode for grease exit from the cavity, the churning of the grease could cause excessive heat generation if rotational speeds are high. At initial assembly, it is advisable to smear grease on to the outer ring. The area between the cage and the inner race should be filled. It may be advantageous to use internal closures to keep purged grease in the vicinity of the bearing.

• Required Grease Quantity

To ensure optimum lubrication, the required quantity of grease has to be filled into the bearing.
Depending on the application type, the quantity to fill the bearing will be approximately:

- 2/3 of volume of open space for conventional mineral grease
- 1/3 of volume of open space for synthetic grease

To determine the corresponding weight of grease, approximate the grease density to 0,9 g/cm^3.
If speeds are very low or there is o dirty environment, it is suggested that the housing into which the bearing is seated, is completely filled. In high speed applications, over-greasing will generate excessive heat which can lead to lubricant degradation and bearing damage.

• Re-greasing Cycle

The two primary considerations that determine the re-greasing cycle on any application are operating temperature and sealing efficiency. Obviously seal leakage will dictate frequent re-lubrication. Every attempt should be mode to maintain seals at peak efficiency. It is generally stated that the higher the temperature, the more rapidly the grease oxidizes. Grease life is reduced by approximately half for every 10°C rise in temperature. Therefore, the higher the operating temperature, the more often the grease must be replenished. Special consideration should be given to applications where speed, load, temperature or environmental conditions are extreme. In most cases, experience in the specific application will dictate the frequency of lubrication.

Oil Lubrication

Lubricating oils are commercially available in many forms for automotive, industrial, aircraft and other uses. Oils are classified as either petroleum types (refined from crude oil) or synthetic types (produced by chemical synthesis. These oils have physical and chemical properties that can help select the correct oil for any bearing application.

The selection of oil viscosity for any bearing application requires consideration of several factors: load, speed, bearing seating, type of oil, and environmental factors. Since viscosity varies inversely with temperature, a viscosity value must always be stated with the temperature at which it was determined. High viscosity oil is used for low-speed or high ambient temperature applications. Low viscosity oil is used for high-speed or low-ambient temperature applications.

One of the major benefits of oil lubricated systems is that the heat generated by the bearing is carried away by the circulating oil and dissipated through the system. A tapered roller bearing has o natural tendency to pump oil from the small to the large end of the rollers. For maximum oil flow and heat dissipation, the oil inlet should be adjacent to the small end of the rollers.

There are 3 different types of oil lubricating systems commonly used in industry:

• Oil Level System

Oil level systems where the bearings are partially submerged in o static oil reservoir are the simplest types of oil lubrication systems. The oil level system is generally only used for low and moderate speed applications because of the limited ability to transfer heat. Effective sealing is important to maintain the required oil level; sight gauges are often used to monitor the oil level.

• Forced-feed Oil System

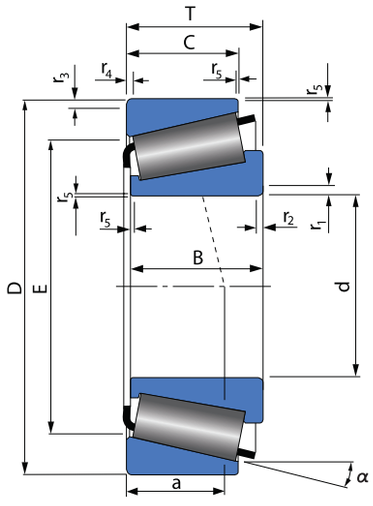
Forced-feed oil systems are more elaborate thon static oil level systems. In a typical system oil is pumped from a central reservoir to each bearing. Oil is introduced at the small end of the bearing end drained away at the large end to take advantage of the natural pumping action of tapered roller bearings. Circulating oil provides a continuous, regulated oil flow. This provides the advantages of maximum heat removal and washing action, which removes contamination or debris that could cause bearing wear. Heat exchangers can be included in a circulating system to reduce oil temperature and extend lubricant life. Filters should be used to remove debris which will cause bearing wear. Circulating oil systems are particularly beneficial on high-performance bearing applications where heat removal and long-term oil life are primary requirements.

Forced-feed oil systems with oil jets are used at higher speeds. The jets are positioned to direct oil to the space between the cage and the inner race at the small end of the roller. In addition, oil-jet orifices can be arranged around the circumference of the bearing to distribute oil at the small end sometimes at the large end of the rollers for maximum cooling efficiency.

Whenever large quantities of oil are used, it is important to balance the quantity of oil drained away with the oil directed into the bearing area. Large drain areas are necessary to prevent a build-up of oil in the bearing. If oil is not properly drained away, temperature will elevate because of excessive heat generated due to churning of the oil.

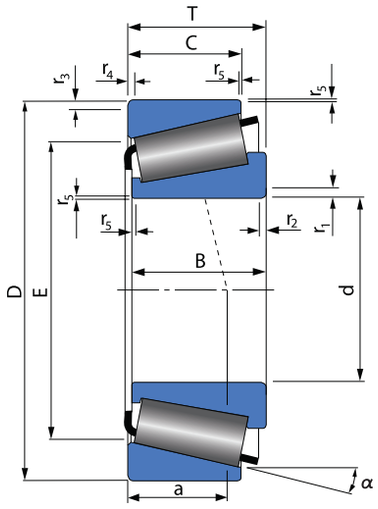
• Oil Mist System

Oil mist systems deliver very fine particles of oil suspended in a low-velocity, low-pressure air stream. Oil particles are wet-out in the bearing by reclassification nozzles and / or impingement on high-speed rotating bearing parts. Oil mist provides minimum cooling capacity because the air-flow rate and the specific heat of air are low. However, mist systems can be used on high-performance bearing applications, because heat generation in the equipment is minimized.

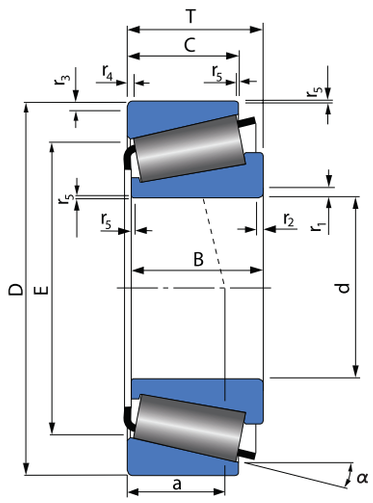


Rozměry *Dimension*									Základní únosnost *Basic Load raiting*		Mezní frekvence otáčení pro mazání *Limiting Speed for Lubrication with*		Hmotnost *Weight*	Označení ložiska *Bearing Designation*	
									dyn.	stat.	tukem *Grease*	olejem *Oil*			
d	D	B	C	T	r_{1s} min	r_{2s} min	r_{3s} min	a	C_r	C_{0r}					
				mm					kN		min^{-1}		kg	STN	ISO
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

Kuželíková ložiska jednořadá
Single-Row Tapered Roller Bearings



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
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

KLF-ZVL

Autorizovaný prodejce
Authorized distributor

www.klf-zvl.cz