

## Valivé ložiská

### Valivé ložiská

Valivé trenie, zdánlivo jednoduché, je jav veľmi zložitý a doteraz ešte nebol podaný jeho úplný a vyčerpávajúci výklad. Známe sú len niektoré základné príčiny vzniku odporu pri odvaľovaní. Ich kvalitatívne hodnotenie a vzájomný vzťah sa ešte len spracúva. Neplatí tu jednoduchá geometrická predstava vzájomného odvaľovania rovinných čiar a zachovania pôvodného tvaru. Toto platí len pre absolútne tuhé telesá.

Veľkosť valivého trenia najviac ovplyvňujú:

- voľba materiálu,
- tvar a vzájomná poloha plôch,
- akosť povrchu,
- veľkosť prítlačnej sily,
- rýchlosť odvaľovania,
- teplota,
- vlastnosti maziva,
- druh atmosféry

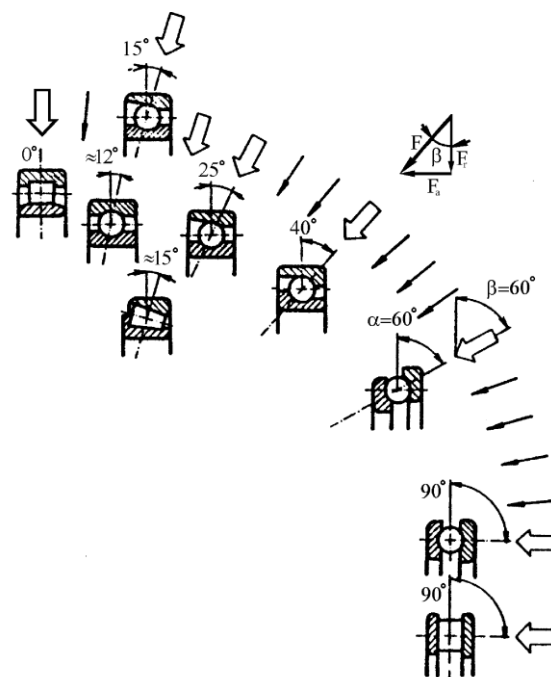
### Všeobecne o valivých ložiskách

Typy a rozmery ložísk sú medzinárodne normalizované. Okrem niektorých zvláštnych prevedení sa valivé ložisko skladá z:

- **obežných krúžkov:** a) vnútorný obežný (hriadeľový) krúžok, b) vonkajší obežný (skriňový) krúžok. Krúžky majú presne opracované odvaľovacie dráhy, geometricky prispôbené valivým elementom.
- **valivých elementov:** guľky, valčeky, kuželíky, súdočky ihly. Rozdiel v priemeroch valivých elementov pri strednej presnosti je 1  $\mu\text{m}$ .
- **klietky:** klietky zabezpečujú stanovený rozstup medzi valivými elementmi.

Rôzne druhy valivých ložísk rovnakej veľkosti sa líšia hlavne tým, do akej miery a v akom smere môžu byť zaťažované, aké otáčky môžu dosiahnuť a aké potrebujú mazanie. Niektoré druhy sú na pohľad rovnaké, len hlbšie poznanie umožní ich správne použitie.

Na obr.129a je ukázané, ako súvisí orientácia zaťaženia s voľbou typu ložiska.



Obr. 129a

Pre **návrh konštrukčného uzla** s valivým ložiskom je nutné mať k dispozícii nasledovné údaje:

- konštrukčný návrh stroja s potrebnými údajmi o jeho funkcii
- prevádzkové údaje
- veľkosť a smer zaťaženia
- charakter zaťaženia
- prevádzkové otáčky
- predpokladaná prevádzková teplota ložiska a jeho okolia
- zvláštne podmienky
- spôsob mazania
- trvanlivosť uloženia
- pracovné prostredie (vlhko, prach...)

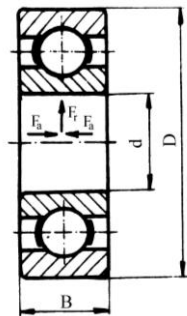
## Rozdelenie valivých ložísk

Podľa základného tvaru valivých elementov rozdeľujeme valivé ložiská na:

- **gul'kové:**
  - radiálne
  - axiálne
- **valčekové** (valčeky, ihly, súdky):
  - radiálne
  - axiálne
- **kuželíkové**

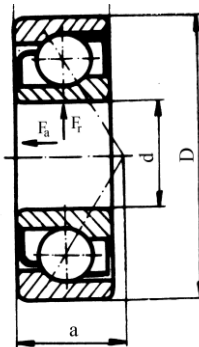
**Charakteristika jednotlivých druhov ložísk:**

- **Radiálne gul'kové ložiská** (obr.130) používajú sa najčastejšie. Jednoradové gul'kové ložiská sú lacné, znášajú pomerne vysoké otáčky, majú dobrú únosnosť v radiálnom aj v axiálnom smere.



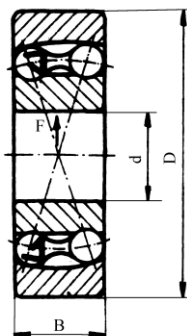
Obr. 130

- **Jednoradové gul'kové ložisko s kosouhlým stykom** (obr.131). Pri dostatočnom axiálnom a radiálnom zaťažení dosadnú všetky gulky po celom obvode.



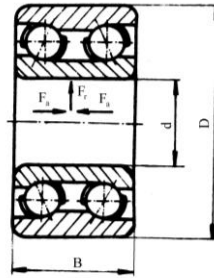
Obr. 131

- **Dvojradowé gul'kové ložisko naklápacie** (obr.132) má vnútornú obežnú dráhu gul'ovú. Tým sa docieli samovoľné prispôsobenie vzájomnej polohy oboch krúžkov pri priehybe hriadeľa. Pre axiálne zaťaženie nie je vhodné.



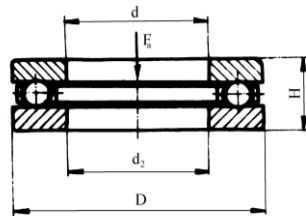
Obr.132

- **Dvojradowé guľkové ložisko s kosouhlým stykom** (obr.133) zachytáva momenty v osovej rovine ložiska a axiálne sily v oboch smeroch.

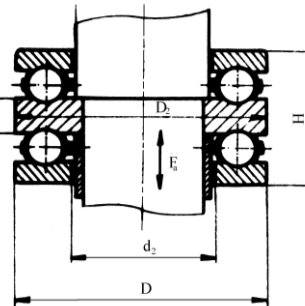


Obr.133

- **Axiálne guľkové ložisko** môže byť:
  - **jednosmerné** (obr.134) - zachytáva silu v jednom smere,
  - **obojsmerné** (obr.135) - zachytáva silu v oboch smeroch.

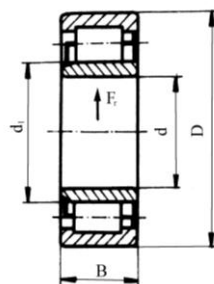


Obr.134

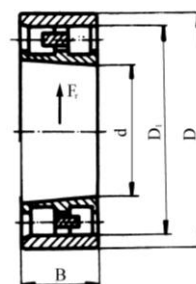


Obr.135

- **Radiálne valčekové ložiská** - majú vyššiu únosnosť v radiálnom smere ako rovnaké ložiská guľkové. Dvojradowé radiálne valčekové ložisko má vysokú radiálnu únosnosť, tuhosť a môže byť veľmi presne vyhotovené. Vyrába sa obvykle s kužeľovým otvorom. Naťahovaním na kužeľový čap môže sa celkom vymedziť radiálna vôľa a tým zvýšiť presnosť chodu. Môžu byť:
  - **jednoradowé** (obr.136)
  - **dvojradowé** (obr.137).

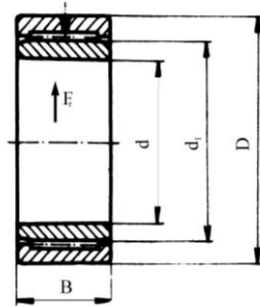


Obr.136



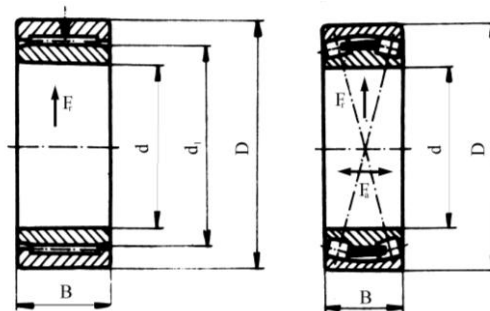
Obr.137

- **Ihlové ložisko** (obr.138) má zvlášť vysokú radiálnu únosnosť. Je vhodné pre veľké namáhanie (premenlivé a dynamické) a pre kývavý pohyb. Obežnou dráhou ihiel môže byť aj čap. Neprenášajú žiadne axiálne sily.



Obr.138

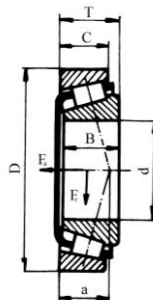
- **Dvojradowé naklápacie ložisko** (obr.139). Má valčeky súdkového tvaru a guľovú vnútornú obežnú dráhu, čím je umožnené naklápanie ložiska. Ložisko vyniká veľkou radiálnou únosnosťou, má tiež veľkú axiálnu únosnosť. Je však drahé.



Obr.138

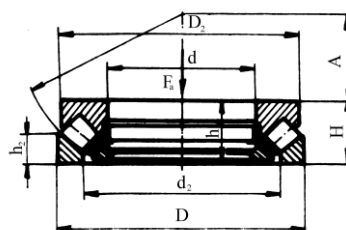
Obr.139

- **Kuželíkové ložiská** (obr.140) - majú dobrú únosnosť v radiálnom i axiálnom smere. U týchto ložísk musíme pri montáži vymedzovať bočnú vôľu. Vôľa musí byť taká, aby mohlo ložisko pracovať za prevádzkovej teploty.



Obr.140

- **Axiálne valčekové ložiská** (obr.141) - majú veľmi veľkú axiálnu únosnosť a môže súčasne prenášať i radiálne sily.



Obr.141

## Hlavné rozmery a označovanie valivých ložísk

Valivé ložiská sú medzinárodne normalizované. Pre každý normalizovaný priemer otvoru ložiska (čapu, hriadeľa)  $d$  je dané v katalógu výrobcov valivých ložísk niekoľko typov ložísk toho istého druhu, ktoré sa vzájomne líšia šírkou  $b$  a vonkajším priemerom  $D$ . Pre každý priemer  $d$  sú väčšinou dané tri rady a to: ľahký, stredný a ťažký. **Veľkosť otvoru** je určená posledným dvojčíslom ktoré značí:

- **00** otvor o priemere 10 mm
- **01** otvor o priemere 12 mm
- **02** otvor o priemere 15 mm
- **03** otvor o priemere 17 mm
- **04** a vyššie sa násobi piatimi a dostávame priemer otvoru  $d$  [mm].

## Označovanie presnosti ložiska

Normálna presnosť sa neoznačuje. Vyššie presnosti sa označujú postupne písmenami **P, V, A, S**. Napríklad presnosť **S** je pätina dovolených tolerancií normálnej presnosti. Ložiská vyššej presnosti sa získajú výberom (nie presnejšou výrobou). Ložiská vyššej presnosti okrem toho, že sú drahšie, v niektorých prípadoch sú aj menej trvanlivé (malé tolerancie), najmä pri vyšších teplotách. Ďalšie písmená, alebo číslice za značkou ložiska označujú prevedenie:

- **K** - kužeľový otvor,
- **Z** - krycí plech,
- **M** - masívna klietka (z bronzu, z mosadze),
- **L** - masívna klietka (z ľahkého kovu),
- **C<sub>1</sub>...C<sub>5</sub>** - značí rôzny stupeň radiálnej vôle. (**C<sub>1</sub>** je najmenšia, **C<sub>5</sub>** je najväčšia).

## Životnosť valivých ložísk

**Životnosťou** nazývame dobu chodu ložiska, po ktorú ložisko vyhovuje svojmu účelu. Životnosť končí porušením funkcie z akýchkoľvek dôvodov do tej miery, že ložisko prestane vyhovovať podmienkam funkcie a nasleduje vyradenie ložiska z prevádzky.

### Príznačky nevyhovujúceho ložiska:

- opotrebenie valivých plôch – strata presnosti, tuhosti, vŕňa
- vzrastá trecí moment
- nárast hlučnosti
- nárast teploty

### Dôvody nepoužiteľnosti ložiska:

- strata presnosti
- prasknutie obežného krúžku, valivého elementu, klietky
- zadretie ložiska

### Príčiny poškodenia ložiska:

- výrobné chyby
- neúmerne prevádzkové podmienky (zaťaženie, teplota...)
- nedostatočné mazanie
- pokročilé únavové opotrebenie materiálu obežných krúžkov – pitting



Obr.142

Pri takomto rozsahu príčin nie je možné určiť životnosť ložiska výpočtom. Preto zo širšieho pojmu životnosť vyberáme užší pojem trvanlivosť (obr.142). V praxi bude trvanlivosť definovaná ako:

- **trvanlivosť skutočná**
- **trvanlivosť výpočtová.**

### Trvanlivosť valivých ložísk.

V súvislosti s pojmom trvanlivosť budeme abstrahovať od všetkých ostatných príčin poškodenia ložiska a budeme zohľadňovať iba poškodenie ložiska pittingom. Pitting sa prejavuje ako odlupovanie materiálu a postihuje najmä vnútorný krúžok.

Skutočná trvanlivosť sa nedá vopred stanoviť. Prax ukázala, že za rovnakých podmienok u ložísk rovnakého typu a veľkosti je až 30 násobný rozdiel.

**Skutočná trvanlivosť** je doba prevádzky ložiska za určitých podmienok až do doby porušenia valivých plôch únavou materiálu (pittingom). Vyjadruje sa celkovým počtom otáčok, alebo prevádzkových hodín pri určitých otáčkach.

**Výpočtová trvanlivosť** je celkový počet otáčok, alebo prevádzkových hodín pri určitých otáčkach, ktorý pri danom zaťažení dosiahne 90% ložísk toho istého typu a veľkosti. Aby sme získali podklady pre výpočet ložiska, určujeme trvanlivosť dohovorenu štatistickou metódou zo skutočnej trvanlivosti ložiska.

### Výhody a nevýhody valivých ložísk

#### Výhody:

- Valivé ložiská majú menší trecí moment.
- Trenie pri rozbehu nie je väčšie ako za chodu.
- Nepotrebujú zabehávanie.
- Majú dobrú odolnosť proti zadretiu ložísk.
- Ľahko sa rieši uloženie hriadeľa pri ľubovoľnom smere pôsobiacej sily.
- Znášajú vysoké prevádzkové teploty.
- Majú malú spotrebu maziva.
- Ľahká je montáž a údržba.
- Jednoduchá je výmena poškodeného ložiska.

#### Nevýhody:

- Majú nevhodný pomer vnútorného a vonkajšieho priemeru.
- Sú hlučnejšie ako klzné ložiská.
- Majú obmedzenú trvanlivosť.
- Pre väčšie priemery je cena ložiska vysoká.

### Návrh uloženia valivých ložísk

**Tolerancie priemeru čapov** pre uloženie radiálnych ložísk pri obvodovom zaťažení vnútorného krúžku. Pre informáciu sú uvedené bežné tolerancie uloženia ložísk. Pre statické zaťaženie sa volia v závislosti na priemere čapu tieto tolerancie. Všetko je v sústave jednotnej diery.

- pre malé priemery do 100 mm **k5**,
- pre väčšie priemery do 140 mm **m5**,
- pre veľké priemery do 200 mm **m6**.

Pri nárazových zaťaženiach:

- pre stredné priemery do 140 mm **m6**,
- pre veľké priemery do 200 mm **p6**.

**Tolerancie priemeru telesa** pre uloženie radiálnych ložísk pri bodovom zaťažení vonkajšieho krúžku. Tieto uloženia sú v sústave jednotného hriadeľa.

- pre nárazové zaťaženie **J7**,
- pre normálne zaťaženie **H7**,
- pre malé zaťaženie **H8**.

**Montáž** ložísk je nutné vykonávať v čistom prostredí (bez prachu, triesok atď.). Pri nasúvaní a vysúvaní za studena sa musí tlačná sila opierať o ten krúžok ktorý nasúvame. Nasúvanie sa môže vykonať:

- **nalisovaním** za studena,
- **nasúvaním** ohriateho ložiska (v oleji - na teplotu 80°C)

**Mazanie** valivých ložísk:

- **tukom** - ekonomickejší spôsob. Po určitej dobe však musíme ložiská domazávať.
- **olejom** - spôsoby sú obdobné ako pri mazaní klzných ložísk. Mazanie olejom používame, keď:
  - domazávacie časy sú veľmi krátke,
  - teplota ložiska prekročí maximálnu prípustnú teplotu pre tukové mazanie,
  - ložisko sa nachádza v mieste kde sa iné časti mažú olejom.
- **olejovou hmlou**.

**Tesnenie** valivých ložísk. Aby sa nedostali do ložísk nečistoty, musíme ložiská chrániť tesnením. Rozoznávame dva druhy tesnení:

- **trecie**,
- **štrbinové**.

**Zdroj:**

[http://web.tuke.sk/lf-kltp/Ucitelia/Zahradnicek Rudolf/ Avio - casti strojov + materialy/](http://web.tuke.sk/lf-kltp/Ucitelia/Zahradnicek%20Rudolf/Avio%20-%20casti%20strojov%20+%20materialy/)