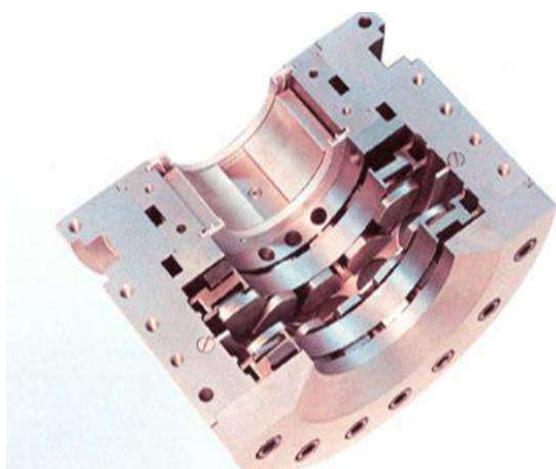
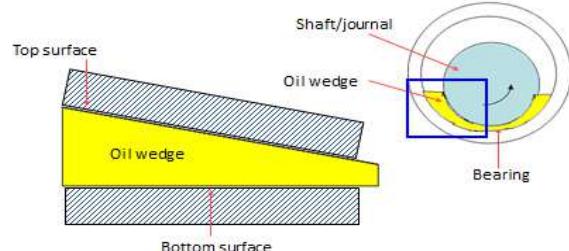


آشنایی با یاتاقان ها



Hydrodynamic theory- journal bearings



Oil wedge forms between shaft/journal and bearing due to them **not being concentric**

تألیف : بهروز جمشید نیا

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲	مقدمه
۴	تئوری اصطکاک
۶	کاربردیات اتقانها
۷	یاتاقانهای ضداصطکاکی
۱۷	جنس یاتاقانهای ضداصطکاکی
۲۳	پسوندوپیشوندهای فنی یاتاقانها
۳۱	پارامترهای موثر در انتخاب یاتاقانها
۴۲	عوامل اصلی خرابی زودهنگام یاتاقانها
۴۸	چرخه عمر یاتاقان
۵۱	ابزارهای تعمیراتی یاتاقانها
۵۴	نصب یاتاقانها
۷۵	روغنکاری یاتاقانها
۹۴	یاتاقانهای اصطکاکی
۱۰۳	جنس یاتاقانهای اصطکاکی
۱۰۵	عیب یابی و رفع عیب
۱۱۰	یاتاقانهای معناظطیسی

بنام خداوند جان و خرد

مقدمه:

مطلوب این جزوی از منابع مختلف جمع آوری، ترجمه و تدوین گردیده است. ضمن رعایت اصل موضوع سعی شده است حتی الامکان مطالب بزبان ساده و قابل استفاده برای کلیه کارکنان محترم صنعت بیان شود. همچنین برای آشنایی بالغات واصطلاحات انگلیسی فنی مرتبط با یاتاقانها از حذف زیرنویس انگلیسی شکلها خودداری شده است.

در این جزوی کارکنان با کاربرد، تقسیم بندی کلی، انتخاب، ساختمان اصلی، جنس، طرز کار، مزایا و معایب، طریقه نگهداری و نکات معمول تعمیراتی و همچنین با اشکالات عمومی انواع یاتاقانها و نحوه برطرف کردن آنها آشنا می شوند.

پیشنهادات ارزنده شماره راستای بهبود و غنی سازی جزوی می تواند ما را در چاپ های آینده یاری نماید.

باسپاس فراوان

بهروز جمشیدنیا – اردیبهشت ۱۳۹۴

تعریف اصطکاک:

دید کلی:

- اصطکاک پدیده‌ای است که در مرز بین جامدات ، مایعات و گازها ، همچنین در داخل آنها ، دیده می‌شود .
- در تحلیل اصطکاک در شاره‌ها (مایعات و گازها) ، به خاصیت چسبندگی آنها توجه می‌شود .
- آیا بدون اصطکاک امکان راه رفتن برای ما و اتومبیل یا دوچرخه امکان‌پذیر است؟
- کارکرد اصطکاک همیشه بگونه‌ای است که از لغزیدن سطوح مجاور نسبت به یکدیگر جلوگیری می‌کند. نیروی اصطکاک با سطوحی که نسبت به هم می‌لغزند، موازی است. جهت نیروی اصطکاک ممکن است در جهت حرکت یا در خلاف جهت حرکت باشد.
- وقتی که جسمی می‌خواهد بر روی جسمی دیگر بلغزد، نیروی مقاومی در سطح تماس دو جسم در خلاف جهت حرکت پدید می‌آید که این نیرو از حرکت جسم جلوگیری می‌کند. این نیرو را نیروی اصطکاک گویند. البته لازم به ذکر است که این نیرو در لحظه شروع حرکت را نیروی اصطکاک ایستایی می‌گویند، اما در طول حرکت جسم نیز نیرو وجود دارد که در این حالت نیروی اصطکاک لغزشی می‌گویند.

مدل ریاضی اصطکاک

با اندازه گیری نیروها می‌توان به مدل ریاضی ساده‌ای برای نیروی اصطکاک دست یافت. نخست ، همانگونه که انتظار می‌رود، اصطکاک بستگی به فشاری دارد که سطوح به یکدیگر وارد می‌کنند. نیروی اصطکاک به مساحت کل سطح تماس بستگی دارد، اما از آنجا که فشار از تقسیم نیروی عمودی بر مساحت سطح تماس بدست می‌آید، $P=F_N/A$ که در آن F_N نیروی عمودی و A مساحت سطح تماس است، پس از ضرب این دو عامل بدست می‌آید:

$$\sim \text{نیروی اصطکاک} = PA = F_N A$$

برای سطوح در حال حرکت داریم $\mu_k F_N$:

که در آن μ_k ثابتی است که ضریب اصطکاک جنبشی نامیده می‌شود .

برای سطوحی که نسبت به هم ساکن هستند، بهتر است که این رابطه بصورت نیروی اصطکاک $\leq \mu_s F_N$ نوشته شود که در آن μ_s ضریب اصطکاک ایستایی است و مقدار آن عموما از μ_k بیشتر است. نیروی اصطکاک ، برای سطوحی که نسبت به هم ساکن هستند، نمی‌تواند از $\mu_s F_N$ تجاوز کند، اما از نیرویی که به موازات سطح اعمال می‌شود، نیز

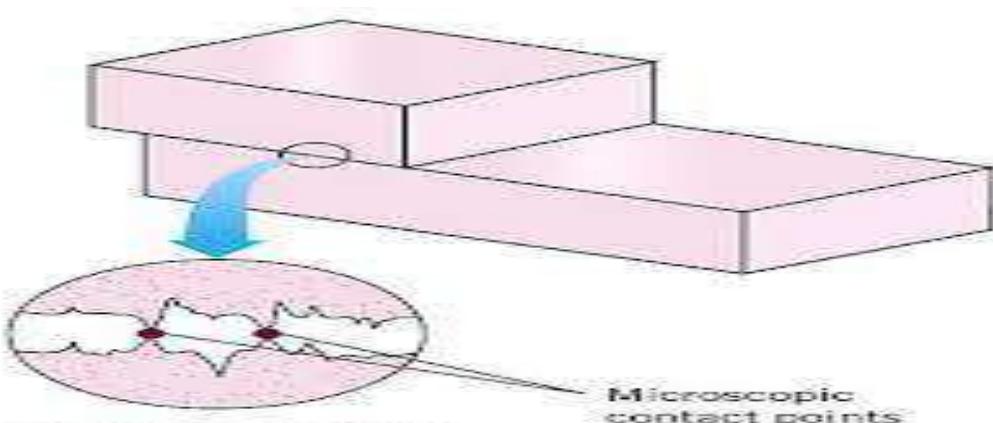
برای اجسامی که تحت تاثیر نیرویی قرار ندارند، هیچ نیروی اصطکاکی وجود ندارد. تجربه نشان می‌دهد که نیروی اصطکاک همواره با نیروی عمودی که از طرف جسم بر سطح اتکای آن وارد می‌شود، متناسب است. نیروی عمودی که گاهی نیز گفته می‌شود، نیرویی است که هر جسم در راستای عمود بر سطح تماس خود به جسم دیگر یا به سطح اتکای خود وارد می‌کند. این نیرو از تغییر کشسان اجسام در تماس ناشی می‌شود. مثلاً در مورد جسمی که روی یک میز افقی به حالت سکون قرار دارد یا روی آن می‌لغزد، بزرگی نیروی عمودی با وزن جسم شتاب قائم ندارد، لذا باید میز نیز نیرویی به طرف بالا بر آن وارد کند که بزرگی آن با کشش رو به پائین وارد بر جسم از طرف زمین، یعنی با وزن جسم، برابر است. بیشترین مقدار نیروی اصطکاک با کمترین نیروی لازم برای شروع به حرکت جسم برابر است. وقتی که حرکت شروع شد، معمولاً نیروی اصطکاک بین سطوح کاهش پیدا می‌کند و نیروی کمتری برای یکنواخت ماندن حرکت لازم است. همچنین گفته شد که بزرگی نیروی اصطکاک با نیروی عمود بر سطح از طرف جسم متناسب است. ضریب تناسبی که این رابطه تناسب را به تساوی تبدیل می‌کند، ضریب اصطکاک نام دارد.

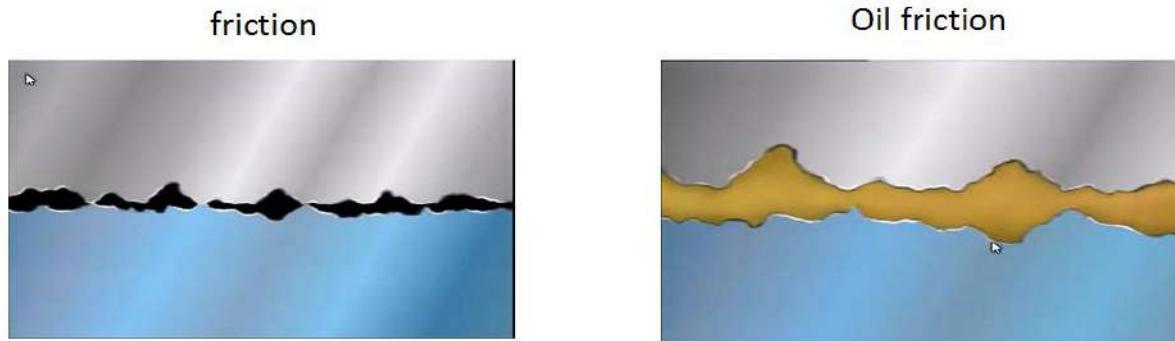
ضریب اصطکاک به عوامل مختلفی همانند:

جنس ماده، پرداخت سطحی، فیلمهای سطحی، دما و میزان آلودگی سطح بستگی دارد.

ماهیت نیروی اصطکاک:

همانند منشا بسیاری از نیروهای دیگر پیچیده و ناشناخته است، دو نظریه معروف در مورد اصطکاک وجود دارد. نظریه نخست با نام اصطکاک کولمبی نامیده می‌شود و نیروی عمود بر سطح درگیری را در مقدار نیروی اصطکاک تولیدی موثر می‌داند، نظریه‌های جدید نیروی اصطکاک را با چسبندگی مولکولهای دو سطح درگیر مرتبط می‌دانند، از نظر میکروسکوپی هنگامی که سطح کاملاً صیقلی را در زیر میکروسکوپ نگاه می‌کنیم، ناهمواریهای ذره مانندی در آن دیده می‌شود، از تماس ناهمواریهای دو سطح با یکدیگر نیروی مخالف حرکت اصطکاک تولید می‌شود، اگر به نحوی دو سطح درگیر از یکدیگر جدا شوند نیروی اصطکاک کاهش خواهد یافت.





یاتاقانها = BEARINGS

یاتاقان: وسیله‌ای است که اجزه حرکت نسبی مشخصی را بین دو یا بیشتر از دو قطعه را می‌دهد که به طور نمونه به صورت چرخش یا حرکت خطی است.

کاربرد یاتاقانها

- کم کردن اصطکاک
- جلوگیری از فرسایش و سائیدگی
- تکیه گاه خوبی برای قطعات متحرک
- قابلیت تعویض

انواع یاتاقانها

الف : یاتاقانهای ضد اصطکاکی

این یاتاقانها که به یاتاقانهای غلتشی نیز معروف می‌باشند. در واقع شامل دو عدد رینگ یا حلقه و یک سری ساچمه و یا گلطفک هستند که بصورت مماس و به اندازه معینین بین حلقه‌ها قرار گرفته‌اند. ساچمه‌ها و گلطفک‌ها معمولاً توسط قفسه‌ای که از صفحات موازی برنجی، پلاستیکی و یا هر ماده مناسب دیگر جدا از هم نگه داشته می‌شوند.

انواع یاتاقانهای ضد اصطکاکی

ball

۱. ساقمه‌ای

roller

۲. غلتکی

needle

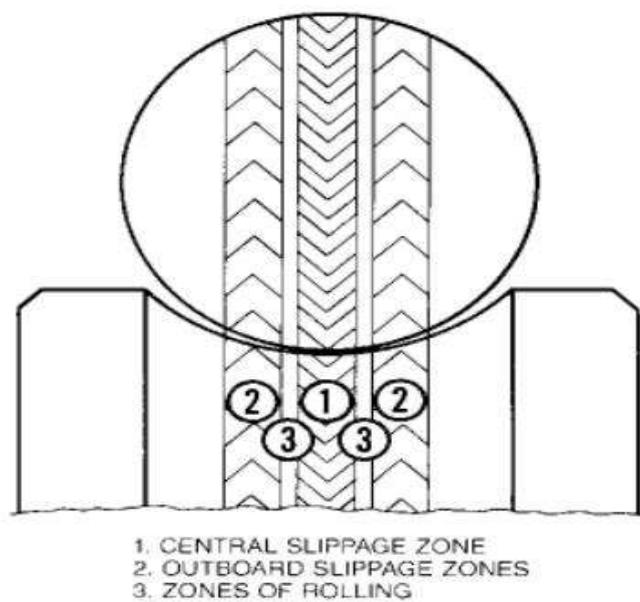
۳. سوزنی



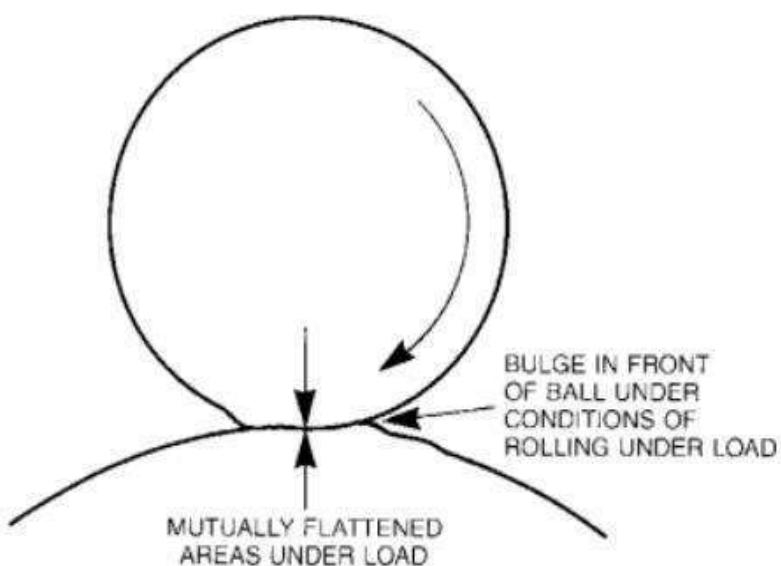
نحوه کار یاتاقانهای غلتتشی:

استفاده از جسمهای غلتان در بین دو سطح درگیر است، با این روش دو سطح کاملاً از یکدیگر جدا شده و حرکت لغزشی بین دو سطح تبدیل به حرکت غلتتشی می‌شود و می‌دانیم که غلتش فرآیندی بدون اصطکاک است، این روش با وجود حذف اصطکاک، سبب تنفس شدید جسم غلتان بر بستر غلتش می‌شود، در یاتاقانهای غلتتشی تنفس پارامتر بسیار مهمی است.

همانگونه که در شکل زیر ملاحظه می نمایید دریک یاتاقان غلتشی ساچمه ای هنگام حرکت ساچمه ببروی رینگ اعمال بار در نقاط نشان داده شده بصورت زیرمی باشد.



- منطقه ۱ مرکز لغزش
- مناطق ۲ محدوده لغزش بیرونی
- مناطق ۳ محدوده غلتش



توده ایجادشده در اثر اعمال بار ببروی جلو ساچمه سبب تخت شدن ساچمه و رینگ خواهد شد.

اصطلاحات یاتاقان ها:

۱- قطعات غلتنده (ساقمه و رولر)

۲- نشیمنگاه

۳- شفت

۴- شافت

۵- شانه پله شفت

۶- قطر شفت

۷- صفحه قفل کننده

۸- آب بندی شعاعی شفت

۹- رینگ فاصله انداز

۱۰- قطر داخلی نشیمنگاه

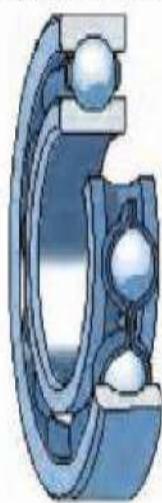
۱۱- سطح داخلی نشیمنگاه

۱۲- درپوش نشیمنگاه

۱۳- خارفنری

انواع یاتاقانها ی ضداصطکاکی:

Deep groove ball bearing, open basic design



یاتاقان شیار عمیق - طرح اصلی باز

Deep groove ball bearing with contact seals



یاتاقان شیار عمیق با آب بند تماسی

Deep groove ball bearing, single row with fixed section



Deep groove ball bearing, double row



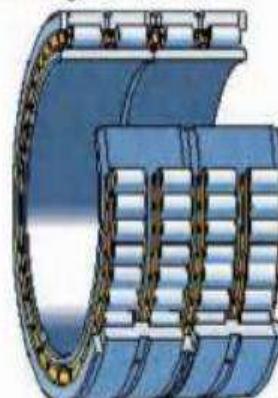
یاتاقان شیار عمیق - یک ریفه با مقطع ثابت

یاتاقان شیار عمیق - دو ریفه

Cylindrical roller bearing, double row, NN type



Cylindrical roller bearing, four-row

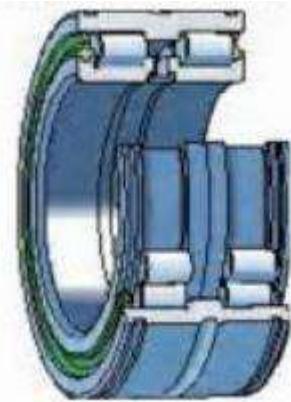


رولبرینگ استوانه ای دوردیفه با طرح

رولبرینگ استوانه ای چهار ردیفه

Full complement cylindrical roller bearing, single row with seals

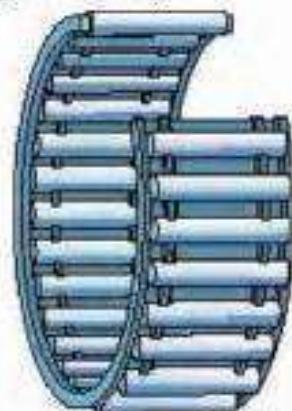
Full complement cylindrical roller bearing, single row



رولبرینگ استوانه ای بدون قفسه دو ریفه با اب بندی

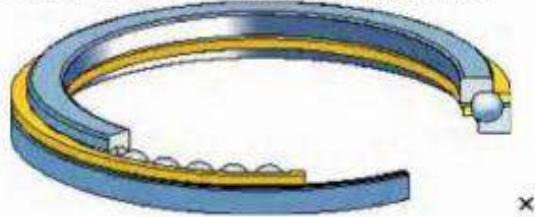
رولبرینگ استوانه ای بدون قفسه دو ریفه با اب بندی

Needle roller and cage assembly



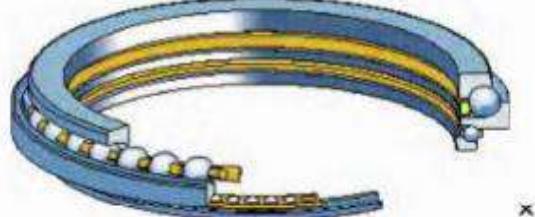
مجموعه قفسه و رولرهای سوزنی(یک ردیفه)

Angular contact thrust ball bearing, single direction



x

Angular contact thrust ball bearing, double direction



x

Cylindrical roller thrust bearing, single direction



x

رولربرینگ استوانه ای کف گرد ، یک ریشه

Needle roller thrust bearing



رولربرینگ سوزنی کف گرد- یک طرفه

Taper roller thrust bearing, single direction



رولربرینگ مخروطی کف گردیک طرفه

Taper roller thrust bearing, double direction



رولربرینگ مخروطی کف گرد- دوطرفه

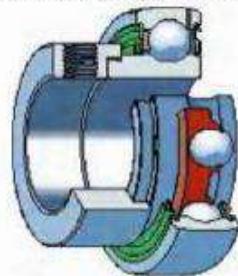
Spherical roller thrust bearing



رولربرینگ کروی کف گرد

Y-bearing with eccentric locking ring, inner ring extended at one side

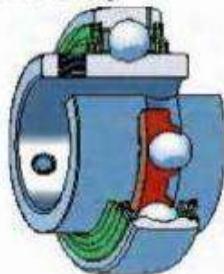
لایبرینگ - بارینگ قفل کن خارج از مرکز
بارینگ داخلی بیرون زده از یک طرف



>

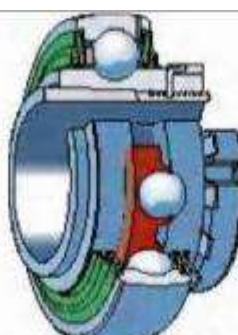
Y-bearing with grub screw locking

لایبرینگ - با قفل کن پیچ مغزی



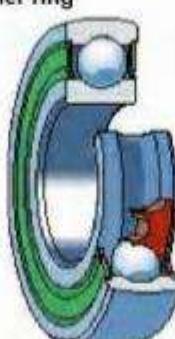
>

برای نصب از غلاف واسطه استفاده می شود.



Y-بیرینگ بارینگ داخلی استاندارد

Y-bearing with normal inner ring



>

Angular contact ball bearing, basic design

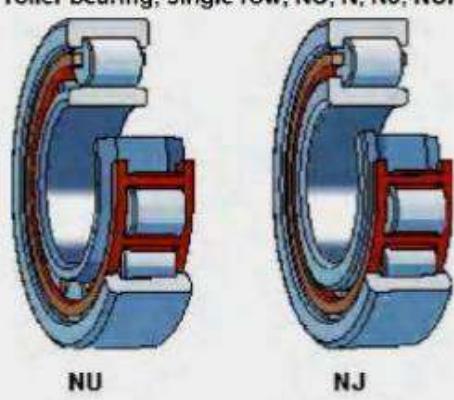
بلبرینگ تماش زاویه ای سطح اصلی یک ردیفه



A
G

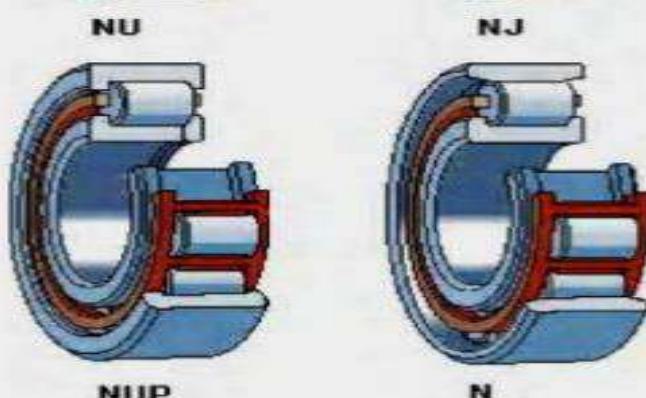
رولربرینگ استوانه ای طرح های
NU,N,NJ,NUP

Cylindrical roller bearing, single row, NU, N, NJ, NUP types



NU NJ

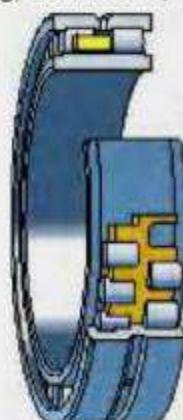
NU NJ



NUP N

رولر یاتاقان – دو ردیفه با طرح NU

Cylindrical roller bearing, double row, NNU type



کاربرد یاتاقانهای ضداصطکاکی:

الف: یاتاقانهای ساچمه ای:

- ۱ - یاتاقان ساچمه ای شیار عمیق : متداولترین نوع یاتاقان در بازار است . موارد استفاده زیاددارد و می تواند نیروهای شعاعی و نیروهای محوری را در دو جهت تحمل می کند و برای سرعت های بالا مناسب است .
- ۲ - یاتاقان تماس زاویه ای : سطوح غلتش در رینگ داخلی و خارجی . یاتاقان های تماس زاویه ای نسبت به یکدیگر در جهت محور یاتاقان جابجا شده اند بنابراین یاتاقان برای تحمل بار ترکیبی (بار محوری و شعاعی همزمان) طراحی شده اند .
- ظرفیت حمل بار محوری . یاتاقان های تماس زاویه ای با افزایش زاویه تماس ، افزایش می یابد . زاویه تماس ، زاویه بین خط ارتباط دهنده نقاط تماس ساچمه ها باسطوح غلتش در صفحه شعاعی (مسیر انتقال بار از یک سطح غلتش به سطح دیگر) و خط عمود بر محور . یاتاقان است .
- ۳- یاتاقان خودمیزان : این . یاتاقان در یک طرف دو شیار دارد و در یک طرف سطح کروی می باشد که سطح کروی باعث خودمیزان می شود . در مواردی که محور با پوسته ای داخلی انطباق نداشته باشد ، یا محور دارای خیز باشد استفاده می شود .
- خیز : در علم فنی یعنی خم شدن محور
- ۴ -- یاتاقان محوری : برای سرعتهای بالا مناسب نیست و عملکرد آن برای محورهای عمودی بهتر است .

ب: یاتاقانهای غلطکی

۱ یاتاقانهای غلطکی سیلندری:

- نیرویشعاعی بیشتری را نسبت به یاتاقانهای ساچمه ای تحمل می کند چون سطح تماس بیشتری دارد .
- #### ۲ یاتاقانهای غلطکی مخروطی:

- این یاتاقانهای قادر به تحمل نیروهای شعاعی است اما نیروهای محوری را فقط در یک جهت تحمل می کند بنابراین به طور معکوس با جفت خودش به کار می رود .

۳ یاتاقانهای غلطکی سوزنی:

- دارای تحمل نیروهای شعاعی است و در جایی که فضای شعاعی کم و لرزش دردستگاه موجود باشد استفاده می شود .

۴. یاتاقانهای بشکه ای:

این یاتاقان غلطکی دارای خاصیت خود میزانی است و برای بارهای زاویه ای مناسب است.

یاتاقانهای ساچمه ای و غلتکی قطعاتی هستند که امکان حرکت نسبی بین دو نقطه را از طریق غلتش فراهم می کنند در واقع یاتاقان های غلتشی هستند .

بررسی یاتاقانهای غلتشی از جهات مختلف :

۱. از جهت تحمل نیرو :

یاتاقان های رادیال (شعاعی)

یاتاقان های اکسیال (محوری)

۲ به جهت شکل غلتک ها :

کروی

استوانه ای (رولر)

۳ نوع حرکت :

دورانی

رفت و برگشتی (خطی)

مزایای یاتاقان های غلتشی :

۱. ممان اصطکاکی در شروع حرکت کمتر است .

۲. از لحاظ نگه داری و سیستم روغن کاری ساده تر است .

۳. در واحد عرض میزان تحمل نیرو بیشتر است .

۴. از لحاظ ابعاد و کیفیت و عمر مفید استاندارد شده است .

۵. در بازار در دسترس است .

جنس یاتاقان

جنس یاتاقانها فولاد آلیاژی کرم داراست که تا عمق کافی سخت شده است یعنی غیر قابل نفوذ است ملاحظاتی که در جنس یاتاقان در نظر گرفته شود ، شامل سختی برای ظرفیت حمل بار ، مقاومت به خستگی تحت شرایط تماس غلتشی و شرایط روانکار تمیزی آلوده و پایداری ابعادی می باشد .

برای قفسه های آن ملاحظات شامل اصطکاک ، کرنش ، نیروهای اینرسی و در بعضی موارد واکنش شیمیایی روانکارهای خاص ، حلال ها، خنک کننده ها و مبردها می باشد .

اهمیت نسبی ملاحظات فوق می تواند تحت تاثیر پارامترهای عملکردی دیگری مانند خوردگی، دمای بالا، بارهای شوک و یا ترکیبی از این شرایط و دیگر شرایط قرار گیرد.

آب بندهای تماسی:

در یاتاقان های غلتی اثر قابل ملاحظه ای بر کار کرد و قابل اطمینان یاتاقان دارد.

جنس رینگ ها و اجزای غلتنده

از فولاد سخت شونده عمقی می باشد.

جنس قفسه ها

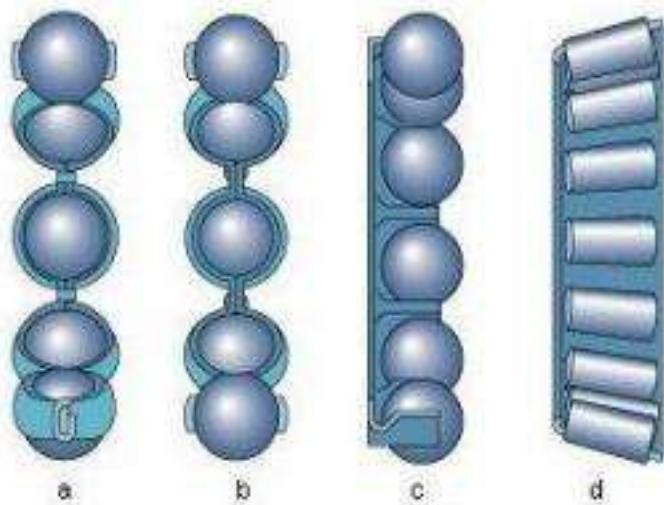
از مواد مختلفی شامل، اکثراً قفسه های ساخته شده از ورق فولادی پرسکاری شده از جنس ورق فولادی کم کربن، نورد گرم شده می باشند.

قفسه های فولادی ماشینکاری شده از جنس فولاد ساختمانی بدون الیاژ، به منظور افزایش مقاومت سایشی و لغزشی، بعضی از قفسه های فولادی ماشینکاری شده عملیات سطحی می شوند. قفسه های فولادی ماشینکاری شده در یاتاقانهای بزرگ و یا در کاربردهایی که در انها خطر ایجاد ترک ناشی از واکنش شیمایی در صورت استفاده از قفسه برنجی وجود دارد، استفاده می شوند. این قفسه های فولادی را تا دمای کار کرد 300°C درجه استفاده کرد.

قفسه برنجی از ورق پرسکاری شده در بعضی یاتاقانهای کوچک و متوسط بکار می رود و در کمپرسورها سیستم تبرید که از آمونیاک استفاده می شود که احتمال ترک برداشتن قفسه برنجی ماشینکاری شده یا قفسه فولادی استفاده کرد.

قفسه برنجی ماشینکاری شده، در اکثر روانکارهای یاتاقان نظیر روغن های مصنوعی و گریس های تاثیری براین قفسه ها نداشته و می توان انها را با حلول اورگانیک معمولی نیز تمیز کرد. قفسه های برنجی باید در دمای بالاتر از 250°C درجه سانتیگراد استفاده شوند.

قفسه های پلیمری به روش تزریق پلاستیک پلی امید $6,6\text{-MDP}$ باشد، در جایی که نیاز به چقرمگی (Toughness) بالا می باشد، نظیر جعبه محور و سایل نقلیه ریلی، از پلی امید تقویت شده با الیاف شیشه، استفاده می شود. لازم بذکر در محدوده دمای 400°C تا 170°C سانتیگراد قابل استفاده است.



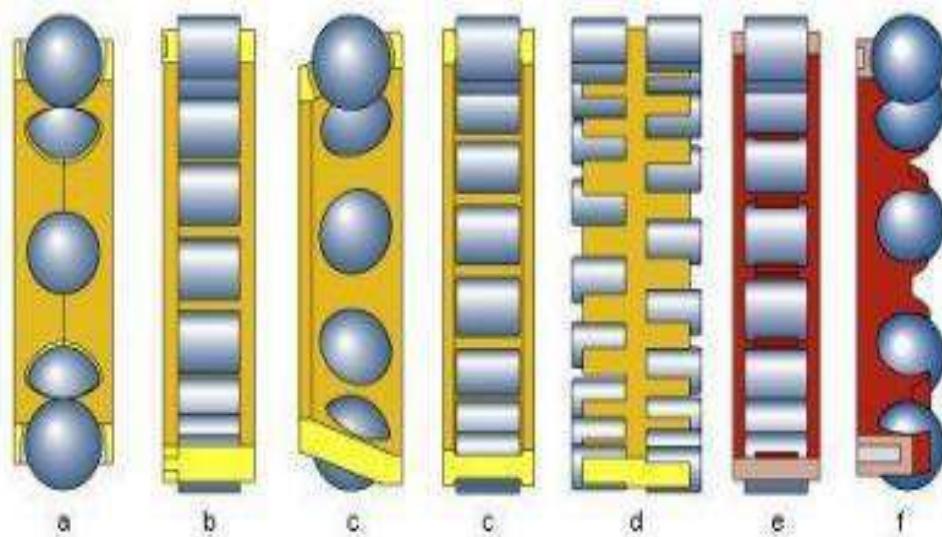
قفسه های پرسکاری شده از جنس فولادی یا برنجی

a - قفسه فولادی یا برنجی نوع نواری

b - قفسه فولادی پرج شده

c - قفسه فولادی یا برنجی از نوع Snap

d - قفسه فولادی نوع پنجره ای فوق العاده قوی



a : قفسه ماشین کاری شده دو تکه پرج شده

b : قفسه ماشین کاری شده دو تکه به همراه پرج های سوراخ سرخود

c : قفسه ماشین کاری شده نوع پنجره ای یک تکه

d : قفسه ماشینکاری شده نوع چنگکی دوبل

e : قفسه پنجره ای پلیمری ساخته شده به روش تزریق پلاستیک

f : قفسه ماشین کاری شده یک تکه از جنس رزین فنولی

شماره فنی یاتاقان ها

شماره فنی یاتاقان ها به دو گروه اصلی تقسیم می شود، شماره فنی برای یاتاقان های استاندارد (که دارای ابعاد استاندارد) و شماره فنی برای یاتاقان های خاص دارای ابعادی مطابق با نیاز کاربرد خاص می باشند و با شماره نقشه مربوطه مشخص می شود .

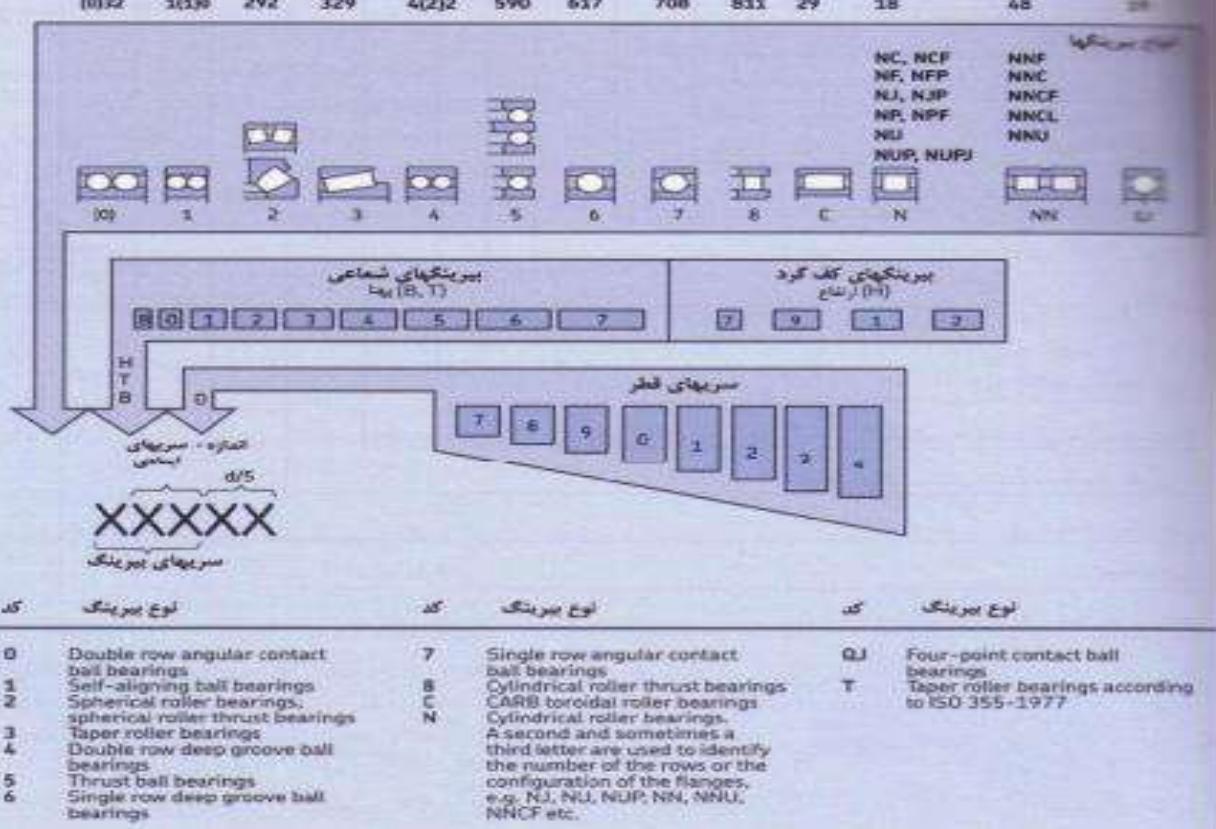
شماره فنی اصلی یاتاقان مشخص کننده :

نوع طراحی اصلی ابعاد خارجی استاندارد یاتاقان پسوندها و پیشوندها مشخص کننده است .

اجزای یاتاقان و یا طرح و مشخصات متفاوت با طرح اصلی یاتاقان

حدودار ۱: سیستم شماره فنی برای بیرینگ ها و رولر سرینگهاستاندارد (متربیک)

223	544	623	(0)4
213	524	6(0)3	33
232	543	622	23
222	523	6(0)2	23 (0)3
241	542	630	32 22
231	522	6(1)0	22 12
240	534	638	41 (0)2
230	534	639	31 31
249	533	609	60 30 31
239	513	638	50 20 60
139	532	628	40 10 50
248	532	628	39 40
130	532	618	29 30
(1)23	531	608	19 69
(1)03	531	637	38 49
(1)22	530	719	39 49
(1)33	294	893	39 49
(1)02	293	832	39 49
(1)32	292	831	39 49
1(1)0	320	627	29 18
1(1)0	329	617	29 18
1(1)0	590	708	48 29



نحوه انتخاب یاتاقان

همه یاتاقنهای استاندارد دارای یک شماره فنی اصلی می باشند که معمولاً شامل ۳ تا ۵ رقم و یا ترکیبی از حروف و ارقام است . (نمودار ۱)

شماره فنی یک یاتاقان را نمایش می دهد $\text{suffix } \text{XX } \text{XXX} =$

Series bearing

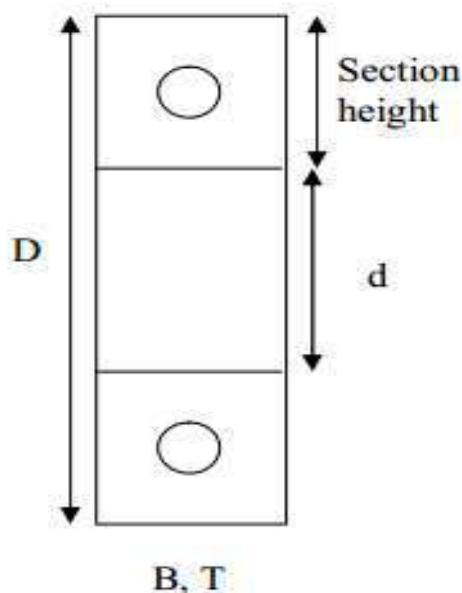
به سه رقم سمت چپ شماره فنی است که می تواند رقم اول و دوم آن نیز حذف گرد اطلاق می گردد . علامت اول نشان دهنده نوع یاتاقان است و میتواند یک یا چند حرف باشد .

دو رقم بعدی مشخص کننده سری ابعادی ISO می باشند .

که رقم اول آن پهنانی یاتاقان است (بعد B، T یا H) که به صورت کد شده است .

رقم دوم ارتفاع مقطع یا قطر خارجی یاتاقان (Height Selection)

دو حرف آخر قطر یاتاقان است با واحد اینچ یا میلیمتر است و برای به دست آوردن قطر داخلی یاتاقان باید دو عدد سمت راست را در عدد ۵ ضرب نمائیم (قطر رینگ داخلی) محور بدست می آید .



نکته : پهنا از روی قطر خارجی و قطر خارجی از روی قطر داخلی بدست می آید .

بطور مثال انتخاب یک یاتاقان از کاتالوگ شرکت SKF (نمودار ۱)

۶۱۸۱۹ : در آن جدول عدد ۶ نشان دهنده یاتاقان از نوع groove deep .

شماره فنی یاتاقان پیدا می کنیم و بعد از روی جدول Designtion قطر داخلی و بعد در قسمت ۱۵=۶ ۹ مشابه شماره یک میزان $D=120$ و $B=130$ بدست می آید

استثناهای :

استثناء یک :

در صورتیکه شماره فنی به ۰۴۶ و درواقعه ۰۴۲ بوده است که با توجه به اینکه در آن زمان خاص فقط سری صفر ساخته می شده ازنوشتن صفر صرفنظر کردند .

استثناء دوم :

برای قطرهای داخلی بین ۰ ۱ تا ۰ ۲ قاعده ضربدر ۵ برقرار نمی باشد . ولازم است اعداد زیر بخاطر سپرده شود

$$10\text{mm} = 60200$$

$$12\text{mm} = 60201$$

$$15\text{mm} = 60202$$

$$17\text{mm} = 60203$$

مطابق با نمودار شماره یک ، عدد ۶ نشان دهنده یاتاقان از نوع ۳۰۳ N: مثال groove deep ۱۷ میلیمتر بوده است ، مطابق با شرایط خاص بیان شده ۰ ۳ قطر داخلی بود . می باشد .

طبق جدول شماره یک میزان $D=47$ و $B=14$ بدست می آید . و حرف N در قسمت پسوندها به ان پرداخته خواهد شد .

استثناء سوم :

برای قطرهای بالاتر از ۵۰۰ و زیر ۱ ، قطر یاتاقان را بدون کد شده بلافاصله پس از اسلش می اوریم : مثال قطر داخلی ۱۰۶۰: ۱ میلیمتر

شماره فنی ۹۰۴۰۲:

۱۰۶۰/۲۴۰

مثال قطر داخلی ۵: ۵ میلیمتر

شماره فنی: ۶۱۸۹۹

۶۱۸/۵

اسنثناه چهارم:

برای قطرهای ۲۸ و ۳۲ که بر ۵ قابل تقسیم نمی شوند بصورت اسلش می اوریم :

مثال قطر داخلی: ۲۸ میلیمتر

شماره فنی: ۶۰(۲۹۹)

۶۲/۲۸

شماره فنی: ۶۰(۲۰۳۹۹)

مثال قطر داخلی: ۵/۸ اینچ

۶۲۰۳/۵/۸ اینچ

Deep groove ball bearings, single row, with snap ring groove

Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit	Speed ratings		Mass	Designations	
d	D	B	dynamic C	static C_0	P_u	Reference speed	Limiting speed	kg	Bearing	Snap ring
			mm		kN	r/min		-	(R = with snap ring)	
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	34000	0,032	6200 N *	SP 30
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	34000	0,032	6200 NR *	SP 30
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	28000	0,032	6200-2ZNR *	SP 30
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	34000	0,032	6200-ZNR *	SP 30
12	32	10	7,28	3,1	0,132	50000	32000	0,037	6201 N *	SP 32
12	32	10	7,28	3,1	0,132	50000	32000	0,037	6201 NR *	SP 32
12	32	10	7,28	3,1	0,132	50000	26000	0,037	6201-2ZNR *	SP 32
12	32	10	7,28	3,1	0,132	50000	32000	0,037	6201-ZNR *	SP 32
15	35	11	8,06	3,75	0,16	43000	28000	0,045	6202 N *	SP 35
15	35	11	8,06	3,75	0,16	43000	28000	0,045	6202 NR *	SP 35
15	35	11	8,06	3,75	0,16	43000	22000	0,045	6202-2ZNR *	SP 35
15	35	11	8,06	3,75	0,16	43000	28000	0,045	6202-ZNR *	SP 35
17	40	12	9,95	4,75	0,2	38000	24000	0,065	6203 N *	SP 40
17	40	12	9,95	4,75	0,2	38000	24000	0,065	6203 NR *	SP 40
17	40	12	9,95	4,75	0,2	38000	19000	0,065	6203-2ZNR *	SP 40
17	40	12	9,95	4,75	0,2	38000	24000	0,065	6203-ZNR *	SP 40
17	47	14	14,3	6,55	0,275	34000	22000	0,12	6303 N *	SP 47
17	47	14	14,3	6,55	0,275	34000	22000	0,12	6303 NR *	SP 47
17	47	14	14,3	6,55	0,275	34000	17000	0,12	6303-2ZNR *	SP 47
17	47	14	14,3	6,55	0,275	34000	22000	0,12	6303-ZNR *	SP 47
20	42	12	9,95	5	0,212	38000	24000	0,069	6004 N *	SP 42
20	42	12	9,95	5	0,212	38000	24000	0,069	6004 NR *	SP 42
20	42	12	9,95	5	0,212	38000	19000	0,069	6004-2ZNR *	SP 42
20	42	12	9,95	5	0,212	38000	24000	0,069	6004-ZNR *	SP 42
20	47	14	13,5	6,55	0,26	32000	20000	0,11	6204 N *	SP 47

جدول شماره ۱

پیشوندها و پسوندها در شماره فنی :

پیشوندها

پیشوندها برای مشخص کردن اجزای یک یاتاقان بکار می روند و معمولاً بعد از آن شماره فنی کامل آورده می شود و با برای جلوگیری از اشتباه بین شماره های فنی بکار می روند

GS : واشر نشیمنگاه در یاتاقانهای استوانه ای محوری

K : مجموعه رولرها و قفسه های در رولریاتاقان های استوانه ای کف گرد

K : رینگ داخلی با مجموعه غلطکها و قفسه (Cone) یا رینگ خارجی (Cup)

BK : یاتاقان مخروطی اینچی متعلق به سری های استاندارد ABMA

L : رینگ داخلی یا خارجی قابل تفکیک از یک یاتاقان تفکیک پذیر

R : رینگ داخلی یا خارجی به همراه مجموعه غلطکها و قفسه از یک یاتاقان تفکیک پذیر

W : یاتاقان شیار عمیق ضد زنگ

WS : واشر شفت در یاتاقان غلطکی های استوانه ای محوری

ZE : یاتاقان به همراه سیستم نصب سنسوری

پسوندها :

پسوندها جهت مشخص کردن طرحها یا گونه هایی که به طریقی با طرح اصلی متفاوت هستند ، بکار می روند تعدادی از پسوندها به شرح ذیل می باشند :

A: انحراف یا اصلاح نسبت به طرح داخلی استاندارد بدون تغییر در ابعاد خارجی،

به عنوان یک قانون کلی معنی آن بستگی به نوع یاتاقان یا سری های یاتاقان دارد .

AC: یاتاقان تماس زاویه ای دو ردیفه بدون شیار جازنی ساچمه

ADA: شیار خار فنری اصلاح شده در رینگ خارجی، دو تکه رینگ داخلی به کمک یک رینگ نگهدارنده یکپارچه می شوند.

B : انحراف یا اصلاح نسبت به طرح داخلی استاندارد بدون تغییر در ابعاد خارجی، به

عنوان یک قانون کلی معنی آن نسبت به سری های یاتاقان خاص دارد .

مثال ۴ ۲۲ ۷ B

یاتاقان تماس زاویه ای یک ردیفه با زاویه تماس ۴۰ درجه

C: انحراف یا اصلاح نسبت به طرح داخلی استاندارد بدون تغییر در ابعاد خارجی،

به عنوان یک قانون کلی معنی آن نسبت به سری های یاتاقان خاص دارد ،

مثال C۳۰۶، یاتاقان غلطکی کروی با رینگ داخلی بدون لبه ، رولرهای متقارن ، رینگ راهنمای شناور و قفسه نوع پنجره ای از جنس فولاد پرسکاری شده .

CA: ۱- یاتاقان غلطکی کروی با طرح Cاما با لبه های نگه دارنده بر روی رینگ داخلی و قفسه ماشینکاری شده ۲- یاتاقان تماس زاویه ای یک ردیفه برای نصب به صورت جفتی . دو یاتاقان که به صورت پشت به پشت و یا جلویه جلو قرار می گیرند دارای لقی محوری کم تر از نرمال (CB) می باشد .

CAC: یاتاقان غلطکی کروی با طرح Cاما با تقویت هدایت رولرها

CB: ۱- یاتاقان تماس زاویه ای یک ردیفه برای نصب به صورت جفتی، دو یاتاقان که به صورت پشت به پشت و یا جلو به جلو قرار می گیرند دارای لقی محوری نرمال قبل از نصب می باشند. ۲- لقی محوری کنترل شده در یاتاقان تماس زاویه ای دو ردیفه

CC : یاتاقان غلطکی کروی طرح C با تقویت هدایت رولرها ۲- یاتاقان غلطکی تماس زاویه ای یک ردیفه برای نصب جفتی دو یاتاقان که به صورت پشت به پشت و یا جلویه جلو قرار می گیرند دارای لقی محوری بیش تر از نرمال (CB) می باشد .

CLN: یاتاقان غلطکی مخروطی با ترانس مطابق با کلاس ۶ استاندار ISO

CL: یاتاقان غلطکی مخروطی اینچی با با کلاس ۰ استاندار ABMA/ANSI

CL: یاتاقان غلطکی مخروطی اینچی با ترانس مطابق با استاندار ABMA/ANSI

CL^۳: یاتاقان غلطکی مخروطی اینچی با ترانس کلاس ۳ استاندار ANSI/ABMA

C CL^۷: یاتاقان غلطکی مخروطی با رفتار اصطکاکی خاص و دقت حرکتی بالا

CN : لقی داخلی نرمال ، معمولاً با حرف اضافی دیگر برای نشان دادن محدوده لقی کاهش یا جابجا شده بکار می رود ، مثال :

CNH : نیمه بالایی محدوده لقی نرمال

CLN : نیمه پائینی محدوده لقی نرمال

CNM : دو ربع میانی محدوده لقی نرمال

CNP : نیمه بالایی محدوده لقی نرمال و نیمه پائینی محدوده لقی ۳

حروف H، M، L، P همچنین با کلاسه ای لقی C۲، C۳، C۴ و C۵ نیز استفاده می شوند .

CV: یاتاقان غلطکی استوانه ای بدون قفسه با طرح داخلی اصلاح شده

CS : آب بندی تماسی از جنس لاستیک اکریلونیتریل بوتادین (NBR) تقویت شده با ورق فولادی در یک طرف

۲CS: آب بندهای تماسی نوع CS در دو طرف یاتاقان

۲ CS : آب بند تماسی از جنس لاستیک فلورو (FKM) تقویت شده با ورق فولادی در یک طرف یاتاقان

۲CS۲: آب بند تماسی نوع ۲ CS در دو طرف یاتاقان

CS۵ : آب بندی تماسی از جنس لاستیک اکریل و نیتریل بوتادین هیدروژنه (HNBR) تقویت شده با ورق فولادی در یک طرف یاتاقان

۲CS۵ : آب بند تماسی نوع ۵ CS در دو طرف یاتاقان

C۱ : لقی داخلی یاتاقان کم تراز

C۲ : لقی داخلی یاتاقان کم تراز نرمال (CN)

C۳ : لقی داخلی یاتاقان بیشتر از نرمال (CN)

C۴ : لقی داخلی یاتاقان بیشتر از

C۵ : لقی داخلی یاتاقان بیشتر از

C۰۲: تلرانس کاهش یافته برای دقت های حرکتی رینگ داخلی یک یاتاقان کامل

C۰۴: تلرانس کاهش یافته برای دقت های حرکتی رینگ خارجی یک یاتاقان کامل

C۰۲ + C۰۴: C۰۸

C۰۲ + C۰۴+C۳: C۰۸۳

C۱۰ : تلرانس کاهش یافته برای قطرهای داخلی و خارجی

D : انحراف یا اصلاح نسبت به طرح داخلی استاندارد بدون تغییر در ابعاد خارجی، به

عنوان یک قانون کلی معنی آن بستگی به سری های یاتاقان خاص دارد برای مثال :

۳۳۱۰D : یاتاقان تماس زاویه ای دو ردیفه با رینگ داخلی دو تکه

DA : شیار خار فنری اصلاح شده بر روی رینگ خارجی، دو تکه رینگ داخلی به وسیله یک رینگ نگهدارنده یکپارچه می شود .

DB: دو یاتاقان شیار عمیق یک ردیفه، یاتاقان تماس زاویه ای یک ردیفه یاتاقان غلطکی یک ردیفه مخروطی که برای نصب پشت به پشت جفت شده اند، حروف بعد از DB تعیین کننده مقدار لقی یا پیش بار در یاتاقانهای جهت شده قبل از نصب می باشند .

A: پیش بار کم

B : پیش بار متوسط

C: پیش بار زیاد

AC: لقی محوری کم تر از نرمال

CB: لقی محوری نرمال

CC: لقی محوری بزرگتر از نرمال

C: لقی محوری خاص بر حسب میکرومتر

GA: پیش بار کم

GB: پیش بار متوسط

G: پیش بار خاص بر حسب daN

برای یاتاقان غلطکی مخروطی جفت شده طراحی و چیدمان رینگ های میانی بین رینگ های داخلی یا خارجی با دو رقم که بین **DB** و حروف بالا قرار می گیرد تعیین می شود .

DF: دو یاتاقان شیار عمیق یک ردیفه، یاتاقان تماس زاویه ای یک ردیفه یا یاتاقان غلطکی مخروطی یک ردیفه که به صورت جلو به جلو جفت شده اند .

DT: دو یاتاقان شیار عمیق یک ردیفه، یاتاقان تماس زاویه ای یک ردیفه و یا یاتاقان غلطکی مخروطی یک ردیفه که به صورت پشت سرهم جفت شده اند . برای یاتاقان غلطکی مخروطی جفت شده طراحی و چیدمان رینگ های میانی بین رینگهای داخلی یا خارجی با دو عدد که بعد از **DT** قرار می گیرند تعیین می شوند .

E: انحراف یا اصلاح نسبت به طرح داخلی استاندارد بدون تغییر در ابعاد خارجی، به عنوان یک قانون کلی معنی آن بستگی به سری های یاتاقان خاص دارد . معمولاً مشخص کننده اجزای غلتنه تقویت شده می باشد .

EC: یاتاقان غلطکی استوانه ای یک ردیفه با طرح داخلی بهینه شده و تماس بین انتهای غلطکها و لبه اصلاح شده

ECA: یاتاقان غلطکی کروی طرح **CA** با غلطکهای تقویت شده

ECAC: یاتاقان غلطکی کروی طرح **CAC** با غلطکهای تقویت شده .

F: قفسه فولادی ماشینکاری شده یا ریخته شده از چدن خاص و مرکز شده ببروی اجزای غلتنه ، طرح ها و جنس های متفاوت با یک عدد بعد از **F** مشخص می شوند ، **F1** نظیر

FA: قفسه فولادی ماشینکاری شده یا ریخته شده از چدن خاص که نسبت به رینگ خارجی مرکز شده است .

FB: قفسه فولادی ماشینکاری شده یا ریخته شده از چدن خاص که نسبت به رینگ داخلی مرکز شده است .

G: یاتاقان تماس زاویه یک ردیفه برای نصب جفتی، یاتاقانهایی که به صورت پشت به پشت یا جلو به جلو جفت می شوند دارای لقی محوری معینی قبل از نصب می باشند .

G: یاتاقان پرشده با گریس ، حروف بعدی مشخص کننده محدوده دمای کارکرد گریس و حرف سوم مشخص کننده نوع گریس است .

معنی حرف دوم به شرح زیراست .

EP: گریس E

F: گریس سازگار با صنایع غذایی

H; گریس برای دما بالا ، برای مثال از ۲۰- تا ۱۳۰ درجه سانتیگراد

L: گریس برای دمای پائین ، برای مثال از ۵۰- تا ۸۰ درجه سانتیگراد

M: گریس برای دمای متوسط ، برای مثال از ۴۰- تا ۱۱۰ درجه سانتیگراد

W; گریس برای دما پائین و بالا ، برای مثال از ۴۰- تا ۱۴۰ درجه سانتیگراد

یک رقم بعد از سه حرف کد گریس ، نشان دهنده مقدار گریس متفاوت با مقدار استاندارد می باشد . ارقام ۱ و ۲ و ۳ مقدار کمتر از استاندارد و ارقام ۴ تا ۹ مقدار گریس بیشتر از استاندارد را نشان می دهد .

مثال: **GEA**: گریس EP پرشده با مقدار استاندارد

GLB۲: گریس برای دما پائین ۱۵٪ تا ۲۵٪ یاتاقان پرشده است .

GA: یاتاقان تماس زاویه ای یک ردیفه برای نصب به صورت جفتی، دو یاتاقان که به صورت پشت به پشت یا جلو به جلو نصب شده اند دارای پیش بار کم قبل از نصب می باشند

GB: یاتاقان تماس زاویه ای یک ردیفه برای نصب به صورت جفتی، دو یاتاقان که بصورت پشت به پشت یا جلو به جلو نصب شده اند دارای پیش بار کم قبل از نصب می باشند .

GC: یاتاقان تماس زاویه ای یک ردیفه برای نصب به صورت جفتی، دو یاتاقان که به صورت پشت به پشت یا جلو به جلو نصب شده اند دارای پیش بار زیاد قبل از نصب می باشد .

GJN: یاتاقان پرشده از گریس با پایه پلی اوره با غلظت ۲ مطابق معیار NLGI برای دمای ۳۰- سانتیگراد تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد (میزان گریس در حد نرمال)

CXN: یاتاقان پرشده از گریس با پایه پلی اوره با غلظت ۲ مطابق معیار NLGI برای دمای ۴۰- سانتیگراد تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد (میزان گریس در حد نرمال)

H: قفسه نوع Snap سخت شده از جنس فولاد پرسکاری شده .

HA: یاتاقان یا اجزای یاتاقان که سختی سطحی شده اند . برای جزئیات بیشتر بعد از **HA** عددی به معنی زیر آورده می شود .

۰ یاتاقان کامل

۱ رینگ داخلی و خارجی

۲ رینگ خارجی

۳ رینگ داخلی

۴ رینگ داخلی، خارجی و اجزای غلتنده

۵ اجزای غلتنده

۶ رینگ خارجی و اجزای غلتنده

۷ رینگ داخلی و اجزای غلتنده

HB : یاتاقان یا اجزای یاتاقان که سخت شده اند .

HC : یاتاقان یا اجزای یاتاقان از جنس سرامیک

HE : یاتاقان یا اجزای یاتاقان از فولاد ریخته شده در خلاء

HM : یاتاقان یا اجزای یاتاقان که سختی مارتزینی شده اند .

HN : یاتاقان یا اجزای یاتاقان که عملیات حرارتی سطحی خاص شده اند

HT : گریس برای کارکرد در دمای بالا برای مثال از ۲۰-۳۰ درجه سانتیگراد تا

درجه سانتیگراد ، **HT** و دو رقم بعد از آن مشخص کننده گریس واقعی می باشند .

گریس های متفاوت از گریس استاندارد برای این محدوده دما با دو رقم بعد از **HT**

مشخص می شوند . مقدار گریس متفاوت از مقدار استاندارد با یک حرف یا ترکیب

حرف / عدد بعد از **HTXX** مشخص می شود .

A : میزان گریس کمتر از استاندارد

B : میزان گریس بیشتر از استاندارد

C : میزان گریس بیشتر از ۷%

F1 : میزان گریس کم تر از استاندارد

F7 : میزان گریس بیشتر از استاندارد

F9 : میزان گریس بیشتر از ۷%

HT24B ، **HT22** : مثالها

HV : یاتاقان یا اجزای یاتاقان از فولاد ضدزنگ قابل سخت شدن ، برای جزئیات

بیشتر بعد از **HV** عددی آورده می شود .

J : قفسه فولادی سخت شده ، پرسکاری شده و مرکز شده نسبت به اجزای غلتنده ، طرح

های متفاوت با یک عدد بعد از **L** مشخص می شوند برای مثال **1L**

JR : قفسه از دو واشر تخت سخت نشده از ورق فولادی که به یک دیگر پرچ شده اند .

K : رینگ داخلی مخروطی، مخروط ۱۲ : ۱

K30 : رینگ داخلی مخروطی، مخروط ۳۰ : ۱

LHL : گریس برای دماهای کم یا زیاد (برای مثال از ۴۰-۱۴۰ درجه سانتیگراد)

دو عدد پس از LHT نوع گریس را مشخص می کند یک حرف یا ترکیب حرف / عدد -
بعد از LHT مشخص کننده درجه پرکردن متفاوت از استاندارد می باشد . مثال
LHT۲۳,LHT۲۳C

LS : آب بندی تماسی از جنس لاستیک اکریل و نیتریل بوتادین (NBR) یا پلی اوره
(AU) در یک طرف یاتاقان یا بدون ورق تقویت کننده فولادی

۲: آب بندی تماسی LS در دو طرف یاتاقان

LT: گریس برای دمای پائین (برای مثال دمای بین ۵۰-۸۰ سانتیگراد) و LT
دو عدد پس از آن مشخص کننده گریس واقعی می باشند .

L4B: رینگ های یاتاقان با پوشش سطحی خاص

L5B: اجزای غلتنه با پوشش سطحی خاص

L5DA: یاتاقان Wear No با اجزای غلتنه پوشش داده شده

L7DA: یاتاقان Wear No با اجزای غلتنه و سطوح غلتش رینگ های داخلی و خارجی پوشش داده شده .

M: قفسه برنجی ماشینکاری شده و مرکز شده نسبت به اجزای غلتنه . طرح یا جنس
متفاوت با عدد یا حرفی متفاوت با پس از M مشخص می شود . مثال MC ، M2

MA: قفسه برنجی ماشینکاری شده و مرکز نشده نسبت به رینگ خارجی

MB: قفسه برنجی ماشینکاری شده و مرکز نشده نسبت به رینگ داخلی

ML: قفسه برنجی نوع پنجره ای یکپارچه و مرکز شده نسبت به رینگ داخلی یا خارجی

MP: قفسه برنجی نوع پنجره ای یکپارچه پرج شده یا برقو شده ، مرکز نشده نسبت به

رینگ داخلی یا خارجی

MR: قفسه نوع پنجره ای یکپارچه ماشینکاری شده از جنس برنجی ، مرکز شده نسبت
به اجزای غلتنه

MT: گریس برای دمای متوسط (برای مثال از ۳۰-۱۱۰ سانتیگراد) دو عدد پس

از MT مشخص کننده نوع گریس می باشد ، و میزان پرشدن گریس نشان می دهد .

N: شیار خار فنری بر روی رینگ خارجی

NR: شیار خار فنری برروی رینگ خارجی به همراه خار فنری

N1: یک شیار برای ثابت کردن یاتاقان در پیشانی رینگ خارجی یا واشر نشیمنگاه

N2: دو شیار برای ثابت کردن یاتاقان در پیشانی رینگ خارجی یا واشر نشیمنگاه

در فاصله ۱۸۰ درجه از همدیگر

P: قفسه پلی امید ۶,۶ تقویت شده با الیاف شیشه که با روش تزریق پلاستیک ساخته
شده و نسبت به اجزای غلتنه مرکز شده است .

PH: قفسه از جنس پلی اتراتر کتون که به روش تزریق پلاستیک ساخته شده و نسبت به اجزای غلتنده مرکز شده است .

PHA: قفسه از جنس پلی اتراتر کتون که به روش تزریق پلاستیک ساخته شده و نسبت به رینگ خارجی مرکز شده است .

PHAS: قفسه از جنس پلی اترتر کتون تقویت شده با الیاف شیشه که به روش تزریق

پلاستیک ساخته شده و نسبت به رینگ خارجی مرکز شده است به همراه شیارروانکاری در سطوح راهنمای

P4: دقت های ابعادی و حرکتی مطابق با کلاس ترانس ISO

P5: دقت های ابعادی و حرکتی مطابق با کلاس ترانس ISO

P6: دقت های ابعادی و حرکتی مطابق با کلاس ترانس ISO

P6+C2

P6+C3

Q: هندسه داخلی و صافی سطوح بهینه شده (رولریاتاقان مخروطی)

:R

۱ - رینگ خارجی با فلنچ خارجی

۲ - سطح حرکتی قوسی (یاتاقان های چرخی)

RS: آب بند تماسی از جنس لاستیک اکریلونیتریل بوتادین (NBR) در یک طرف یاتاقان با یا بدون ورق فولادی تقویت کننده

RS: آب بندی نوع RS در دو طرف یاتاقان

RS1: آب بندی تماسی از جنس لاستیک اکریل و نیتریل بوتادین (NBR) در یک طرف یاتاقان با ورق تقویت کننده فولادی

RS1: آب بند RS1 در دو طرف یاتاقان

RS1Z: آب بند تماسی از جنس لاستیک اکریلو نیتریل بوتادین (NBR) با ورق فولادی تقویت کننده در یک طرف یاتاقان به همراه حفاظ فولادی در طرف دیگر

Z6205: به معنی این است که یک طرف یاتاقان درپوش یا آب بند دارد .

Z62052: به معنی این است که دو طرف درپوش یا آب بند دارد .

RS6205: به معنی این است که یک طرف کاسه نمد دارد .

Z62052RS: به معنی اینکه دو طرف یاتاقان کاسه نمد دارد.

N6205: به معنی این است که در رینگ خارجی یک شیار برای خارجاسازی شده

پارامترهای موثر در انتخاب یاتاقانها :

- ۱. فضای موجود
- ۲. میزان بار
- ۳. جهت نیرو از شعاعی به محوری
- ۴. خود میزانی
- ۵. سرعت (سرعت بال بیشتر است)
- ۶. دقت
- ۷. صدا (صدا رول بیشتر است)
- ۸. صلابت : تغییر فرم پلاستیک را ندارد ، الاستیک هستند و تغییرناپذیرند .
- ۹. حرکت محوری : هرگاه محور در معرض حرارت باشد باید از یاتاقان ساقمه ای استفاده شود .
- ۱۰. نصب (مونتاژ) و بیرون آوردن (دمونتاژ)

تذکر : ایجاد گرما از دست دادن دقت و ایجاد سروصدما و مقاومت زیاد در دوران از نشانی های خرابی یاتاقان است .

۲-میزان بار :

مقدار بار یکی از فاکتورهای تعیین کننده ابعاد یاتاقان است . عموماً یاتاقانهای غلطکی توانایی حمل بار بیشتری نسبت به یاتاقانهای ساقمه ای با ابعاد مشابه دارند . همچنین یاتاقانهای بدون قفس (تعداد ساقمه ها یا غلطکهای بیشتر) توانایی حمل بار بیشتری نسبت به یاتاقانهای قفسه دار مشابه دارند . یاتاقانهای ساقمه ای عموماً برای بارهای کم و متوسط بکار می روند . برای بارهای سنگین و محورهای قطور یاتاقانهای غلطکی انتخاب مناسب تری می باشند .

۳-جهت بار :

با رشعاعی
بار محوری ،

۴-سرعت

سرعت کارکرد یک یاتاقان توسط دمای مجاز کارکرد محدود می شود . یاتاقانهایی که اصطکاک داخلی کم داشته و در نتیجه حرارت کمی در آنها تولید می شود برای کاربردهایی که در آنها سرعت بالاست مناسب می باشد . یاتاقانهای شیار عمیق و خود تنظیم در شرایطی که بار شعاعی خالص وجود دارد ، می توان به بالاترین سرعت دست یافت ، درحالی که بار ترکیبی وجود دارد می توان به بالاترین حد سرعت دست یافت . این موضوع به خصوص در رابطه با یاتاقانهای تماس زاویه دقیق یا یاتاقانهای شیار عمیق با ساقمه های سرامیکی صحت دارد .

یاتاقانهای محوری به علت طرح خاص خود نمی توانند در سرعته ای بالا نظیر یاتاقانهای شعاعی کار کنند .

۵-حرکت بی سرو صدا

در بعضی از کاربردهای معین نظیر الکتروموتورهای کوچک لوازم خانگی یا تجهیزات اداری سرو صدا ایجاد شده در حین کارکرد عامل مهمی در انتخاب یاتاقان است . یاتاقانهای شیار عمیق خاصی برای این کاربردها تولید می شوند

۸-صلبیت :

سفتی یک یاتاقان بر اساس تغییر شکل الاستیک آن تحت بارهای واردہ مشخص می شود . عموماً این تغییر شکل ها کوچک و قابل صرفنظر کردن می باشند . به علت نوع تماس بین اجزای دورانی و رینگ ها، یاتاقانهای غلطکی نظیر استوانه ای و مخروطی درجه سفتی بالاتری نسبت به یاتاقانهای ساقمه ای دارند . سفتی یاتاقان ها را می توان با پیش بار کردن آنها افزایش داد (یعنی لقی کارکرد منفی تا سختی چیدمان یاتاقان ها تقویت شده و دقت های حرکتی افزایش یابد .)

۹-حرکت محوری :

محور و دیگر اجزای دورانی ماشین عموماً توسط یک یاتاقان ثابت و یک یاتاقان شناور مهار می شوند . یاتاقان ثابت، محور را در جهت محوری ثابت می کند و یاتاقان های مناسب برای این موقعیت یاتاقانهایی هستند که توانایی جابجایی محوری داشته و به همراه یک یاتاقان دیگر بکار می روند (یک یاتاقان برای تح ل بار شعاعی و دیگری برای حمل یا بار محوری بکار می رود) .

۱۰-نصب و بیرون آوردن

رینگ داخلی استوانه ای یاتاقانها با رینگ داخلی استوانه ای و طرح قابل تفکیک ، خصوصاً اگر انطباق تداخلی برای هر دو رینگ لازم باشد ، راحت تر از یاتاقانها ب ا طرح تفکیک ناپذیرنصب و بیرون آورده می شوند . همچنین در شرایطی که نصب و بیرون آوردن بارها باید تکرار شود ، یاتاقانهای قابل تفکیک ترجیح داده می شوند (زیرا رینگ همراه با مجموعه قفسه وساقمه ها یا غلطک ها را میتوان به صورت مجزا از رینگ دیگر نصب کرد) که شامل یاتاقانهای چهار نقطه تماس ، یاتاقانهای استوانه ای، سوزنی و مخروطی و همچنین یاتاقانهای ساقمه ای و غلطکی محوری است . رینگ داخلی مخروطی یاتاقانها با رینگ داخلی مخروطی را می توان به آسانی برروی محور مخروطی یا محور استوانه ای به کمک یک غلاف واسطه یا غلاف بیرون کشیدنی نصب کرد .

ظرفیت های حمل بار و عمر یاتاقانها

بعاد یاتاقانها در یک کاربرد براساس ظرفیت حمل بار آنها نسبت به بارهای واردہ و ملاحظات مربوط به عمر و قابلیت اطمینان انتخاب می شوند ، مقادیر مربوط به ظرفیت اسمی حمل بار دینامیکی (Rating Load Dynamic) در جداول یاتاقانها C و ظرفیت اسمی حمل بار استاتیکی (Rating Load Static Basic) در جداول یاتاقانها Basic آورده شده اند . ظرفیت حمل بار دینامیکی و استاتیکی باید م تقل از یک دیگر بررسی شوند . در بررسی بارهای دینامیکی باید طیف بار دینامیکی وارد بر یاتاقان در نظر گرفته شود . این طیف بار باید شامل بارهای سنگین که به صورت ناگهانی و به ندرت وارد می شوند ، نیز باشد

بار استاتیکی تنها شامل بارهای واردہ بریاتاقان در حال سکون یا دوران با سرعت کم ($n < 10 \text{ min/r}$)نمی باشد بلکه باید برای بارهای شوک (بارزیاد در زمان کوتاه) نیز ضریب اطمینان استاتیکی بررسی شود .

بارهای دینامیکی واردہ بر یاتاقان و عمر

ظرفیت اسمی حمل بار دینامیکی، C در محاسبات یاتاقانهای تحت تنش دینامیکی و یا به عبارت دیگر یاتاقانهای دورانی تحت بار ، بکار می رود و بنابر تعریف عبارت است از باری که عمر اسمی معادل ۱۰۰۰۰۰۰ دور را به دست می دهد(مطابق استاندارد ISO ۲۸۱:۱۹۹۰) مقدار و جهت بار ثابت فرض شده است .

عمر یک یاتاقان غلتی عبارت است از :

۱- تعداد دوران ها یا

۲- تعداد ساعات کارکرد در یک سرعت خاص که یاتاقان تحمل می کند قبل از این که اولین نشانه خستگی(پوسته شدن) بر روی یکی از رینگ ها یا اجزای غلتنه ایجاد شود .

تجربه عملی نشان می دهد که دو یاتاقان ظاهرا مشابه تحت شرایط کارکرد یکسان عمرهای متفاوتی دارند . بنابراین به تعریف دقیق تری از طول عمر برای محاسبه ابعاد یاتاقان نیاز است . ظرفیت حمل بار براساس عمر می باشد و در تعریفی دیگر از عمر سرویس نیز استفاده می شود که نشان دهنده عمر واقعی یاتاقان است و این یک اطمینان ۹۰ درصد است ، خرابی در حین کارکرد واقعی فقط به خاطر خستگی نیست بلکه به دلایل دیگری نظیر آسودگی، سایش ، عدم هم راستایی و خوردگی نیز می باشند . در مواردی نیز از عمر مشخصه (Life Specification) نیز استفاده می شود این عمر توسط یک سازمان ، براساس بار و سرعت فرضی تعیین شده توسط ان سازمان تعیین می شود ، که عموما عمر L₁₀ مورد نیاز براساس تجربیات به دست آمده از کاربردهای مشابه تعیین می شود .

بارهای استاتیکی واردہ بر یاتاقان

ظرفیت اسمی حمل بار استاتیکی در موارد زیر در محاسبات بکار می رود :

۱- دوران در سرعت های کم ($n < 10 \text{ r/min}$)

۲- حرکات نوسانی آرام

۳- یاتاقان ساکن ولی تحت بار برای مدت طولانی ضریب اطمینان برای بارهایی که در زمان کوتاه عمل می کنند نظیر شوک ها و بارهای حداکثر، در یاتاقانهای در حال دوران (تحت تنش دینامیکی) و همچنین یاتاقانهای ساکن اهمیت زیادی دارد.

ظرفیت اسمی حمل بار استاتیکی مط بق با استاندارد ISO ۷۶:۱۹۸۷ معادل با تنش سطحی در مرکز جزء غلتنه / سطح غلتی تحت بیشترین بار ، به شرح ذیر می باشد .

۱- ۴۶۰ MPA- برای یاتاقانهای خود تنظیم .

۲- ۴۲۰ MPA - برای سایر یاتاقانهای ساچمه ای

۳- ۴۰۰ MPA - برای کلیه یاتاقانهای غلطکی

این تنش باعث تغییر شکل دائمی به اندازه تقریبی 1×10^{-6} قطر جزء غلتنده / سطح غلتش می‌شود. برای یاتاقانهای شعاعی، بار شعاعی خالص و برای یاتاقانهای محوری، بار محوری خالص که در مرکز عمل می‌کند، در نظر گرفته می‌شود. بارهای استاتیکی وارد بر یاتاقان با محاسبه ضریب اطمینان استاتیکی، ب صورت ذیل تعریف می‌گردد:

$$S_0 = \frac{C_0}{P_0}$$

C = ظرفیت اسمی حمل بار بر حسب کیلو نیوتن

P = بار معادل استاتیکی وارد بر یاتاقان بر حسب کیلو نیوتن

S = ظرفیت اطمینان استاتیکی

در محاسبات بار استاتیکی معادل یاتاقان باید حداقل بار وارد در نظر گرفته شود

انتخاب ابعاد یاتاقان با استفاده از معادلات عمر

عمر اسمی یک یاتاقان طبق استاندارد ISO ۱۹۹۰:۲۸۱ از رابطه زیر محاسبه می‌شود

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

اگر ساعت ثابت باشد ترجیح اعمابر اساس ساعت کارکرد از رابطه زیر محاسبه می‌شود

$$L_{10h} = \left(\frac{10^6}{60n}\right) L_{10}$$

L_{10} = عمر اسمی (در قابلیت ۹۰٪)، میلیون دور

L_{10h} = عمر اسمی (در قابلیت ۹۰٪)، ساعت کارکرد

C = ظرفیت اسمی دینامیکی وارد بر یاتاقان KN

P = بار معادل دینامیکی وارد بر یاتاقان ، KN

n = سرعت دوران دوران/min

P = توان در معادله عمر

=۳ برای یاتاقانهای ساچمه ای

=۱۰/۳ برای یاتاقانهای غلطکی

شرایط روانکاری -نسبت لزجت K

اثر روانکار با توجه به درجه جداسازی سطوح غلتشی تعیین می شود . به منظور تشکیل فیلم روانکاری مورد نیاز لازم است روغن لزجت حداقلی در دمای کارکرد داشته باشد .

شرایط روانکار با نسبت لزجت K تعیین می شود که نسبت لزجت واقعی V به لزجت اسمی برای روانکاری بهینه V_1 است . هر دو مقدار در دمای کارکرد یاتاقان اندازه گیری می شوند.

$$K = \frac{V}{V_1}$$

که در آن

$$K = \text{نسبت لزجت} \quad V = \text{lezjet واقعی در دمای کارکرد برحسب} \text{ mm}^{\circ}/\text{s}$$

$$V_1 = \text{lezjet اسمی، به قطر متوسط و سرعت دورانی بستگی دارد برحسب} \text{ mm}^{\circ}/\text{s}$$

به منظور تشکیل فیلم روانکاری کامل بین سطوح غلتشی لازم است که روانکار لزجت

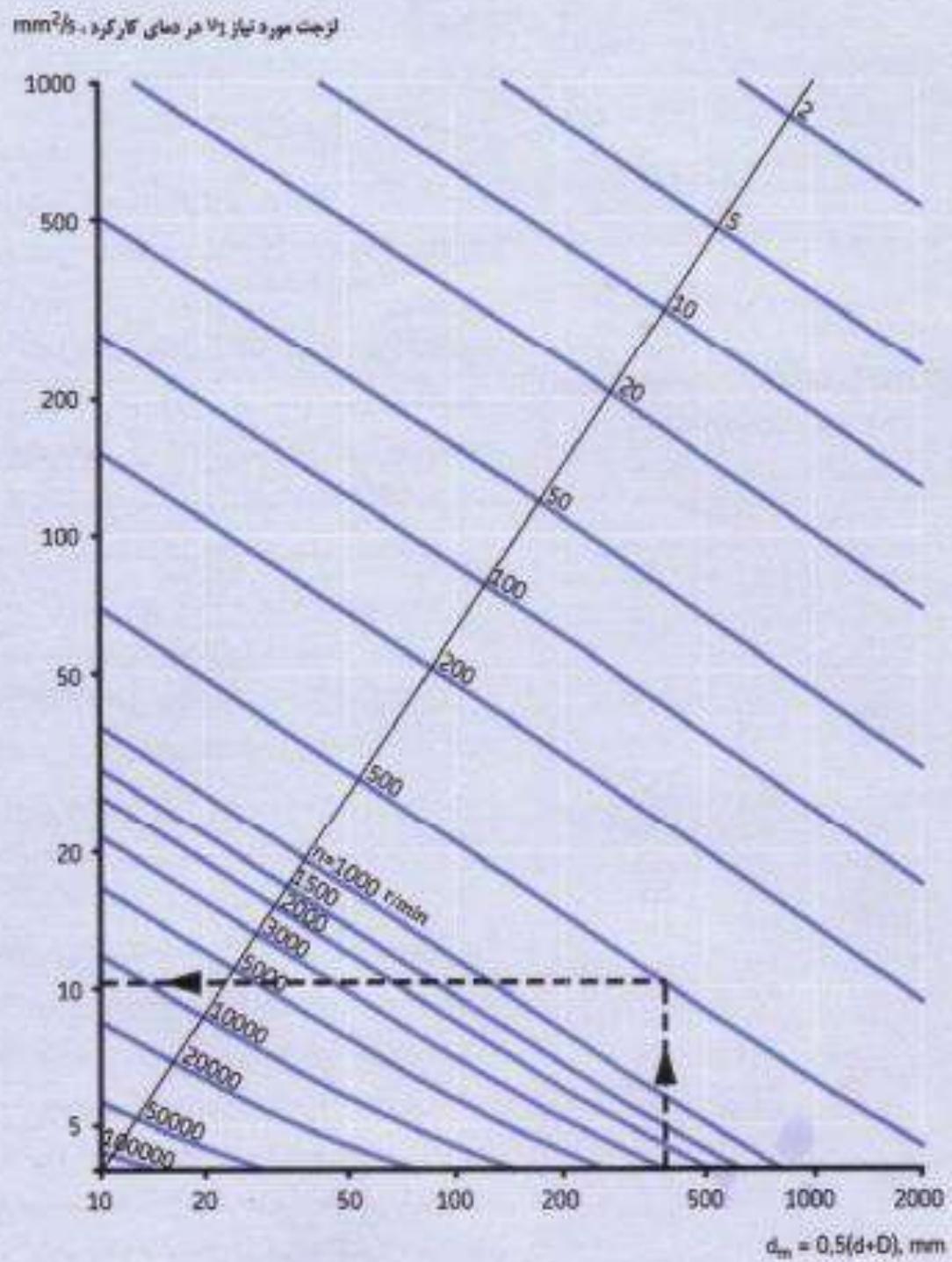
حداقلی در دمای کارکرد داشته باشد ، که به آن لزجت اسمی گفته می شود و از نمودار ۲ براساس قطر متوسط یاتاقان $d_m = \sqrt{d(D-d)}$ برحسب mm و سرعت دورانی n ، برحسب min/r ، تعیین می شود .

وقتی دمای کارکرد قابل محاسبه باشد یا از تجربیات قبلی مشخص است، می توان با استفاده از نمودار ۳ لزجت را در دمای استاندارد ۴۰ درجه سانتیگراد تعیین نمود .

لازم بذکر است که بعضی از یاتاقانهای خاص مانند یاتاقانهای کروی ، مخروطی و کروی محوری، به طور طبیعی دمای کارکرد بیشتری نسبت به انواع دیگر یاتاقانها نظیر یاتاقانهای ساچمه ای شیار عمیق و یاتاقانهای استوانه ای در شرایط کارکرد مشابه دارند.

نمودار ۲

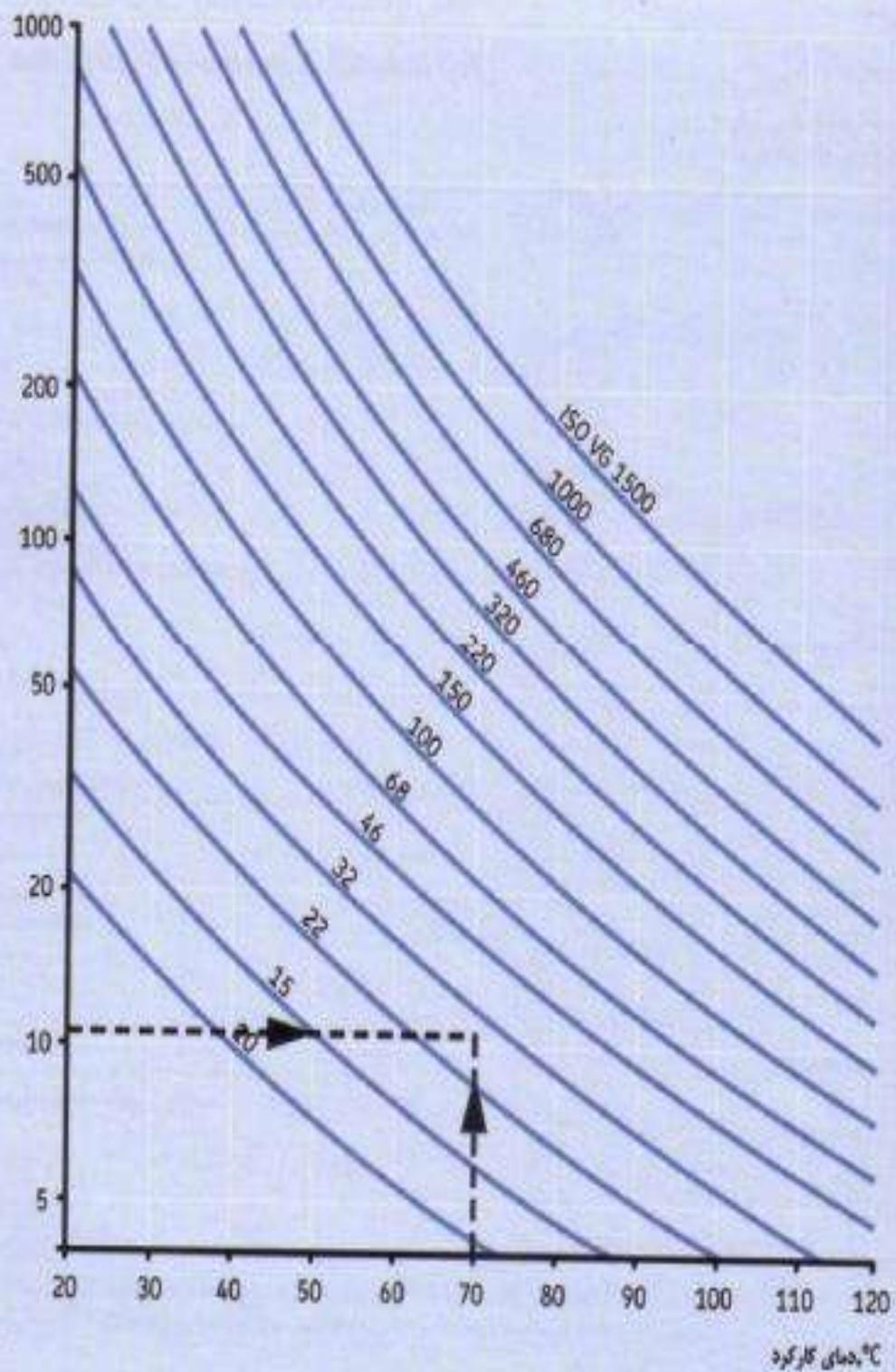
مقادیر تقریبی حداکثر لزجت سینماتیکی ۷۶ در دمای کار کرد



نمودار ۳

تبدیل لزجت سینماتیکی η در دمای مرجع (طبقه بندی ISO VG)

لزجت مورده نیاز را در دمای کار کرد mm^2/s



علل تعویض یاتاقانها :

- ۱ - خستگی ۲ - سایش (به علت نفوذ گردوغبار) ۳ - شکستن قفسه
- ۴ - تغییر شکل پلاستیک در اثر بارهای سنگین

جنس یاتاقان :

جنس موادی که در ساخت اجزای یاتاقانها بکار می رود در کارکرد و قابلیت اطمینان یاتاقانهای غلتشی اهمیت زیادی دارد ، و ملاحظات خاص شامل سختی برای ظرفیت حمل بار ، مقاومت به خستگی تحت شرایط تماس

انطباقات Fit :

مفهوم تلرانس : در تطبیق اندازه های دو قطعه که به نحوی با هم درگیر می شوند باید تلرانس را در نظر گرفت . حدود تلرانس در قیمت قطعه ساخته شده تاثیر دارد . هر قدر تلرانس کوچکتر شود قیمت قطعه بالاتر می رود .

تلرانس به تعویض قطعه کمک می کند . معمولا برای ساخت یک قطعه در نقشه یک اندازه ای اسمی داریم و یک حد بالا و یک حد پایینی قطعه به نام محور

تقسیمات کلی انطباقات :

الف (انطباقات سبک)

- ۱ - آزاد (روان) : لقی زیاد برای جازدن به نیروی زیادی نیاز نیست .
- ۲ - نسبتا روان : با لقی متوسط برای جازدن فشار کم دست نیاز است .
- ۳ - فیت : با لقی کم . با فشار کف دست جا می رود .
- ۴ - نسبتا سفت : بدون لقی : با ضربه سبک چکش
- ۵ - خیلی سفت : تداخلی کم ، پرسی سبک . با نیروی پرس کم

ب (انطباقات سنگین)

- ۱ - پرسی : تداخلی متوسط با ضربه چکش سنگین درگیر می شود .
- ۲ - پرسی محکم (تداخلی) : با نیروی زیاد و اختلاف دما جا کمی خورد . نوع اتصال دائم
- ۳ - پرسی سنگین : تداخلی سخت نیاز به اختلاف دما دارد . از نظر استحکام اتصال مثل جوشکاری است .

انطباق توسط عملیات حرارتی (انقباضی) :

می توان با گرم کردن قطعه ای که دارای سوراخ است قطر آن را افزایش داد و برعکس با سرد کردن میله می توان قطر موثر میله را کاهش داد . هنگامی که دو قطعه با هم درگیر می شوند . به تدریج به درجه حرارت تعادل می رسد یعنی دمای قطعات با هم برابر می شود که در این حالت نیروهای شعاعی زیادی به یکدیگر وارد می کنند .

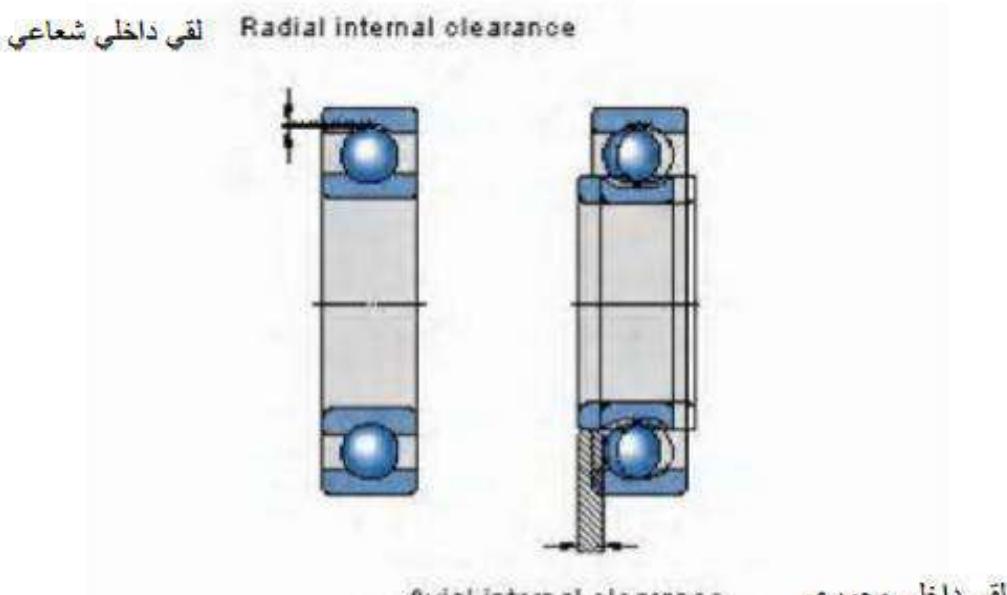
در عمل انطباق دو حالت مبنای تشخیص است :

۱ - ثبوت سوراخ یا سیلندر : در این حالت اندازهٔ سوراخ ثابت است و سایر اجزا تغییر می کند . بنابراین تلرانس سوراخ با حرف بزرگ و بالای اندازهٔ اسمی نوشته می شود .

۲ . ثبوت میله : در این حالت اندازهٔ قطر میله ثابت است در این حالت تلرانس میله با حرف کوچک سمت راست پایین نوشته می شود .

لقی داخلی یاتاقان ها

لقی داخلی یاتاقان بنا به تعریف کل فاصله‌ای است که یک رینگ نسبت به رینگ دیگر در جهت شعاعی (لقی شعاعی) با درجهٔ محوری (لقی محوری) می تواند حرکت کند .(شکل شماره ۲)



شکل شماره ۲ : لقی محوری- لقی شعاعی

بین لقی داخلی یک یاتاقان قبل از نصب و لقی داخلی یاتاقان نصب شده که به دمای کارکرد می رسد (لقی کارکرد) تفاوت وجود دارد . لقی داخلی قبل از نصب بیشتر ازلقی در حین کارکرد می باشد . زیرا درجهٔ انطباقات تداخلی رینگ ها متفاوت و انبساط حرارتی رینگ ها و دیگر اجزا نیز متفاوت می باشد . بنابراین رینگ ها منبسط یا فشرده شده و لقی تغییر می کند .

لقی داخلی نرمال به لقی گفته می شود که بعد از نصب یاتاقان با تداخل توصیه شده و شرایط کارکرد طبیعی، لقی کارکرد مناسب را به دست می دهد .

وقتی شرایط نصب و کارکرد با شرایط طبیعی متفاوت می باشد ، نظیر انطباق تداخلی هر دو رینگ ، افزایش دمای

غیرمعمول و غیره ، یاتاقان با لقی کم تر یا بیشتر از نرمال مورد نیاز است در این شرایط توصیه می شود که لقی باقیمانده در یاتاقان را بعد از نصب بررسی کنید .

یاتاقان ها با لقی غیر نرمال را با پسوند های C۱ تا C۵ در شماره فنی خود مشخص می شوند .

C۱ لقی داخلی یاتاقان کم تر از

C۲ لقی داخلی یاتاقان کم تر از نرمال (CN)

C۳ لقی داخلی یاتاقان بیشتر از نرمال (CN)

C۴ لقی داخلی یاتاقان بیشتر از

C۵ لقی داخلی یاتاقان بیشتر از

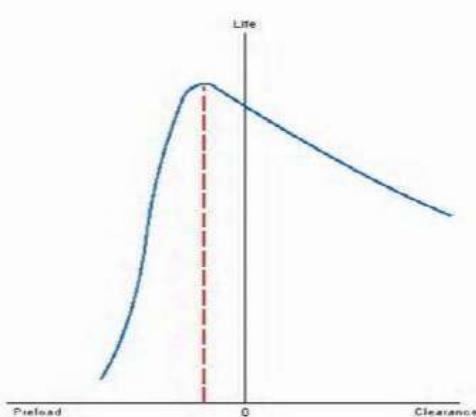
به عنوان یک قانون عمومی، یاتاقانهای ساچمه ای در حین کار باید همیشه لقی داخلی صفرداشته باشند و یا کمی پیش بار شوند .

پیش باری یاتاقان ها :

لقی کارکرد یا مثبت است یا منفی، و بسته به نوع کارکرد ، در یاتاقان وجود دارد . در بیشتر کاربردها لقی کارکرد باید مثبت باشد و به عبارت دیگر یاتاقان در حین کار باید لقی باقیمانده ، هر چند کم را داشته باشد .

ولی در بعضی کاربردها نیاز به لقی کارکرد منفی و یا به عبارت دیگر پیش بار

(Preload) می باشد . تا سختی چیدمان یاتاقان ها تقویت شده و دقت های حرکتی افزایش یابد مثل ماشین های ابزار ، پیش بار وابسته به نوع یاتاقان می تواند محوری یا شعاعی باشد . برای مثال : یاتاقان های غلطکی استوانه ای به علت طرح داخلی خاص فقط پیش بار شعاعی می شوند و یاتاقان های محوری و یاتاقانهای تماس زاویه ای یک ردیفه و یاتاقانهای مخروطی معمولاً به صورت محوری پیش بار می شوند و عموماً به همراه یک یاتاقان مشابه به صورت پشت به پشت یا جلو به جلو نصب می شوند.



نمودار، رابطه بین عمر بیرینگ و پیش بار / لقی را نشان می دهد.

نکته : عمر یاتاقان تحت مقدار کمی پیش بار مکزیمم ، و با افزایش آن عمر یاتاقان کوتاه می شود .

عوامل اصلی خرابی های زود هنگام یاتاقانها:

(Poor Fitting)

حدود ۱۶٪ از خرابیهای زودرس یاتاقانها ناشی از نصب نادرست و عدم آگاهی از وجود تجهیزات نصب صحیح است . نصب یا درآوردن صحیح و مؤثر یاتاقان ، با یکی از روش‌های مکانیکی ، هیدرولیکی یا حرارتی میسر است . بدین منظور ابزار و تجهیزات جدیدی را برای آسانتر و سریعتر کردن کار نصب و درآوردن یاتاقان ها رادر بازار عرضه میگردد . بکارگیری فنون و ابزارهای تخصصی از دیگر مراحل مثبت در راه رسیدن به حداکثر زمان کار ماشین است.



(Poor Fitting)

روانکاری ضعیف (Lubrication Poor)

اگر یاتاقانهای بسته یا آب بنددار را کنار بگذاریم ، با جرأت میتوان گفت که ۳۶٪ از خرابیهای زودهنگام یاتاقانها در اثر انتخاب نادرست و اعمال مقدار ناکافی روان ساز (که در ۹۰٪ کاربردها گریس است) رخ میدهد (رقم ۳۶٪ مربوط به صنایع در کشورهای پیشرفته صنعتی است و در کشور ما به تجربه تا دو برابر این رقم محتمل است). مسلماً یاتاقانی که از روانکاری صحیح محروم باشد خیلی زودتر از طول عمر عادی اش خراب خواهد شد . بعلت اینکه دسترسی به یاتاقانها در ماشین آلات معمولاً با دشواری همراه است ، فراموش کردن روانکاری نیز عامل تشديد خرابی از ناحيه روانکاری ضعیف است . هر جا که نگهداری با ابزارهای سنتی و دستی امکانپذیر نباشد، سیستمهای روانکاری اتوماتیک

میتواند روانکاری مطمئن را ایجاد نماید



(Poor Lubrication) .

آلودگی (Contamination)

ياتاقان یک قطعه بسیار دقیق است و در صورتی عملکرد مناسب خواهد داشت که خود و روانکار آن از آلودگی محافظت شوند . حداقل ۱۴٪ از تمامی موارد خرابی پیش از موعد ياتاقانها ناشی از ورود آلودگی به محیط آنها است



خستگی (Fatigue)

بارگذاری بیش از حد و همچنین عدم سرویس یا سرویس نامنظم آنها موجب ۳۴٪ از خرابیهای زودهنگام ياتاقانها است . خرابی ناگهانی یا غیرمنتظره قابل اجتناب است چراکه ياتاقانهای تحت بار زیاد یا آنهایی که سرویس دهی خوب نشده اند، قبل از خرابی کامل از خود علائمی بروز می دهند که با استفاده از تجهیزات مراقبت وضعیت می توان آنها را آشکارسازی نموده و با اقدامات اصلاحی ، خرابی را به تعویق انداخت .

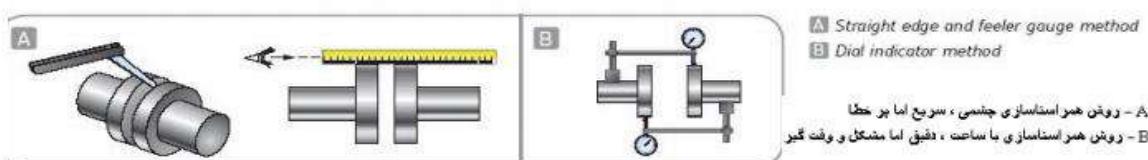


(Fatigue)

شرح مختصری در مورد همراستایی محورها:

عدم همراستایی محورها هزینه ساز است : حدوداً ۵ درص از خرابی های ماشین های دوار از عدم همراستایی محورها ناشی می شود . این خرابی ها موجب افزایش زمان توقف ماشین می گردد که بطور مستقیم افزایش هزینه ها را در پی دارد . علاوه بر این در اثر همراستاسازی نادرست ، روی اجزای ماشین ، بار بیش از حد اعمال می شود که نتیجه آن افزایش سایش و استهلاک و مصرف انرژی است . هر ساله صنایع مبالغ هنگفتی رانخواسته و نادانسته مصروف عوارض عدم همراستایی محورها می نمایند، در صورتیکه عدم همراستایی به آسانی و از طریق تعمیرات پیشگیرانه قابل حذف است . همراستاسازی مناسب و صحیح نه تنها پول شما را محفوظ داشته ، بلکه ماشین آلات را سر پا و باکارکرد طولانی تر و مؤثرتر نگه می دارد .

روشهای همراستاسازی مرسوم فاقد دقت در حد نیاز ماشین آلات دقیق امروز است . روش همراستاسازی چشمی که هنوز هم مورد استفاده قرار می گیرد ممکن است سریع باشد، اما به شدت پر خطأ است . روش مرسوم دیگر بکارگیری ساعت اندازه گیری است، که اگرچه در صورت اجرای صحیح از دقت بالایی برخوردار است، اما بسیار وقت گیر بوده (حداقل چهار ساعت) و نیازمند فرد متخصص برای انجام آن می باشد.

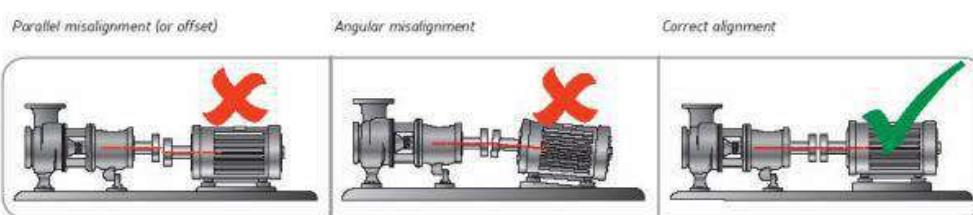


- A - روش همراستاسازی چشمی ، سریع اما پر خطأ
B - روش همراستاسازی با ساعت ، دقیق اما مشکل و وقت گیر

عدم همراستایی یا Misalignment چیست؟

هنگامیکه مرکز های دوران دو محور ماشین متصل به یکدیگر ، در یک امتداد قرار نگیرند عدم همراستایی ایجاد می گردد.

دو نوع عدم همراستایی وجود دارد : موازی و زاویه ای.
عدم همراستایی در دستگاهها همواره ترکیب این دو نوع است.



عدم همراستایی درست

عدم همراستایی زاویه ای

عدم همراستایی موازی (با افست)

أنواع همراستايي:

همراستايي درست
عدم همراستايي زاویه اي
عدم همراستايي موازي (يا آفست)

مزایای همراستاسازی یا Alignment صحیح :

طول عمر بیشتر یاتاقان های روی دستگاه های محرک و متحرک تنفس کمتر روی کوپلینگ ، کاهش خطر گرم شدن بیش از حد و شکستن آن سایش کمتر روی آبیندها، کاهش خطر آلودگی و نشت روانکار کاهش در مصرف انرژی (بطور متوسط تا ۱۵٪) ارتعاش و سر و صدای کمتر افزایش زمان در حال کار ماشین را در برخواهد داشت.

ابزار جدید جهت همراستاسازی :

روش همراستاسازی لیزری یا Laser Alignment روش همراستاسازی لیزری به لحاظ برخورداری از سرعت کار زیاد و دقت بسیار بالا مناسبترین جایگزین برای روش‌های سنتی است .

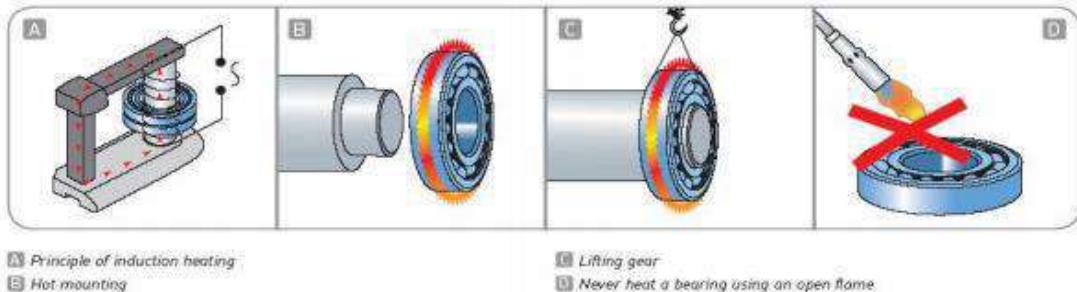
ده توصیه برای نگهداری یاتاقان:

۱ - با احتیاط حمل و جابه جا کنید .
یاتاقان ها را چون اجزاء بسیار دقیق و ظریف هستند ، همواره با احتیاط جا به جا نمایید . خراش ها و ترک های کوچک در اثر ضربات احتمالی وارد موجب عملکرد ضعیف یاتاقان و خرابی زود رس آن ها خواهد گردید . اشیاء تیزرا از تماس با یاتاقان دور نگه دارید و خود نیز از خراش انداختن سطوح یاتاقان برشمرد باشید . یاتاقانی را که بد حمل شده و یا به زمین افتاده است را نصب نکنید . یاتاقان ها را به طور افقی در محل تمیز و خشک و در بسته بندی کارخانه ای خود نگهداری کنید . ورود هر گونه آلودگی مانند گرد و خاک هوا به داخل یاتاقان باعث خرابی زودرس یاتاقان در حین کار خواهد شد .

۲ - محور (شافت) و هوزینگ را بازرسی کنید .
قبل از اقدام به نصب یاتاقان ، همواره محور و هوزینگ را از لحاظ اندازه و وضعیت ظاهری بازرسی کنید . هر گونه خراش و پلیسه در سطوح و اعوجاج (مثل دوپهنه) در ابعاد می باشد بر طرف گردد . هنگام بستن محور روی گیره به منظور نصب یاتاقان ، صفحات برنجی یا مسی روی فک های گیره قرار دهید .
۳ - از گرم کردن بیش از حد اجتناب کنید .

در حین نصب یاتاقان به روش گرم کردن ، هرگز شعله مستقیم را به یاتاقان تماس ندهید . پس از قرار دادن یاتاقان

در محل مناسب خود روی دستگاه ، مادامیکه یاتاقان گرم است آن را تکان ندهید تا سرد شود در غیر این صورت ممکن است یاتاقان از محل قرار گیری صحیح خود خارج گردد.



۴- ابزار و تجهیزات مناسب بکار برید.

گرم کن های القایی، کیت های تزریق روغن و مهره های هیدرولیک از ابزارهای تخصصی و در دسترس برای نصب و درآوردن یاتاقان ها هستند. این ابزارها سرعت نصب / درآوردن را افزایش و احتمال آسیب دیدگی یاتاقان را بسیار کاهش می دهند.



۵ - یاتاقان صحیح انتخاب کنید

یاتاقانهای تازه ای را که می خواهید انتخاب و نصب کنید باید با انواع قبلی خود همخوانی داشته باشند . مشخصه یاتاقان معمولاً روی یاتاقان و همچنین بسته بندی آن چاپ می شود . از سازنده برای اطمینان از شماره فی صحیح کمک بگیرید.

۶ - مراقب با پرس جا زدن یاتاقان باشید

در حین نصب یاتاقان با پرس ، فشار فقط باید روی رینگی که فیت جا می رود اعمال شود فشار روی رینگی که آزاد است یا فیت نیست باعث آسیب دیدگی اجزاء درونی یاتاقان می شود .

۷ - یاتاقان های نو را شستشو ندهید

سازندگان یاتاقان دقیق بسیار زیادی را در بسته بندی آن مصروف می دارند تا عاری از آلودگی و آماده مصرف باشد . معمولاً نیازی به شستن یاتاقانها یا پاک کردن ماده چرب شفاف روی یاتاقان که برای محافظت آن است، نمی باشد .

ضمناً این ماده محافظت هیچ واکنش و تداخلی با روانکار (روغن یا گریس) ندارد .

۸ - روانکاری صحیح الزامیست

سازندگان یاتاقان برای انتخاب نوع روانکار مورد نیاز برای یاتاقان و نوع کاربرد آن ، عوامل و ضرایب بسیاری را مدنظر قرار می دهند ، بنابراین توصیه های سازنده را بکار برد . سطح روانکار را بطور مرتب کنترل کنید و حداقل یکبار در سال روانکار را بطور کامل تعویض کنید .

۹ - از همراستا بودن محورها مطمئن شوید.

پس از نصب یاتاقان و قبل از شروع بکار دستگاه ، محورهایی را که به یکدیگر کوپله می شوند را همراستا نمایید . وجود عدم همراستایی خارج از حد قابل قبول باعث خرابی زودرس یاتاقانها و آبیندهای روی آن محورها میشود .

۱۰ - مراقب وضعیت کار دستگاه باشید

مراقب این علائم که نشاندهنده کارکرد نامناسب یاتاقان است باشید :

نویز (سروصدا) بیش از حد، افزایش میزان ارتعاش ، افزایش درجه حرارت یاتاقانهایی که این علائم را از خود بروز میدهند می باشد بطور مرتب مورد بازرگاری قرار گیرند تا اقدامات اصلاحی در زمان مناسب صورت گیرد . استفاده از ابزارهای دقیق تشخیص مثل گوشی های صنعتی و ارتعاش سنج ها و ترمومترها کمک موثری در مراقبت وضعیت کارکرد (Condition Monitoring) هستند.

احتیاط و دقیقت در خرید بیرینگ:

مواظب کیفیت و مارک های تقلیبی یاتاقانها باشید ، چرا که موجب مشکلاتی به شرح ذیل می گردد :

- خرابی زودرس و پیش از موعد دستگاهها و ماشین آلات تولید .

- تسربی خرابی های تحمیلی به سایر قطعات در تعامل با یاتاقان معیوب

- افزایش توقفات تولید به جهت تعمیرات غیرمنتظره

- افزایش هزینه ها و کاهش تولید و در نتیجه کاهش درآمد شرکت

همچنین خود واقف هستید که یاتاقان یک قطعه بسیار دقیق ، ظریف و حساس است .

هر گونه ضربات واردہ در حین حمل و نقل و جابجایی ، چیدمان غلط و محیط پر گرد و غبار و بدون کنترل دما و رطوبت در انبار یا فروش گاه ، آسیب دیدن لفاف ، از بین رفتن لایه محافظ و چرب روی یاتاقان قبل از مصرف ، همگی موجب ایجاد خدشه و آسیب به کیفیت فولاد یاتاقان ، دقت‌های ابعادی(تلرانسها) و پاکیزگی محیط داخل یاتاقان گردیده بطوریکه یاتاقان عملاً غیر قابل مصرف بوده یا در صورت مصرف ، طول عمر بسیار کمتر از حد انتظار خواهد داشت .

موارد فوق که به آنها اصلاً توجه نمی شود موجب بی استفاده شدن یا خرابی زودرس یاتاقان در حین کارکرد می شوند . اینک با آگاهی از این حساسیتها، می بایست که از یاتاقان مشکوک یا تقلبی استفاده نکرد .

چرخه‌ی عمر یاتاقان

- طول عمر یاتاقان در شرایط استاندارد مشخص و قابل محاسبه است . اما تجارب و تحقیقات نشان داده است که یاتاقان‌ها به علل مختلف به حداقل طول عمر خود نمی رسند . در چرخه‌ی عمر یاتاقان مراحل مهمی که هر کدام تأثیر به سزایی در طول عمر آن دارند قابل شناسایی هستند . این مراحل عبارتند از : خرید ، نصب (سوارکردن و روانکاری اولیه) ، همراستاسازی ، روانکاری مجدد ، مراقبت وضعیت و تعویض (درآوردن) ارتقاء سطح پرسنل با آموزش‌های فنی کاربردی و بکارگیری تجهیزات مناسب موجب استفاده از حداقل طول عمر یاتاقان می گردد که نتیجه آن کاهش توقفات ، تعمیرات و هزینه‌ها و افزایش تولید و سودآوری است .





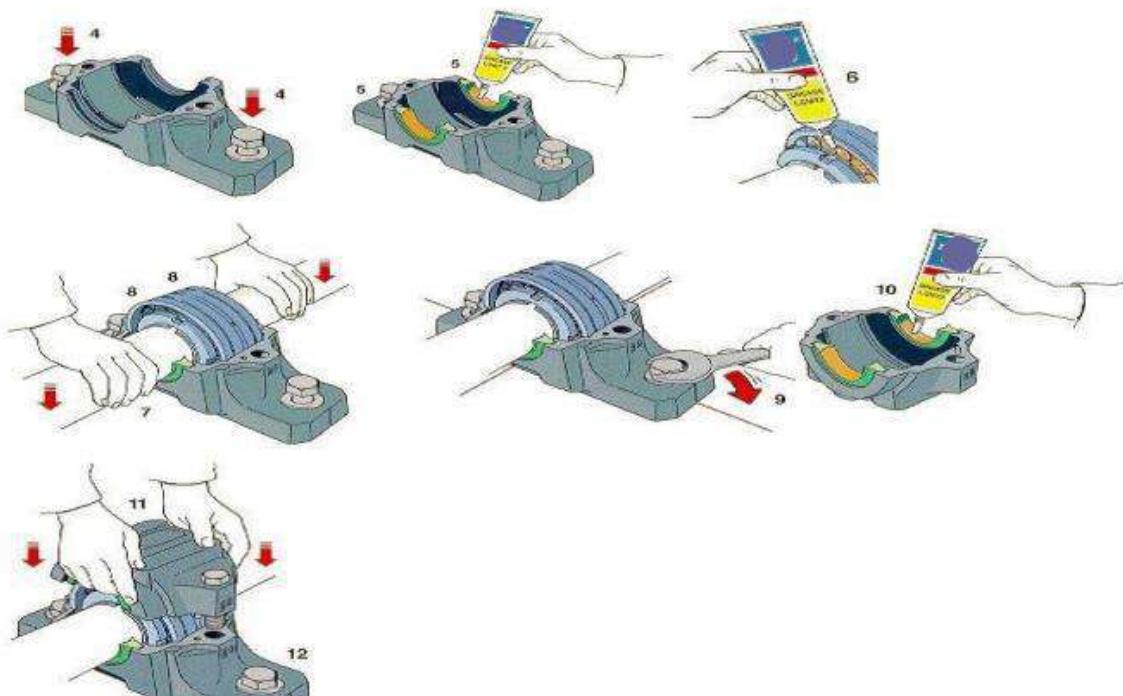
نصب یکی از مراحل بحرانی از چرخه‌ی عمر یاتاقان است. اگر روش وابزار صحیح به درستی استفاده نگردند طول عمر یاتاقان کاهش خواهد یافت. روانکاری اولیه نیز بخش مهمی از مرحله‌ی نصب است. انتخاب نامناسب نوع گریس و اعمال مقدار نادرست آن تأثیر منفی در زمان عمر یاتاقان دارند.



بعد از نصب یاتاقان در یک موتور، که به عنوان مثال به یک پمپ وصل (کوپله) می‌شود، محورهای مجموعه باید همراستا گردد. اگر مجموعه به درستی همراستا نگردد عدم همراستایی موجب تحمیل بار اضافی و ارتعاشات خواهد شد که علاوه بر تبعات دیگر، کاهش زمان عمر بیرینگ را به دنبال خواهد داشت.



در حین کار، یاتاقان نیاز به روانکاری مجدد در فواصل زمانی مشخص دارد. مجدداً خاطر نشان می‌گردد که انتخاب نامناسب نوع گریس و اعمال مقدار نادرست آن در طول عمر یاتاقان بسیار موثر است. علاوه بر این نحوه‌ی روانکاری مجدد نیز در زمان عمر یاتاقان تأثیر دارد. روانکاری با استفاده از روانکارهای خودکار با یک یا چند خروجی موجب روانکاری پیوسته، یکنواخت و بدون آلودگی محیط یاتاقان در مقایسه با روانکاری دستی خواهد شد.





بازرسی منظم و آگاهی از وضعیت یاتاقان در حال کار که با به کاربستن مراقبت از وضعیت ساده (monitoring Condition Basic) مثل اندازه گیری درجه حرارت و سرو صدا (نویز) صورت می گیرد ، از اهمیت ویژه ای برخوردار است . این اندازه گیری های منظم ، به تشخیص معایب و جلوگیری از توقفات ناخواسته ماشین آلات کمک ارزنده ای می نمایند . ضمناً این امکان را فراهم میکند تا توقف ماشین در زمان مناسبی برنامه ریزی گردد که نتیجه ای آن افزایش در بازدهی و تولید کارخانه خواهد بود.

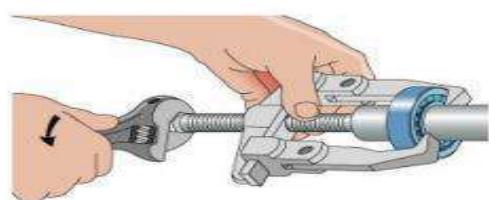
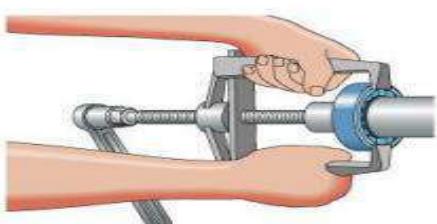


به هر حال یاتاقان به انتهای زمان عمر خود می رسد و باید تعویض شود . اگر چه نمی شود از معیوب مجدداً استفاده کرد ولی درآوردن صحیح آن حداقل از جهت اینمی افراد اهمیت به سزاپی دارد . به علاوه به کارگیری ابزار و تجهیزات مناسب در آوردن ، از وارد آمدن خسارت به اجزاء دیگر ماشین مانند محور و هوزینگ جلوگیری می نماید . در برخی مواقع نیاز به این است که برای تعویض دنده یا اجزاء دیگر، یاتاقانی که در جلوی آن قرار دارد موقتاً خارج شود . در این صورت یاتاقان باید با دقت زیاد و با به کارگیری روشها و ابزار صحیح درآورده شود تا ازآسیب دیدن آن جهت استفاده مجدد جلوگیری گردد . توصیه می شود پس از درآوردن یاتاقان اگر خرابی آن زودرس بود ، یاتاقان مورد بازرسی قرار گیرد تا پس از مشخص شدن علل خرابی، اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه برای اجتناب از خرابی های آینده صورت گیرد.

این مراحل مهم در چرخه ای عمر یک یاتاقان پس از خرید آن می باشد مورد توجه قرار گیرند، زیرا که از اهمیت به سزاپی در رسیدن به حداقل طول عمر یاتاقان برخوردارند . شما با آموزش و با به کارگیری روشهای نگه داری صحیح و ابزار آلات مناسب می توانید نقش موثر و قابل توجهی در این مهم ایفاء نمایید.

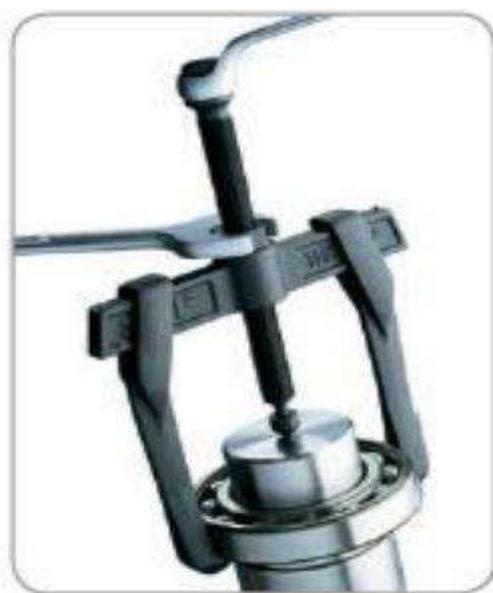
انواع ابزار مورد نیاز جهت مونتاژ و دمونتاژ کردن یک یاتاقان

دмонتاژ کردن یاتاقان توسط ابزار مخصوص





DIFFERENT JAW PULLER

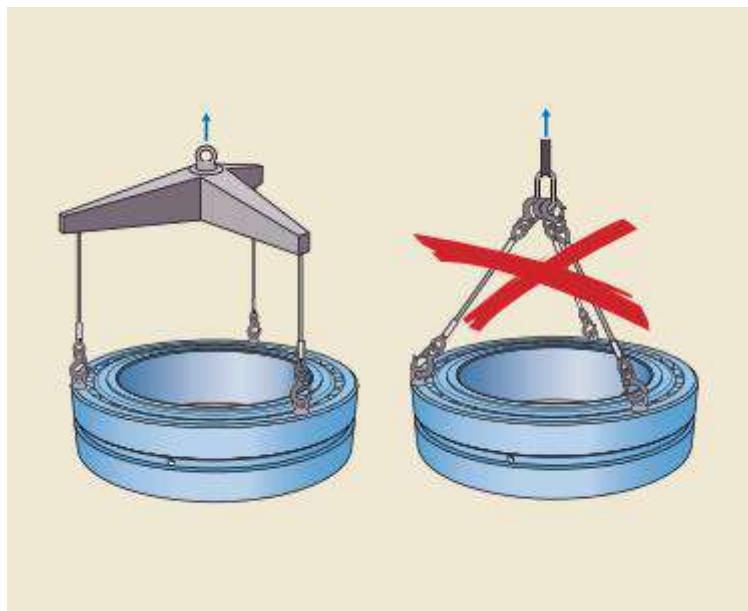
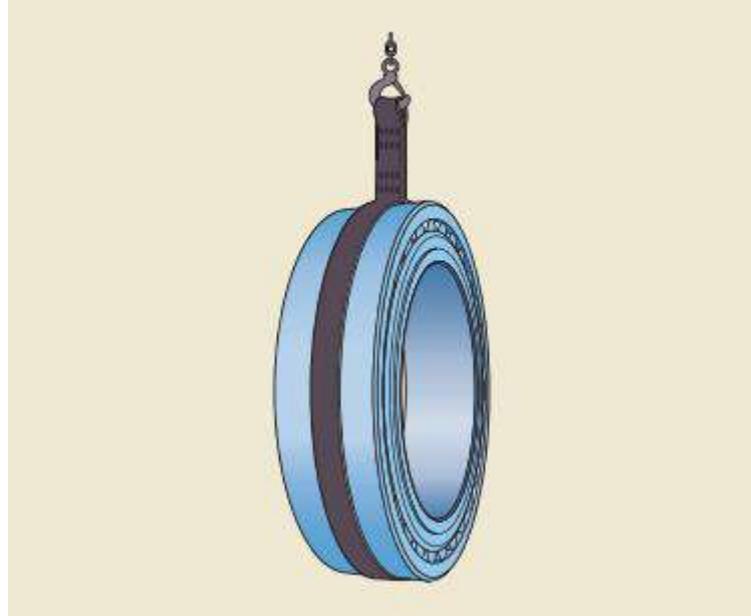


REVERSIBLE JAW PULLER



BLIND HOSING PULLER





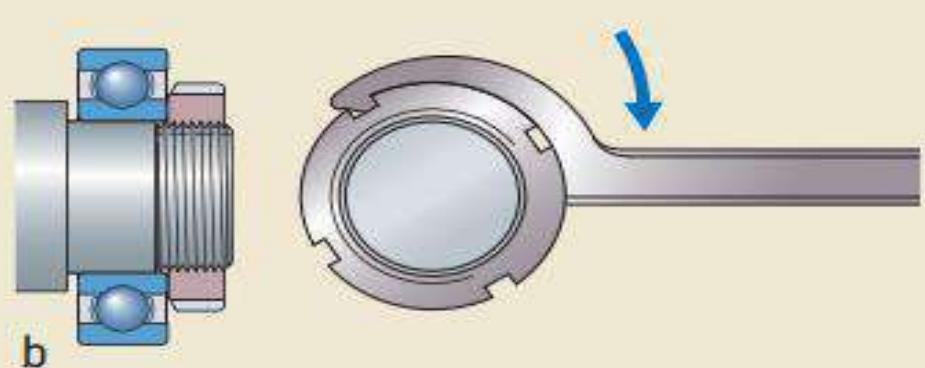
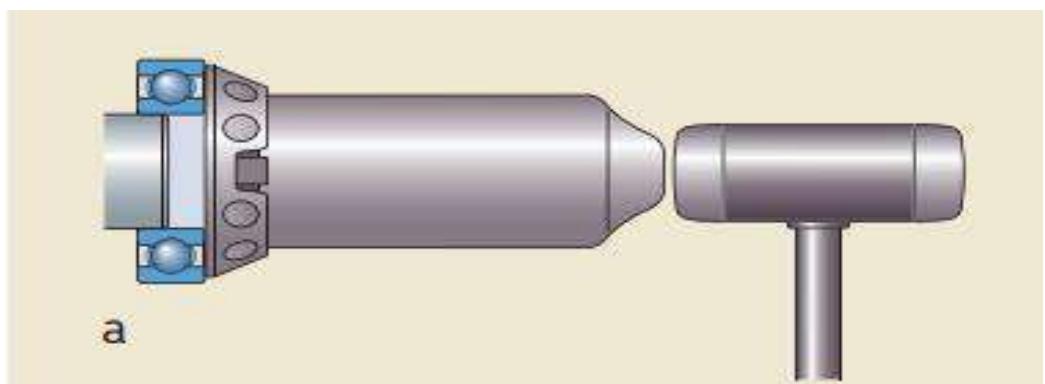
نصب یاتاقانها

الف: روش نصب سرد Cold mounting

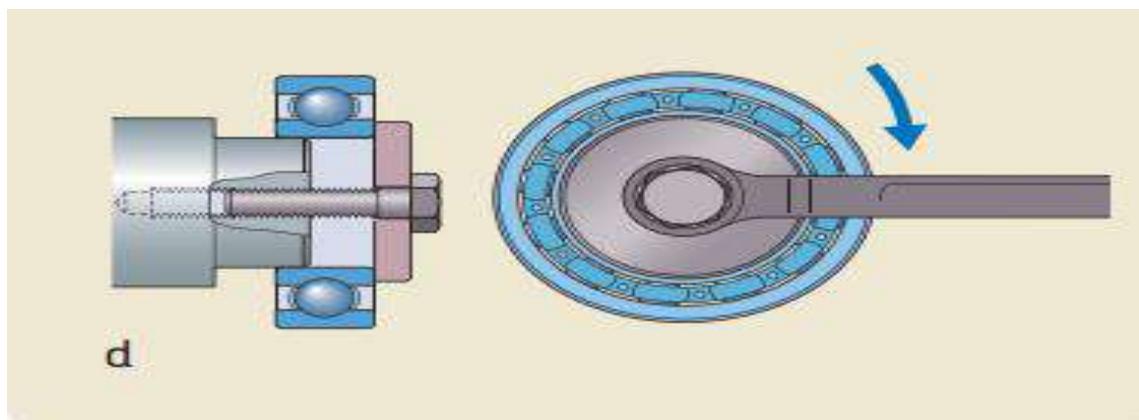
در این روش یاتاقانها بکمک ابزار مخصوص و بدون گرم کردن با توجه به اینکه نیاز به پیش بار زیادی ندارند

بر روی محور و یا درون محفظه یاتاقان نصب می شوند.

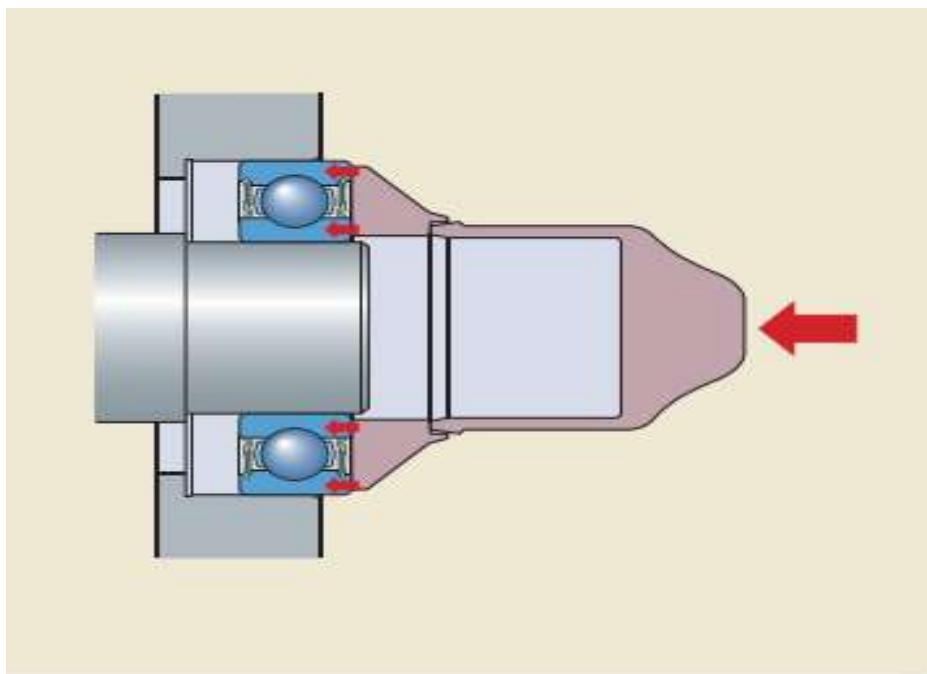
در تصاویر زیر نمونه هایی از نصب سرد را ملاحظه می کنید.



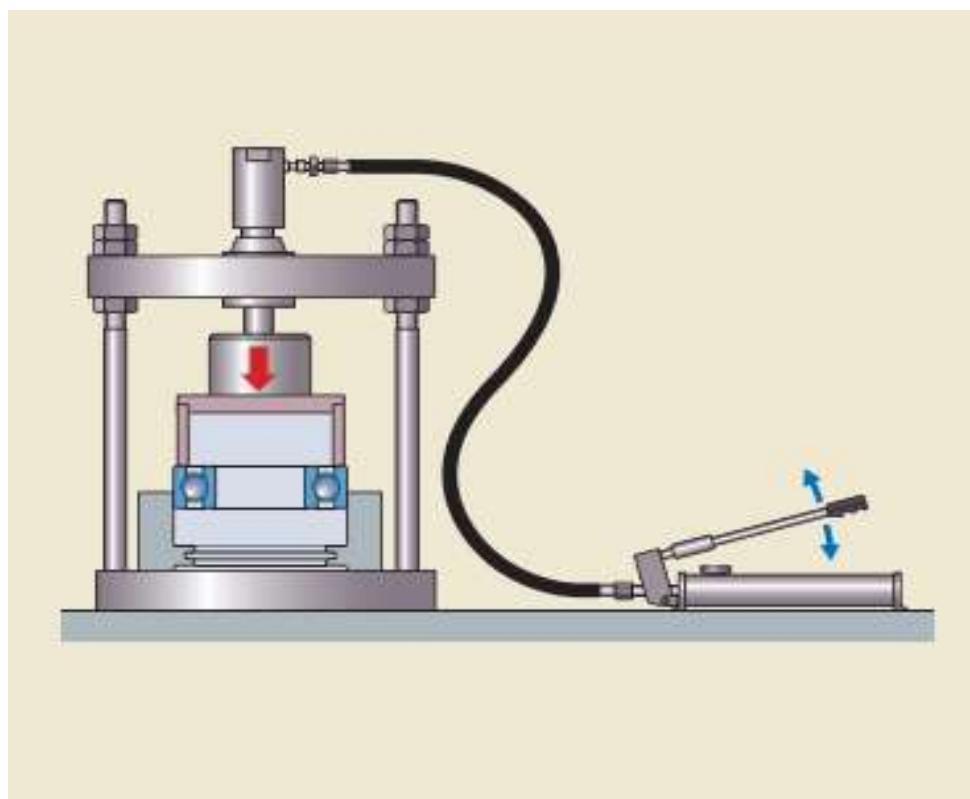
Act
on

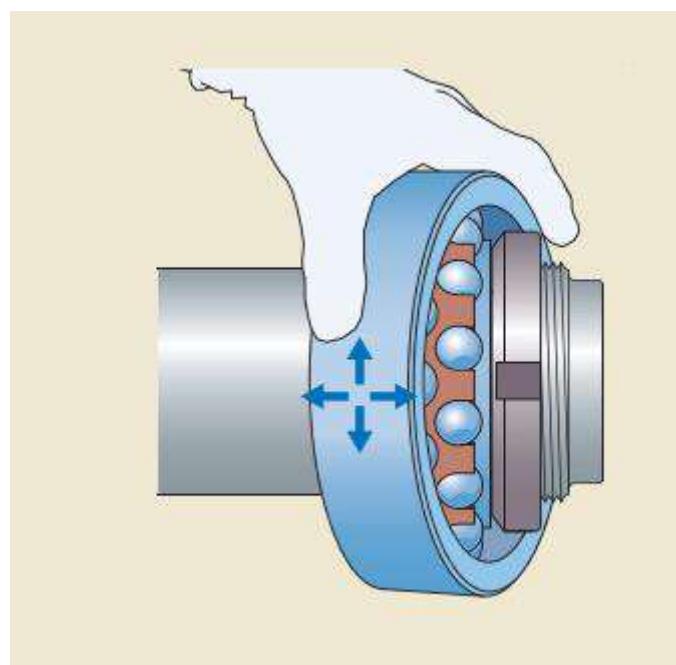
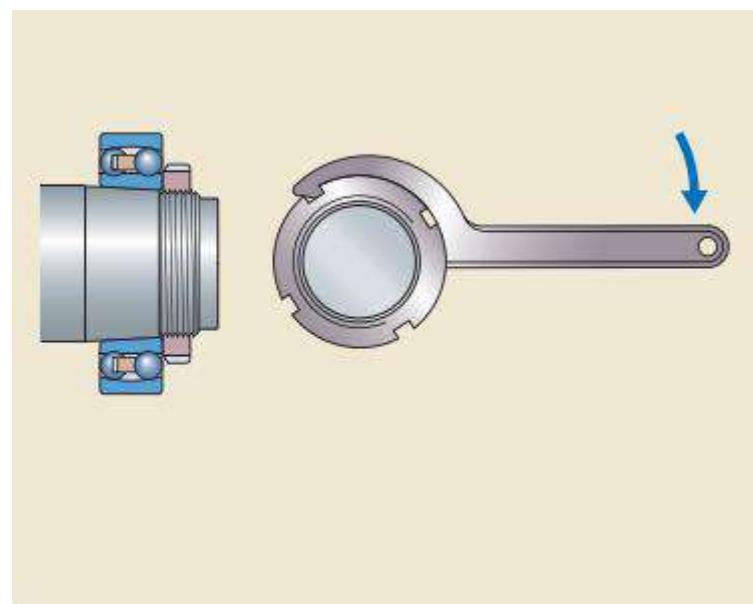


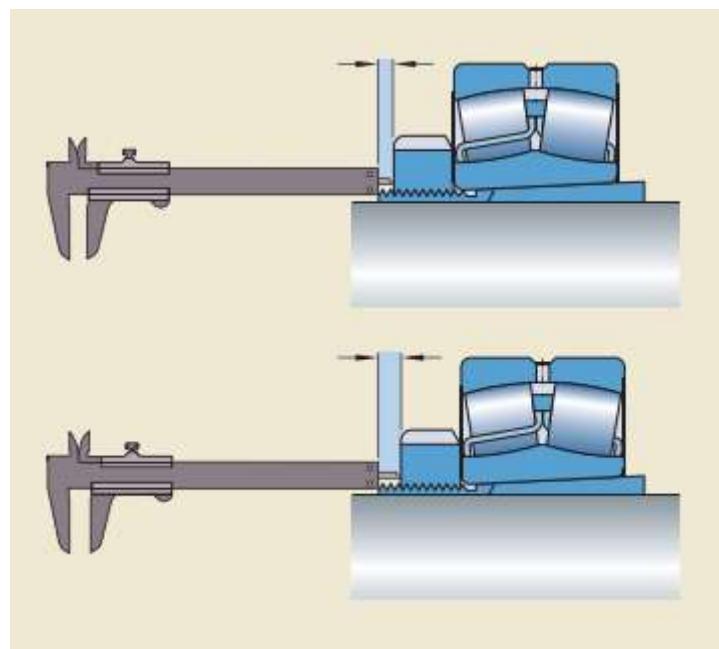
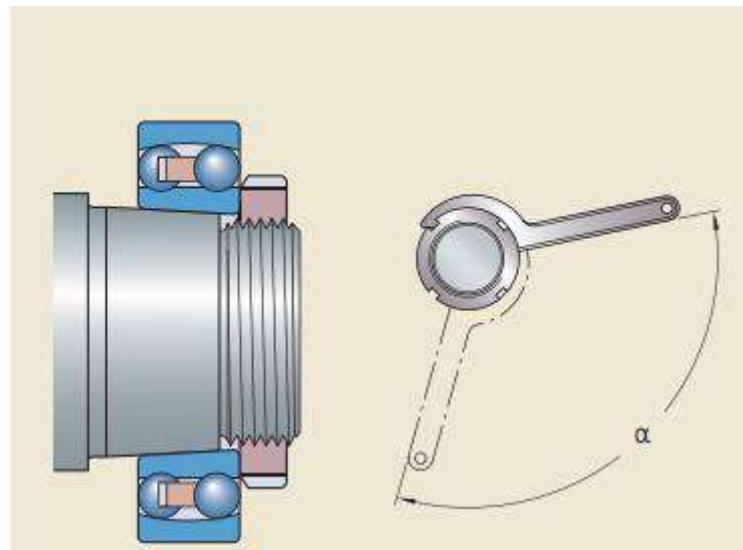
چنانچه لازم باشد هم رینگ داخلی و هم رینگ خارجی همزمان نصب شوند



نصب بکمک پرس هیدرولیکی



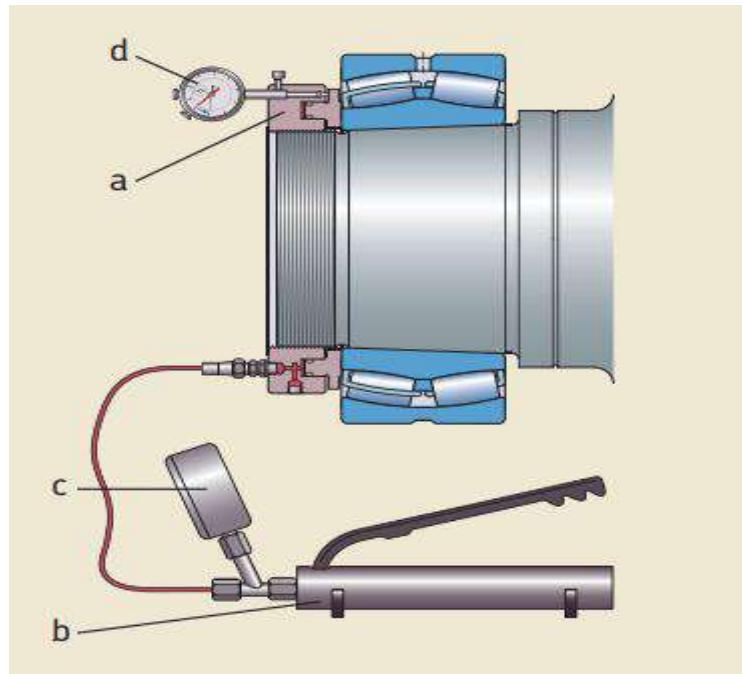




ابزارهای مناسب هیدرولیکی

Suitable tools for the SKF Drive-up method

Designation	Description
Hydraulic nuts	
HMV ..E, e.g. HMV 40E	Hydraulic nut with a metric thread, e.g. M 200 x 3
HMVC ..E, e.g. HMVC 40E	Hydraulic nut with an inch thread, e.g. ANF 7.847 x 8 Class 3
Pumps	
729124 SRB	Hand operated hydraulic pump for – working pressure up to 100 MPa and – hydraulic nuts up to 270 mm thread diameter
TMJL 100 SRB	Hand operated hydraulic pump for – pressure up to 100 MPa and – hydraulic nuts up to 460 mm thread diameter
TMJL 50 SRB	Hand operated hydraulic pump for – working pressure up to 50 MPa and – hydraulic nuts up to 1 000 mm thread diameter
Pressure gauge	
TMJG 100 D	Pressure range: 0 – 100 MPa
Dial indicators	
TMCD 10R	Horizontal dial indicator for measuring displacement up to 10 mm
TMCD 1/2R	Horizontal dial indicator for measuring displacement in inches, up to 0.5 in.
TMCD 5	Vertical dial indicator for measuring displacement up to 5 mm



$$P_{\text{req}} = \frac{A_{\text{ref}}}{A_{\text{req}}} P_{\text{ref}}$$

where

P_{req} = requisite oil pressure for the actual hydraulic nut [MPa]

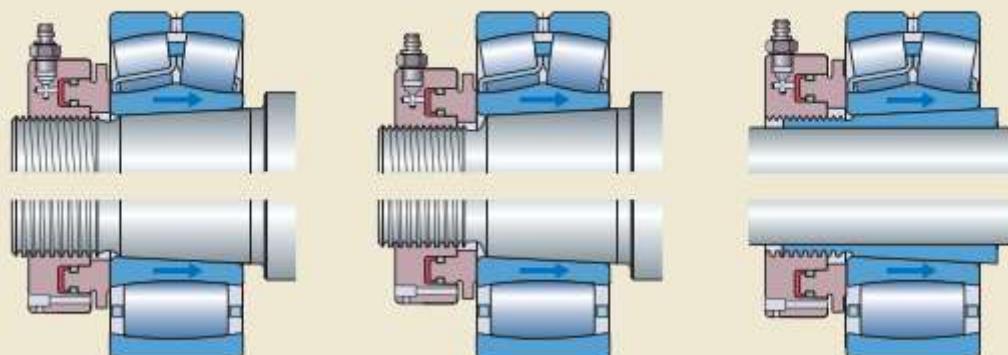
P_{ref} = oil pressure specified for the reference hydraulic nut [MPa]

A_{req} = piston area of the actual hydraulic nut [mm^2]

A_{ref} = piston area of the specified reference hydraulic nut [mm^2]

The appropriate values for P_{ref} , A_{req} and A_{ref} are listed in the above-mentioned appendices.

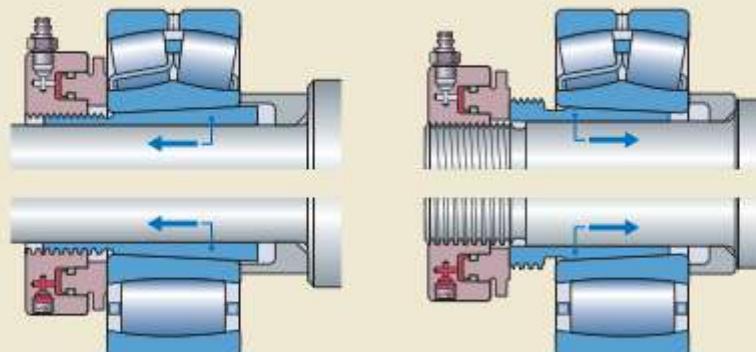
Steps 2 and 3: Determine the number of sliding surfaces and appropriate starting pressure.



case 1

case 2

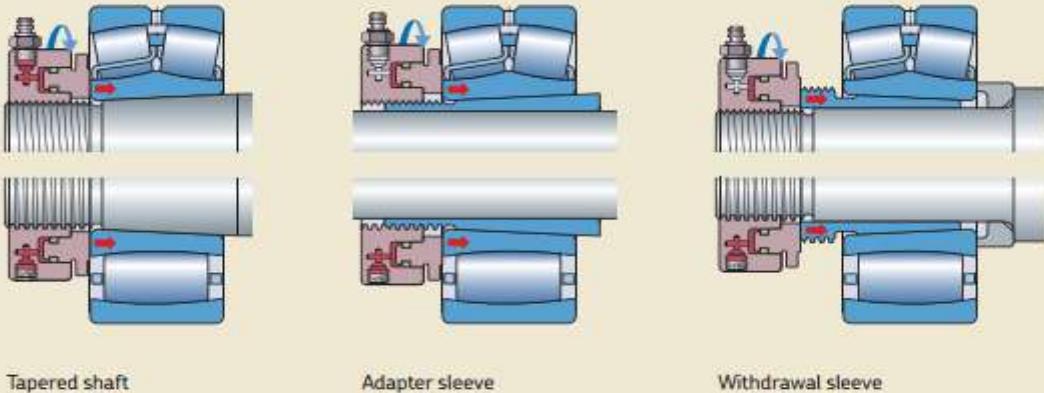
case 3



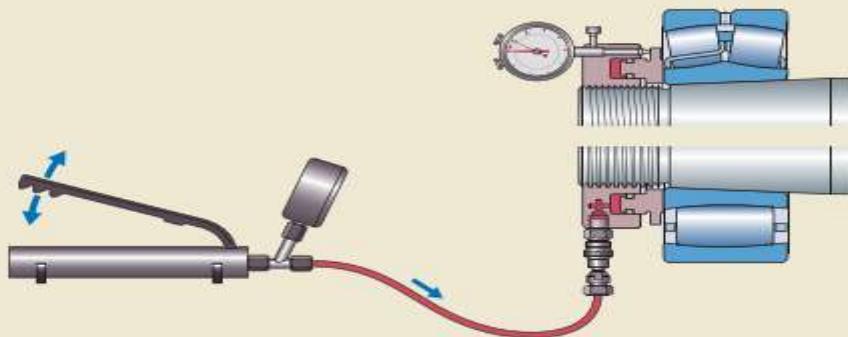
case 4

case 5

Step 5: Put the hydraulic nut in place.



Step 7: Read the axial displacement from the dial indicator.



Step 9: Drain the oil from the hydraulic nut.

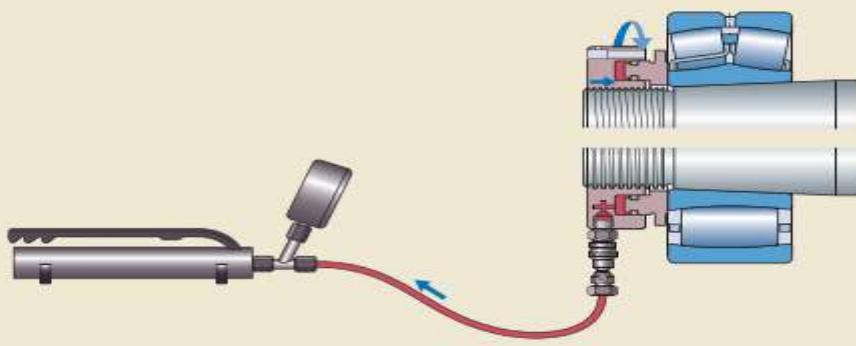


Fig. 31

Step 9: Inject oil under high pressure to separate the mating surfaces.

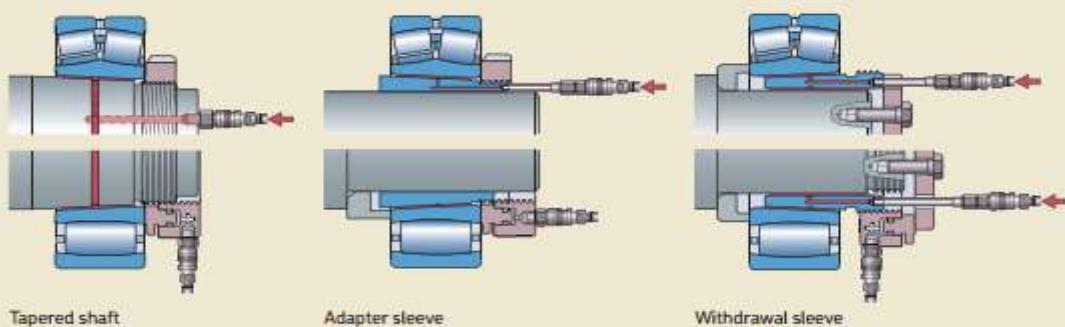
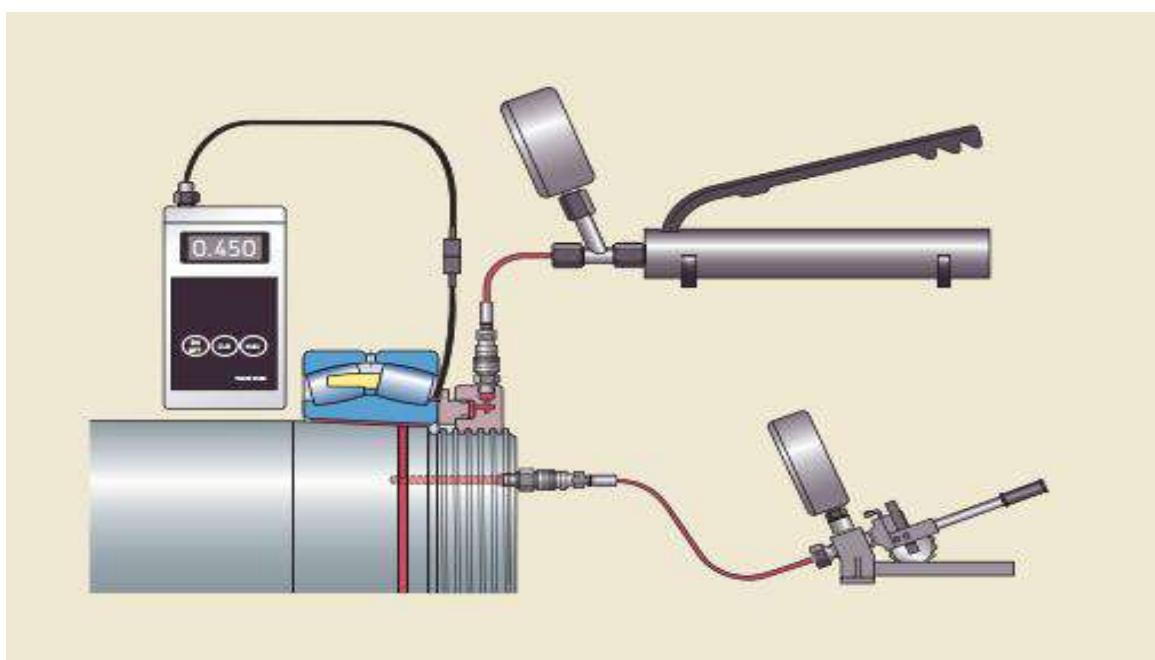
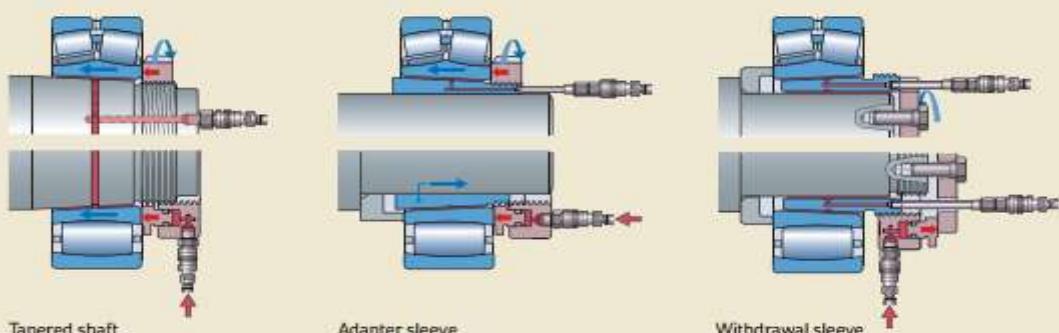


Fig. 32

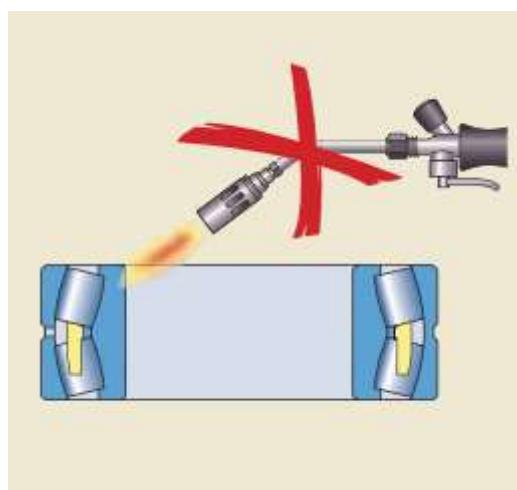
Step 10: Drive up the bearing.





روش نصب نمودن گرم یا تاقانهای ضداصطکاکی --

هرگز از شعله مستقیم بر روی یاتاقان برای گرم کردن آنها استفاده نکنید.

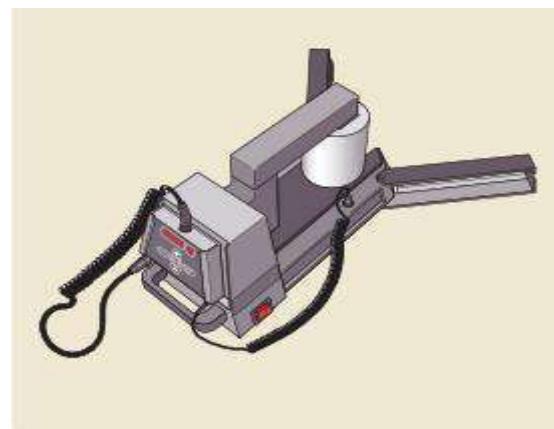


صفحات گرم کن برقی



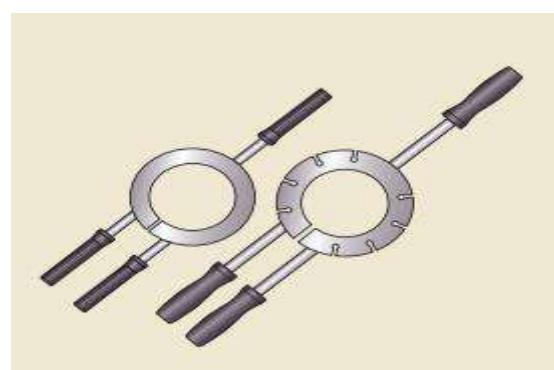
Electric hot plates

گرم کن برقی الکتری



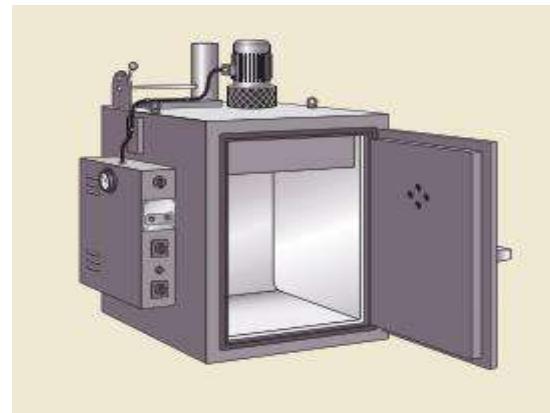
Induction heaters

رینگهای گرم کن آلومینیومی



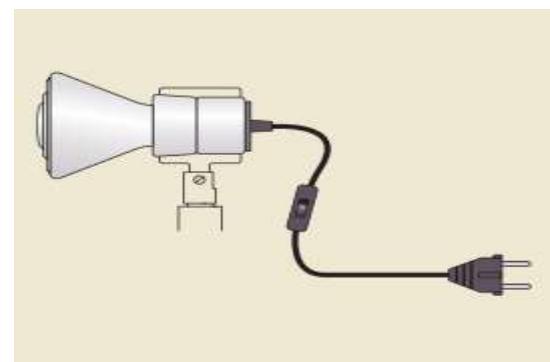
Aluminum heating rings

اطاک های گرم کن



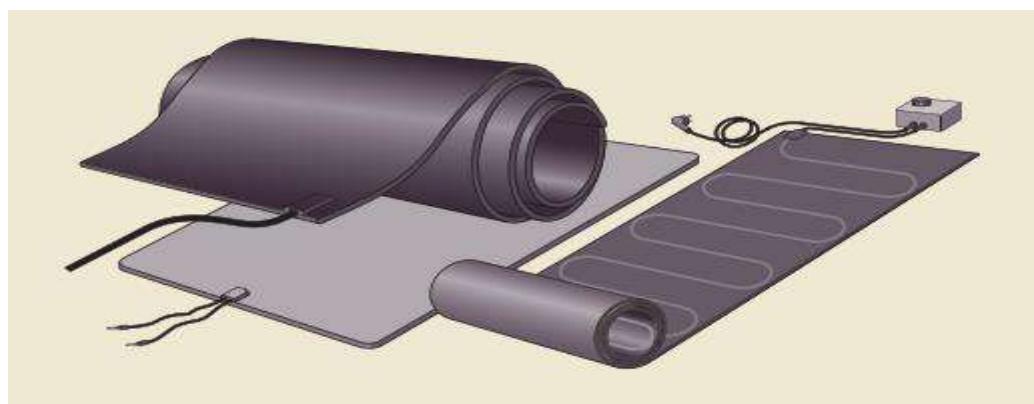
Heating cabinets

گرم کننده اشعه مادون قرمز



Infrared radiators

تشک های حرارتی



Heating panels

Oil baths

Years ago, oil baths were a popular way to heat bearings and small housings. Today, this method is no longer recommended due to economic, environmental and safety reasons. However, sometimes there is no alternative.

When heating a bearing in an oil bath, some basic rules must be followed. Only use clean oil with a flashpoint above 25° C (48° F) and a clean receptacle with an adjustable thermostat.

Furthermore, the bearings or bearing rings should never make direct contact with the receptacle. After heating the bearing and before pushing the bearing into position on the shaft, allow the oil adhering to the bearing to drip off and then wipe clean the outside of the bearing.

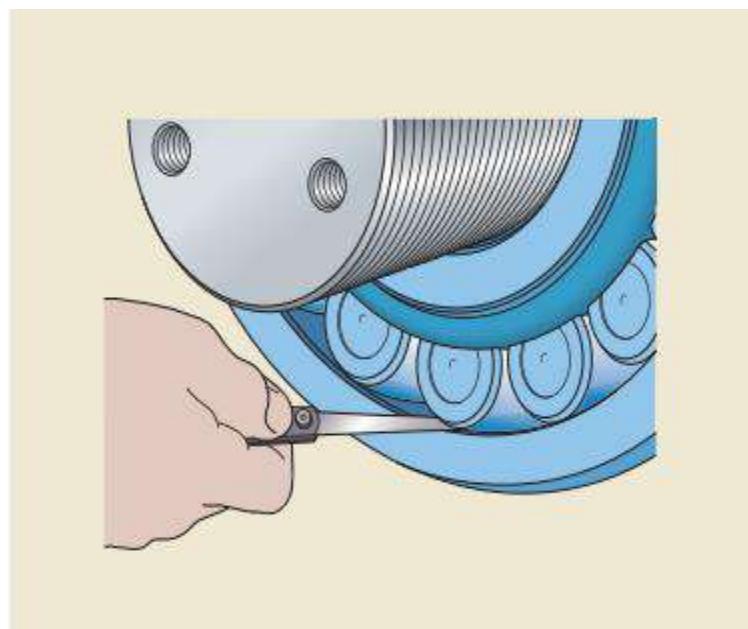
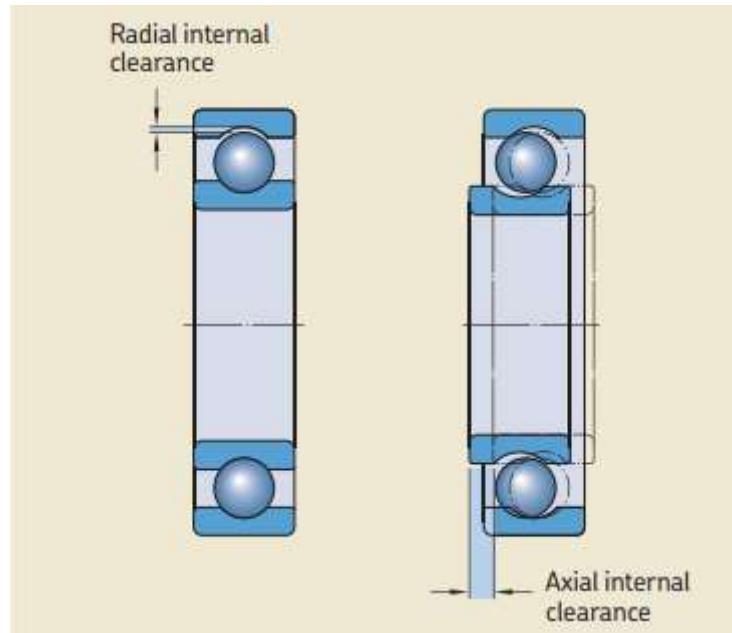
دستکش های مخصوص برای تعمیرات بیرینگها:

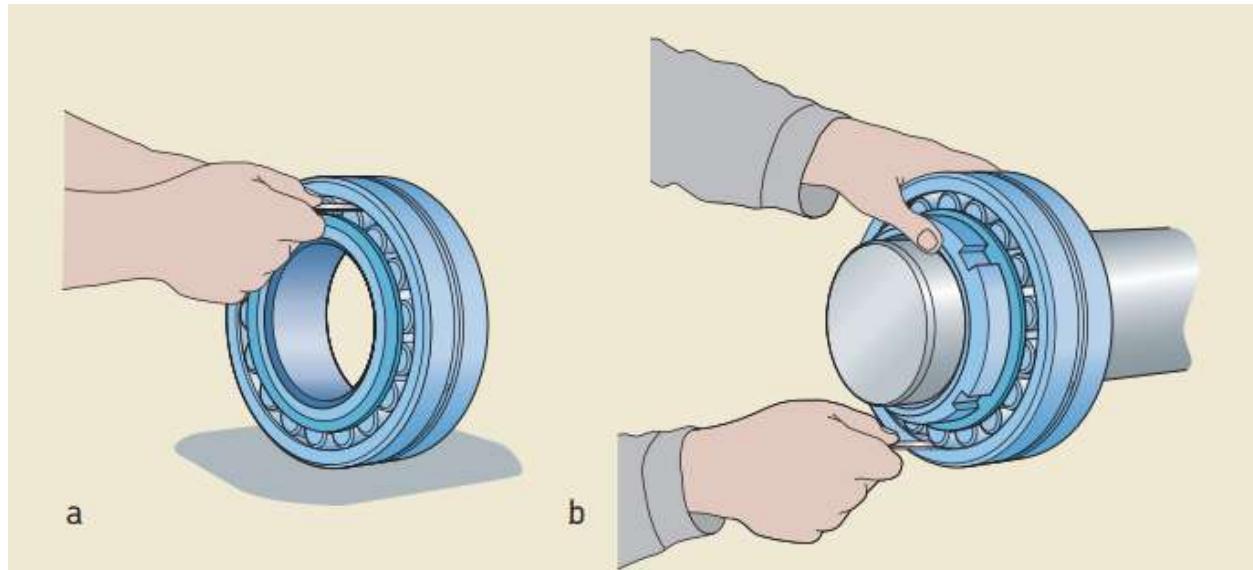
Gloves

SKF supplies various types of gloves for the safe handling of bearings and components. Four types are available, each suited to specific working conditions:

- special working gloves
- heat resistant gloves
- extreme temperature gloves
- heat and oil resistant gloves

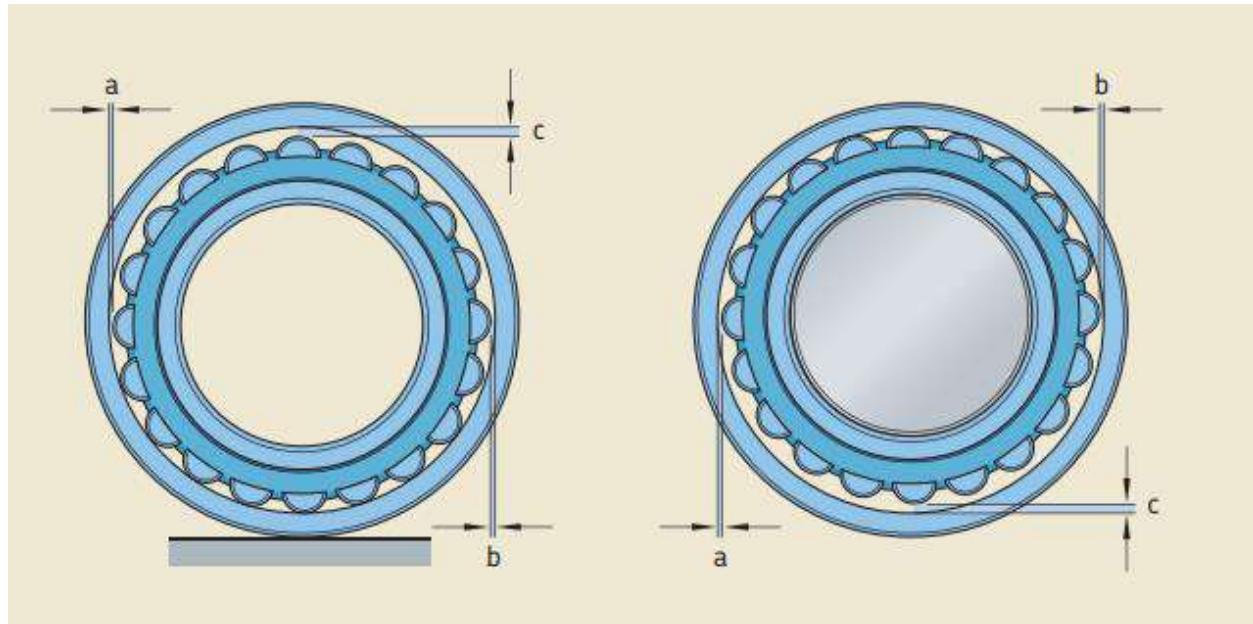
Bearing internal clearance اندازه گیری فاصله یا تاقانها





- Measure the clearance "c" at the 12 o'clock position for a standing bearing or at the 6 o'clock position for an unmouted bearing hanging from the shaft.
- Measure the clearances "a" at the 9 o'clock position and "b" at the 3 o'clock position without the bearing being moved.
- Obtain the "true" radial internal clearance with relatively good accuracy using the following equation:

radial internal clearance = 0,5 (a + b + c).



نصب یا تاقانهای ضد اصطکاکی

Mounting rolling bearings

Adjusting face-to-face bearing arrangements

Whenever possible, SKF recommends adjusting face-to-face bearing arrangements while the shaft is in the vertical position so it will be supported by the lower bearing.

Measure the distance from the side face of the outer ring to side face of the housing ([†] fig. 42).

Fig. 42

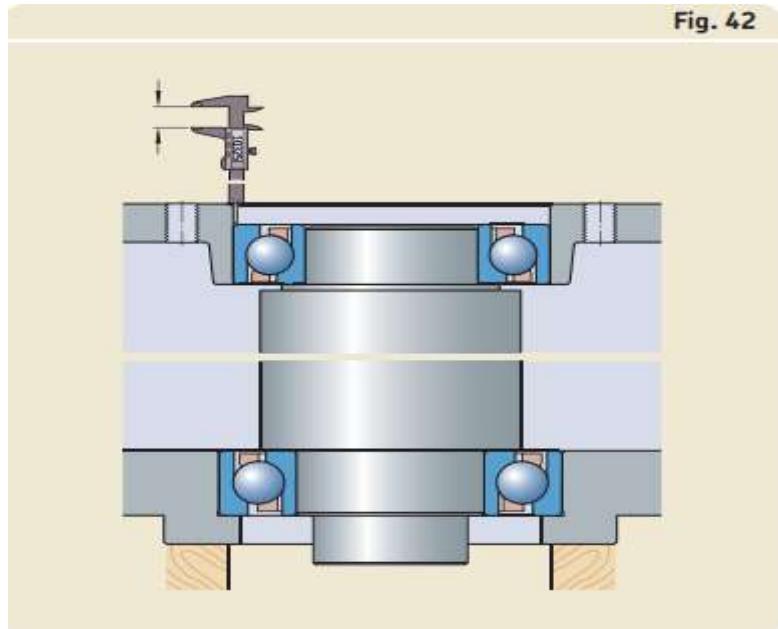
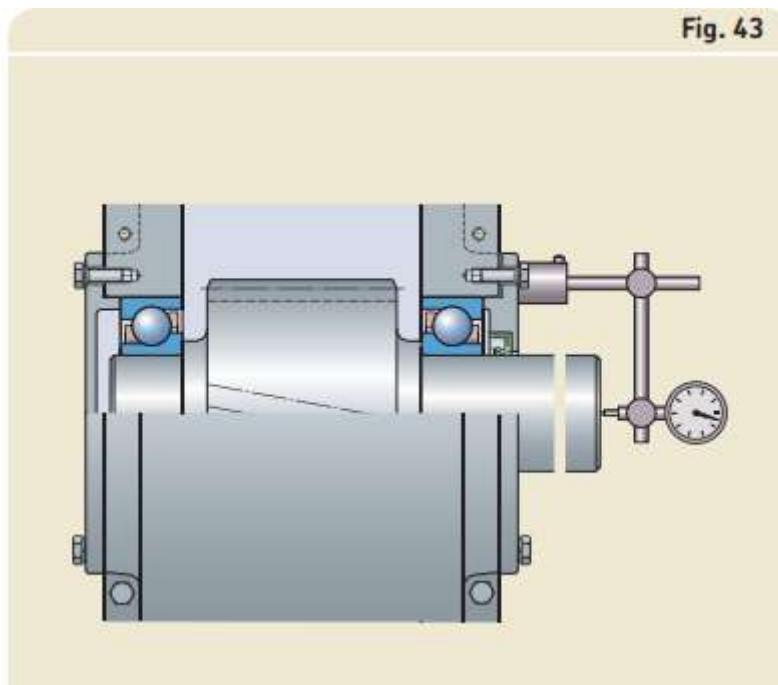


Fig. 43



Adjusting back-to-back bearing

arrangements When adjusting back-to-back bearing arrangements, tighten the lock nut or the bolts in the end plate, while occasionally rotating the shaft
(† fig. 44)

Fig. 44

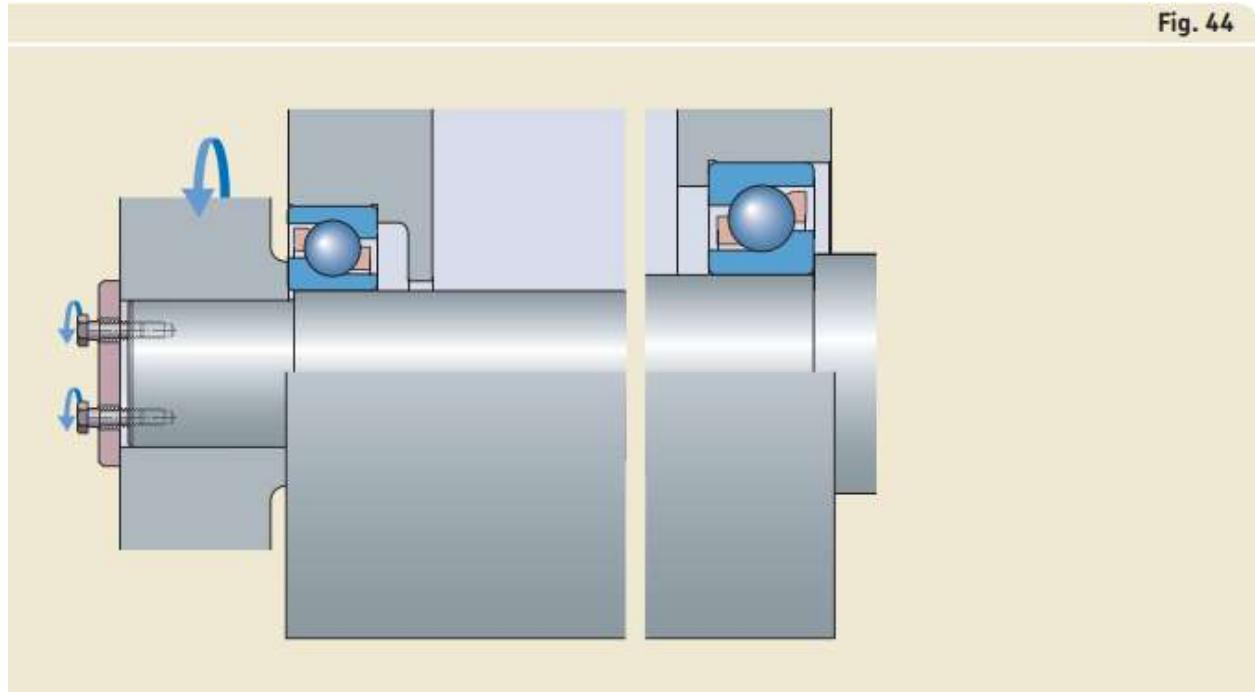
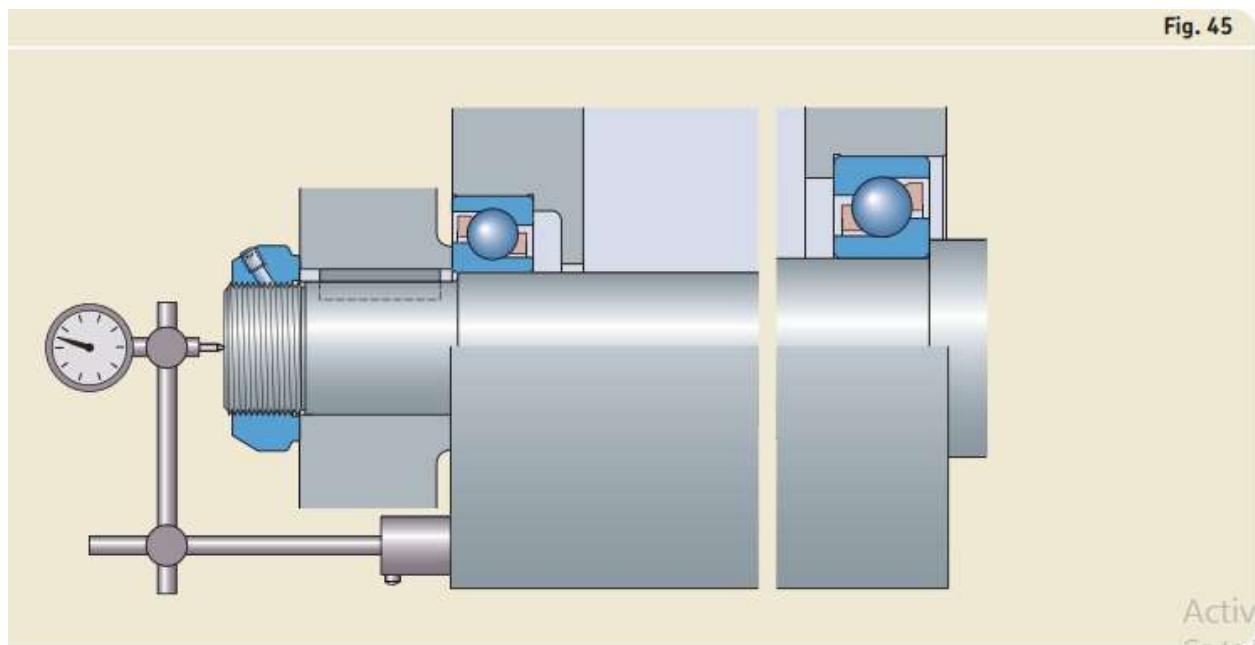


Fig. 45



Activ
Goto I

Fig. 46

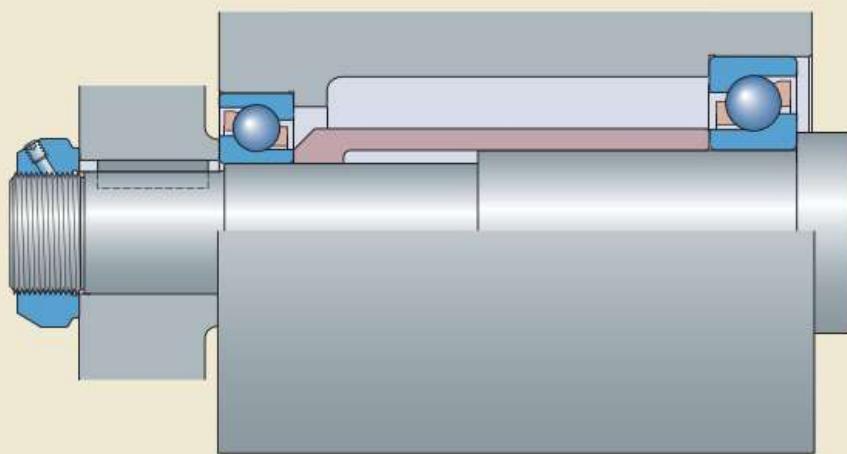
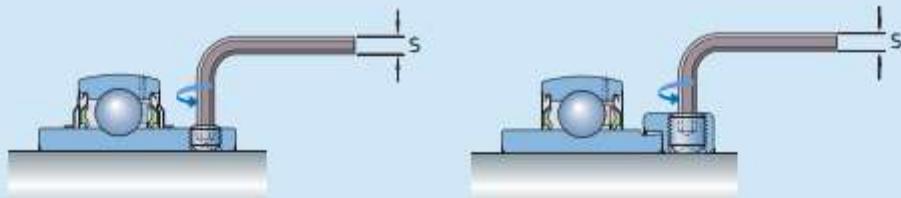


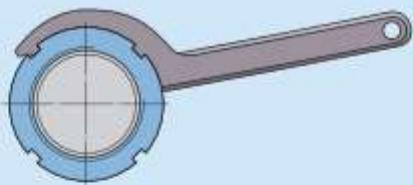
Table 3

Hexagonal keys and recommended tightening torque values for ball bearing units with grub (set) screw locking or collar locking



Shaft diameter d over mm/inch	Hexagonal key size S mm/inch	Tightening torque Nm (in.lbf)	Shaft diameter d over mm/inch	Hexagonal key size S mm/inch	Tightening torque Nm (in.lbf)
Ball bearing units grub (set) screw locking					
Units with the designation suffixes TF and TR (excluding those series listed below)					
-	35	3	4 (35)	25	25
35	45	4	6,5 (58)	30	30
45	65	5	16,5 (146)		5
65	100	6	28,5 (252)		
-	5/8	3/32	4 (35)	-	4 (35)
5/8	1 3/16	1/8	4 (35)	25	6,5 (58)
1 3/16	1 3/4	5/32	6,5 (58)	30	16,5 (146)
1 3/4	2 11/16	3/16	16,5 (146)		
2 11/16	2 15/16	7/32	28,5 (252)		
Ball bearing units with an eccentric locking collar					
Units with the designation suffixes FM and WF					
-	5/8	3/32	3	1 15/16	3/32
5/8	1	1/8	4 (35)	3/16	4 (35)
1	1 15/16	5/32	6,5 (58)	3/14	16,5 (146)
1 15/16	3	7/32			
Roller bearing units with cylindrical collar locking					
Units in the SYM .. TF, FYM .. TF and TUM .. TF series					
-	1	1/8	4 (35)	1 3/16	2 3/16
1	1 1/2	5/32	6,5 (58)	2 3/16	3 1/2
1 1/2	2 3/16	3/16	16,5 (146)	3 1/2	4
2 3/16	3	7/32	28,5 (252)	4	5/8
Units with the designation suffix RM					
-	45	3	4 (35)	1 3/16	3/8
45	50	4	6,5 (58)	2 3/16	1/2
-	5/8	3/32	4 (35)	3 1/2	70 (620)
5/8	1 3/16	1/8	4 (35)	4	5/8
1 3/16	1 3/4	5/32	6,5 (58)	4 15/16	149,7 (1 325)
1 3/4	2 11/16	3/16	16,5 (146)		
2 11/16	2 15/16	7/32	28,5 (252)		

Hook spanners and tightening torque values for ball bearing units in the SYJ .. KF, FYJ .. KF and FYTJ .. KF series, mounted with an adapter sleeve



Shaft diameter mm	Bearing unit Bore diameter mm	Appropriate adapter sleeve Designation	Appropriate hook spanner					
			Designation	Tightening torque				
				min Nm	max Nm	min in.lbf		
inch	inch	-	-	in.lbf	in.lbf			
19,050	3/4	25	HE 2305	HN 5-6	13	17	115	150
20	-	25	H 2305	HN 5-6	13	17	115	150
23,812	15/16	30	HA 2306	HN 5-6	22	28	195	248
25	-	30	H 2306	HN 5-6	22	28	195	248
25,400	1	30	HE 2306	HN 5-6	22	28	195	248
30	-	35	H 2307	HN 7	27	33	239	292
30,162	1 3/16	35	HA 2307	HN 7	27	33	239	292
31,750	1 1/4	40	HE 2308	HN 8-9	35	45	310	398
35	-	40	H 2308	HN 8-9	35	45	310	398
36,512	1 7/16	45	HA 2309	HN 8-9	45	55	398	487
38,100	1 1/2	45	HE 2309	HN 8-9	45	55	398	487
40	-	45	H 2309	HN 8-9	45	55	398	487
41,275	1 5/8	50	HS 2310	HN 10-11	55	65	487	575
42,862	1 15/16	50	HA 2310	HN 10-11	55	65	487	575
44,450	1 3/4	50	HE 2310	HN 10-11	55	65	487	575
45	-	50	H 2310	HN 10-11	55	65	487	575
49,212	1 15/16	55	HA 2311 B	HN 10-11	65	85	575	752
50	-	55	H 2311	HN 10-11	65	85	575	752
50,800	2	55	HE 2311	HN 10-11	65	85	575	752
53,975	2 1/8	60	HS 2312	HN 12-13	85	115	752	1 018
55	-	60	H 2312	HN 12-13	85	115	752	1 018
55,562	2 3/16	65	HA 2313	HN 12-13	110	150	974	1 328
57,150	2 1/4	65	HE 2313	HN 12-13	110	150	974	1 328
60	-	65	H 2313	HN 12-13	110	150	974	1 328
60,325	2 3/8	65	HS 2313	HN 12-13	110	150	974	1 328

Alignment – محوری هم



Lubrication of Anti-Friction Bearings

روغنکاری یا تاقانهای ضداصطکاکی:

Function of The Lubricant

- ۱. To lubricate sliding contact between the cage and other parts of the bearing.
- ۲. To provide a film of oil between rolling contact surfaces (elastohydrodynamic lubrication).
- ۳. To lubricate the sliding contact between the rolls and guiding elements in roller bearings.
- ۴. In some cases, to carry away the heat developed in the bearing.
- ۵. To protect the highly finished surfaces from corrosion.
- ۶. To provide a sealing barrier against foreign matter

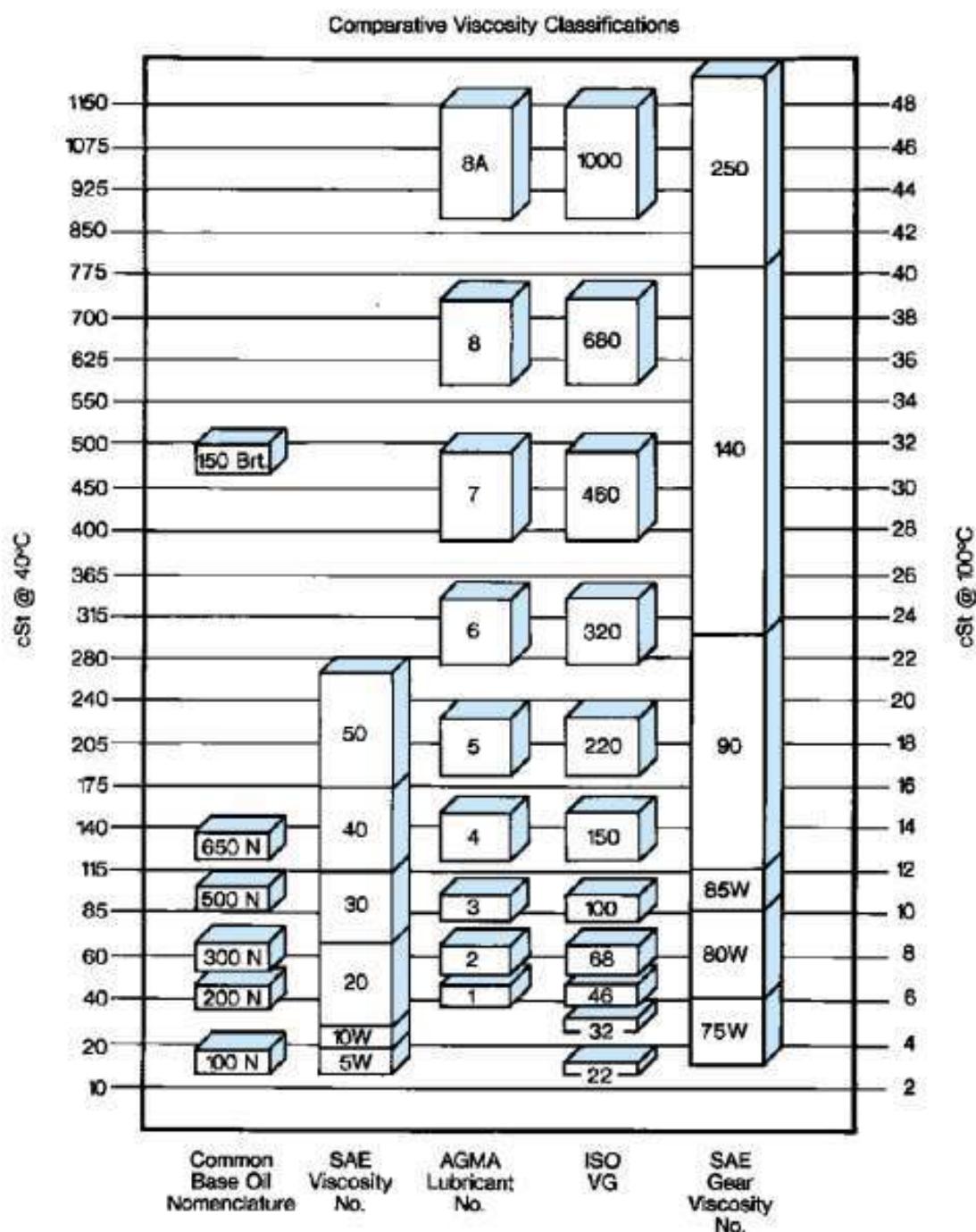
Advantages

- ۱. Simpler housing designs are possible; piping is greatly reduced or eliminated.
- ۲. Maintenance is greatly reduced since oil levels do not have to be maintained
- ۳. Being a solid when not under shear, grease forms an effective collar at bearing edges to help seal against dirt and water.
- ۴. With grease lubrication, leakage is minimized where contamination of products must be avoided.
- ۵. During start-up periods, the bearing is instantly lubricated whereas with pressure or splash oil systems, there can be a time interval during which the bearing may operate before oil flow reaches the bearing.

Disadvantages

- ۱. Extreme loads at low speed or moderate loads at high speed may create sufficient heat in the bearing to make grease lubrication unsatisfactory.
- ۲. Oil may flush debris out of the bearing. Grease will not.
- ۳. The correct amount of lubricant is not easily controlled as with oil

دسته بندیهای ویسکوزیتی مقایسه ای



Operating Temperature Ranges for Mineral Oil-Based Greases

Grease Type Recommended (thickener)	Operating Temperature Range				
	°C	to	°F	to	°F
Lithium base	-30		110	-22	230
Lithium complex	-20		140	-4	284
Sodium base	-30		80	-22	176
Sodium complex	-20		140	-4	284
Calcium base	-10		60	14	140
Calcium complex	-20		130	-4	266
Barium complex	-20		130	-4	266
Aluminum complex	-30		110	-22	230
Inorganic thickeners (bentonite, silica gel, etc.)	-30		130	-22	266
Polyurea	-30		140	-22	284

محاسبه مقدار گریس تزریقی مجدد یا تاقانها

Relubrication

The amount of grease needed for relubrication can be obtained from

$$G_p = 0.005 D B$$

where

G_p = grease quantity, g

D = bearing outside diameter, mm

B = total bearing width, mm

Relubrication Intervals—Oil

The frequency at which the oil must be changed is mainly dependent on the operating conditions and on the quantity of oil used.

Where oil bath lubrication is employed it is normally sufficient to change the oil once a year, provided the bearing temperature does not exceed 50°C (120°F) and there is no contamination. Higher temperatures or more arduous running conditions necessitate more frequent changes, e.g. at a temperature of 100°C (220°F) the oil should be changed every 3 months.

For circulating oil systems the period between complete oil changes is dependent on how often the oil is circulated over a given period of time and whether it is cooled, etc. The most suitable period can generally only be determined by trial runs and frequent examination of the oil. The same practice also applies to oil jet lubrication.

In oil mist lubrication, most of the oil is lost, as it is conveyed to the bearing only once.

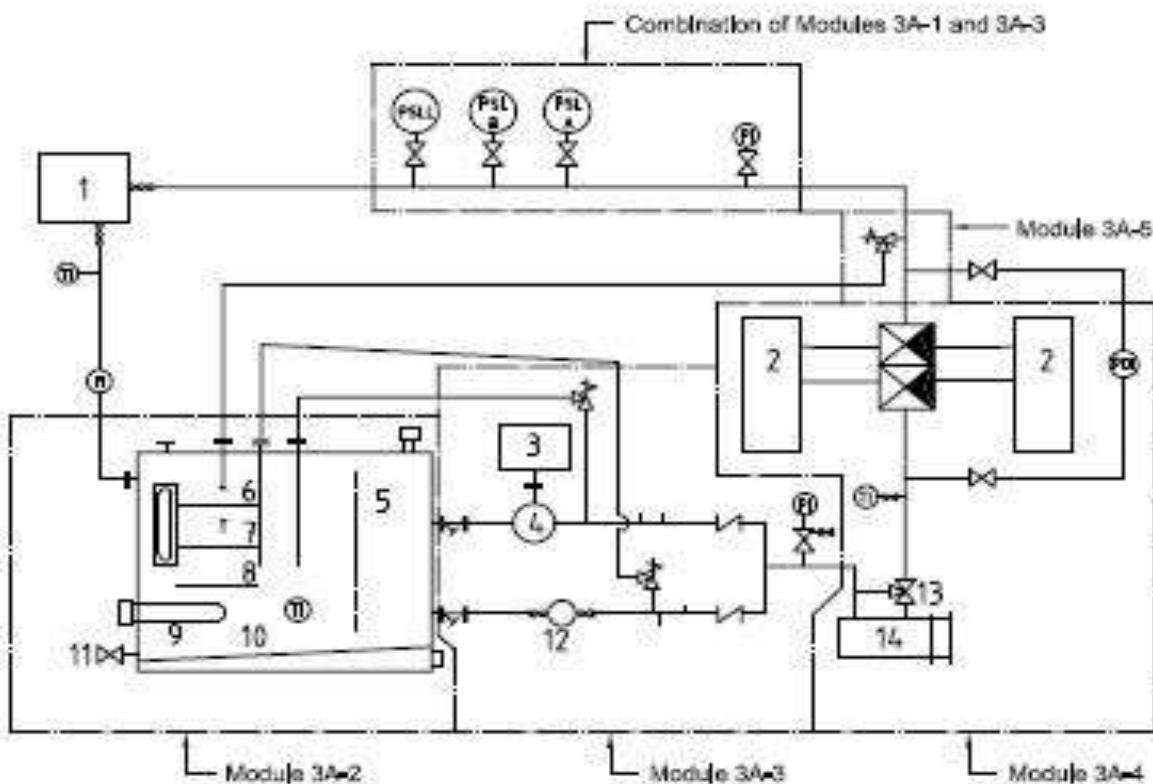
سیستم روغنکاری:

سیستم روغنکاری از فرسایش قطعات و اصطکاک بین قطعات متحرک جلوگیری می کند. این سیستم با تشکیل یک فیلم نازک از روغن بین قطعاتی که نسبت به هم حرکت می کنند از تماس انها با یگدیگر جلوگیری می کند. برای تشکیل فیلم روغن اولاً باید لقی قطعات نسبت بهم کم باشد و ثانیاً روغن با فشار بین دو قطعه تزریق شود. تزریق روغن تحت فشار توسط پمپ روغن همراه با تجهیزات جانبی آن انجام می شود.

در شکل زیر یک مدار روغن روغنکاری تحت فشار یاتاقانه‌اکه مطابق با استاندارد API می باشد را همراه با تجهیزات جانبی آن نشان می دهد.

سیستم روغ روغنکاری یاتاقانها براساس استاندارد / API ۶۱۰

API Standard 610 / ISO 13709



Key

- 1 rotating equipment
- 2 filter
- 3 electric motor
- 4 pump
- 5 internal baffle
- 6 max. operating level
- 7 min. operating level
- 8 pump suction level
- 9 heater (optional)
- 10 sloped bottom
- 11 drain
- 12 shaft-driven oil pump with integral pressure relief
- 13 TCV (optional)
- 14 cooler

NOTE See also Table B.1 The modules are further described in ISO 10439-3.

Figure B.10 — Lubricating-oil system schematic



پروفیل فشار روغن در یاتاقانهای شعاعی و محوری

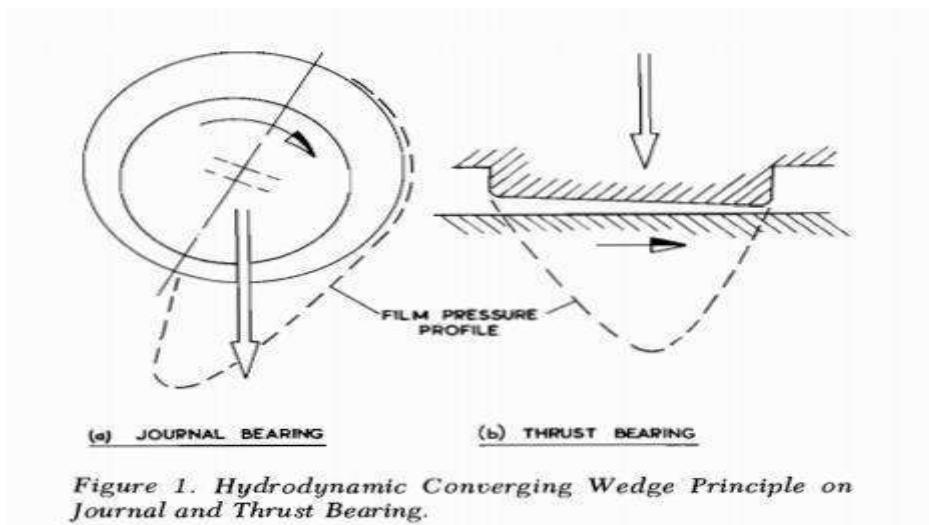
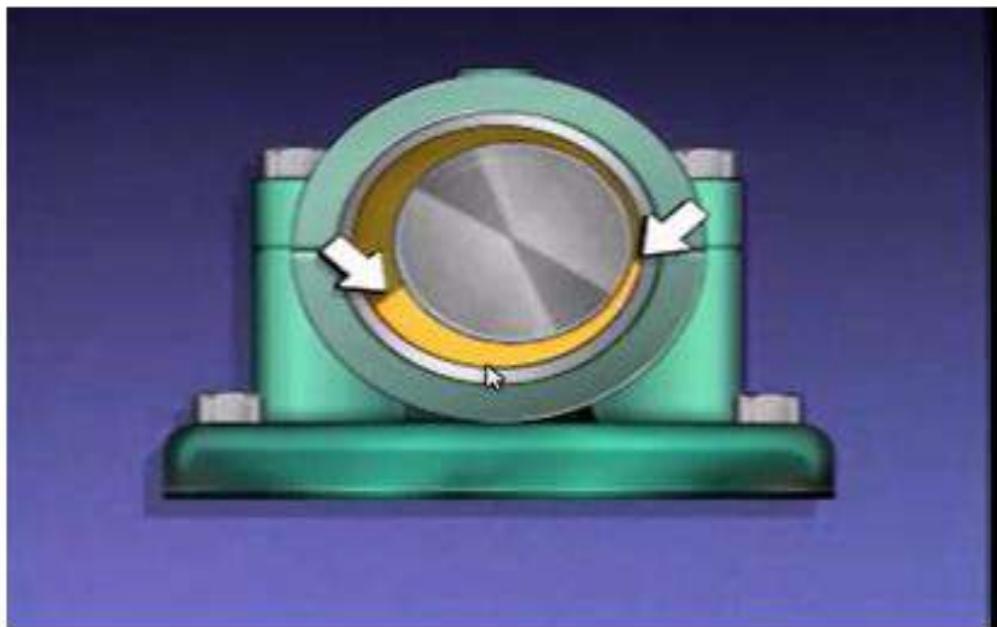
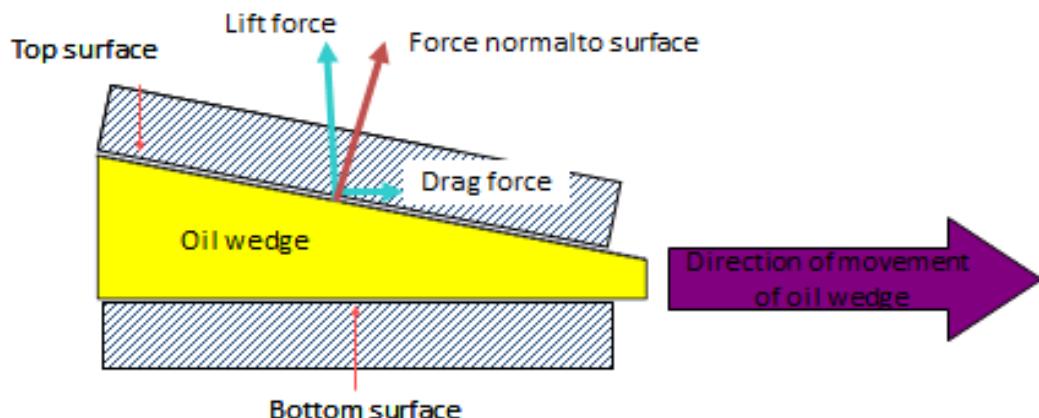


Figure 1. Hydrodynamic Converging Wedge Principle on Journal and Thrust Bearing.

Oil wedge



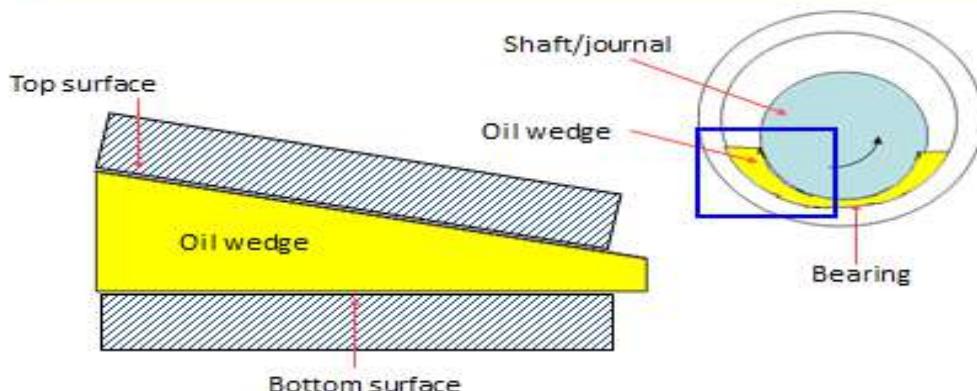
Hydrodynamic lubrication



- Surfaces are **inclined** to each other thereby **compressing the fluid** as it flows.
- This leads to a **pressure buildup** that tends to force the surfaces apart
- Larger loads can be carried

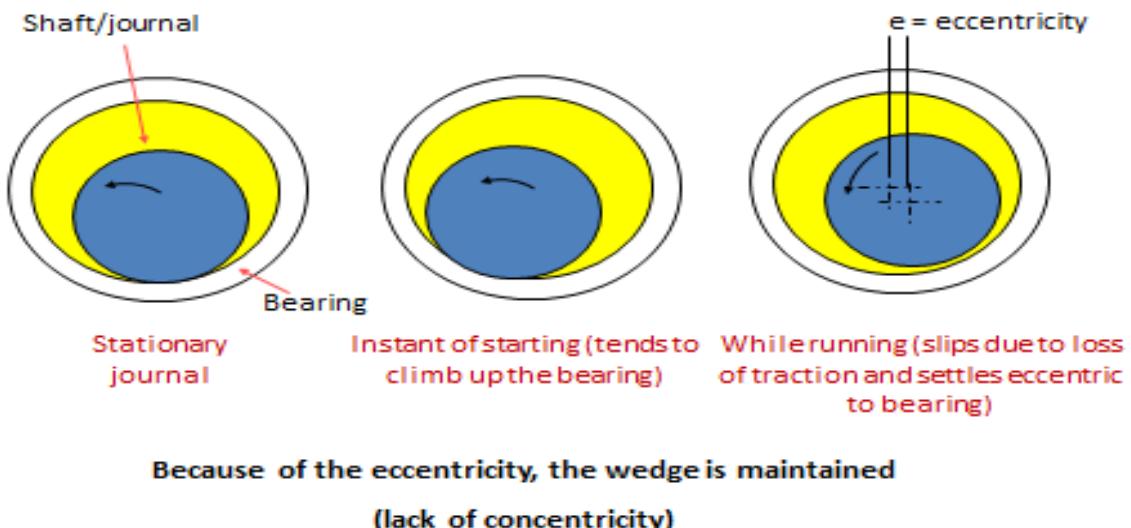
تئوری هیدرودینامیکی در یاتاقانهای ژورنال

Hydrodynamic theory- journal bearings

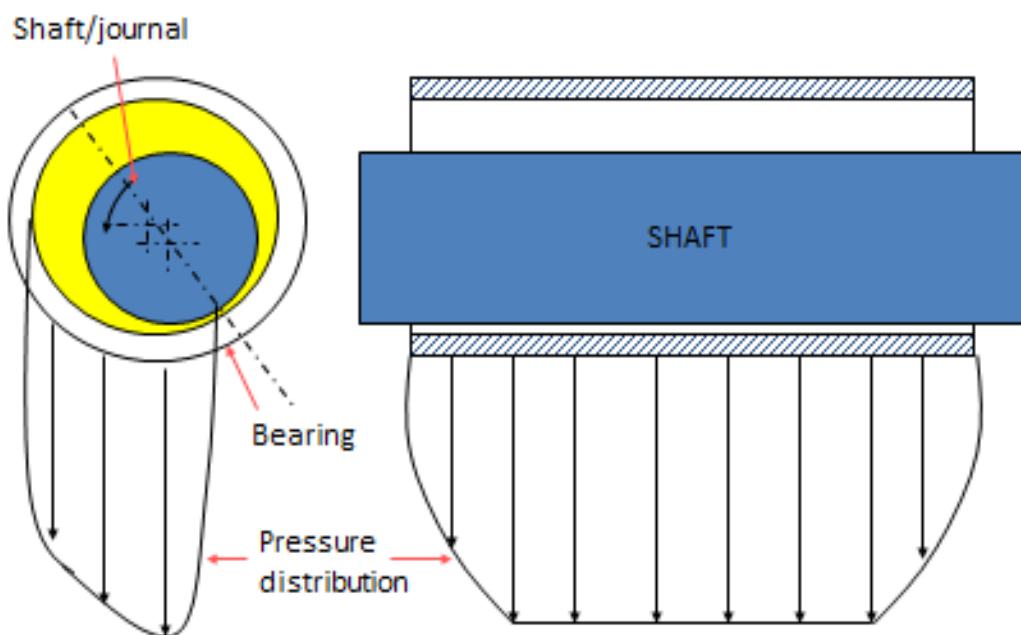


Oil wedge forms between shaft/journal and bearing due to them **not being concentric**

Journal bearing- process at startup

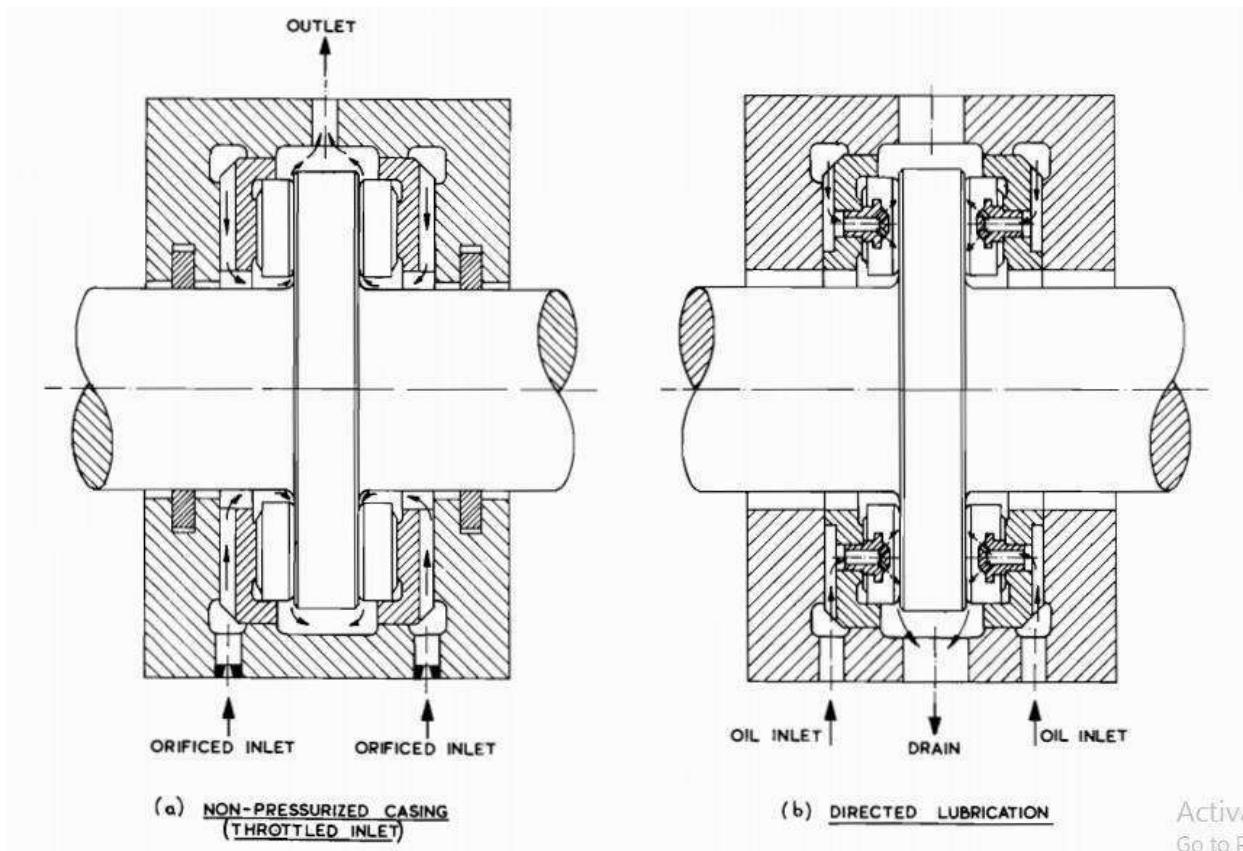


Pressure distribution in a journal bearing

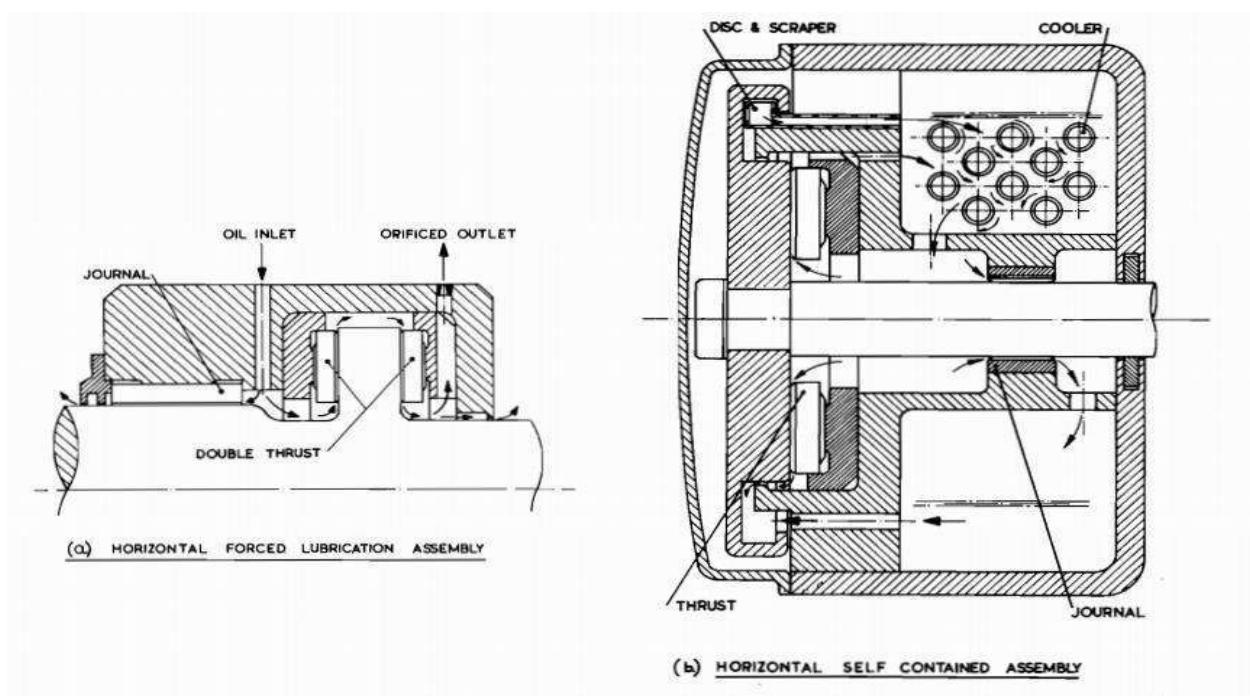


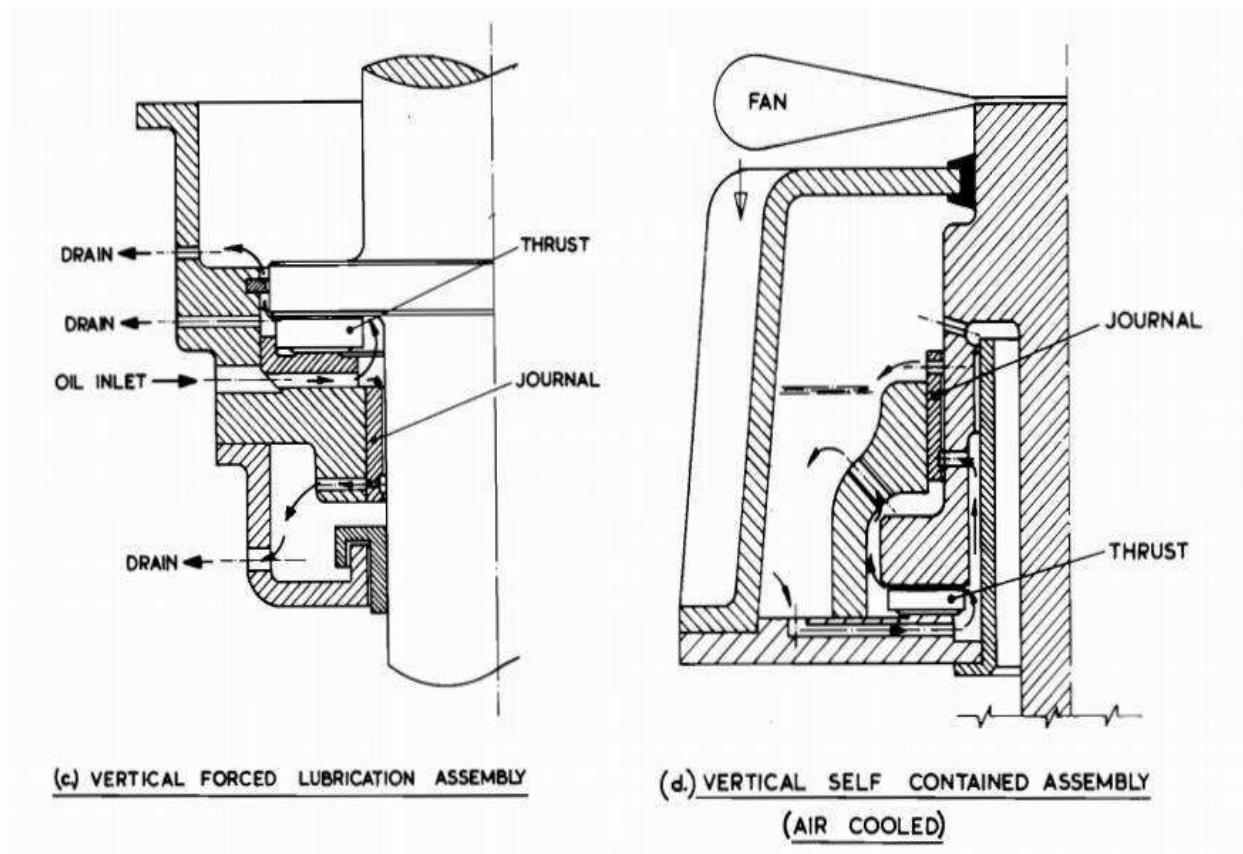
**Max. pressure is reached somewhere in between the inlet and outlet
(close to outlet)**

دونمونه روش روغنکاری یاتاقانهای محوری



Activia
Go to PC





علاوه بر روغنکاری تحت فشار که عمدتاً برای ماشین آلات بزرگ صنعتی بکاربرده می شود به سایر انواع روغنکاری در زیر اشاره می شود.

- ۱- روغنکاری دستی
- ۲- روغنکاری بصورت غوطه ور
- ۳- روغنکاری بصورت پرتاپی
- ۴- روغنکاری بصورت قطره ای
- ۵- روغنکاری بصورت نمدویافتیله ای
- ۶- روغنکاری بصورت مخلوط روغن درسوخت
- ۷- روغنکاری بصورت خشک
- ۸- روغنکاری تحت فشار

مقایسه مزایا و معایب روغن و گریس

Selection comparison between grease and oil

Selection criteria	Advantages/disadvantages	
	Grease	Oil
Application and operating conditions	Associated components	Bearings and associated components need to be kept separate
	Sealing solution	Improves sealing efficiency of enclosures
	Operating temperature	No cooling advantage Operating temperature limitations
	Speed factor	Speed limitations
	Shaft orientation	Suitable for vertical shafts
	Food compatibility	Low risk of contamination from leakage
Installation and maintenance	Installation	Quick Relatively inexpensive
	Lubricant retention and leakage	Retained easily in bearing housings
	Inspection	Difficult to inspect during operation
	Applying the lubricant	Normally easy to apply
	Lubricant change	Difficult to remove all grease, but not a problem if greases are compatible
	Contamination control	Difficult to control contamination
Quality control		Can be filtered and reconditioned
		Easy to monitor

Table 2

Grease additives	
Additive	Function
Anti-rust	Improves the protection of the bearing surfaces offered by grease
Anti-oxidant	Delays the breakdown of the base oil at high temperatures, extending grease life
Extreme pressure (EP)	Reduces the damaging effects of metal-to-metal contact
Anti-wear (AW)	Prevents metal-to-metal contact by the formation of a protective layer
Solid additive	Provides lubrication when the base oil becomes ineffective

دامنه حرارتی عملکرد گریسها

Operating temperature range –

The SKF traffic light concept

The temperature range for greases is divided by four temperature limits into five zones:

- low temperature limit (LTL)
- low temperature performance limit (LTPL)
- high temperature performance limit (HTPL)
- high temperature limit (HTL)

چراغ راهنمایی استفاده از گریسهاد درجه حرارت های مختلف

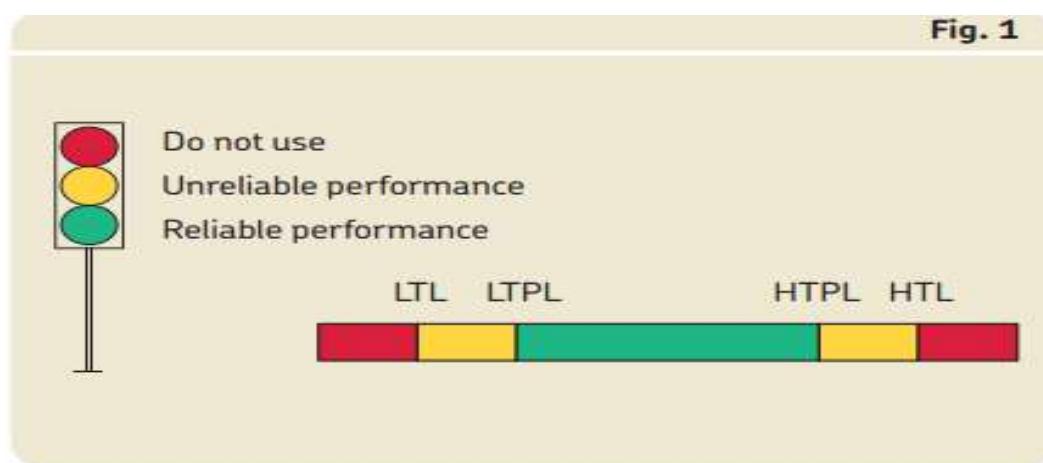


Table 3

Bearing operating temperatures (grease datasheets)

Temperature description	Definition
Low (L)	< 50 °C (120 °F)
Medium (M)	50 to 100 °C (120 to 210 °F)
High (H)	> 100 °C (210 °F)
Extremely high (EH)	> 150 °C (300 °F)

سرعت برای یاتاقانهای استاندارد:

Table 4

Bearing speeds for standard bearings (grease datasheets)

Speed description	Bearing speed factor A for Radial ball bearings	Cylindrical roller bearings	Tapered roller bearings Spherical roller bearings CARB toroidal roller bearings
-	mm/min		
Very low (VL)	-	< 30 000	< 30 000
Low (L)	< 100 000	< 75 000	< 75 000
Moderate (M)	< 300 000	< 270 000	< 210 000
High (H)	< 500 000	≥ 270 000	≥ 210 000
Very high (VH)	< 700 000	-	-
Extremely high (EH)	≥ 700 000	-	-

Table 5

Bearing loads (grease datasheets)

Load description	Load ratio
Light (L)	$P \leq 0,05 C$
Moderate (M)	$0,05 C < P \leq 0,1 C$
Heavy (H)	$0,1 C < P \leq 0,15 C$
Very heavy (VH)	$P > 0,15 C$

$$A = n d_m$$

where

A = speed factor [mm/min]
 n = rotational speed [r/min]
 d_m = bearing mean diameter
 $= 0,5 (D + d) [\text{mm}]$

مقدار تزریق صحیح گریس درون یاتاقان:

The right quantity

As a general rule, for bearings mounted in housings, the bearings should be completely filled (100%) with grease prior to start-up.

The free space in the housing should be partially filled (30 to 50%) with grease († fig. 3). In non-vibrating applications, where bearings are to operate at very low speeds and good protection against contamination is required, SKF recommends filling up to 90% of the free space in the housing with grease



آزمایشات کارآیی گریس:

Table 6

Grease performance tests			
Test	What this means	Measurement [unit]	Interpretation of results
Dropping point	The temperature at which the grease begins to flow	Temperature [°C]	-
Penetration	Consistency, the stiffness of the grease (NLGI grade)	Depth of cone penetration Value between 85 and 475 [10^{-1} mm] (60 or 100 000 strokes)	High number = soft grease Low number = stiff grease
Roll stability	How easily the grease softens or hardens	Change in cone penetration depth [10^{-1} mm]	High number = less stable Low number = more stable
Mechanical stability	The mechanical stability of the grease when subjected to vibration	Rating, dependent on the mass of the leaked grease (SKF V2F rating)	M = very little grease leakage m = some grease leakage Fail = a lot of grease leakage
Corrosion protection	The degree of corrosion of the grease when mixed with water	Value between 0 and 5 (SKF EMCOR rating ¹¹)	0 = no corrosion 5 = very severe corrosion
Oil separation	The amount of oil that leaks through a sieve during storage	Percentage weight loss [%] (DIN 51817)	0% = no oil separation 100% = complete oil separation
Water resistance	The change in grease after water immersion	Value between 0 and 3 (based on visual inspection) (DIN 51807/1)	0 = no change 3 = major change
Lubricating ability	The lubricating ability of the grease under operating conditions typical of large bearings ($d \geq 200$ mm)	Rating, dependent on the ability of the grease to lubricate large bearings under normal or high temperature conditions (SKF R2F grease test machine)	Unheated test (normal temperature conditions) Pass = grease is suitable Fail = grease is not suitable Heated test (high temperature conditions) Pass = grease is suitable Fail = grease is not suitable
Copper corrosion	The degree of protection of copper alloys offered by the grease	Value between 1 and 4 (based on visual inspection) (DIN 51811)	1 = good protection 4 = very bad protection
Rolling bearing grease life	The grease life	Time to bearing failure [hours] (SKF ROF grease test machine)	-
EP performance (VKA test)	The ability to classify the grease as an EP grease	Extreme pressure limit of the grease [N] (DIN 51350/4)	-
Fretting corrosion	The ability of the grease to protect against fretting corrosion	Bearing wear [mg] (ASTM D4170)	-

جدول تنظیم فاصله زمانی برای تزریق مجدد گرس:

Table 8

Relubrication interval adjustments

Operating condition / bearing type	Description	Recommended adjustment of t_r	Reason for adjustment
Operating temperature	For every 15 °C (27 °F) above 70 °C (160 °F), up to the high temperature limit (HTL)	Halve the interval	To account for the accelerated ageing of grease at higher temperatures
	For every 15 °C (27 °F) under 70 °C (160 °F)	Double the interval (maximum two times) ¹⁾	To account for the reduced risk of ageing of grease at lower temperatures
Shaft orientation	Bearings mounted on a vertical shaft	Halve the interval	The grease tends to leak out due to gravity
Vibration	High vibration levels and shock loads	Reduce the interval ²⁾	The grease tends to "slump" in vibratory applications, resulting in churning
Outer ring rotation	Outer ring rotation or eccentric shaft weight	Calculate the speed factor A using D, not d_m	The grease has a shorter grease life under these conditions
Contamination	Heavy contamination or the presence of fluid contaminants	Reduce the interval ^{2) 3)}	To reduce the damaging effects caused by contaminants
Load	Very heavy loads i.e. $P > 0,15 C$	Reduce the interval ²⁾	The grease has a shorter grease life under these conditions
Bearing size	Bearings with a bore diameter $d > 300$ mm	Reduce the interval ²⁾	These are typically critical arrangements, which require strict, frequent relubrication programmes
Cylindrical roller bearings	Bearings fitted with J, JA, JB, MA, MB, ML, MP and PHA cages ⁴⁾	Halve the interval	Oil bleeding is limited with these cage designs

1) For full complement and thrust bearings, do not extend the interval.

2) Contact the SKF application engineering service.

3) For severely contaminated conditions, consider sealed SKF bearings or continuous relubrication.

4) For P, PH, M and MR cages, there is no need for adjustment.

برنامه های تزریق مجدد گریس:

Table 9

Relubrication procedures				
Relubrication procedure	Suitable relubrica- tion interval t_r	Advantages	Disadvantages	Requirements
Replenishment	$t_r < 6$ months	Uninterrupted operation Ideal for difficult access points Low risk of contamination Not labour intensive Continuous monitoring of lubrication possible Uninterrupted operation	Lubrication ducts in the bearing housing required Labour intensive Easy access to the bearing housing required High risk of contamination	Bearing housings equipped with grease fittings Grease gun
Continuous relubrication	t_r is very short	Good pumpability of grease required (especially at low ambient temperatures)		Automatic lubricators or centralized lubrication systems

Fig. 5

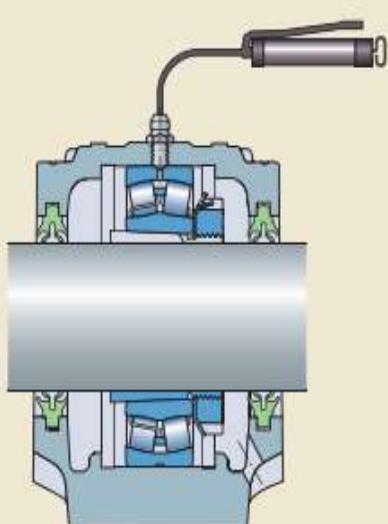
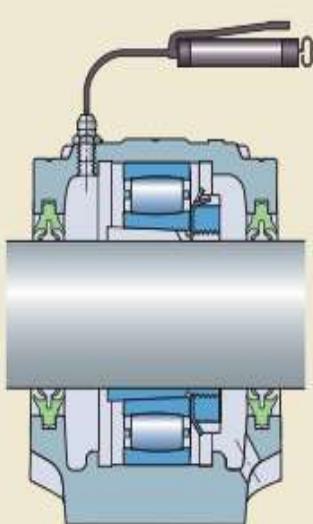


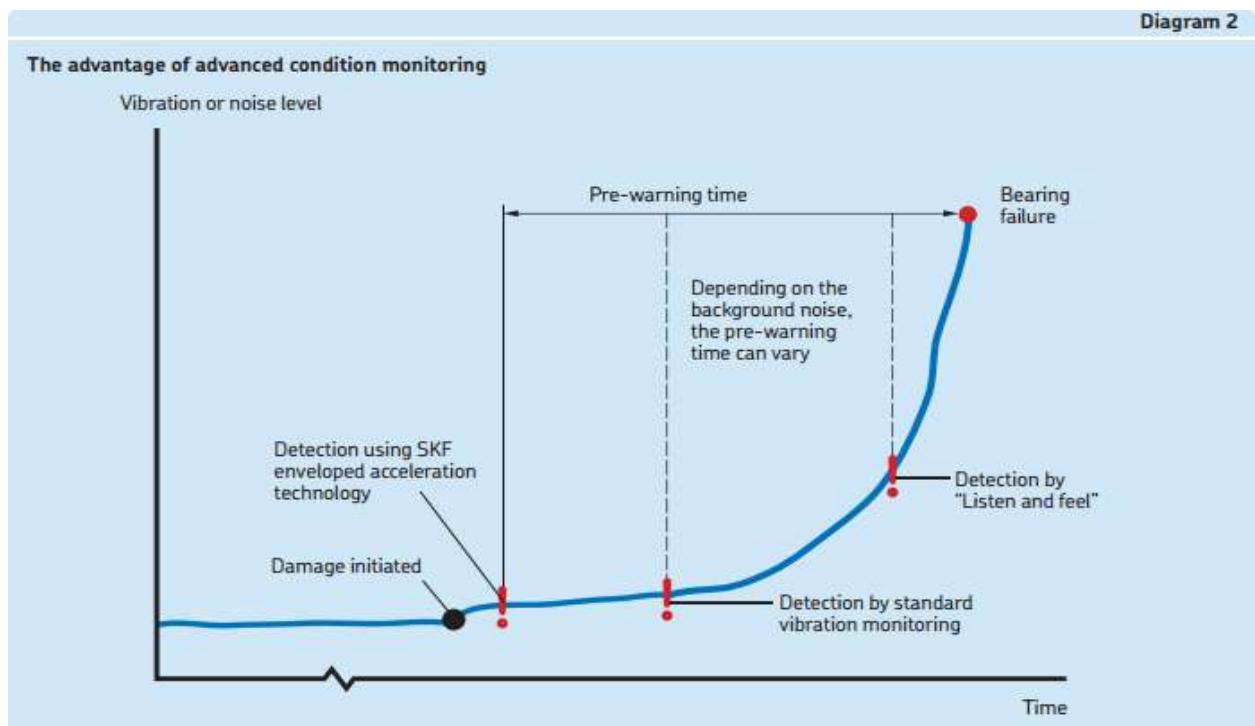
Fig. 6



Inspection during operation

بازرسی در حین کار یاتاقانها

مزایای بازرسی بكمک ابزارهای پیشرفته:



Monitoring noise:

۱- نشان دهنده میزان صدای یاتاقان



Monitoring temperature

۲- نشانگر درجه حرارت:

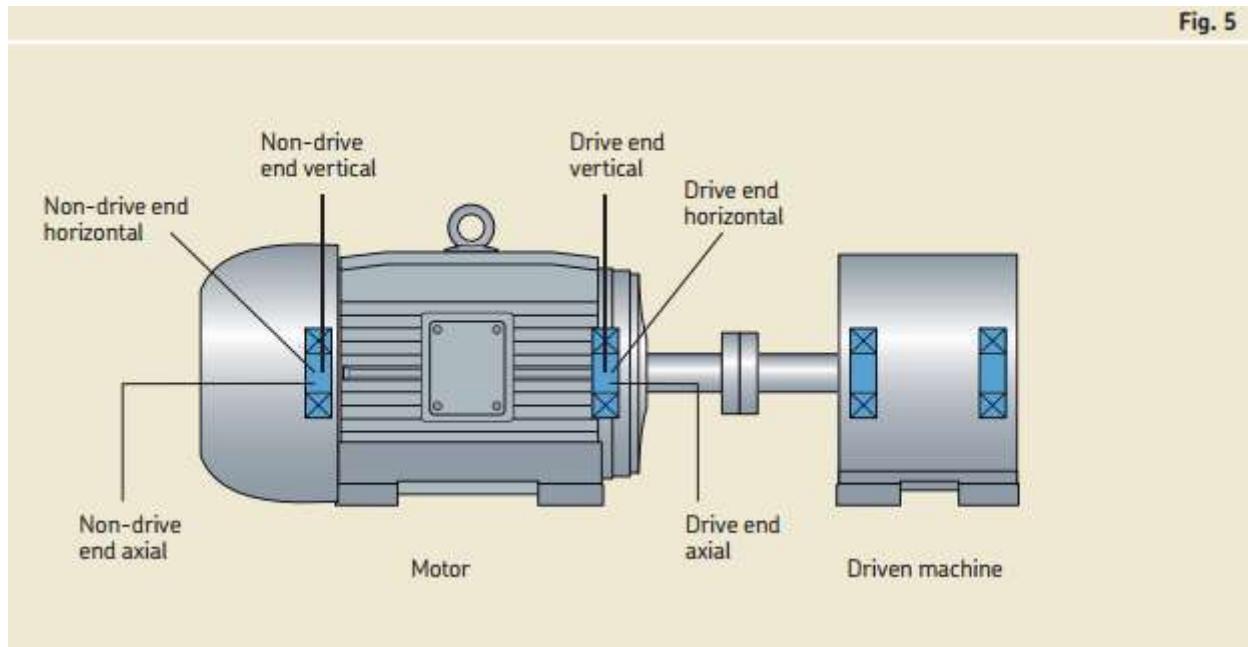


Monitoring lubrication conditions ۳- نشانگر وضعیت روغنکاری:



۴- نشانگر میزان لرزش یا تاقانهای ضد اصطکاکی: vibration monitoring for rolling bearings

Fig. 5



یاتاقانهای اصطکاکی plain bearing

نحوه کار یاتاقانهای لغزشی:

جداش دو سطح درگیر است، جدایی دو سطح درگیر ساده نیست، نیروی قوی جاذبه آنها را به همدیگر فشار می‌دهد، گاهی ماده‌ای به نام روانکار جامد زبریهای سطح را می‌پوشاند و از تماس قله‌های ناصافی با همدیگر جلوگیری می‌کند، باید نیروی قوی دو سطح را از یکدیگر جدا نماید، این نیرو می‌تواند فشار هوا (یاتاقان هوایی)، نیروی مغناطیس (یاتاقان مغناطیسی) یا نیروی چسبندگی بین مولکولهای روغن باشد، ماده‌ای که در بین دو سطح قرار گرفته و آنها را از هم جدا می‌نماید روانکار نامیده می‌شود، معمولاً هیچ نوع روانکاری نمی‌تواند سطحهای درگیر را کاملاً از هم جدا نماید، شرایط بسیار خاصی برای این کار لازم است.

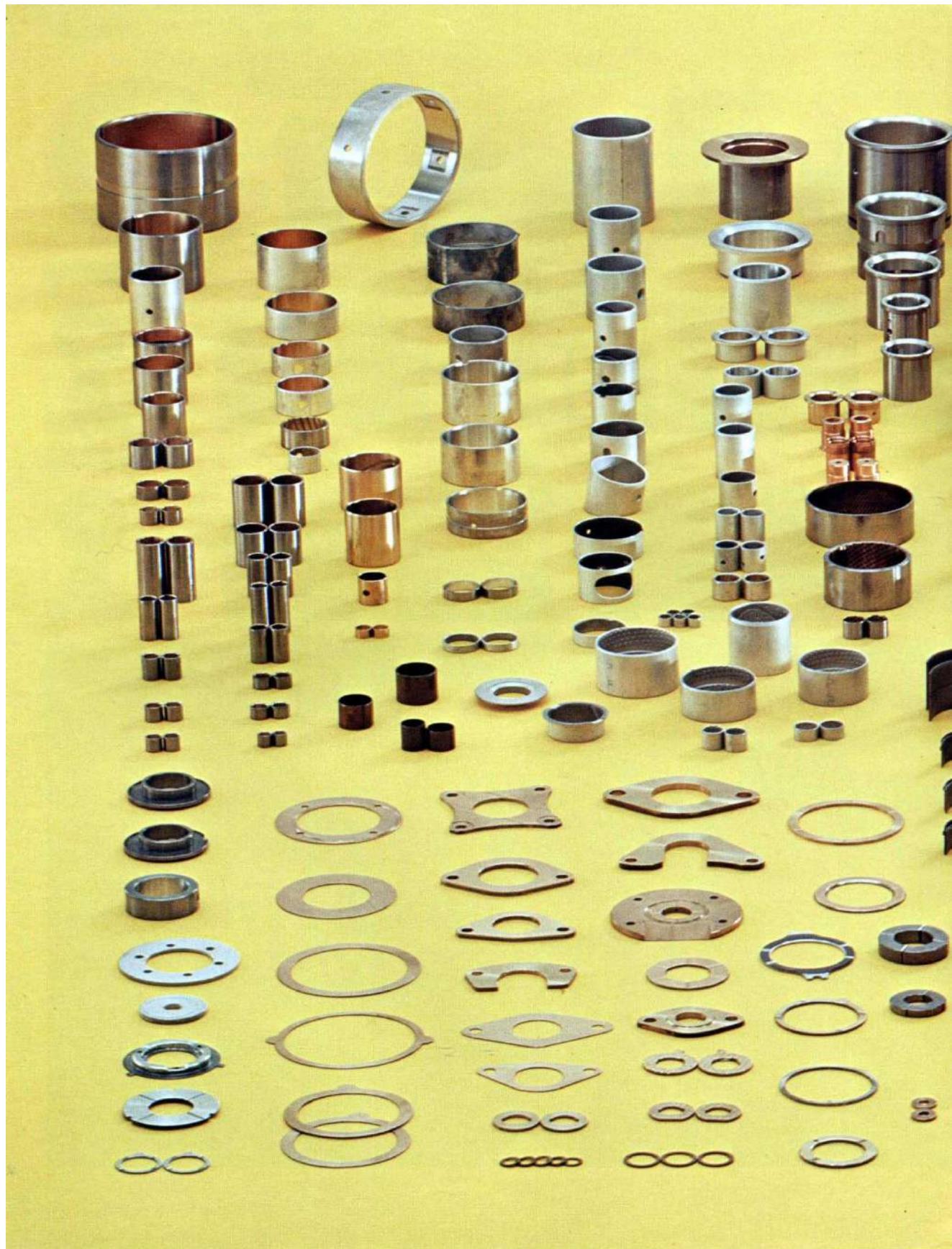
ب : یاتاقانهای اصطکاکی

انواع یاتاقانهای اصطکاکی

- بوشی (یک تکه) sleeve
- دوتکه split
- چند تکه tiltingpad

یاتاقانهای بوشی یک تکه: sleeve bearings

همانگونه که از نامشان پیداست بصورت یک پارچه بوده و ضمن اینکه بارزیادی را تحمل می‌کنند فضای بسیار کمی را شغال بخود اختصاص می‌دهند. بنابراین در مواردی که فضا و همچنین وزن دستگاه مورد نظر باشد گزینه خوبی می‌باشد.



یاتاقانهای دوتکه: split bearings

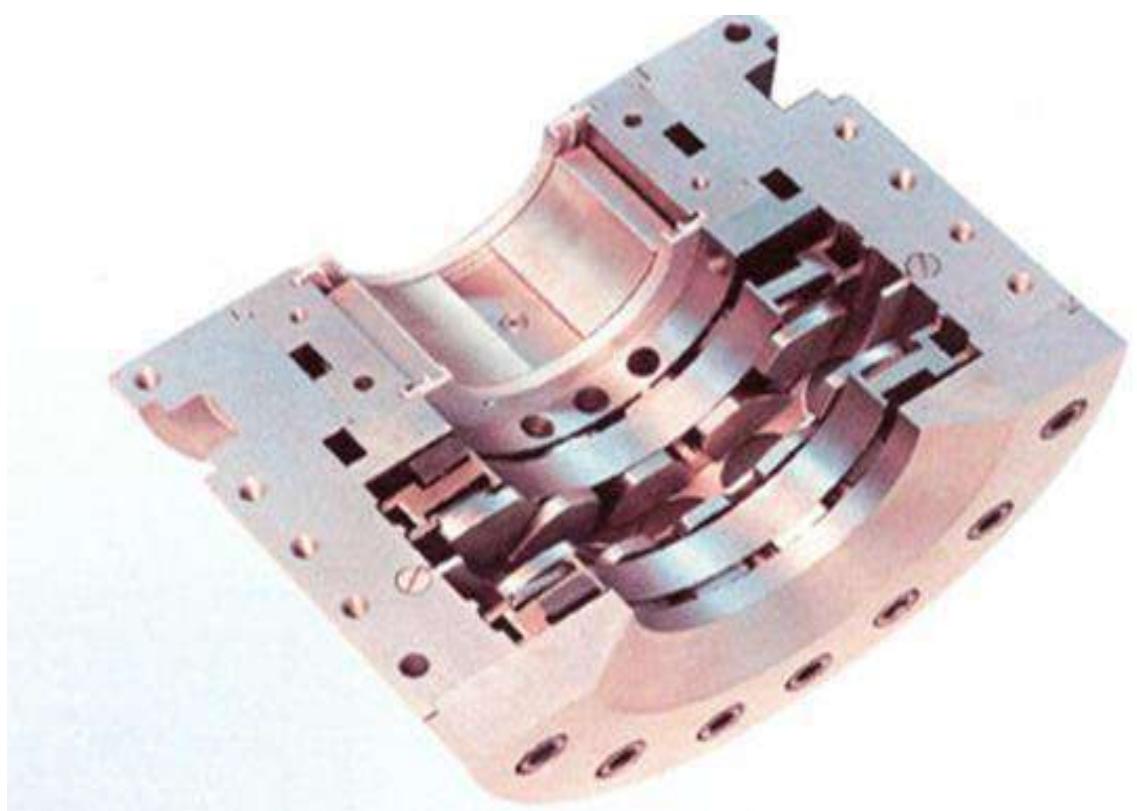
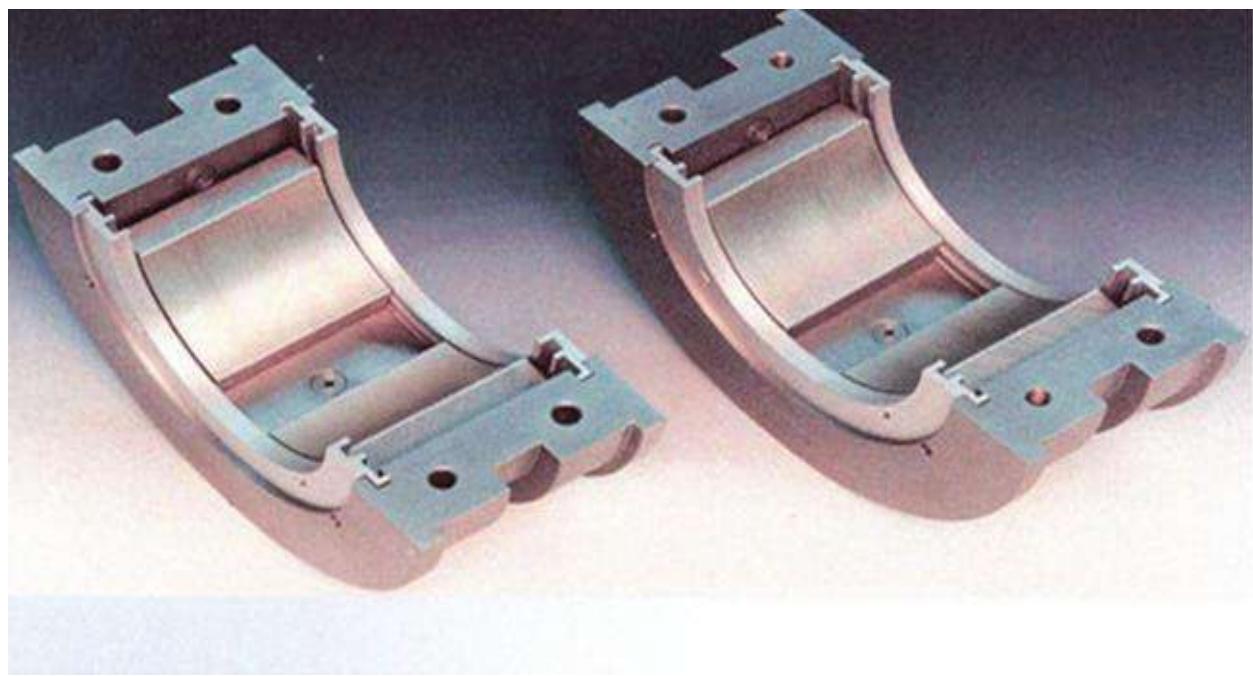
این یاتاقانها بیشترین استفاده و کاربردرا بویژه در صنایع بزرگ بخود اختصاص داده اند. زیرا از نظر تعمیرات

با توجه به دونیمه بودن آنها وقت کمتری رامی گیرد و نیاز به بازنموده تجهیزات نصب شده بر روی محور نمی باشد.

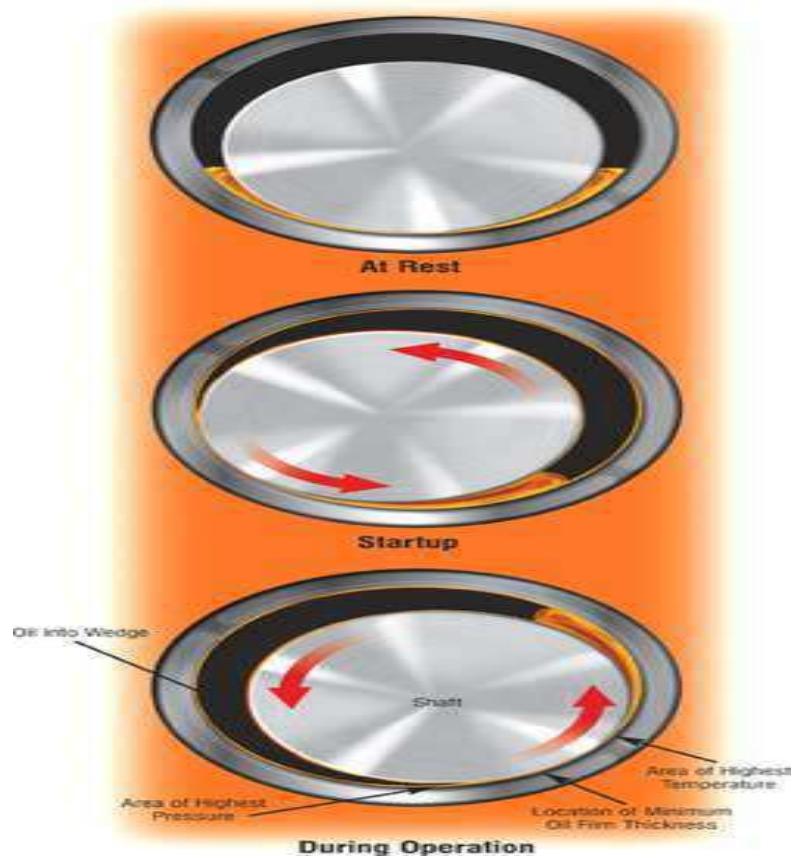




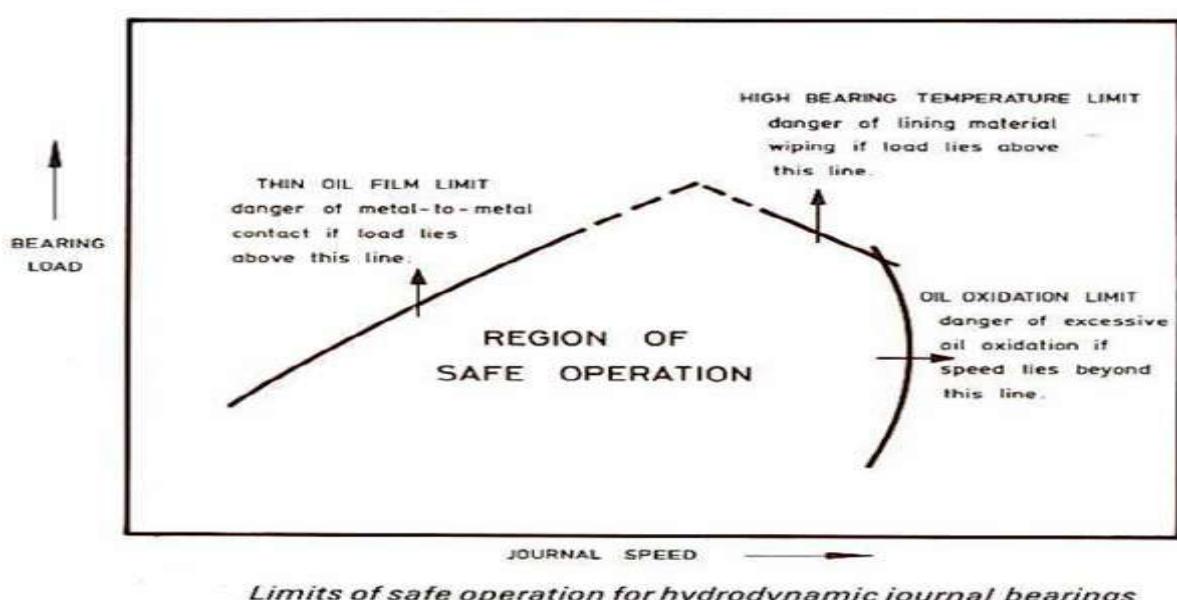




موقعیت محور درون بیرینگ در حالت‌های استراحت، راه اندازی و در ضمن کار



محدوده امن کارکرد یاتاقانهای ژورنال



BEARINGS MATERIALS – جنس یاتاقانها

Composition and Physical Properties of Babbits¹⁰

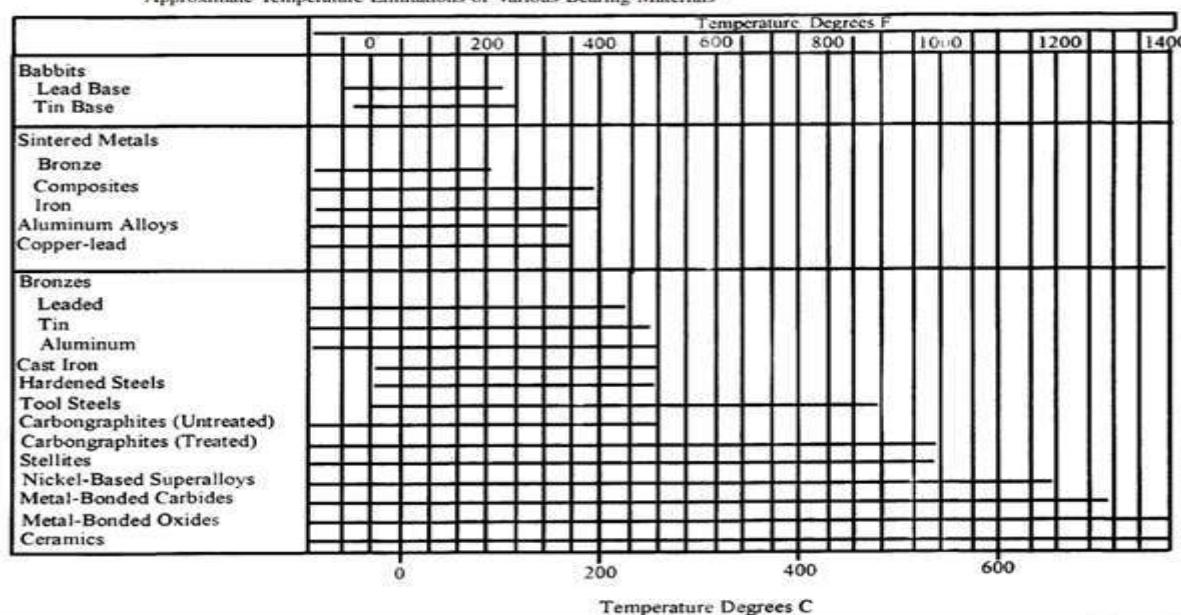
Alloy	Specific gravity	Composition, %				Yield point*		Ultimate strength*		Brinell hardness		Melting point °F	Complete liquefaction °F
						psi	psi	psi	psi	68°F	212°F		
		Cu	Sn	Sb	Pb	66°F	212°F	66°F	212°F	68°F	212°F		
1	7.34	4.56	90.9	4.52	None	4400	2680	12,850	6050	17.0	8.0	433	700
2**	7.39	3.1	39.2	7.6	0.03	6100	3000	14,900	8700	24.5	12.0	466	669
3**	7.46	8.3	83.4	8.3	0.03	6800	3100	17,600	9900	27.0	14.5	464	792
4	7.52	3.0	75.0	11.6	10.2	5550	2150	18,150	8900	34.5	12.0	363	583
5	7.75	2.0	65.5	14.1	18.3	2150	2150	18,060	8750	22.5	10.0	358	565

Lead-base babbitts														
Alloy	Specific gravity	Composition, %				Yield point*		Ultimate strength*		Brinell hardness		Melting point °F	Complete liquefaction °F	
						psi	psi	psi	psi	68°F	212°F			
		Cu	Sn	Sb	Pb	As (max)	66°F	212°F	66°F	212°F	68°F	212°F		
6(e)	9.33	1.5	20	15	63.5	0.15	3800	2050	14,550	8060	21.0	10.6	358	581
7(f)	9.73	0.50	10	15	75	0.60	3550	1600	15,650	6150	22.5	10.5	464	514
8	10.04	0.50	5	15	80	0.20	3400	1760	15,600	6150	20.5	9.5	459	522
10	10.07	0.50	5	15	83	0.60	3550	1850	15,450	5450	17.6	9.0	468	507
11	10.28	0.50	—	15	85	0.25	3050	1400	12,800	5100	15.0	7.0	471	504
12	10.67	0.50	—	10	90	0.25	2800	1250	12,900	5100	14.5	6.5	473	498
15(g)	10.05	0.5	1	15	82	1.40					21.0	13.0	479	538
16(f)	9.88	0.5	10	12.5	77	0.20					27.5	13.6	471	495
19	10.50	0.50	5	9	95	0.20			15,600	6100	17.7	8.0	462	495

**In composites.

***Babbitts predominantly used by electric utilities (ASTM alloy B23).

Approximate Temperature Limitations of Various Bearing Materials¹⁰

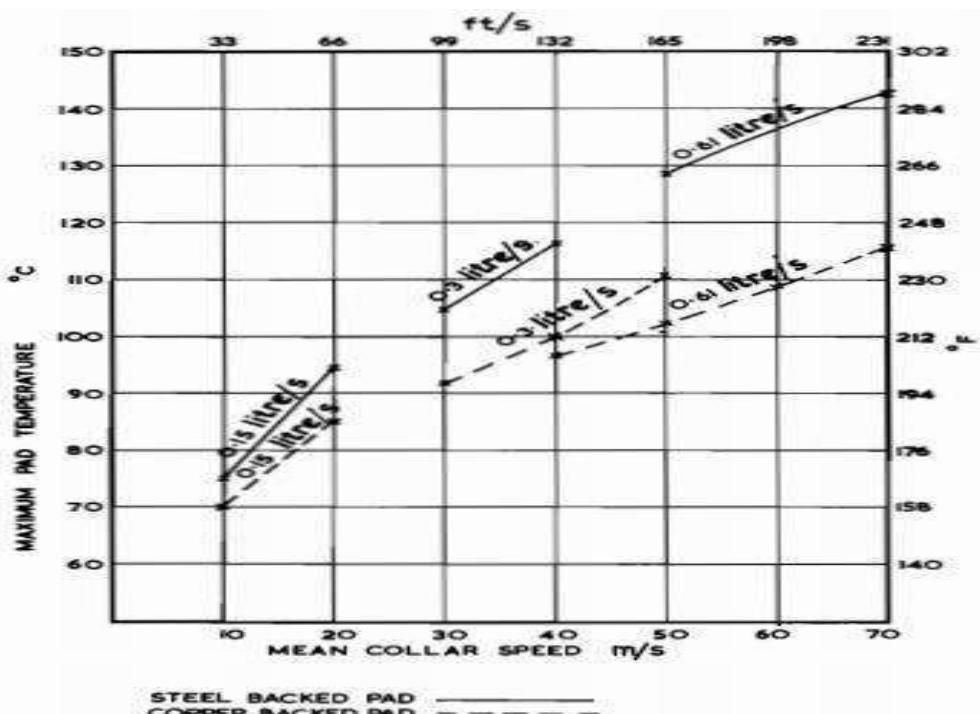


PROCEEDINGS OF THE SIXTH TURBOMACHINERY SYMPOSIUM

MATERIAL TYPE	SAE EQUIVALENT	NOMINAL COMPOSITION(%)						NOMINAL HARDNESS (HV5)	MAX DESIGN SURFACE TEMP (SEE NOTE)	
		Al	Cu	Pb	Sb	Sn	Ni		°C	°F
TIN BASE WHITEMETAL	SAE 12	—	3.5	—	—	7.5	89	31	130	266
LEAD BASE WHITEMETAL	SAE 13	—	0.5	83.5	10	6	—	16	130	266
ALUMINIUM BASE ALLOY	—	60	—	—	—	40	—	27	155	311
ALUMINIUM BASE ALLOY	SAE 770	92	1	—	—	6	1	45	155	311
COPPER BASE ALLOY	SAE 48	—	70	30	—	—	—	30-45	170+	338+
COPPER BASE ALLOY	—	—	72	26	—	2	—	44-50	170+	338+

NOTE: THIS IS THE CALCULATED TEMPERATURE MEASURED AT THE HOTTEST POINT ON THE BEARING SURFACE WHICH IS SAFE FOR CONTINUOUS OPERATION. DAMAGE TO THE BEARING SURFACE WILL NORMALLY NOT OCCUR UNTIL TEMPERATURES AT LEAST 30°C (54°F) HIGHER THAN THESE VALUES ARE REACHED. IN THE CASE OF THE COPPER BASE ALLOYS THE LIMITATION IS BREAKDOWN OF THE LUBRICANT OIL WHICH MAY OCCUR AT TEMPERATURES IN EXCESS OF 170°C (338°F) RATHER THAN A MATERIAL LIMITATION.

Properties of Typical Turbomachinery Bearing Alloys.



Comparison of Thrust Pad Surface Temperatures with Steel and Copper Backed Thrust Pads. 8 Pad Thrust Bearing 124mm (5 in) Outside Dia. Specific Load 4 MN/m². (571 lb/in²). Oil Flows as Stated. Oil Viscosity 42 cSt at 50°C (340 SSU at 100°F).

اشکالات یاتاقانها:

نشانه های عمومی خرابی یاتاقانها عبارتند از:

۱- افزایش درجه حرارت بیش از حد ۲- افزایش لرزش بیش از حد ۳- افزایش سرورصدای بیش از حد

۴- افزایش حرکت بیش از حد محور

۵- افزایش اصطکاک بیش از حد

درجداول زیر به مجموعه عواملی که سبب بوجود آمدن عیوب فوق می شود شرح داده شده است.

اشکال درسیستم روغنکاری

تماس فلز به فلز

Solution code	Possible cause	Solution code	Possible cause
	Lubrication problem		Metal-to-metal contact
1	Insufficient lubricant – too little grease, or too low oil level	1	Insufficient lubricant
2	Excessive lubricant – too much grease without the ability to purge or oil level too high	3	Oil film too thin for the operating conditions
3	Wrong type of lubricant – wrong consistency, wrong viscosity, wrong additives	25	Rolling elements sliding (skidding)
4	Wrong lubrication system		Contamination
5		27	Dents in raceways and/or rolling elements due to ingress and over-rolling of solid contaminants
6	Sealing conditions	28	Solid particles left in the housing from manufacturing or previous bearing failures
7	Housing seals too tight, or other components foul the seals	29	Liquid contaminants reducing the lubricant viscosity
8	Multiple seals in a bearing (housing) arrangement		Too loose fits
9	Misalignment of the external (housing) seals	30	Inner ring creeping (turning) on the shaft
10	Operating speed too high for the contact seals in a bearing	31	Outer ring creeping (turning) in the housing
11	Seals not properly lubricated	32	Bearing lock nut loose on the shaft or on the bearing sleeve
12	Seals oriented in the wrong direction	33	Bearing not clamped securely against mating components
13		34	Excessive radial/axial internal clearance in the bearing
14	Insufficient clearance in operation		Surface damage
15	Wrong choice of initial bearing internal clearance	1, 2, 3, 4	Wear from ineffective lubrication
16	Shaft material expanding more than bearing steel (e.g. stainless steel)	25	Smearing damage due to sliding rolling elements
17	Large temperature difference between the shaft and housing (housing much cooler than the shaft)	27	Dents in raceways and/or rolling elements due to over-rolling of solid contaminants
18	Excessive drive-up on a tapered seat	35	Dents in raceways and/or rolling elements from impact or shock loading
19	Excessive out-of-round condition of the shaft or housing – bearing pinched in an oval housing	36	False brinelling marks on raceways and/or rolling elements due to static vibration
20	Excessive shaft interference fit or oversized shaft seat diameter	37	Spalls in raceways and/or rolling elements due to material fatigue
21	Excessive housing interference fit or undersized housing seat diameter	38	Spalls in raceways and/or rolling elements due to surface initiated damage
22		39	Static etching on raceways and/or rolling elements due to chemical/liquid contaminants
23	Improper bearing loading	40	(Micro) Spalls on raceways and/or rolling elements due to moisture or damaging electric current
24	Too heavily loaded bearings as a result of changing application parameters	41	Fluting in raceways and/or rolling elements due to passage of damaging electric current
25	Offset misalignment of two units		Rubbing
26	Angular misalignment of two units	7	Housing seals installed incorrectly
	Bearing installed backwards	32	Adapter or withdrawal sleeve not properly clamped
	Unbalanced or out-of-balance condition	33	Spacer rings not properly clamped
	Wrong bearing located	42	Lock washer tabs bent
	Excessive thrust loads induced		
	Insufficient load		
	Excessive preload		

Symptom: C. Excessive vibration levels

Solution Possible cause code

	Metal-to-metal contact
25	Rolling elements sliding (skidding)
	Contamination
27	Dented raceways and/or rolling elements due to ingress and over-rolling of solid contaminants
28	Solid particles left in the housing from manufacturing or previous bearing failures
	Too loose fits
30	Inner ring creeping (turning) on the shaft
31	Outer ring creeping (turning) in the housing
	Surface damage
1, 2, 3, 4	Wear from ineffective lubrication
25	Smearing damage due to sliding rolling elements
27	Dents in raceways and/or rolling elements due to over-rolling of solid contaminants
35	Dents in raceways and/or rolling elements from impact or shock loading
36	False brinelling marks on raceways and/or rolling elements due to static vibration
37	Spalls in raceways and/or rolling elements due to material fatigue
38	Spalls in raceways and/or rolling elements due to surface initiated damage
39	Static etching on raceways and/or rolling elements due to chemical/liquid contaminants
40	(Micro) Spalls on raceways and/or rolling elements due to moisture or damaging electric current
41	Fluting in raceways and/or rolling elements due to passage of damaging electric current

Symptom: D. Excessive shaft movement

Solution Possible cause code

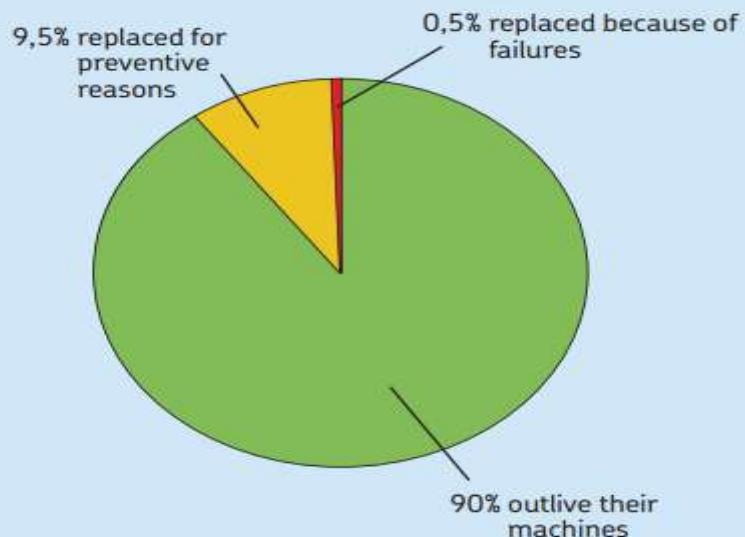
	Looseness
30	Inner ring loose on the shaft
31	Outer ring excessively loose in the housing
33	Bearing not properly clamped on the shaft or in the housing
	Surface damage
1, 2, 3, 4	Wear from ineffective lubrication
37	Spalls in raceways and/or rolling elements due to fatigue
38	Spalls in raceways and/or rolling elements due to surface initiated damage
	Incorrect internal bearing clearance
11	Bearing with wrong clearance installed
33	Bearing not properly clamped on the shaft or in the housing, excessive endplay

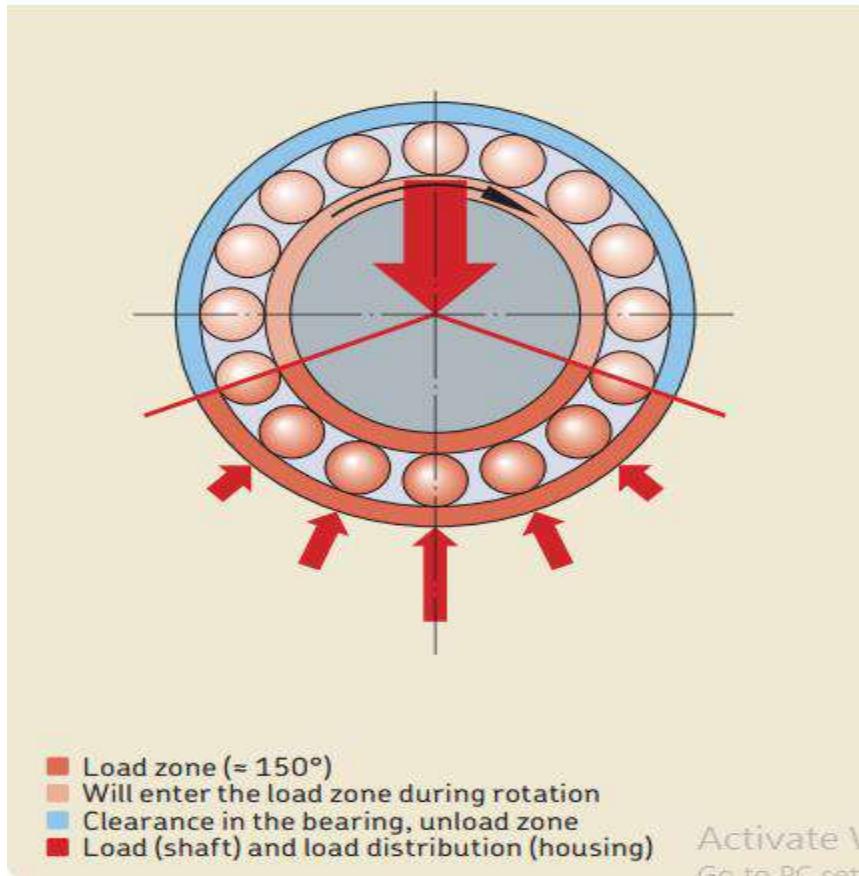
ایجاد ممتنم اصطکاکی بیش از حد برای چرخش محور

Symptom: E. Excessive frictional moment to rotate the shaft

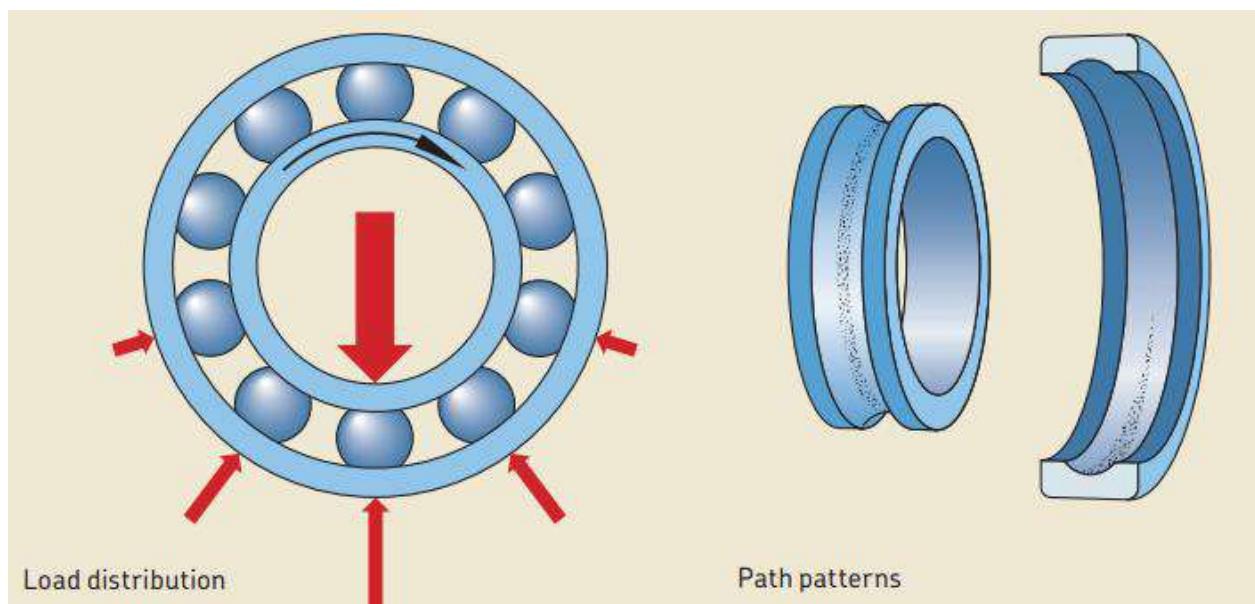
Solution code	Possible cause
Preloaded bearing	
11	Wrong clearance selected for the replacement bearing
12	Shaft material expanding more than bearing steel (e.g. stainless steel)
13	Large temperature difference between the shaft and housing
14	Excessive drive-up on a tapered seat
15	Excessive out-of-round condition of the shaft or housing – pinched bearing
16, 17	Excessive shaft and/or housing interference fits
26	Excessive preload – incorrect assembly (preload)
Sealing drag	
5	Housing seals too tight, or other components foul the seals
6	Multiple seals in a bearing (housing) arrangement
7	Misalignment of external (housing) seals
9	Seals not properly lubricated
Surface damage	
37	Spalls in raceways and/or rolling elements due to fatigue
38	Spalls in raceways and/or rolling elements due to surface initiated damage
41	Fluting in raceways and/or rolling elements due to passage of damaging electric current
Design	
43	Shaft and/or housing shoulders out-of-square with the bearing seat
44	Shaft shoulder is too large, fouling the seals/shields

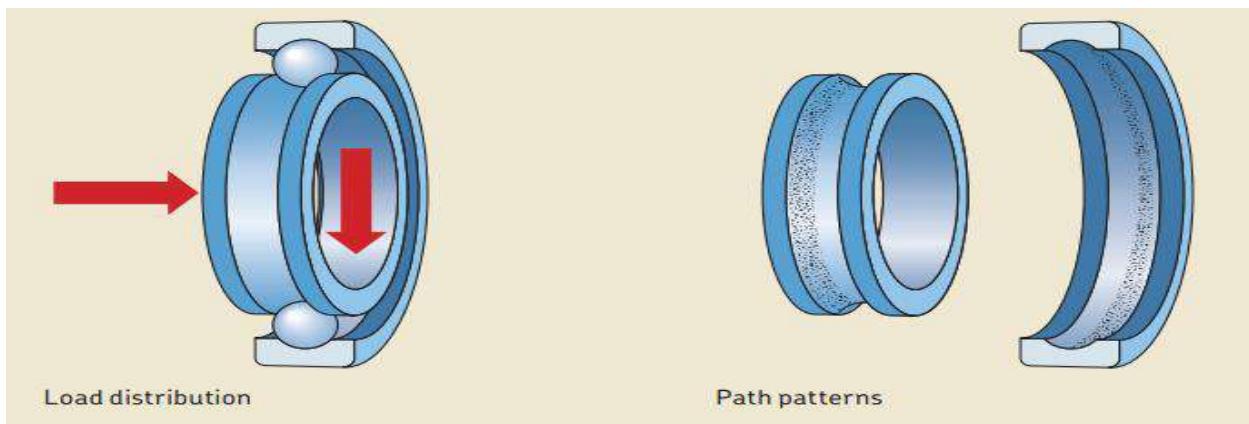
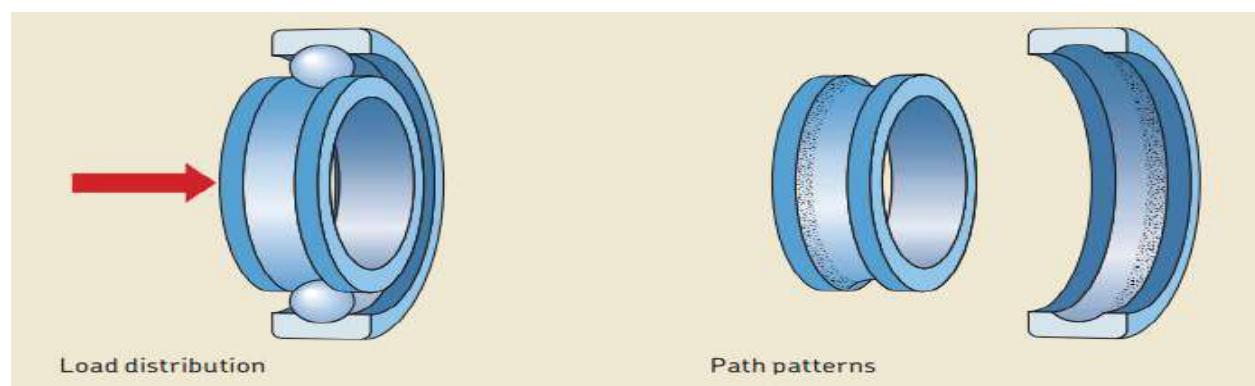
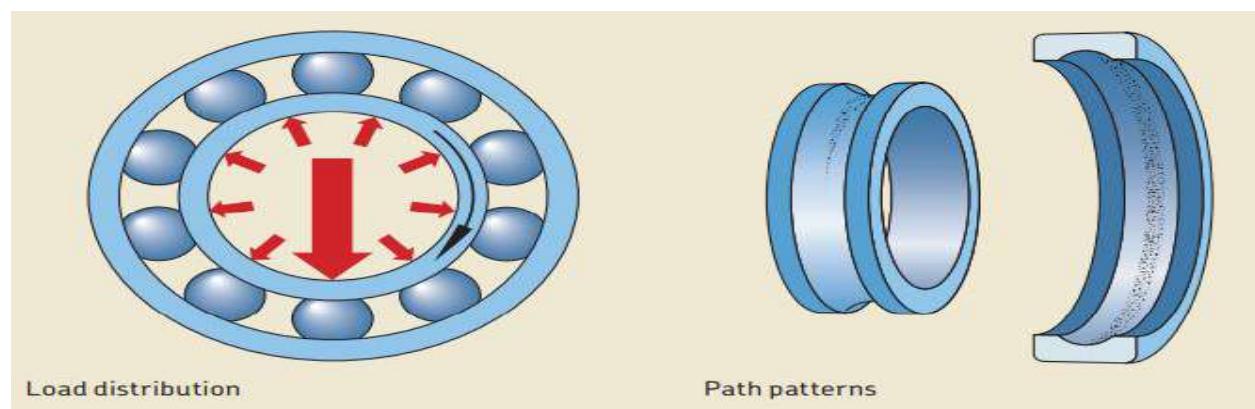
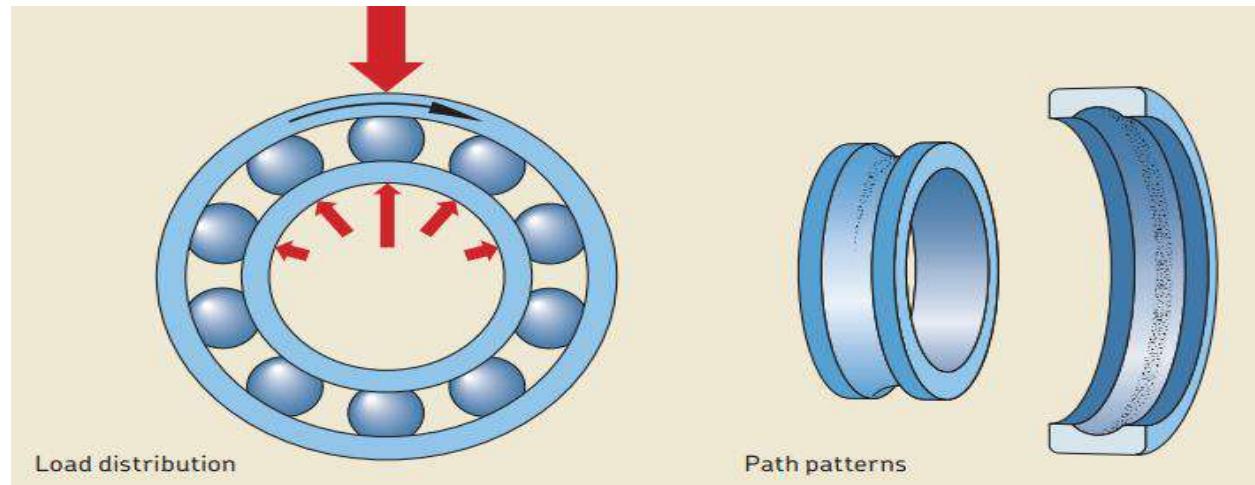
Bearing life and failure





Activate \
Go to PC set





ظهور یاتاقان های مغناطیسی

یاتاقان مغناطیسی که شافت را به جای تماس مکانیکی با نیروی مغناطیسی به حالت تعلیق در می آورند، چند دهه است که در صنعت مورد استفاده قرار می گیرند. یاتاقان های مغناطیسی مزایای فراوانی، از جمله توانایی کار در سرعت های بالا و قابلیت عملکرد بدون روغن کاری در محیط خلاء را به استفاده کنندگان عرضه می کنند. این یاتاقان ها بدون اصطکاک کار می کنند، فرسایش کمی دارند، در حین دوران ارتعاشات بسیار کمتری نسبت به بقیه یاتاقان ها ایجاد می کنند، می توانند مکان شافت را به دقت کنترل کنند، نیروهای خارجی وارد بر شافت را اندازه بگیرند و حتی شرایط کاری ماشین را تصویر کنند. امروزه رشد تکنولوژی، به ویژه در کنترل و پردازش دیجیتال، یاتاقان های مغناطیسی را به سوی طراحی نیرومندتر و به صرفه تر نسبت به گذشته هدایت کرده است. یاتاقان های امروزی برای محدوده ی گسترده ای از کاربردها، از تجهیزات نیمه هادی گرفته تا میکرو توربین ها و کمپرسورهای سرد سازی و پمپهای خلاء، مناسب هستند.



کاربردهای مختلف

طراحی منحصر به فرد و قابلیت های گسترده ای بلبرینگ های مغناطیسی، موجب کاربردهای مختلف آنها، به عنوان مثال در ساختن لایه های فابریک نیمه هادی ها و به ویژه در ساختن لایه های نازک سیلیکون، می شود بلبرینگ های مغناطیسی در این گونه کاربردها که به ارتعاش و لرزش بسیار حساس است، می توانند موجب افزایش پایداری شوند.

از آنجا که بلبرینگ های مغناطیسی فاصله ای هوایی دارند، برای کارهای خاص بیولوژیکی استفاده می شوند. سلول های خونی و سایر مایعات می توانند از این فاصله ای هوایی بدون هیچ گونه خسارتی عبور کنند. کمپرسورهای سردسازی، نمونه ای دیگری از کاربردهای مهم بلبرینگ های مغناطیسی هستند. بلبرینگ های مغناطیسی می توانند در سرعت های بالا که کورد نیاز مبرد های جدید است، کار کنند و بر خلاف بلبرینگ

های معمولی که با روغن خنک می شوند، هیچ تاثیری از جهت ایجاد آلودگی روی میرد ندارند. بلبرینگ های مغناطیسی همچنین می توانند به طور دقیق عایق بندی شوند و لذا برای فرایندهایی که با سیالات مخرب سرو کار دارند، قابل توجه هستند.

مزیت بلبرینگ های مغناطیسی

بلبرینگ های مغناطیسی بدون هیچ گونه تماسی کار می کنند. این منجر به خصوصیات ویژه ای می شود که گستره ای کاربرد این بلبرینگ ها را وسعت می بخشد. برای کاربردهایی که دارای یکی از خصوصیات زیر هستند، عموماً بلبرینگ های مغناطیسی سودمند هستند.

عدم نیاز به روغن کاری: سیستم های روغن کاری برای بقیه ای انواع یاتاقان ها ، گران قیمت، غیر قابل اطمینان و غیر ایمن هستند. روان کننده ها برای محیط زیست خطر آفرین هستند و دور ریختن آنها هم معضل دیگری است. در صورتی که هیچ کدام از این موارد برای یاتاقان های مغناطیسی مطرح نیست.

ایمنی: این بلبرینگ ها از لحاظ ایمنی قابل مقایسه با موتورهای الکتریکی هستند و معقول است که انتظار داشته باشیم عمری حدود ۱۵ تا ۲۰ سال داشته باشند. سیستم کنترلی آنها هم یک عمر پایدار نسبی پنج ساله دارد که قابل مقایسه با عمر اجزای الکتریکی معمولی است.

کاربرد در خلاء: محیط های با خلاء زیاد برای خنک کننده ها ، محیط های ناسازگاری برای فعالیت هستند.

بسیاری از سیستم ها در خلاء های بالا (۱۶torr - ۱۰) به شدت به آلودگی خنک کننده های با شرایط متغیر، حساس هستند.

ارتعاش کم: بلبرینگ های مغناطیسی برای کاربردهایی که به ارتعاشات دستگاه حساس هستند، بسیار منابع هستند.

اندازه گیری نیرو: کنترل کننده می تواند مقدار و جهت نیروی بلبرینگ ها را با اندازه گیری جریان و موقعیت آن اندازه بگیرد که این خصوصیت بسیار ویژه ای برای طراحان است. این نیروها با دقت پنج درصد قابل اندازه گیری هستند.

کنترل موقعیت محور: چون سنسورها موقعیت شافت را نمایش می دهند، سیستم کنترلی می تواند موقعیت آن را بر حسب اطلاعاتی که از سنسورها می گیرد، تعییر دهد. به عنوان مثال، سیستم کنترلی می تواند با جبران سازی موقعیت طولی، شافت را طی کار تثبیت کند.

دقت: کنترل دقیق می تواند، جابجایی شافت را در اثر نامیزانی ها از بین ببرد، که این کار با استفاده از سیستم کنترلی تطبیقی (Adaptive) انجام می شود. جابجایی شافت در همان سرعت می تواند تا حدود یک میلی متر کاهش پیدا کند که برای ماشین های ابزار برش، بسیار قابل توجه است.

عملیات غوطه وری: بلبرینگ های مغناطیسی می توانند به طور مستقیم داخل سیال کار کنند و نیاز به آب بندی ندارند که این مورد ، هزینه دستگاه را کاهش می دهد.

کاهش مصرف انرژی: بلبرینگ های مغناطیسی، نیروی اصطکاک را کاهش داده و بازده دستگاه را افزایش می دهد. عدم نیاز به سیستم خنک کاری هزینه های مربوط به پمپ ها و فن های سرد کننده را کاهش می دهد.

نمایش تسریع کاری: بلبرینگ های مغناطیسی قابلیت نمایش شرایط کارکرد را دارند که این نیاز به وسایلی نظیر سنسورهای ارتعاشی و یا شتاب سنج ها را از بین می برد. علاوه بر آن از طریق سیستم کنترلی بلبرینگ های مغناطیسی، به طور مستقیم شافت و سیال کاری قابل مشاهده است.

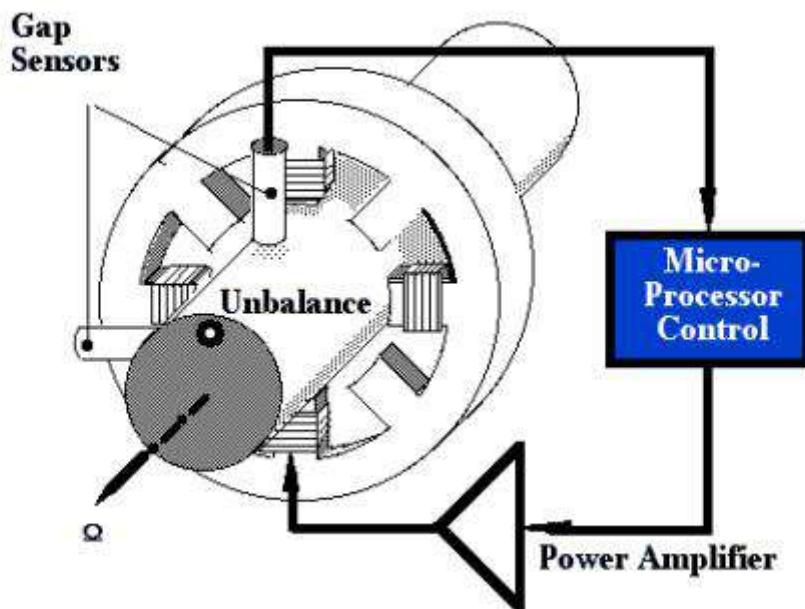
کنترل فاز: امروزه پردازشگرهای دیجیتالی کارهای بیشتری غیر از کنترل بلبرینگ های مغناطیسی انجام می دهند و باعث افزایش مزیت بلبرینگ های مغناطیسی نسبت به بلبرینگ های ساده می شوند که از جمله ای آنها می توان کنترل فاز را نام برد.

طرح هماهنگی شافت با سیگنال های خارجی، عملیات تطابق شافت را (فاز) تا 0.05° مقدار مرجعش در سرعت هایی حدود 36000 دور در دقیقه موقعیت دهی می کند. کنترل فاز در عملیاتی مثل جاسازی نوترون کاربرد دارد.

الودگی (آلایندگی): فرایندهایی که به آلودگی های بسیار کم نیز حساسند از یاتاقان های مغناطیسی که دارای قطعات و میله هایی از جنس فولاد ضد زنگ، هستند سود می جویند با ظهور ورقه های بسیار نازک نیمه هادی 300 میلی متری و یا ابزارهای با اندازه حدود 0.25 mm ، حذف آلودگی های کوچک امری ضروری به نظر می رسد.

فاصله هوایی: بعضی کاربرد ها از عملکرد بدون تماس استفاده می کنند. به عنوان مثال در بیوتکنولوژی، پمپهای قلب یا مخلوط کننده ها، از عدم ایجاد بین سطوح تماس برای جلوگیری از وارد کردن آسیب به سلول ها، استفاده می کنند. در نساجی، تارها و نخ ها می توانند از فاصله های هوایی رد شوند. فاصله های هوایی می توانند تا 2 mm باشد.

سرعتهای بالا: سرعت توسط مقاومت مکانیکی شافت محدود می شود. سرعت خطی (محیطی) در یاتاقان های شعاعی در حدود $DN * 106$ (قطر $3.5\text{ mm} * mm$) می باشد. هنگامی ارزش این خصوصیت را بیشتر در می باییم که می فهمیم روغن کاری در این شرایط بسیار مشکل است.



۲- اجزا یاتاقان مغناطیسی و عملکرد هر یک :

یاتاقان های مغناطیسی با اعمال جریان الکتریکی به بخش های ثابت و متحرک (به ترتیب استاتور و روتور) باعث معلق شدن محور بوسیله نیروهای جاذبه آهنرباهای الکتریکی می شوند. این مسئله باعث ایجاد یک مسیر شار مغناطیسی می شود که هر دو قسمت استاتور و روتور و فاصله هوازی جداگانه آنها را در بر می گیرد.

این فاصله هوازی همان عاملی است که باعث عملکرد بدون تماس یاتاقان های مغناطیسی می شود. هنگامی که فاصله هوازی بین این دو قسمت کاهش می یابد، نیروی جاذبه افزایش می یابد. بنابراین آهنرباهای الکتریکی ذاتاً ناپایدارند. پس به یک سیستم کنترلی نیازمندیم تا بتواند جریان اعمالی به سیم پیچ ها را تنظیم کرده و پایداری نیرو ها را تأمین کند و در نتیجه موقعیت روتور را ثابت نماید. فرایند کنترل با تعیین و اندازه گیری موقعیت روتور توسط سنسورهای موقعیت آغاز می گردد. سیگنالهای تولید شده این سنسور توسط کنترل الکترونیکی دریافت شده و با موقعیت مطلوب روتور که در ابتدای راه اندازی ماشین به آن داده می شود، مقایسه می گردد. وجود هرگونه اختلاف بین این دو سیگنال باعث آغاز عملیات محاسبه نیروی لازم برای باز گرداندن شافت به موقعیت مطلوب آن می شود.

نتایج این محاسبات به صورت دستوری به تقویت کننده هایی که به استاتور یاتاقان مغناطیسی متصل اند فرستاده می شود. جریان افزایش یافته و سبب افزایش شار می شود. افزایش شار مغناطیسی، افزایش بین نیروی استاتور و روتور را به دنبال دارد که در نهایت به حرکت روتور به سمت استاتور در امتداد محور مورد کنترل می انجامد.

همه عملیاتی که در بالا ذکر شد، هزاران بار در ثانیه تکرار می شود و باعث کنترل دقیق ماشین های دوار در سرعت هایی بیش از ۱۰۰۰۰ rpm می شوند.

۳- یاتاقان ها و سنسورها:

برای انجام حمایت از محور در بیش از یک جهت، قطب های مغناطیسی بر روی محیط یاتاقان شعاعی آرایش می یابند. شکل زیر را بینید.

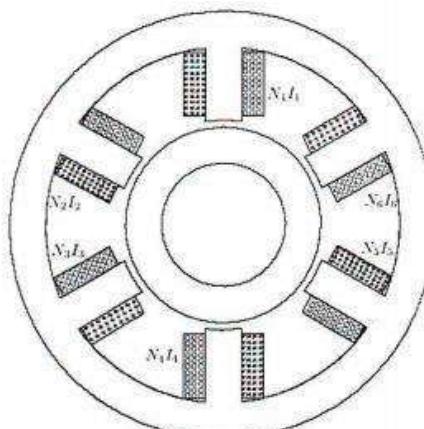


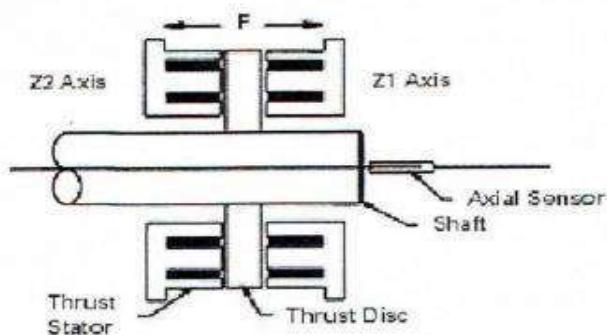
Figure 2.9: Six pole actuator.

ساختار یاتاقان شعاعی بسیار شبیه موتور الکتریکی است و از تجمع ورقه های فولادی تشکیل شده است سیم پیچ ها به دور آنها پیچیده می شوند. از ورقه های فولادی در روتور نیز برای کاهش جریان های گردابه ای استفاده می شود. این جریانها خود عاملی برای اعمال یک نیروی کشنشی بر روی روتور و ایجاد حرارت در برخی نقاط می شوند.

سنسورها نیز بر روی محیط استاتور آرایش می یابند و معمولاً در داخل یک حلقه یا یک لوله اختصاصی و در مجاورت قطب های استاتور قرار می گیرند. سنسورهای القایی که مورد استفاده قرار می گیرند، اندازه ای فاصله هوایی بین سنسور و روتور را اندازه می گیرند. در راستای هر محور دو اندازه گیری انجام می شود و موقعیت مرکز روتور نیز به وسیله یک مدار پل محاسبه می شود.

به یک ماشین معمولی در جهت های شعاعی و محوری نیرو وارد می شود. معمولاً از یک جهت یابی ۵ محوری در یاتاقان های مغناطیسی استفاده می شود که شامل دو یاتاقان شعاعی (که هر یک دو محور دارند) و یک یاتاقان کف گرد (با یک محور) می شود.

یاتاقان کف گرد یک مسیر شار بین روتور دیسکی شکل و دو استاتور در دو طرف آن ایجاد می کند شکل یک یاتاقان کف گرد که بر روی محور موازی شده است در زیر آمده است:



۴- سیستم کنترل

سیستم کنترل از سه بخش زیر تشکیل شده است:

۱- پردازشگر سیگنالهای دیجیتال (DSP)

۲- تقویت کننده ها

۳- منبع تغذیه

مدارات دیگری نیز وجود دارند که وظیفه اصلاح سیگنال های دریافت شده از سنسورهای موقعیت و نیز تبدیل خروجی های پردازشگر سیگنال به ورودی هایی برای تقویت کننده ها را بر عهده دارند. بنابر این این امکان برای کاربر ماشین ایجاد می شود که بتواند اطلاعاتی را در مورد موقعیت مطلوب روتور وارد کرده و منطقی را تعریف کند که موقعیت روتور با شرایط کاری مختلف ماشین هماهنگ شود (منظور از شرایط کاری مختلف ماشین، راه اندازی ، گرم کردن، حالت خاموش و ... است)

ملاحظات مهمی که در هنگام انتخاب یک یاتاقان لازم است مورد توجه قرار گیرد

- available space فضای دردسترس(موجود)
- loads باروارده
- Misalignment نامیزانی محور
- precision دقت
- speed سرعت
- quiet running چرخش آرام
- stiffness سفتی
- axial displacement جابجایی محوری
- mounting and dismounting بازوبسته کردن
- integral seals. نشت بندها