# آشنایی با یاتاقان ها

*در این بخش به معرفی یاتاقان ها و ویژگی های آن ها و بررسی کاربرد های مختلف آن ها پرداخته شده است. هم چنین آلیاژهای به کار رفته در یاتاقان های مختلف مورد بحث قرار گرفته اند. در ادامه نیز علل خرابی یاتاقان ها مورد بررسی قرار گرفته و راه کار های مناسب برای پیشگیری و تشخیص خرابی آن ها ارائه شده است. مطالب ارائه شده در این فصل ما را شناخت، خرید، نصب و نگهداری یاتاقان هایاری می کند.*

**۱-۱-مقدمه**

بیرینگ را می توان به مثابه قلب ماشین آلات در تمام صنایع در نظر گرفت.نقش اصلی بلبرینگ در ماشین آلات ایجاد بستر مناسب حرکت و تحمل بار است. لذا کوچکترین خلل در کارکرد یاتاقان ها ، ماشین آلات را از حرکت یا کار موثر باز می دارد. از آنجا که اصطکاک و سایش در اجزای مکانیکی غیر قابل اجتناب است، یاتاقان ها نیز به مرور دچار فرسایش شده و عمر مفید آن ها به سر آمده و می بایست تعویض گردند.از این رو یاتاقان ها جزء قطعات مصرفی به شمار می آیند و همواره در سبد خرید کارخانجات قرار دارند.

بر طبق تجارب و بررسی های به عمل آمده، مصرف یاتاقان ها در صنایع ایران بیش از حد متعارف، در صنایع کشورهای در حال توسعه یا پیشرفته است و به نظر می رسد رقم آن حداقل دو برابر باشد.این مقدار مصرف اضافی هزینه های بسیار گزافی را به کشور تحمیل می کند. از این رو بهینه کردن و کاهش میزان مصرف یاتاقان ها می بایست جزء دغدغه مدیران صنعت قرار گیرد چرا که:

۱. قریب به تمام یاتاقان ها ی مصرفی در صنایع از خارج کشور تامین و وارد گشته و در مقابل، سالیانه میلیون ها دلار ارز از کشور خارج می گردد.
۲. در دنیای تولید رقابتی، لازمه افزایش کمی و کیفی تولید و به طبع آن افزایش درآمد و سود، در گرو افزایش زمان و کیفیت کارکرد ماشین آلات است. به عبارتی دیگر در گرو کاهش توقفات دستگاه ها از تعمیرات و تعویضات و هم چنین بهبود وضعیت کار ماشین آلات است. این دو مهم نیز با افزایش طول عمر یاتاقان ها محقق می شود .
۳. در اثر خرابی زود رس یاتاقان ها و نیاز به تعویض آن ها، اجزای جانبی ماشین نیز دچار آسیب و فرسایش شدید گردیده و خرابی به بقیه قسمت های ماشین سرایت می کند.
۴. لازم است از حجم و فشار کار روی پرسنل واحد نگهداری و تعمیرات کاسته شود تا بر کیفیت کار آن ها اضافه گردد.

مهم ترین عامل مصرف غیر متعارف یاتاقان در صنعت ایران ناشی از فقر آموزش ها و آموخته های علمی و صحیح پرسنل واحدهای صنعتی مسئول در قسمت هایی همچون طراحی، فنی، تعمیرات، PM، و تولید است. برخی اشتباهات و خطاهایی که این افراد در ارتباط با یاتاقان انجام می دهند را جنین می توان برشمرد:

- **انتخاب نا درست یاتاقان  و ملزومات آن در طراحی ماشین آلات**
- **عدم انتخاب و جایگزینی یاتاقان ها ی جدید برای ماشین آلات قدیمی در حال کار**
- **عدم کنترل وضعیت محل نشیمن یاتاقان ها (محور و هوزینگ) و مقدار انطباقات ابعادی**
- **نصب در محل بسیار کثیف و آلوده**
- **نصب با وسایل و روش های ابتدایی و مرسوخ که موجب آسیب رسیدن جدی به بیرینگ و محـور در حین نصب می شود.**
- **عدم رعایت تلرانس های بعد از نصب**
- **مصر گریس های متفرقه و فاقد کیفیت برای روان کاری**
- **گریسکاری و اعمال گریس بیش از مقدار لازم**
- **عدم مراقبت از وضعیت یاتاقان در حال کار (کنترل دما، ارتعاش، دور و سر و صدا)**
- **عدم بررسی علل خرابی زودرس و تلاش در رفع آن**

عامل مهم دیگر در مصرف بیش از حد یاتاقان ، خرید و استفاده از یاتاقان ها ی فاقد کیفیت یا تقلبی است کـه بـه یک معضل اساسی برای تمام صنایع کشور تبدیل شده است.ریشه این معضل را مـی تـوان در فقـر اطلاعـات فنـی و آموزش های اصولی جستجو کرد و در این خصوص ضرورت آموزش های فنی یاتاقان احساس می گردد.

**علل خرابی یاتاقانهای غلتشی**

**الف-خرابی ناشی از جازدن**

خرابی محلی در شیار های یاتاقان ناشی از عیب جازدن یاتاقان می باشد.این خرابی برای نمونه زمانی رخ می دهد که رینگ داخلی یاتاقان غلتشی استوانه ای به خوبی در رینگ خارجی آن حا زده نشود و یا نیروی جا زدن یاتاقان در وسط اجزای یاتاقان وارد شود.

حوزه بار رینگ یاتاقان، ناشی از بارهای خارجی اعمال شده وشرایط گردش یاتاقان است که این حوزه با کدر شدن شیار های یا تا قان مشخض میشود

شیار های غیر عادی روی یا تاقان،ناشی ازپیشبار مخربی است که از جا زدن خیلی محکم یا تاقان ویا تنظیم غیر دقیق یا تاقان روی محور ،می باشد.

**ب-آلودگی**

ذرات خارجی که روی سطح یا تاقان قرار می گیرند موجب خستگی زودرس در یاتاقان می شوند.ذرات خارجی که دارای خاصیت ساینده‌گی هستند خرابی یاتاقان را تسریع می بخشند وباعث خشن شدن سطوح و کند شدن یاتاقان می شوند.سایش زیاد موجب لقی بیش از اندازه در یاتاقان می شود.

**آلودگی ها:**

۱-قطعات آلوده

۲-گرد وخاک

۳-درز گیری نا کافی

۴-روانساز های آلوده

۵-خرده فلز های قطعات دیگر که همراه روانساز ها به یاتاقان منتقل میشود.

**ج-خوردگی**

خوردگی در یاتاقان های غلتشی ممکن است به شکل های مختلف وبه دلایل گوناگون رخ دهد. خرابی ناشی از خوردگی با سر وصدایاتاقان هنگام کارکردن آشکار می شود.زنگ زدگی حاصل از خوردگی توسط اجزای یاتاقان ساییده می شوند وباعث سایش سطح یاتاقان می شود.

**عوامل خوردگی:**

۱-آببندی نا کافی در برابر رطوبت و بخا ر آب

۲- روانساز هایی که حاوی اسید می باشند

۳-محیط نامناسب انبار نگهداری یاتاقان ها

سایش ساچمه ها با شیار یاتاقان با خراش هایی در سطح غلتک یا تا قان ظا هر می شود. این خراش ها در مقایسه با دندانه شدن اجزای یاتاقان در اثر نصب نا مناسب دارای لبه های برآمده نیستند

سایش میان ساچمه هاو شیار یاتاقان در اثر ارتعاشات در سطح هایی از یا تاقان که ساکن هستند باعث ساییدگی شدید می شوند.چنین خرابی در ماشین هایی که در حال سکون در معرض ارتعاشات هستند به وجو د خواهدآمد که راه بر طرف کردن آن ایجاد لبه های مناسب در یاتاقان ویااستفاده از ابزار مناسبی برای محافظت یا تاقان در هنگام دوران می باشد.

خوردگی که سطح یاتاقان را از میان می برددر سطوحی رخ می دهد که انطباق آن ها با سایر اجزاء به صورت آزاد می باشد.حرکت های ریزی که در چنین سطوحی رخ می دهد با عث سایش زیادی می شود که حرکت یا تا قان را کند کرده وبه سطح محور آسیب می رساند. را ه حل بر طرف کردن این مشکل استفاده از انطباق محکم میان این سطوح می باشد.

**د- عبور جریان الکتریسیته**

عبور مداوم جریان الکتریسیته از یاتاقان باعث ایجاد خراش های قهوه ای رنگ موازی با محور در تمام محیط غلتک و سایر اجزای غلتشی یاتاقان می شود.

**ه-روانکاری ناقص**

روانکاری ناقص در اثر تامین نـا کـافی روانسـاز ویا استفاده از روانسازهای نا مرغوب ایجاد مـی شود

اگـر لایـه روغـن کـافی میـان سـطوح تـامین نشـودکه حرکـت لغزشـی وسـایش بـه وجـود خواهد آمدکه علت تشکیل حفـره هـای ریـز و پوست پوست شدن سطح در غلتک هـای یاتـا قان می باشد در مواردی کـه عمـل روانسـازی بیش از اندازه انجام می شود ،روانساز به دلیـل حرکات شـدید یاتاقـان گـرم شـده وخاصـیت خودرا از دست می دهند وبا عث خرابی شدید در یا تاقان می شوند .از نگهداشتن روانساز ها در یاتاقـان بـه خصـوص در سر عت های بالا بپر هیزید.

***خرابی ناشی از روانکاری ضعیف و*-خستگی**

بارگـذاری بـیش از حـد و هـم چنین عـدم سـرویس یـا سـرویس نامنظم بیرنـگ هـا موجـب ۳۴٪ از خرابـــی هـــای زود هنگـــام بیرینگهاست. خرابی ناگهانی یا غیر منتظره قابل اجتناب است چرا کـه بیرینگ های تحت بـار زیـاد یـا آن هایی که سرویس دهی خوب نشده اند، قبـل از خرابـی کامـل از خـود علائمـی بـروز مـی دهنـد کـه بـا استفاده از تجهیزات مراقبت وضعیت می توان آن ها را آشکارسازی نموده و با اقدامات اصلاحی، خرابـی را بـه تعویـق انداخت. (شکل ۱-۶)

## علایم هشدار دهنده خرابی یاتاقان

- حرکت نا موزون
- خراب شدن رینگ ها و ساچمه ها
- آلودگی
- لقی بیش از حد لنگ زدن چرخ در وسایل نقلیه
- افزایش ارتعاشات در فن ها
- ارتعاشات درمیل لنگ در موتور های احتراقی
- کاهش دقت
- سایش در اثر آلودگی یا روغنکاری نا کافی
- خراب شدن رینگ ها و ساچمه ها
- تکان های شدید آسیاب ها
- سر وصدا با فرکانس زیاد هنگام کار کردن لقی مجاز نا کافی
- سروصدا یاتاقان ها در گیر بکس موتورهای الکتریکی
- سر وصدای نا منظم لقی بیش از حد
- تغییرات منظم در سر وصدا تغییر لقی به علت تغییر دما
- خرابی غلتک ها

## ده توصیه برای نگهداری یاتاقان

### ۱. با احتیاط حمل کنید:

بیرینگ ها را چون اجزای بسیار دقیق و ظریفی هستند، همواره باید آن ها را با احتیاط جا به جا نمود.خراش ها و ترک های کوچک در اثر ضربات احتمالی وارده موجب عملکرد ضعیف بیرینگ و خرابی زودرس آن ها خواهد گردید. اشیاء تیز را از تماس با بیرینگ دور نگه دارید و خود نیز از خراش دادن سطوح بیرینگ بر حذر باشید. بیرینگی را که بد حمل شده و یا به زمین افتاده است را نصب نکنید. بیرینگ 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 به داخل بیرینگ باعث خرابی زودرس بیرینگ در حال کار خواهد شد.

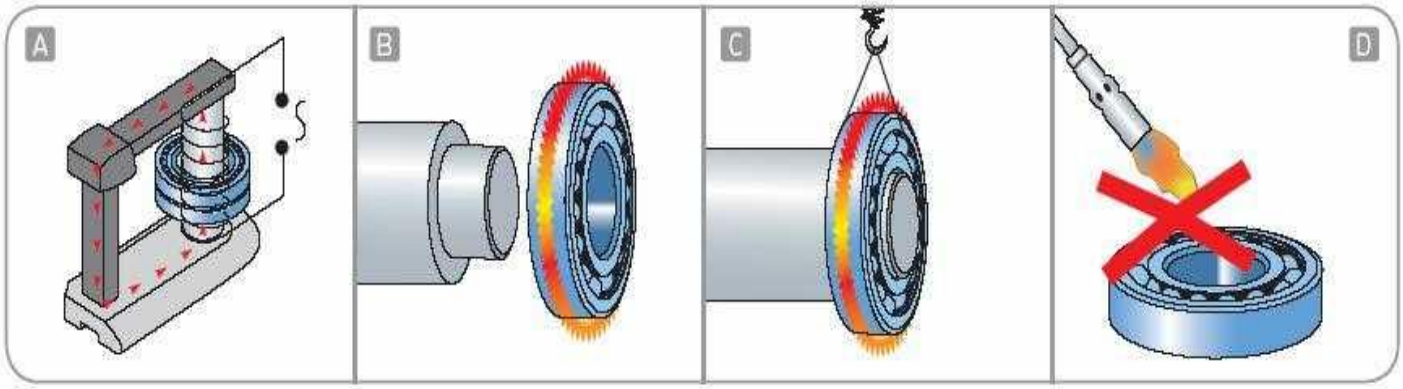
### ۲. محور (شفت) و هوزینگ را بازرسی کنید

قبل از اقدام به نصب بیرینگ، همواره محور و هوزینگ را از لحاظ اندازه و وضعیت ظاهری بازرسی کنید. هر گونه خراش و پلیسه در سطوح و اعوجاج (مثل دو پهنی) در ابعاد می بایست بر طرف گردد. هنگام بستن محور روی گیره به منظور نصب بیرینگ، ضخامت برنجی یا مسی روی فک های گیره قرار دهید.

### ۳. از گرم کردن بیش از حد اجتناب کنید

در حین نصب بیرینگ به روش گرم کردن، هرگز شعله ای مستقیم را به بیرینگ تماس ندهید. پس از قرار دادن بیرینگ در محل مناسب خود روی دستگاه، مادامی که بیرینگ گرم است آن را تکان ندهید تا سرد شود در غیر این صورت ممکن است بیرینگ از محل قرار گیری صحیح خود خارج گردد

*روش صحیح و اشتباه گرم کردن یاتاقان*




A Principle of induction heating
B Hot mounting
C Lifting gear
D Never heat a bearing using an open flame

### ۴. *ابزار و تجهیزات مناسب به کار برید*

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

*ابزار های نصب / در آوردن یاتاقان*

### ۵. یاتاقان صحیح انتخاب کنید

یاتاقان های ازه ای را که می خواهید انتخاب و نصب کنید باید با انواع قبلی خود هم خوانی داشته باشند. مشخصه یاتاقان معمولا روی آن و هم چنین بسته بندی آن چاپ می شود. از سازنده برای اطمینان از شماره فنی صحیح کمک بگیرید.

### ۶. مراقب با پرس جا زدن یاتاقان باشید

در حین نصب 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 اجزای درونی یاتاقان می شود.

### ۷. یاتاقان های نو را شستشو ندهید

سازندگان یاتاقان دقت بسیار زیادی را در بسته بندی آن مصروف می دارند تا عاری از آلودگی و آماده مصرف باشد. معمولا نیازی به شستن بیرینگ یا پاک کردن ماده چرب شفاف روی بیرینگ که برای محافظت آن است، نمی باشد. ضمنا این ماده محافظ هیچ واکنش و تداخلی با روانکار (روغن یا گریس) ندارد.

### ۸. روانکاری صحیح الزامیست

سازندگان یاتاقان برای انتخاب نوع روان کار مورد نیاز برای یاتاقان و نوع کاربرد آن، عوامل و ضرایب بسیاری را مد نظر قرار می دهند، بنابر این توصیه های سازنده را به کار برید. سطح روان کار را به طور مرتب کنترل کنید و حداقل یک بار در سال روان کار را به طور کامل تعویض کنید.درجه حرارت و وضعیت آلودگی در تعیین فواصل بین روانکاری مجدد موثر است.

### ۹. از همراستا بودن محور ها مطمئن شوید

پس از نصب و قبل از شروع به کار دستگاه، محورهایی را که به یکدیگر کوپله می شوند را همراستا نمایید. وجود عدم همراستایی خارج از حد قابل قبول باعث خرابی زودرس یاتاقان ها و آب بند های روی آن محورها می شود.

### ۱۰. مراقب وضعیت کار دستگاه باشید

مراقب این علایم که نشان دهنده کارکرد نامناسب یاتاقان است باشید:

نویز (سر و صدا) بیش از حد، افزایش میزان ارتعاش، افزایش درجه حرارت یاتاقان هایی که این علایم را از خود بروز می دهند می بایست به طور مرتب مورد بازرسی قرار گیرند تا اقدامات اصلاحی در زمان مناسب صورت گیرد. استفاده از ابزارهای دقیق تشخیص مثل گوشی های صنعتی و ارتعاش سنج ها و ترمومتر ها کمک موثری در مراقبت وضعیت کارکرد (Condition Monitoring) هستند.

### ۱-۷-احتیاط و دقت در خرید یاتاقان

مواظب کیفیت و مارک های تقلبی باشید چرا که موجبات مشکلاتی به شرح ذیل می گردد:

- خرابی زودرس و پیش از موعد دستگاه ها و ماشین آلات تولید
- نسریع خرابی های تحمیلی به سایر قطعات در تعامل با یاتاقان معیوب
- افزایش توقفات تولید به جهت تعمیرات غیر منتظره
- افزایش هزینه ها و کاهش تولید و در نتیجه کاهش درآمد

هم چنین از آن جایی که یاتاقان یک قطعه بسیار دقیق، ظریف و حساس است هر گونه ضربات وارده در حین حمل و نقل و جابجایی، چیدمان غلط و محیط پر گرد و غبار و بدون کنترل دما و رطوبت در انبار یا فروشگاه، آسیب دیدن لفلف، از بین رفتن لایه محافظ و چرب روی بیرینگ قبل از مصرف، همگی موجب ایجاد خدشه و آسیب به کیفیت فولاد بیرینگ، دقت ابعادی (تلرانس) و پاکیزگی محیط داخل یاتاقان گردیده بطوری که عملا غیر قابل مصرف بوده یا در صورت مصرف، طول عمر بسیار کمتر از حد انتظار خواهد داشت.

موارد فوق که به آن ها اصلا توجه نمی شود موجب بی استفاده شدن یا خرابی زودرس یاتاقان در حین کارکرد می شوند. اینک با آگاهی از این حساسیت هاریال می بایست که از یاتاقان مشکوک یا تقلبی استفاده نکرد.

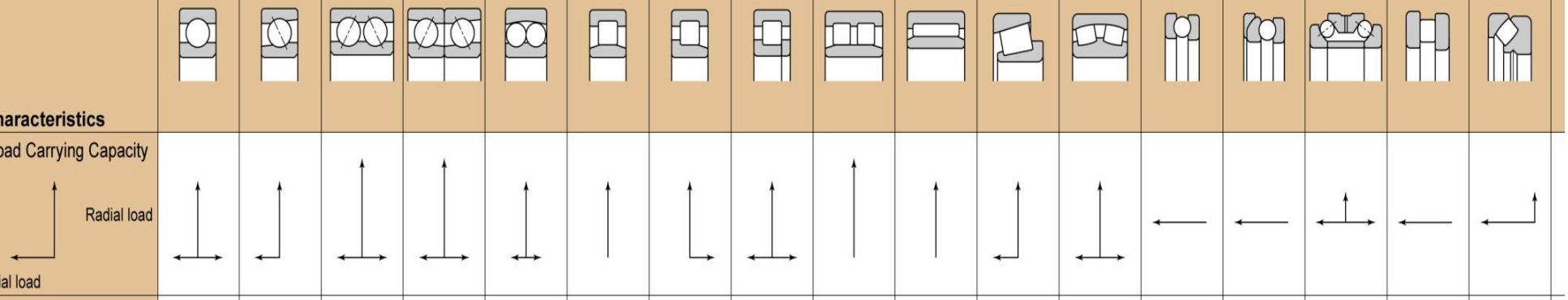
### ۱-۸-چرخه عمر یاتاقان

طول عمر یاتاقان در شرایط استاندارد مشخص و قابل محاسبه است. اما تجارب و تحقیقات نشان داده است که بیرینگ ها به علل مختلف به حداکثر طول عمر خود نمی رسند. در چرخه عمر بیرینگ مراحل مهمی ه هر کدام تاثیر به سزایی در طول عمر آن دارند قابل شناسایی هستند. این مراحل عبارتند از: خرید، نصب (سوار کردن و روانکاری اولیه)، همراستایی، روانکاری مجدد، مراقبت وضعیت و تعویض (در آوردن)، ارتقاء سطح پرسنل با آموزش های فنی کاربردی و بکارگیری تجهیزات مناسب، موجب استفاده از حداکثر طول عمر یاتاقان می گردد که نتیجه آن کاهش توقفات، تعمیرات و هزینه ها و افزایش تولید و سودآوری است.

## نتیجه گیری

یادگیری علمی استفاده از یاتاقان ها و نصب و نگهداری و تعمیر به موقع و صحیح آن ها می تواند به افـزایش عمـر و طولانی تر شدن زمان کارکرد آن ها بینجامد. خرابی زودرس یاتافان ها عموما در اثر بـد جـازدن یاتاقـان در هنگـام نصب، آلودگی محیط، روانکاری نا مناسب، و عدم بازرسی و رسیدگی به موقع به وجود می آیـد کـه مسـتقیما باعـث افزایش زمان و هزینه تولید و گاها منجر به صدمه خوردن دستگاه می شود. بدین سبب می توان بـا رعایـت اصـول و ضوابط خرید، نصب، نگهداری و تعویض به موقع یاتاقان ها راندمان تولید را افزایش داد. به این منظور نیاز است نحـوه طراحی یاتاقان را به منظور حصول به جواب این سوال که در شرایط بارگذاری های مختلف و سرعت هـای گونـاگون شفت چه نوع یاتاقانی با چه ویژگی هایی باید انتخاب نمود، فرا بگیریم .

Table 2.2 Types and characteristics of rolling bearings

| Bearing types / Characteristics | Deep groove ball bearings | Angular contact ball bearings | Double row angular contact ball bearings | Duplex angular contact ball bearings | Self-aligning ball bearings | Cylindrical roller bearings | Single-flange cylindrical roller bearings | Double-flange cylindrical roller bearings | Double row cylindrical roller bearings | Needle roller bearings | Tapered roller bearings | Spherical roller bearings | Thrust ball bearings | Thrust ball bearings with seating ring | Double row angular contact thrust ball bearings | Cylindrical roller thrust bearings | Spherical roller thrust bearings | R |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Load Carrying Capacity (Radial load / Axial load) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| High speed[1] | ☆☆☆ | ☆☆☆☆ | ☆☆ | ☆☆☆ | ☆☆ | ☆☆☆☆ | ☆☆☆ | ☆☆☆ | ☆☆☆ | ☆☆☆ | ☆☆☆ | ☆☆ | ☆ | ☆ | ☆☆☆ | ☆ | ☆ | |
| High rotating accuracy[1] | ☆☆☆ | ☆☆☆ | ☆☆ | ☆☆☆ | | ☆☆☆ | ☆☆ | ☆ | ☆☆☆ | | ☆☆☆ | | ☆ | | ☆☆☆ | | | |
| Low noise/vibration[1] | ☆☆☆☆ | ☆☆☆ | | ☆ | | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | | | | | | | | |
| Low friction torque[1] | ☆☆☆☆ | ☆☆☆ | | ☆☆ | ☆ | ☆ | | | | | | | | | | | | |
| High rigidity[1] | | | ☆☆ | ☆☆ | | ☆☆ | ☆☆ | ☆☆ | ☆☆☆ | ☆☆ | ☆☆ | ☆☆☆ | | | ☆☆ | ☆☆☆ | ☆☆☆ | |
| Vibration/shock resistance[1] | | | ☆ | | ★ | ☆☆ | ☆☆ | ☆☆ | ☆☆ | ☆☆ | ☆☆ | ☆☆☆ | | | ★ | ☆☆☆ | ☆☆☆ | |
| Allowable misalignment for inner/outer rings[1] | ☆ | | | | ☆☆☆ | ☆ | | | | | ☆ | ☆☆☆ | ★ | ☆☆☆ | ★ | ★ | ☆☆☆ | |
| For fixed bearings[2] | ◎ | ○ | ◎ | ◎ For DB and DF arrangment | ◎ | | ○ | ◎ | | | ○ | ◎ | ○ | ○ | ◎ | ○ | ○ | |
| For floating bearings[1] | ○ | | ○ | ○ For DB arrangment | ○ | ◎ | | | ◎ | ◎ | | ○ | | | | | | |
| Non-separable or separable[4] | | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| Tapered bore bearings[5] | | | | | ○ | | | | ○ | | | ○ | | | | | | |
| Remarks | | For duplex arrangment | | | | NU, N type | NJ, NF type | NUP, NP, NH type | NNU, NN, type | | For duplex arrangment | | | | | Including thrust needle roller bearings | | |

Note 1) ☆ The number of stars indicate the degree to which that bearing type displays that particular characteristic.
★ Not applicable to that bearing type.

3) ◎ Indicates movement at raceway. ○ Indicates movement at mated surface of inner or outer ri

4) ○ Indicates both inner ring and outer ring are detachable.

Table 2.3 (1) Bearing arrangement (Fixed and Floating)

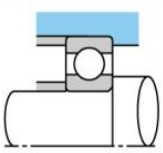
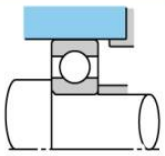
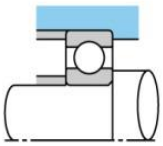
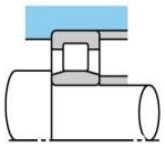
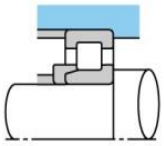
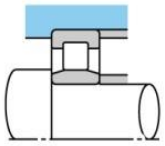
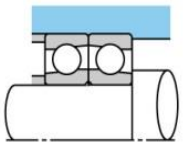
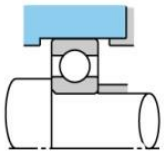
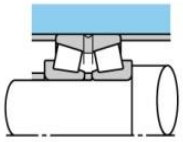
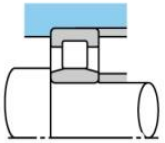
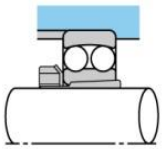
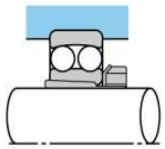
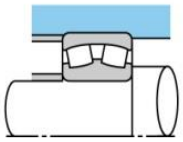
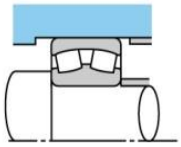
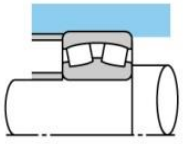
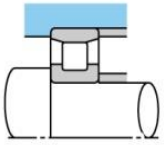
| Arrangement | | Comment | Application |
|---|---|---|---|
| Fixed | Floating | | |
|  |  | 1. General arrangement for small machinery<br>2. For radial loads, but will also accept axial loads.<br>3. Preloading by springs or shims on outer ring face. | Small pumps, small electric motors, auto-mobile transmissions, etc. |
|  |  | 1. Suitable for high speed. Widely used.<br>2. Even with expansion and contraction of shaft, non-fixing side moves smoothly. | Medium-sized electric motors, ventilators, etc. |
|  |  | 1. Withstands heavy loading and some axial loading.<br>2. Inner and outer ring shrink-fit suitable.<br>3. Easy mounting and dismounting. | Railway vehicle electric motors, etc. |
|  |  | 1. Radial loading plus dual direction axial loading possible.<br>2. In place of duplex angular contact ball bearings, double-row angular contact ball bearings are also used. | Wormgear speed reducers, etc. |
|  |  | 1. Heavy loading capable.<br>2. Shafting rigidity increased by preloading the two back-to-back fixed bearings.<br>3. Requires high precision shafts and housings, and minimal fitting errors. | Machine tool spindles, etc. |
|  |  | 1. Allows for shaft deflection and fitting errors.<br>2. By using an adaptor on long shafts without screws or shoulders, bearing mounting and dismounting can be facilitated.<br>3. Not suitable for axial load applications. | Counter shafts for general industrial equipment, etc. |
|  |  | 1. Widely used in general industrial machinery with heavy and shock load demands.<br>2. Allows for shaft deflection and fitting errors.<br>3. Accepts radial loads as well as dual direction axial loads. | Reduction gears for general industrial equipment, etc. |
|  |  | 1. Widely used in general industrial machinery with heavy and shock loading.<br>2. Radial and dual directional axial loading. | Industrial machinery reduction gears, etc. |

Table 2.3 (2) Bearing arrangement (Placed oppositely)

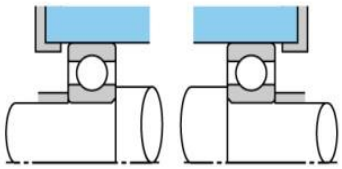
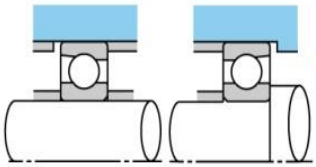
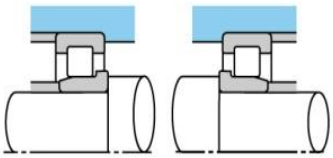
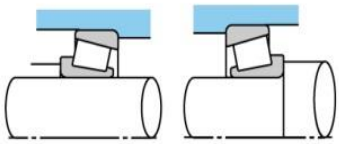
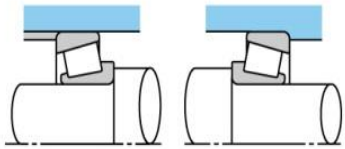
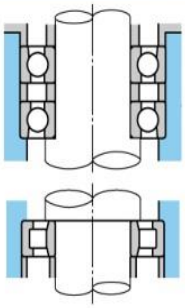
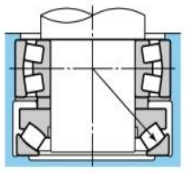
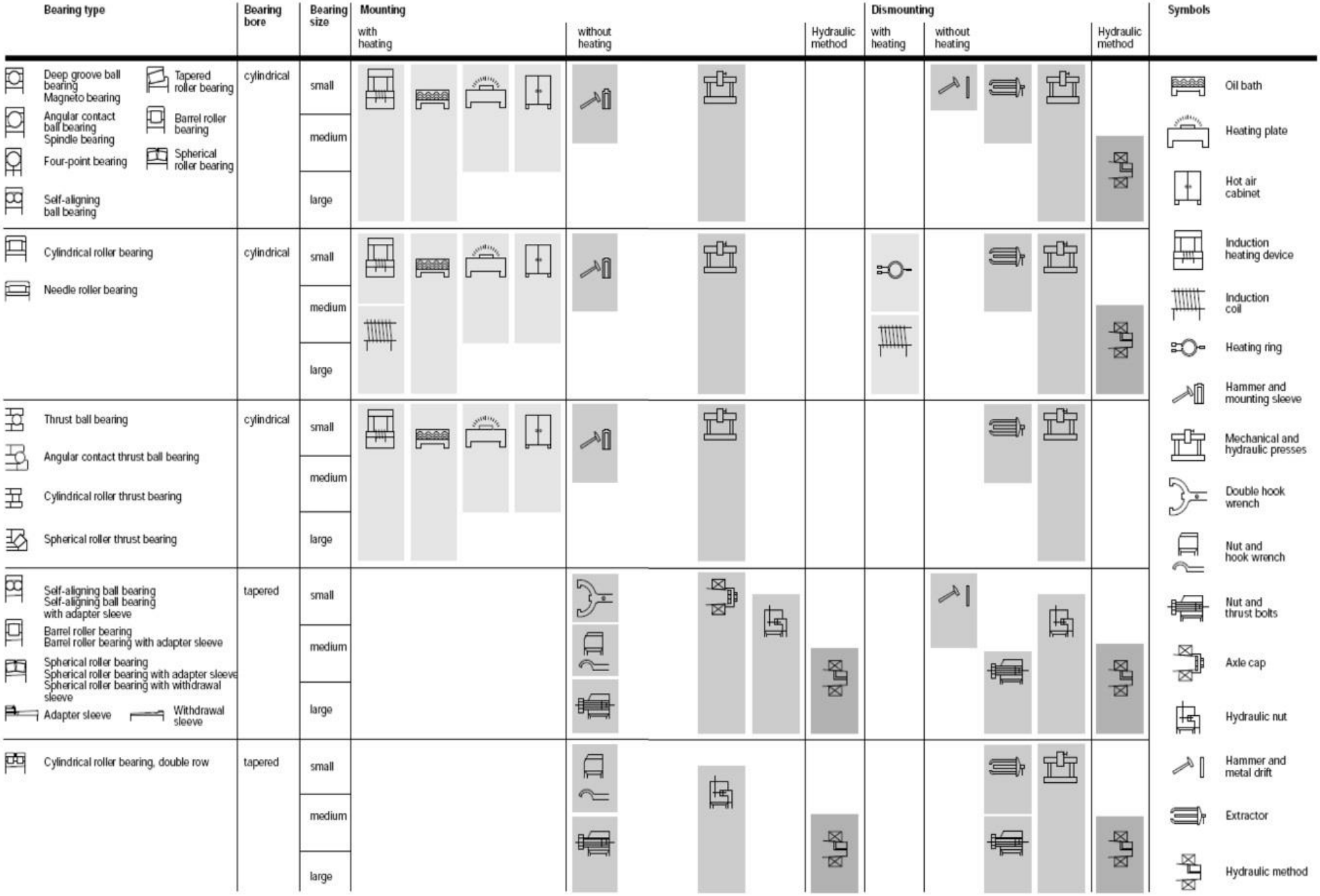
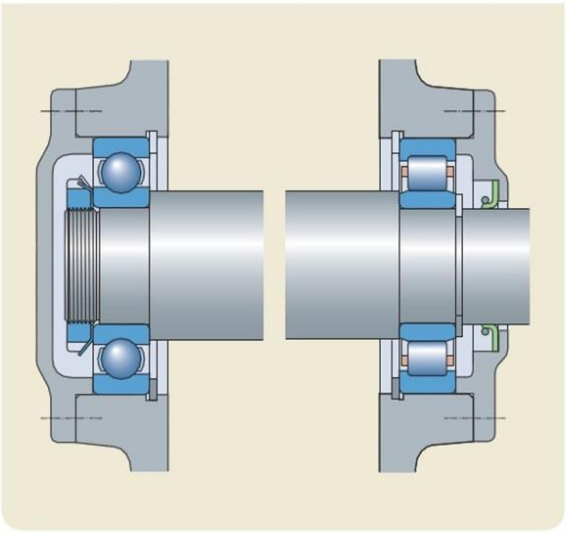
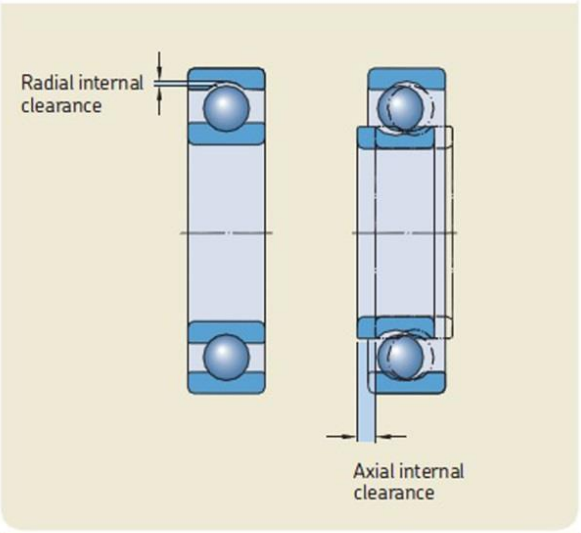
| Arrangement | Comment | Application |
|---|---|---|
|  | General arrangement for use in small machines. | Small electric motors, small reduction gears, etc. |
|  | 1. This type of back-to-back arrangement well suited for moment loads.<br>2. Preloading increases shaft rigidity.<br>3. High speed reliable. | Spindles of machine tools, etc. |
|  | 1. Accepts heavy loading.<br>2. Suitable if inner and outer ring shrink-fit is required.<br>3. Care must be taken that axial clearance does not become too small during operation. | Construction equipment, mining equipment sheaves, agitators, etc. |
|  <br>Back-to-back arrangement<br>  <br>Face-to-face arrangement | 1. Withstands heavy and shock loads. Wide range application.<br>2. Shafting rigidity increased by preloading.<br>3. Back-to-back arrangement for moment loads, and face-to-face arrangement to alleviate fitting errors.<br>4. With face-to-face arrangement, inner ring shrink-fit is facilitated. | Reduction gears, automotive axles, etc. |

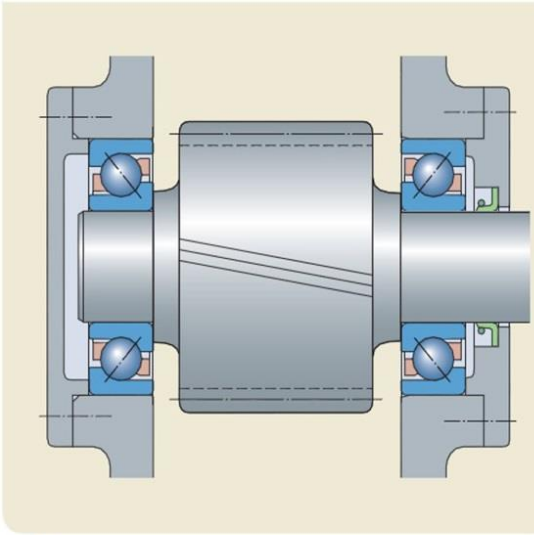
Table 2.3 (3) Bearing arrangement (Vertical shaft)

| Arrangement | Comment | Application |
|---|---|---|
|  | When fixing bearing is a duplex angular contact ball bearing, non-fixing bearing is a cylindrical rollerbearing. | Machine tool spindles, vertical mounted electric motors, etc. |
|  | 1. Most suitable arrangement for very heavy axial loads.<br>2. Depending on the relative alignment of the spherical surface of the rollers in the upper and lower bearings, shaft deflection and fitting errors can be absorbed.<br>3. Lower self-aligning spherical roller thrust bearing pre-load is possible. | Crane center shafts, etc. |


Bearing type
Bearing bore
Bearing size
Mounting
with heating
without heating
Hydraulic method
Dismounting
with heating
without heating
Hydraulic method
Symbols
Deep groove ball bearing
Magneto bearing
Angular contact ball bearing
Spindle bearing
Four-point bearing
Self-aligning ball bearing
Tapered roller bearing
Barrel roller bearing
Spherical roller bearing
cylindrical
small
medium
large
Cylindrical roller bearing
Needle roller bearing
Thrust ball bearing
Angular contact thrust ball bearing
Cylindrical roller thrust bearing
Spherical roller thrust bearing
Self-aligning ball bearing
Self-aligning ball bearing with adapter sleeve
Barrel roller bearing
Barrel roller bearing with adapter sleeve
Spherical roller bearing
Spherical roller bearing with adapter sleeve
Spherical roller bearing with withdrawal sleeve
Adapter sleeve
Withdrawal sleeve
tapered
Cylindrical roller bearing, double row
Oil bath
Heating plate
Hot air cabinet
Induction heating device
Induction coil
Heating ring
Hammer and mounting sleeve
Mechanical and hydraulic presses
Double hook wrench
Nut and hook wrench
Nut and thrust bolts
Axle cap
Hydraulic nut
Hammer and metal drift
Extractor
Hydraulic method





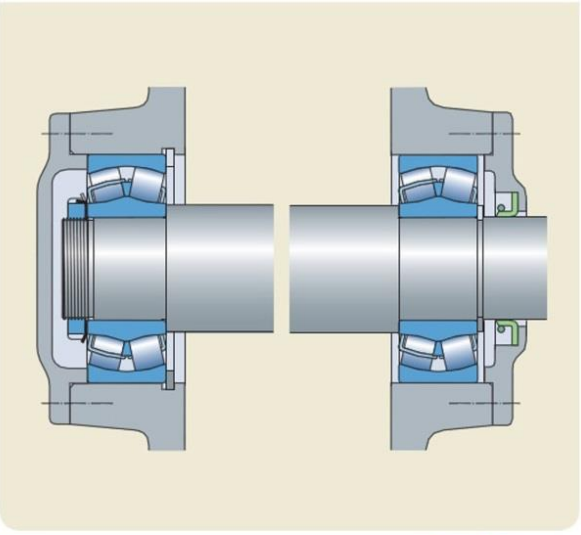


Table 1

**Conditions of rotation and loading**

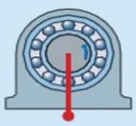
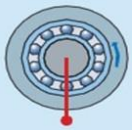
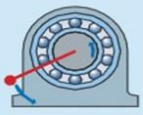
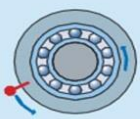
| Operating conditions | Schematic illustration | Load condition | Example | Recommended fits |
|---|---|---|---|---|
| Rotating inner ring<br>Stationary outer ring<br>Constant load direction |  | Rotating load on inner ring<br>Stationary load on outer ring | Belt-driven shafts | Interference fit for inner ring<br>Loose fit for outer ring |
| Stationary inner ring<br>Rotating outer ring<br>Constant load direction |  | Stationary load on inner ring<br>Rotating load on outer ring | Conveyor idlers<br>Car wheel hub bearings | Loose fit for inner ring<br>Interference fit for outer ring |
| Rotating inner ring<br>Stationary outer ring<br>Load rotates with inner ring |  | Stationary load on inner ring<br>Rotating load on outer ring | Vibratory applications<br>Vibrating screens or motors | Interference fit for outer ring<br>Loose fit for inner ring |
| Stationary inner ring<br>Rotating outer ring<br>Load rotates with outer ring |  | Rotating load on inner ring<br>Stationary load on outer ring | Gyratory crusher<br>(Merry-go-round drives) | Interference fit for inner ring<br>Loose fit for outer ring |

Table 2

**Factors to consider when selecting fits**

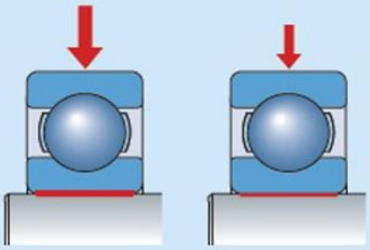
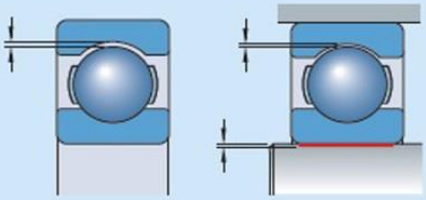
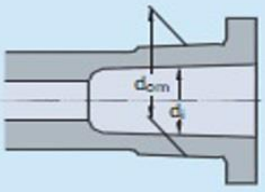
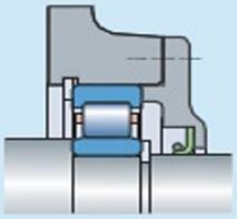
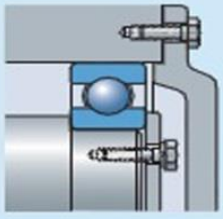
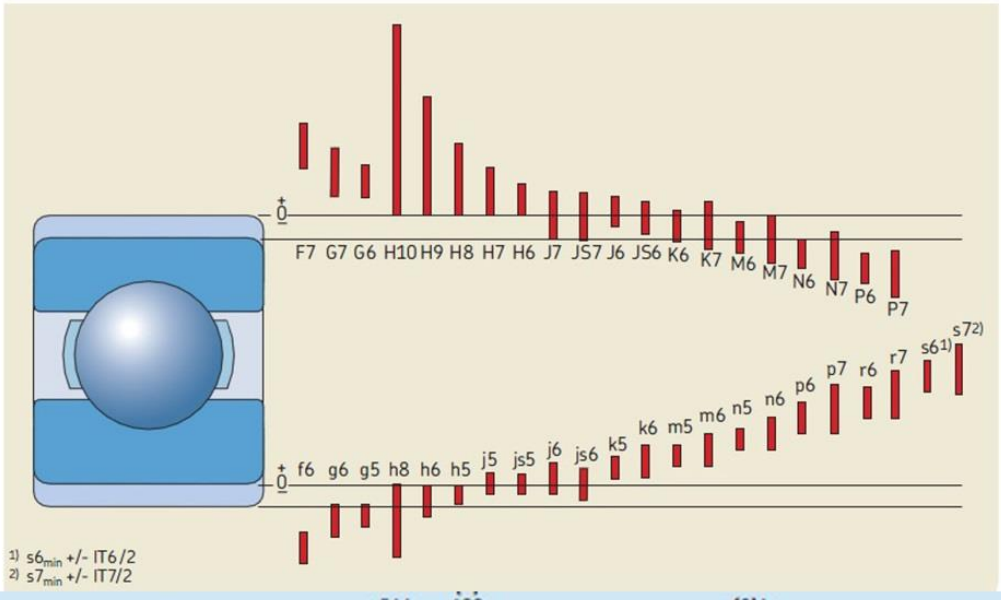
| Factors | | Situation | Guideline rules |
|---|---|---|---|
| Magnitude of load |  | Bearings subjected to heavy loads tend to creep more than those subjected to light loads. | To prevent creep, select greater interference fits for bearings subjected to heavier loads.<br><br>Shock loads should also be considered.<br><br>Magnitude of load is defined as:<br><br>• $P \leq 0{,}05\ C$ – light load<br>• $0{,}05\ C < P \leq 0{,}1\ C$ – normal load<br>• $0{,}1\ C < P \leq 0{,}15\ C$ – heavy load<br>• $P > 0{,}15\ C$ – very heavy load |
| Bearing internal clearance |  | The tighter the interference fit, the bigger the reduction in the initial bearing internal clearance after mounting. | When tight fits are applied, bearings with radial internal clearance greater than Normal may be required. |

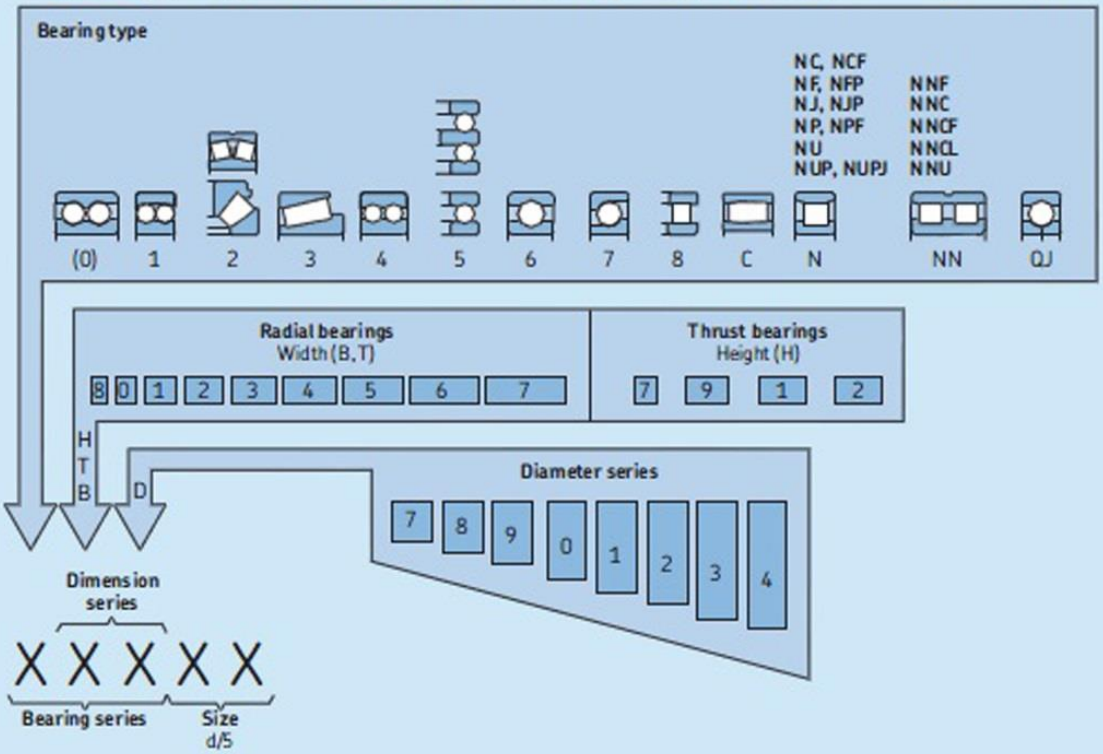
Table 2 cont.

**Factors to consider when selecting fits**

| Factors | | Situation | Guideline rules |
|---|---|---|---|
| Design and material of shaft and housing |  | Fits might be less effective for hollow shafts or thin-walled housings.<br><br>Poor contact on the bearing seat, e.g. in split housings, can distort the bearing ring, causing it to become out-of round.<br><br>The material of the bearing seat, if not made from bearing steel, will affect the fit selection, due to the different coefficients of thermal expansion. | Select heavier than normal interference fits for bearings mounted in thin-walled or light-alloy housings, or on hollow shafts.<br><br>Split housings are not suitable for heavy interference fits. For these housings, SKF recommends tolerance group G or H (or at most, K). |
| Ease of mounting and dismounting |  | Mounting and dismounting is easier for bearings with a clearance fit than for bearings with an interference fit. | If an interference fit is needed and easy mounting and dismounting is essential, select separable bearings or bearings with a tapered bore. Bearings with a tapered bore can be mounted either directly on a tapered shaft seat or on an adapter or withdrawal sleeve on a cylindrical shaft seat. |
| Displacement of the bearing in the non-locating position |  | Some bearings can accommodate axial displacement within the bearing, such as cylindrical roller bearings having one ring without flanges, needle roller bearings or CARB toroidal roller bearings. | Bearings that cannot accommodate axial displacement within the bearing should have one ring free, i.e. select a clearance fit for the ring carrying the stationary load. |




| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 544 | 623 | | | | (0)4 | | | |
| | | 223 | | | 524 | 6(0)3 | | | | 33 | | | |
| | | 213 | | | 543 | 622 | | | | 23 | | | |
| | | 232 | | | 523 | 6(0)2 | | | 23 | (0)3 | | | |
| | | 222 | | | 542 | 630 | | | 32 | 22 | | | |
| | | 241 | | | 522 | 6(1)0 | | | 22 | 12 | | | |
| | | 231 | | | | 16(0)0 | | | 41 | (0)2 | | | |
| | | 240 | 323 | | 534 | 639 | | | 31 | 31 | | 41 | |
| | | 230 | 313 | | 514 | 619 | | | 60 | 30 | | 31 | |
| | | 249 | 303 | | 533 | 609 | | | 50 | 20 | | 60 | |
| | 139 | 239 | 332 | | 513 | 638 | 7(0)4 | 814 | 40 | 10 | | 50 | |
| | 130 | 248 | 322 | | 532 | 628 | 7(0)3 | 894 | 30 | 39 | | 40 | 23 |
| | (1)23 | 238 | 302 | | 512 | 618 | 7(0)2 | 874 | 69 | 29 | | 30 | (0)3 |
| | 1(0)3 | | 331 | | 511 | 608 | 7(1)0 | 813 | 59 | 19 | | 69 | 12 |
| | (1)22 | 294 | 330 | | 510 | 637 | 719 | 893 | 49 | 38 | | 49 | (0)2 |
| (0)33 | 1(0)2 | 293 | 320 | 4(2)3 | 591 | 627 | 718 | 812 | 39 | 28 | | 39 | 10 |
| (0)32 | 1(1)0 | 292 | 329 | 4(2)2 | 590 | 617 | 708 | 811 | 29 | 18 | | 48 | 19 |




| Code | Bearing type |
|---|---|
| 0 | Double row angular contact ball bearing |
| 1 | Self-aligning ball bearing |
| 2 | Spherical roller bearings, spherical roller thrust bearing |
| 3 | Tapered roller bearing |
| 4 | Double row deep groove ball bearing |
| 5 | Thrust ball bearing |
| 6 | Single row deep groove ball bearing |

| Code | Bearing type |
|---|---|
| 7 | Single row angular contact ball bearing |
| 8 | Cylindrical roller thrust bearing |
| C | CARB toroidal roller bearing |
| N | Cylindrical roller bearing. Two or more letters are used to identify the number of the rows or the configuration of the flanges, e.g. NJ, NU, NUP, NN, NNU, NNCF etc. |

| Code | Bearing type |
|---|---|
| QJ | Four-point contact ball bearing |
| T | Tapered roller bearing in accordance with ISO 355-2007 |

# آشنایی با بیرینگ‌ها و علل و روش پیشگیری از خرابی آنها

■ علیرضا حیاتی فلاح
دانشجوی طراحی صنعتی
دفتر فنی واحد هفتم سیمان تهران

## ۱- مقدمه

یک بیرینگ معمولاً از چهار قسمت اصلی تشکیل می‌گردد که عبارتند از:

۱- رینگ یا پوسته خارجی

۲- رینگ یا پوسته داخلی

۳- ساچمه‌ها که انواع مختلفی دارند.

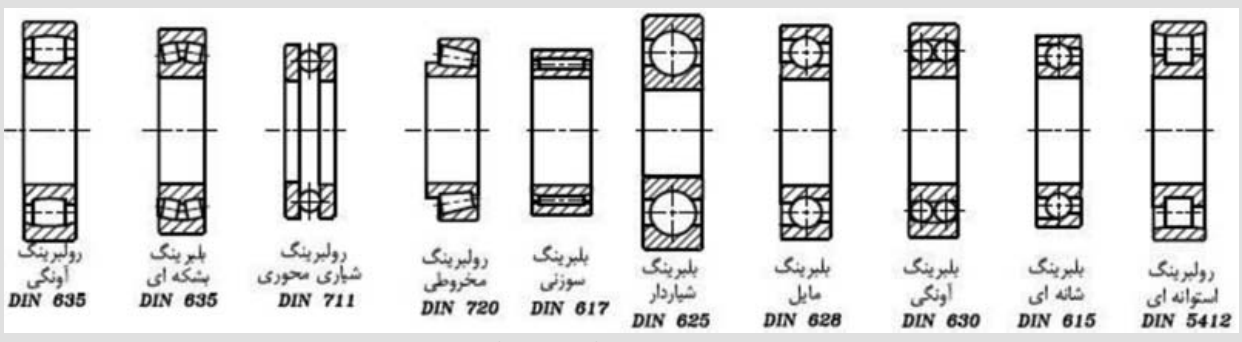
۴- غلاف یا قفسه ساچمه‌ها (جهت نگهداشتن ساچمه‌ها در فاصله معین و ثابت نسبت به هم)

ساچمه‌ها و رینگ معمولاً از فولاد پرکربن حاوی کرم ساخته می‌شوند که بعداً آبکاری می‌گردند.

اصطلاح بلبرینگ زمانی اطلاق می‌شود که ساچمه‌ها کروی باشند و اگر ساچمه‌ها غلتک‌هایی به صورت استوانه یا مخروط باشند، آنگاه اصطلاح رولربرینگ[1] را به کار می‌برند.

بلبرینگ‌ها و رولبرینگ‌ها را می‌توان به چهار دسته خیلی سبک، سبک، متوسط و سنگین از نظر مقدار فشاری که بایستی تحمل کنند، تقسیم کرد.

جهت انتخاب یک بلبرینگ مناسب می‌توان با توجه به مقدار فضای




شکل ۱- انواع بلبرینگ و رولبرینگ

1 - Roller Bearing

موجود جهت بکار بردن بلبرینگ، نوع و مقدار نیروهای وارد بر یاتاقان (بـر بلبرینگ یـا رولبرینـگ) و دور محور و نیز حدود قطـر آن را با استفاده از کاتالوگ انجام داد.

باتوجه به نقش مهم بیرینگ‌های غلتشـی در ماشین‌آلات گوناگون، شـناخت علل خرابی آنهـا و ممانعت از بروز آن اهمیـت زیادی دارد و عدم حصول بیرینگ به طول عمر محاسـبه شـده، امری غیرعادی نیسـت. دلایل زیادی سـبب خرابی بیرینگ می‌شـود کـه در زیر به تعدادی از آنها اشاره می‌گردد:

- مقدار بار بیشتر از حد پیش‌بینی شده
- روانکاری ناقص یا نامناسب
- استعمال نادرست
- آب‌بندی غیرموثر
- انطباق خیلی فشرده و در نتیجه لقی داخلی کمتر از حد لازم.

هریک ازعوامل فـوق تأثیر خاص خود را بر روی بیرینگ می‌گذارد و در نتیجه با بررسی یک بیرینگ ناسالم در بسیاری از موارد می‌توان علت خرابی را شناسایی و از بروز مجدد جلوگیری کرد.

## ۲- برینل شدن و دندانه دندانه شدن[2]

برینل شـدن عبارت اسـت از ایجاد تورفتگی در قسـمتی از سطح شـیار غلتک که با اجزاء غلتشـی در تماس است و در اثر تغییر شکل پلاستیکی حاصل می‌شود. این پدیده می‌تواند از آلودگی ناشی از مواد زائد جامد حاصل شـود. دندانه دندانه شدن عارضه‌ای است که در اثر اعمال ضربه مستقیم توسط چکش یا ابزاری نظیر آن بر بیرینگ ایجاد می‌شود. علت برینل شدن را می‌توان به:

۱- بار بسیار سنگین (استاتیکی – ضربه‌ای)
۲- وجود مواد زائد خارجی در بیرینگ

نسبت داد. علل دندانه دندانه شدن نیز شامل:

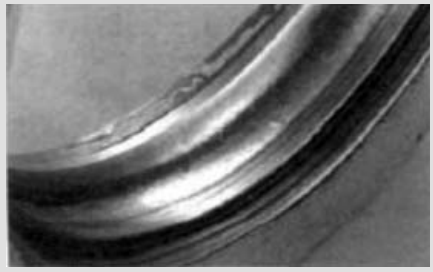
۱- جازدن و درآوردن غلط بیرینگ
۲- استعمال نادرست بیرینگ می‌باشد.

روش اصلاح این عارضه عبارت است از:

**۱- برینل شدن**

الف: بررسی وجود بار بسیارسنگین و اصلاح آن

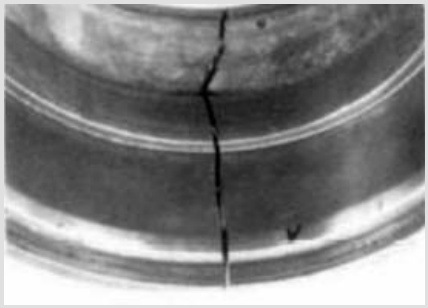
ب: بهبود آب‌بندی



**شکل ۲- برینل شدن شیار ساچمه حلقه بیرونی بلبرینگ شیارعمیق**

**شکل ۳- برینل شدن سطح شیار غلتک حلقه داخلی رولبرینگ مخروطی**

**شکل ۴- ترک در حلقه بیرونی بلبرینگ**



**شکل ۵- ترک در حلقه بیرونی رولبرینگ استوانه‌ای دو ردیفه**

**شکل ۶- ترک و لب پریدگی در یک رولبرینگ بشکه‌ای**

**شکل ۷- لب پریدگی حلقه بیرونی رولبرینگ استوانه‌ای**

2 - Brinelling,Nicks

ج: شستشوی دقیق شافت و محفظه جهت حذف مواد زائد
د: تصفیه روغن
هـ: بررسی پوسته پوسته شدن بیرینگ مورد نظر

**۲- دندانه دندانه شدن**
الف: بهبود روش جا زدن و درآوردن
ب: بهبود روش استفاده از بیرینگ

## ۳- ترک و لب پریدگی[3]

ترک شـامل ترک‌های کوچک و شـکاف و شکستگی می‌باشد. لب پریدگی نوعی خرابی اسـت که در قسـمت‌های خاصی از لبه حلقه یا گوشه غلتک‌ها اتفاق می‌افتد. علت ایجاد ترک عبارت است از:
- بار سنگین
- بار داخلی خیلی سنگین ناشی از جا زدن ناصحیح
- تداخـل بیش از حد در انطباق و یا عدم تقارن شـکلی شـافت و محفظه
- تولید گرمای ناگهانی در اثر لغزش اتفاقی در سـطوح چرخشی و سطوح درگیر
- گرمای غیرعادی حاصله از کمبود روانکار

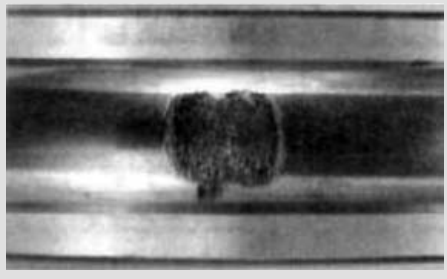
علل لب پریدگی نیز عبارت است از:
- بار محوری سنگین غیرعادی یا بار ضربه‌ای
- ضربـه چکش یا ابزارهایی نظیر آن در هنگام جا زدن یا درآوردن بیرینگ

جهت اصلاح ترک ولب پریدگی باید موارد زیر انجام گیرد:

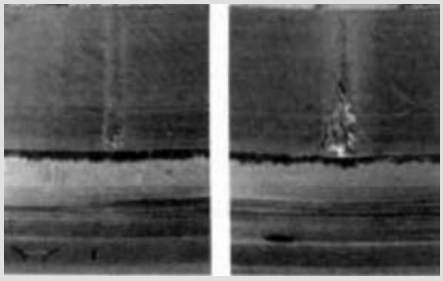
**۱- ترک:**
الف: بررسی وجود بار بسیار سنگین
ب: حذف فشارهای ناشی از حرارت
ج: بهبود انطباق (کاهش آن)

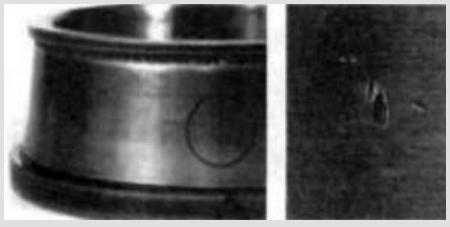
**۲- لب پریدگی:**
الف: بهبود روش‌های جازدن و درآوردن بیرینگ
ب: بهبود روش استفاده و جابجا نمودن بیرینگ
ج: تحقیق در مورد وجود بار خیلی سنگین

شکل ۸- لب پریدگی


شکل ۹- پوسته پوسته شدن حلقه داخلی بلبرینگ شیار عمیق

شکل ۰۱- پوسته پوسته شدن حلقه داخلی رولبرینگ استوانه‌ای


شکل ۱۱- پوسته پوسته شدن حلقه بیرونی رولبرینگ استوانه‌ای ۲ ردیفه


شکل ۲۱- پوسته پوسته شدن حلقه داخلی رولبرینگ مخروطی

شکل ۳۱- پوسته شدن حلقه داخلی رولبرینگ بشکه‌ای

3 - Cracks,Chips

## ٤- پوسته پوسته شدن و پیدایش حفره[4]

پوسته پوسته شدن پدیده‌ای است که طی آن سطح شیار غلتک یا ساچمه به علت اعمال مکرر بار با مقطعی پولک مانند کنده می‌شود. ظهور این حالت به منزله پایان عمر بیرینگ است. پیدایش حفره نیز ایجاد سوراخ‌هایی به عمق ۰/۱ میلیمتر بر روی شیار غلتک می‌باشد.

علل بوجود آمدن این پدیده در مراحل اولیه کارکرد بیرینگ به دلیل شرایط زیر می‌باشد:

- کاهش لقی داخلی نسبت به مقدارمعین شده در حین چرخش بیرینگ
- اشتباه در نصب حلقه بیرینگ و کج شدن آن
- ایجاد ترک و دندانه شدن و زنگ زدگی و شکستگی بر روی شیار غلتک در حین نصب
- غیر دقیق بودن شکل شافت یا محفظه

روش‌های اصلاح پوسته پوسته شدن و حفره عبارت است از:

الف- استفاده از بیرینگ با قدرت تحمل بالاتر

ب- کنترل وجود بار غیرعادی

ج- بهبود روش روانکاری جهت حصول اطمینان از تشکیل لایه روانکار از طریق افزایش ویسکوزته

## ٥- خراش و خش[5]

خراش شکافی است کم عمق که از لغزش ایجاد می‌شود. خش عارضه‌ای است ناشی از فشار تماس و دمای بالا در سطح دوار. بطورکلی خراش‌های شدیدتر سایش در نظر گرفته می‌شود.

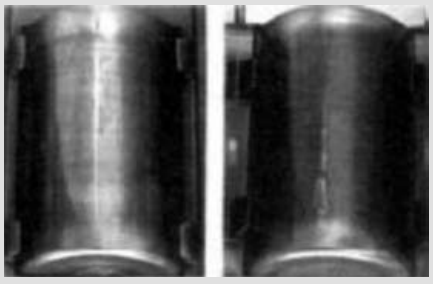
علل خش افتادگی سطح جانبی غلتک و لبه حلقه عبارت است از:

- روانکاری نامناسب در محل تماس
- بار اولیه بیش از حد
- وجود مواد زائد
- بار محوری غیرعادی

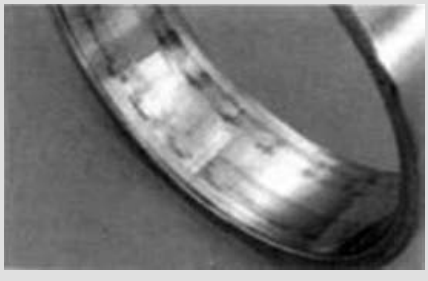
روش‌های اصلاح آن به صورت زیر می‌باشد:

**۱- خش افتادگی سطح جانبی غلتک لبه حلقه:**

- تجدید نظر و اصلاح روانکار و روش روانکاری
- کنترل وجود بار غیرعادی

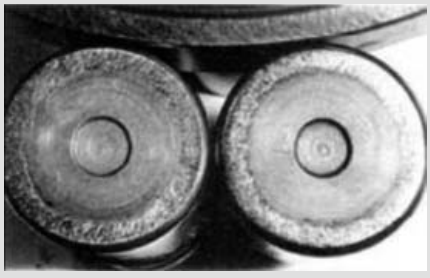


شکل ۴۱- خراش روی سطح دوار غلتک رولبرینگ استوانه‌ای



شکل ۵۱- خراش روی سطح شیار حلقه بیرونی رولبرینگ استوانه‌ای دو ردیفه

شکل ۶۱- خش‌افتادگی سطح داخلی حلقه داخلی رولبرینگ مخروطی



شکل ۷۱- خش افتادگی سطح لبه حلقه داخلی و سطح جانبی رولبرینگ استوانه‌ای لبه دار

شکل ۸۱- لکه روی شیار ساچمه حلقه داخلی بلبرینگ شیار عمیق

شکل ۹۱- لکه روی سطح ساچمه

4 - Flaking,Pitting

5 - Scratchs,Scuffing

- افزایش آب‌بندی

**۲- خراش و خش بر روی شیار غلتک:**

- تجدید نظر و اصلاح روانکار و روش روانکاری
- افزایش آب‌بندی
- پاکیزه نمودن شافت و محفظه به اندازه مطلوب

## ٦- لکه‌دار شدن[6]

لکه‌دار شـــدن پدیده‌ای اســـت که طی آن گیرپاژهای کوچک روی سطوح چرخشی متمرکز می‌گردد. طی این پدیده بخش‌هایی از سطح بیرینـــگ در اثر حرارت ناشـــی از اصطکاک ذوب شـــده، به طوری که بعضی سطوح به صورت قابل ملاحظه‌ای ناهموار می‌گردند.

علل ایجاد این پدیده عبارت است از:

- حذف فیلم روغن و توقف چرخش اجزاء غلتشـــی به علت استفاده از روانکار نامناسب و سُر خوردن آن بر روی شیار غلتک.
- در بلبرینگ‌ها لکه از سُـــر خوردن ســـاچمه‌ها ایجاد می‌شود و در رولبرینگ‌ها این امر بیشـــتر در هنگام ورود و خروج غلتک‌ها به نقطه اثر نیرو پدید می‌آید.

روش‌های اصلاح این عارضع به صورت زیر است:

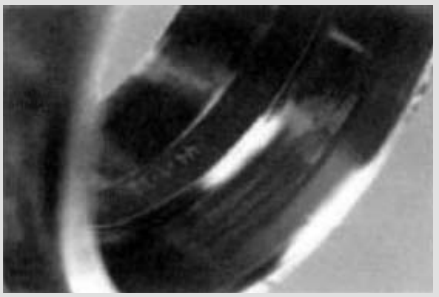
- تجدید نظر و بهبود تشکیل فیلم روغن
- استفاده از روانکار مخصوص فشار بالا
- اتخـــاذ روش‌هایی جهت ممانعت از سُـــر خـــوردن (با کاهش لقی داخلی)

## ۷- تغییر رنگ[7]

تغییر رنگ پدیده‌ای است که طی آن سطح بیرینگ به‌علت زنگار یا حرارت حاصله از چرخش، تغییر رنگ می‌دهد.

علل به وجود آمدن این عارضه به صورت زیر است:

- افت خاصیت روانکار یا چســـبندگی مواد زنگی به سطح بیرینگ. بعضی از این مواد را می‌توان بوسیله یک حلال پاک کرد.
- تغییر رنگ قهوه‌ای ســـطوح غلتشی یا لغزشی از پودرهای اسیدی حاصل از ســـایش در حین کار حاصل می‌شـــود. در حالت عمومی این پودرها بصورت یکنواخت به سطح بیرینگ می‌چسبند.



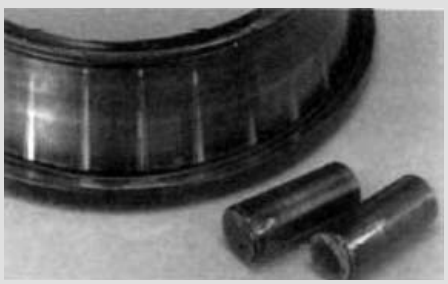
شکل ۰۲- لکه روی شیارغلتک حلقه بیرونی رولبرینگ استوانه‌ای

شکل ۱۲- لکه روی شیار ساچمه بلبرینگ تماس زاویه‌ای

شکل ۲۲- لکه روی غلتک‌های رولبرینگ استوانه‌ای

شکل ۳۲- تغییر رنگ ساچمه بلبرینگ شیار عمیق

شکل ۴۲- تغییر رنگ شیار غلتک و سطح غلتک رولبرینگ استوانه‌ای



شکل ۵۲- تغییر رنگ حلقه داخلی و غلتک‌های رولبرینگ مخروطی

6 - Smearing

7 - Discoloration

روش‌های اصلاح این عارضه عبارت است از:

تغییـــر رنگ می‌تواند بـــه صورت‌های: زنگ زدگـــی و ایجاد حفره و خوردگی و تغییر رنگ حرارتی تقسیم شود. زنگار می‌تواند توسط یک حلال آلی (مثل اســـتن) زدوده شود. با بررسی میکروسکوپی ملاحظه می‌شود که حفره‌های الکتریکی از تخلیه الکتریکی حاصل می‌شود. در صورتی که ناهمواری سطحی با کشیدن کاغذ سنباده پاک شود، تغییر رنگ حرارتی ایجاد شده است.

الف- بهبود انتقال حرارت از بیرینگ

ب- بهبود روانکار

ج- تجدید نظر و بهبود شرایط کاری بیرینگ

## ۸- زنگ خوردگی[8]

زنگ خوردگی به تشـــکیل لایه فیلم اکســـیدی و ئیدروکســـیدی یا کربناته در اثر فعل و انفعالات شیمیایی با یک اسید یا باز گفته می‌شود.

علت ایجاد شدن این پدیده عبارت است از:

**۱- زنگ زدگی:**

- هنگامی که ماشـــین متوقف شـــده و دمای آن تا نقطه شبنم افت می‌کند، رطوبت داخل محفظه به قطرات آب تبدیل شـــده و روانکار را آلوده می‌کند. در نتیجه سطح بیرینگ زنگ می‌زند.

- در صورتـــی کـــه بیرینگ در محیط مرطوب بـــرای مدت طولانی انبارشود، زنگ‌زدگی در فواصل اجزاء غلتشی ظاهر می‌شود.

**۲- خوردگی:**

- زمانی اتفاق می‌افتد که ترکیبات کلرین یا سولفور موجود در مواد افزودنی روانکار تحت دمای زیاد تجزیه می‌شود.

- زمانی که آب به داخل بیرینگ نفوذ کند.

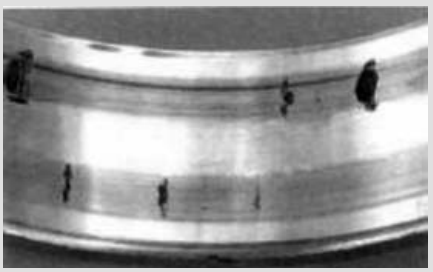
روش‌های اصلاح این پدیده عبارت است از:

الف: تقویت سیستم آب‌بندی مجموعه

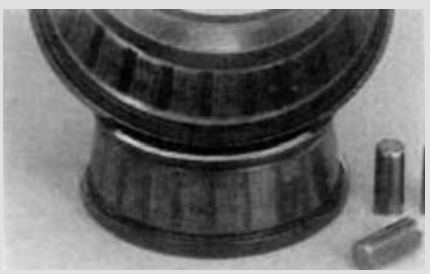
ب: بازرسی منظم روانکار

ج: فراهم نمودن امکانات لازم برای جلوگیری از زنگ زدگی بیرینگ در انبار کردن آن

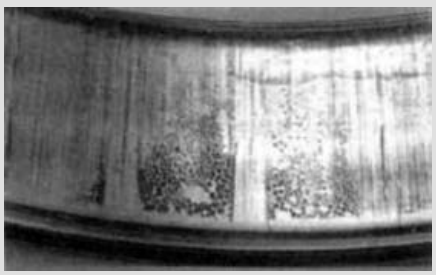
**شکل ۶۲- زنگ زدگی روی شیار ساچمه بلبرینگ تماس زاویه‌ای دو ردیفه**



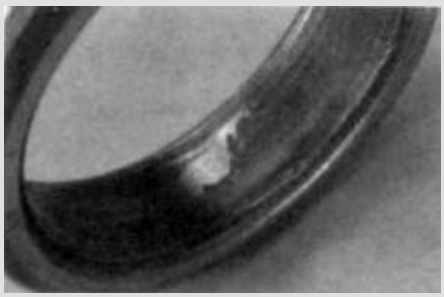
**شکل ۶۲- زنگ زدگی روی شیارغلتک رولبرینگ استوانه‌ای دو ردیفه**



**شکل ۷۲- زنگ‌زدگی حلقه‌ها و غلتک‌های رولبرینگ مخروطی**



**شکل ۷۲- زنگ زدگی شیار غلتک حلقه بیرونی رولبرینگ مخروطی**



**شکل ۸۲- خزش درحلقه داخلی بلبرینگ شیار عمیق**

**شکل ۹۲**

8- Rust, Corrosion

## ۹- خزش[9]

بــه جابجایی یک حلقه بیرینگ در حین کار نســبت به شــافت یا محفظه اطلاق می‌شود.

علل ایجاد:

خزش به علت انطباق کمتر از اندازه مورد نیاز نســبت به حرارت یا بار موجود ایجاد می‌شود.

روش اصلاح:

تجدیدنظر (افزایش) در انطباق بین حلقه داخلی با شــافت و حلقه خارجی با محفظه.

## ۱۰- گیرپاژ[10]

به پدیده‌ای گفته می‌شود که طی آن اجزاء بیرینگ به علت حرارت غیرعادی یا زبری ســطوح، ذوب و به یکدیگر می‌چسبد؛ به طوری که بیرینــگ دیگر قــادر به چرخش نخواهد بود. پــس از بروز این پدیده، استفاده از بیرینگ دیگر امکان‌پذیر نیست، زیرا سختی کاهش یافته و چرخش آرام بر روی سطوح ناهموار ممکن نمی‌باشد.

علت بوجود آمدن:

حرارت غیرعادی به دلیل روانکار نامناســب و بار اولیه زیاد یا تماس نامناســب اجزاء غلتشی با شــیارخود به‌گونه‌ای که با خنک کاری و یا روانکاری قابل جبران نباشد.

روش اصلاح:

بسته به شــرایط کاری بیرینگ، عوامل مختلفی ممکن است سبب بروز مشــکل مذکورشده و باید ضمن بررســی راه‌حل متناسب با آن، انتخاب شود.

ادامه دارد ...

## منبع:

-T. A. Harris and M. N. Kotzalas, «Rolling Bearing Analysis, Advanced Bearing Analysis», Fifth Ed., CRC, Tylor& Francis, 2007

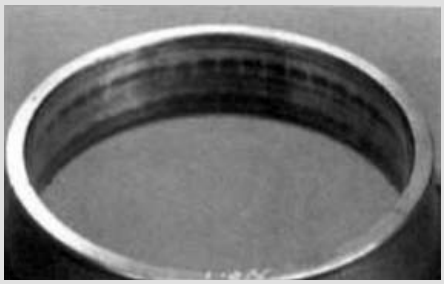
## منابع مرجع:

1-Tallian, T.,Failure Atlas for Hertz Contact Machine Elements, 2nd Ed., ASME Press, 1999.

2- International Organization for Standards, International Standard ISO 281, Rolling Bearings., Dynamic Load Ratings and Rating Life, 2006.

3- Kotzalas, M. and Harris, T., Fatigue failure progression in ball bearings, ASME Trans., J. Tribol., 123(2), 283-242, April 2001.

4- Kotzalas, M. and Harris, T., Fatigue failure and ball bearing friction, Tribol. Trans., 43(1), 137-143, 2000.



شکل ۰۳- خزش درحلقه داخلی رولبرینگ مخروطی

شکل ۱۳- گیرپاژ در رولبرینگ استوانه‌ای

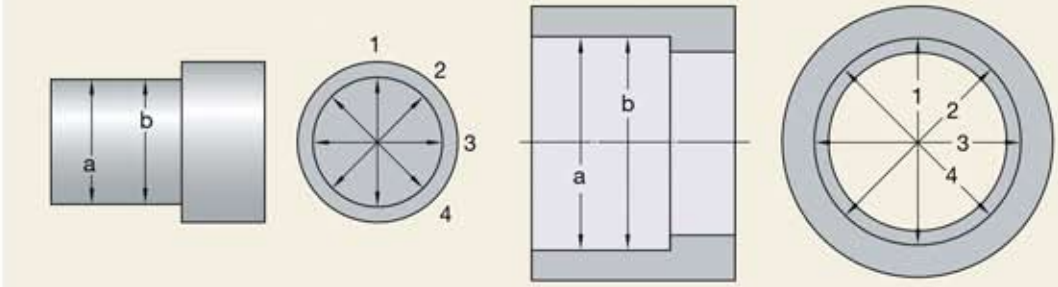
شکل ۲۳- رولبرینگ استوانه‌ای لبه دار

شکل ۳۳- در رولبرینگ مخروطی

9 - Creep
10 - Sezure

# نصب کردن و بیرون آوردن بیرینگ ها

شکل ۱ 1




## اطلاعات عمومی

برای عملکرد صحیح و جلوگیری از خرابی بیرینگ مهارت و تمیزی هنگام نصب بیرینگ‌ها لازم می‌باشند.

بیرینگ‌ها قطعات حساسی می‌باشند که باید هنگام نصب با دقت جا به جا شوند. همچنین انتخاب روش صحیح نصب و ابزار مناسب مهم است. مجموعه کاملی ازتجهیزات تعمیر و نگهداری که شامل ابزارهای مکانیکی و هیدرولیکی، تجهیزات، گرم کردن و دیگر تجهیزات، برای نصب بیرینگ‌ها موجود می‌باشند. این مجموعه کامل از تجهیزات باعث سادگی و سرعت در کار شده و نتایج حرفه ای به دست می‌دهد

برای رسیدن به حداکثر عمر باید بیرینگ را به صورت صحیح نصب کرد. این امر خصوصاً برای بیرینگ‌های بزرگ مشکل‌تر از آنچه که تصور می‌شود، می باشد.

اطلاعات ارائه شده دراین بخش عمومی بوده و نکاتی را که طراحان تجهیزات و ماشین‌آلات باید در نظر بگیرند را شرح می‌دهد.

## کارگاه نصب بیرینگ ها

بیرینگ‌ها را باید در محلی خشک و بدون گرد و غبار و دور از ماشین آلات براده برداری و آلوده‌کننده نصب کرد هنگامی که بیرینگ در محل‌های باز نصب می شود، اغلب برای بیرینگ‌های بزرگ، باید بیرینگ‌ها و محل نصب را از آلوده شدن با گرد و غبار، کثیفی و رطوبت محافظت نمود، تا عمل نصب کامل شود. برای این منظور بیرینگ‌ها و اجزای ماشین باید به کمک کاغذ مومی (Waxed Paper) و یا فویل (Foil) پوشانده شوند.

## آماده سازی قبل از نصب کردن و بیرون آوردن

کلیه اجزا و ابزارها، تجهیزات و مدارک مورد نیاز باید قبل از نصب در دسترس باشند. مطالعه نقشه‌ها و دستورالعمل‌ها برای تعیین ترتیب صحیح نصب و در آوردن اجزای مختلف، توصیه می‌شود.

نشیمنگاه‌ها، شفت‌ها، آب‌بندها و دیگر اجزای چیدمان بیرینگ‌ها را از نظر تمیزی، خصوصاً باقیمانده براده های ناشی از ماشینکاری سوراخ ها، رزوه‌ها و شیارها، باید بررسی نمود. سطوح ماشینکاری نشده نشیمنگاه باید از ماسه ریخته‌گری تمیز شده باشند و لبه های تیز و ناصاف برداشته شوند.

دقت ابعادی و شکلی همه اجزای چیدمان بیرینگ لازم است بررسی شوند. بیرینگ‌ها فقط وقتی که اجزای جانبی آن‌ها دقت‌ها و تلرانس‌های لازم را داشته باشند عملکرد رضایت بخشی خواهند داشت. قطر شفت‌های استوانه‌ای و محل نشستن بیرینگ در نشیمنگاه را باید در دو مقطع و در چهار قطر به کمک گیج اندازه‌گیری کرد (شکل ۱). محل نشستن بیرینگ‌ها، بر روی شفت‌ها مخروطی را با رینگ‌گیج، گیج‌های مخصوص مخروطی و یا میله‌ای سینوسی بررسی می کنند.

ثبت مقادیر اندازه‌گیری شده توصیه می‌شود. هنگام اندازه‌گیری، اجزای بیرینگ و تجهیزات اندازه گیری باید دمای تقریباً یکسانی داشته باشند، لذا باید اجزای بیرینگ و تجهیزات اندازه‌گیری را برای مدت طولانی در یک محیط قرار داده تا به دمای یکسانی برسند. این موضوع خصوصاً در مورد بیرینگ بزرگ و اجزای آن‌ها که بزرگ و سنگین می‌باشند، مهم است.

بیرینگ‌ها را تا قبل از نصب باید در جعبه‌های اصلی نگه داشت تا در معرض آلودگی قرار نگیرند. معمولاً نیازی به پاک کردن روغن نگهدارنده که در کارخانه بیرینگ به آن آغشته می‌کنند، نیست و فقط سطح خارجی رینگ خارجی و سطح داخلی رینگ داخلی را باید از روغن نگهدارنده پاک کرد. همچنین در بیرینگ هایی که در دمای بالا یا پایین استفاده می‌شوند و با گریس روانکاری می‌شوند و نیز هنگامی که گریس به کار رفته با روغن نگهدارنده سازگار نمی باشد، لازم است که بیرینگ کاملاً شسته و خشک شود **این مسئله از ایجاد اثرات منفی بر روی خواص روانکاری گریس جلوگیری می کند.**

در صورتی که به علت نگهداری نادرست (جعبه آسیب دیده و غیره) احتمال آلوده شدن بیرینگ زیاد است باید آن را قبل از نصب شسته و خشک نمود.

بیرینگ‌هایی که آغشته به نگهداره گریس می‌باشند، نیز باید کاملاً شسته و خشک شوند این موضوع برای بعضی بیرینگ های بزرگ با قطر خارجی بزرگتر از 420mm صحت دارد. شوینده های مناسب برای بیرینگ‌ها اسپریت سفید (White Spirit) و پارافین می‌باشد.

بیرینگ با آب بند یا حفاظ فلزی که قبل از گریس کاری شده اند نباید قبل از نصب شسته شوند.

با ما تماس بگیرید !
www.toproll.net

## جابجایی بیرینگ

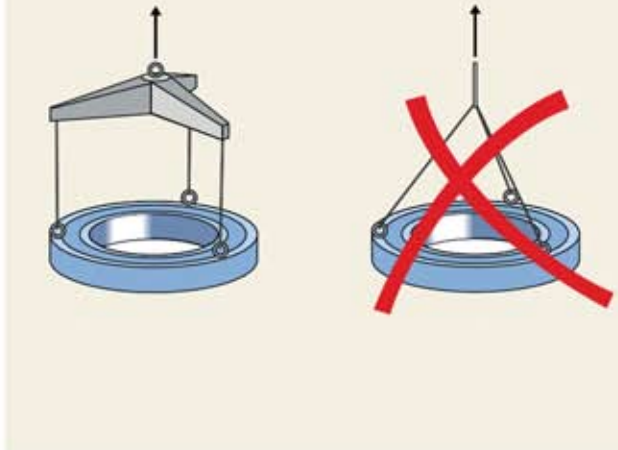
بهتر است همواره از دستکش و تجهیزات جا به جایی و بلند کردن، که برای نصب‌کردن و بیرون آوردن بیرینگ‌هاطراحی شده‌اند، استفاده شود. این کار نه تنها باعث صرفه‌جویی در وقت و هزینه می‌شود بلکه خستگی کم‌تر، خطر کم‌تر و احتمال بروز صدمات بدنی را کاهش می‌دهد.
به دلایل فوق استفاده از دستکش مقاوم به حرارت و روغن هنگام جا به جایی بیرینگ‌های گرم و آغشته به روغن توصیه می‌شود. این دستکش‌ها باید سطح خارجی با دوام و سطح داخلی نرم و ضد حساسیت داشته باشد

2 شکل ۲

3 شکل ۳

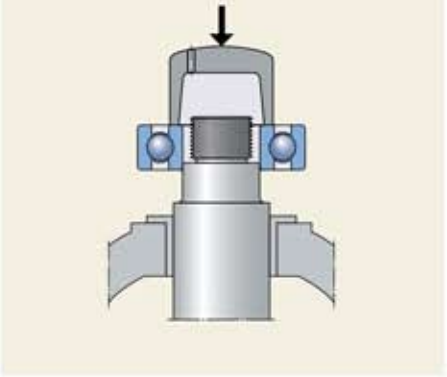
بیرینگ‌های گرم، بزرگ و یا سنگین معمولاً مشکل ساز می‌باشند. زیرا نمی توان آن‌ها را به صورت امن به کمک یک یا دو نفر جا به جا نمود. می‌توان تجهیزات مناسب برای حمل و بلند کردن بیرینگ‌ها در کارگاه ساخت. ابزار جا به جایی بیرینگ‌ها (شکل۲) یکی از این تجهیزات می‌باشد که بیشتر مشکلات را حل نموده و جا به جایی، نصب و بیرون آوردن بیرینگ‌ها را بر روی شفت آسان می‌کند.
برای جا به جایی و نصب بیرینگ‌های بزرگ و سنگین آن‌ها را باید از یک نقطه آویزان نمود. اما باید از نوار فولادی یا کمربند پارچه‌ای مطابق شکل ۳ استفاده نمود. قراردادن یک فنر بین حلقه بلند کننده و کمربند نصب بیرینگ بر روی شفت را ساده می‌کند.

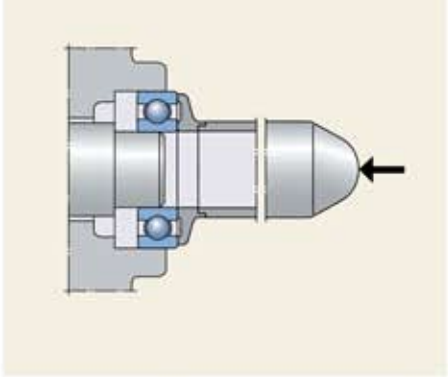
4 شکل ۴

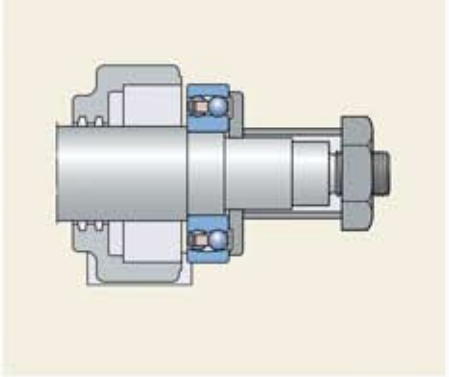


برای سادگی در بلندکردن می‌توان در بیرینگ‌های بزرگ بنا به درخواست بر روی سطح جانبی رینگ سوراخ زروه شده‌ای ایجاد کرد. اندازه این سوراخ‌ها به ضخامت رینگ بستگی دارد. بنابراین فقط بلند کردن بیرینگ و اجزای آن از طریق پیچ‌های که در این سوراخ‌ها قرار می‌گیرند، امکان‌پذیر است همچنین نیرو باید عمود بر رینگ مطابق شکل زیر به پیچ‌ها وارد شود و در صورت اعمال نیرو به صورت زاویه‌دار به اتصالات قابل تنظیم مناسب نیاز می‌باشد.
هنگام نصب نشیمنگاه بزرگ بر بیرینگی که قبلاً بر روی شفت نصب شده است، آویزان کردن نشیمنگاه از سه نقطه به طوری که طول یکی از آویزها قابل تنظیم باشد توصیه می‌شود. با این روش می‌توان نشیمنگاه را با بیرینگ به طور دقیق همراستا کرد.

با ما تماس بگیرید !
www.toproll.net

شکل ۵


شکل ۶


شکل ۷


**نصب کردن**

روش‌های مکانیکی، حرارتی یا هیدرولیکی را می توان وابسته به نوع و اندازه بیرینگ برای نصب به کار برد. در همه روش‌ها باید توجه نمود که ضربه مستقیم به رینگ‌ها، قفسه و اجزای غلتنده یا آب بندها وارد نشود و نیروی نصب نباید هرگز از طریق اجزای غلتنده منتقل شود.

بعضی از اجزا ممکن است به صورت لق نصب شوند. لذا برای جلوگیری از خوردگی اصطکاکی بین سطوح استفاده از لایه نازکی از روغن ضد خوردگی اصطکاکی LGAF 3E توصیه می‌شود.

**نصب بیرینگ ها با رینگ داخلی استوانه ای**

در بیرینگ‌های تفکیک ناپذیر عموماً رینگی که دارای تداخل بیشتر است ابتدا نصب می‌شود. سطوح تماس باید قبل از نصب کمی به روغن آغشته شوند.

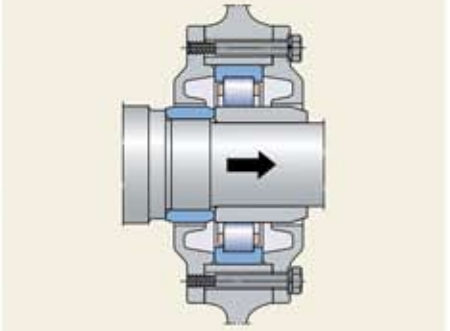
**نصب سرد**

اگر تداخل زیاد نباشد بیرینگ‌های کوچک را می توان با ضربه چکش به بوشی که بر روی سطح جانبی بیرینگ قرار می‌گیرد نصب نمود. بوش باید سطح جانبی بیرینگ را در بر گرفته تا از چرخیدن و کج شدن آن جلوگیری کند. انتهای بوش باید بسته و گنبدی شکل بوده تا بتوان نیروی را به مرکز وارد کرد (شکل۵).

اگر بیرینگ تفکیک ناپذیر باید به طور همزمان روی شفت و نشیمنگاه نصب شود نیروی نصب باید به صورت مساوی به رینگ‌ها وارد شود و لبه بوش باید سطح جانبی هر دو رینگ را در بر گیرد. در این شرایط باید از ابزار جازدن بیرینگ استفاده شود،که در آن‌ها رینگ فشرده ضربه ای سطوح جانبی رینگ داخلی و خارجی را در بر گرفته و بوش موجب می‌شود که نیرو به صورت مرکزی وارد شود (شکل ۶).

در بیرینگ‌های خود تنظیم استفاده از یک رینگ میانی از چرخش و دوران رینگ خارجی هنگام نصب مجموعه بیرینگ و شفت در نشیمنگاه جلوگیری می‌کند (شکل۷) توصیه می‌شود.

باید به خاطر داشت که ساچمه‌های بعضی از بیرینگ‌ها خود تنظیم از رینگ‌ها بیرون زده‌اند لذا رینگ میانی باید دارای فرورفتگی باشد تا به ساچمه‌ها صدمه نزند وقتی تعداد بیرینگ‌هایی که باید نصب شوند زیاد می‌باشد، استفاده از پرس های هیدرولیکی یا مکانیکی توصیه می‌شود.

شکل ۸


در بیرینگ‌های تفکیک پذیر رینگ داخلی و خارجی را می‌توان مستقل نصب کرد، خصوصاً هنگامی که هر دو رینگ باید به صورت تداخلی نصب شوند این موضوع باعث سادگی نصب می‌شود. هنگام نصب، شفت با رینگ داخلی از قبل نصب شده بر روی نشیمنگاه شامل رینگ خارجی و اجزای غلتنده، باید توجه شود که رینگ‌ها همراستا بوده تا از خراشیدن سطح غلتش توسط اجزای غلتنده جلوگیری شود. هنگام نصب رولبرینگ‌های استوانه‌ای و سوزنی با رینگ داخلی بدون لبه یا با یک لبه استفاده از بوش نصب توصیه می‌شود (شکل۸). قطر خارجی بوش باید برابر با اندازه F رینگ داخلی بوده و با تلرانس d10 ماشینکاری شود.

با ما تماس بگیرید !

www.toproll.net

## نصب گرم

از آنجایی که نیروی نصب بیرینگ به اندازه بیرینگ به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد، نصب بیرینگ های بزرگ به صورت سرد عموماً غیر ممکن است لذا بیرینگ‌ها، رینگ‌های داخلی و یا نشیمنگاه را قبل از نصب گرم می‌کنند. اختلاف دمای مورد نیاز بستگی به درجه تداخل و قطر شفت یا نشیمنگاه بیرینگ دارد. بیرینگ ها نباید بیش از دمای 125 ˚C گرم شوند و در غیر این صورت به علت تغییر ساختار فولاد بیرینگ تغییرات ابعادی ایجاد می‌شود. بیرینگ‌های با آب‌بند و یا حفاظ فلزی نباشد به علت گریس و یا جنس آب‌بند تا دمای بیش از 80 ˚C گرم شوند.

بیرینگ باید به صورت یکنواخت گرم شود و از گرم کردن موضعی جلوگیری شود برای این منظور گرم‌کن های القایی توصیه می‌شوند (شکل ۹). اگر از سطوح گرم (Hot Plate) استفاده می‌شود در طی مدت گرم کردن بیرینگ‌های آب‌بند شده نباید از سطوح گرم استفاده کرد.

## 4 تنظیم بیرینگ

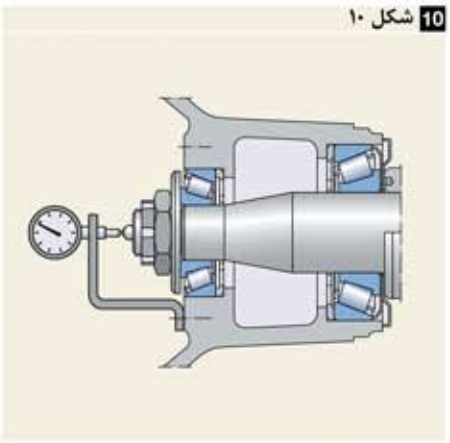
لقی داخلی بیرینگ‌های تماس زاویه‌ای یک ردیفه و رولبرینگ‌های مخروطی فقط در مقابل بیرینگ شعاعی دیگر را رینگ داخلی استوانه‌ای قابل تنظیم است. این بیرینگ‌ها معمولاً به صورت پشت به پشت یا جلو به جلو به کار رفته و یک رینگ بیرینگ به صورت محوری جا به جا می‌شود تا لقی یا پیش بار مورد نیاز به دست آید. انتخاب لقی یا پیش بار بستگی به شرایط کارکرد و الزامات عملکردی چیدمان بیرینگ‌ها دارد لقی مناسب وقتی به دست می‌آید که بیرینگ تحت شرایط تعیین شده نصب شود و در دمای کارکرد تحت بار قرار گیرد. لقی اولیه هنگام نصب وابسته به جنس شفت و نشیمنگاه و فاصله بین دو بیرینگ ممکن است کم‌تر یا بیشتر از مقدار لقی حین کارکرد باشد. اگر برای مثال اختلاف انبساط حرارتی رینگ داخلی و خارجی باعث کاهش لقی شود.

لقی اولیه باید به اندازه کافی بزرگ بوده تا از واپیچش بیرینگ و نتایج منفی آن جلوگیری شود.این مقدار تعیین شده با باز کردن یا سفت کردن یک مهره بر روی شفت یک یا رینگ رزوه شده در داخل نشیمنگاه و یا اضافه کردن واشرها و یا لایی‌های فلزی با اندازه های معین بین رینگ های بیرینگ و لبه ها، نسبت به شرایط لقی صفر تنظیم می‌شود. با توجه به رابطه بین لقی داخلی محوری و شعاعی بیرینگ‌های تماس زاویه‌ای و رولبرینگ‌های مخروطی کافی است که فقط یکی از آن‌ها که معمولاً لقی داخلی محوری است تعیین شود.

روش به کار رفته برای تنظیم لقی و اندازه‌گیری آن بستگی به تعداد بیرینگ‌هایی که نصب می شوند دارد. یک روش بررسی لقی محوری، برای مثال در چیدمان بیرینگ توپی چرخ، استفاده از گیج عقربه‌ای می‌باشد (شکل ۱۰). هنگام تنظیم بیرینگ‌های مخروطی و اندازه‌گیری لقی شفت یا نشیمنگاه بیرینگ باید چندین دور در هر دو جهت چرخانده شود تا از تماس صحیح انتهای رولرها با لبه راهنمای رینگ داخلی اطمینان حاصل شود. در صورت تماس غیر صحیح نتایج اندازه‌گیری نادرست بوده و تنظیم دلخواه به دست نمی‌آید.

شکل ۹

شکل ۱۰



با ما تماس بگیرید !

www.toproll.net

## نصب بیرینگ ها با رینگ داخلی مخروطی

در بیرینگ‌ها با رینگ داخلی مخروطی رینگ داخلی همیشه به صورت تداخلی نصب می‌شود درجه تداخل با انتخاب تلرانس شفت مانند بیرینگ‌ها با رینگ داخلی استوانه‌ای تعیین نمی شود و به میزان حرکت بیرینگ بر روی سطح مخروطی شفت یا غلاف واسطه یا بیرون کشیدنی بستگی دارد. با حرکت بیرینگ بر روی سطح مخروطی لقی داخلی کاهش می‌یابد. با اندازه‌گیری این کاهش لقی درجه تداخل و انطباق صحیح تعیین می‌شود.
هنگام نصب بیرینگ‌های خود تنظیم، رولبرینگ های توریدال CARB، رولبرینگ‌های کروی و رولبرینگ های استوانه‌ای دقیق با رینگ داخلی مخروطی میزان کاهش لقی یا بالاروی محوری (Axial Drive-up) بر روی سطح مخروطی تعیین شده و مشخص کننده درجه تداخل می‌باشد.

## بیرینگ‌های کوچک

بیرینگ‌های کوچک را می‌توان بر روی سطح مخروطی به کمک یک مهره حرکت داد. در صورت استفاده از غلاف واسطه از مهره غلاف استفاده می‌شود. غلاف بیرون کشیدنی کوچک را می‌توان به کمک یک مهره به زیر بیرینگ هل داد. آچارهای قلابدار یا ضربه‌ای (Hook or Impact Spanner) را می‌توان برای سفت کردن مهره استفاده کرد. سطوح شفت و غلاف را باید قبل از نصب به روغن آغشته نمود.

## بیرینگ‌های متوسط و بزرگ

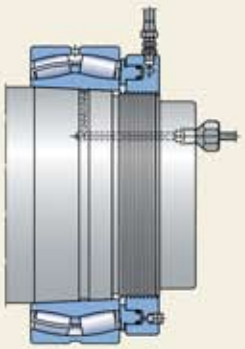
برای بیرینگ‌های بزرگ نیروی بسیار زیادی لازم است. لذا از روش‌های زیر استفاده می‌شود
- مهره هیدرولیکی
- روش تزریق روغن

در هر دو روش عملیات نصب به طور قابل ملاحظه ای ساده می‌شود. در هر دو روش به تجهیزات تزریق روغن نیاز است.
هنگام استفاده از مهره هیدرولیکی برای نصب باید آن را بر روی رزوه شفت یا غلاف به طوری قرار داد که پیستون آن با رینگ داخلی بیرینگ یا مهره روی شفت یا صفحه متصل به انتهای شفت تماس داشته باشد با تزریق روغن به مهره هیدرولیکی پیستون به صورت محوری جا به جا شده و نیروی لازم برای نصب را اعمال می‌کند.
در شکل‌های مقابل نصب یک رولبرینگ کروی به کمک مهره هیدرولیکی بر روی
- شفت مخروطی شکل (شکل۱۱)
- غلاف واسطه(شکل ۱۲)
- غلاف بیرون کشیدنی (شکل۱۳)، نشان داده شده‌اند.

در روش تزریق روغن، روغن تحت فشار بین رینگ داخلی و شفت تزریق شده و یک لایه روغن تشکیل می‌شود. این لایه روغن سطوح تماس را جدا کرده و اصطکاک بین آن ها را کاهش می‌دهد این روش معمولاً برای نصب مستقیم بیرینگ بر روی شفت‌های مخروطی به کار می‌رود (شکل۱۴).
اما می توان آن را برای نصب بیرینگ‌ها بر روی غلاف واسطه بیرون کشیدنی که دارای تجهیزات لازم برای تزریق روغن می‌باشند نیز به کار برد.

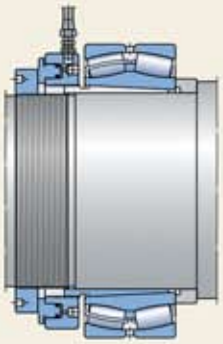
یک پمپ یا یک تزریق کننده روغن فشار مورد نیاز را تأمین می‌کند. روغن از طریق سوراخ‌هایی به محل تماس وارد شده و با کمک شیارها بر روش شفت یا غلاف توزیع می‌شود. لذا سوراخ های و شیارهای مورد نیاز باید هنگام طراحی چیدمان بیرینگ‌ها در نظر گرفته شوند. یک رولبرینگ کروی برروی غلاف بیرون کشیدنی با سوراخ‌های تزریق روغن در شکل ۱۵ نشان داده شده است.

**شکل ۱۱**

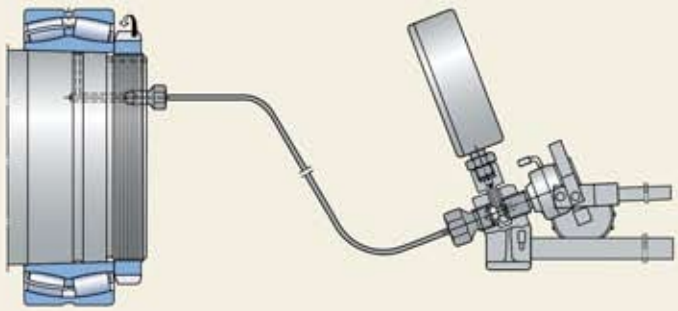


**شکل ۱۲**

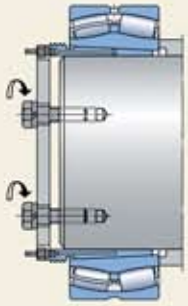
**شکل ۱۳**



**شکل ۱۴**



**شکل ۱۵**





با ما تماس بگیرید !
۰۲۱-۳۳ ۹۹ ۰۴ ۰۵
www.toproll.net

### تعیین میزان انطباق تداخلی

بیرینگ‌ها با رینگ داخلی مخروط همیشه به صورت تداخلی نصب می‌شوند. کاهش لقی داخلی یا جا به جایی محوری رینگ داخلی بر روی سطح مخروطی برای تعیین و اندازه‌گیری درجه تداخل به کار می‌روند. روش‌های مختلفی را می‌توان برای اندازه‌گیری درجه تداخل به کار برد.

۱- اندازه‌گیری کاهش لقی به کک فیلر (Feeler)
۲- اندازه‌گیری زاویه سفت کردن مهره قفل کن
۳- اندازه‌گیری حرکت محوری
۴- اندازه‌گیری انبساط رینگ داخلی

شرح خلاصه‌ای از روش‌های فوق در ادامه آورده می‌شود.

### اندازه‌گیری کاهش لقی با فیلر

روش استفاده از فیلر برای اندازه‌گیری لقی داخلی قبل و بعد از نصب برای بیرینگ‌های متوسط و بزرگ کروی و توریدال به کار می‌رود. لقی ترجیحاً باید بین رینگ خارجی و رولرهایی که تحت بار نمی‌باشند، اندازه‌گیری شود (شکل ۱۶)

### اندازه گیری زاویه سفت کردن مهره قفل کن

اندازه‌گیری زاویه سفت کردن مهره قفل کن یک روش ثابت شده برای تعیین درجه تداخل صحیح در بیرینگ‌های کوچک و متوسط بر روی شفت مخروطی می‌باد (شکل ۱۷). مقادیر زاویه سفت کردن α برای تنظیم دقیق بیرینگ بر روی شفت مخروطی برای هر بیرینگ تعیین شده‌اند.

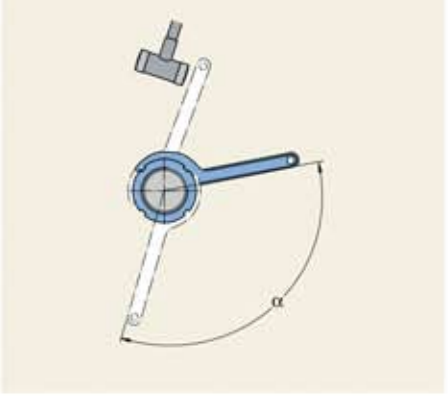
### اندازه‌گیری حرکت محوری

نصب بیرینگ‌ها با رینگ داخلی مخروطی را می‌توان با اندازه‌گیری حرکت محوری رینگ داخلی بر روی سطح مخروطی انجام داد.

یک روش مناسب روش Drive-up است. این روش نصب، روشی ساده و قابل اطمینان برای تعیین درجه تداخل می‌باشد. انطباق صحیح با کنترل جا به جایی محوری بیرینگ از یک موقعیت از پیش تعیین شده به دست می‌آید. در این روش به مهره هیدرولیکی که به آن ساعت اندیکاتور (Dial Indicator) متصل است و پمپ هیدرولیکی مجهز به گیج دیجیتال فشار نیاز می‌باشد (شکل۱۸). مقادیر تعیین شده فشار روغن و جا به جایی محوری برای هر بیرینگ نصب دقیق آن بیرینگ را تضمین می‌کنند.

16 شکل ۱۶

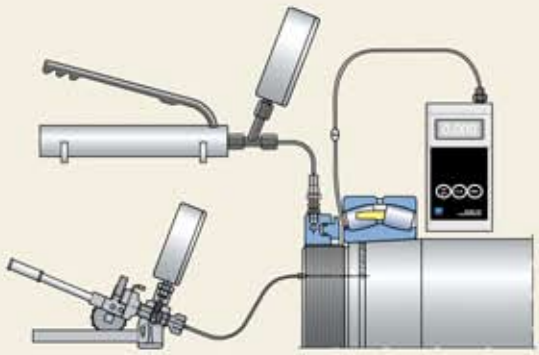
17 شکل ۱۷



18 شکل ۱۸

با ما تماس بگیرید !
www.toproll.net

Fig 19



**اندازه‌گیری انبساط رینگ داخلی**

اندازه‌گیری انبساط رینگ داخلی یک روش ساده و خیلی دقیق برای تعیین موقعیت صحیح رولبرینگ‌های بزرگ کروی و توریدال می‌باشد برای این اندازه‌گیری بیرینگ‌های Sensor Mount که در آن‌ها رینگ داخی بیرینگ به سنسور مجهز می‌باشد به کار می‌روند. سنسور فوق را می‌توان به یک نشان دهنده دستی متصل نموده و هنگام نصب بیرینگ به روش هیدرولیکی میزان انبساط رینگ را اندازه‌گیری نمود (شکل۱۹) نکاتی نظیر اندازه بیرینگ، صافی، سطوح، جنس، طرح (توپر یا توخالی بودن شفت) در این روش مهم نمی‌باشند.

**راه اندازی آزمایشی**

بعد از نصب بیرینگ و روانکاری آن اندازه گیری آزمایشی انجام شده و سر و صدا و دمای بیرینگ بررسی می‌شود.

راه اندازی آزمایشی باید تحت بار کم و در صورتی که سرعت متغیر است درسرعت دهی پایین و متوسط انجام شود تحت هیچ شرایطی نباید بیرینگ ها را در حالت بدون بار راه‌اندازی و با سرعت‌های بالا شتاب داد. زیرا بر اثر لغزش اجزای غلتنده سطح غلتش صدمه دیده و یا قفسه تحت تنش بالا قرار می‌گیرد .

سر و صدا و ارتعاش را می‌توان با استتوسکوپ الکترونیکی(Erectronic Stetho-scope) بررسی کرد. به طور طبیعی بیرینگ ها صدای زیر و بم خرخر (Purring) تولید می‌کنند. سوت کشیدن (Whistling) یا صدای ریز گوش خراش نشان دهنده عدم روانکاری کامل می‌باشد. صدای بلند و غیر یکنواخت مانند چکش کاری در بیشتر موارد نشان دهنده وجود آلودگی در بیرینگ یا صدمه دیدن بیرینگ هنگام نصب می باشد.

افزایش دمای بیرینگ بلافاصله پس از راه‌اندازی طبیعی است. برای مثال در روانکاری با گریس دما تا توزیع یکنواخت گریس در بیرینگ کاهش نمی‌یابد و بعد از آن تعادل دمایی بر قرار می‌شود. افزایش دما یا کارکرد مداوم در دمای بالا نشان دهنده زیاد بودن میزان روانکار و یا واپیچش محوری یا شعاعی بیرینگ است. دلایل دیگر عدم ساخت یا نصب صحیح اجزار در برگیرنده بیرینگ و یا اصطکاک بیش از حد در آب‌بندها می‌باشند.

در حین آزمایش یا بلافاصله بعد از آن آب‌بندها باید برای کارکرد صحیح بررسی شده و کلیه تجهیزات روانکاری به علاوه سطح روغن در حمام روغن نیز بررسی شوند. ممکن است نمونه‌ای از روانکار برای تعیین آلودگی در بیرینگ و یا سایش اجزای چیدمان لازم باشد.

با ما تماس بگیرید !

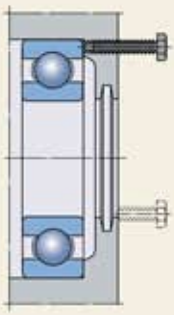
www.toproll.net

شکل ۲۰ 20

**بیرون آوردن بیرینگ ها**

در صورتی که بیرینگ بعد از بیرون آوردن مجددا استفاده می شود نیروی اعمال شده برای بیرون آوردن هرگز نباید از طریق اجزای غلتنده منتقل شود.برای بیرینگ‌های تفکیک‌پذیر رینگ همراه با مجموعه اجزای غلتنده و قفسه رامی‌توان مستقل از رینگ دیگر بیرون آورد. برای بیرینگ‌های تفکیک ناپذیر ابتدا باید رینگ لق زا از جای خود **بیرون کشید و برای بیرون کشیدن رینگ با** انطباق تداخلی ابزارهایی هک در این بخش شرح داده می‌شوند، بکار برد. انتخاب ابزار به نوع و اندازه بیرینگ و میزان تداخل بستگی دارد.

شکل ۲۱ 21

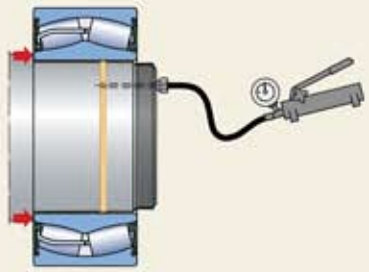


**بیرون آوردن بیرینگ ها با رینگ داخلی استوانه ای**

*** بیرون آوردن سرد**

بیرینگ‌های کوچک را می‌توان با ضربات چکش از طریق ابزاری واسطه که با پیشانی رینگ تماس دارد و یا ترجیحاً با استفاده از یک پولی کش (Puller) بیرون آورد. شاخک‌های پولی کش باید پشت پیشانی رینگی که قرار است بیرون کشیده شود و یا اجزای مجاور آن (شکل ۲۰)، نظیر رینگ شیاردار قرارگیرند. عملیات بیرون کشیدن در موارد زیر ساده‌تر می‌شود

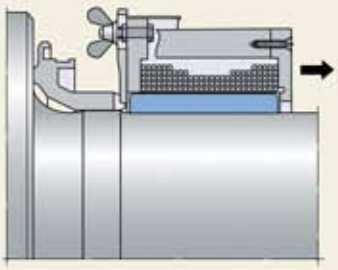
شکل ۲۲ 22



• سوراخ‌های رزوه شده ای در پیشانی‌های نشیمنگاه برای استفاده از پیچ‌های بیرون کشنده، تعبیه شده باشد (شکل ۲۱).

• معمولاً نیروی بیشتری برای بیرون آوردن بیرینگ‌های بزرگ‌تر که به صورت تداخلی نصب شده اند لازم است (خصوصاً بعد از مدت طولانی کارکرد و ایجاد خوردگی اصطکاکی) استفاده از روش تزریق روغن به طور قابل ملاحظه‌ای بیرون آوردن بیرینگ را ساده می‌کند. لازمه این روش در نظر گرفتن سوراخ‌ها و شیارهای لازم در هنگام طراحی چیدمان می‌باشد (شکل ۲۲).

شکل ۲۳ 23



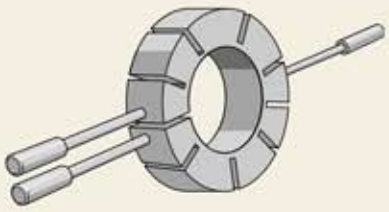
**بیرون آوردن گرم**

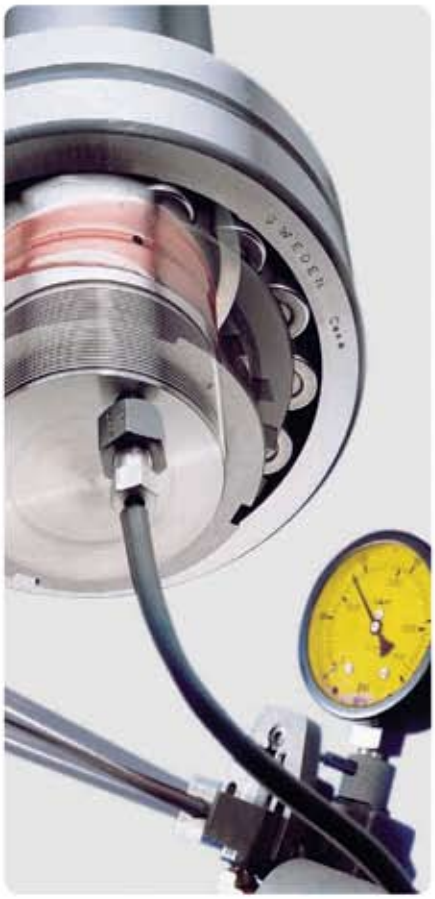
گرمکن‌های القایی خاصی برای بیرون آوردن رینگ‌های بدون لبه و با یک لبه رولبرینگ‌های استوانه‌ای موجود می‌باشند. این گرمکن‌های رینگ را بدون گرم شدن شفت گرم کرده و با انبساط آن رینگ به راحتی بیرون آورده می‌شود. گرمکن‌های القایی الکتریکی(شکل۲۳) دارای یک یا چند کویل می‌باشند که به کمک جریان متناوب گرم می‌شوند.

هنگام کارکرد این گرمکن‌ها رینگ حالت مغناطیسی (آهنربایی) پیدا می‌کند، لذا لازم است که در پایان عملیات خاصیت مغناطیسی رینگ گرفته شود. استفاده از تجهیزات الکتریکی بیرون آوردن برای بیرینگ‌های کوچکی که مکرراً نصب و بیرون آورده می‌شوند از نظر اقتصادی با صرفه می‌باشد.

هنگامی که لازم است رینگ داخلی بدون لبه و یا با یک لبه رولبرینگ‌ها استوانه‌ای یا رینگ داخلی بیرینگ‌های بزرگ (تا قطر داخلی400mm) بیرون آورده شود می توان از ابزار ارزان‌تری که به بیرون کش حرارتی (thermo-Withdrawal) رینگ معروف است استفاده کرد.این ابزار یک رینگ شیار را می باشد که از جنس آلیاژ سبک است.

شکل ۲۴ 24







با ما تماس بگیرید !

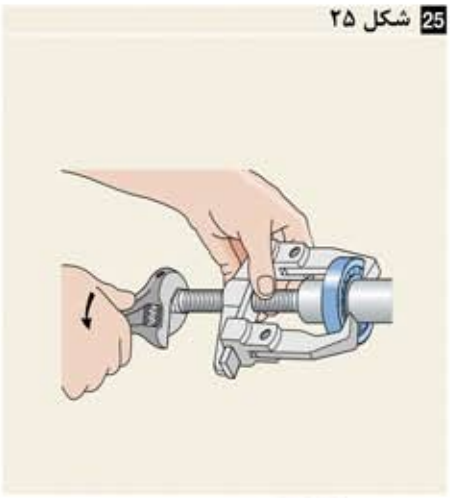
www.toproll.net

**بیرون آوردن بیرینگ ها با رینگ داخلی مخروطی**

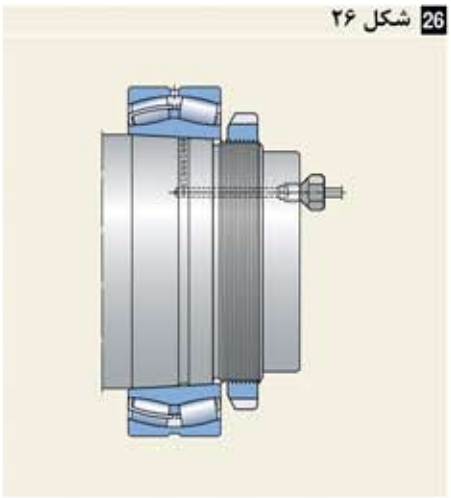
بیرینگ‌های کوچک و متوسط بر روی شفت مخروطی را می‌توان با پولی کشی که رینگ داخلی را گرفته است بیرون آورد (شکل ۲۵). استفاده از پولی کش خود مرکز کننده (Self-Centering) برای جلوگیری از صدمه دیدن شفت بهتر می‌باشد. بیرینگ‌ها بر روی شفت‌های مخروطی، معمولاً خیلی سریع آزاد می‌شوند لذا لازم است به روشی، نظیر استفاده از مهره قفل کن، از افتادن آن‌ها جلوگیری کرد.

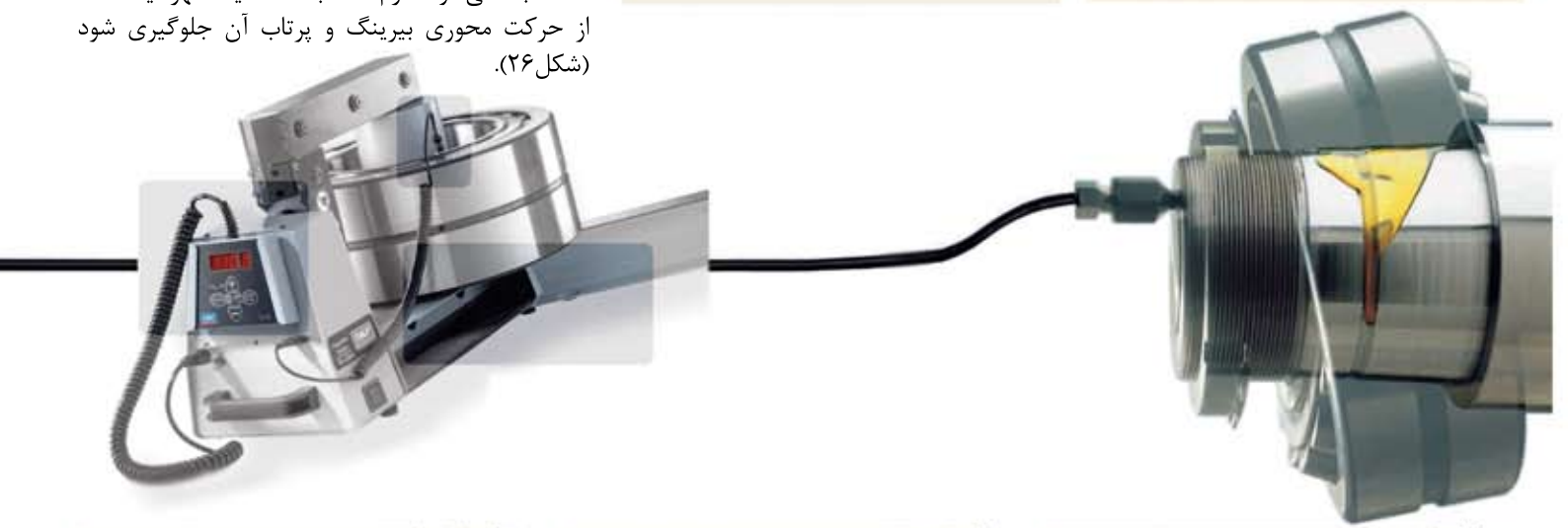
بیرون آوردن بیرینگ‌های بزرگ بر روی شفت‌های مخروطی به روش تزریق روغن بسیار ساده است. پس از تزریق روغن پرفشار بین سطوح تماس بیرینگ از روی شفت جدا می‌شود. لازم است به کمک یک مهره یا صفحه از حرکت محوری بیرینگ و پرتاب آن جلوگیری شود (شکل۲۶).

25 شکل ۲۵

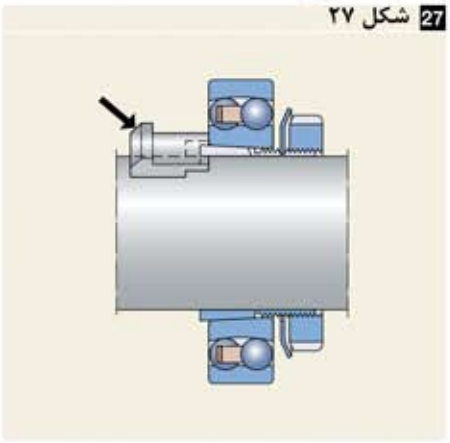


26 شکل ۲۶

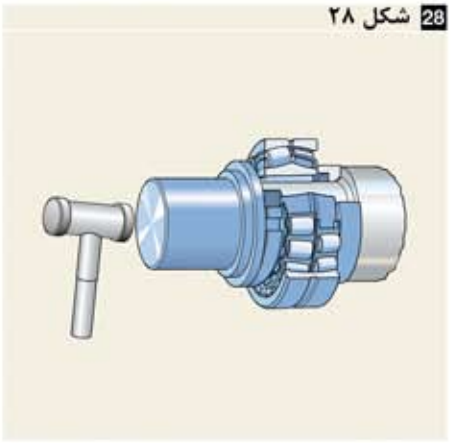




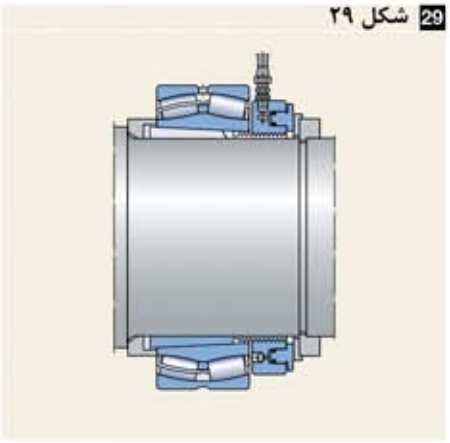
27 شکل ۲۷



28 شکل ۲۸



29 شکل ۲۹



**بیرون‌آوردن بیرینگ‌ها بر روی غلاف واسطه**

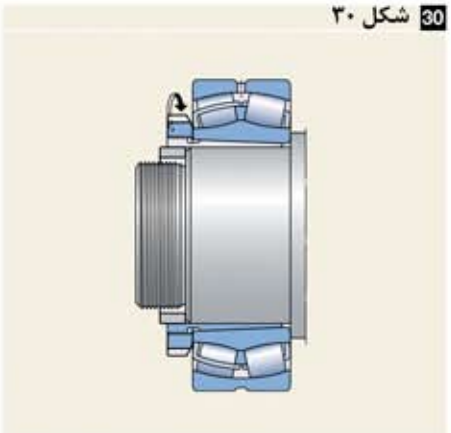
بیرینگ‌های متوسط و کوچک را می‌توان با ضربات چکش که از طریق یک رینگ واسطه به بیرینگ وارد می‌شود، را بیرون آورد (شکل۲۷). باید توجه شود که قبل از انجام این کار باید مهره غلاف کمی باز شده باشد.بیرینگ‌های کوچک و متوسط بر روی شفت‌های پله دار را می‌توان با ضربات چکش که از طریق یک بوش به مهره از قبل شل شده غلاف واردمی‌شود، را بیرون آورد (شکل۲۸).

بیرون آوردن بیرینگ‌های بزرگ بر روی غلاف واسطه به کمک مهره هیدرولیکی بسیار ساده است. برای استفاده از این روش بیرینگ باید در مقابل یک پیشانی نصب شده باشد (شکل۲۹). اگر بوش دارای سوراخ و شیارهای توزیع روغن باشد با روش تزریق روغن عملیات بیرون آوردن بسیار ساده خواهد شد.

**بیرون آوردن بیرینگ‌های بر روی غلاف بیرون کشیدنی**

هنگام بیرون آوردن بیرینگ‌ها بر روی غلاف بیرون کشیدنی جزء قفل کن محوری (مهره قفل کن، درپوش و غیره) باید برداشته شود.بیرینگ‌های کوچک و متوسط را می‌توان با استفاده از یک مهره قفل کن و آچار ضربه‌ای یا قلابدار بیرون آورد (شکل۳۰).

30 شکل ۳۰



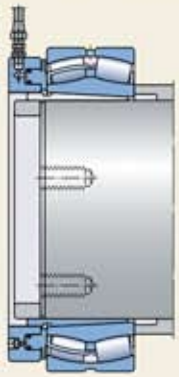


با ما تماس بگیرید !

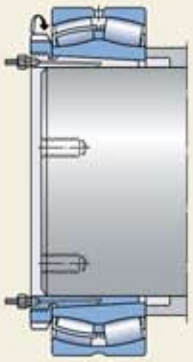
www.toproll.net

ابزار مناسب برای بیرون آوردن بیرینگ‌های بزرگ مهره‌ی هیدرولیکی می‌باشد اگر بخش رزوه شده غلاف از انتهای شفت یا پله شفت بیرون زده شده باشد یک رینگ حمایت کننده با حداکثر ضخامت ممکنه باید در بوش قرارداد تا از واپیچش و خرابی رزوه هنگام سفت کردن مهره جلوگیری شود. توصیه می‌شود که پشت مهره هیدرولیکی یک صفحه نگهدارنده نصب شود (شکل ۳۱) این صفحه از پرتاب مهره و غلاف در صورت جداشدن ناگهانی غلاف از شفت جلوگیری می‌کند.غلاف‌های بیرون کشیدنی برای بیرینگ‌های بزرگ معمولاًدارای سوراخ و شیارهای توزیع روغن برای استفاده از روش تزریق روغن می‌باشد. استفاده از روش تزریق روغن هنگام بیرون کشیدن بیرینگ‌های بزرگ باعث صرفه‌جویی در وقت می‌شود.(شکل ۳۲)

31 شکل ۳۱



32 شکل ۳۲



**انبار داری بیرینگ ها**

بیرینگ‌ها را می‌توان در جعبه‌های اصلی برای سال‌ها نگهداری کرد، به شرطی که رطوبت نسبی از ٪۶۰ بیشتر نبوده و تغییرات درجه حرارت محل نگهداری زیاد نباشد. همچنین محل نگهداری نباید دارای ارتعاش باشد.

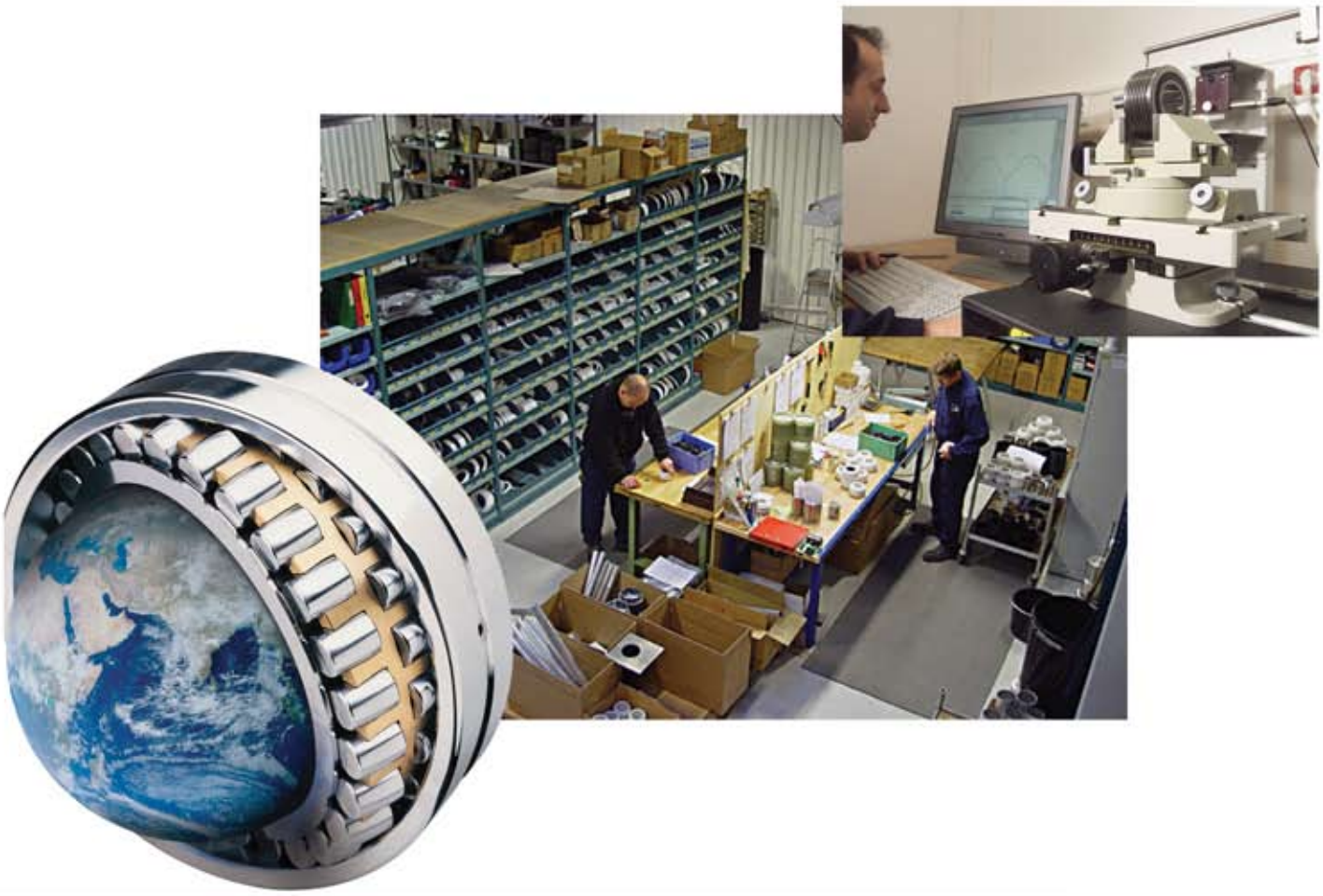
گریس موجود در بیرینگ‌ها آب‌بند شده که برای مدت طولانی در انبار نگهداری شده‌اند ممکن است خراب شده و خواص خود را از دست داده باشد. بیرینگ‌هایی که در جعبه اصلی خود نمی‌باشد به خوبی در مقابل خوردگی و آلودگی محافظت شوند.

بیرینگ‌های بزرگ باید به صورت خوابیده نگهداری شوند و کل سطح جانبی رینگ‌ها حمایت شده باشد در صورت نگهداری این بیرینگ‌ها به صورت ایستاده وزن رینگ‌ها و اجزای غلتنده باعث تغییر کل دائمی بیرینگ می‌شود، زیرا رینگ‌های بیرینگ ضخامت نسبتاً کمی دارند.

**بازرسی و تمیز کردن**

بیرینگ‌ها و رولبرینگ‌ها مانند دیگر اجزا مهم ماشین باید تمیز و بازرسی شوند. فاصله زمانی بین بازرسی‌ها کاملاً بستگی به شرایط کارکرد دارد.

اگر امکان تعیین شرایط بیرینگ در حین کار از طریق گوش کردن به صدای بیرینگ و اندازه‌گیری دمای آن و یا آزمایش روانکار وجود داشته باشد. بازرسی و تمیز کردن سالیانه بیرینگ (رینگ‌ها، قفسه و اجزای غلتنده) کافی است. در صورت وجود بارهای سنگین باید تعداد دفعات بازرسی افزایش یابد. برای مثال بیرینگ های نوردی (Rolling Mill) را اغلب پس از تعویض غلتک‌ها (Rolls) بازرسی می‌کنند.پس از تمیز کردن اجزای بیرینگ با محلول مناسب (اسپریت سفید، پارافین و غیره) باید برای جلوگیری از خوردگی آن‌ها به روغن یا گریس آغشته نمود. این موضوع برای بیرینگ‌های ماشین آلاتی که برای مدت طولانی متوقف می‌باشند مهم است.





با ما تماس بگیرید !

www.toproll.net