

مجله ساخت و تولید منتشر می کند:

دومین شماره

بیرینگ ایران

بلبرینگ، رولبرینگ، نیدل بیرینگ، بالسکرو، لینیر،

کاسه نمد، تسمه، زنجیر و ادوات انتقال نیرو (یاتاقان،

پولی،



در این شماره می‌خوانید:

ناظم الاطباء پایتخت بیرینگ ایران/۱۰

بلبرینگ اسکویی نامی آشنا در صنعت بیرینگ ایران/۱۲

انواع بیرینگ و طبقه بندی آنها/۱۷

اصطلاحات بیرینگ‌ها (Bearings)/۱۹

انواع بیرینگ غلتشی/۲۲

انتخاب نوع بیرینگ/۳۵

انتخاب سایز بیرینگ/۴۸

اطلاعات عمومی بیرینگ‌ها/۶۷

کاربرد بیرینگ‌ها/۸۵

آشنایی با بیرینگ‌های خطی/۹۴

انواع یاتاقان‌های بایستی (لغزشی) و کاربرد آنها/۱۱۷

چرخه‌ی عمر بیرینگ/۱۲۸

بشر از آغاز خلقت بر روی زمین تلاش کرده است تا با اختراعات و ابداعات خود، آسایش را برای خودش فراهم کند. بعد از کشف آتش، اختراع چرخ را می‌توان بزرگ‌ترین موفقیت بشر متمدن دنیای باستان دانست. با به کار گرفتن چرخ، کار حمل بار و حرکت دادن آن راحت‌تر شد اما اصطکاک، مخالف همیشگی حرکت، نمی‌گذاشت چرخ به راحتی بچرخد. ولی اصطکاک هرچه که هم قوی باشد نمی‌تواند در مقابل ذهن خلاق بشر مقاومت کند. از زمان مصریان باستان که از چربی حیوانات برای مقابله با اصطکاک استفاده می‌شد تا اختراع بایست توسط ایساک بابیت آمریکایی در سال ۱۸۳۹ تا به امروز که از یاتاقان‌های مغناطیسی استفاده می‌شود انسان همواره کوشیده است تا اصطکاک را در محل چرخش محور روی تکیه‌گاهش به حداقل برساند. نتیجه این تلاش، اختراع و توسعه صدها نوع یاتاقان بوده است بطوریکه در اکثر وسایل زندگی ما حداقل یکی از آنها استفاده می‌شود. مجله ساخت و تولید نیز سعی کرده است با انتشار نخستین ویژه‌نامه بیرینگ، سهم بسیار کوچکی در این تلاش صورت گرفته داشته باشد.

آنچه پیش رو دارید نتیجه تلاش یک ساله بخش تحریریه و بازرگانی مجله است تا مجموعه‌ای شامل اطلاعات فنی و تجاری به مخاطبان ارائه شود. اگر چه مطالب ارائه شده در این شماره جامع نیست و بعضی از جداول حذف شده است اما سعی خواهیم کرد در شماره‌های آتی این نواقص را بر طرف کنیم و مطمئناً رفع این مشکلات بدون همراهی شما مقدور نخواهد بود لذا از تمام مخاطبان، صنعتگران و تجار تقاضا می‌شود با نظرات خود ما را در ارائه یک اثر جامع و مانع یاری رسانند.

بعضی از جداول و مطالب که امکان چاپ آنها مقدور نبوده است در سایت مجله قرار داده شده است و دانلود آنها برای همگان رایگان می‌باشد.

در ترجمه متون این ویژه‌نامه سعی شده است از اصطلاحات رایج در بازار ایران استفاده شود. به عنوان مثال اگرچه ترجمه Roller bearing، یاتاقان غلتکی است و تلفظ انگلیسی آن رولبرینگ است ولی در اینجا از اصطلاح رایج آن یعنی رولبرینگ استفاده شده است.

همچنین در این اثر برای کلمه Bearing که معادل فارسی آن یاتاقان است همان کلمه بیرینگ استفاده شده است زیرا خود کلمه یاتاقان (یاتاقان) ترکی است و بسیاری از مردم به نوع خاصی از بیرینگ، یاتاقان می‌گویند. همچنین bearing را بعضی‌ها برینگ و بعضی‌ها بیرینگ تلفظ می‌کنند اما در جستجوی‌های اینترنتی، فراوانی بیرینگ بسیار بیشتر از برینگ است لذا در این اثر از بیرینگ استفاده شده است.

در پایان لازم می‌دانم از آقای مهدی آیتی نیا (مدیر پروژه)، آقای مهندس علی تاجیک (گردآورنده اطلاعات بیرینگ‌های غلتشی)، شرکت سازه‌های یاتاقان شهریار (ارائه کننده مقاله یاتاقان‌های لغزشی)، کلیه شرکت‌های حامی این مجله و سایر همکاران تشکر و قدردانی کنم.

محمد برزگری - مهر ۱۳۹۳

صاحب امتیاز، مدیر مسؤول و سردبیر: مهندس محمد برزگری

مدیر پروژه و تحقیقات بازار: مهدی آیتی نیا

روابط عمومی: مسعود ویلیایی

واحد بازرگانی و فروش:

مریم دلیر، داریوش محمد باقر

واحد اصفهان: سعید خانی

تدارکات: پداله حاتم

گرافیکست: مسعود نوروزی، خالد رسولی

اشتراک: نسرتین شمس

امور اداری و منابع انسانی: سمیه کردی

آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان آزادی، تقاطع خوش جنوبی، بین

خوش جنوبی و کوچه کامیاران، پ ۲۵۰، طبقه اول، واحد ۱۵

تلفکس: ۰۶۸۳۳۳۴۹ - ۰۶۸۳۳۳۵۲ - ۰۹۱۲۱۸۵۹۰۶۸

در صورت تغییر شماره تلفن‌ها از طریق

همراه ۰۹۱۲۱۸۵۹۰۶۸، شماره تلفن‌های جدید را جویا شوید

www.irmpm.com | mag@irmpm.com

لیتوگرافی: نقره آبی

چاپ و صحافی: چاپ شادرنگ

(جاده مخصوص کرج، یکمتر ۱۴، خیابان ۴۹، کوچه دوم)

پخش: شرکت نشر گستر امروز

- نقل مطالب این نشریه تنها با مجوز مدیر مسؤول مجاز است.

- استفاده از طرح‌آگهی‌های مجله تنها با مجوز مدیر مسؤول مجاز است.

- نظر نویسندگان و صاحب‌شوندگان لزوماً نظر نشریه نیست.

فرم اشتراک در آخرین صفحه تک رنگ

ناظم الاطباء پایتخت بیرینگ ایران

گزارش از مهدی آیتی نیا

کوچه ای نسبتاً باریک که با توجه به تعداد تردد افراد و چرخدستی ها و وسایل حمل بار، یک خودرو به سختی از آن عبور می کند یک سر آن به خیابان اکباتان در منطقه ۱۲ تهران و سر دیگر آن به خیابان امیرکبیر متصل است و بخشی از بازار چراغ برق قدیم محسوب می شود. ولی جالب اینجاست که در دل این کوچه به ظاهر نه چندان طولانی، بالغ بر ۵۰۰ شرکت و واحد فروش و توزیع انواع بیرینگ، بالسکرو، لینیر، کاسه نمد و غیره... به صورت مستقیم مشغول فعالیت هستند و شاید به همین تعداد هم هستند کسانی که

دکتر میرزا علی اکبر خان نفیسی مشهور و ملقب به ناظم الاطباء کرمانی (تولد ۱۷ ربیع الثانی ۱۲۶۳ هجری قمری در کرمان، درگذشت ۲۶ ذیقعد ۱۳۴۲ هجری قمری برابر با نهم خرداد ماه سال ۱۳۰۳ خورشیدی در تهران) پزشک، ادیب و دانشمند ایرانی و از برجسته ترین پزشکان ایرانی اواخر عهد قاجار محسوب می شود و پزشک مخصوص دربار مظفرالدین شاه و مؤثر در امضای فرمان مشروطیت بوده است. وی در تأسیس چند مریضخانه به سبک اروپایی در تهران



به صورت غیر مستقیم به عنوان واسطه افراد متفرقه، فروشنده و حمل کننده های بار و... در ناظم الاطباء مشغول امرار معاش می باشند.

حدود ۸ تا ۱۰ پاساژ بزرگ و کوچک که هر کدام دو تا چهار طبقه هستند در دل این کوچه، جای گرفته اند که پاساژ تهران و پاساژ امام حسین از بزرگترین آنها هستند.

همچنین مجتمع هایی مانند مجتمع تجاری قدس که یک ساختمان ۵ طبقه است نیز در جوار کوچه ناظم الاطباء در خیابان اکباتان می باشد که آن هم از مجتمع های بزرگ فروش بیرینگ در منطقه به حساب می آید.

و مشهود... نقش اصلی داشته و از بنیان گذاران نخستین مجلس حفظاالصحة در تاریخ ایران به شمار می آید. البته این مجال کوتاه بحث در باب زندگی نامه این بزرگوار نیست بلکه شاید وجه تسمیه عجیب مکانی در میان باشد که هیچ شباهت و ارتباط خاصی با اسمش ندارد ولی هرچه هست، نامی جا افتاده و آشنا در صنعت است برای جامعه صنعتی و صنعتگران کشور. به طوریکه می توان کوچه ی ناظم الاطباء را که البته به طب و پزشکی هیچ ارتباطی ندارد، مرکز فروش و توزیع بیرینگ و خانواده آن در ایران در نظر گرفت.

واردات و به تبع آن عرضه کم محصولات، رکود بازار را طبیعی دانست ولی مهمترین مشکل بازار بلبرینگ را فرار سرمایه قلمداد کرد و اینکه صاحبان کار و سرمایه همه سرمایه کسب شده از این راه را دوباره وارد چرخه بازار نکرده اند و به مراوده های اقتصادی دیگری مشغول هستند.

اسکویی در مورد ساخت بلبرینگ در ایران می گوید هیچ شرکتی توانایی راه اندازی یک کارخانه بزرگ بلبرینگ را در ایران ندارد که مهمترین دلیلش کمبود سرمایه است. به گفته او یک شرکت تایوانی در سال ۲۰۰۷ حدود ۲۷ میلیون دلار برای ساخت کارخانه هزینه کرده است حالا هزینه های جانبی بعدی به جای خود، در ایران هیچ شرکت خصوصی بدون حمایت همه جانبه دولت امکان احداث کارخانه و تولید انبوه برینگ آن هم در شرایط رقابت بین المللی به خصوص با شرکت های قدرتمند آسیایی واقع در چین و تایوان، را ندارد.

از نظر اسکویی توجه صرف به بازار داخلی بدون برنامه ریزی برای در اختیار گرفتن بازار های بین المللی منجر به شکست قطعی شرکت می شود چرا که محصولی که یارای رقابت بین المللی را ندارد در مقایسه با رقبای قدرتمند خود بازار داخلی را هم از دست خواهند داد. تقابلی بودن اکثر محصولات بازار بلبرینگ هم موضوع غم انگیزی است که اسکویی به آن اشاره کرد: بیش از ۹۰٪ محصولات موجود در بازار هیچ منبع مشخص و معتبری نداشته و با قیمت ارزان از کمپانی های نامعتبر چینی وارد می شوند و هیچ راه کار مشخصی هم برای شناسایی این محصولات و جلوگیری از ورود آنی آنها هم وجود ندارد تنها وجدان کاری و سابقه کاری شرکت عامل سنجش کیفیت محصولات شرکت

ها در بازار بلبرینگ ایران می باشد.

بلبرینگ اسکویی را ترک کردم و به سراغ بلبرینگ فروشان دیگر رفتم اما سوالم بدون پاسخ ماند که چگونه این بازار بلبرینگ شکل گرفته است و چگونه این همه رقیب در کنار یکدیگر جمع شده اند. رقبایی که بعضی هایشان با هم دوستان صمیمی و بعضی ها هم ...

شلوغی تردد در معابر ناظم الاطباء به حدی است که از لابلای چرخ های حمل بار و کارگران و فروشندگان ها، بخصوص واسطه ها به سختی می توان در یک مسیر مستقیم حرکت کرد.

چند دقیقه ای با قصری مدیر شرکت تکامل بلبرینگ که در دفتر فروشگاه مشغول مرتفع کردن امور بودند همراه شدم.

قصری از فردی به نام رضوی به عنوان اولین فروشنده بلبرینگ در ناظم الاطباء یاد کرد که در سال ۱۳۵۰ در این منطقه شروع به کار کرده است.

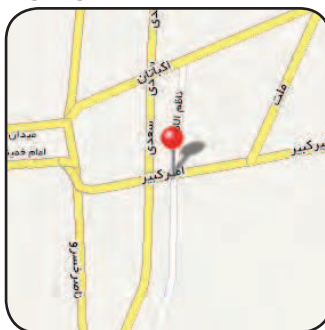
پس از او به مرور زمان فروشنده های دیگر نیز اضافه شدند تا شرایط به شکل کنونی در آمده است. از نظر قصری حضور این تعداد شرکت در این منطقه شلوغ و پر جمعیت و پر رفت و آمد نیازمند زیر ساخت



های لازم است از جمله آسفالت مناسب و ساماندهی خودروها، چرخ های باربری وجود سردر و تابلو مناسب برای ناظم الاطباء و... که حداقل بخشی از مشکلات این منطقه تجاری صنعتی را مرتفع می کند.

بعد از صحبت با قصری چند دقیقه ای هم میهمان حمید اسکویی از شرکت بلبرینگ اسکویی بودم. از وضع بازار و تحریم ها و شرایط کسبه جويا شدم.

او با تاکید بر تاثیر بسزای تحریم ها در





بلبرینگ اسکویی نامی آشنا در صنعت بیرینگ ایران

گزارش از مهدی آیتی نیا

مقاطع آلومینیومی جهت ساخت شاسی و کاور ماشین آلات صنعتی، دنده شانه ای ساده و مورب، استپ موتور، اسپیندل موتور و انرژی گاید.

***پس ما با یک مجموعه کامل صنعتی طرف هستیم که مشتری معمولاً دست خالی از آن خارج نمی‌شود؟**

دقیقاً همینطور است. سعی ما در مقاطع مختلف زمانی حتی در اوج تحریم ها این بوده که مشتری هیچ خلأی را احساس نکند.

***بلبرینگ اسکویی نماینده توزیع چه محصولاتی است؟**

ما نماینده محصولات ABBA ساخت کارخانه (SKF) و GMT، NKB، TBI، تایوان، CPS، SAMICK و JMC کره جنوبی، WMH آلمان، KUKAMET، ART و LEVEL ترکیه، شفت های هارد کروم ساخت شرکت NIMAT رومانی، چهار شاخه های صنعتی ساخت MF ایتالیا. و چند برند دیگر که در این مجال نمی‌گنجد، می‌باشیم. تعداد نمایندگی هایی که ما از شرکت های مطرح بین المللی داریم، به دلیل تنوع زیاد محصولاتمان متعدد بوده و در مواقعی از قلم جا می‌ماند.

***آیا شما در حوزه ساخت هم فعالیت دارید؟**

کمتر صنعتگری را می‌توان یافت که بلبرینگ اسکویی را نشناسد. شاید تنوع محصولات این شرکت و خوش نامی او سبب شده است حداقل در حوزه صنعت CNC و اتوماسیون همه او را بشناسند. در گفتگوی اختصاصی با حمید زکی پور اسکویی رمز موفقیت بلبرینگ اسکویی را جویا شدیم.

***بلبرینگ اسکویی از چه سالی فعالیت خود را شروع کرده است؟**

از سال ۱۳۷۴ در بازار بلبرینگ ناظم الاطباء مشغول فعالیت شدیم و به تدریج با گسترش کار و افزایش تنوع محصولات حوزه‌ی کاری را وسیع تر کردیم.

***محصولات بلبرینگ اسکویی چه مواردی را شامل می‌شود؟**

ما مدعی هستیم که همه قطعات مکانیکال مورد نیاز برای ساخت ماشین آلات CNC را در اختیار مصرف کننده قرار می‌دهیم از جمله قطعات ریلی، لینیر، بالاسکرو، بیرینگ های خاص (نسوز، استنلس استیل، قفلی)، یاتاقان، فولی تایمینگ، کوپلینگ های ZERO BACK LASH جهت استفاده در ماشین آلات CNC و اتوماسیون، لوله های خرطومی سیم کشی از سایز ۷ الی ۹۵ میلی متر و انواع اتصالات آنها، انواع گیربکس های خورشیدی، گیره های اتصال سریع (کلمپ)، انواع

حضور فعال ما در نمایشگاه های معتبر داخلی و خارجی است که باعث آشنایی با تکنولوژی روز دنیا و همچنین بروز بودن می شود. ما در نمایشگاه های شرق آسیا از جمله تایوان، کره، چین، هنگ کنگ و تایلند و بعضی از نمایشگاه های ترکیه، آلمان و برخی از شرکت های اروپایی هر ساله شرکت می کنیم و نمایشگاه های معتبر صنعتی ایران را نیز دور از چرخه کاری خود قرار نمی دهیم.

* آینده بازار بلبرینگ و شرکت بلبرینگ

اسکویی را چگونه ارزیابی می کنید؟

بازار مملو از کالاهای قاچاق و نامرغوب شده و این کار را برای ما که به کیفیت بیشتر اهمیت می دهیم سخت کرده است ولی اعتبار چند ساله و همچنین شناخت مشتریان از ما، این اجازه را به ما می دهد تا با قدرت بیشتری کار خود را دنبال کنیم. بلبرینگ اسکویی کار تولید برخی از محصولات را در ایران همچنان که گفته شد با قدرت پیگیری می کند و در صدد گسترش آن است. تمام تلاشمان برای وارد کردن محصولاتی است که نمونه آن در کشور نیست



و همچنین از برند معتبر و با کیفیت بالایی برخوردار می باشند.

* مشتریان چگونه می توانند با بلبرینگ اسکویی در ارتباط باشند؟

مشتریان می توانند با شماره تلفن های ۳۳۹۱۳۳۶۴ - ۳۳۹۸۴۶۱۲ - ۳۳۹۵۱۶۶۰ یا بلبرینگ اسکویی تماس بگیرند. کاتالوگ های محصولات در داخل وب سایت شرکت موجود است و می توانند با مراجعه به سایت WWW.10BC.COM دانلود کنند.

یکی از مواردی که در سال جاری مورد بهره برداری قرار گرفته، کارگاه ما در منطقه سعید آباد در جاده شهریار است که باعث شده در تولید بسیاری از محصولات خودکفا شویم که به نوعی مکمل محصولات وارداتی ما هستند و البته باعث تکمیل شدن دایره خدمات رسانی ما نیز شده است.

* می توانید چند نمونه از تولیدات خود را نام ببرید؟

از جمله این محصولات می توان به موارد زیر اشاره کرد: انواع مدول های خطی با بالسکرو و تسمه های تایمینگ، انواع مقاطع آلومینیومی جهت ساخت شاسی و کاور ماشین آلات صنعتی، سیستم های خطی شیاردار با دقت بالا

* راز موفقیت شرکت تان چیست و علت

شهرت بلبرینگ اسکویی را در چه می دانید؟

اولا پایش مناسب بازار و نیازهای مشتریان و همچنین ارائه پکیج کاملی از محصولات مورد نیاز مخاطبین صنعتی از مواردی بوده که همواره مورد توجه بلبرینگ اسکویی بوده و هست. نکته دوم



کیفیت محصولات ماست که معمولا بدلیل ارتباط مستقیم با شرکت های معتبر مادر و اصلی در این بازار که عمدتاً مملو از برند های تقلبی است، محصولات ما متمایز می نماید. مشتریان عمدتاً از طریق کیفیت محصولات، استعمال های اینترنتی و همچنین تصدیق نامه (سرتیفیکیت) های ما از اصل بودن آنها مطمئن می شوند. ارتباطات ما محدود به شرکت های برند بین المللی نمی شود و ما حتی با بسیاری از اتاق های بازرگانی کشورهای طرف قرارداد از جمله اتاق بازرگانی کره در ارتباط هستیم و جلسات مستمری را برگزار می کنیم. نکته سوم

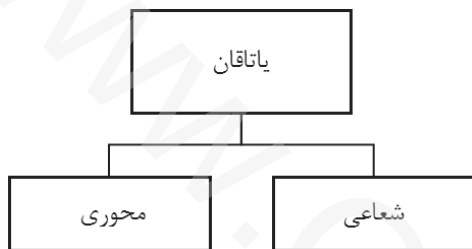
انواع بیرینگ و طبقه بندی آنها

گردآورنده: علی تاجیک کارشناس ارشد مکانیک ساخت و تولید

شرکت معماران، ۰۹۱۲۲۷۰۲۰۷۸، ali2c2002@gmail.com

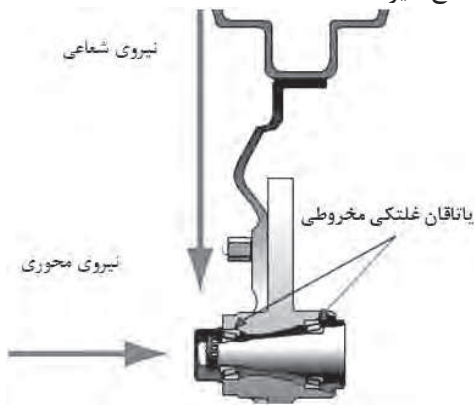
انواع بیرینگ (یاتاقان) ها

بیرینگ ها از لحاظ نیروی وارده به دو دسته زیر تقسیم بندی می شوند.



شکل ۲- طبقه بندی بیرینگ ها از لحاظ نیروی وارده.

- شعاعی: نیروی شعاعی را تحمل می کند و نشیمن گاه این گونه بیرینگ به شکل استوانه است.
- محوری: نیروی محوری را تحمل می کند و نشیمن گاه این گونه بیرینگ تخت و به شکل دایره یا تاج دایره هستند.



شکل ۳- نیروی محوری و شعاعی

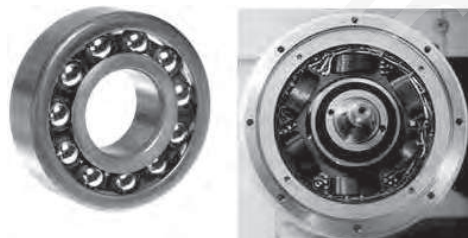
مقدمه

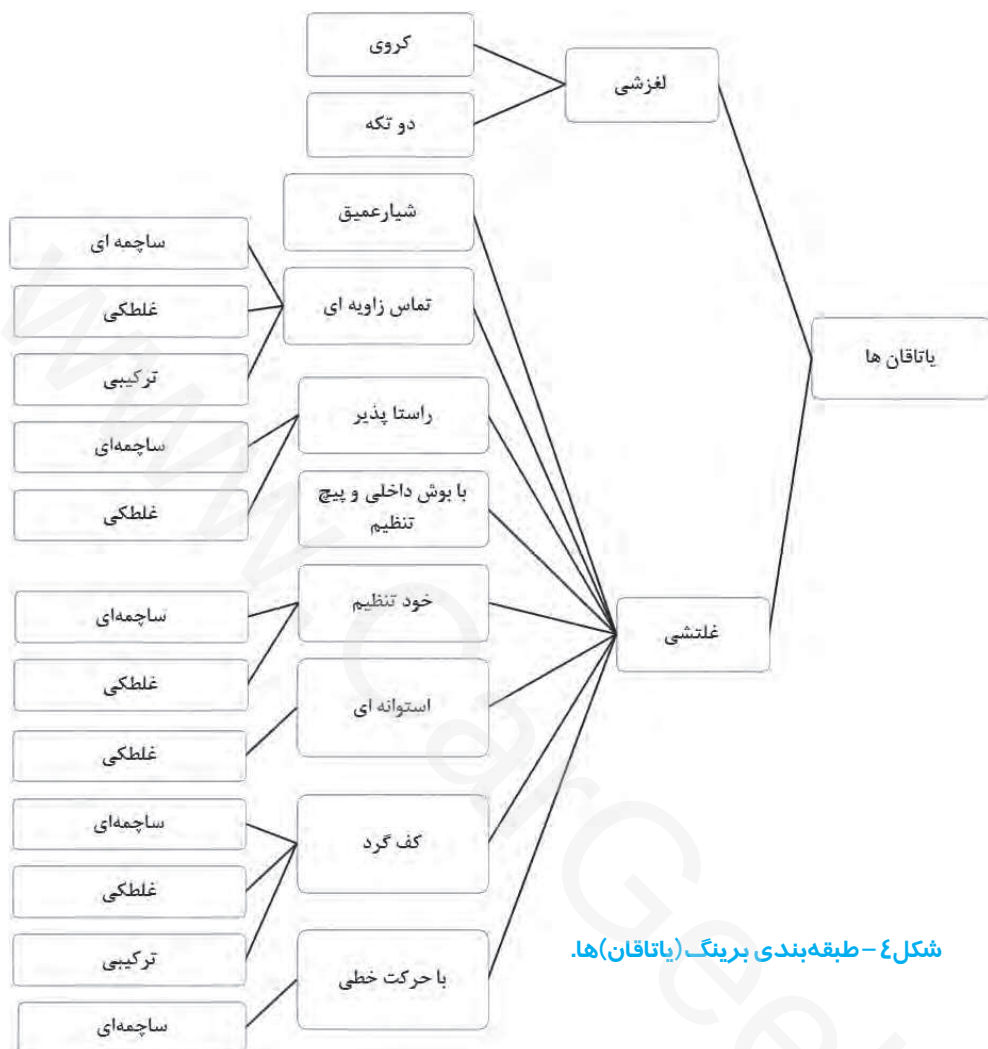
در این نوشتار با توجه به ورژن کاتالوگ های شرکت SKF سعی شده است که انواع بیرینگ ها بررسی و موارد مهم از جمله قواعد انتخاب نوع، سایز و موارد مهم در اصطکاک و روان کاری و کاربرد آنها در یک مجموعه به صورت کامل و البته مختصر شرح داده شود. لازم به ذکر است علاوه بر کاتالوگ های شرکت SKF از کاتالوگ ها و موارد فنی دیگری در تهیه این نوشتار استفاده شده است.

تعریف

بیرینگ ها قطعاتی هستند که معمولاً بر سر شفت ها و محورها نصب می شوند و حرکت موجود در آنها را به صورت روان و یکنواخت انتقال می دهند. این بیرینگ ها به صورت علمی به دو دسته با تماس فیزیکی که نیاز به روان کننده در حین کار خواهند داشت، و نوع دوم بدون تماس فیزیکی تقسیم می شوند. نوع دوم در انتهای فصل اول به صورت تفکیک شده شرح داده خواهد شد. اما نوع مرسوم استفاده شده در تجهیزات و صنایع نوع با تماس فیزیکی یا همان نوع مکانیکی مرسوم است. نمونه ای از یک بیرینگ را می توان در شکل ۱ مشاهده کرد.

شکل ۱- انواع بیرینگ تماسی و مغناطیسی.





شکل ۴ - طبقه بندی بیرینگ (یاتاقان) ها.

و در صنعت مورد استفاده قرار می گیرند. در ادامه انواع بیرینگ ها و مشخصات آنها و پارامترهای موثر در انتخاب و طراحی و کاربرد آنها از دید تولیدکننده معتبری به نام SKF بیان می شود. این شرکت یکی از مهمترین تولیدکننده های بیرینگ و از جمله شرکت های پیشرو در این زمینه است.

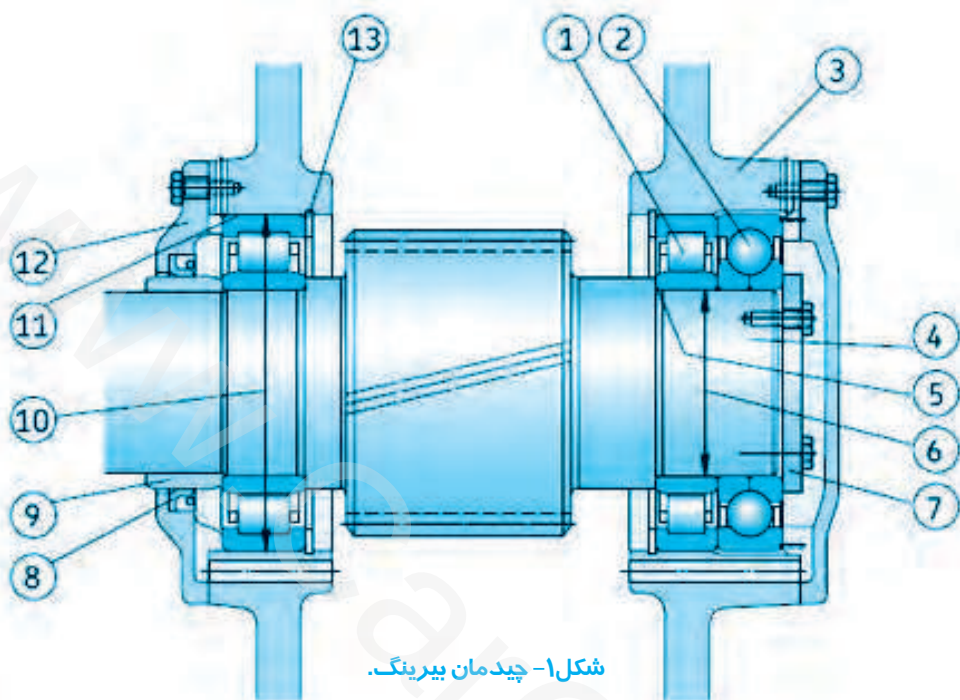
بیرینگ ها از لحاظ نوع حرکت به دو نوع زیر تقسیم بندی می شوند.

- بیرینگ های لغزشی^۱
- بیرینگ های غلتشی^۲

در این نوشتار از تقسیم بندی بیرینگ ها را براساس نوع حرکت بیان شده است. شکل ۴ مورد نظر این نوشتار است دسته بندی های متفاوتی نیز وجود دارد

1 Sliding Bearing

2 Rolling Bearing



شکل ۱- چیدمان بیرینگ.

اصطلاحات بیرینگ‌ها (Bearings)

در ابتدا واژگان فنی بیرینگ‌ها معرفی می‌شود و در ادامه به شرح بیشتر موارد با اهمیت در بیرینگ‌ها پرداخته خواهد شد.

۱- رولبرینگ استوانه‌ای

۲- بلبرینگ (بیرینگ ساچمه‌ای) با چهار

نقطه تماسی

۳- نشیمنگاه یا محفظه (Housing)

۴- شفت

۵- شانه پله شفت

۶- قطر شفت

۷- صفحه قفل کن

۸- آب بند شعاعی شفت

۹- رینگ فاصله انداز

۱۰- قطر سوراخ محفظه (هوزینگ)

۱۱- سوراخ محفظه

۱۲- در پوش محفظه

۱۳- خار فنری

بیرینگ‌های شعاعی (شکل ۹ و ۱۰)

۱- رینگ داخلی

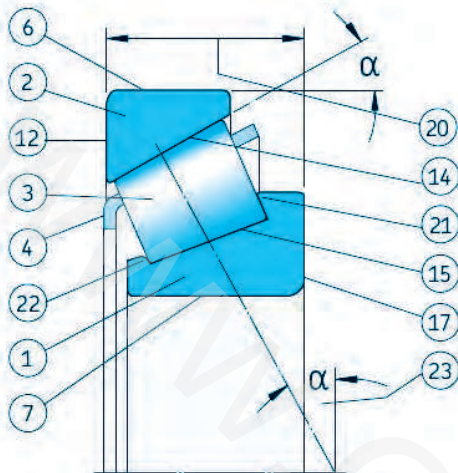
۲- رینگ خارجی

۳- جز غلتان: ساچمه (ball)، غلتان

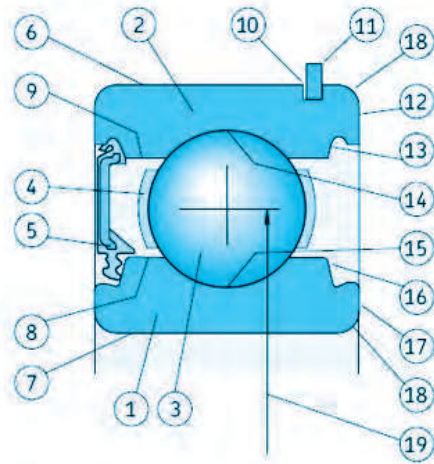
استوانه‌ای (Cylindrical)، غلتان سوزنی

(Needle)، غلتان مخروطی (Tapered Roller)

و غلتان بشکه‌ای (Spherical)

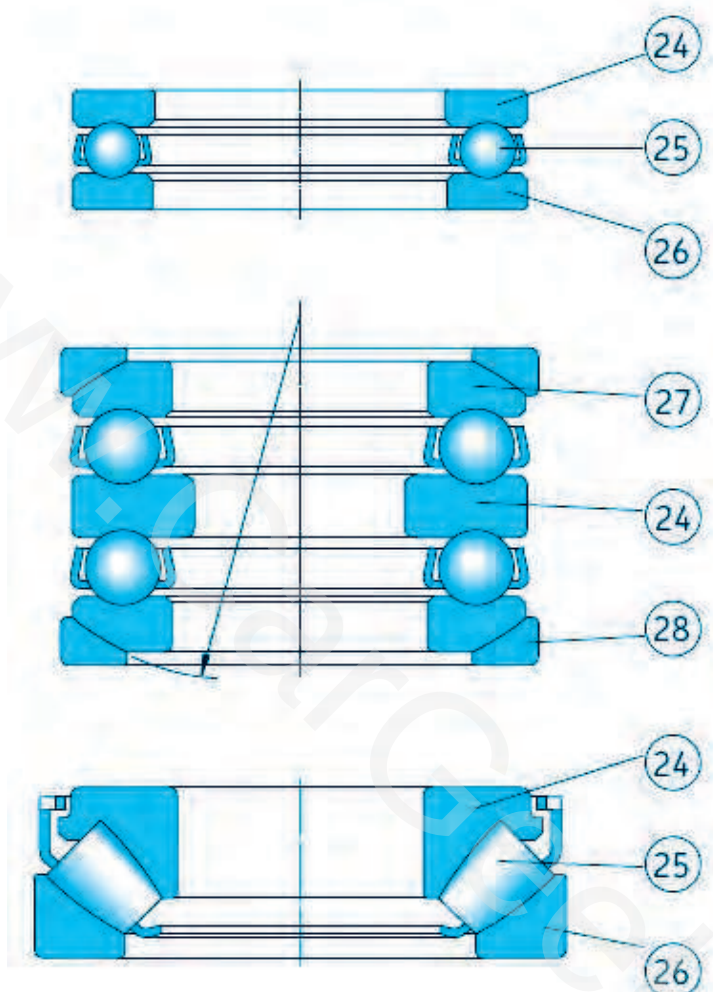


شکل ۳- بیرینگ شعاعی- اجزا فرعی.



شکل ۲- بیرینگ شعاعی- اجزا اصلی.

- | | |
|-------------------------------------|---|
| ۱۷- سطح جانبی رینگ داخلی | ۴- قفسه |
| ۱۸- پخ | ۵- درپوش: آب بند از جنس الاستومر، نوع تماسی که در شکل نشان داده شده است یا حفاظ فلزی از نوع بدون تماس |
| ۱۹- قطر متوسط بیرینگ | ۶- قطر خارجی رینگ بیرونی |
| ۲۰- پهنای کل بیرینگ | ۷- قطر سوراخ رینگ داخلی |
| ۲۱- لبه راهنما | ۸- قطر شانه رینگ داخلی |
| ۲۲- لبه نگهدارنده | ۹- قطر شانه رینگ خارجی |
| ۲۳- زاویه تماس | ۱۰- شیار خار فنی |
| بیرینگ های کف گرد (Thrust Bearings) | ۱۱- خار فنی |
| ۲۴- واشر محور | ۱۲- سطح جانبی رینگ خارجی |
| ۲۵- مجموعه قفسه و اجزای غلتنده | ۱۳- شیار نصب آب بند |
| ۲۶- واشر نشیمنگاه | ۱۴- مسیر غلتش در رینگ خارجی |
| ۲۷- واشر نشیمنگاه با سطح کروی | ۱۵- مسیر غلتش رینگ داخلی |
| ۲۸- واشر تکیه گاه | ۱۶- شیار آب بند |



شکل ۴ - بیرینگ های کف گرد.

انواع بیرینگ غلتشی

بیرینگ شعاعی Radial Bearings

نوع خاصی است که در انواع مختلف بیرینگ‌ها قابل مشاهده است. نوع این بیرینگ معرف نیروهایی است که بیرینگ در برابر آنها مقاوم است.

بلبرینگ شیار عمیق

Deep Groove Ball Bearings

دامنه کاربرد بلبرینگ‌های شیار عمیق وسیع است زیرا طراحی آن‌ها ساده و غیر قابل تفکیک است. این نوع بیرینگ‌ها دارای قدرت کارکرد در سرعت‌های بالا هستند. این نوع بیرینگ‌ها در چند نوع یک ردیفه، دو ردیفه با شیار ساچمه‌خور تولید

می‌شوند. نمونه‌ای از این بیرینگ‌های شیار عمیق را می‌توان در شکل زیر مشاهده کرد.

انواع متفاوت این بیرینگ‌ها در ادامه بیان شده و می‌توان آن‌ها را در شکل‌های ۱ تا ۴ مشاهده کرد.

این نوع بلبرینگ در حالت‌های زیر موجود است:

- تک ردیفه، با یا بدون شیار جازنی ساچمه‌ها (Filling Slot) با شکل‌های زیر ارائه می‌شود:

- طرح اصلی (شکل ۱)

- با محافظ فلزی

- با آب‌بند تماسی (شکل ۲).

- با یا بدون شیار خار فنی

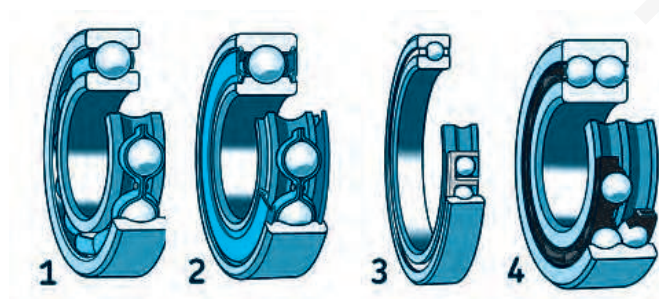
- تک ردیفه با مقطع باریک/ ثابت.

- طرح اصلی (شکل ۳).

- با آب‌بند تماسی.

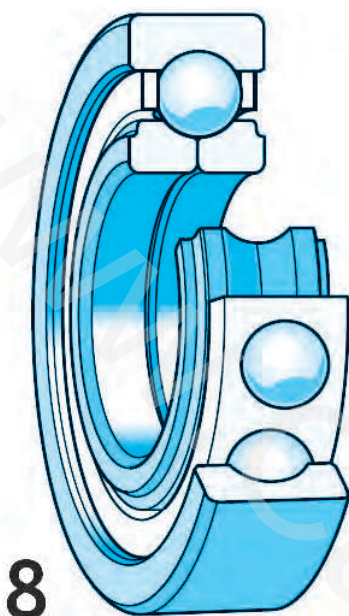


نمونه‌ای از بلبرینگ شیار عمیق یک ردیفه و دو ردیفه.



انواع بلبرینگ‌های شیار عمیق.

بیرینگ چهار نقطه تماسی



شکل ۸- بیرینگ چهار نقطه ای

• دو ردیفه (شکل ۴).

بیرینگ تماس زاویه‌ای

(Angular Contact Ball Bearings)

حلقه‌های داخلی و بیرونی این نوع یاتاقان ساچمه‌ای نسبت به یکدیگر زاویه‌ای می‌سازند که امکان تحمل بارهای شعاعی و محوری به صورت همزمان را توسط آن‌ها فراهم می‌کند. هرچه این زاویه تماس بزرگ‌تر باشد قدرت تحمل بار محوری آن بیشتر می‌شود.

• تک ردیفه.

- طرح اصلی برای کاربردهای عمومی

(شکل ۵).

- طرح اصلی برای کاربردهای عمومی و

نصب جفتی (شکل ۶).

• دو ردیفه.

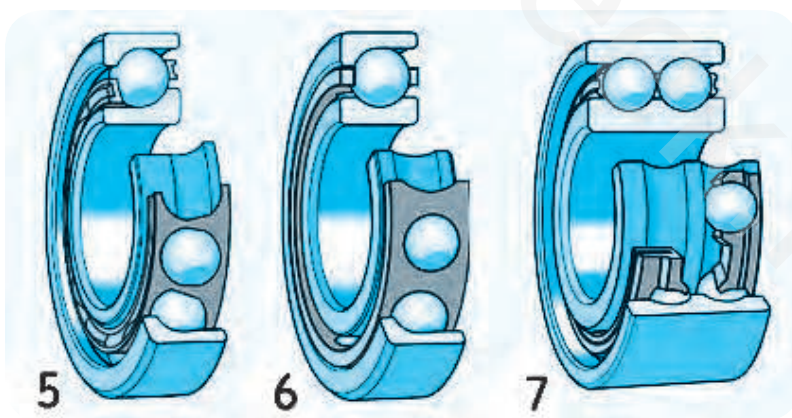
دارای یک رینگ داخلی یک تکه (شکل ۷).

- طرح اصلی بدون محافظ.

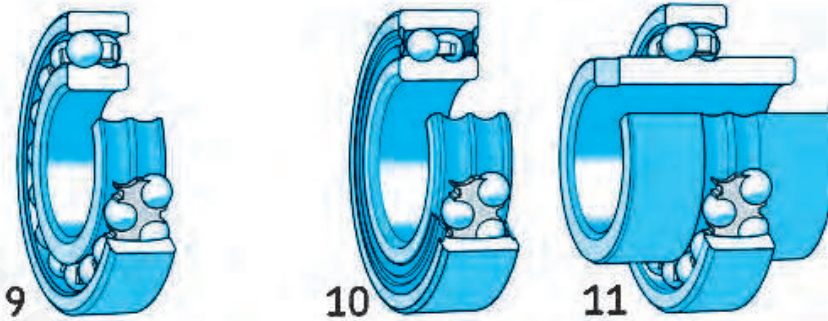
- با محافظ فلزی.

- با آب‌بندهای تماسی.

- با رینگ داخلی دو تکه.



شکل (۱-۱۴) - انواع بیرینگ های تماس زاویه‌ای.



بلبرینگ های خودتنظیم.

رولبرینگ

Cylindrical roller bearings

رولبرینگ تک ردیفه، یک نوع برینگ غلتشی شعاعی است که دارای یک ردیف غلطک استوانه ای به عنوان المان غلتشی است. نمونه ای از رولبرینگ را می توان در شکل ۱۲ مشاهده کرد.

• تک ردیفه

• طرح NU (رولبرینگ نوع NU یک مدل از رولبرینگ غلتکی استوانه ای تک ردیفه ای است که حلقه داخلی آن فاقد دندانه بوده و حلقه خارجی آن دارای دو دندانه است) (شکل ۱۲).

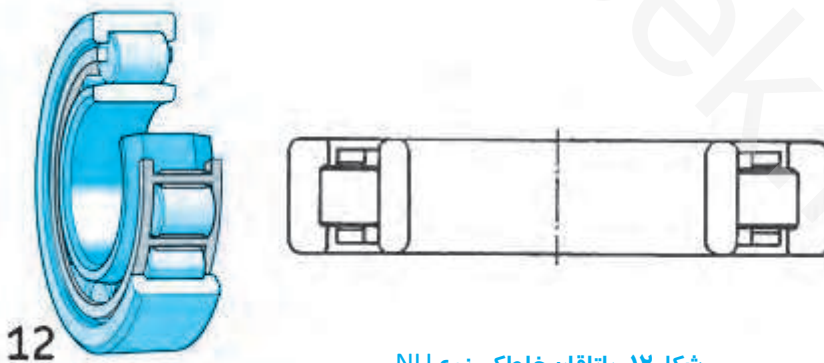
• طرح N (رولبرینگ نوع N، یک برینگ غلتکی استوانه ای تک ردیفه ای است که حلقه داخلی آن

بلبرینگ خود تنظیم

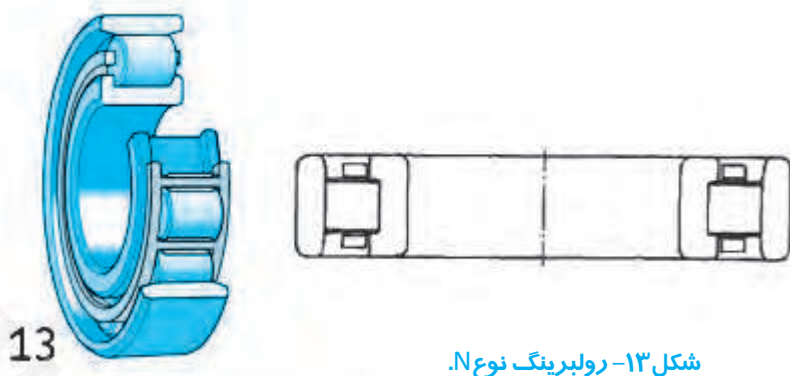
Self-Aligning Ball Bearings

بلبرینگ راستاپذیر ساچمه ای (خودتنظیم) برینگی است که دارای ردیفی از المان های ساچمه ای بوده و می تواند انحراف زاویه ای بین محورهای حلقه های داخلی و خارجی را به کمک سطح کروی شکل یکی از شیارهای داخلی خود تصحیح نماید. این بلبرینگ ها به اشکال زیر ارائه می شوند.

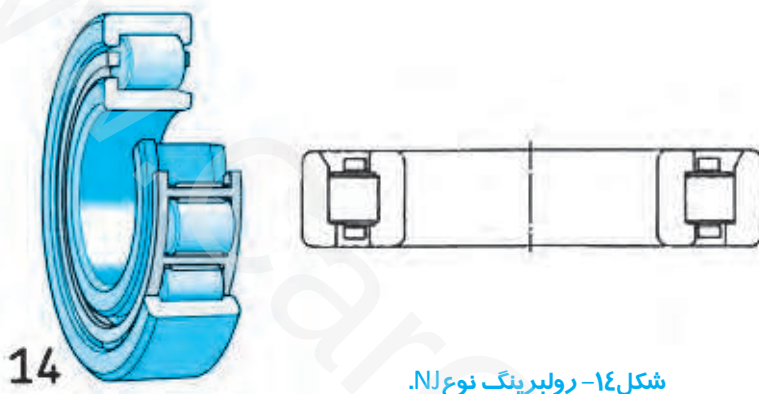
- دارای سوراخ استوانه ای یا مخروطی.
- طراحی اصلی بدون محافظ (شکل ۹).
- با آببندهای تماسی (شکل ۱۰).
- به همراه رینگ داخلی دنباله دار (شکل ۱۱).



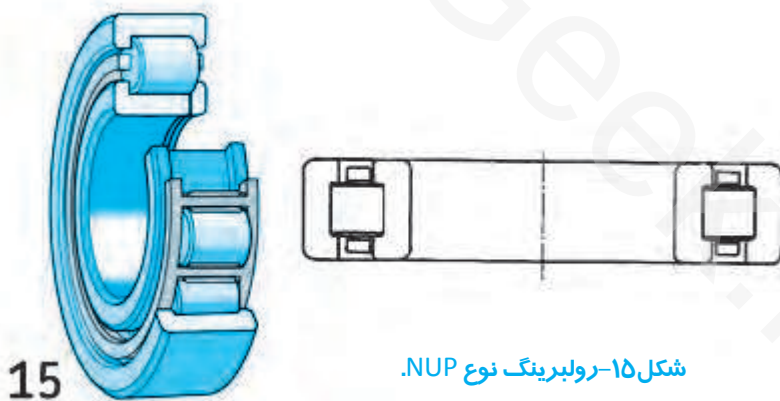
شکل ۱۲- یاتاقان غلطک نوع NU.



شکل ۱۳- رولبرینگ نوع N.



شکل ۱۴- رولبرینگ نوع NJ.



شکل ۱۵- رولبرینگ نوع NUP.

دارای دو دندانه بوده و حلقه خارجی آن فاقد دندانه
 • طراحی NJ (رولبرینگ نوع NJ، یک برینگ
 است (شکل ۱۳).
 غلتک استوانه ای تک ردیفه ای است که حلقه

رولبرینگ غلتکی - دو ردیفه**دارای سوراخ استوانه‌ای یا مخروطی****• طراحی NNU (رولبرینگ دو ردیفه نوع NNU)**

با سوراخ استوانه‌ای، یک بیرینگ غلتک استوانه‌ای دو ردیفه‌ای است که حلقه داخلی آن فاقد دندان و حلقه خارجی آن دارای دندان بوده و مولد سوراخ آن خط راستی است که موازی محور بیرینگ است. (شکل ۱۷)

• طراحی NN (رولبرینگ دو ردیفه نوع NN)

سوراخ استوانه‌ای، یک بیرینگ غلتک استوانه‌ای دو ردیفه‌ای است که حلقه داخلی آن دارای دندان و حلقه خارجی آن فاقد دندان بوده و مولد سوراخ آن خط راستی است که موازی محور بیرینگ است. رولبرینگ دو ردیفه نوع NN با سوراخ مخروطی، یک بیرینگ غلتک استوانه‌ای دو ردیفه‌ای است که حلقه داخلی آن دارای دندان و حلقه خارجی آن فاقد دندان بوده و مولد سوراخ آن خط راستی است که با محور بیرینگ تلاقی دارد (شکل ۱۸)

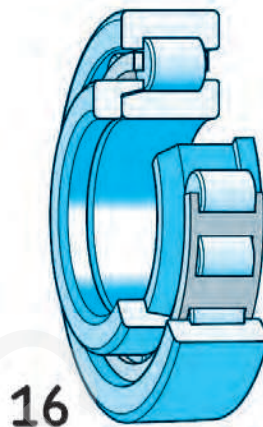
• طرح NNUP (با همان NUP، یک بیرینگ غلتک

استوانه‌ای تک ردیفه‌ای است که حلقه داخلی آن دارای یک دندان عادی و یک دندان قابل انفصال بوده و حلقه خارجی آن دارای دو دندان است.)

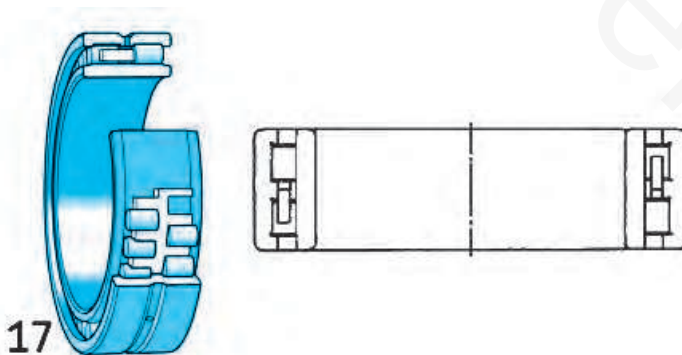
داخلی آن دارای یک و حلقه خارجی آن دارای دو دندان است (شکل ۱۴).

• طراحی NUP. رولبرینگ نوع NUP یک بیرینگ غلتک استوانه‌ای تک ردیفه‌ای است که حلقه داخلی آن دارای یک دندان عادی و یک دندان قابل انفصال بوده و حلقه خارجی آن دارای دو دندان است. (شکل ۱۵)

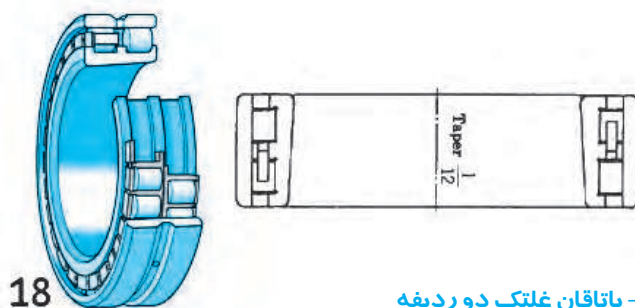
• رینگ زاویه‌ای (Angle Ring) (شکل ۱۶) برای طرح بیرنگ‌های NU و NJ.



شکل ۱۶ - رینگ زاویه‌ای.



شکل ۱۷ - رولبرینگ دو ردیفه نوع NNU با سوراخ استوانه‌ای.

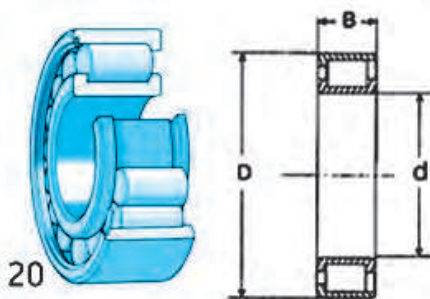


شکل ۱۸ - یاتاقان غلتک دو ردیفه
نوع NN با سوراخ مخروطی.

رولبرینگ بدون قفسه^۳

یک مجموعه شامل یاتاقان غلتکی سیلندری یک یا دو ردیفه است که حفره آن موازی محور شفت قرار داده می‌شود و در شکل های زیر ارائه می‌شود:

- تک ردیفه.
- طرح NCF.
- طرح NJG^۴.
- دو ردیفه.
- با لبه جدایی ناپذیر بر روی رینگ داخلی (شکل ۲۲).
- با لبه جدایی ناپذیر بر روی رینگ داخلی یا خارجی.
- با آببند تماسی (شکل ۲۳).



طرح NCF رولبرینگ سیلندری بدون قفسه.

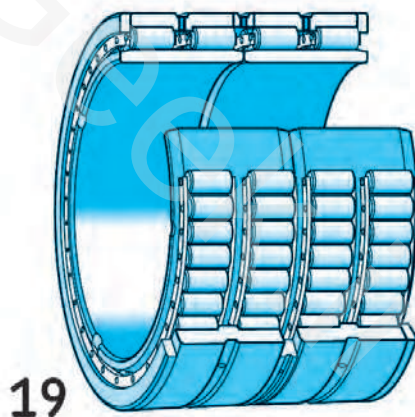
3 Full Complement Cylindrical Roller Bearings
4 Single Row Full Complement Cylindrical Roller Bearing



یاتاقان غلطک نوع NUP.

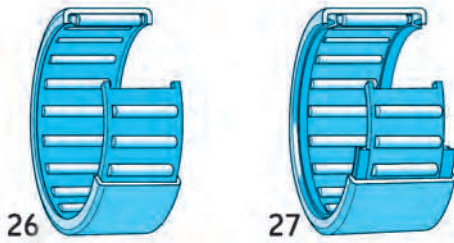
۴- رولبرینگ - چهار ردیفه

- با این رولبرینگ با طرح های زیر ارائه می‌شود
- با حفره مخروطی و سیلندری.
- طرح اصلی بدون محافظ (شکل ۱۹).
- به همراه آببند تماسی.



19

برینگ غلتکی نوع طرح بدون محافظ.



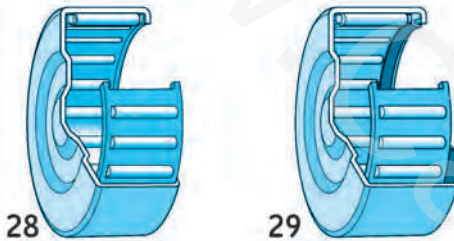
- آببند تماسی (شکل ۲۷).

رولبرینگ سوزنی درپوش کشیده-انتهابسته^۷

- تک یا دو ردیفه.

- طرح اصلی باز (شکل ۲۸)

- آببند تماسی (شکل ۲۹).



۱-۵-۷-۲- رولبرینگ سوزنی لبه دار^۸

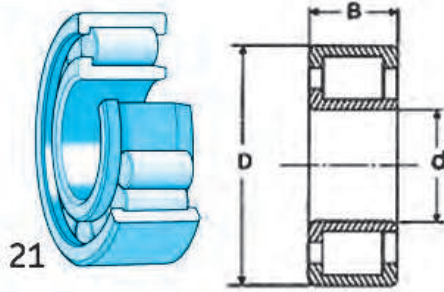
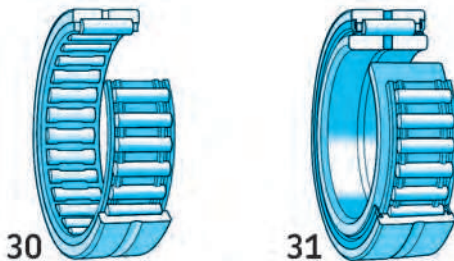
- تک یا دو ردیفه.

- بدون رینگ داخلی (شکل ۳۰).

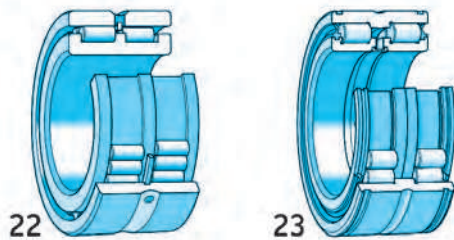
- با رینگ داخلی.

- طرح اصلی بدون آب بند تماسی

- همراه با آببند تماسی (شکل ۳۱).



طرح NJG رولبرینگ سیلندری.



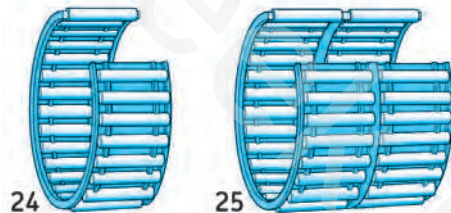
طرح بالبه جدایی ناپذیر (چپ) و آببند تماسی
(راست) از رولبرینگ سیلندری بدون قفسه.

رولبرینگ سوزنی به همراه قفسه

نگهدارنده^۵

- تک ردیفه (شکل ۲۴).

- دو ردیفه (شکل ۲۵).



رولبرینگ سوزنی درپوش کشیده- انتها

باز^۶

- تک یا دو ردیفه.

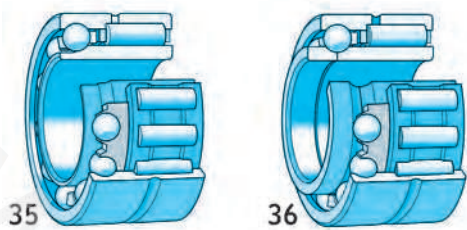
- طرح اصلی بدون آب بند (شکل ۲۶).

7 Drawn Cup Needle Roller Bearings, Closed End
8 Needle Roller Bearings With Flanges

5 Needle Roller and Cage Assemblies
6 Drawn Cup Needle Roller Bearings, Open Ends

– یک طرفه (شکل ۳۵).

– دو طرفه (شکل ۳۶).

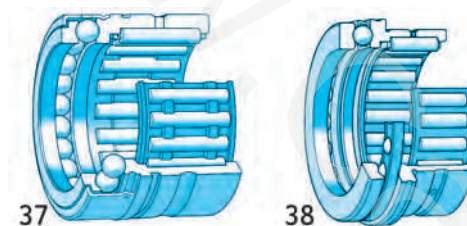


رولبرینگ سوزنی / کف گرد ساچمه‌ای^{۱۲}

• با بلبرینگ کف گرد بدون قفسه (شکل ۳۷).

• با مجموعه ساچمه‌های راهنما شونده با قفسه.

• با یا بدون پوشش (شکل ۳۸).

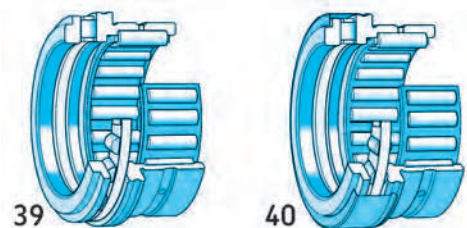


رولبرینگ سوزنی / کف گرد غلتکی

سیلندری^{۱۳}

• بدون پوشش (شکل ۳۹).

• با پوشش (شکل ۴۰).

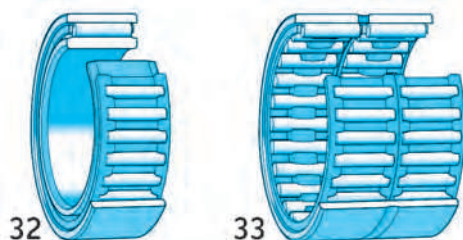


رولبرینگ سوزنی بدون لبه^۹

– تک یا دو ردیفه.

– بدون رینگ داخلی (شکل ۳۳).

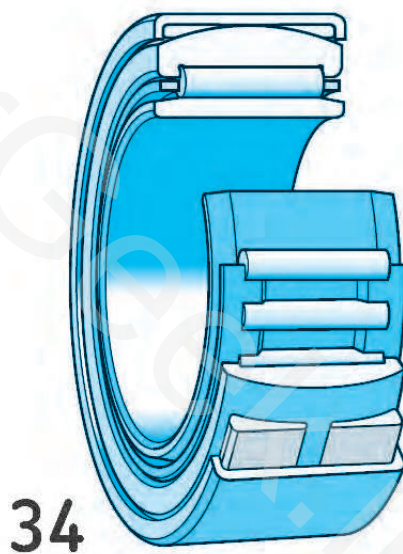
• با رینگ داخلی (شکل ۳۲).



رولبرینگ سوزنی خود تنظیم^{۱۰}

– بدون رینگ داخلی.

– با رینگ داخلی (شکل ۳۴).



رولبرینگ سوزنی ترکیبی^{۱۱}

– رولر سوزنی / ساچمه‌ای تماس زاویه‌ای.

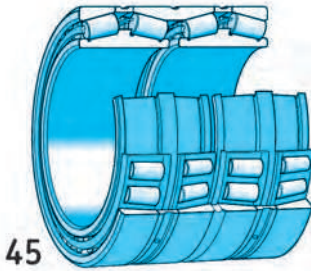
12 Needle Roller/Thrust Ball Bearings

13 Needle Roller/Cylindrical Roller Thrust Bearings

9 Needle Roller Bearings Without Flanges

10 Alignment Needle Roller Bearings

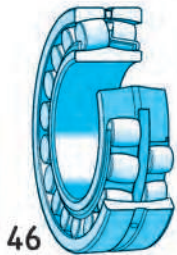
11 Combined Needle Roller Bearings



45

رولبرینگ کروی (Spherical Roller Bearings)

این رولبرینگ می تواند انحراف زاویه ای شفت را با زاویه گرفتن رینگ داخلی نسبت به خارجی جبران کند.
- طرح اصلی بدون آب بند (شکل ۴۶).
- به همراه آب بندی تماسی (شکل ۴۷).



46



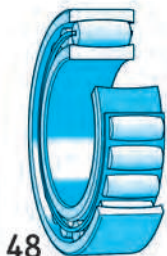
47

رولبرینگ توریدال

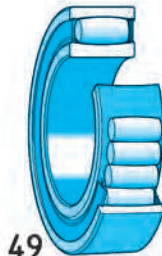
CARB (CARB Toroidal Roller Bearings)

یک رولبرینگ شعاعی با تکنولوژی کاملاً جدید است و به رولبرینگ فشرده خود تنظیم مطرح است. این نوع برینگ برای نخستین بار در سال ۹۵ میلادی توسط شرکت اس کای اف عرضه و معرفی شد.

- به همراه ست قفسه راهنمای غلتک ها (۴۸).
- بدون قفسه.
- به همراه آب بند تماسی (۴۹).



48



49

رولبرینگ مخروطی (Tapered Roller Bearings)

این بیرینگ ها همزمان می توانند بارها شعاعی و محوری را تحمل کنند
تک ردیفه.

- یاتاقان منفرد (شکل ۴۱).
- مجموعه دو بیرینگ جفت شده
رو به رو (شکل ۴۲).
- پشت به پشت.
- پشت سر هم (ردیفی).



41



42

دو ردیفه.

- پیکربندی TDO (پشت به پشت) (شکل ۴۳).
- پیکربندی TDI (رو به رو) (شکل ۴۴).

چهار ردیفه.

- پیکربندی TQO (شکل ۴۵).
- پیکربندی TQI.



43



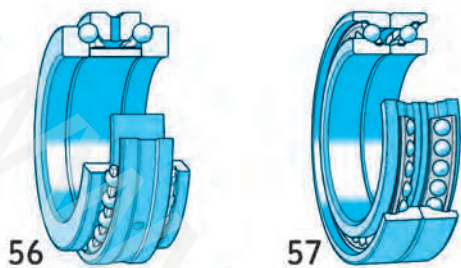
44

رولبرینگ دو ردیفه، پیکربندی پشت به پشت (چپ، رو به رو (راست)).

— مجموعه چند بیرینگ جفت شده (۵۵).

۲- دو طرفه.

- طراحی استاندارد (شکل ۵۶).
- طراحی برای سرعت‌های بالا (۵۷).



رولبرینگ کف گرد سیلندری
Angular Contact Thrust Ball Bearings

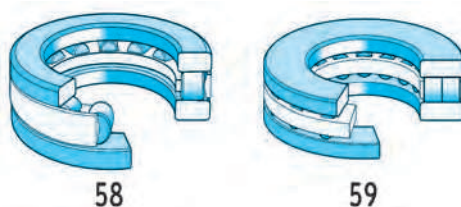
۱- یک طرفه.

— تک ردیفه (شکل ۵۸).

— دو ردیفه (شکل ۵۹).

اجزا:

- مونتاژ غلتک‌های مخروطی و قفسه کف گرد.
- واشر شفت و نشیمنگاه.



رولبرینگ سوزنی کف گرد^{۱۴}

— یک طرفه.

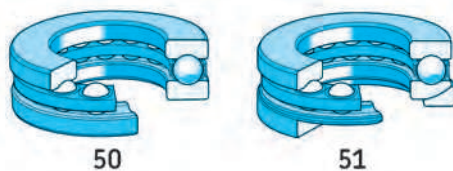
- مجموعه غلتک سوزنی و قفسه کف گرد (شکل ۶۰).

14 Needle Roller Thrust Bearings

بلبرینگ های کف گرد (Thrust Ball Bearings)

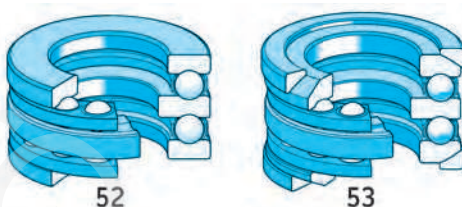
۱. یک طرفه.

- به همراه واشر تخت محفظه (شکل ۵۰).
- به همراه واشر کروی محفظه.
- با یا بدون واشر تکیه گاه (شکل ۵۱).



۲. دو طرفه.

- به همراه واشر تخت محفظه (شکل ۵۲).
- به همراه واشر کروی محفظه.
- با (شکل ۵۳) یا بدون واشر تکیه گاهی.

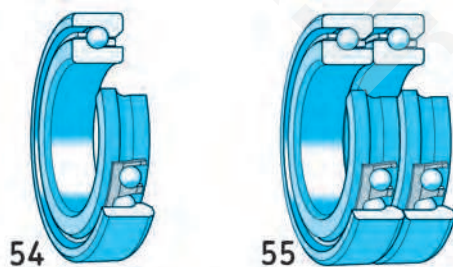


بلبرینگ های کف گرد تماس زاویه ای Angular Contact Thrust Ball Bearings

— بیرینگ با دقت بالا.

۱- یک طرفه.

- طرح اصلی برای نصب تکی (شکل ۵۴).
- طرح برای نصب جفتی چند منظوره.



- واشرهای مسیر غلتش.

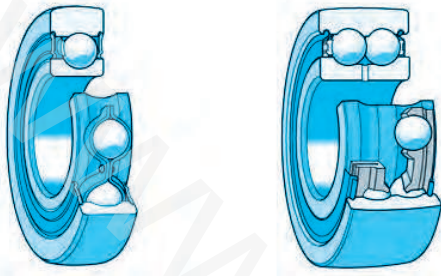
- واشرهای کف گرد.

بیرینگ های Track Runner

رولر بادامکی (Cam Rollers)

- بلبرینگ تک ردیفه بادامکی (شکل ۶۴) -

بلبرینگ دو ردیفه بادامکی (شکل ۶۵).



برینگ با فرم مسیر حرکتی، تک ردیفه (۶۴)،

دو ردیفه (۶۵).

رولبرینگ های پشتیبان^{۱۷}

مشخصه اصلی این رولبرینگ ها پهنا زیاد آنها است این دیواره ضخیم آنها را قادر می سازد شوک بارهای سنگین را تحمل کنند و همچنین در پیچش و خمش مقاوم باشند

بدون راهنمای محوری.

- با یا بدون آببند تماسی.

بدون رینگ داخلی.

با رینگ داخلی (شکل ۶۶).

با راهنمای محوری به همراه واشرهای کف گرد.

- با یا بدون آببند تماسی.

با مجموعه رولرهای سوزنی هدایت شده

در قفسه (شکل ۶۷).

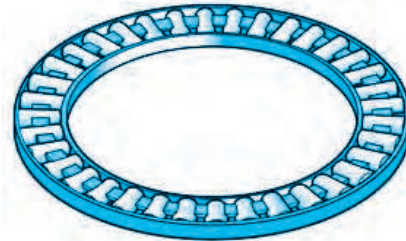
با مجموعه رولرهای سوزنی بدون قفسه.

با راهنمای محوری با رولرهای استوانه ای.

- با آبند بند لایرنرنت (شکل ۶۸).

- به همراه آببند تماسی (شکل ۶۹).

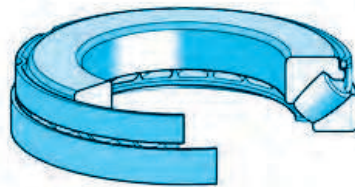
- به همراه آببند لاملا.



شکل ۶۰- رولبرینگ کف گرد غلتکی سوزنی.

رولبرینگ کروی کف گرد^{۱۵}

- تک جهته.



شکل ۶۱

رولبرینگ کف گرد مخروطی^{۱۶}

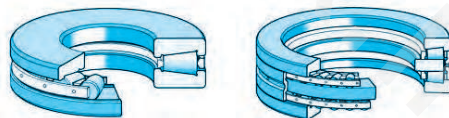
۱- یک طرفه.

- با یا بدون پوشش (شکل ۶۲).

- بیرینگ Screw Down.

۲- دو طرفه

(شکل ۶۳).

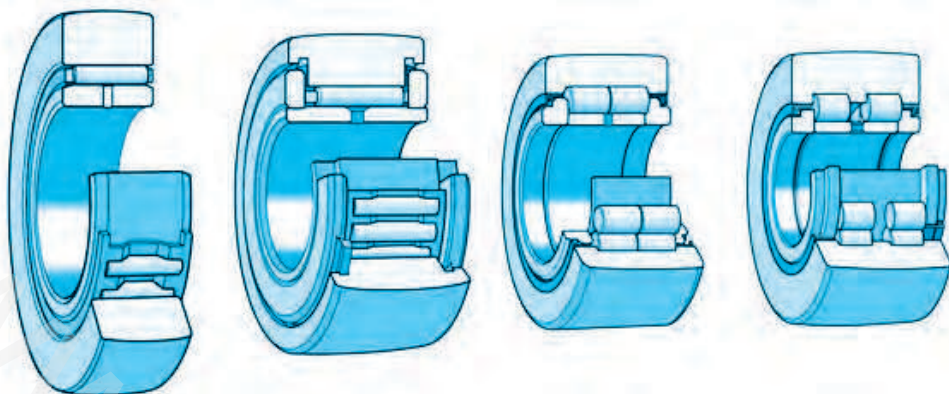


شکل ۶۲ و ۶۳- برینگ کف گرد غلتکی مخروطی، تک جهته (چپ)، دو جهته (راست).

17 Support Rollers

15 Spherical Roller Thrust Bearings

16 Tapered Roller Thrust Bearings



شکل های ۶۶ تا ۶۹ - بیرینگ با رولرهای پشتیبان. به ترتیب با رینگ داخلی، مجموعه قفسه، آببند لایبرنت و آببند تماسی (چپ به راست).

بادامک پیرو Cam Followers

به همراه راهنمای محوری با ورق کفی.

- با یا بدون آببند تماسی.

به همراه نشیمن هم مرکز (شکل ۷۰ - چپ).

به همراه حلقه نشیمن گاهی خارج مرکز. به همراه ست رولرهای سوزنی همراه با قفسه (شکل ۷۰ - چپ).

با مجموعه رولرهای سوزنی بدون قفسه.

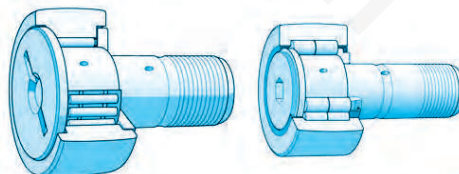
با راهنمای محوری به وسیله رولرهای استوانه‌ای.

- با آببند لایبرنت (شکل ۷۱ - راست).

- به همراه آببند تماسی.

- به همراه نشیمن گاه هم مرکز (شکل ۷۱ - راست).

- به همراه حلقه نشیمن گاهی خارج از مرکز.



شکل ۷۰ و ۷۱

Y بیرینگ ها (بیرینگ های Y)

Y بیرینگ ها که به اینسرت بیرینگ هم مشهورند یک بلبرینگ های شیار عمیق می باشند که یک حلقه خارجی محدب و در اکثر موارد با یک رینگ داخلی بیرون زده به همراه پیچ قفل است. این طرح، باز و بست شفت را راحت و سریع می کند. معمولاً برای جبران نا محوری اولیه استفاده می شود اما به طور معمول برای جابجایی شفت استفاده نمی شود. این بیرینگ به صورت های زیر موجود است:

با پیچ مغزی.

- بارینگ داخلی بیرون زده در یک سمت (شکل ۷۲).

- بارینگ داخلی بیرون زده در دو سمت (شکل ۷۳).

با طوقه قفل کن خارج از مرکز.

- بارینگ داخلی بیرون زده در یک سمت (شکل ۷۴).

- رینگ داخلی بیرون زده در دو سمت (شکل ۷۵).

به همراه سوراخ مخروطی.

- رینگ داخلی بیرون زده در دو سمت (شکل ۷۶).

- برای نصب با کمک غلاف واسطه (مه‌ره).

ماسوره.

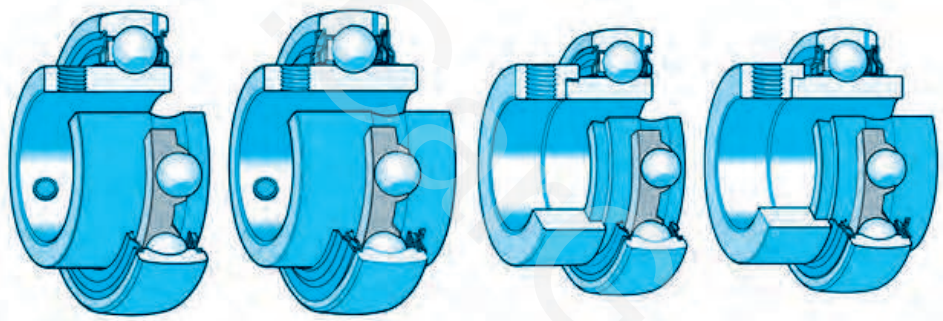
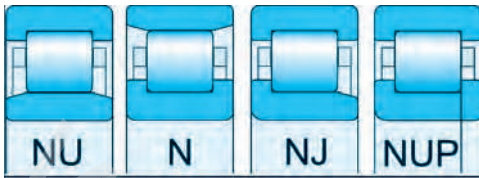
- با رینگ داخلی استاندارد.

- برای قفل شدن با انطباق تداخلی بر روی محور (شکل ۷۷).

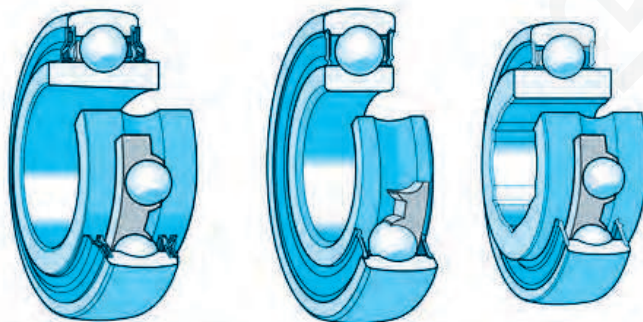
با سوراخ شش ضلعی (شکل ۷۸).

- با سوراخ مربعی شکل.

برای معرفی طراحی‌های خاص رولبرینگ‌ها در نوع غلطکی استوانه‌ای از ترکیب حروفی استفاده می‌شود که برای آشنایی بهتر می‌توان نمونه‌ای از این انواع را در شکل زیر مشاهده کرد.



شکل های ۷۲ تا ۷۵ - برینگ Y به ترتیب پیچ مغزی و قفل خارج از مرکز، با رینگ داخلی یک یا دو طرف بیرون زده، (چپ به راست).



شکل ۷۶ تا ۷۸ - برینگ Y، نصب به کمک غلاف (چپ)، قفل شدن از طریق انطباق تداخلی (وسط) و سوراخ شش ضلعی (راست).

انتخاب نوع بیرینگ

هر یک از بیرینگ‌ها مشخصه خاصی را ارائه می‌دهند که این مشخصه تعیین کننده کاربرد خاص همان بیرینگ است. به عنوان مثال بلبرینگ شیار عمیق برای نیروهای شعاعی همانند نیروهای محوری مناسب است. آنها همچنین دارای اصطکاک کم بوده و دقت بالایی را در حرکت نشان می‌دهند. بنابراین آنها برای موتورهای الکتریکی کوچک مناسب هستند.

بیرینگ‌های کرووی و حلقوی غلتکی می‌توانند بارهای سنگین را حمل کرده و همچنین خاصیت خود تنظیمی دارند. این خصوصیات آنها را برای کاربردهای مهندسی که در آن نیروهای زیاد و انحراف و ناراستایی در شفت‌ها وجود دارد، مناسب می‌سازد.

در اکثر کاربردها، بسیاری از عوامل باید در انتخاب بیرینگ‌ها در نظر گرفته شود بنابراین برای انتخاب بیرینگ‌ها نمی‌توان یک قانون کلی ارائه کرد. اطلاعات جمع‌آوری شده در این متن معرفی کننده فاکتورهای مهم در انتخاب و استانداردسازی بیرینگ‌ها معرفی می‌شود که می‌تواند در انتخاب مدل صحیح کاربر را یاری کند. از جمله عامل‌های مهم می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- فضای کاری^{۱۸}.
- بار^{۱۹}.
- ناراستایی^{۲۰}.
- دقت^{۲۱}.
- سرعت.
- راهاندازی آسان^{۲۲}.

- سفتی^{۲۳}.
- جابجایی محوری^{۲۴}.
- نصب و پیاده سازی^{۲۵}.
- آب بند داخلی^{۲۶}.

مرور جامع بر روی انواع بیرینگ، ویژگی‌های طراحی و مناسب بودن آنها برای نیازهای کاربری در جدول دو جدول صفحه بعد ارائه شده است. اطلاعات جزئی بر روی بیرینگ‌های خاص، مانند خصوصیات آنها و همین‌طور طراحی‌های موجود را می‌توان در بخش‌های خاص جستجو کرد. بر خلاف طرح‌ها و انواع کاربرد و معروف، انواع بیرینگ‌های خاص به صورت کلی در این جدول ارائه نشده است. جدول ارائه‌کننده اطلاعات سطحی از انواع بیرینگ است. محدودیت سمبل‌ها مانع از ارائه اطلاعات کامل در مورد انواع بیرینگ‌ها شده است. به رغم محدودیت جدول ارائه شده، این شکل می‌تواند روش مناسبی را برای انتخاب بیرینگ ارائه دهد. این نکته نیز باید در نظر گرفته شود که هزینه‌ای نصب بیرینگ و همین‌طور موجود بودن آن نیز بر روی انتخاب نهایی تاثیرگذار است.

معیارهای مهم دیگری که باید در طراحی بیرینگ مدنظر قرار داده شود شامل ظرفیت حمل بار، طول عمر، اصطکاک و سرعت مجاز، لقی داخلی یا پیش‌بار آن، روغن‌کاری و آب‌بندی آن نیز در کاتالوگ‌های مجزا بررسی شده است. محصول کامل در کاتالوگ‌ها نشان داده نمی‌شود. کاتالوگ‌ها و بروشورهای خاص موجود برای بیرینگ‌ها را می‌توان با ایجاد ارتباط با تولید کننده بدست آورد.

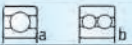
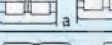
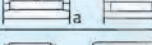
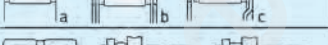
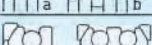
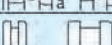
- 23 Stiffness
- 24 Axial Displacement
- 25 Mounting And Dismounting
- 26 Integral Seals

- 18 Available Space
- 19 Load
- 20 Misalignment
- 21 Precision
- 22 Quiet Running

Characteristics
Suitability of bearings for

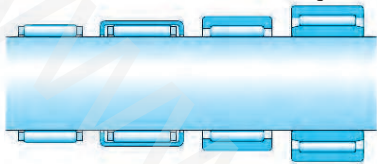
purely radial load	purely axial load	combined load	moment load	high speed	high running accuracy	high stiffness	quiet running	low friction	compensation for misalignment in operation	compensation for errors of alignment (initial)	locating bearing arrangements	non-locating bearing arrangements	axial displacement within bearing
+	↔	↔	a - b +	a +++ b +	a +++ b +	+	+++	+++	-	-	↔	+	--
a + b ++	a ← b ++	↔	-	a ++ b +	a +++ b ++	+	a ++ b +	a ++ b +	-	-	↔	--	--
++	↔	↔	+	+	++	+	+	+	--	--	↔	+	--
-	↔	↔	+	++	+	+	+	+	--	--	↔	-	--
+	-	-	--	+++	++	-	++	+++	+++	+++	↔	+	--
++	--	--	--	++	++	++	++	++	-	-	--	+++	+++
++	a b ← c d ↔	a b ← c d ↔	--	++	++	++	+	++	-	-	a b ← c d ↔	a b ←	a b ←
+++	-	↔	--	-	+	+++	-	-	-	-	↔	↔	↔
+++	-	c d ↔ b ←	+	-	+	+++	-	-	--	--	c d ↔ b ←	a b ↔	a b ↔
++	--	--	--	+	a ++	++	+	+	--	--	--	+++	+++
++	--	--	--	+	+	++	+	+	--	--	--	+++	+++
+	c + ↔	↔	-	+	+	++	+	-	--	--	↔	--	--
++	↔	+++	-	+	+	++	+	+	-	-	+++	--	--
+++	a b ↔ c ←	a b ↔ c ←	a b + c -	+	+	a b +++ c ++	+	+	-	--	a b ↔ c ←	a b - c --	--
+++	↔	+++	--	+	+	++	+	+	+++	+++	↔	+	--
+++	--	--	--	+	+	++	+	+	+++	+++	--	+++	+++
+++	--	--	--	-	+	+++	+	-	+++	+++	--	+++	+++
--	a ← b ↔	--	--	-	++ a	+	-	+	-	--	a ← b ↔	--	--
--	a ← b ↔	--	--	-	+	+	-	+	-	++	a ← b ↔	--	--
--	↔	--	--	-	a + b ++	++	-	-	--	--	↔	--	--
--	+++	↔	--	-	+	++	-	+	+++	+++	+++	--	--

Selection of bearing type

The matrix can only provide a rough guide so that in each individual case it is necessary to make a more qualified selection referring to the information provided on the preceding pages or the detailed information in the text preceding each table section. If several designs of the bearing type are shown adjacent to each other, the relevant information is indicated by the same small letter used to identify the individual design.		Bearing types – design and characteristics				
Symbols +++ excellent ++ good + fair - poor -- unsuitable ← single direction ↔ double direction		Design				
Bearing type		tapered bore	shields or seals	self-aligning	non-separable	separable
Deep groove ball bearings			a			
Angular contact ball bearings, single row						
matched single row, double row			b		a, b	c
four-point contact						
Self-aligning ball bearings						
Cylindrical roller bearings, with cage						
full complement, single row					a	b
full complement, double row			d			
Needle roller bearings, with steel rings			a			
assemblies/drawn cups			b, c			
combined bearings			b, c			
roller bearings						
matched single row						
Spherical roller bearings						
CARB toroidal roller bearings, with cage						
full complement						
Thrust ball bearings						
with sphered housing washer						
Needle roller thrust bearings						
Cylindrical roller thrust bearings						
Spherical roller thrust bearings						

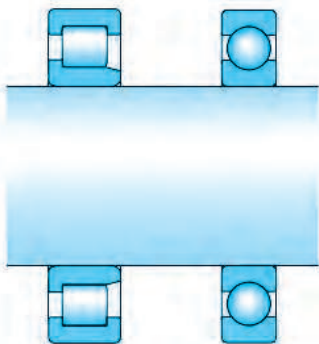
فضای کاری

در بسیاری از حالات، قطر سوراخ که یکی از ابعاد اصلی در بیرینگ‌ها است از قبل و با طراحی دستگاه و قطر شفت تعیین می‌شود. برای شفت با قطر کم همه بلبرینگ‌ها را می‌توان استفاده کرد ولی بیشترین کاربرد را نوع بلبرینگ شیار عمیق دارد. رولبرینگ‌های سوزنی نیز برای اینکار مناسب است (شکل ۱). برای قطرهای بزرگ شفت، نوع رولبرینگ‌های استوانه‌ای، مخروطی، کروی یا توری‌دال به کار می‌روند. (شکل ۲)

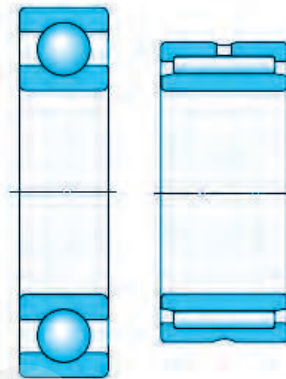


شکل ۳.

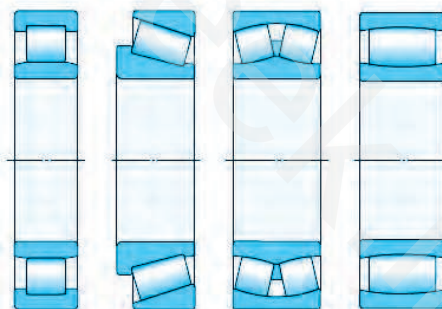
زمانی که فضای محوری محدود است از مجموعه‌ای از رولبرینگ استوانه‌ای یا بلبرینگ‌های شیار عمیق به ترتیب برای بارهای شعاعی و بارهای ترکیبی استفاده کرد (شکل ۴). همین‌طور انواع مختلف ترکیبی سوزنی را می‌توان در بارهای ترکیبی استفاده کرد (شکل ۵). در بارهای کاملاً محوری مجموعه‌های سوزنی غلتکی و قفسه دار کف گرد (با یا بدون واشر) با کف‌گردهای ساچمه‌ای و رولبرینگ‌های کف گرد سیلندری را می‌توان استفاده کرد (شکل ۶).



شکل ۴ - استوانه‌ای شیار عمیق.

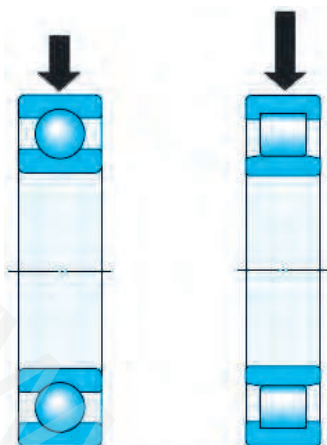


شکل ۱ - بلبرینگ شیار عمیق (چپ) غلتکی سوزنی (راست).



شکل ۲ - رولبرینگ سیلندری، مخروطی، کروی و بشکه‌ای (توری‌دال) (چپ به راست)

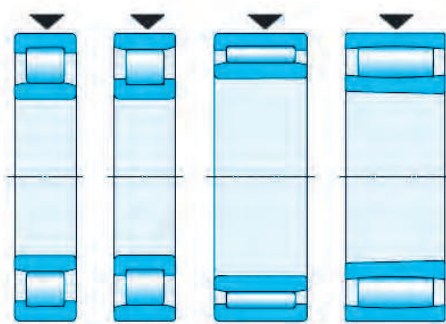
وقتی محدودیت شعاعی وجود دارد باید از



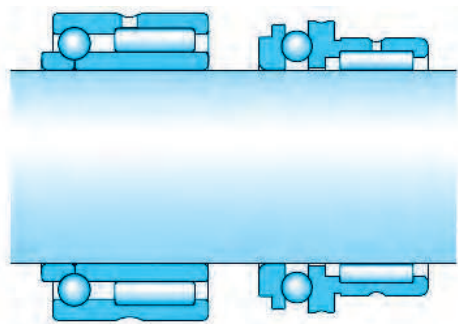
شکل (۷) - نمایی از بار وارد شده به بیرینگ.

جهت نیرو^۲ نیروی شعاعی^۳

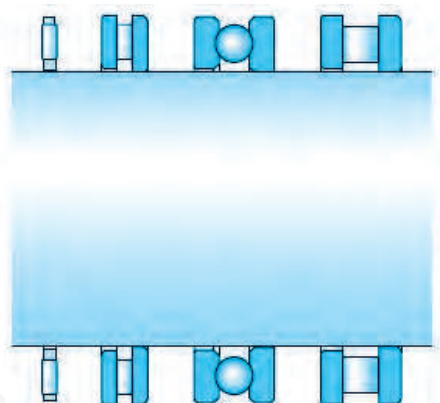
طرح NU و N رولبرینگ ها، رولبرینگ های سوزنی و رولبرینگ توریدال قادر به تحمل بارهای شعاعی خالص هستند. بقیه بیرینگ های شعاعی می توانند در برابر مقداری نیروی محوری علاوه بر شعاعی مقاومت کنند. شکل (۸)



شکل (۸) - نمایی از نیروی شعاعی.



شکل ۵ - انواع مختلف ترکیبی.



شکل ۶ - سوزنی قفسه دار کف گرد.

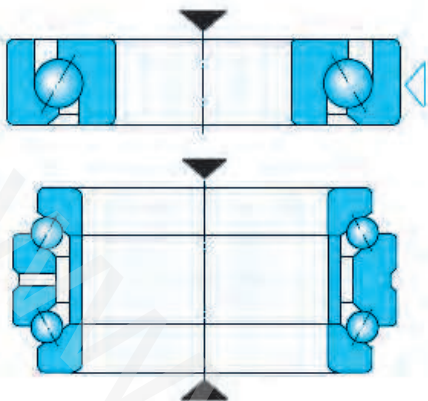
بار-نیرو^۱ بزرگی نیرو

بزرگی نیروی وارد شده به بیرینگ یکی از موارد مهمی است که بر روی اندازه بیرینگ موثر است. رولبرینگ ها قادر به تحمل بار بیشتری نسبت به بیرینگ های ساچمه ای (بلبرینگ ها) هستند. رولبرینگ بدون قفسه تحمل بار بیشتری از نوع قفسه دار دارد. بلبرینگ ها زمانی که بار موجود متوسط یا کم است مورد استفاده قرار می گیرند. برای بارهای زیاد و جاهایی که قطر شفت بزرگ است، رولبرینگ های غلتکی انتخاب بهتری می باشند (شکل ۷).

2 Direction of Load
3 Radial Load

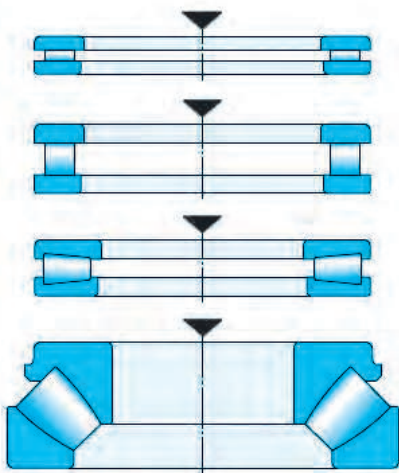
1 Magnitude of Load

مورد استفاده قرار می گیرد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- نمایی از بیرینگ تک چپته و دو چپته تحت بار.

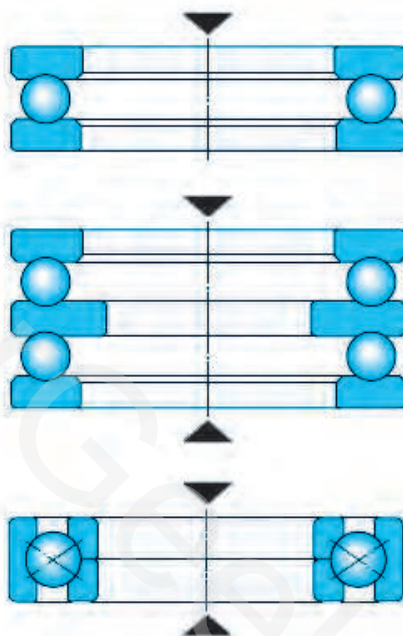
برای بارهای محوری متوسط و سنگین در یک جهت، رولبرینگ سوزنی، سیلندری، مخروطی کف گرد مانند بیرینگ کف گرد غلتکی کروی مناسب هستند. این بیرینگ همچنین می تواند در برابر نیروهای شعاعی عمل کند. برای نیروهای محوری متغیر می توان از دو رولبرینگ کف گرد سیلندری یا کروی در مجاور یکدیگر استفاده کرد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱ - استفاده همزمان از دو رولبرینگ کف گرد سیلندری و کروی.

بار محوری^۴

بیرینگ ساچمه ای کف گرد و نوع چهار نقطه تماسی برای بارهای سبک و متوسط که صرفاً محوری است، مناسب هستند. بیرینگ کف گرد تک چپته می تواند در برابر نیروهای تک چپته مقاومت کند برای بارهای دو چپته همان بیرینگ و با خصوصیت دو چپته بودن آن مناسب است (شکل ۹).



شکل ۹ - نمایی از بار محوری.

بیرینگ های تماس زاویه ای کف گرد می توانند بارهای محوری متوسط را در سرعت های بالا تحمل کنند.

نوع یک طرفه می تواند بار شعاعی را تحمل کند در حالی که نوع دو طرفه تنها در نیروهای محوری

4 Axial Load

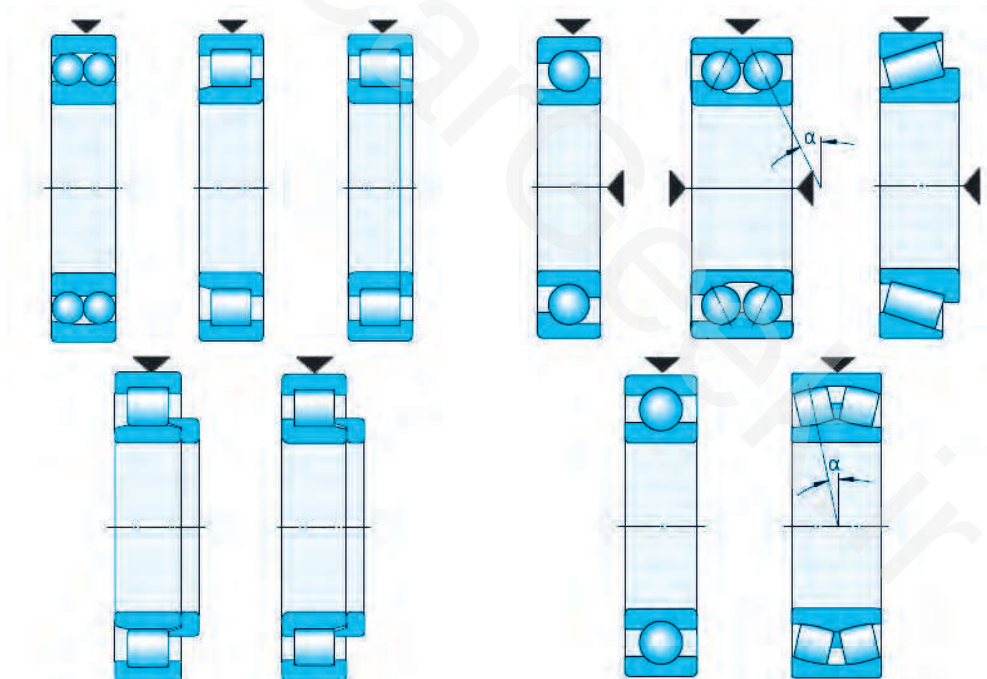
بارهای ترکیبی^۵

بار شعاعی و محوری می‌توانند به طور همزمان ترکیب شوند. توانایی بیرینگ در حمل بار محوری بستگی به زاویه تماسی آن خواهد داشت. زاویه‌های بزرگتر در بیرینگ‌ها در نیروهای محوری مناسب هستند. این موضوع با فاکتور محاسباتی γ نشان داده می‌شود. زمانی که زاویه تماسی α بیشتر می‌شود γ کمتر می‌شود. مقدار این فاکتور برای انواع بیرینگ‌ها یا بیرینگ‌های خاص را می‌توان در متن مقدماتی از جدول محصول یا سایر جداول محصول ارایه شده توسط سازنده (معمولاً داخل CD) بدست آورد. بار محوری که بلبرینگ شیار عمیق حمل می‌کند بستگی به طراحی داخلی و

5 Combined Load

همچنین لقی داخلی آن خواهد داشت. برای بارهای ترکیبی بلبرینگ تماس زاویه ای یک ردیفه، دو ردیفه یا رولبرینگ مخروطی تک یا دو ردیفه کاربرد زیادی دارد (شکل ۱۲). همچنین، بلبرینگ خود تنظیم و طرح‌های NJ و NUP رولبرینگ استوانه ای آن و رولبرینگ استوانه ای طرح NU با رینگ زاویه دار HJ را می‌توان برای بارهای ترکیبی که در آنها مقدار بار محوری نسبتاً کم است بکار برد (شکل ۱۳).

بلبرینگ تماس زاویه‌ای تک ردیفه، رولبرینگ مخروطی، رولبرینگ استوانه ای طرح NJ، رولبرینگ استوانه ای طرح NU به همراه رینگ زاویه‌ای HJ و رولبرینگ کروی کف‌گرد بار محور را فقط در یک جهت تحمل می‌کنند. برای بارهای



شکل ۱۲ - استفاده از بلبرینگ‌ها و رولبرینگ‌ها در بارهای ترکیبی.

شکل ۱۳ - رولبرینگ استوانه ای و طراحی‌های خاص.

بار خمشی^۶

وقتی باری به صورت خارج از مرکز به بیرینگ وارد شود یک ممان خمشی ایجاد می کند. بیرینگ های دو ردیفه مانند بلبرینگ های شیار عمیق و تماس زاویه ای دو ردیفه می توانند ممان خمشی را تحمل کنند ولی بلبرینگ های تماس زاویه ای و رولبرینگ های مخروطی یک ردیفه به صورت جفتی جلو به جلو یا طرح پشت به پشت برای این منظور مناسب تر می باشند (شکل ۱۵).

ناراستایی^۷

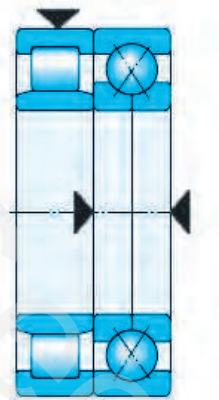
عدم همراستایی زاویه ای بین شفت و نشیمنگاه (housing) ممکن است به دلایل گوناگون واقع شود همچون زمانی که شفت تحت بار عملکرد خم شود، زمانی که نشیمنگاه های بیرینگ در محفظه، در یک ارتفاع ماشینکاری نشده باشند یا زمانی که طول شفت بین دو بیرینگ خیلی بلند باشد.

بیرینگ های صلب، مانند بلبرینگ های شیار عمیق و رولبرینگ های استوانه ای قادر به تحمل این ناراستایی نخواهند بود و فقط می توانند در ناراستایی های ناچیز به وجود آمده توسط نیرو دوام بیاورند. بیرینگ های خود تنظیم مانند بلبرینگ خود تنظیم، رولبرینگ های کروی، رولبرینگ های توریدال و رولبرینگ های کروی می توانند

محوری در جهات مختلف این بیرینگ ها باید با یک بیرینگ دیگر همراه شوند. به همین دلیل بلبرینگ های تماس زاویه ای تک ردیفه در طرح چند منظوره برای نصب جفتی موجود است.

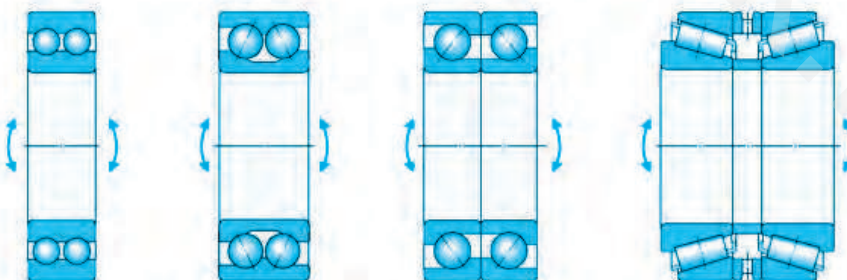
زمانی که سهم بار محوری از کل بار ترکیبی بزرگ باشد می توان از بیرینگ ها جداگانه یکی برای تحمل نیروی شعاعی و دیگری برای بار محوری استفاده کرد. به علاوه بیرینگ های کف گرد و بیرینگ های شعاعی مانند بلبرینگ شیار عمیق یا بلبرینگ تماس چهار نقطه ای برای این منظور مناسب هستند (شکل ۱۴).

به منظور اطمینان از این که بیرینگ تحت بار شعاعی قرار نمی گیرد، رینگ خارجی بیرینگ باید بایک لقی شعاعی نصب شود.

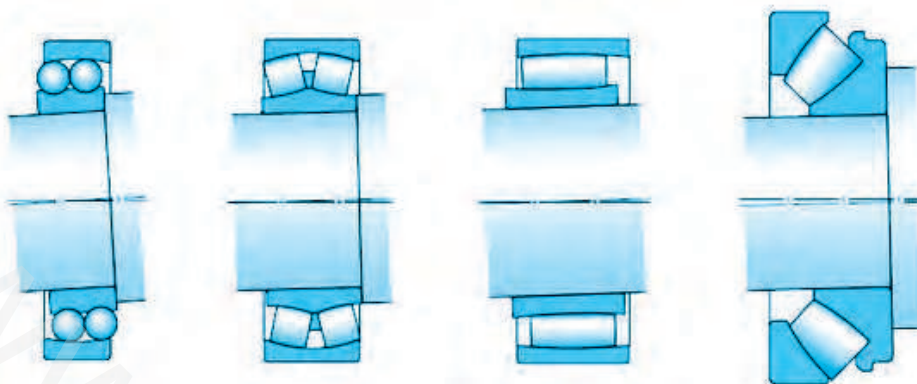


شکل ۱۴ - استفاده از بیرینگ های ترکیبی.

6 Moment Load
7 Misalignment



شکل ۱۵ - نمایی از بار خمشی.



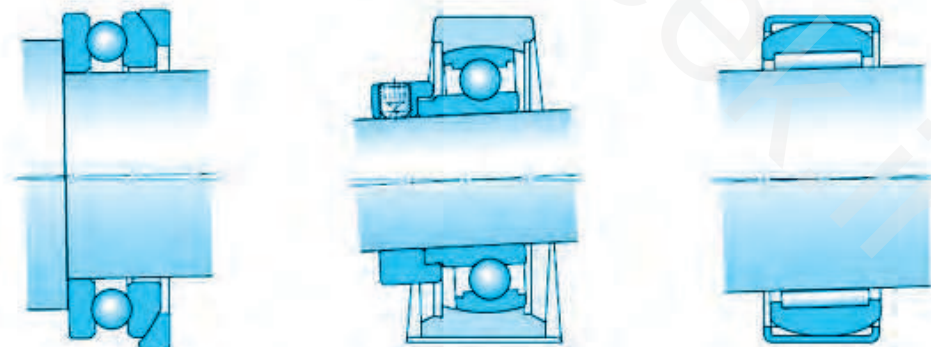
شکل ۱۶- نمایی از ناراستایی در بیرینگ‌ها.

دقت^۸

بیرینگ‌ها با دقت بالاتر از بیرینگ های معمولی، در جاهایی که نیاز به دقت دورانی بالایی می باشد کار برد دارند. به طور مثال در زمانی که عملکرد در سرعت‌های بالا مورد نیاز است. (مانند اسپیندل ماشین‌های ابزار) بیرینگ‌های SKF توانایی عدم افت عملکرد در سرعت‌های بالا را دارند. از جمله این بیرینگ‌ها می‌توان به بلبرینگ های تماس زاویه‌ای

در برابر این مشکلات و همچنین ناراستایی‌هایی اولیه تولید شده در نصب ماشین دوام بیاورند. مقدار این ناراستایی در کاتالوگ‌های بیرینگ‌ها بیان شده است (شکل ۱۶). بلبرینگ کف گرد دارای واشر نصب کروی و واشر نشیمن گاهی، بیرینگ‌های Y و رولبرینگ های سوزنی هم‌راستا می‌توانند خطاهای اولیه به وجود آمده از نصب نادرست را جبران کنند. (شکل ۱۷)

8 Precision



شکل ۱۷ - جبران خطای ناراستایی.



شکل ۱۹ - بلبرینگ با عنصر غلتان سرامیکی.

عملکرد بی سر و صدا^{۱۰}

در کاربردهای خاص مانند موتورهای الکتریکی لوازم خانگی، ماشین آلات اداری صدای تولید شده از موارد مهم است و می‌تواند در انتخاب بیرینگ موثر باشد. نوع بلبرینگ شیار عمیق خاص برای این کاربردها ساخته شده است.

سفتی^{۱۱}

سفتی یک بیرینگ با استفاده از بزرگی تغییر شکل الاستیک (ارتجاعی) آنها تحت بار وارده مشخص می‌شود. معمولاً این تغییر شکل بسیار کوچک بوده و قابل صرفه نظر کردن است. در برخی موارد به طور مثال بیرینگ‌ها استفاده شده در اسپیندل‌های ماشین ابزار یا چیدمان بیرینگ‌های چرخنده پنیون میزان این سفتی مهم است.

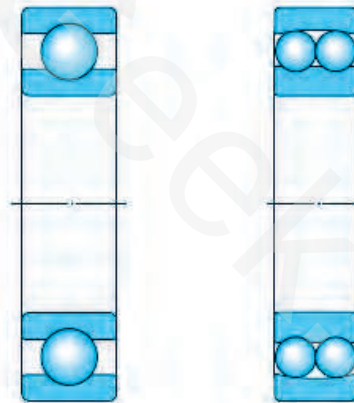
به دلیل شرایط تماسی بین جز غلطان و رینگ آن در رولبرینگ‌های غلتشی نظیر رولبرینگ استوانه‌ای و مخروطی، درجه سفتی بالاتری نسبت به بلبرینگ‌ها دارند. میزان این سفتی می‌تواند با

تک ردیفه یا رولبرینگ سیلندری تک یا دو ردیفه یا کف‌گرد ساچمه‌ای تماس زاویه‌ای تک یا دو جهته اشاره کرد.

سرعت^۹

درجه حرارت مجازی که یک بیرینگ می‌تواند در آن عمل کند یکی از موارد مهم در انتخاب بیرینگ‌ها است. انواع بیرینگ با اصطکاک پایین، می‌توانند دمای کمتری را در سرعت‌های بالا تولید کنند از این جمله در بارهای صرفاً شعاعی، می‌توان به نوع بلبرینگ شیار عمیق و خود تنظیم اشاره کرد. (شکل ۱۸). برای بارهای ترکیبی می‌توان به بلبرینگ تماس زاویه‌ای اشاره کرد. در بلبرینگ تماس زاویه‌ای بسیار دقیق یا بلبرینگ شیار عمیق برای رسیدن به این هدف از عنصرهای غلتان سرامیکی استفاده شده است (شکل ۱۹).

بیرینگ‌های کف‌گرد به علت طرح خاص خود نمی‌توانند در سرعت‌های بالا نظیر بیرینگ‌های شعاعی کار کنند.



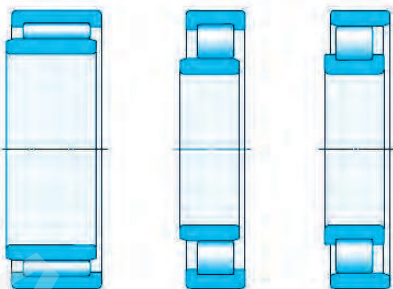
شکل ۱۸ - بلبرینگ شیار عمیق و خود تنظیم.

10 Quiet Running
11 Stiffness

9 Speed

اعمال پیش بار افزایش یابد (شکل ۲۰).

استفاده قرار می گیرند.



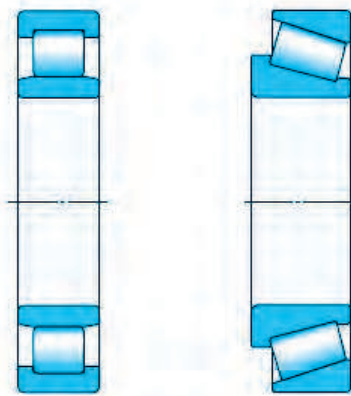
شکل ۲۱ - نمونه‌ای از بیرینگ‌های
Non-locating.

در کاربردهایی که جابجایی در راستای محور خیلی زیاد است یا اینکه محور نا راستا است نوع رولبرینگ توریدال CARB بهترین انتخاب است. (شکل ۲۲). تمامی این بیرینگ‌ها با توجه به هوزینگ بیرینگ به شفت اجازه جابجایی محوری را می‌دهند. مقدار مجاز جابجایی محوری در جدول داده‌های بیرینگ آمده است.



شکل ۲۲ - نمونه‌ای از رولبرینگ توریدال
CARB toroidal roller bearing

اگر بیرینگ‌های جدانشدنی (non-separable)



شکل ۲۰ - نمایی از رولبرینگ.

جابجایی محوری^{۱۲}

محورها یا دیگر اجزای دورانی ماشین‌ها، به طور کلی توسط دو نوع بیرینگ مهار می‌شوند. ثابت (locating) و شناور (nonlocating)

بیرینگ ثابت محور را در دو جهت محوری ثابت می‌کند. مناسب‌ترین بیرینگ‌ها برای این کار، آنهایی هستند که بارهای ترکیبی را تحمل می‌کنند یا می‌توانند به عنوان راهنمای محوری با ترکیب شدن با بیرینگ دوم عمل کنند. یک بیرینگ برای تحمل بار شعاعی و دیگری برای حمل بار محوری بکار می‌روند (جدول انتخاب بیرینگ را ملاحظه کنید).

بیرینگ‌های شناور باید اجازه حرکت به محور را در جهت محوری بدهند بنابراین بیرینگ‌ها دچار اضافه بار حین عملکرد نخواهند شد به طور مثال وقتی که انبساط حرارتی در محور رخ می‌دهد. مناسب‌ترین بیرینگ برای بیرینگ‌های شناور شامل رولبرینگ‌های سوزنی و استوانه‌ای طرح‌های NU و N می‌شود. طرح NJ رولبرینگ استوانه‌ای و برخی از طرح‌های بدون قفسه استوانه‌ای نیز مورد

12 Axial Displacement

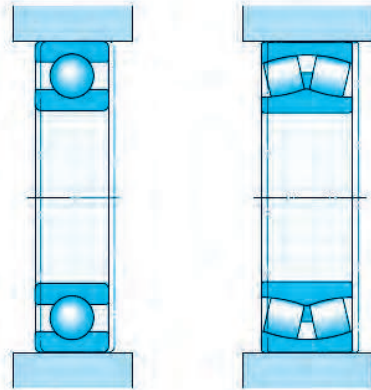
نصب و پیاده‌سازی^{۱۳}

رینگ داخلی با سوراخ استوانه‌ای Cylindrical bore بیرینگ‌ها با سوراخ استوانه‌ای جداشدنی (separable) نسبت به نوع (non-separable) فرآیند نصب و پیاده‌سازی ساده‌تری دارند. به دلیل اینکه رینگ متصل به عنصر غلتشی و مجموعه قفسه می‌توانند به صورت مجزا از رینگ دیگر نصب شوند، بیرینگ‌های جداشدنی برای نصب و پیاده‌سازی مداوم مناسب هستند. به عنوان مثال: بلبرینگ‌های چهار نقطه‌ای، رولبرینگ‌های استوانه‌ای، سوزنی و مخروطی و همین‌طور بلبرینگ‌ها و رولبرینگ‌های کف‌گرد از جمله بیرینگ‌های جداشدنی هستند (شکل ۲۴).

رینگ داخلی با سوراخ مخروطی^{۱۴}

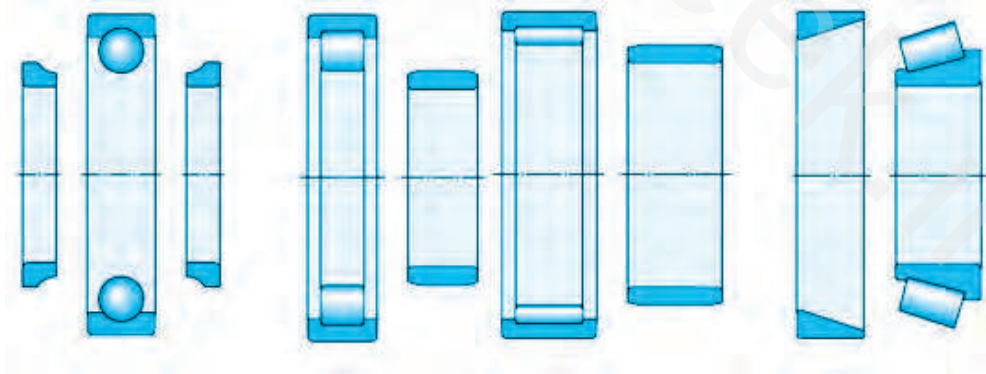
بیرینگ‌ها با سوراخ‌های مخروطی (شکل ۲۵) نیز می‌توانند به راحتی بر روی ژورنال مخروطی یا شفت استوانه‌ای به همراه یک غلاف واسطه گوه‌ای نصب شوند (شکل ۲۶).

مانند بلبرینگ شیار عمیق یا رولبرینگ کروی به عنوان بیرینگ شناور مورد استفاده قرار گیرند. یکی از رینگ‌های بیرینگ باید انطباق لقی داشته باشد (شکل ۲۳).



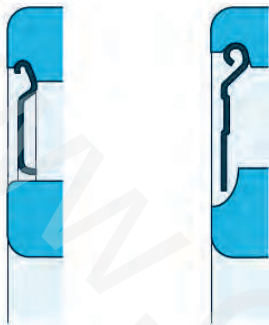
شکل ۲۳- رولبرینگ کروی (راست)، بلبرینگ شیار عمیق (چپ)، به عنوان بیرینگ non-locating.

13 Mounting and Dismounting
14 Tapered Bore

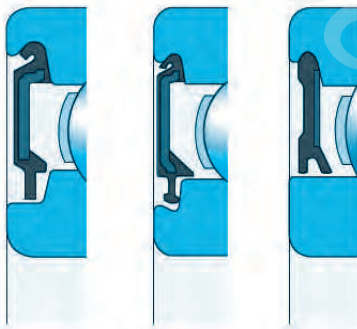


شکل ۲۴ - بیرینگ‌ها با رینگ داخلی استوانه‌ای.

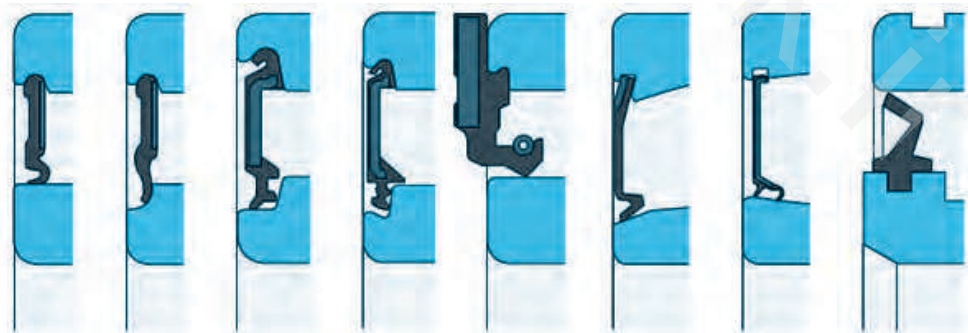
- سیل های کم اصطکاک (شکل ۲۸).
 - سیل های تماسی (شکل ۲۹).
- این بیرینگ ها بسیار اقتصادی و کم جا بوده و برای کاربردهای متفاوت ارایه می شوند.
- تمامی بیرینگ ها آب بندی شده، در هر دو سمت با گریس با کیفیت و به مقدار کافی تولید می شوند.



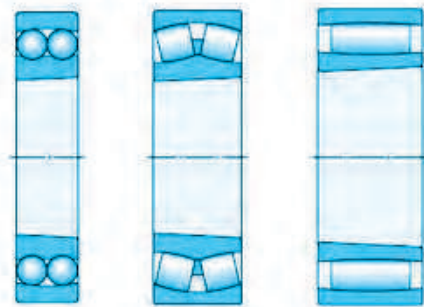
شکل ۲۷ - آب بند جدایی ناپذیر محافظ شکل



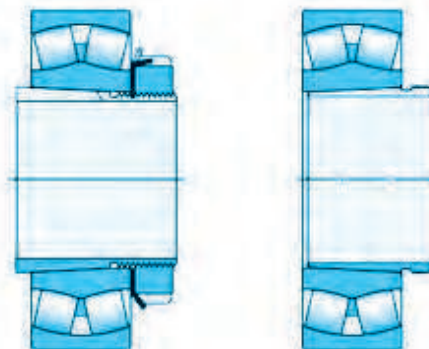
شکل ۲۸ - آب بند کم اصطکاک



شکل ۲۹ - آب بند تماسی.



شکل ۲۵ - بیرینگ ها با سوراخ مخروطی.



شکل ۲۶ - بیرینگ ها با حفره های سوراخ همراه با غلاف واسطه.

بیرینگ های آب بندی شده Integral Seals انتخاب سیل ها بحث پیچیده و یکی از نکات حیاتی برای کاربرد مناسب بیرینگ است. سیل های SKF با خصوصیات زیر ارایه می شوند.

- محافظ (شکل ۲۷).

انتخاب سائز بیرینگ

اسمی "SKF rating life" معرفی می شود. این مطالب کاربر را قادر می سازد تا با انتخاب درست در کوچکی سائز و شناخت نسبت به تاثیر روان کاری و آلودگی بر عمر سرویس، بهره برداری مفیدی از عمر مفید بیرینگ داشته باشد.

خستگی در سطوح تماس غلتشی، عموماً مکانیزم غالب شکست در بیرینگ های غلتشی است. بنابراین معیاری بر اساس خستگی مسیر غلتش، عموماً برای انتخاب و اندازه یک بیرینگ غلتشی برای کاربرد مورد نظر، کافی است. استانداردهای بین المللی مانند ISO 281 بر اساس خستگی سطوح تماس غلتکی ذکر شده اند. با این وجود مهم است که به یاد داشته باشید که یک بیرینگ کامل می تواند به عنوان سیستمی در طول عمر هر یک از اجزای آن شامل بدنه، روان کاری و آب بندی در نظر گرفته شود و عمر هر کدام و نقش آن ها را باید در نظر گرفت. در تئوری عمر مطلوب، همه اجزا عمر مشابهی دارند. به عبارت دیگر، عمر مطابق با عمر واقعی بیرینگ محاسبه خواهد شد یعنی تا زمانی که تمام مکانیزم ها در عمر محاسبه شده مشارکت داشته باشند.

بار اسمی^{۱۵} و عمر^{۱۶}

بارهای دینامیکی و عمر بیرینگ

ظرفیت اسمی حمل بار دینامیکی C برای

اندازه بیرینگ برای یک کاربرد خاص در ابتدا بر اساس بار تحملی خود در رابطه با بارهای اعمالی و ملاحظات مربوط به طول عمر و قابلیت اطمینان انتخاب می شود. ظرفیت اسمی بار دینامیک C و ظرفیت اسمی بار استاتیک C₀ در جداول تولید کننده آورده شده است. هر یک از شرایط بار دینامیکی و استاتیکی بیرینگ، باید به طور مستقل تایید شود. بارهای دینامیکی باید در یک طیف بار به نماینده از شرایط های مختلف بار، بررسی شوند. طیف بار باید شامل تمام پیک های بار که حتی در برخی موارد نادر اعمال می شود، هم باشد. بارهای استاتیکی نه تنها وقتی که بیرینگ ساکن است یا در چرخش های بسیار کم (کمتر از ۱۰ دور در دقیقه) چک شود، بلکه باید ایمنی استاتیکی برای شوک های سنگین، مورد بررسی قرار گیرد. (بارهایی که در مدت زمان خیلی کوتاه وارد می شوند)

روش نظام مند و قابلیت اطمینان بیرینگ

در معادله عمر SKF، تنش های ناشی از بارهای خارجی همراه با تنش های ناشی از توپوگرافی سطح، روانکاری و سینماتیک سطوح تماس غلتشی، بررسی می شوند. تاثیر این تنش های ترکیب شده روی عمر بیرینگ، پیش بینی بهتری از عملکرد واقعی بیرینگ در هر کاربرد را فراهم می کند.

با توجه به پیچیدگی تنش ها، توضیح بیشتر در این مورد، فراتر از محدوده این متن است. بنابراین این مبحث با رویکرد ساده شده تحت عنوان عمر

15 Load Ratings
16 Life Ratings

- تعداد دور (چرخش) یا
- تعداد ساعت کارکرد در سرعت داده شده،
- که بیرینگ قادر به تحمل آن است، قبل از اینکه
- نشانه‌های اولیه خستگی (ترک‌های ریز و منقطع،
- پوسته پوسته شدن) در رینگ یا غلتک‌ها رخ دهد.

تجربه عملی نشان داده است که بیرینگ‌های به ظاهر یکسان، تحت شرایط عملکرد یکسان، دوام متفاوتی دارند. بنابراین تعریف واضح و روشنی برای واژه «عمر» به منظور محاسبه اندازه بیرینگ، ضروری است. همه اطلاعات ارایه شده توسط SKF در مورد ظرفیت اسمی بار دینامیک بر اساس (عمر L_{10}) می‌باشد که ۹۰٪ از یک گروه به اندازه کافی بزرگ از بیرینگ‌های به ظاهر یکسان که به عمر مورد نظر برسند یا از آن تجاوز کنند.

چندین نوع دیگر از عمر بیرینگ وجود دارد. یکی از آن‌ها «عمر سرویس» است، که نشان دهنده عمر واقعی بیرینگ در شرایط عملکرد واقعی است قبل از اینکه بیرینگ با شکست مواجه شود. توجه داشته باشید که عمر یک بیرینگ منفرد را تنها می‌توان از طریق پیش‌بینی آماری تعیین کرد. محاسبات عمر تنها به جمعیت بیرینگ اشاره دارد و درجه اطمینان

محاسبه تنش‌های دینامیکی وارده بر بیرینگ استفاده می‌شود، یعنی زمانی که بیرینگ تحت بار می‌چرخد و بنا بر تعریف در ISO 281:1990، بار بیرینگ داده شده بر اساس عمر اسمی ۱,۰۰۰,۰۰۰ دور است. در این مورد، فرض شده است که بار در اندازه و جهت ثابت است و به صورت شعاعی برای بیرینگ‌های شعاعی، و برای بیرینگ‌های کف گرد بار خالص محوری و مرکزی اعمال می‌شود.

ظرفیت‌های اسمی بار دینامیکی برای بیرینگ‌های SKF مطابق با روش مشخص شده در استاندارد ISO 281:1990 مشخص می‌شود. ظرفیت‌های اسمی بار ارایه شده در این متن به بیرینگ‌های با فولاد کروم، عملیات حرارتی شده با حداقل سختی 58HRC که در شرایط معمول کار می‌کنند، وارد می‌شود. بیرینگ‌های کلاس SKF Explorer در میان بقیه به دلیل بهبود در مواد و تکنیک‌های تولید که توسط SKF به کار گرفته شده و همچنین به کارگیری فاکتورهای به روز در محاسبه ظرفیت بار دینامیکی مطابق با استاندارد ISO 281:1990، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. عمر بیرینگ‌های غلتشی بدین صورت تعریف می‌شود:

$$L_{\text{bearing}} = f (L_{\text{raceways}}, L_{\text{rolling elements}}, L_{\text{cage}}, L_{\text{lubricant}}, L_{\text{seals}})$$



شکل (۱) - وابستگی طول عمر بیرینگ به عوامل دیگر.

قطر غلتک است. بارها به صورت شعاعی خالص برای بیرینگ‌های شعاعی و بارهای محوری مرکزی برای بیرینگ‌های محوری است. کنترل بارهای استاتیکی بیرینگ از بررسی ضریب ایمنی استاتیکی کاربرد که به صورت زیر تعریف می‌شود، انجام می‌شود.

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

که در این رابطه:

C_0 : ظرفیت اسمی حمل بار استاتیکی بر حسب کیلونیوتن.
 P_0 : بار معادل استاتیک بیرینگ بر حسب کیلونیوتن.
 S_0 : ضریب ایمنی استاتیکی.

بیشترین باری که می‌تواند روی بیرینگ رخ دهد باید به عنوان بار معادل استاتیکی بیرینگ در نظر گرفته شود. اطلاعات بیشتر در مورد مقادیر توصیه شده برای ضریب ایمنی و محاسبه آن را می‌توان از بخش "انتخاب ساین بیرینگ با استفاده از ظرفیت حمل بار استاتیکی" که در ادامه شرح داده می‌شود، استخراج کرد.

انتخاب ساین بیرینگ با استفاده از رابطه عمر

عمر اسمی بیرینگ

عمر یک بیرینگ براساس استاندارد ISO 281:1990 برابر است با:

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

اگر سرعت ثابت باشد عمر در ساعت کاری با استفاده از رابطه زیر حساب می‌شود:

مثلاً ۹۰٪ می‌دهد که بیرینگ به دلیل خستگی نمی‌شکند، اما اغلب شکست به دلیل آلودگی، سایش، انحراف، خوردگی یا ناشی از محفظه، روان‌کاری یا شکست آب‌بندی است. یک عمر هم عمر مخصوص (specification life) است. این عمر توسط یک مرجع مشخص شده است، برای مثال بر اساس بارهای فرضی و داده‌های سرعت عرضه شده توسط همان مرجع. به طور کلی عمر L_1 مورد نیاز است و بر اساس تجربه‌های بدست آمده از کاربردهای مشابه حاصل می‌شود.

بارهای استاتیکی بیرینگ^{۱۷}

ظرفیت اسمی حمل بار استاتیکی C_0 در موارد زیر استفاده می‌شود:

- چرخش با سرعت خیلی آهسته (کمتر از ۱۰ دور در دقیقه).
- انجام حرکت نوسانی خیلی کند.
- بیرینگ ساکن ولی تحت بار ثابت برای مدت طولانی.

همچنین، بسیار مهم است که ضریب ایمنی برای بارهای کوتاه مدت مثل شوک یا ضربه‌های سنگین که به بیرینگ اعمال می‌شود، بررسی شوند چه در حال چرخش باشد (تنش‌های دینامیکی) و چه در حالت ساکن و بدون حرکت. بار استاتیکی پایه در استاندارد ISO 76:1987 مطابق با تنش‌های تماسی محاسبه شده در مرکز غلتک‌ها و شیارهای غلتش در تماس، تحت بارگذاری سنگین به صورت زیر تعریف می‌شود:

• 4600MPa برای بلبرینگ خود تنظیم.

• 4200MPa برای بلبرینگ‌های دیگر.

• 4000MPa برای کلیه رولبرینگ‌های دیگر.

این تنش یک تغییر شکل دایمی در شکل غلتک و شیار غلتش ایجاد می‌کند که در حدود ۰,۰۰۰۱

ضریب تصحیح عمر اسمی SKF با استفاده از مفهوم حد بار خستگی P_u که هنگام محاسبه قطعات دیگر استفاده می شود، تعیین می شود. مقدار حد بار خستگی از جداول استخراج می شود. علاوه بر این a_{SKF} ، از شرایط روانکاری (نسبت ویسکوزیته k) و ضریب η_c برای میزان آلودگی برای رسیدن به عملیاتی واقعی، استفاده می کند. رابطه عمر SKF بر اساس استاندارد ISO 281:1990/Amd 2:2000 می شود:

$$L_{nm} = a_1 a_{SKF} L_{10} = a_1 a_{SKF} \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

اگر سرعت ثابت باشد عمر می تواند در ساعات کاری بیان شود که در این صورت رابطه می شود:

$$L_{nmh} = \frac{10^6}{60n} L_{nm}$$

که در این رابطه:

L_{nm} : عمر اسمی SKF در (at 100-n) % reliability
میلیون دور.
 L_{nmh} : عمر اسمی SKF در (at 100-n) % reliability
در ساعات کاری.

L_{10} : عمر اسمی (در قابلیت اطمینان ۹۰٪)
میلیون دور.

a_1 : ضریب تصحیح عمر برای قابلیت اطمینان (جدول ۱).
 a_{SKF} : ضریب تصحیح شده عمر SKF (نمودار ۱ تا ۴).
C: ظرفیت بار دینامیکی پایه بر حسب کیلو نیوتن.
P: بار معادل دینامیکی وارده بر بیرینگ بر حسب کیلو نیوتن

n: سرعت چرخش بر حسب دور در دقیقه.

p: توان رابطه عمر = ۳ برای بلبرینگ ها و ۱۰/۳ برای رولبرینگ ها.

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60n} L_{10}$$

که در این رابطه:

L_{10} : عمر اسمی (در قابلیت اطمینان ۹۰٪)،
میلیون دور کاری.
 L_{10h} : عمر اسمی (در قابلیت اطمینان ۹۰٪)،
ساعات کاری.

C: ظرفیت اسمی حمل بار دینامیکی پایه بر حسب کیلو نیوتن.

P: بار دینامیکی معادل بیرینگ بر حسب کیلو نیوتن.

n: سرعت چرخش بر حسب دور در دقیقه.

p: توان در رابطه عمر = ۳ برای بلبرینگ و ۱۰/۳ برای رولبرینگ ها.

عمر اسمی SKF^{۱۸}

برای بیرینگ های مدرن با کیفیت بالا، عمر اسمی می تواند به طور قابل ملاحظه ای از عمر سرویس واقعی داده شده در عمل متفاوت باشد. عمر سرویس در کاربردهای خاص وابسته به فاکتورهای تاثیر گذار مختلفی از جمله روان کاری، میزان آلودگی، نارسایی، شرایط نصب و راه اندازی و شرایط محیطی باشد.

به همین دلیل استاندارد ISO 281:1990/Amd 2:2000 یک رابطه عمر اصلاح شده به عنوان مکمل برای محاسبه عمر اسمی ارائه کرد. در این رابطه عمر از ضرایب اصلاح شده برای روانکاری، شرایط آلودگی بیرینگ و حد خستگی مواد، استفاده شده است. همچنین استاندارد ISO 281:1990/Amd 2:2000 مقرراتی برای تولید کنندگان بیرینگ وضع می کند و روش های مناسب برای محاسبه ضرایب اصلاح عمر بر اساس شرایط کاری، پیشنهاد می دهد. a_{SKF}

18 SKF Rating Life

ضریب تصحیح عمر SKF، a_{SKF}

همانطور که ذکر شد این عامل نشان دهنده ارتباط بین نسبت حد بار خستگی (P_u/P)، شرایط روانکاری (نسبت ویسکوزیته k) و میزان آلودگی بیرینگ (η_c) است. مقدار ضریب a_{SKF} از چهار نمودار بدست می آید که وابسته به نوع بیرینگ، و تابعی از $\eta_c(P_u/P)$ برای بیرینگ های استاندارد SKF و بیرینگ های SKF Explorer و مقادیر مختلف نسبت ویسکوزیته k است:

این نمودارها برای تعیین مقادیر عمومی و ضرایب ایمنی مرتبط با حدود بار خستگی برای سایر اجرا مکانیکی رسم شده اند. با توجه به ساده سازی های ذاتی در رابطه عمر اسمی SKF، حتی اگر شرایط کارکرد هم به طور دقیق شناسایی شوند مقدار بیش از ۵۰ برای a_{SKF} معنی دار نیست.

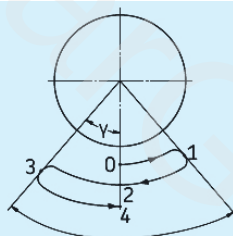
مقادیر برای تنظیم عمر فاکتور a_1			
فاکتور a_1	نرخ عمر SKF، L_{10m}	احتمال شکست n %	اطمینان %
1	L_{10m}	10	90
0,62	L_{5m}	5	95
0,53	L_{4m}	4	96
0,44	L_{3m}	3	97
0,33	L_{2m}	2	98
0,21	L_{1m}	1	99

جدول ۱ - مقادیر استاندارد فاکتور تنظیم عمر.

در برخی موارد بهتر است از واحدهای دیگری به جای میلیون دور یا ساعت استفاده شود. برای مثال عمر بیرینگ برای محورهایی استفاده شده در وسایل نقلیه جاده ای و راه آهن بهتر است به کیلومتر بیان شود. به منظور تسهیل در محاسبه عمر در این موارد بهتر است از جدول ۲ استفاده شود.

Units conversion factors for bearing life

فاکتورهای تبدیل واحد در عمر یاتاقان



واحد اولیه	واحد تبدیل میلیون دور	ساعات عملکرد	میلیون کیلومتر طی کرده	میلیون دور نوسان ¹⁾
۱ میلیون دور	1	$\frac{10^6}{60 n}$	$\frac{\pi D}{10^3}$	$\frac{180}{2 \gamma}$
۱ ساعت عملکرد	$\frac{60 n}{10^6}$	1	$\frac{60 n \pi D}{10^9}$	$\frac{180 \times 60 n}{2 \gamma 10^6}$
۱ میلیون کیلومتر	$\frac{10^3}{\pi D}$	$\frac{10^9}{60 n \pi D}$	1	$\frac{180 \times 10^3}{2 \gamma \pi D}$
۱ میلیون دور نوسان ¹⁾	$\frac{2 \gamma}{180}$	$\frac{2 \gamma 10^6}{180 \times 60 n}$	$\frac{2 \gamma \pi D}{180 \times 10^3}$	1

D = قطر چرخ وسیله
 r/min ، سرعت دورانی
 γ = بزرگی نوسان (بیشترین درجه انحراف از مرکز اصلی) درجه
¹⁾ برای مقدار کوچک صحیح نیست ($Y < 10$) درجه

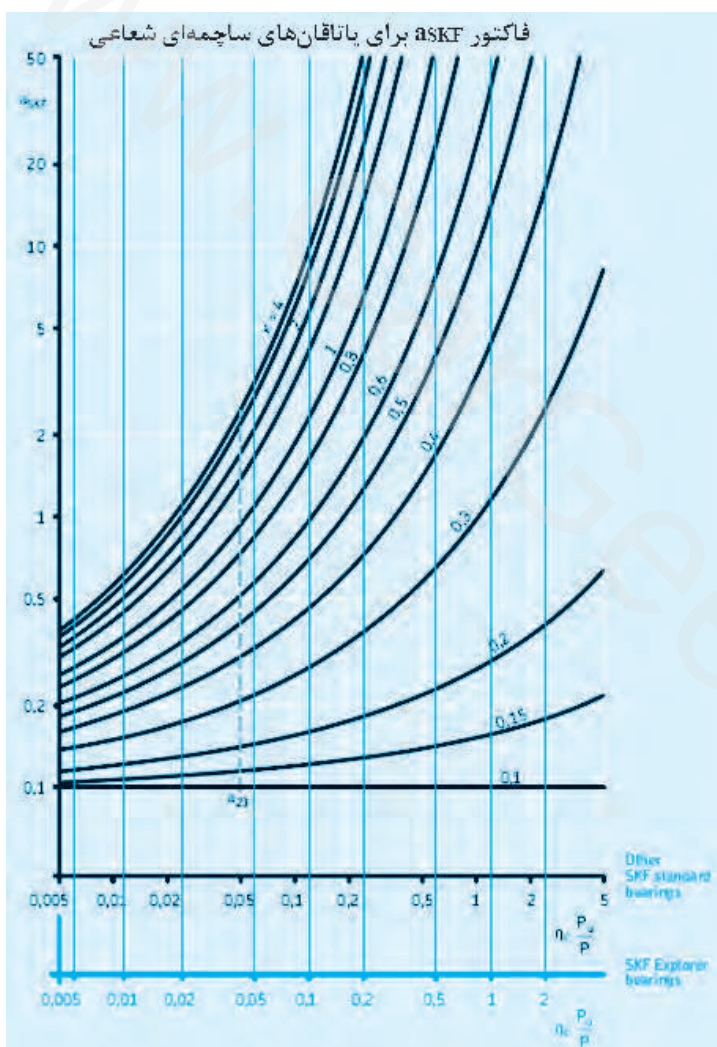
جدول ۲ - فاکتورهای تبدیل واحد در عمر بیرینگ.

کاتالوگ‌ها ارایه می‌شود. جهت دریافت این نمودار به سایت SKF یا مجله مراجعه کنید.

شرایط روانکاری^{۱۹} - نسبت ویسکوزیته K
اثر روان کار در ابتدا با درجه جدایش سطوح غلظتی بین سطح تماس غلتک‌ها تعیین می‌شود. اگر یک فیلم روان کار مناسب تشکیل شود، روان کار باید هنگامی که بیرینگ در دمای کاری معمول کار می‌کند، از یک حداقل ویسکوزیته برخوردار باشد.

19 Lubrication Conditions

فاکتور a_{SKF} نیز از نمودارهای از پیش تعیین شده‌ای مانند نمودار ۱ بدست آورده می‌شود. این نمودار برای انواع مختلف بیرینگ متفاوت است، همانطور که قابل مشاهده است نمودار ۱ برای بلبرینگ‌های شعاعی ارایه شده است. برای رولبرینگ‌های شعاعی، بلبرینگ کف گرد و رولبرینگ کف گرد غلتکی نمودار متفاوتی در



نمودار ۱- فاکتور

a_{SKF} برای بلبرینگ‌های شعاعی.

طبقه‌بندی ویسکوزیته بر اساس استاندارد ISO 3448			
درجه‌بندی ویسکوزیته	محدوده ویسکوزیته سینماتیک در ۴۰ درجه سانتی‌گراد		
	mean	min	max
-	mm ² /s		
ISO VG 2	2,2	1,98	2,42
ISO VG 3	3,2	2,88	3,52
ISO VG 5	4,6	4,14	5,06
ISO VG 7	6,8	6,12	7,48
ISO VG 10	10	9,00	11,0
ISO VG 15	15	13,5	16,5
ISO VG 22	22	19,8	24,2
ISO VG 32	32	28,8	35,2
ISO VG 46	46	41,4	50,6
ISO VG 68	68	61,2	74,8
ISO VG 100	100	90,0	110
ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 220	220	198	242
ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 460	460	414	506
ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 1 000	1 000	900	1 100
ISO VG 1 500	1 500	1 350	1 650

شکل ۲- طبقه‌بندی ویسکوزیته بر اساس استاندارد ISO 3448.

ملاحظات مربوط به افزودنی‌های (Exterem Pressure) EP

ثابت شده است که اضافه کردن مقداری EP به روانکار در جایی که روانکار مرغوب و با کیفیت نیست، سبب افزایش عمر سرویس بیرینگ می‌شود، به عنوان مثال برای زمانی که $k < 1$ و اگر ضریب برای میزان آلودگی $\eta_c \geq 0,2$ باشد، مطابق با استاندارد DIN ISO 281 Addendum1:2003 می‌توان مقدار $K=1$ را برای محاسبات استفاده کرد اگر از یک روان‌ساز با افزودن EP موثر استفاده شود. در این مورد ضریب اصلاح عمر a_{SKF} باید به $3 \geq$ محدود شود، اما کمتر از a_{SKF} برای روان کار طبیعی نیست. برای محدوده باقی‌مانده ضریب اصلاح عمر a_{SKF} با استفاده از k واقعی از کاربرد، تعیین شود. در صورت آلودگی شدید یعنی $\eta_c < 0,2$ امکان مفید بودن افزودن EP باید توسط انجام آزمایش تعیین شود.

شرایط روان کار با نسبت ویسکوزیته κ به صورت نسبت ویسکوزیته واقعی v به ویسکوزیته نامی v_1 برای یک روان کار مناسب، توصیف می‌شود. هر دو برای زمانی که روان کار در دمای معمول کاری قرار دارد، در نظر گرفته می‌شود. (بخش انتخاب روغن روان کار در کاتالوگ‌ها)

$$\kappa = \frac{v}{v_1} \quad (6-1)$$

که در این رابطه داریم:

κ = نسبت ویسکوزیته.

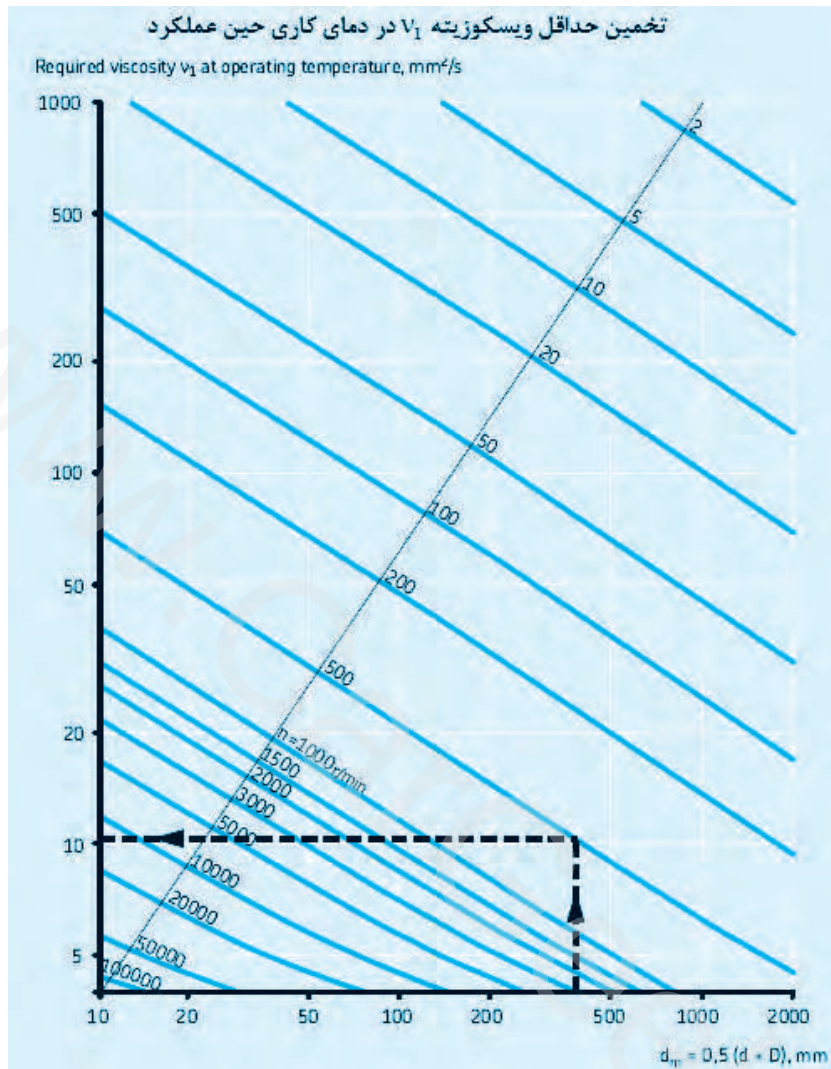
v = ویسکوزیته واقعی روان‌ساز در دمای

کارکرد (mm²/s).

v_1 = ویسکوزیته نامی وابسته به قطر متوسط

بیرینگ و سرعت دورانی آن (mm²/s).

ویسکوزیته نامی v_1 مورد نیاز برای روان کاری مناسب، از نمودار ۵ با استفاده از قطر متوسط $d_m = 0,5(d+D)$ بر حسب میلیمتر و سرعت دورانی بیرینگ بر حسب دور در دقیقه مشخص می‌شود. زمانی که دمای کاری از آزمایش یا هر شیوه دیگری، معلوم است، ویسکوزیته مطابق با ویسکوزیته دمای مرجع بین‌المللی استاندارد 40°C از نمودار بدست می‌آید یا محاسبه می‌شود. این نمودار برای شاخص ویسکوزیته ۹۵ آورده شده است. شکل ۲ لیست کلاس‌های ویسکوزیته مطابق با استاندارد ISO 3448: 1992 که محدوده ویسکوزیته برای هر کلاس در دمای 40°C مشخص شده را نشان می‌دهد. برخی از انواع بیرینگ‌ها مانند رولبرینگ‌های کروی، رولبرینگ‌های مخروطی و کف گرد کروی، معمولاً نسبت به انواع دیگر مانند بلبرینگ شیار عمیق و رولبرینگ استوانه‌ای در شرایط کاری مشابه، دمای کاری بیشتری را تحمل می‌کنند.



نمودار ۲ - تخمین ν_1 در دمای کاری.

ضریب η_c برای میزان آلودگی

این عامل برای بررسی اثر میزان آلودگی روان کار در محاسبه عمر بیرینگ معرفی شده است. تاثیر آلودگی بر خستگی بیرینگ وابسته به پارامترهای متعددی شامل اندازه بیرینگ، ضخامت نسبی فیلم روان ساز، اندازه و توزیع ذرات جامد آلودگی، نوع آلودگی (نرم، سخت و غیره) است. تاثیر این

پارامترها روی عمر بیرینگ پیچیده است و تعیین بسیاری از این پارامترها به صورت کمی دشوار است. از این امکان تخصیص مقادیر دقیق به η_c که اعتبار کلی داشته باشد، امکان ندارد. با این حال برخی مقادیر راهنما در جداول کاتالوگها ارایه شده است. جهت اطلاع بیشتر از فاکتورهای موثر بر میزان آلودگی به کاتالوگ SKF مراجعه کنید.

مورد خاص - ضریب تنظیم a_{23}

در کاتالوگ‌های قبلی SKF، عمر اسمی با استفاده از ضریب a_{23} برای مواد و روان کار تنظیم شده است. این ضریب در سال ۱۹۷۵ توسط SKF معرفی شد. در مرجع ISO 281:1990/Ama2:2000 این مقدار داده شده است.

محاسبه عمر در شرایط کاری متغیر

در کاربردهایی که در آن‌ها جهت و اندازه بار بیرینگ تغییر می‌کند عمر بیرینگ را نمی‌توان مستقیماً محاسبه کرد. و باید بار معادل را با شرایط متغیر سرعت، دما، روان کاری و میزان آلودگی محاسبه شود.

با توجه به پیچیدگی سیستم، این پارامترها برای مرحله‌مییانی به راحتی تعیین و محاسبه نخواهند شد. بنابراین در مورد شرایط عملکرد نوسانی لازم است که طیف بار یا ظرفیت چرخه کاری را به تعداد محدودی از بارهای ساده‌تر کاهش دهیم (نمودار ۳). در صورتی که بار به طور پیوسته تغییر کند هر بار مختلف می‌تواند جمع شده و طیف بار به یک هیستوگرام از بلوک‌های بار ثابت، کاهش می‌یابد. هر مشخصه از نمودار هیستوگرام کسر یا درصدی از زمان عمل از محدوده کارکرد را نشان می‌دهد.

بنابراین با تعداد N_1 دور تحت شرایط بار P_1 و با داشتن N به عنوان مجموع چرخه‌های عمر کارکرد، کسر چرخه عمر برای شرایط بار P_1 برابر می‌شود با $U_1 = N_1/N$ که در نهایت می‌شود عمر L_{10m1} را محاسبه کرد. در شرایط عملکرد متغیر بارها، عمر بیرینگ را می‌توان از این رابطه پیش‌بینی کرد:

$$L_{10m} = \frac{1}{\frac{U_1}{L_{10m1}} + \frac{U_2}{L_{10m2}} + \frac{U_3}{L_{10m3}} + \dots}$$

در این رابطه:

L_{10m} : عمر اسمی SKF (در قابلیت اطمینان ۹۰٪) بر حسب میلیون دور.

$L_{10m1}, L_{10m2}, \dots$: جزء عمر اسمی SKF (در قابلیت اطمینان ۹۰٪) تحت شرایط ثابت ۱ و ۲ و ... بر حسب میلیون دور

$U_1, U_2, \dots$: جزء چرخه عمر در شرایط ۱ و ۲ و ...

توجه: $U_1 + U_2 + \dots + U_n = 1$.

برای استفاده از این روش محاسبه نیاز به در دسترس بودن نمودارهای بار برای هر کاربرد خاص می‌باشد.

اثر دما حین عملکرد

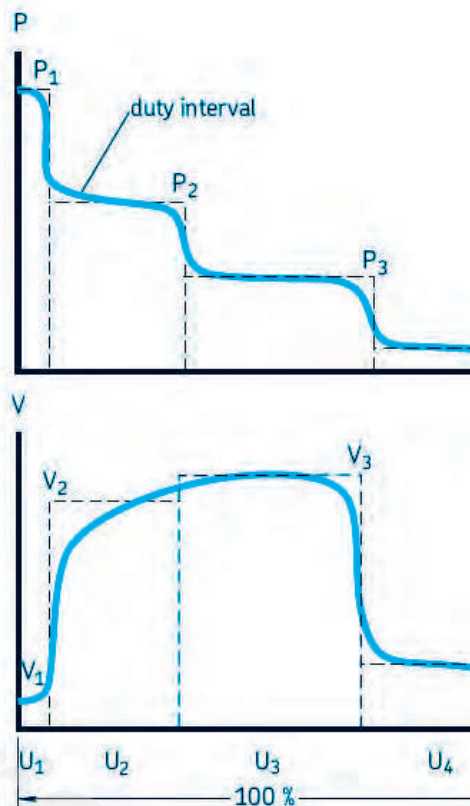
ابعاد بیرینگ در حین عملکرد به دلیل دگرگونی ساختار درون ماده آن، تغییر می‌کند. این دگرگونی‌ها ناشی از دما، زمان و تنش است. برای جلوگیری از تغییرات ابعادی غیر قابل قبول در هنگام عملکرد بیرینگ، با توجه به دگرگونی ساختاری، مواد بیرینگ تحت فرآیند عملیات حرارتی ویژه (پایدار کردن، پیر کردن) قرار می‌گیرند. پایداری ابعادی را می‌توان در شکل ۳ مشاهده کرد.

بسته به نوع بیرینگ، برای بیرینگ‌های استاندارد که از فولادهای سخت شده عمقی و سخت شده القایی ساخته می‌شوند، توصیه می‌شود در دمای کاری بین ۱۲۰ و ۲۰۰ درجه سلسیوس استفاده شوند. بیشترین دمای کاری مستقیماً وابسته به فرآیند عملیات حرارتی است.

اگر دمای کاری برای کاربرد بیرینگ از بیشترین دمای توصیه شده، بالاتر است، بیرینگ با کلاس بالاتر ترجیح داده می‌شود. برای کاربردهایی که بیرینگ‌ها به صورت مداوم در دماهای بالا عمل می‌کند، نیاز به تصحیح ظرفیت تحمل بار بیرینگ وجود دارد.

پایداری ابعادی	
کلاس پایداری	حداکثر پایداری
SN	120 °C
S0	150 °C
S1	200 °C
S2	250 °C
S3	300 °C
S4	350 °C

شکل ۳ - پایداری ابعادی.



محاسبه بارهای دینامیکی وارده بر بیرینگ

در صورت معلوم بودن بارهای خارجی (به عنوان مثال نیروهای انتقال قدرت، نیروهای کاری یا نیروهای اینرسی)، می توان بارهای وارده بر بیرینگ را توسط قوانین مکانیک محاسبه کرد. هنگام محاسبه مولفه های بار برای یک بیرینگ منفرد، برای ساده سازی شفت به صورت یک تیر ساکن و صلب، بدون تحمل گشتاور در نظر گرفته می شود. تغییر شکل های الاستیک در بیرینگ، محفظه یا قاب دستگاه، بررسی نمی شوند. و هیچ گشتاوری به عنوان انحراف شفت، تولید نمی شود.

عمر اسمی مورد نیاز

بهتر است هنگام تعیین اندازه بیرینگ، عمر اسمی SKF محاسبه شده با عمر مشخصه آن کاربرد خاص، مقایسه شود. این بررسی عموماً به نوع ماشین آلات، مدت زمان مورد نیاز سرویس و قابلیت اطمینان عملکرد، وابسته است. در صورت عدم وجود تجربه قبلی، می توان از جداول راهنمای موجود در کاتالوگ ها برای تخمین و محاسبه این میزان استفاده کرد.

بیرینگ تحت بارهای دینامیکی

مشخصه عمر (ساعت کارکرد)	جدول ۳ - مقدار عمر مشخص شده برای انواع ماشین‌های مختلف نوع ماشین
۳۰۰-۳۰۰۰	ماشین آلات خانگی، ماشین‌های کشاورزی، ابزار آلات، تجهیزات فنی مورد استفاده در پزشکی
۸۰۰-۳۰۰۰	ماشین آلات مورد استفاده در زمان‌های کم و متناوب مانند: ابزارهای دستی برقی، بالابرها در کارگاه‌ها، تجهیزات ساختمان و ماشین‌ها
۱۲۰۰۰-۸۰۰۰	ماشین‌های مورد استفاده در دوره‌های کوتاه یا سریع با قابلیت اطمینان بالا: آسانسورها، جرثقیل‌های بسته‌بندی تسمه‌ها و غلطک‌ها.
۲۵۰۰۰-۱۰۰۰۰	ماشین‌های مورد استفاده ۸ ساعت در روز (بیشتر استفاده نمی‌شوند): گیربکس‌های عمومی، موتورهای الکتریکی در صنایع، خرد کننده‌های دورانی.
۳۰۰۰-۲۵۰۰۰	ماشین آلات مورد استفاده ۸ ساعت در روز به طور کامل: ماشین ابزارها، ماشین‌های چوب‌بری، ماشین‌های صنایع مهندسی، جرثقیل‌ها برای مواد، فن‌ها، تسمه نقاله، تجهیزات چاپ، جداکننده‌ها و سانتریفیوژها
۵۰۰۰-۴۰۰۰۰	ماشین‌ها با کارکرد ۲۴ ساعته پیوسته: نورد، آسیاب‌ها، ماشین‌های الکتریکی متوسط، کمپرسور، بالابرها، معادن، پمپ‌ها، ماشین‌آلات نساجی.
۱۰۰۰۰-۳۰۰۰۰	ماشین‌های انرژی باد، که شامل شفت اصلی، YAW، جعبه‌دنده Pitching، یاتاقان‌های ژنراتورها
۱۰۰۰۰-۶۰۰۰۰	ماشین‌های صنایع آب، کوره‌های دوار، ماشین‌های کابل جمع‌کن، پروانه کشتی‌های اقیانوس پیما.
بیشتر از ۱۰۰۰۰۰	ماشین‌های الکتریکی بزرگ، نیروگاه‌های تولید انرژی، پمپ‌های معادن، فن‌های هوا در معادن، یاتاقان شفت در کشتی‌های اقیانوس پیما.

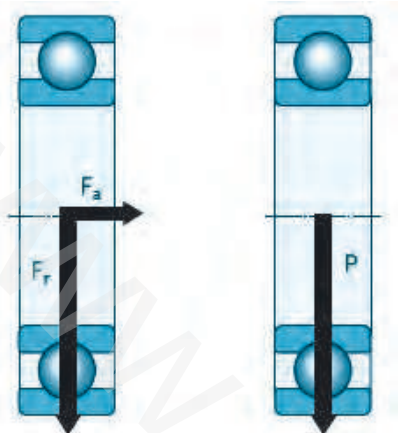
مشخصه عمر میلیون کیلومتر	جدول ۲ - مقادیر راهنما برای مشخصه عمر یاتاقان جعبه محور و ماشین‌های صنایع ریلی نوع وسیله
۰,۸	واگن‌های حمل بار بر اساس استاندارد UIC، همراه با اثر پیوسته و حداکثر بار بر محور
۱,۵	ماشین یا وسایل حمل مسافر، قطارهای زیر زمینی، ماشین‌های سبک و متوسط
۳	واگن‌های جابجایی مسافر در خطوط اصلی
۳-۴	ماشین یا وسایل حمل مسافر در خطوط اصلی واحدهای دیزل و الکتریکی
۳-۵	لوکوموتیوهای الکتریکی و دیزل در خط اصلی

بار دینامیکی معادل در بیرینگ

در تمام موارد دیگر در ابتدا لازم است که بار دینامیکی معادل بیرینگ محاسبه شود. این بار معادل به عنوان بار فرضی تعریف می‌شود، با اندازه و جهت ثابت، که به صورت شعاعی به بیرینگ‌های شعاعی و به صورت محوری در مرکز به بیرینگ‌های محوری اعمال می‌شود. و در واقع همان اثری که

اگر بار F محاسبه شده، الزامات مورد نیاز برای بار اسمی دینامیکی پایه C را داشته باشد یعنی بزرگی و جهت بار، ثابت است و برای بیرینگ‌های شعاعی به صورت شعاعی و برای بیرینگ‌های محوری به صورت محوری در مرکز اعمال می‌شود. پس $P=F$ و بار به صورت مستقیم در معادلات عمر وارد می‌شود.

جداول تولید یافت می شود. نمایی از بارها در شکل نشان داده شده است.



شکل ۲ - نمایی از نسبت بارها.

بیرینگ با بار نوسانی

در بسیاری از موارد اندازه بار در نوسان است. در این موارد برای محاسبه عمر، باید از فرمول شرایط عملکرد متغیر استفاده کرد. (رابطه طول عمر در شرایط کاری متغیر)

بار متوسط در یک بازه کاری

در هر بازه بارگذاری شرایط عملکرد می تواند اندکی از مقدار اسمی متفاوت باشد. با فرض اینکه شرایط کاری یعنی جهت سرعت و بار نسبتاً ثابت است و اندازه بار به طور مداوم بین مقدار حداقل F_{min} و مقدار حداکثر F_{max} تغییر می کند، بار متوسط از رابطه زیر بدست می آید. نمایی از این متوسط بار در شکل ۳ نشان داده شده است.

$$F_m = \frac{F_{min} + 2F_{max}}{3}$$

قرار است بار واقعی روی عمر بیرینگ داشته باشد را دارد. (شکل ۲) بیرینگ های شعاعی اغلب در معرض بارهای شعاعی و محوری هستند. اگر بار حاصل در اندازه و جهت ثابت باشد، بار معادل دینامیکی بیرینگ P از رابطه عمومی زیر بدست می آید:

$$P = XF_r + YF_a$$

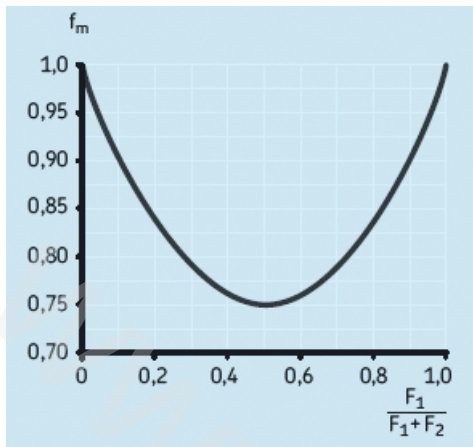
که در این رابطه داریم:

- P: بار دینامیکی معادل بیرینگ بر حسب کیلو نیوتن.
- F_r : بار شعاعی واقعی بیرینگ بر حسب کیلو نیوتن.
- F_a : بار محوری واقعی بیرینگ بر حسب کیلو نیوتن.
- X: ضریب بار شعاعی برای بیرینگ.
- Y: ضریب بار محوری برای بیرینگ.

اگر نسبت F_a/F_r از مقدار محدود کننده e تجاوز نکند، افزایش بار محوری برای بیرینگ یک ردیفه، فقط بخش نیروی شعاعی در بار معادل دینامیکی P را تحت تاثیر قرار می دهد. با بیرینگ دو ردیفه، حتی بارهای محوری سبک هم موثر هستند. رابطه عمومی مشابهی برای رولبرینگ های کروی کف گرد به کار گرفته می شود که می تواند با بارهای شعاعی و محوری تطبیق داده شود. برای بیرینگ های کف گرد که فقط بارهای محوری خالص را تحمل می کنند مانند بلبرینگ کف گرد، رولبرینگ استوانه ای کف گرد، به شرطی که بار به مرکز وارد شود می توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$P = F_a$$

تمام اطلاعات و داده های مورد نیاز برای محاسبه بار دینامیکی معادل در بخش معرفی هر محصول و



شکل ۵ - مقادیر ضریب f_m

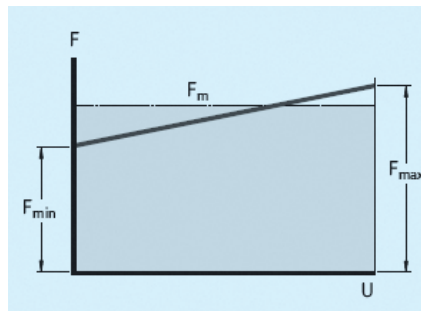
کمترین بار لازم^{۲۱}

رابطه بین بار و عمر تعمیر در بارهای بسیار سبک، کمتر مشهود است. سایر مکانیزم‌های شکست نسبت به خستگی تعیین می‌شوند. به منظور آرایه عملکرد رضایت بخش بیرینگ‌های ساچمه‌ای و غلتکی باید در کمترین بار داده شده مورد استفاده قرار گیرند. یک حساب تخمینی نشان می‌دهد که حداقل بارها باید به اندازه 0,02C برای رولبرینگ‌ها و 0,01C برای بلبرینگ‌ها باشد. اهمیت استفاده از حداقل بار در جایی که شتاب در بیرینگ بالا است و در جایی که سرعت در ناحیه ۵۰٪ یا بیشتر از منطقه محدود کردن سرعت است، افزایش می‌یابد. (بخش "سرعت و ارتعاشات") اگر حداقل بار مورد نیاز نمی‌تواند به کار گرفته شود، باید بیرینگ‌های ضد سایش استفاده شوند.

تعیین اندازه بیرینگ با استفاده از ظرفیت

حمل بار استاتیکی^{۲۲}

وقتی یکی از شرایط زیر وجود داشته باشد، برای انتخاب اندازه بیرینگ به جای معادله عمر باید بر

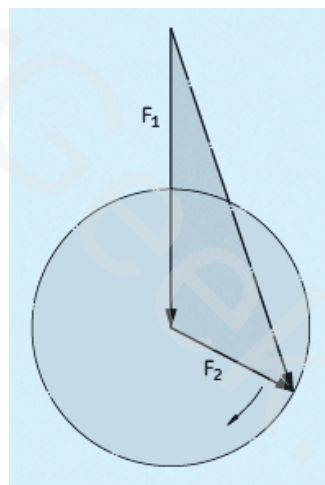


شکل ۳ - نمایی از متوسط بار.

۱-۷-۹-۵ - بار دورانی^{۲۰}

اگر همان‌طور که در شکل ۴ نشان داده شده است، بار وارده بر بیرینگ شامل بار F_1 که اندازه و جهت آن ثابت است (به عنوان مثال وزن روتور) و بار چرخشی ثابت F_2 (به عنوان مثال بار ناشی از نا بالانسی اجزای متحرک) بار متوسط از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$F_m = f_m (F_1 + F_2)$$



شکل ۴ - نمایی از بار چرخشی.

مقدار ضریب f_m در شکل ۵ به دست می‌آید.

21 Requisite Minimum Load
22 Static Load Carrying Capacity

20 Rotating Load

شود یا ویژگی‌های انطباق (اندازه بودن) تغییر کنند. اینکه تا چه حد این تغییرات برای عملکرد بیرینگ مضر هستند بستگی به خواسته‌های در نظر گرفته شده برای بیرینگ در کاربرد خاص آن دارد.

بنابراین لازم است مطمئن شویم که تغییر شکل دائمی برای بیرینگ اتفاق نمی‌افتد یا اینکه فقط در حد محدودی رخ می‌دهد.

این کار با انتخاب بیرینگی با ظرفیت حمل بار استاتیکی به اندازه کافی بالا امکان‌پذیر است اگر یکی از خواسته‌های زیر قابلیت اطمینان بالا را ارضا کند:

- کارکرد آرام (به عنوان مثال برای موتورهای الکتریکی).
- عملکرد بدون ارتعاش (به عنوان مثال برای ماشین‌های ابزار).
- بیرینگ با گشتاور اصطکاکی ثابت (به عنوان مثال برای دستگاه‌های اندازه‌گیری و تجهیزات آزمایش).
- اصطکاک راه‌اندازی کم در زیر بار (به عنوان مثال برای جرثقیل‌ها).

بار معادل استاتیکی بیرینگ^{۲۳}

بارهای استاتیکی شامل بارهای شعاعی و محوری باید به بارهای معادل استاتیکی بیرینگ تبدیل شوند. این بارهای تعریف شده فرضی، اگر اعمال شوند، اثری مشابه با بیشترین بار وارد شده به غلتک بیرینگ در زمان اعمال بارهای واقعی، دارد. این بار از رابطه عمومی زیر بدست می‌آید:

$$P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

اساس ظرفیت اسمی حمل بار استاتیکی C_0 استفاده شود:

- بیرینگ ثابت است و تحت بارهای پیوسته و متناوب (شوک) قرار دارد.
- بیرینگ تحت بار به آرامی نوسان می‌کند یا خود را همراه با شفت و نشیمنگاه می‌کند.
- بیرینگ زیر بار در سرعت‌های پایین می‌چرخد (کمتر از ۱۰ دور در دقیقه) و فقط نیاز به عمر کوتاه دارد (استفاده از رابطه عمر در این مورد مانند این است که از یک ظرفیت بار اسمی دینامیکی پایه C پایین برای بار معادل داده شده P استفاده شود در حالی که بیرینگ انتخاب شده تحت بیش بارهای شدید قرار داشته باشد).

• بیرینگ می‌چرخد، بارهای معمول هم اعمال می‌شوند اما بیرینگ باید شوک‌های سنگین را هم تحمل کند.

در تمام این موارد بار مجاز با خستگی تعیین نمی‌شود بلکه با تغییر شکل دائمی شیار غلتش که توسط بار ایجاد می‌شود، تعیین می‌شود.

اعمال بارها روی بیرینگ ثابت، یا بیرینگی که نوسان آرامی دارد، همچنین بارهای شوک روی بیرینگ در حال چرخش، می‌تواند سطح مسطح روی غلتک‌ها و دندانه در شیار غلتش ایجاد کند.

دندانه‌ها احتمالاً فضاهای خالی نامنظمی در اطراف شیار غلتش غلتک‌ها ایجاد می‌کنند یا احتمالاً این فضاهای خالی، روی غلتک‌ها اثر بر جای می‌گذارند.

اگر بار برای چندین دور اعمال شود، تغییر شکل به صورت یکنواخت در سرتاسر شیار غلتش توزیع می‌شود.

تغییر شکل‌های دائمی در بیرینگ منجر به ایجاد ارتعاش در بیرینگ، عملکرد با سر و صدا و افزایش اصطکاک می‌شود.

همچنین ممکن است سبب افزایش لقی داخلی

ظرفیت اسمی بار استاتیکی مورد نیاز^{۲۴}

هنگامی که اندازه بیرینگ بر اساس ظرفیت تحمل بار استاتیکی تعیین شد ضریب اطمینان داده شده S_0 که به رابطه بین ظرفیت اسمی حمل بار استاتیکی C_0 و بار معادل استاتیکی بیرینگ P_0 اشاره دارد، برای محاسبه ظرفیت بار استاتیکی مورد نیاز، مورد استفاده قرار می گیرد. ظرفیت بار استاتیکی مورد نیاز C_0 برابر است با:

$$C_0 = S_0 P_0$$

در این رابطه:

C_0 : ظرفیت اسمی حمل بار استاتیکی بر حسب کیلو نیوتن.
 P_0 : بار معادل استاتیکی بیرینگ بر حسب کیلو نیوتن.

S_0 : ضریب اطمینان استاتیکی.

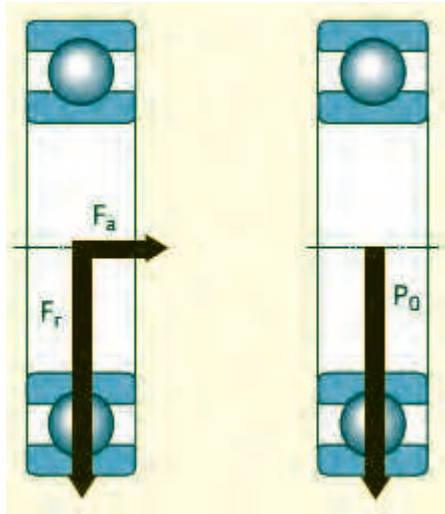
مقادیر راهنما برای ضریب ایمنی استاتیکی S_0 که بر اساس تجربه برای بیرینگ های ساچمه ای و غلتکی در شرایط کاربرد مختلف برای کارکرد نرم و روان، بدست آمده در جدول ۳ ارائه شده است. در دماهای بالا ظرفیت تحمل بار استاتیکی کاهش می یابد. اطلاعات بیشتر در صورت درخواست عرضه می شود.

بررسی ظرفیت تحمل بار استاتیکی

برای بارگذاری دینامیکی بیرینگ در جایی که بار معادل استاتیکی P_0 مشخص است، بهتر است که ظرفیت تحمل بار استاتیکی توسط رابطه زیر بررسی شود:

$$S_0 = C_0 / P_0$$

اگر مقدار S_0 بدست آمده کمتر از مقدار توصیه شده در جدول ۳ باشد یک بیرینگ با بار اسمی استاتیکی پایه بالاتر باید انتخاب شود.



شکل ۶ - نمایی از بار معادل استاتیکی.

که در این رابطه داریم:

P_0 : بار معادل استاتیکی بیرینگ بر حسب کیلو نیوتن.

F_r : بار شعاعی واقعی وارد بر بیرینگ بر حسب کیلو نیوتن.

F_a : بار محوری واقعی وارد بر بیرینگ بر حسب کیلو نیوتن.

X_0 : ضریب بار شعاعی برای بیرینگ.

Y_0 : ضریب بار محوری برای بیرینگ.

در محاسبه P_0 بیشترین باری که می تواند رخ دهد باید مورد استفاده قرار گیرد و مولفه های شعاعی و محوری در رابطه بالا قرار داده شوند. اگر یک بار استاتیکی در جهت های مختلف روی بیرینگ اعمال شود، اندازه مولفه های آن تغییر خواهد کرد. در این مورد، بزرگترین مقدار از مولفه های بار وارده برای بار معادل استاتیکی P_0 باید مورد استفاده قرار گیرد. اطلاعات و داده های مورد نیاز برای محاسبه بار استاتیکی معادل بیرینگ را می توان در بخش متن معرفی هر محصول در جداول پیدا کرد.

نوع عملیات	راهنمایی برای فاکتور ایمنی استاتیکی یا تاقان S_0							
	دورانی				غیر دورانی			
	Requirements regarding quiet running		normal		high			
	Ball bearings	Roller bearings	Ball bearings	Roller bearings	Ball bearings	Roller bearings	Ball bearings	Roller bearings
حرکت آرام و نرم، ارتعاش آزاد	0,5	1	1	1,5	2	3	0,4	0,8
معمولی	0,5	1	1	1,5	2	3,5	0,5	1
بارهای شوک، یا صدا	$\geq 1,5$	$\geq 2,5$	$\geq 1,5$	≥ 3	≥ 2	≥ 4	≥ 1	≥ 2

جدول ۳ - مقادیر راهنما برای ضریب اطمینان استاتیکی بیرینگ.

مثال های محاسباتی

مثال اول

یک بلبرینگ 6309 شیار عمیق با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه تحت بار شعاعی ۱۰ کیلونیوتن کار می کند. روان کاری برای این یا تاقان مورد استفاده قرار گرفته است و روغن دارای ویسکوزیته سینماتیک برابر ۲۰ میلی متر مربع در ثانیه در دمای کاری معمولی است. قابلیت اطمینان مورد نظر ۹۰٪ است و شرایط عملکرد نیز کاملاً تمیز خواهد بود. عمر اولیه و نرخ عمر SKF چقدر خواهد بود. عمر اسمی با قابلیت اطمینان ۹۰٪ برابر است با:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

از جدول محصولات که برای یا تاقان 6309 وجود دارد C برابر با ۵۵,۳ کیلونیوتن بدست می آید و از آنجایی که نیروی وارد شده کاملاً شعاعی است P برابر با ۱۰ کیلونیوتن خواهد بود. (نرخ بار دینامیکی بیرینگ)

$$L_{10} = (55.3/10)^3 = 169 \text{ میلیون دور}$$

یا بر حسب ساعات کارکرد:

$$L_{10} = \frac{10^6}{60n} L_{10h}$$

$$L_{10h} = 1000000 / (60 \times 3000) \times 169 = 940 \text{ ساعت کارکرد}$$

• نرخ عمر SKF برای قابلیت اطمینان ۹۰٪ برابر خواهد بود با:

$$L_{10m} = a_1 a_{SKF} L_{10}$$

از آنجایی که قابلیت اطمینان ۹۰٪ مد نظر است، L_{10m} با استفاده از $a_1=1$ محاسبه خواهد شد. با استفاده از جدول محصولات در CD برای بلبرینگ 6309:

$$d_m = 0.5(d + D) = 0.5(45 + 100) = 72.5 \text{ mm}$$

• با استفاده از جداول مربوط به روغن برای روغنی با ویسکوزیته مشخص شده برای سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه برابر ۸,۱۵ میلیمتر مربع در ثانیه خواهد بود، بنابر این خواهیم داشت:

$$\kappa = v / v_1 = 20 / 8.15 = 2.45$$

و مجدداً با استفاده از جدول محصولات ارایه در CD:

SKF فاکتور a_{23} برابر ۱,۸ خواهد بود، که می‌توان این مقدار را با خواندن محور a_{SKF} بدست آورد. با به کارگیری در رابطه نتیجه کاملاً رضایت‌بخش خواهد بود به طوری که $a_{23}=a_{SKF}$ و بنابراین

$$L_{10mh} = a_{23} L_{10h} = a_{SKF} L_{10h}$$

$$L_{10mh} = 1.8 \times 940 = 1690$$

فاکتور η_c با توجه به جدول تنظیم عمر بیرینگ برای بیرینگ SKF 6309 با علم به اینکه P_u/P برابر با ۰.۱۳۴ است به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$\eta_c = [\eta_c (P_u / P)_{23} / (P_u / P)] = 0.04 / 0.134 = 0.3$$

مثال سوم

در این مثال، کاربرد مورد نظر بازبینی شده است. بلبرینگ SKF-6309-2RS1 یک بلبرینگ شیار عمیق کلاس اکسپلورر با آب‌بندهای داخلی گریس کاری شده است. تحت همان شرایط کاری که در مثال دوم بیان شد ($\kappa = 2,45$) مورد استفاده قرار می‌گیرد. شرایط آلودگی موجود در این کار باید مورد بررسی قرار گیرد. تا در صورت امکان هزینه‌ها در ۳۰۰۰ ساعت عملکرد بلبرینگ به حداقل برسند. با در نظر گرفتن روانکاری گریس و آب‌بند داخلی موجود در یاتاقان سطح آلودگی را می‌توان در شرایط فوق تمیز در نظر گرفت. و با استفاده از جداول می‌توان داده‌های زیر را استخراج کرد.

$$\eta_c = 0.8$$

$$P_u / P = 0.134$$

$$\eta_c (P_u / P) = 0.107$$

و با استفاده از این مقادیر و $\kappa = 2,45$ نتیجه a_{SKF} برابر با ۸ خواهد بود.

$$L_{10mh} = 8 \times 940 = 7520$$

$$P_u = 1.34kN, P_u / P = 1.34 / 10 = 0.134$$

و از آنجایی که شرایط کارکرد کاملاً تمیز است:

$$\eta_c = 0.8$$

$$\eta_c P_u / P = 0.107$$

با استفاده از $\kappa = 2,45$ و مقیاس ارایه شده برای بلبرینگ می‌توان مقدار a_{SKF} را برابر با ۸ استخراج کرد، سپس با استفاده از معادلات نرخ عمر SKF داریم:

$$L_{10m} = 1 \times 8 \times 169 = 1352 \text{ میلیون دور}$$

در ساعات کارکرد با استفاده از رابطه زیر خواهیم داشت:

$$L_{10mh} = \frac{10^6}{60n} L_{10m}$$

$$L_{10mh} = 1000000 / (30 \times 3000) \times 1352 = 7512 \text{ ساعت کارکرد}$$

مثال دوم

بلبرینگ استفاده شده در مثال ۱ در سال‌های قبل مورد استفاده قرار می‌گرفته که محاسبات آن با فاکتور a_{23} بوده است. این کاربرد به صورت کامل نیازها را برآورده می‌کرده است. لازم است که مجدداً عمر یاتاقان را با استفاده از تنظیم فاکتور a_{23} و همچنین فاکتور a_{SKF} (با توجه به تجربه بدست آمده در این کاربرد، این دو پارامتر برابر خواهند بود) محاسبه کرد. در آخر لازم است که فاکتور η_c برای سطح آلودگی در کاربردی که $a_{23}=a_{SKF}$ بدست آورده شود.

برای $\kappa = 2,45$ با استفاده از نمودار a_{23} بر روی منحنی κ و همچنین برای فاکتور اصلاح عمر

ساعت عملکرد

$$L_{10mh} = 1.2 \times 940 = 1130$$

شمارش میکروسکوپی روغن در کارکرد بیان شده، درجه آلودگی -/17/14 مطابق با ISO 4406:1999 نشان خواهد داد. این آلودگی اساسا مربوط به ذراتی است که با سایش در سیستم ایجاد می‌شوند. که این حجم آلودگی را می‌توان آلودگی طبیعی در نظر گرفت و η_c را برابر با ۰,۲ با موارد زیر در نظر گرفت:

$$P_u / P = 0.134$$

$$\eta_c(P_u / P) = 0.00268$$

مقدار K برابر با ۲,۴۵ برای a_{SKF} ۱,۲ حاصل خواهد شد.

ساعت عملکرد

$$L_{10mh} = 1.2 \times 940 = 1130$$

با استفاده از بیرینگ SKF-6309-2RS1 با آببندهای تماسی داخلی، می‌توان سطح آلودگی را به سطح خیلی تمیز کاهش داد. به همین ترتیب مجددا مشخصات زیر حاصل خواهند شد.

$$\eta_c = 0.8$$

$$P_u / P = 0.134$$

$$\eta_c(P_u / P) = 0.107$$

با استفاده از مقیاس ارایه شده برای یاتاقان SKF، K برابر با ۲,۴۵ برای a_{SKF} ۸ خواهد بود.

ساعت عملکرد

$$L_{10mh} = 8 \times 940 = 7520$$

نتیجه: در زمانی که سطح آلودگی بر اساس ضریب

برای کاهش هزینه‌ها با همان پیکربندی می‌توان از بلبرینگ SKF-6309-2Z با حفاظ مورد استفاده کرد. سطح آلودگی در حد معمولی باقی خواهد ماند و می‌توان داده‌های زیر را از جداول استخراج کرد.

$$\eta_c = 0.5$$

$$P_u / P = 0.134$$

$$\eta_c(P_u / P) = 0.067$$

$$L_{10mh} = 3.5 \times 940 = 3290$$

نتیجه گیری: چنانچه امکان پذیر باشد برای کاهش هزینه‌ها می‌توان از بلبرینگ با حفاظ فلزی استفاده کرد. به این نکته توجه شود که فاکتور تنظیم a_{23} برای این ارزیابی نمی‌توان استفاده کرد. بعلاوه نمی‌توان به طول عمر امکان‌پذیر رسید. (مثال دوم: طول عمر بدست آمده با استفاده از فاکتور تنظیم a_{23} تنها ۱۶۹۰ ساعت عملکرد را نشان می‌دهد. که این مقدار بسیار کمتر از طول عمر مورد نیاز است.)

مثال چهارم

بلبرینگ شیار عمیق استفاده شده در مثال ۱ مربوط به کاربردهایی است که سال‌های پیش با فاکتور تنظیم a_{23} محاسبه شده است. با توجه به مستندات شکایاتی مبنی بر خرابی زود هنگام بلبرینگ بهتر است مجددا طراحی آن بررسی و با ایجاد مرحله‌ای قابلیت اطمینان آن را افزایش داد.

ابتدا، عمر بر اساس فاکتور a_{23} محاسبه شده است. K برابر ۲,۴۵ و با استفاده از نمودار مربوط به منحنی فاکتور اصلاح عمر SKF دارای a_{23} برابر ۱,۸

را می‌توان از محور a_{SKF} استنباط کرد و فاکتور η_c بر اساس فاکتور اصلاح عمر a_{23} برای $P_u/P = 0.134$ برابر خواهد بود با:

$$\eta_c = [\eta_c(P_u / P)_{23} / (P_u / P)] = 0.04 / 0.134 = 0.3$$

مورد استفاده قرار می‌گیرد همچنین دارای محیط سه بعدی انعطاف‌پذیر برای کاربرد مشتریان است. این برنامه سیستم‌های مکانیکی مانند شفت، چرخنده‌ها را برای بدست آوردن رفتار بیرینگ‌ها در محیط مجازی با هم ترکیب می‌کند. همچنین ارزیابی خستگی و عمر بیرینگ را به مصرف‌کننده ارائه می‌کند.

• Orpheus

برنامه‌ای عددی است که مطالعه و بهینه‌سازی رفتار دینامیکی، صدا و ارتعاشی یاتاقان‌ها را حین عملکرد امکان‌پذیر می‌سازد. (مثلاً در موتورهای الکتریکی و جعبه‌بندها) با استفاده از این برنامه به راحتی می‌توان معادلات غیرخطی کامل را که در حرکت مورد استفاده قرار می‌گیرند حل کرد. این معادلات در اجزایی مانند عناصر جانبی یاتاقان‌ها، شامل دنده‌ها، شفت‌ها و قفسه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. به طور کلی با استفاده از این نرم افزار می‌توان رفتار دینامیکی حین عملکرد را در بیرینگ‌ها را بررسی کرد. مانند حالت‌های انحراف (موجی شدن) و اشتباه‌های نصب (ناراستایی) به راحتی می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد.

• Beast

این نرم افزار یک نرم افزار شبیه سازی است که به مهندسان اجازه شبیه سازی جزئیات داخل بیرینگ را می‌دهد. به عنوان مثال می‌تواند برای مطالعه و بررسی نیروها و گشتاور هادرون بیرینگ حین شرایط بارگذاری مورد استفاده قرار گیرد. با استفاده از این روش طراحی مدل‌های جدید خیلی سریعتر از روش‌های قدیمی که نیاز به تست فیزیکی داشتند انجام می‌شود.

a_{23} به سختی بیشتر از $\eta_c = 0.3$ است. در حالی که در شرایط عملکرد، که آلودگی ناشی از انتقال‌های صنعتی خواهد بود با استفاده از فاکتور a_{SKF} ، ظریب $\eta_c = 0.2$ خواهد بود. این نسبت می‌تواند دلیل خرابی که حین عملکرد حاصل می‌شود را نشان دهد. با استفاده از بلبرینگ SKF-6309-2RS1 با آب‌بند تماسی داخلی می‌تواند قابلیت اطمینان را افزایش دهد و این مشکلات را حل کند.

- ابزارهای محاسباتی SKF

SKF یکی از قدرتمندترین بسته‌های مدل‌سازی و شبیه سازی را در صنعت یاتاقان دارا است. به راحتی می‌توان از این ابزار بر روی کامپیوتر استفاده کرد. فلسفه شرکت تولید و توسعه سیستم‌های برنامه‌ای برای رفع نیازهای مشتری‌ها است. از طراحی‌های ساده تا طراحی‌های پیچیده می‌توان به راحتی از این نرم افزارها استفاده کرد.

• برنامه مهندسی کاتالوگ SKF

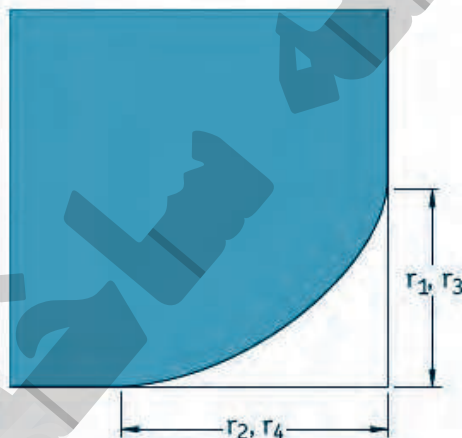
این برنامه ابزاری است که برای محاسبه و انتخاب بیرینگ مورد استفاده قرار می‌گیرد. می‌توان بیرینگ‌ها را از لحاظ ساختاری و ابعادی جستجو کرد و همچنین پیکربندی آنها را به راحتی مورد بررسی قرار داد. معادلات بیرینگ‌ها نیز در این مجموعه ارائه شده است. همچنین می‌توان در این برنامه به نقشه‌های CAD بیرینگ‌ها نیز دسترسی داشت. این مجموعه شامل کاتالوگ‌ها رولبرینگ‌های، واحدهای یاتاقانی، انواع قفسه‌ها، یاتاقان‌های صفحه‌ای و آب‌بندها را می‌شود.

• برنامه SKF beacon

این برنامه نرم افزار اصلی بیرینگ SKF است که برای بدست آوردن بهترین راه حل برای مشتریان

طرح عمومی برای بیرینگ های اینچی^{۲۵}

گروه وسیعی از بیرینگ ها اینچی را رولبرینگ های مخروطی تشکیل می دهند. ابعاد این بیرینگ ها مطابق با استاندارد AFBMA شماره 19-1974 هستند (ANSI B3.19-1975). استاندارد ANSI/ABMA با شماره 19.2-1994 که بعدا جایگزین استاندارد فوق شد دیگر شامل ابعاد نمی باشد.



شکل ۳ - نمایی از ابعاد نشان داده شده در استانداردها.

ابعاد پخ

حداقل مقدار برای ابعاد پخ در جهت شعاعی و همچنین جهت محوری (r_2, r_4) در جدول تولیدات ارائه شده است. این مقدار با توجه به طرح کلی ارائه شده در لیست استانداردها تنظیم شده است. از آن جمله می توان به استانداردهای ISO15:1998، ISO12043:1995 و ISO12044:1995 برای رولبرینگ های شعاعی و استاندارد ISO355:1977 برای رولبرینگ های مخروطی و استاندارد ISO104:2002 برای رولبرینگ های کف گرد اشاره کرد.

تولانس ابعادی

ابعاد و دقت حرکتی بیرینگ های غلتشی به صورت بین المللی استانداردسازی شده است. علاوه بر تولانس معمولی، استاندارد ISO نیز سری تولانس های دقیق را تهیه کرده است که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد.

• کلاس ۶ تولانس که مربوط به کلاس P6 تولانس بیرینگ های SKF می شود.

• کلاس ۵ تولانس که مربوط به کلاس P5 تولانس بیرینگ های SKF می شود.

برای کاربردهای خاص نظیر محور کارگیر ماشین ابزار بیرینگ ها با تولانس های دقیق تر نظیر کلاس های SP، P4A، P4A، P4 و UP تولید می شوند.

نماد تولانس ها

علائم و نماد تولانس ها در جداول کاتالوگ SKF آورده شده است. به سایت مجله جهت دانلود فایل PDF آن مراجعه کنید.

www.irmpm.com



تعیین سری قطری^{۲۶}

از آنجایی که تغییرات تولانس برای حفره و قطری

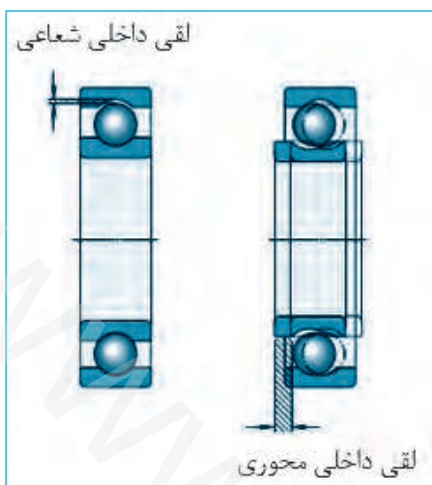
خارجی با V_{dp} و V_{dp} در جدول های متریک بیرینگ های غلتشی ارائه می شود (به جز بیرینگ های غلتشی مخروطی) که به صورت عمومی در سری قطری جای نمی گیرند. همچنین همواره شناسایی سریع بیرینگ بر اساس سری قطری ISO امکان پذیر نیست این اطلاعات در جداولی به صورت مجزا ارائه می شود.

جداول تولانس ها

جهت دسترسی به جداول تولانس ها به کاتالوگ SKF در سایت مجله یا سایت SKF مراجعه شود.

www.irmpm.com





شکل ۵- نمایی از فاصله کلی لقی داخلی بیرینگ.

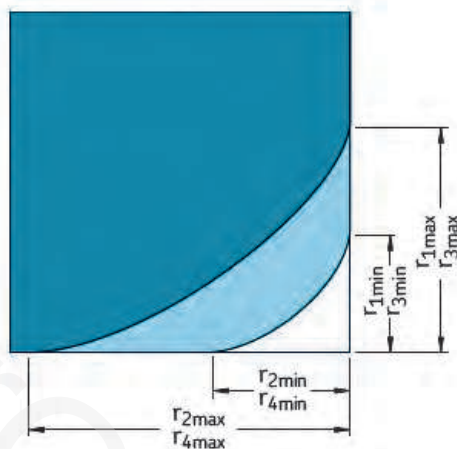
توضیحات بیشتر در لقی داخلی	
لقی داخلی	مخفف
C1	کمتر از C2
C2	کمتر از حد معمول
CN	معمول، در زمانی استفاده می‌شود که عدد معرف میزان لقی داخلی است
C3	بیشتر از معمول
C4	بیشتر از C3
C5	بیشتر از C4

شکل ۶ - پسوندهای مورد استفاده برای تعیین لقی داخلی بیرینگ ها.

دمای عملکرد ایجاد می‌شود. (لقی عملکردی^{۲۹}) لقی اولیه داخلی (قبل از نصب) بزرگتر از لقی در زمان عملکرد است و دلیل آن تفاوت در زاویه لبه‌ها در نصب و تفاوت در انبساط حرارتی به وجود آمده در رینگ بیرینگ در رابطه با عناصر مرتبط است که قابلیت منبسط و منقبض شدن حین عملیات را دارند. جدول مربوط به مقدار لقی برای انواع مختلف بیرینگ را می‌توان در کاتالوگ SKF مشاهده کرد.

محدودیت ابعاد پخ

برای جلوگیری از ابعاد نادرست مربوط به عناصر بیرینگ‌های غلتکی و محاسبه ساده محل قرارگیری رینگ نگه دارنده، حداکثر محدودیت پخ در رابطه با حداقل ابعاد آن است که این اطلاعات نیز به صورت تفکیک شده در جداول SKF و سایر سازندگان ارائه شده است جهت اطلاع بیشتر به سایت مجله یا SKF مراجعه شود. این ابعاد مرتبط را می‌توان در شکل ۴ مشاهده کرد.



شکل ۴ - ابعاد مهم در پخ.

سمبل‌های تolerانس^{۲۷}

لقی داخلی بیرینگ^{۲۸}

لقی داخلی - شکل (۵) - به کل فاصله گفته می‌شود که یک رینگ بیرینگ نسبت به رینگ دیگر در جهت شعاعی (لقی شعاعی داخلی) یا جهت محوری (لقی داخلی محوری) می‌تواند حرکت داشته باشد.

تمایز بین لقی داخلی بیرینگ قبل و بعد از نصب از اهمیت بالایی برخوردار است که این تفاوت به دلیل

27 Tolerance Symbols

28 Bearing Internal Clearance

29 Operational Clearance

قفسه‌ها^{۳۰}

مخصوصاً در حالتی که رینگ بیرینگ برای نصب و پیاده‌سازی از آن جدا می‌شود. قفسه را به گروه‌های پرس شده، ماشینکاری شده، یکپارچه و پین شده تقسیم می‌شوند

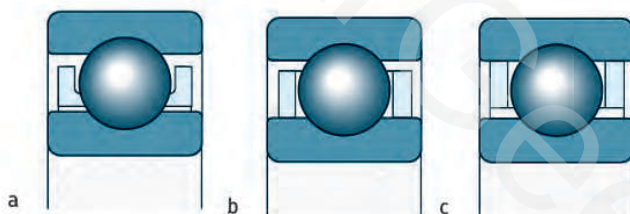
قفس‌ها دارای انواع متفاوتی از لحاظ ساختار هستند. که می‌توانند بر روی کیفیت بیرینگ‌ها تأثیرگذار باشند. هدف اصلی قفس‌های به شرح زیر است:

- نگه داشتن عناصر دوار در یک فاصله مناسب و مشخص از یکدیگر به منظور جلوگیری از تماس مستقیم آنها با یکدیگر، هدف از این کار حداقل کردن اصطکاک و گرمای تولید شده حین عملیات است.
- نگه داشتن عناصر دوار در یک توزیع مناسب و دوار که منجر به توزیع باریک‌نواخت و عملکرد آرام آنها خواهد شد.

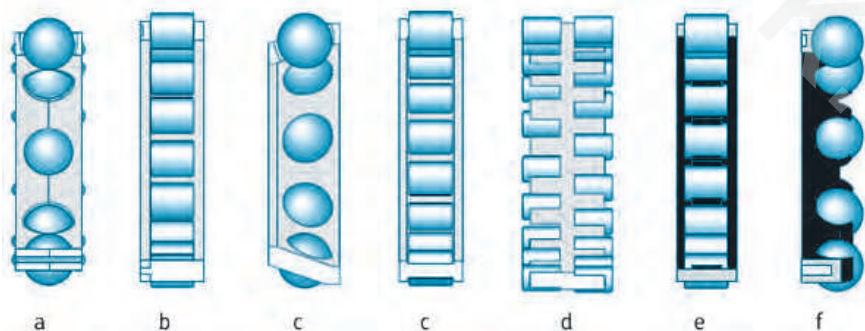
- هدایت عناصر دوار به منطقه بدون بار به منظور بهبود شرایط دورانی بیرینگ و جلوگیری از آسیب دیدن آنها در حرکات لغزشی یکی دیگر از موارد کاربرد قفس‌ها است.

- نگه‌داشتن عناصر دورانی در یک مجموعه در مواردی که بیرینگ دارای طرح جداسازی هستند و

30 Cages



شکل ۷ - قفسه‌های ماشینکاری شده.



شکل ۸ - قفسه‌های یکپارچه.

انواع پسوندها	
K	سوراخ مخروطی
Z	محافظت یک طرفه
2Z	محافظت دو طرفه
RS	کاسه نمد یک طرفه
2RS	کاسه نمد دوطرفه
P2	دقت بالا، ابعاد فرم و عملکرد

شکل ۱۱ - معرفی کننده پسوندهای بیرینگ ها.

و قطر بیرینگ به میلی متر را تولید خواهد کرد. این کد دارای دو استثنا است که در شکل ۱۳ آورده شده است.

یاتاقان غلتکی مخروطی

DIN720 - S 30208P2

قطر داخلی ←

کد قطر ۵× = قطر (میلی متر)

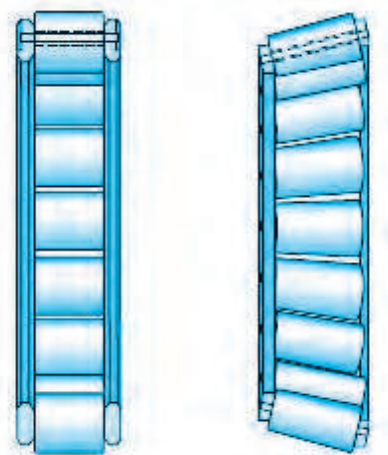
۴۰ = ۵×۸

شکل ۱۲ - کد شناسایی قطر بیرینگ.

قطر حفره d	کد حفره
۱۰	۰۰
۱۲	۰۱
۱۵	۰۲
۱۷	۰۳

شکل ۱۳ - استثنای کد شناسایی قطر.

برای بیرینگ با قطر کم تر از 10mm و بزرگتر یا مساوی 500mm قطر داخلی بر حسب میلی متر به صورت کد نشده آورده می شود. این اندازه از دیگر شماره های فنی بیرینگ با یک خط کسری (/) جدا می شود.



شکل ۹ - قفسه های پین شده.

مشخصات و شماره فنی

یک سری علائم و مشخصات در شناسایی بیرینگ ها مهم هستند که در ادامه مورد بحث قرار می گیرند.

یکی از این علائم کد استاندارد تولیدی شرکت سازنده است که به صورت عددی مانند زیر آورده می شود. این کد شامل هفت عدد یا حرف است. دو عدد یا حرف انتهایی به عنوان پسوند شناخته می شود، این پسوند در جدول زیر شناسایی شده است.

یاتاقان غلتکی مخروطی

DIN720 - S 30208P2

پسوند ←

شکل ۱۰ - کد شناسایی پسوند بیرینگ.

رقم چهارم و پنجم مشخص کننده قطر بیرینگ هستند، به طوری که این کد باید در ۵ ضرب شده

شکل ۱۷ - معرفی کننده نوع بیرینگ.

پیشوند کد، نوع یا جنس رینگ مورد استفاده در

نوع بیرینگ	کد بیرینگ
بلبرینگ تماس زاویه ای دو ردیفه	0
بلبرینگ خود تنظیم	1
رولبرینگ سیلندری کروی	2
رولبرینگ مخروطی	3
بلبرینگ شیار عمیق دو ردیفه	4
بلبرینگ شیار عمیق محوری	5
بلبرینگ شیار عمیق تک ردیفه	6
بلبرینگ تماس زاویه ای یک ردیفه	7
رولبرینگ استوانه ای محوری	8
بیرینگ سوزنی	NA
بیرینگ چهار نقطه تماسی	QJ
رولبرینگ استوانی	N, NJ, NJP, NN, NNU, NU, NUP

بیرینگ است، منظور از کد پیشوند در کد زیر مشخص شده است و در شکل ۱۸ انواع این کد بیان شده است.

یاتاقان غلتکی مخروطی

DIN720 - S 302 08 P2

پیشوند

شکل (۱۸) - کد شناسایی پیشوند کد بیرینگ.

انواع علائم پیشوند که معرف جنس یا نوع رینگ هستند.

علائم پیشوند	
محافظه با ناصر غلتکی	K
رینگ آزاد	L
رینگ همراه با غلتک	R
فولاد ضد زنگ	S

شکل ۱۹ -

علائم پیشوند کد بیرینگ.

یاتاقان غلتکی مخروطی DIN720 - S 302/8 P2

یاتاقان غلتکی مخروطی DIN720 - S 302/800 P2

رقم دوم و سوم در این کد، معرف ابعاد بیرینگ هستند. این سری از یک ساختار تبعیت می کند که در شکل ۱۴ داده شده است.

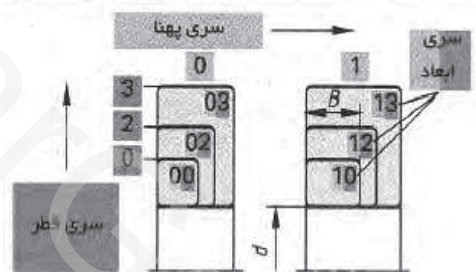
یاتاقان غلتکی مخروطی

DIN720 - S 302 08 P2

سری ابعاد

شکل ۱۴ - کد شناسایی سری ابعاد بیرینگ.

ساختار سری ابعاد به صورت زیر است.

ساختار سری ابعاد**شکل ۱۵ - ساختار سری ابعاد بیرینگ.**

عدداول مهم ترین قسمت کد و در واقع معرف نوع بیرینگ است. این عدد همواره بعد از اولین حرف قرار می گیرد.

یاتاقان غلتکی مخروطی

DIN720 - S 302 08 P2

نوع یاتاقان

شکل ۱۶ - کد شناسایی نوع بیرینگ.

انواع معرفی شده با این کد را می توان در شکل ۱۷ مشاهده کرد.

شماره گذاری در سیستم SKF

تمامی بیرینگ های استاندارد SKF دارای شماره گذاری مشخص به همراه ۳، ۴ یا ۵ رقم یا حرف هستند. یا ترکیبی از حرف و عدد را شامل می شوند سیستم طراحی شده برای یاتاقان های غلتشی و ساچمه ای استاندارد در شکل ۲۱ نشان داده شده است. شکل و ترکیب اعداد و حروف دارای معنی زیر هستند.

- رقم اول یا اولین حرف یا ترکیبی از ایندو نوع یاتاقان را مشخص می کند. نوع یاتاقان واقعی را می توان در شکل مشاهده کرد.
- دو رقم بعدی ابعاد سری ISO را نشان می دهد، رقم اول عرض (پهنا) یا ارتفاع (ابعاد B، T یا H) و سری دوم، سری قطر را بیان می کند (اندازه D)
- دو رقم آخر کد بیرینگ را مشخص می کند، زمانی که در ۵ ضرب شود، قطر حفره به میلی متر به دست می آید.

اما هیچگونه قاعده ای بدون استثنا وجود نخواهد داشت یکی از مهمترین قسمت های در نام گذاری بیرینگ در ادامه بیان شده است.

۱- در چندین مورد رقم های که نوع بیرینگ را مشخص می کند از ابعاد سری حذف شده است. این اعداد در شکل ۲۱ در داخل پرانتز نشان داده شده است.

۲- برای یاتاقان هایی که دارای قطر حفره ای کمتر از ۱۰ میلی متر یا بزرگ تر از ۵۰۰ میلی متر هستند این قطر حفره به همان صورت عددی بیان می شود و کد گذاری نمی شود. تشخیص سایز متفاوت از دیگر اجزا با یک خط کسری خواهد بود «/» به عنوان مثال در $d = 8, 618/8$ یا در $d = 530, 511/530$ است.

این قانون برای یاتاقان های دیگری که دارای قطر حفره ای ۲۲، ۲۸ یا ۳۲ میلی متر هستند مطابق با

استاندارد ISO 15:1998 نیز صحیح است.

۳- بیرینگ هایی با قطر حفره ۱۰، ۱۲، ۱۵ و ۱۷ میلی متر دارای کدهای شناسایی زیر هستند:

00 = 10 mm 01 = 12 mm

02 = 15 mm 03 = 17 mm

۴- برای برخی بیرینگ های کوچک که دارای قطر حفره زیر ۱۰ میلی متر هستند. مانند بلبرینگ های شیار عمیق، خودتنظیم ها و بلبرینگ های تماس زاویه ای، قطر حفره بر حسب میلی متر به صورت غیر کدی و به صورت مجزا از نام گذاری و بدون خط کسری بیان می شود. به عنوان مثال ۶۲۹ یا ۱۲۹ دارای قطر ۹ میلی متر هستند.

۵- قطر داخلی که استاندارد نباشد همواره به صورت بدون کد ارایه می شود- با دقت سه رقم اعشار- این قطر در شماره فنی یاتاقان بعد از خط «/» ارایه می شود. به عنوان مثال $d = 15,875 \text{ mm} = 5/8 \text{ in. } 6202/15.875$ در خواهد بود.

نام گذاری سری ها

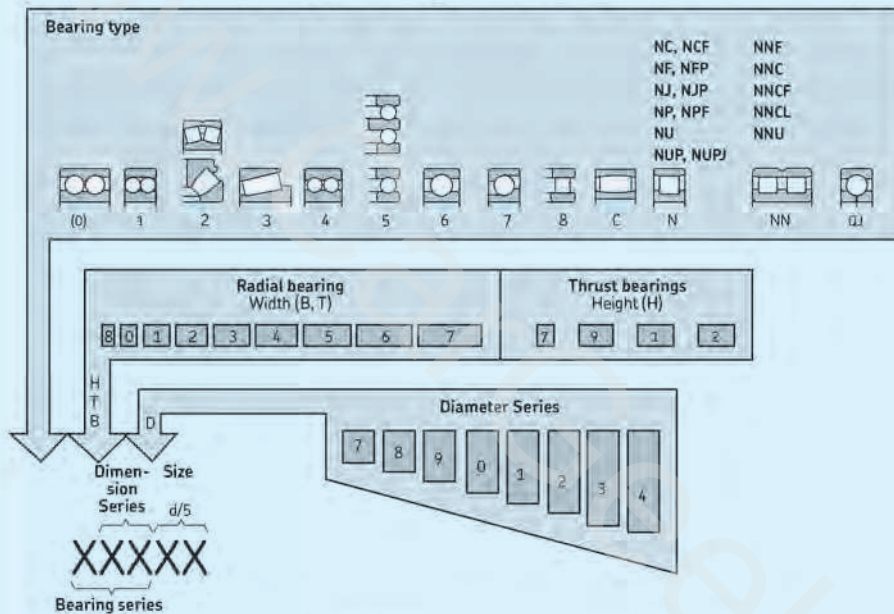
هر بیرینگ استاندارد دارای سری خاص بیرینگ است و که با اولین حرف و بدون مشخص بودن سایز مشخص می شود. نامگذاری های سری اغلب شامل پسوند A، B، C، D یا E یا ترکیبی از این نام ها خواهد بود. به عنوان مثال CA. این نام ها برای شناسایی طرح داخلی بیرینگ با طرح اصلی مورد استفاده قرار می گیرند. به عنوان مثال تماس زاویه ای بیرینگ. نمونه ای معمولی مورد استفاده در یاتاقان ها در شکل نشان داده شده است.

ارقام داخل پرانتز شامل نام گذاری سری نمی شوند.

پیشوندها: پیشوندها برای شناسایی اجزای بیرینگ مورد استفاده قرار می گیرند و معمولا

Designation system for SKF standard metric ball and roller bearings

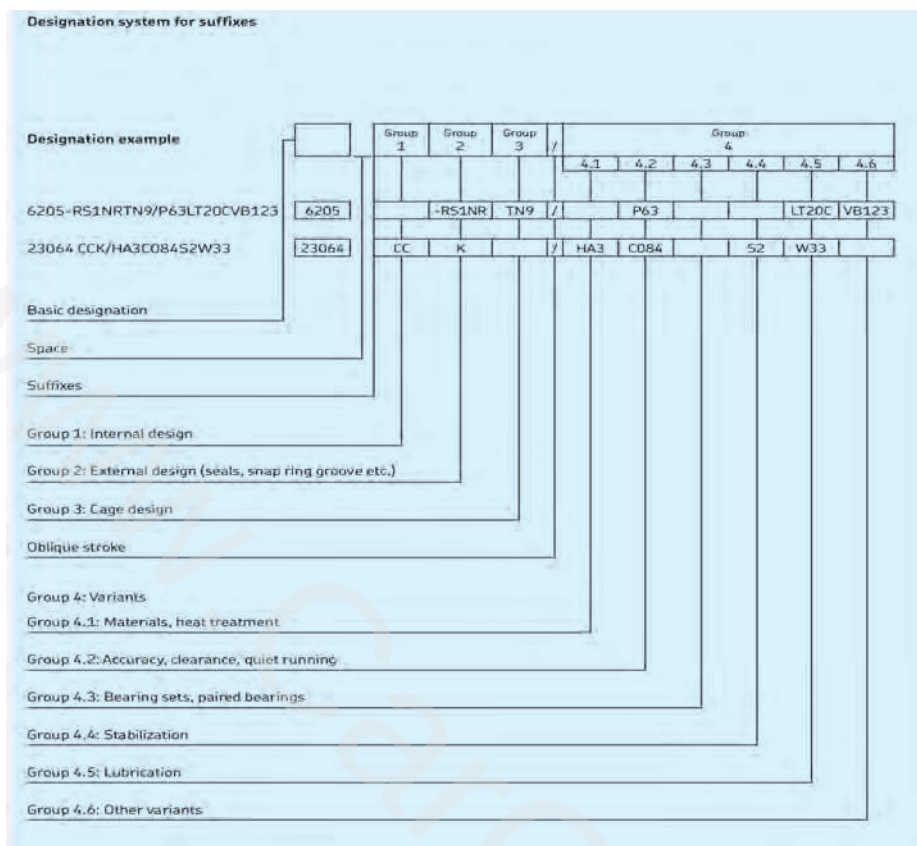
Bearing series				6(0)4				(0)4			
				544	623						
		223		524	6(0)3					33	
		213		543	622					23	
		232		523	6(0)2			23		(0)3	
		222		542	630			32		22	
		241		522	6(1)0			22		12	
		231			16(0)0			41		(0)2	
		240	323	534	639			31		31	41
		230	313	514	619			60		30	31
		249	303	533	609			50		20	60
		239	332	513	638	7(0)4	814	40		10	50
	139	248	322	532	628	7(0)3	894	30		39	40
	130	238	302	512	618	7(0)2	874	69		29	30
	(1)23		331	511	608	7(1)0	813	59		19	69
	(1)03			510	637	719	893	49		38	49
	(1)22	294	330	591	627	718	812	39		28	39
(0)33	(1)02	293	320	4(2)3	590	617	708	811	29	18	48
(0)32	1(1)0	292	329	4(2)2							19



Code	Bearing type	Code	Bearing type	Code	Bearing type
0	Double row angular contact ball bearings	7	Single row angular contact ball bearings	QJ	Four-point contact ball bearings
1	Self-aligning ball bearings	8	Cylindrical roller thrust bearings	T	roller bearings according to ISO 355-1977
2	Spherical roller bearings,	C	CARB toroidal roller bearings		
3	spherical roller thrust bearings	N	Cylindrical roller bearings.		
4	Double row deep groove ball bearings		A second and sometimes a third letter are used to identify the number of the rows or the configuration of the flanges, e.g. NJ, NU, NUP, NN, NNU, NNCf etc.		
5	Thrust ball bearings				
6	Single row deep groove ball bearings				

شکل ۲۱ استاندارد نشانه گذاری SKF برای بیرینگ‌ها.

پس از آنها شماره فنی به صورت کامل آورده می‌شود. به منظور جلوگیری از اشتباه بین شماره فنی‌های مختلف هم به کار گرفته می‌شوند.



واشر نشیمنگاه در رولبرینگ استوانه ای کف گرد	GS
مجموعه غلتک‌ها و قفسه در رولبرینگ استوانه‌ای کف‌گرد.	K
رینگ داخل به همراه مجموعه غلتک‌ها و قفسه (مخروط) یا رینگ خارجی (Cup- فنجان) یک بیرینگ مخروط اینچی متعلق به سری استاندارد ABMA.	K-
رینگ داخلی یا خارجی قابل تفکیک از یک بیرینگ تفکیک‌پذیر	L
رینگ داخلی یا خارجی به همراه مجموعه غلطک (و قفسه) از یک بیرینگ تفکیک‌پذیر	R
بلبرینگ شیار عمیق از جنس فولاد ضد زنگ	W
واشر شفت رولبرینگ کف گرد استوانه‌ای	WS
بیرینگ به همراه سیستم نصب سنسوری	ZE

می‌گیرند. این پسوندها به دو گروه تقسیم می‌شوند و گاهی بیشتر از یک خصوصیت را مشخص می‌کنند.

پسوندها

پسوندها برای شناسایی طرح‌ها یا مدل‌های متفاوت از طراحی اصلی مورد استفاده قرار

جدول (۳) - لیست پسوندهای یاتاقان های SKF.

A	انحراف یا اصلاح نسبت به طرح داخلی استاندارد در همان اندازه و ابعاد. به عنوان یک قانون کلی معنی آن وابسته به نوع بیرینگ یا سری های بیرینگ خواهد داشت. به عنوان مثال 4210A: بلبرینگ شیار عمیق دو ردیفه است که بدون شیار جازنی ساخته تولید شده است. همچنین 3220A: بلبرینگ تماس زاویه ای دو ردیفه است که بدون شیار جازنی تولید شده است.
AC	بلبرینگ تماس زاویه ای تک ردیفه با زاویه تماسی ۲۵ درجه.
ADA	طراحی داخلی اصلاح شده، شیار خار فتری اصلاح شده در رینگ خارجی، دو قسمت رینگ داخلی به کمک یک رینگ نگهدارنده، یکپارچه شده است.
ADB	طرح داخلی اصلاح شده، شیار خار فتری در رینگ خارجی، دو قسمت رینگ داخلی به کمک رینگ نگهدارنده نگه داشته می شود.
B	انحراف یا اصلاح نسبت به طرح داخلی در همان اندازه و ابعاد. به عنوان یک قانون کلی معنی آن بستگی به نوع بیرینگ خواهد داشت. به عنوان مثال 7224B بلبرینگ تماس زاویه ای تک ردیفه با زاویه تماسی ۴۰ درجه است. همچنین 32210B رولبرینگ مخروطی با زاویه تماس تند (زیاد) است.
Bxx(x)	به همراه دو یا سه عدد معرف گونه های متفاوت با طرح استاندارد است که با استفاده از پسوندهای کلی نمی توان آنها را نشان داد به عنوان مثال: B20 تیرانس پهن کاهش یافته است.
C	انحراف یا اصلاح نسبت به طرح داخلی در همان اندازه و ابعاد. به عنوان یک قانون کلی معنی آن وابسته به نوع بیرینگ خواهد داشت. به عنوان مثال 21306C رولبرینگ کروی به همراه رینگ داخلی بدون لبه، غلتک های متقارن، رینگ راهنمای شناور و قفسه پنجره ای از جنس فولاد پرسکاری است.
CA	۱. رولبرینگ کروی با طرح C به همراه لبه های نگهدارنده بر روی رینگ داخلی قفسه ماشین کاری. ۲. بلبرینگ تماس زاویه ای تک ردیفه برای نصب جفتی. دو ردیف یاتاقان پشت به پشت یا در رو به روی هم با یک لقی در محور داخلی قرار می گیرند که این لقی کمتر از CB است.
CAC	رولبرینگ کروی با طرح CA به همراه تقویت هدایت کننده غلتک ها.
CB	۱. بلبرینگ تماس زاویه ای تک ردیفه برای نصب جفتی. دو ردیف بیرینگ پشت به پشت یا در رو به روی هم همچنین دارای لقی نرمال قبل از نصب هستند. ۲. لقی محوری کنترل شده در بلبرینگ تماس زاویه ای دو ردیفه.
CC	۱. رولبرینگ کروی با طراحی C به همراه تقویت راهنمای غلتک ها ۲. بلبرینگ تماس زاویه ای تک ردیفه برای نصب جفتی. دو ردیف بیرینگ پشت به پشت یا در رو به روی هم همچنین دارای لقی محوری داخلی بزرگ تر از معمول CB قبل از نصب هستند.
CLN	رولبرینگ مخروطی با تیرانسی برابر با کلاس 6X استاندارد ISO.
CL0	رولبرینگ مخروطی اینچی به همراه تیرانسی برابر با کلاس 0 استاندارد ANSI/ABMA 19.2:1994.
CL00	رولبرینگ مخروطی اینچی با تیرانسی مطابق با کلاس 00 استاندارد ANSI/ABMA 19.2:1994.
CL3	رولبرینگ مخروطی اینچی با تیرانسی مطابق با کلاس 3 استاندارد ANSI/ABMA 19.2:1994.
CL7C	رولبرینگ مخروطی با رفتار خاص اصطکاکی و حداکثر دقت حرکتی.
CN	لقی داخلی نرمال، به طور معمول با حروف اضافی برای نشان دادن محدوده لقی کاهش یافته یا جابجا شده به کار برده می شوند. مثل:
CNH	نیمه بالایی محدوده لقی.
CNL	نیمه پایینی محدوده لقی.



CNM	دو ربع میانی محدوده لقی.
CNP	نیمه بالایی و نیمه پایینی محدوده لقی C3 حروف L، M، H و P با یکدیگر برای تعیین کلاس های لقی C2، C3، C4 و C5 مورد استفاده قرار می گیرند.
CV	رولبرینگ استوانه ای بدون قفسه به همراه اصلاح طرح داخلی.
CS	آب بندی تماسی از جنس لاستیک اکریلونیتریل بوتادین (NBR) تقویت شده به همراه یک ورق فولادی که در یک سمت بیرینگ قرار گرفته است.
2CS	آب بند تماسی از نوع CS در دو طرف بیرینگ.
CS2	آب بند تماسی از جنس لاستیک فلورو (FKM) تقویت شده به همراه ورق فولادی در یک طرف یا تاقان مورد استفاده قرار گرفته است.
2CS2	آب بند تماسی از نوع CS2 در دو طرف بیرینگ.
CS5	آب بند تماسی از جنس لاستیک اکریلونیتریل بوتادین هیدروژنه (HNBR) تقویت شده با ورق فولادی در یک طرف یا تاقان مورد استفاده قرار گرفته است.
2CS5	آب بند تماسی از نوع CS5 در دو طرف بیرینگ.
C1	بیرینگ با لقی داخلی کمتر از C2.
C2	بیرینگ با لقی داخلی کمتر از نرمال CN.
C3	بیرینگ با لقی داخلی بیشتر از نرمال CN.
C4	بیرینگ با لقی داخلی بیشتر از نرمال C3.
C5	بیرینگ با لقی داخلی بیشتر از نرمال C4.
C02	بیرینگ با تolerانس کاهش یافته بیشتر برای حرکت با دقت بالا در رینگ داخلی یک مجموعه یا تاقان کامل.
C04	بیرینگ با تolerانس کاهش یافته بیشتر برای حرکت با دقت بالا در رینگ خارجی یک مجموعه یا تاقان کامل.
C08	C02 + C04
C083	C02 + C04 + C3
C10	بیرینگ با تolerانس کاهش یافته برای قطره های داخلی و خارجی.
D	انحراف یا اصلاح طراحی داخلی با همان اندازه ابعادی، به عنوان یک قانون کلی معنی حروف به سری بیرینگ خاص بستگی خواهد داشت. به عنوان مثال: 3310D بلبرینگ تماس زاویه ای به همراه رینگ داخلی دو تکه است.
DA	بیرینگ با شیار خار فنی اصلاح شده بر روی رینگ خارجی است که دو رینگ داخلی با استفاده از یک رینگ نگه دارنده، یکپارچه شده است.

دو بلبرینگ شیار عمیق تک ردیفه ۱. بلبرینگ تماس زاویه‌ای تک ردیفه و ۲. یا رولبرینگ تک ردیفه مخروطی که برای نصب پشت به پشت جفت شده اند. حروف ادامه DB نشان دهنده بزرگی لقی داخلی محور یا پیش بار در جفت بیرینگ استفاده شده است.			
A	پیش بار کم	B	پیش بار متوسط
C	پیش بار زیاد	AC	لقی محوری داخلی کمتر از حد نرمال است CB
C	لقی داخلی محوری خاص بر حسب میلی متر	GA	پیش بار کم
GB	پیش بار متوسط	G	پیش بار خاص بر حسب daN
CB	لقی داخلی محوری نرمال	CC	لقی محوری داخلی بزرگتر از نرمال است CB
برای رولبرینگ های مخروطی جفتی طراحی و چیدمان رینگ‌های میانی بین رینگ داخلی و خارجی با استفاده از دورقم بین DB و حروف بالاتر تعیین می‌شوند.			
DF	دو بلبرینگ شیار عمیق تک ردیفه، بلبرینگ تماس زاویه ای تک ردیفه یا رولبرینگ مخروطی تک ردیفه که با پیکربندی رو به رو جفت شده اند. حروف بعد از DF در قسمت DB تعریف شده است.		
DT	دو بلبرینگ شیار عمیق تک ردیفه، بلبرینگ تماس زاویه‌ای تک ردیفه یا رولبرینگ مخروطی تک ردیفه که با پیکربندی پشت هم مورد استفاده قرار گرفته‌اند. برای رولبرینگ های مخروطی جفتی برای رینگ‌های میانی بین رینگ‌های داخل یا خارجی یا دو عدد که بعد از DT قرار می‌گیرند تعیین می‌شوند.		
E	انحراف یا اصلاح طراحی داخلی با همان اندازه‌های ابعادی. به عنوان یک قانون کلی معنی آن بستگی به سری بیرینگ خاص مورد استفاده خواهد داشت. معمولاً اجزای غلتنده تقویت شده اند. به عنوان مثال 2712BE یک بلبرینگ تماس زاویه‌ای تک ردیفه با زاویه تماس ۴۰ درجه و طراحی داخلی بهینه است.		
EC	رولبرینگ سیلندری تک ردیفه با طراحی داخلی بهینه و تماس انتهایی و لبه‌ها (فلنج) اصلاح شده است.		
ECA	رولبرینگ کروی با طراحی CA به همراه غلتک‌های تقویت شده.		
ECAC	رولبرینگ کروی با طراحی CAC که غلتک های تقویت شده.		
F	قفسه فولادی یا ریخته‌گری شده (چدنی) خاص، که نسبت به غلتنده‌ها هم مرکز شده است. طرح ها و جنس‌های متفاوت با استفاده از حروف F به طور مثال F1 مشخص می‌شود.		
FA	قفسه فولادی یا ریخته‌گری شده (چدنی) خاص، هم مرکز شده با رینگ خارجی.		
FB	قفسه فولادی یا ریخته‌گری شده (چدنی) خاص، هم مرکز شده با رینگ داخلی.		
G	بلبرینگ تماس زاویه ای تک ردیفه برای کاربردهای جفتی. دو بیرینگ پشت به پشت یا روبروی هم با یک لقی مشخص محوری قبل از نصب قرار خواهند گرفت.		

بیرینگ پر شده با گریس، حروف بعدی دمای کاری گریس و حروف سوم نوع گریس را مشخص می کند. انواع مختلف حرف دوم به صورت زیر است:				
G..	E	گریس فشار بالا EP	F	گریس سازگار با صنایع غذایی
	H, J	گریس دما بالا ۲۰- تا ۱۳۰ درجه سانتی گراد	M	گریس دما متوسط، ۳۰- تا ۱۱۰ درجه سانتی گراد
	W, X	گریس دما بالا و پایین ۴۰- تا ۱۴۰ درجه سانتی گراد	L	گریس دما پایین، ۵۰- تا ۸۰ درجه سانتی گراد
	حروف ادامه در کد گریس میزان تفاوت گریس از انواع استاندارد را نشان می دهد. اعداد ۱، ۲ و ۳ کم تر از مقدار استاندارد، ۴ تا ۹ مقدار بیشتر از استاندارد را نشان می دهند. به طور مثال:			
	GEA	گریس EP، پر شده با مقدار استاندارد	GLB2	گریس دما پایین، با ۱۲ تا ۲۵% پر شدگی بیرینگ است.
GA	بلبرینگ تماس زاویه ای تک ردیفه برای کاربردهای دوتایی. دو بیرینگ به صورت پشت به پشت یا روبروی هم و با یک پیش یار کم قبل از نصب مورد استفاده قرار می گیرند.			
GB	بلبرینگ تماس زاویه ای تک ردیفه برای کاربردهای دوتایی. دو بیرینگ به صورت پشت به پشت یا روبروی و با یک پیش یار متوسط قبل از نصب مورد استفاده قرار می گیرند.			
GC	بلبرینگ تماس زاویه ای تک ردیفه برای کاربردهای دوتایی. دو بیرینگ به صورت پشت به پشت یا روبروی و با یک پیش یار زیاد قبل از نصب مورد استفاده قرار می گیرند.			
GJN	بیرینگ پر شده با گریس با پایه پلی اوره (polyurea) با غلظت 2 مطابق با مقیاس NLGI برای محدوده دمایی ۳۰- تا ۱۵۰ درجه سانتی گراد. (درجه پرشدگی گریس نرمال).			
GXN	بیرینگ پر شده با گریس با پایه پلی اوره (polyurea) با غلظت ۲ مطابق با مقیاس NLGI برای محدوده دمایی ۴۰- تا ۱۵۰ درجه سانتی گراد. (درجه پرشدگی گریس نرمال).			
H	قفسه نوع Snap، از جنس فولاد سخت شده و پرسکاری شده است			
HA	بیرینگ به همراه سختی سطحی بالا، در بیشتر نام گذاری ها عددی بعد از HA بیان می شود که به ترتیب معرف موارد زیر خواهد بود:			
	۰	بیرینگ کامل	۱	رینگ داخلی و خارجی
	۲	رینگ خارجی	۳	رینگ داخلی
	۴	رینگ خارجی، رینگ داخلی به همراه عنصر غلتشی	۵	عنصر غلتشی
	۶	رینگ خارجی و عنصر غلتشی	۷	رینگ داخلی و عنصر غلتشی
HB	بیرینگ و اجزای بیرینگ سخت کاری Bainite شده اند. این نام گذاری هم همراه با یکی از اعداد بیان شده در HA بیان می شود.			
HC	بیرینگ و اجزای بیرینگ از مواد سرامیکی تولید شده اند. این نام گذاری هم همراه با یکی از اعداد بیان شده در HA بیان می شود.			
HE	بیرینگ و اجزای بیرینگ از جنس فولاد و با روش ریخته گری در خلاء تولید شده اند. این نام گذاری هم همراه با یکی از اعداد بیان شده در HA بیان می شود.			
HM	بیرینگ و اجزای بیرینگ سخت کاری مارتنزیت شده اند. این نام گذاری هم همراه با یکی از اعداد بیان شده در HA بیان می شود.			

HN	بیرینگ و اجزای بیرینگ عملیات حرارتی سطحی شده‌اند. این نام‌گذاری هم همراه با یکی از اعداد بیان شده در HA بیان می‌شود.			
HT	گریس‌های پرکننده برای عملکرد در دمای بالا (۲۰- تا ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد). این نام‌گذاری دارای دو حرف است که در ادامه گریس اصلی بیان می‌شود. یکی از آن‌ها درجه پرکنندگی و دیگری به صورت زیر بعد از HTxx تعریف می‌شود. به عنوان مثال نام‌ها به صورت : HT22، HTB، HT24B یا HT24B بیان می‌شوند.			
	A	پرکنندگی گریس کمتر از استاندارد	B	پرکنندگی گریس بیشتر از استاندارد
	C	پرکنندگی گریس بیشتر از ۷۰%	F1	پرکنندگی گریس کمتر از استاندارد
	F7	پرکنندگی گریس بیشتر از استاندارد	F9	پرکنندگی گریس بیشتر از ۷۰%
HV	بیرینگ و اجزای بیرینگ از فولاد ضدزنگ با قابلیت سخت کاری تولید شده‌اند. این نام‌گذاری هم همراه با یکی از اعداد بیان شده در HA بیان می‌شود.			
J	قفسه فولادی پرس کاری شده، هم مرکز شده با عنصر غلتان، غیر سخت کاری شده و دارای طراحی‌های متفاوت که با یک عدد بعد از J مشخص می‌شود. مانند J1			
JR	قفسه با استفاده از دو وشر تخت سخت نشده فولادی به یکدیگر پرچ شده اند.			
K	رینگ داخلی مخروطی، مخروط ۱:۱۲.			
K30	رینگ داخلی مخروطی، مخروط ۱:۳۰.			
LHT	گریس پرکننده برای دماهای بالا و پایین (۴۰- تا ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد) دو عدد بعد از LHT ارائه می‌شوند که یکی معرفی کننده نوع گریس و عدد بعدی ترکیبی از موارد بیان شده در HT هستند که درجه پرکنندگی گریس را نشان می‌دهد. به عنوان مثال : HT23، LHT23C یا LHT23F7.			
LS	آب‌بند تماسی از جنس لاستیک اکریلونیتریل بوتادین (NBR) یا پلی اوره (AU) با یا بدون ورق تقویت کننده فولادی.			
2LS	آب بند تماسی از نوع LS که در دو طرف بیرینگ وجود دارد.			
LT	گریس برای دمای پایین (۵۰- تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد). دارای دو عدد در ادامه نام‌گذاری است که اولی معرف نوع گریس است و حرف بعدی ترکیبی است که پیشتر در HT بیان شده است و میزان پرکنندگی گریس را مشخص می‌کند به عنوان مثال : LT۱۰، LT یا LTF1.			
L4B	رینگ بیرینگ و عنصر غلتشی دارای پوشش سطحی خاصی است.			
L5B	عنصر غلتشی دارای پوشش سطحی خاصی است.			
L5DA	بیرینگ بدون سایش با عنصر غلتشی پوشش دار.			
L7DA	بیرینگ بدون سایش به همراه عنصر غلتشی و سطوح غلتش پوشش دار.			
M	قفسه برنجی ماشین‌کاری شده و هم مرکز با اجزای غلتشی. دارای طراحی‌های متفاوت است که درجه های آن با اعداد بعدی مشخص می‌شود مانند : M2 و MC.			
MA	قفسه برنجی ماشین‌کاری شده هم مرکز با رینگ خارجی.			
MB	قفسه برنجی ماشین‌کاری شده هم مرکز با رینگ داخلی.			
ML	قفسه برنجی پنجره‌ای یک تکه، هم مرکز با رینگ داخلی یا خارجی وابسته به سایز بیرینگ است.			
MP	قفسه برنجی پنجره‌ای یک تکه، پرچ و برزو شده هم مرکز با رینگ داخلی یا خارجی وابسته به سایز بیرینگ است.			
MR	قفسه برنجی پنجره‌ای یک تکه، هم مرکز با عنصر غلتشی.			

MT	گریس پرکننده برای دمای متوسط (۳۰- تا ۱۱۰ درجه سانتی گراد) دوددد بعد از آن بیان می شود که اولی معرفی نوع گریس و حرف بعدی ترکیبی است که پیشتر در HT بیان شده است و میزان پرکنندگی گریس را مشخص می کند به عنوان مثال : MT33, MT37F9 یا MT47.
N	شیار خار فتری بر روی رینگ خارجی.
NR	شیار خار فتری بر روی رینگ خارجی به همراه خار فتری.
N1	یک شیار (notch) بر روی یک صفحه رینگ خارجی یا واشر نشیمنگاه.
N2	دو شیار (notch) با زاویه 180 درجه بر روی یک صفحه رینگ خارجی یا واشر نشیمنگاه.
P	قفسه ساخته شده با تزریق پلاستیک تقویت شده با الیاف شیشه از جنس پلی آمید ۶۶ هم مرکز با عنصر غلتشی.
PH	قفسه ساخته شده با تزریق پلاستیک تقویت شده با الیاف شیشه از جنس پلی اتراترکتون (PEEK)، هم مرکز با عنصر غلتشی.
PHA	قفسه ساخته شده با تزریق پلاستیک تقویت شده با الیاف شیشه از جنس پلی اتراترکتون (PEEK)، هم مرکز با رینگ خارجی.
PHAS	قفسه ساخته شده با تزریق پلاستیک تقویت شده با الیاف شیشه از جنس پلی اتراترکتون (PEEK)، هم مرکز با رینگ خارجی، دارای شیارهای روانکاری شده، راهنما بر روی سطح.
P4	از نظر دقت ابعادی حرکتی مطابق با کلاس ۴ استاندارد ISO
P5	از نظر دقت ابعادی حرکتی مطابق با کلاس ۵ استاندارد ISO
P6	از نظر دقت ابعادی حرکتی مطابق با کلاس ۶ استاندارد ISO
P62	C2 + P6
P63	C3 + P6
Q	دارای هندسه داخلی و سطح پرداخت بهینه شده (رولبرینگ مخروطی).
R	۱. رینگ داخلی به همراه فلنج خارجی. ۲. سطح حرکت قوسی (بیرینگ های چرخ).
RS	آببند تماسی از جنس لاستیک اکریلو نیتریل بوتادین (NBR) در یک طرف بیرینگ با یا بدون ورق فولادی تقویت کننده.
2RS	آببند تماسی RS که آببند در دوطرف بیرینگ وجود دارد.
RS1	آببند تماسی از جنس لاستیک اکریلو نیتریل بوتادین (NBR) در یک طرف بیرینگ با ورق فولادی تقویت کننده.
2RS1	آببند تماسی RS1 که آببند در دوطرف بیرینگ وجود دارد.
RS1Z	آببند تماسی از جنس لاستیک اکریلو نیتریل بوتادین (NBR) در یک طرف بیرینگ، به همراه یک حفاظ فلزی در طرف دیگر بیرینگ.
RS2	آببند تماسی از جنس لاستیک فلورو (FKM) در یک طرف بیرینگ با ورق فولادی تقویت کننده.
2RS2	آببند تماسی RS2 که آببند در دوطرف بیرینگ وجود دارد.
RSH	آببند تماسی از جنس لاستیک اکریلو نیتریل بوتادین (NBR) در یک طرف بیرینگ، به همراه ورق فولادی تقویت کننده در طرف دیگر بیرینگ.
2RSH	آببند تماسی RSH که آببند در دوطرف بیرینگ وجود دارد.
RSL	آببند تماسی با اصطکاک کم از جنس لاستیک اکریلو نیتریل بوتادین (NBR) در یک طرف بیرینگ، به همراه ورق فولادی تقویت کننده در طرف دیگر بیرینگ.
2RSL	آببند تماسی RSL که آببند در دوطرف بیرینگ وجود دارد.

آببند تماسی با اصطکاک کم از جنس لاستیک اکریلو نیتریل بوتادین (NBR) در یک طرف بیرینگ، به همراه ورق فولادی تقویت کننده در طرف دیگر بیرینگ.	RZ
آببند تماسی RZ که آببند در دوطرف بیرینگ وجود دارد.	2RZ
رینگ بیرینگ یا واشر مورد استفاده در بیرینگ تا دمای کاری ۱۵۰ درجه سانتی گراد پایداری ابعادی دارند.	S0
رینگ بیرینگ یا واشر مورد استفاده در بیرینگ تا دمای کاری ۲۰۰ درجه سانتی گراد پایداری ابعادی دارند.	S1
رینگ بیرینگ یا واشر مورد استفاده در بیرینگ تا دمای کاری ۲۵۰ درجه سانتی گراد پایداری ابعادی دارند.	S2
رینگ بیرینگ یا واشر مورد استفاده در بیرینگ تا دمای کاری ۳۰۰ درجه سانتی گراد پایداری ابعادی دارند.	S3
رینگ بیرینگ یا واشر مورد استفاده در بیرینگ تا دمای کاری ۳۵۰ درجه سانتی گراد پایداری ابعادی دارند.	S4
قفسه پنجره ای تقویت شده با رزین فنولی، هم مرکز با عنصر غلتشی.	T
قفسه پنجره ای تقویت شده با رزین فنولی، هم مرکز با رینگ داخلی.	TB
قفسه نوع Snap تقویت شده با رزین فنولی، هم مرکز با عنصر غلتشی.	TH
قفسه از جنس پلی آمید ۶,۶ تولید شده به روش تزریق پلاستیک، هم مرکز با عنصر غلتشی.	TN
قفسه از جنس پلی اتراترکتون (PEEK) تقویت شده با الیاف شیشه و هم مرکز با عنصر غلتشی.	TNH
قفسه از جنس پلی اتراترکتون (PEEK) تقویت شده با الیاف شیشه و هم مرکز با رینگ خارجی.	TNHA
قفسه از جنس پلی آمید ۶,۶ تولید شده به روش تزریق پلاستیک، هم مرکز با عنصر غلتشی.	TN9
U به همراه یک عدد که مشخص کننده رینگ داخلی (Cone) یا خارجی (Cup) یک بیرینگ غلتشی مخروطی است همراه می شود. که تolerانس عرضی (پهنا) آن کاهش می یابد. مانند: دارای تolerانس عرضی (پهنا) 0/0,05 mm دارای تolerانس عرضی (پهنا) 0/0,10 mm	U
بیرینگ بدون قفسه	V
زمانی که V به همراه حرف دوم ترکیب می شود که معرف گروه متفاوت است و همچنین حرف سوم و یا چهارم انواعی را پوشش می دهد که در پسوند های استاندارد پوشش داده نشده است به عنوان مثال:	V...
بیرینگ با کاربرد خاص.	VA
بیرینگ با ابعاد خارجی متفاوت.	VB
بیرینگ با ابعاد داخلی و خارجی متفاوت.	VE
بیرینگ با کیفیت و تolerانس متفاوت از انواع استاندارد.	VQ
بیرینگ با لقی و پیش بار.	VS
بیرینگ با روان کاری.	VT
بیرینگ با ابعاد کاربردهای خاص.	VU
بیرینگ برای کاربردهای دما بالا (چرخ واگن کوره ها).	VA201
بیرینگ برای کاربردهای دما بالا.	VA208
بیرینگ برای کاربردهای دما بالا.	VA216
بیرینگ برای کاربردهای دما بالا.	VA228
بیرینگ برای کاربردهای مانند موتورهای کشنده.	VA301
بیرینگ برای کاربردهای مانند موتورهای کشنده بعلاوه روش های بازرسی خاص.	VA305

VA3091	بیرینگ برای کاربردهای مانند موتورهای کشنده، به همراه پوشش اکسید آلومینیوم بر سطح خارجی رینگ خارجی برای مقاومت الکتریکی تا ۱۰۰۰ ولت جریان مستقیم.
VA350	بیرینگ برای کاربردهای وسایل نقلیه ریلی.
VA380	بیرینگ برای کاربردهای وسایل نقلیه ریلی مطابق با استاندارد 12080:1998 EN.
VA405	بیرینگ برای کاربردهای ارتعاشی.
VA406	بیرینگ برای کاربردهای ارتعاشی به همراه پوشش خاص PTFE در سطح داخلی رینگ.
VC025	بیرینگ به همراه اجزا عملیات حرارتی شده برای کاربرد در محیط‌های به شدت آلوده.
VE240	بیرینگ CARB اصلاح شده برای جابجایی‌های محوری بیشتر.
VE447	واشر شفت دارای سه سوراخ رزوه شده با فاصله یکسان در یک جهت هستند که برای اتصال به قلاب جرثقیل کاربرد دارند.
VE552	رینگ خارجی دارای سه سوراخ رزوه شده با فاصله یکسان در یک جهت هستند که برای اتصال به قلاب جرثقیل کاربرد دارند.
VE553	مشابه با VE552.
VE632	واشر نشیمن‌گاه، دارای سه سوراخ رزوه شده با فاصله یکسان در یک جهت هستند که برای اتصال به قلاب جرثقیل کاربرد دارند.
VG114	قفسه فولادی پرس شده به همراه سخت کاری سطحی.
VH	رولبرینگ استوانه‌ای بدون قفسه به همراه مجموعه غلتک‌های نگه‌دارنده (self-retaining).
VL0241	بیرینگ با پوشش سطحی خارجی رینگ خارجی اکسید آلومینیوم برای مقاومت الکتریکی تا ۱۰۰۰ ولت جریان مستقیم.
VL2071	بیرینگ با پوشش سطحی خارجی رینگ داخلی اکسید آلومینیوم برای مقاومت الکتریکی تا ۱۰۰۰ ولت جریان مستقیم.
VQ015	رینگ داخلی به همراه سطح غلتشی منحنی شکل برای افزایش غیر همراستایی مجاز.
VQ424	دقت حرکتی بالاتر از C08.
VT143	گریس EP به همراه غلیظ‌کننده لیتیومی مطابق با کلاس ۲ مقیاس NLGI برای دمای ۲۰- تا ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد (پرکنندگی معمولی).
VT378	گریس EP به همراه غلیظ‌کننده آلومینیومی مطابق با کلاس 2 مقیاس NLGI برای دمای 25- تا 120 درجه سانتی‌گراد (پرکنندگی معمولی).
W	بیرینگ بدون شیار و سوراخ روانکاری در رینگ خارجی.
WT	گریس پرکننده برای دماهای بالا (۴۰- تا ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد) دارای دو عدد بعد از خود است که عدد اول معرف نوع گریس و عدد دوم ترکیبی است از نام‌گذاری HT که پیش‌تر بیات شده است و معرف میزان پرکنندگی روغن خواهد بود. به عنوان مثال: WT یا WTF1.
W20	بیرینگ دارای سه سوراخ روان کاری در رینگ خارجی.
W26	بیرینگ دارای شش سوراخ روان کاری در رینگ داخلی.
W33	بیرینگ دارای شیار به همراه سه سوراخ روان کاری در رینگ خارجی.
W33X	بیرینگ دارای شیار به همراه شش سوراخ روان کاری در رینگ خارجی.
W513	بیرینگ دارای شش سوراخ روان کاری در رینگ داخلی و شیار و سه سوراخ روان کاری در رینگ خارجی.

W64	بیرینگ با روغن جامد.
W77	بیرینگ نوع W33 با سوراخ های روانکار پر شده.
X	۱. ابعاد خارجی (مرزی) تغییر کرده است تا استاندارد ISO را تایید کند. ۲. سطح حرکت استوانه‌ای (برای بیرینگ چرخشی)
Y	قفسه برنجی پرس کاری شده، هم مرکز با عنصر غلتشی، دارای طراحی و جنس متفاوت که به حروف بعد از نام گذاری Y مانند Y1 معرفی می‌شوند.
Z	حفاظ ورق فولادی پرسکاری شده در یک طرف بیرینگ قرار دارد.
ZZ	حفاظ (پوشش) بیرینگ Z در دو طرف بیرینگ قرار دارد.



شکل ۲۲- خصوصیات فنی بیرینگ‌های متفاوت.

کاربرد بیرینگ ها

بر تحمل وزن شفت و بارهای شعاعی، بیرینگ را در جهت محوری از دو طرف ثابت نگه می دارد. بنابراین بیرینگ باید روی شفت و در نشیمنگاه، ثابت شود. بیرینگ های مناسب، بیرینگ های شعاعی هستند که می توانند بارهای ترکیبی را تحمل کنند. برای مثال، بلبرینگ های شیار عمیق، بلبرینگ های تماس زاویه ای تک ردیفه یا دوردیفه جفت شونده، بلبرینگ های خود تنظیم، رولبرینگ کروی یا رولبرینگ مخروطی جفت شونده نمونه های مناسب دیگر هستند. ترکیبی از بیرینگ های شعاعی (که فقط می تواند بارهای خالص شعاعی را تحمل کنند، مانند رولبرینگ استوانه ای که یک رینگ بدون فلانچ (لبه) دارد) با یک بلبرینگ شیار عمیق، بلبرینگ تماس چهار نقطه ای یا یک بیرینگ کف گرد دو جهته می تواند برای موقعیت ثابت بکار برده شود. بیرینگ دوم که موقعیت محوری در دو جهت را فراهم می کند باید با آزادی شعاعی نصب شود، به عنوان مثال باید در محفظه لقی انطباق داشته باشد. بیرینگ شناور در انتهای دیگر شفت، فقط قابلیت تحمل بارهای شعاعی را فراهم می کند. همچنین امکان جابجایی محوری هم ایجاد می شود به طوری که بیرینگ ها دو به دو به هم تنش وارد نکنند، به عنوان مثال وقتی که تغییر طول شفت بر اساس انبساط حرارتی روی دهد. جابجایی محوری می تواند برای رولبرینگ های سوزنی، رولبرینگ های استوانه ای طرح N و NU، و رولبرینگ های توریدال CARB، در داخل بیرینگ یا بین رینگ بیرینگ و نشیمن گاه آن، ترجیحا بین رینگ خارجی و نشیمنگاه در انجام پذیرد. از تعداد زیاد ترکیب های بیرینگ ثابت / شناور، ترکیب های پر کاربرد در ادامه توصیف شده اند. برای چیدمان بیرینگ با سفتی زیاد که باید جابجایی محوری بدون اصطکاک در بیرینگ انجام شود، می توان ترکیب های شکل های

از جمله موارد مهم در بحث بیرینگ ها نحوه کاربرد آنها در محیط ها و وظایف مختلف است که در این بخش به طور مختصر شرح داده خواهد شد. و توصیه می شود برای یک نوع خاص به کاتالوگ و اطلاعات شرکت سازنده مراجعه شود.

۲-۳- چیدمان بیرینگ ها^{۳۱}

چیدمان بیرینگ برای اجزای گردان در یک دستگاه (ماشین) به عنوان مثال شفت، بدین شکل است که عموماً به دو بیرینگ برای تحمل و قرار گرفتن مولفه های شعاعی و محوری نسبت به بخش ثابت دستگاه مانند پوسته (محفظه) نیاز است. بسته به نوع کاربرد، بار، دقت در حین کار و ملاحظات هزینه، چیدمان احتمالاً شامل:

- چیدمان بیرینگ ثابت یا شناور.
- چیدمان بیرینگ قابل تنظیم.
- چیدمان بیرینگ "شناوری".

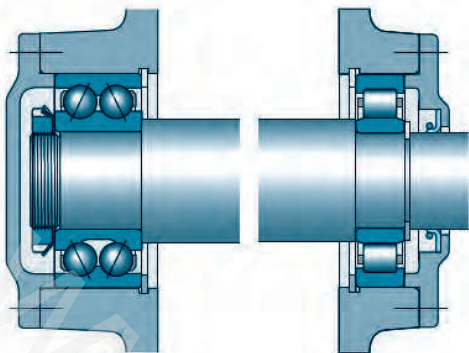
در این قسمت به چیدمان بیرینگ ها شامل یک بیرینگ منفرد که بارهای شعاعی، محوری و گشتاور را مانند یک اتصال مفصل دار تحمل کند، پرداخته نمی شود. برای چنین چیدمانی بهتر است به کاتالوگ های شرکت تولید کننده آن بیرینگ مراجعه شود.

چیدمان بیرینگ ثابت و شناور^{۳۲}

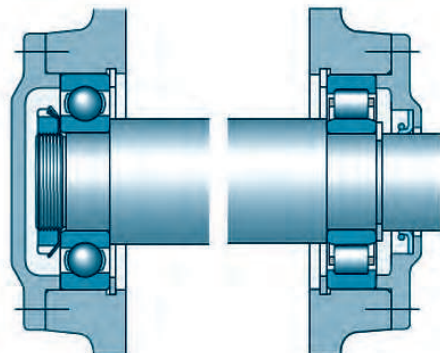
قرار دادن بیرینگ ثابت در یک انتهای شفت علاوه

31 Bearing Arrangements

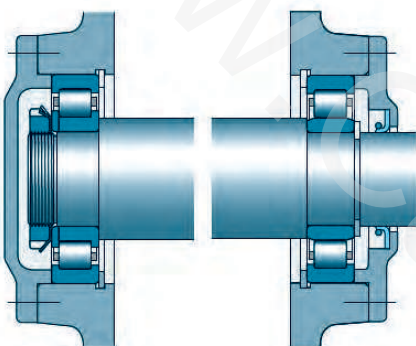
32 Locating and Non-Locating Bearing



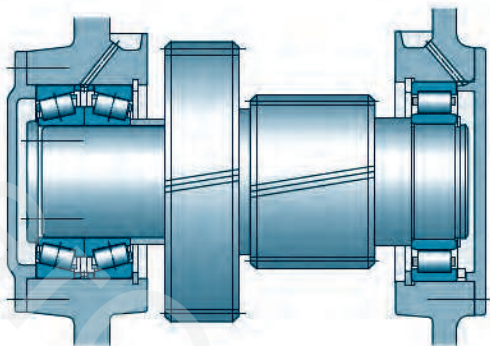
شکل ۲ - بلبرینگ تماس زاویه ای دو ردیفه /
رولبرینگ استوانه ای.



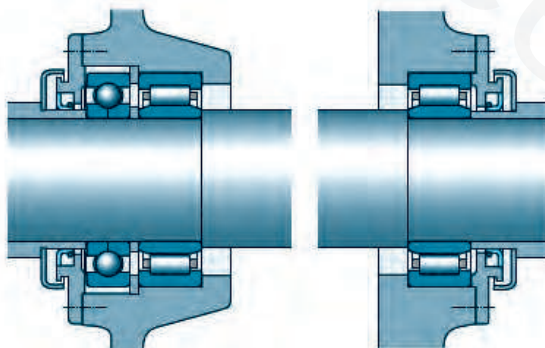
شکل ۱ - بلبرینگ شیار ساچمه ای / رولبرینگ
استوانه ای



شکل ۴ - رولبرینگ استوانه ای طرح
NUP / رولبرینگ استوانه ای طرح NU

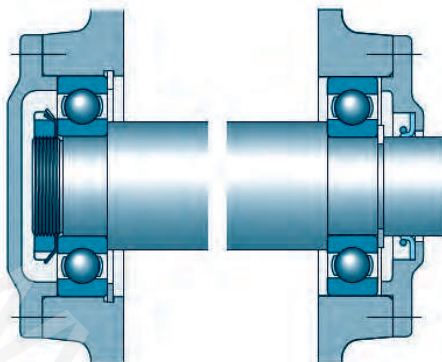


شکل ۳ - رولبرینگ مخروطی یک ردیفه جفت
شده / رولبرینگ استوانه ای



شکل ۵ - رولبرینگ استوانه ای طرح NU و بلبرینگ چهار نقطه تماس / رولبرینگ استوانه ای

۱ تا ۵ را استفاده کرد.

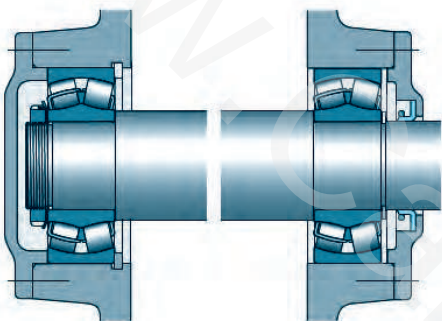


شکل ۷ - بیرینگ شیار عمیق / بیرینگ شیار عمیق

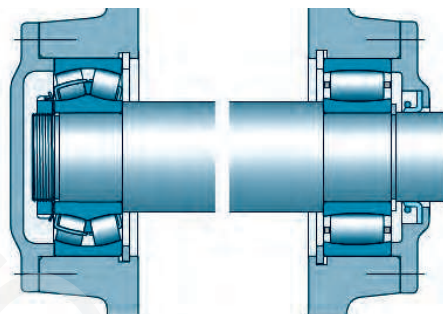
در ترکیب‌های بالا انحراف زاویه‌ای و ناراستایی شفت باید در کمترین مقدار خود نگه‌داشته شود. اگر این امر امکان‌پذیر نباشد توصیه می‌شود از ترکیب بیرینگ‌های راستاپذیر خود تنظیم برای توانایی تحمل ناراستایی استفاده شود، یعنی:

• بیرینگ خود تنظیم / رولبرینگ توریدال یا CARB

• رولبرینگ کروی / رولبرینگ توریدال CARB.



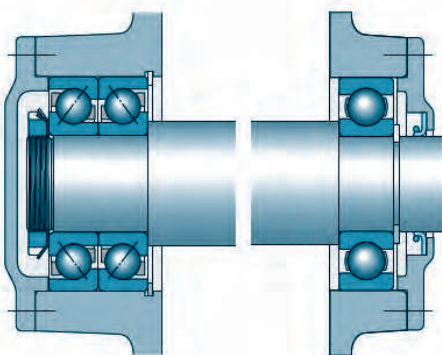
شکل (۳-۸) - بیرینگ خود تنظیم یا رولبرینگ کروی / لبرینگ خود تنظیم یا رولبرینگ کروی



شکل ۶ - رولبرینگ کروی / رولبرینگ توریدال CARB

توانایی این چیدمان‌ها در تطبیق ناراستایی زاویه‌ای و همچنین ممانعت از جابجایی محوری، از تشکیل نیروی محوری داخلی در سیستم بیرینگ جلوگیری می‌کند.

برای چیدمان با رینگ داخلی تحت بار دورانی که تغییر طول شفت باید بین بیرینگ و هوزینگ آن جبران شود، جابجایی محوری باید بین رینگ خارجی و هوزینگ انجام گیرد. معمول‌ترین ترکیب در این شرایط به صورت زیر همراه با شکل ارائه شده است.



شکل ۹ - بیرینگ یک ردیفه تماس زاویه‌ای جفت شده / بیرینگ شیار عمیق

چیدمان های بیرینگ قابل تنظیم^{۳۳}

در چیدمان های بیرینگ قابل تنظیم، در یک طرف از شفت یک بیرینگ و در طرف دیگر یک بیرینگ دیگر قرار داده شده است. این نوع چیدمان به "نصب ضربدری"^{۳۴} اشاره دارد و عموماً برای شفت های کوتاه مورد استفاده قرار می گیرد. بیرینگ های مناسب شامل همه انواع بیرینگ های شعاعی است که می توانند بارهای محوری را حداقل در یک جهت تحمل کنند مانند شکل های ۱۰ و ۱۱.

در برخی موارد که بلبرینگ تماس زاویه ای تک ردیفه یا رولبرینگ مخروطی برای چیدمان ضربدری، مورد استفاده قرار می گیرد، در این بیرینگ ها نیاز به پیش بار وجود دارد.

۳-۲-۳- چیدمان بیرینگ "شناور"^{۳۵}

این چیدمان برای شفتی است که به مهار محور نیازی ندارد و یا شفت توسط اجزای دیگر مهار

می شود.

بیرینگ های مناسب برای این چیدمان عبارتند از:

- بلبرینگ های شیار عمیق (شکل ۱۲)
- بلبرینگ های راستاپذیر خود تنظیم
- رولبرینگ های کروی

در این نوع چیدمان یک رینگ از هر بیرینگ باید توانایی حرکت در داخل یا روی نشیمن گاه خود را داشته باشد، بهتر است این رینگ، رینگ خارجی در محفظه باشد.

چیدمان بیرینگ شناوری همچنین می تواند با دو رولبرینگ استوانه ای طرح NJ، با انحراف رینگ های داخلی (شکل ۱۳) ایجاد شود. در این مورد حرکت محوری در داخل بیرینگ به وجود می آید.

موقعیت شعاعی بیرینگ ها^{۳۶}

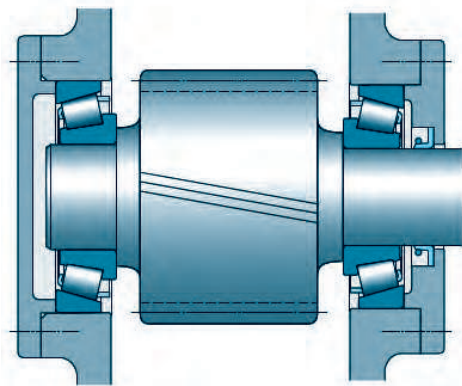
در صورتی می توان از توانایی حمل بار یک بیرینگ به طور کامل استفاده کرد که رینگ ها و واشرهای آن در محیط پیرامون و در سرتاسر عرض شیار غلتش، به طور کامل توسط شفت و نشیمن گاه حمایت شوند.

36 Radial Location of Bearings

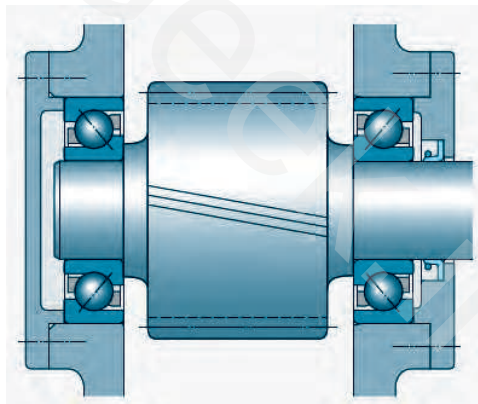
33 Adjusted Bearing Arrangements

34 Cross Located

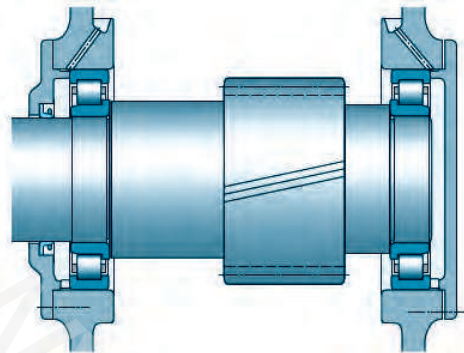
35 "Floating" Bearing Arrangements



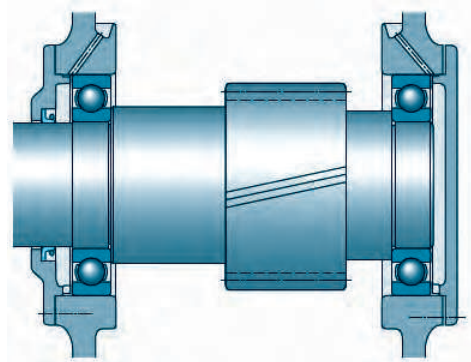
شکل ۱۱ - رولبرینگ مخروطی.



شکل ۱۰ - بلبرینگ تماس زاویه ای.



شکل ۱۲ - رولبرینگ استوانه‌ای طرح NJ.



شکل ۱۲ - بلبرینگ شیار عمیق.

«بار ثابت^{۴۰}» و «مشخص نبودن جهت بار^{۴۱}». بار چرخشی اشاره به شرایطی دارد که رینگ بیرینگ می‌چرخد و بار ثابت است، یا شرایطی که رینگ ثابت است و بار می‌چرخد به طوری که تمام نقاط روی شیار غلتش در مدت این چرخش در معرض بارگذاری قرار دارند. بارهای چرخشی سنگین که چرخشی نیستند اما به صورت نوسانی عمل می‌کنند، نظیر بار وارده به دسته شاتون به عنوان بارهای چرخشی در نظر گرفته می‌شوند. رینگ بیرینگ قرار گرفته در معرض بارهای چرخشی اگر با انطباق آزاد نصب شود در نشیمن‌گاه خود می‌چرخد و منجر به سایش در سطح تماس خواهد شد. برای جلوگیری از این موضوع، انطباق تداخلی باید مورد استفاده قرار گیرد. درجه تداخل با توجه به شرایط عملکرد تعیین می‌شود.

بار ثابت به شرایطی اشاره دارد که رینگ بیرینگ ساکن و بار ثابت هستند، یا رینگ بیرینگ و بار، هر دو با سرعت ثابتی در حال چرخش هستند، به طوری که بار همیشه به یک قسمت مشخص از شیار غلتش وارد می‌شود. در این شرایط معمولاً رینگ بیرینگ در نشیمن‌گاه خود چرخشی ندارد. بنابراین

این حمایت باید بسیار محکم باشد و حتی می‌تواند توسط نشیمن‌گاه استوانه‌ای یا مخروطی، یا برای واشرهای بیرینگ کف گرد توسط یک صفحه تخت فراهم شود. این یعنی نشیمن‌گاه‌های بیرینگ باید با دقت کافی ساخته شود و سطح آن عاری از شیارها، سوراخ‌ها و غیره باشد. علاوه بر این، رینگ‌های بیرینگ باید به صورت مطمئن در جای خود محکم شده تا از چرخش آنها در داخل یا روی نشیمن‌گاه و شفت تحت بار جلوگیری شود. به طور کلی موقعیت شعاعی مناسب و حمایت کافی وقتی ایجاد می‌شود که رینگه با انطباق صحیح نصب شده باشند.

انتخاب انطباق^{۳۷}

هنگام انتخاب انطباق مناسب، عوامل بحث شده در این بخش به همراه راهنمایی‌های عمومی، باید در نظر گرفته شوند.

۱. شرایط چرخش^{۳۸}

شرایط چرخش به رینگ بیرینگ در نظر گرفته شده در رابطه با جهت بار بستگی دارد. به طور کلی، سه شرایط مختلف وجود دارد: «بار چرخشی^{۳۹}»،

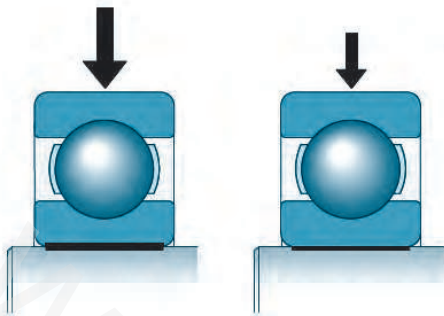
40 Stationary Load

41 Direction of Load Indeterminate

37 Selection of Fit

38 Conditions of Rotation

39 Rotating Load

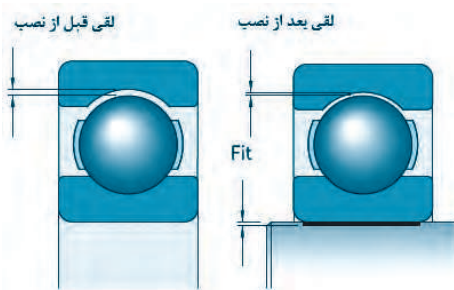


شکل ۳ - رابطه بار و بزرگی یا کوچکی انطباق.

۲. لقی داخلی بیرینگ^{۴۲}

انطباق تداخلی بیرینگ روی شفت یا داخل محفظه بدین معنی است که رینگ تغییر شکل الاستیکی دارد (انبساط یا فشرده شدن) و لقی داخلی بیرینگ کاهش می یابد. ولی به هر حال یک حداقل لقی باید باقی بماند. (بخش لقی داخلی بیرینگ در فصل قبل) لقی اولیه و کاهش مجاز به نوع و اندازه بیرینگ بستگی دارد.

کاهش لقی با توجه به انطباق تداخلی می تواند آنقدر بزرگ باشد تا به منظور جلوگیری از پیش بار شدن بیرینگ، بیرینگ با یک لقی اولیه بیشتر از مقدار نرمال، باید مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۳).



شکل ۳ - لقی قبل و بعد از نصب بیرینگ.

رینگ لزوماً به انطباق تداخلی نیاز ندارد، مگر اینکه به دلایل دیگر نیاز به این انطباق باشد.

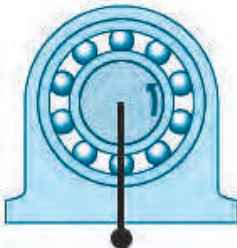
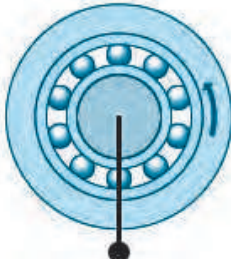
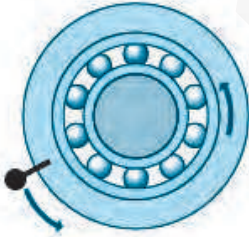
مشخص نبودن جهت بار به بارهای خارجی متغیر اشاره دارد و ناشی از بارهای ضربه ای، بارهای ارتعاشی و نامیزانی و عدم بالانس در سرعت های بالای دستگاه است. در این شرایط تغییرات زیادی در جهت بار وجود دارد که نمی توان آن را به دقت توصیف کرد. هنگامی که جهت بار نامشخص است و خصوصاً جایی که بارهای سنگین درگیر هستند، مطلوب است که هر دو رینگ انطباق تداخلی داشته باشند. برای رینگ داخلی معمولاً انطباق توصیه شده برای یک بار چرخشی استفاده می شود. با این حال، هنگامی که رینگ خارجی به دلیل حرکت محوری در محفظه باید آزاد باشد و بار سنگین نیست توصیه می شود که یک انطباق شل تر (آزادتر) استفاده شود.

مقدار بار

انطباق تداخلی رینگ داخلی بیرینگ روی شفت با افزایش بار که سبب تغییر شکل رینگ می شود، شل خواهد شد. تحت تاثیر بار چرخشی، احتمالاً پدیده خزش در رینگ شروع می شود. درجه تداخل وابسته به اندازه بار است. بارهای سنگین تر نیازمند انطباق تداخل بزرگتر است. (شکل ۱۴) همچنین، بارهای ضربه ای و ارتعاشی باید در نظر گرفته شوند. مقدار بار به صورت زیر تعریف می شود:

- $P \leq 0,05C$: بار سبک
- $0,05C \leq P \leq 0,01C$: بار نرمال.
- $0,1C \leq P \leq 0,15C$: بار سنگین.
- $P \geq 0,15C$: بار خیلی سنگین.

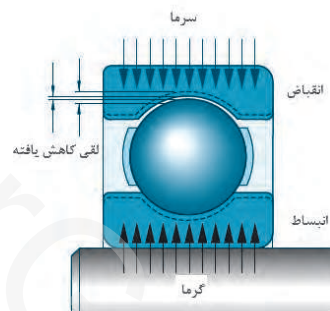
به جدول صفحه بعد مراجعه شود.

شرایط عملکرد	شکل شماتیک	شرایط بار	مثال	انطباق توصیه شده
رینگ داخلی دورانی رینگ خارجی ثابت جهت بار ثابت		بار دورانی بر روی رینگ داخلی بار ثابت بر روی رینگ خارجی	شفتهای متحرک با تسمه	انطباق تداخلی برای رینگ داخلی انطباق لقی در رینگ خارجی
رینگ داخلی ثابت رینگ خارجی دورانی جهت بار ثابت		بار ثابت بر روی رینگ داخلی بار دورانی بر روی رینگ خارجی	نوار نقاله Idler یاتاقان توپی چرخ خودرو	انطباق لقی در رینگ داخلی انطباق تداخلی برای رینگ خارجی
رینگ داخلی ثابت رینگ خارجی دورانی بار هم همراه با رینگ داخلی می کند		بار ثابت بر روی رینگ داخلی بار دورانی بر روی رینگ خارجی	کاربردهای ارتعاشی صفحات ارتعاشی یا موتورهای	انطباق لقی در رینگ داخلی انطباق تداخلی برای رینگ خارجی
رینگ داخلی ثابت رینگ خارجی دورانی بار همراه با رینگ خارجی می کند		بار دورانی بر روی رینگ داخلی بار ثابت بر روی رینگ خارجی	سنگ شکن دورانی محركهای چرخ و فلک	انطباق تداخلی برای رینگ داخلی انطباق لقی در رینگ خارجی

جدول ۱- شرایط دوران و بار

۳. شرایط دما^{۴۳}

در بسیار از کاربردها رینگ خارجی نسبت به رینگ داخلی در حین کارکرد، دمای کمتری دارد. این امر ممکن است منجر به کاهش لقی داخلی شود (شکل ۱۶). در سرویس (عملیات نگهداری)، رینگ‌های بیرینگ عموماً به دمایی بالاتر نسبت به اجزای دیگر نصب شده روی بیرینگ می‌رسند. این می‌تواند موجب آزاد کردن (آسان کردن) انطباق رینگ داخلی روی نشیمن‌گاه آن شود، در حالی که انبساط رینگ خارجی، ممکن است از جابجایی محوری مورد نظر رینگ در محفظه آن جلوگیری کند. راه‌اندازی سریع یا اصطکاک آب‌بندی نیز ممکن است موجب آزاد شدن انطباق رینگ داخلی شود.



شکل ۱۶ - تاثیر حرارت بر روی لقی.

۴. الزامات دقت حرکتی^{۴۴}

برای کاهش حالت ارتجاعی و ارتعاش، در جایی که نیاز به دقت بالا در آن موقعیت باشد، عموماً از انطباق آزاد استفاده نمی‌شود. بیرینگ روی شفت می‌نشیند و داخل محفظه باید برای تolerانس ابعادی دقیق ساخته شود، بر این اساس، حداقل درجه ۵ برای شفت و حداقل درجه ۶ برای نشیمن‌گاه استفاده می‌شود. همچنین، برای استوانه‌ای بودن باید تolerانس دقیق تری استفاده شود.

۵. طرح و جنس برای شفت و نشیمن‌گاه^{۴۵}

انطباق رینگ بیرینگ نباید موجب اعوجاج (واپیش) رینگ شده و سبب انحراف از گردی شود. این مشکل می‌تواند به عنوان مثال از ناپیوستگی‌های سطح نشیمن‌گاه ایجاد شود. نشیمن‌گاه‌های دو بخشی در جایگاه رینگ خارجی یک انطباق تداخلی سنگین دارد، مناسب نیستند و تolerانس انتخاب شده نباید کیپ‌تر (تنگ‌تر) از انطباق بدست آمده با تolerانس گروه H باشد (یا در بیشتر موارد K). برای فراهم کردن پشتیبانی کافی برای رینگ‌های بیرینگ سوار شده در نشیمن‌گاه‌های با دیواره نازک، محفظه‌های ساخته شده از آلیاژ سبک یا شفت‌های توخالی، انطباق تداخلی سنگین‌تر نسبت به انطباق‌های توصیه شده برای محفظه‌های فولادی و چدنی دیوار نازک یا شفت‌های توپر، باید مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، در بعضی موارد ممکن است، انطباق‌های تداخلی سبک‌تر برای شفتی با مواد معین، نیاز باشد.

سهولت در نصب و پیاده‌سازی^{۴۶}

نصب و پیاده‌سازی در بیرینگ‌های با انطباق آزاد نسبت به بیرینگ‌های با انطباق تداخلی، آسان‌تر است. در شرایط کارکردی که انطباق تداخلی مورد نیاز و ضروری است و عمل نصب و پیاده‌سازی نیز باید به راحتی انجام شود، بیرینگ‌های جداشدنی یا بیرینگ با سوراخ مخروطی استفاده می‌شود. بیرینگ‌های با سوراخ مخروطی یا به صورت مستقیم روی نشیمن‌گاه شفت نصب می‌شوند یا توسط تبدیل یا با کشیدن بوش سیلندری روی شفت‌های سیلندری پله‌ای یا صاف، نصب می‌شوند.

جابجایی بیرینگ شناور^{۴۷}

اگر بیرینگ‌هایی که نمی‌توانند خود را با جابجایی

45 Design and Material of Shaft and Housing

46 Ease of Mounting and Dismounting

47 Displacement of the Non-Locating Bearing

43 Temperature Conditions

44 Running Accuracy Requirements

رولبرینگ های توریدال CARB استفاده می شوند، هر دو حلقه بیرینگ با انطباق تداخلی نصب می شوند زیرا جابجایی محوری در داخل بیرینگ رخ خواهد داد.

انطباق های توصیه شده

انطباق توصیه شده برای حفره و قطر خارجی رولبرینگ ها به صورت بین المللی استاندارد سازی شده است. برای رسیدن به مناسب ترین لقی برای بیرینگ ها، حفره استوانه ای و قطر خارجی استوانه ای را برای شفت ها و نشیمن گاه ها با توجه به سیستم تoleransi ISO انتخاب می کنید. فقط تعداد محدودی از گریدهای استاندارد ISO محدود به کاربرد بیرینگ ها است. **دنباله این مطلب و سایر مطالب مربوط به بیرینگ را در ویژه نامه بعدی بیرینگ پیگیری کنید.**

محوری در درون بیرینگ تطبیق دهند، در موقعیت شناور استفاده شده اند، ضروری است که یکی از رینگ های بیرینگ برای حرکت محوری، آزاد باشد. انتخاب یک انطباق آزاد برای رینگ که یک بار ثابت را حمل می کند، این موقعیت را فراهم می کند. هنگامی که رینگ خارجی تحت بار ثابت است به طوریکه جابجایی محوری در نشیمن گاه محفظه اتفاق می افتد، اگر برای مثال در جاییکه از محفظه ای با آلیاژ سبک استفاده شده است، یک بوش میانی سخت شده یا بوش سیلندری بین رینگ خارجی و نشیمن گاه نصب می شود تا از خرابی نشیمن گاه به خاطر سختی کمتر جلوگیری شود. در غیر این صورت منجر به جابجایی محوری نامحدود یا حتی غیر مجاز می شود.

اگر رولبرینگ استوانه ای با یک رینگ بدون لبه (فلانچ) داشته باشند، یا رولبرینگ های سوزنی یا

۲

مجله فنی مهندسی
ساخت و تولید
Iran Manufacturing & Production Magazine

منتشر می کند:
دومین ویژه نامه

بیرینگ ایران

مجله فنی مهندسی ساخت و تولید، پس از نشر موفق شماره اول ویژه نامه بیرینگ در کشور در نظر دارد شماره دوم ویژه نامه **بیرینگ ایران** را منتشر کند. این ویژه نامه در برگیرنده: تولید کننده ها، وارد کننده ها و فروشندگان انواع بیرینگ، بالاسکرو، روان کننده های صنعتی، تسمه و ادوات انتقال نیرو و صنایع جانبی می باشد. این ویژه نامه در صنایع: سیمان، نفت، گاز و پتروشیمی، خودرو سازی و قطعات خودرو، ماشین سازی و دیگر صنایع مرتبط توزیع خواهد شد.

از هم اکنون می توانید با رزور صفحات آگهی، ارائه گزارش و مقاله،

شرکت خود را در این ویژه نامه معرفی کنید.

۰۹۱۲۱۸۵۹۰۶۸ - ۶۶۸۳۳۳۴۹ - ۶۶۸۳۳۳۵۲

آشنایی با بیرینگ های خطی

سامان سرمست قهفرخی

تلفن: ۰۳۱۱-۶۲۷۹۰۲۳ همراه: ۰۹۱۳-۳۱۹۱۰۷۶

Email: saman_sarmast2012@yahoo.com

شافت گرد و دوم بلبرینگ خطی متصل به ریل پروفیلی.



این مدل از یاتاقان ها به منظور تحمل حرکت خطی محدود یا نا محدود در یک بعد طراحی شده و بسیار متنوعند. موارد کاربرد آنها نیز در دستگاه های کنترل عددی (CNC)، قالبسازی، اتوماسیون صنعتی نقش چشم گیری دارند. انواع مختلف آن به شرح ذیل می باشد:

✓ بلبرینگ خطی

(Linear ball Bearing)

✓ رولبرینگ خطی

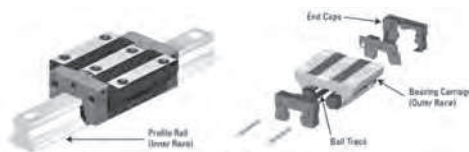
(Linear Roller Bearing)

هر دو گونه این مدل از بلبرینگ ها دارای قفسه پلاستیکی یا فلزی با رینگ محافظ هستند، با این تفاوت که مدل دوم ظرفیت تحمل بار بیشتری نسبت به مدل اول را داشته و به میزان بار مشخصی به عنوان بار دینامیکی اولیه نیاز دارند. در هر دو مورد مذکور از ریل های صیقلی سخت کاری شده به همراه بلبرینگ استفاده می شود. در مدل اول بلبرینگ ساچمه ای به طور کامل



Linear ball Bearing

این نوع از بیرینگ به منظور انجام حرکت های رفت و برگشتی بدون محدودیت مورد استفاده قرار می گیرند. کلیه ساچمه ها در یک شیار بسته در حال دوران و حرکت بوده و به نقطه اولیه خود باز می گردند. با توجه به این موضوع قابلیت جابجایی هر گونه بار در راستای محور های افقی یا عمودی به وجود می آید. بلبرینگ های ساچمه ای خطی به دو شکل کلی در بازار موجود بوده و صرفه اقتصادی بسیار خوبی در جهت ایجاد حرکت های محوری خطی با اصطکاک ناچیز و سروصدای کم را فراهم می آورند. این دسته از بلبرینگ های خطی را می توان به دو قسمت تقسیم کرد: اول بلبرینگ خطی متصل به

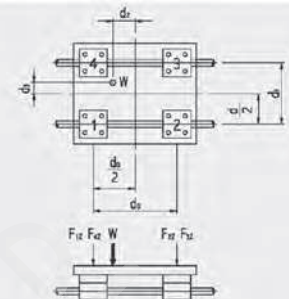


در خصوص تحمل بار بیشتر، بلبرینگ خطی بخشی از محیط شافت راهنما را احاطه کرده و موجبات اتصال شافت راهنما به یک سطح نگهدارنده سرتاسر را فراهم می آورد که در شکل فوق بطور واضح دیده می شود، به منظور استفاده از این دسته بلبرینگ ها عموماً آنها را به صورت زوج در طرفین سیستم انتقال قدرت (بال اسکرو، تسمه تایمینگ، زنجیر و ...) مورد استفاده قرار می دهند که در ذیل به آنها اشاره خواهیم کرد:

یا بخشی از محیط شافت راهنما را در بر گرفته و شافت نیز توسط نگهدارنده شافت به سطح مورد نظر ثابت می گردد. با این تفاوت که ممکن است در نوعی بلبرینگ تمامی محیط شافت را در بر گرفته باشد و در نوع دیگر بخشی از محیط شافت راهنما توسط بلبرینگ احاطه شده باشد. لازم به ذکر است با توجه به محل استفاده این گونه از بلبرینگ ها به جهت نصب، می توان آنها را انتخاب کرد. در نوع دوم بلبرینگ های ساچمه ای با مقطع نیمه گرد، می توان انتظار تحمل بار بیشتری را از بلبرینگ و شافت راهنمای آن داشت.

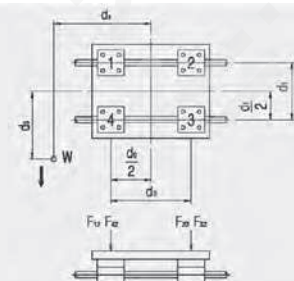
در این نوع از بلبرینگ ها، بنابر دلیل مذکور

$$\begin{aligned} F_{1z} &= \frac{W}{4} + \left(\frac{W}{2} \cdot \frac{d_2}{d_o}\right) - \left(\frac{W}{2} \cdot \frac{d_1}{d_i}\right) \\ F_{2z} &= \frac{W}{4} - \left(\frac{W}{2} \cdot \frac{d_2}{d_o}\right) - \left(\frac{W}{2} \cdot \frac{d_1}{d_i}\right) \\ F_{3z} &= \frac{W}{4} - \left(\frac{W}{2} \cdot \frac{d_2}{d_o}\right) + \left(\frac{W}{2} \cdot \frac{d_1}{d_i}\right) \\ F_{4z} &= \frac{W}{4} + \left(\frac{W}{2} \cdot \frac{d_2}{d_o}\right) + \left(\frac{W}{2} \cdot \frac{d_1}{d_i}\right) \end{aligned}$$



نصب افقی بلبرینگ ها / محاسبات نیرویی در حالت حرکت یا توقف

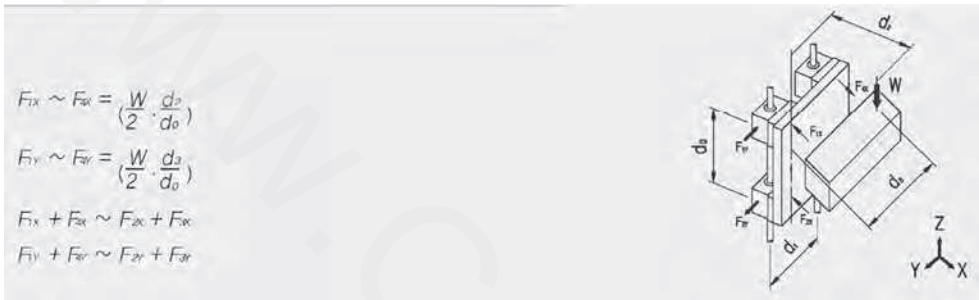
$$\begin{aligned} F_{1z} &= \frac{W}{4} + \left(\frac{W}{2} \cdot \frac{d_2}{d_o}\right) - \left(\frac{W}{2} \cdot \frac{d_1}{d_i}\right) \\ F_{2z} &= \frac{W}{4} - \left(\frac{W}{2} \cdot \frac{d_2}{d_o}\right) - \left(\frac{W}{2} \cdot \frac{d_1}{d_i}\right) \\ F_{3z} &= \frac{W}{4} - \left(\frac{W}{2} \cdot \frac{d_2}{d_o}\right) + \left(\frac{W}{2} \cdot \frac{d_1}{d_i}\right) \\ F_{4z} &= \frac{W}{4} + \left(\frac{W}{2} \cdot \frac{d_2}{d_o}\right) + \left(\frac{W}{2} \cdot \frac{d_1}{d_i}\right) \end{aligned}$$



نصب افقی بلبرینگ ها / محاسبات نیرویی در حالت حرکت یا توقف



نصب جانبی بلبرینگ ها / محاسبات نیرویی در حالت حرکت یا توقف



نصب عمودی بلبرینگ ها / محاسبات نیرویی در حالت حرکت یا توقف

Linear Roller Bearing

در این نوع از بلبرینگ های خطی به جای ساچمه از غلتک هایی در اطراف شافت راهنما استفاده شده است. لازم به ذکر است در این مدل از بلبرینگ ها شاهد تحمل بار بالاتر ولی دقت پایین تری نسبت به مدل های فوق الذکر خواهیم بود با این وجود در کاربردهای صنعتی از آنها استفاده می گردد. این مدل از بلبرینگ ها عمدتاً در تحمل بارهای عمودی بالاتر نسبت به بارهای جانبی مورد استفاده قرار می گیرند.



انواع یاتاقان های بایستی (لغزشی) و کاربرد آنها

مهندس مهدی صفی خانی (مدیر طراحی)
مهندس امین رضایی کلات (مدیر واحد CNC)

شرکت سازه های یاتاقان شهریار

یاتاقان های بایستی (لغزشی) به عنوان تکیه گاه اصلی شفت و اجزای متصل به آن از جمله اجزای مهم پمپ ها و توربین ها است که کیفیت مناسب آن ها می تواند نقش به سزایی را در کاهش دفعات تعمیر و خاموشی این تجهیزات ایفا کند. معیوب شدن یاتاقان ها ممکن است موقعیت اجزاء چرخشی را تغییر دهد که در این صورت باعث برخورد قطعات ثابت و متحرک میشود یا در اثر نزدیکی قطعات ثابت و متحرک اصطکاک به وجود آمده باعث گرم شدن بیش از حد اجزای مکانیکی و آسیب رساندن به کل سیستم می شود. در این مقاله به طور مختصر به بررسی انواع یاتاقان های بایستی که در صنعت استفاده میشود، میپردازیم.

کلمات کلیدی: یاتاقان بایستی، یاتاقان ژورنال، یاتاقان تراست، یاتاقان جدار نازک

۱ مقدمه

اصطکاک از دیر باز در سرلوحه کارهای بشر بوده است. بیشتر افراد از چرخ به عنوان بزرگترین اختراع در طول اعصار یاد می کنند، در صورتیکه این چنین نیست. بلکه نوآوری واقعی در قرارداد محور چرخ در یاتاقان (تکیه گاه مدور) شکل گرفت. در هر حال اختراع چرخ پدیده مهمی بوده است ولی این یاتاقان ها هستند که باعث چرخش اجسام می شوند.

۲ انواع یاتاقان

یاتاقان های مورد استفاده در صنایع به چند گروه اصلی بر اساس شکل ظاهری و نحوه کارکرد آنها تقسیم میشوند که در جدول (۱-۲) برخی ویژگی های آنها مشخص است.

نیروی اصطکاک علی الرغم فوایدی که در برخی موارد برای انسان داشته است در مواردی هم به عنوان مانع در سر راه انسان بوده و باعث اتلاف مقدار بسیار زیادی از انرژی می شود. در تکیه گاه شفت بر روی دیواره ها نیز نیروی اصطکاک بین شفت و دیواره باعث اتلاف انرژی می شود. به منظور کاهش اصطکاک در تکیه گاه شفت های دوار از یاتاقانها استفاده میشود. در یک تعریف کلی به هر تکیهگاهی که اصطکاک را کاهش دهد یاتاقان (بیرینگ) می گویند. در واقع نیروی اصطکاک مزاحم کار تکیه گاهی یاتاقان می باشد. یافتن روش های مناسب برای غلبه بر

نوع	توصیف	سختی	سرعت	عمر	نکات
یاتاقان ساده (بوش)	استفاده از روانکار بین دو سطح متحرک و ثابت	خوب، در صورتی که میزان ساییدگی کم باشد. مقداری لقی معمولاً وجود دارد.	کم/متوسط (غالباً نیاز به خنک کاری دارد)	متوسط (بسته به نوع روانکار)	ساده ترین نوع یاتاقان، استفاده وسیع از آن، اصطکاک نسبتاً زیاد
یاتاقان غلظتی	بکارگیری ساچمه و یا غلتک برای کاهش اصطکاک	خوب، وجود اندکی لقی	متوسط_زیاد (غالباً نیاز به خنک کاری دارد)	متوسط (بسته به نوع روانکار، غالباً نیاز به تعمیر و مراقبت دارد)	مورد استفاده برای بارهای بیشتر و اصطکاک کمتر نسبت به یاتاقان ساده
یاتاقان مرصع	یاتاقان حول نقطه‌ای خارج از مرکز بر روی نشیمنگاه می‌گردد.	کم به علت انعطاف‌پذیری	کم	خوب، نیاز به تمیزکاری و روانکاری دارد.	عمدتاً برای سرعت‌های کم و دقت‌های بالا مانند ساعت استفاده می‌شود.
یاتاقان لغزشی	محور درون یک سیال می‌گردد.	خیلی زیاد	خیلی زیاد، محدودیت سرعت معمولاً ناشی از نشت‌بندها است.	می‌توان عمر این نوع یاتاقان را بی‌نهایت دانست؛ گاهی اوقات هنگام آغاز به کار و خاموش کردن دستگاه اندکی فرسایش ایجاد می‌شود.	غبار و سنگریزه می‌توانند باعث خرابی این نوع یاتاقان گردند. در استفاده پیوسته نیاز به عملیات نگهداری ندارد.
یاتاقان مغناطیسی	دو سطح توسط مغناطیس (الکترومغناطیس و یا جریان گردابی) از هم جدا نگه داشته می‌شوند.	کم	بی‌نهایت	بی‌نهایت	مصرف انرژی بالا، عدم نیاز به نگهداری.
یاتاقان خمشی	حرکت با تغییر شکل در ماده پدید می‌آید.	کم	خیلی زیاد	خیلی زیاد یا کم، بستگی به کاربرد دارد.	دامنه حرکتی محدود

جدول ۱-۲: انواع یاتاقان مورد استفاده در صنایع

۳ یاتاقان لغزشی (بایستی)

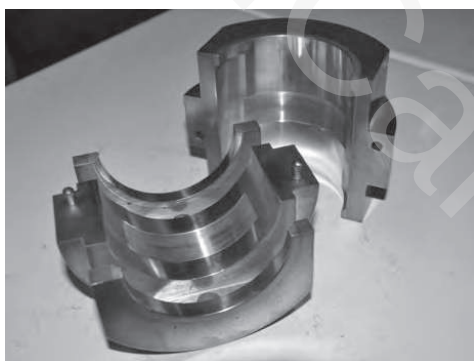
۳-۱ معرفی

حال به توصیف یاتاقانهای لغزشی که تولید و بازسازی آنها برای اولین بار در ایران به روش مهندسی در شرکت سازههای یاتاقان شهریار صورت گرفته است می‌پردازیم.

یکی از انواع یاتاقان ها مورد استفاده در صنایع یاتاقان های لغزشی می باشد. این یاتاقان ها به علت شکل ظاهری و دقت ابعادی بالای که دارند، عموماً در صنایع بزرگ و تجهیزات دوار

یک پوسته فولادی و یک لایه با ضخامت کم از آلیاژهای نرم مانند بابیت، به همین علت به آنها یاتاقانهای بابیتی نیز گفته می‌شود.

یاتاقانهای بابیتی به عنوان تکیه گاه قابلیت تحمل نیروهای شعاعی، محوری یا به صورت ترکیبی از هر دو را دارا میباشند. یاتاقانهای شعاعی معمولاً شامل پوسته ای سیلندر شکل به همراه یک لایه از پوشش مواد نرم مانند بابیت میباشند که داخل محفظه صلب نصب و ثابت می‌شوند و با قطر بیرونی شفت درگیر است. یاتاقانهای محوری مانند بلبرینگهای کف گرد عمل می‌نمایند به این صورت که بابیت در یک یا هر دو دیواره پوسته سیلندر نصب می‌شود و دیواره سیلندر با شفت درگیر است.



شکل ۱-۳: نمونه ای از یاتاقانهای دو نیم کپه ای

این یاتاقانها بیشتر در اندازه های بزرگ ساخته می‌شوند. محور گردان در داخل دو نیم استوانه که قشر داخلی آن‌ها از یک لایه نرم به نام Babbitt پوشیده شده می‌چرخد. سختی بابیت به مراتب کمتر از سختی محور گردان است. این نرمی بابیت برای جلوگیری از خراب شدن محور در مواقعی که ذرات خارجی همراه روغن است می‌باشد. در ضمن اگر درجه حرارت بالا برود قبل از اینکه شفت یا قسمت اصلی

صنایع نیروگاهی، شرکتهای نفتی، پالایشگاهها و ... کاربرد دارند. معمولاً یاتاقان بابیتی از دو قسمت اصلی تشکیل شده است:

۱- پوسته (فولادی، برنجی، مسی و ...)

۲- آلیاژ نرمی که به روش های مختلف به پوسته داخلی چسبانده می‌شود و بابیت (White Metal) نامیده میشود.

آلیاژ نرم داخلی، دارای انواع مختلفی است که طراح و سازنده، ترکیب شیمیایی و پارامترهای ابعادی آن را با در نظر گرفتن محل استفاده، فشار و بار اعمالی، تعداد دور، دمای کارکرد، و نیز اولویت بندی خواص مکانیکی مورد انتظار تعیین می‌کند. بابیت باید:

دارای قابلیت تغییر شکل تحت تنش های موضعی باشد، یعنی نرم باشد.

بابیت باید مواد ضد سایش (مثل روغن) را بر سطح خود نگه دارد.

بین سر محور و یاتاقان، ضریب اصطکاک کوچکی به وجود آورد.

بابیت باید دارای سختی کافی باشد ولی نه آنقدر که سبب سائیدگی اضافی سر محور شود. بابیتها به آسانی توسط روغن تر می‌شوند و یک لایه روغن روی سطح آن‌ها تشکیل می‌شود. در مقابل خوردگی مقاوم بوده و قابلیت ریخته گری خوبی نیز دارند.

خواص مکانیکی خود را تا دمای حدود ۱۲۰ درجه سانتیگراد حفظ می‌کنند.

یاتاقانهای لغزشی معمولاً به صورت دو نیم دایره جدا از هم هستند که نیم کپه بالا و نیم کپه پایین را تشکیل میدهند (شکل ۱-۳). این امر به جهت سهولت در مونتاژ روی شفت انجام می‌پذیرد. هر یک از نیم کپهها ویژگیهای خود را داشته و نوع ماشین کاری آنها متفاوت است. به طور خلاصه یاتاقانهای لغزشی تشکیل شده‌اند از

اینکه بازدهی باییت پایه قلع را خواهد داشت از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه خواهد بود. این یاتاقان‌ها مقاومت خستگی خوبی دارند که لازمه نوع کاربرد آنها است. این آلیاژها انعطاف پذیری باییت پایه قلع را ندارند، که البته انعطاف پذیری در یاتاقان‌های با لایه نازک باییت از کمترین درجه اهمیت برخوردار است.

۲-۳ مزایای یاتاقانهای لغزشی

از مزایای یاتاقان‌های لغزشی نسبت به یاتاقان‌های غلتشی (بلبرینگ‌ها و رولبرینگ‌ها) می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. یاتاقان‌های لغزشی به علت استفاده از پوشش مواد نرم (باییت) در داخل یاتاقان در سیستم‌های دوار نقش فیوز را ایفا می‌کنند تا در اثر هرگونه ناهماهنگی و برخورد شفت با دیواره یاتاقان، هیچ آسیبی به شفت نرسیده و یاتاقان دچار خوردگی و سایش می‌شود. باییت به عنوان ماده استفاده شده در پوشش داخلی یاتاقان دارای خاصیت انتقال گرمای خوب است که این امر باعث خنک کاری بهینه در سیستم می‌شود.

در صورت روانکاری مناسب این نوع یاتاقان‌ها در سرعت‌های بالا نسبت به یاتاقان‌های غلتشی قابلیت تحمل بارهای بیشتری را دارا است. یاتاقان‌های لغزشی با توجه به ساختار خود برای شفت‌های با قطر بالا فرآیند تولید راحت‌تر و مونتاژ آسان‌تر را دارا هستند به طوریکه در شفت‌های آسیاب که معمولاً قطر این شفت‌ها تا یک متر یا بالاتر نیز می‌رسد امکان استفاده از بلبرینگ‌ها وجود ندارد و در اینجا بهترین گزینه برای سهولت در مونتاژ استفاده از یاتاقان‌های باییتی (لغزشی) به صورت دوتکه یا در بعضی مواقع چند تکه است.

یاتاقان صدمه ببیند باییت از بین می‌رود. در یاتاقان با لایه باییتی ضخیم، لزوم وجود مکانیزمی برای ایجاد چسبندگی مکانیکی بین باییت و پوسته باید از باییت با انعطاف پذیری خوب در دمای محیط استفاده کرد. بایتهای پایه قلع که انعطاف پذیری مناسبی در دمای محیط دارند برای این شرایط و کاربردهای با بار اعمالی متوسط و بالا مناسب می‌باشند. فلز آلیاژی نرم باییت، ناخالصی موجود در روغن را جذب نمی‌کند.

باییت در بستر داخلی طوقهای پهن یاتاقان ریخته شده است و با سایش همه جانبه و یکسان خود از لحاظ آبیندی اولیه، شکل مناسب را در تمام جهات برای تطبیق با انگشتی میل لنگ گرفته و در صورت بروز مشکل، فدای انگشتی‌های میل لنگ می‌شود.

یاتاقان لغزشی به علت عدم تحرک قطعات آن (هر یاتاقان دو قطعه است) به نسبت یاتاقانهای غلتشی (بیرینگ‌های ساچمه‌ای) عمر بیشتر، وزن و قیمت کمتری دارند. یاتاقان‌های لغزشی برای موتورهای سبک ولی با دور زیاد مناسب نمی‌باشند.

برای یاتاقانهایی که در آنها انطباق با محور به سختی صورت می‌گیرد و احتمال برخورد موضعی بین یاتاقان و محور در لحظات اولیه کارکرد و قبل از تشکیل فیلم روغن وجود دارد، از آلیاژهای پایه سرب که دارای انعطاف پذیری و انطباق پذیری خوبی هستند استفاده می‌شود. البته استفاده از این نوع آلیاژها محدود به بار و دور متوسط می‌باشد. از طرفی وقتی لایه باییت نازک و ریخته گری دقیق مورد نیاز است آلیاژهای خاصی با پایه سرب حدود یک درصد قلع قابل استفاده است. در صورت طراحی مناسب و ریخته گری خوب، این نوع باییت علاوه بر

۴-۱ شکل ظاهری و نحوه تحمل نیروهای

وارد بر یاتاقان

در این تقسیم بندی که خود شامل شش گروه اصلی است.

۱. یاتاقان شعاعی ژورنال

۲. یاتاقان محوری تراست

۳. یاتاقان تراست ژورنال

۴. یاتاقان کفشی ژورنال

۵. یاتاقان کفشی تراست

۶. یاتاقان های جدار نازک (تغذیه فشاری)

۱- یاتاقان شعاعی ژورنال:

در این گروه از یاتاقان ها نیروهای شعاعی وجود دارند. در یاتاقان ژورنال تنها قسمت داخلی آنها بابت ریزی می شود و تمام عملیات ماشین کاری در داخل صورت می پذیرد. کارکرد این یاتاقان ها را می توان مانند بلبرینگ های ساچمه ای شعاعی

توصیف نمود (شکل ۱-۴)

این نوع از یاتاقان ها با توجه به نوع تراشکاری قطر داخل خود به چندین زیر گروه قابل تقسیم هستند که عبارتند از پروفیل گرد، بیضوی، دو نیمه ای، سه کمانی و چهار کمانی.



شکل ۱-۴: یک نمونه یاتاقان ژورنال

• نیروهای زیادی را تحمل می کنند.

• آرام و بی سروصدا کار می کنند.

• در مقابل ضربه و ارتعاش حساس نیستند.

• محدودیتی از نظر تعداد دور ندارند.

۳-۳ معایب یاتاقانهای لغزشی

از معایب یاتاقان های لغزشی نسبت به یاتاقان های غلتشی (بلبرینگ ها و رولبرینگ) می توان به موارد زیر اشاره نمود.

• ضریب اصطکاک آنها ۱۰ تا ۱۵ برابر یاتاقان های غلتشی است و این امر موجب فرسایش سریع و کاهش طول عمر آنها نسبت به یاتاقان های غلتشی می شود.

• اصطکاک ایجاد شده موجب افزایش گرمای سیستم می شود و این امر نیاز به سیستم های دقیق و پرهزینه خنک کاری را اجتناب ناپذیر می سازد.

• هزینه ساخت این یاتاقان ها زیاد است.

۴ تقسیم بندی یاتاقانهای لغزشی

تقسیم بندی یاتاقان های بابیتی به علت طراحی خاص این نوع از یاتاقان که برای ماشین آلات مختلف با نشیمنگاه های مختلف انجام می گردد بسیار گسترده و متنوع است و امکان استاندارد سازی همه آنها وجود ندارد به همین علت دسته بندی این نوع از یاتاقان با توجه به نوع پارامترهای مشترک بین آنها به چند گروه اصلی زیر قابل تفکیک است.

۱. شکل ظاهری و نحوه تحمل نیروهای وارد بر یاتاقان

۲. تعداد لایه های مواد بکار رفته در جنس یاتاقان

۳. سرعت دوران شفت



شکل ۳-۴: یاتاقان تراست ژورنال

۴- یاتاقان ژورنال کشکی (تیلتنینگ پد):

مانند یاتاقان های ژورنال عمل مینمایند با این تفاوت که محیط یک دایره کامل را به چند قسمت کوچکتر و باقابلیت تنظیم موقعیت برای هر یک از تکه ها جداگانه وجود دارد. از مزایای این یاتاقان های امکان بازسازی در ابعاد کوچکتر و حتی به صورت یک تکه از مجموعه است که این امر خود موجب صرفه جویی در وقت و هزینه می شود. (شکل ۴-۴)



شکل ۴-۴: نمونه قرار گیری تیلتنینگ پد

یاتاقانهای ژورنال ساده در هنگام کارکرد به ویژه با بارهای کم، دچار ناپایداری می شوند. این ناپایداری در نتیجه تحریک فرکانسهای

۲- یاتاقان محوری تراست:

شامل یاتاقان های می شود که در آنها تنها نیروهای محوری وجود دارد. این دسته از یاتاقان ها برخلاف ژورنال ها تنها در قسمت دیواره ها دارای بابیت بوده و در قست دیواره ها نصب میگردد. شرایط کاری این یاتاقان ها مانند یاتاقان های کف گرد ساچمه ای است. (شکل ۲-۴)

این نوع از یاتاقان ها با توجه به نوع تراشکاری خود به دو زیر گروه قابل تقسیم میباشند که عبارتند از سطح تخت و سطح شیبدار.



شکل ۲-۴: یاتاقان تراست با بار محوری

۳- یاتاقان تراست ژورنال:

این گروه از یاتاقان ها ترکیبی از دو نوع یاتاقان معرفی شده در قسمت های قبل است که هم قابلیت تحمل نیروهای شعاعی و هم محوری را همزمان دارا هستند و بابیت ریزی در قطر داخل و دیواره ها همزمان انجام میگردد. که در این مورد با توجه به محل نصب بابیت در دیواره یک سمت یا هر دو سمت می تواند وجود داشته باشد. (شکل ۳-۴) ویژگی و کارایی این نوع یاتاقان تلفیقی از یاتاقان های ژورنال به همراه تراست می باشد.

به طرز چشمگیری کاهش میدهد. هر کفشک از تغییر مکان شافت در داخل یاتاقان تاثیر پذیرفته و موقعیت دوران آن اصلاح میگردد؛ که علت اصلی پایداری فوقالعاده یاتاقانهای کفشک لولائی است. این یاتاقانها دارای سه الی شش کفشک می باشند. ولی یاتاقانهای دارای چهار یا پنج کفشک بیشترین استفاده را دارند.

۵- یاتاقان تراست کفشکی لغزنده (تیلتنگ پد):

این گروه نیز از لحاظ نوع تحمل نیروی وارده بر یاتاقان مانند یاتاقان های تراست ولی از لحاظ شکل ظاهری مانند تیلتنگ پدها می باشند. این گروه از یاتاقان های نیز با توجه به شکل و ساختار خود قابلیت بازسازی یا تعمیر حتی برای یک عدد پد را فراهم می نمایند. (شکل ۴-۵)



شکل ۵-۴: نمونه تراست پد هشت تایی
مونتاز شده

این یاتاقان ها به دو گروه کفشک لغزنده لولایی و خود تراز تقسیم می شوند.

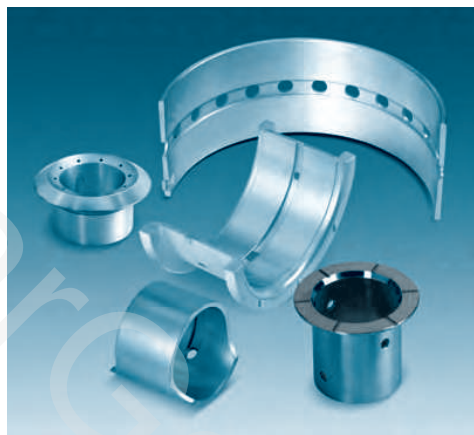
۶- یاتاقان جدار نازک (تغذیه فشاری):

این یاتاقانها به علت ضخامت کم میان قطر

طبیعی سیستم بوسیله ارتعاشات حاصل از چرخش روغن ایجاد میشود. فرکانس ارتعاش چرخش روغن، عموماً نصف فرکانس کارکرد تجهیز است. از سوی دیگر یاتاقانهای پروفیل ثابت در اثر عواملی نظیر عدم هممحوری، نامیزانی، سایش و بارهای ضربهای آسیبهای جدی میبینند. خصوصیات طراحی یاتاقانهای ژورنال کفشک لولائی به گونهای است که کلیه مشکلات مربوط به ناپایداری فیلم روغن را از بین میبرد. در عین حال، طراحی مکانیکی این یاتاقان قابلیت تحمل ضربه و نیروهای ناشی از نامیزانی را به آن بخشیده و کارکرد مداوم آن را حتی به همراه مشکلاتی نظیر عدم هممحوری و سایش، امکانپذیر ساخته است. یک یاتاقان کفشک لولائی از چندین کفشک مجزا تشکیل شده است که هر یک حول محوری در مرکز کفشک دوران میکنند. این یاتاقان شبیه یاتاقان چندکمانی است با این تفاوت که هر کفشک قابلیت دوران دارد. تعریف مفهوم ضریب پیشبار در این یاتاقان همانند یاتاقان چندکمانی است. دستیابی به ضریب سختی مناسب در شرایط بیماری، وابسته به ضریب پیشبار است. هنگامی که یاتاقان تحت بار قرار میگیرد، موقعیت مرکز شافت نسبت به مرکز یاتاقان جابهجا میشود. هر کفشک تا زمانی که کل مجموعه به تعادل استاتیکی برسد، حول محور خود دوران مینماید. در وضعیت تعادل استاتیکی، راستای نیروهای هیدرودینامیک هر کفشک از محور دوران آن عبور نموده و برآیند کلیه این نیروها برابر با نیروی اعمالی بر یاتاقان و در جهت مخالف آن خواهد بود. مزیت اصلی این طرح، دوران مستقل هر کفشک و تشکیل پروفیل فشار بر روی هر یک به صورت مجزا است. این دوران مستقل کفشکها، ضرایب کوبله سختی را در این یاتاقانها

گسترش یافت. گرچه یاتاقانهای مورد استفاده در تجهیزات رفت و برگشتی، در سرعت‌های نسبتاً کم کار میکنند، ولی بارهای دینامیک بزرگی بر آنها وارد میگردد. به همین دلیل از آلیاژهای پایه مس یا آلومینیوم بر روی پوسته فولادی استفاده میشود. پوسته فولادی به جهت استحکام بالا میتواند درگیری مناسب مابین یاتاقان و نشیمن را فراهم نماید. این درگیری نقشی حیاتی در کاهش آسیب‌های ناشی از لقی نشیمن دارد. در یاتاقانهایی که دارای لایه پوششی سختتری همانند آلیاژهای مس و آلومینیوم میباشند، عموماً یک لایه نازک از مواد نرمتر و شکلیپذیر به نام روکش فوقانی اعمال میگردد. این روکش از جنس سرب - قلع، سرب - قلع - مس یا سرب - ایندیوم و از آلیاژهای باییت نرمتر است. در این شرایط ضخامت روکش از ۰٫۱ میلیمتر تجاوز نمی کند که موجب میشود استحکام موثر آن از باییت بیشتر باشد. یاتاقانهایی که از یک پوسته فولادی، یک لایه مسی یا آلومینیومی و یک روکش فوقانی تشکیل شدهاند، اصطلاحاً به عنوان یاتاقانهای جدار نازک سه لایه شناخته می‌شوند.

داخل و خارج یاتاقان به یاتاقانهای جدار نازک معروف هستند. از این نوع یاتاقان ها معمولاً در نشیمنگاه شاتون ها و برای مهار انواع میل لنگ ها استفاده میشود. (شکل ۶-۴) این یاتاقان ها عموماً با قطری بزرگ تر از قطر نشیمنگاه تولید می‌شوند و در زمان نصب با اعمال نیرو و به صورت تحت فشار در نشیمنگاه قرار میگیرند که این عمل باعث ایجاد خواص مطلوب، روانکار مناسب و کارکرد خوب یاتاقان میگردد و به همین علت در بین مهندسان روانکاری از جایگاه خوبی برخوردار است.



شکل ۶-۴: چند نمونه یاتاقان جدار نازک

۴-۲ تعداد لایه‌های مواد به کار رفته در جنس یاتاقان

یاتاقان های لغزشی با توجه به تعداد لایه مواد بکار رفته در آنها به سه گروه تقسیم می‌شوند. که عبارتند از:

۱- مونو متال

این نوع از یاتاقان ها تنها شامل فلز پایه از جنس مواد نرم مانند آلومینیوم، برنج، یا فسفر برنز هستند. پرکاربردترین نوع یاتاقان های مونو متال در صنعت به سیل لایبرنت معروف است (شکل ۷-۴). سیل ها نقش آب بند

کاربرد اصلی یاتاقانهای جدار نازک در کمپرسورهای پیستونی و موتورهای احتراق داخلی است. ضخامت جداره نسبت به قطر داخلی، در این نوع از یاتاقانهای روغنی در حدود ۳۰ : ۱ بوده و به همین میزان ضخامت لایه باییت نیز نازکتر است که عموماً در حدود ۰٫۵ تا ۰٫۱۳ میلیمتر در نظر گرفته میشود. یاتاقانهای جدار نازک، با توجه به ظرفیت تحمل بار زیاد و وزن کم، اولین بار در موتور خودرو به کار گرفته شدند، که پس از کارکرد موفقیت‌آمیز، کاربرد آنها



شکل ۸-۴: بابت پایه قلع



شکل ۹-۴: بابت پایه مس

۳- تری متال^۱

در بعضی از موارد و به اقتضای شرایط محیطی، یاتاقان به صورت سه لایه فلز به هم چسبیده تولید می‌شود. این سه لایه عبارتند:

فلز پایه از جنس Ck 20، لایه میانی معمولاً از جنس مس، روکش از جنس بابت با عنصر پایه قلع یا پایه سرب. لازم به ذکر است که در این نوع یاتاقان‌های امکان تشکیل لایه چهارم به صورت یک لایه بسیار نازک به اندازه 0.2 mm به روش پاشش فلزی^۲ نیز وجود دارد (شکل ۱۰-۴)

و فشار شکن روغن را به عهده دارند به همین جهت شکل و ساختار آنها به صورت شیار دار است. عامل اصلی در انتخاب جنس این نوع سیل ها نوع ماده سیال می‌باشد. سیل لاپیرنت به طور معمول قبل از یاتاقان و نزدیک به خود یاتاقان نصب می‌شود.



شکل ۷-۴: سیل لاپیرنت آلومینیومی

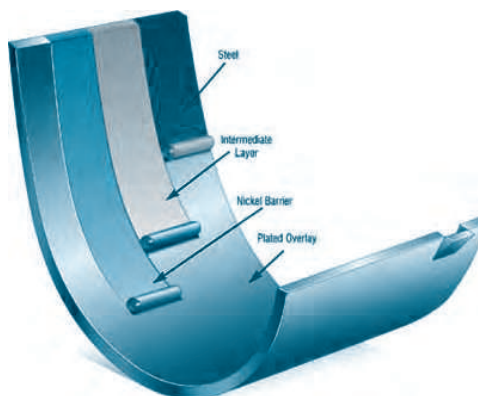
۲- بی متال

اکثریت یاتاقان های بابتی از این نوع می‌باشند که شامل یک فلز پایه از جنس فولاد و یک پوشش نرم از جنس بابت می‌باشند. فلز پایه از جنس فولاد ها نرم مانند Ck 22 و Ck 10 و بابت به سه صورت عنصر پایه سرب، پایه قلع (شکل ۸-۴) یا پایه مس (شکل ۹-۴) استفاده می‌شود.

1 Tri-metal

2 Metal Spray

شکل فلز پایه را بر اساس آن طراحی نمود قابلیت استفاده زیادی را دارا میباشند. به همین دلیل امکان استفاده آنها در صنایع مختلف با شرایط متفاوت وجود دارد. به طور مثال در صنایع سیمان واحد های آسیاب دارای شفت های با قطر زیاد (معمولاً بیشتر از یک متر) دارای سرعت دوران میانگین ۱۲ دور بر دقیقه می باشند (شکل ۱۱-۴). و در مقابل آن شفت های سانتریفیوژ با قطر کم (حدوداً ۳۲ میلیمتر) دارای سرعت دوران بالا تا ۶۰,۰۰۰ دور بر دقیقه می توانند باشند (شکل ۱۲-۴). لذا با توجه به این شرایط استفاده از یاتاقان های غلتشی ۳ با توجه به ابعاد مورد نیاز مقدور نیست.



شکل ۱۰-۴: یاتاقان TRI-metal (فلز پایه استیل ، روکش مس، روکش نیکل، روکش قلع)

۳-۴ سرعت دوران شفت

یاتاقان های بایستی با توجه به ساختار مختلف آنها که می توان برای هر شرایطی محیطی

3 Ball bearing



شکل ۱۱-۴: یاتاقان آسیاب سیمان به قطر داخل ۲۲۰۰ میلیمتر (سرعت دوران ۱۲ دور در دقیقه)

در ایران ساخت این گونه یاتاقانها بیشتر به روش مهندسی معکوس و از روی نمونههای خارجی صورت میگیرد و به ندرت جهت استفاده در بخشهای مختلف صنعت طراحی در مورد آنها انجام میپذیرد. امید است که در آینده نزدیک جوانان مستعد و توانای این مرز و بوم با تکیه به دانش روز دنیا عمل طراحی این نوع از یاتاقانها را نیز به طور کامل انجام دهند تا در این زمینه نیز به خودکفایی برسیم.



شکل ۱۲-۴: یاتاقان توربو اکسپندر (سرعت دوران ۵۰۰۰۰ دور در دقیقه)

۶ منابع و مأخذ

۱. یاتاقان و روانکاری، جوزف ای. شیگلی، چارلز آر. میشک، ترجمه دکتر قاسم حیدری نژاد، مهندس منوچهر بقالایی، مهندس حمیدرضا افراش، نشر جهاد، ۱۳۷۸
۲. نظریه و مسائل طراحی اجزاء ماشین، آلن اس. هال، آلفرد آر. هولونکو، هرمان جی. لالین، ترجمه مهرداد جوادی، ساسان محمدی، نشر شهراب، ۱۳۷۸
۳. یاتاقان و روغنکاری، دکتر مهران کدخدایان، دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی، ۱۳۸۰

۵ سخن پایانی

همانطور که مشاهده شد یاتاقانهای لغزشی از تنوع زیادی برخوردار هستند. در نتیجه انتخاب نوع مناسب به هنگام طراحی با توجه به کاربرد، نیروهای وارده به یاتاقان تعداد دور، دمای کارکرد، و نیز اولویت بندی خواص مکانیکی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در حال حاضر

۲

مجله فنی مهندسی
ساخت و تولید
Iran Manufacturing & Production Magazine

منتشر می کند:

دومین ویژه نامه

بیرینگ ایران

مجله فنی مهندسی ساخت و تولید، پس از نشر موفق شماره اول ویژه نامه بیرینگ در کشور در نظر دارد شماره دوم ویژه نامه **بیرینگ ایران** را منتشر کند. این ویژه نامه در برگرفته: تولید کننده ها، وارد کننده ها و فروشندگان انواع بیرینگ، بالسکرو، روان کننده های صنعتی، تسمه و ادوات انتقال نیرو و صنایع جانبی می باشد. این ویژه نامه در صنایع: سیمان، نفت، گاز و پتروشیمی، خودرو سازی و قطعات خودرو، ماشین سازی و دیگر صنایع مرتبط توزیع خواهد شد.

از هم اکنون می توانید با رزور صفحات آگهی، ارائه گزارش و مقاله، شرکت خود را در این ویژه نامه معرفی کنید.

۰۹۱۲۱۸۵۹۰۶۸ - ۶۶۸۳۳۳۴۹ - ۶۶۸۳۳۳۵۲

چرخه‌ی عمر بیرینگ

Bearing Life Cycle

مهندس ایرج ذریعه



ماشین استفاده شود. عوامل یا مراحل که در طول عمر بیرینگ‌ها مؤثرند را می‌توان در قالب چرخه عمر بیرینگ تعریف کرد.

در چرخه عمر بیرینگ مراحل مهمی قابل شناسایی هستند که هر کدام تأثیر به‌سزایی در طول عمر آن دارند. این مراحل عبارتند از: نصب (سوار کردن و روانکاری اولیه)، همراستاسازی، روانکاری مجدد، مراقبت وضعیت و درآوردن (تعویض). برای طولانی کردن چرخه عمر بیرینگ یا عباترتی دیگر استفاده از حداکثر

همه صنایع، چه کوچک و چه بزرگ مصرف‌کننده بیرینگ های غلتشی (Rolling Bearing) در انواع متداول و پرمصرف آن مثل: بلبرینگ، رولبرینگ سوزنی، رولبرینگ استوانه‌ای و رولبرینگ مخروطی هستند. بیرینگ‌ها از حساسیت و ظرافت‌های بسیار بالایی چه در ساخت و چه در استفاده برخوردارند و بدین لحاظ نیز بسیار آسیب‌پذیرند. هنرطراحان و سازندگان معتبر ماشین‌آلات استفاده از بیرینگ‌هایی است که در شرایط سرعت، بار و دمای کار دستگاه از قابلیت اطمینان بالایی برخوردار باشند. به عبارت دیگر به حداکثر طول عمر خود در شرایط کار دستگاه دست یابند. طول عمر بیرینگ گرچه به‌صورت تئوریک و در شرایط ایده‌آل می‌تواند نامحدود فرض شود اما در شرایط واقعی کارکرد ماشین‌آلات که از شرایط ایده‌آل فاصله بسیار زیادی دارند، محدود بوده و نیاز به تعویض پیدا می‌کند. هنر و وظیفه صاحبان ماشین‌آلات و افراد مسئول نگهداری و تعمیرات واحدهای صنعتی باید مراقبت صحیح از بیرینگ‌ها باشد تا از حداکثر عمر آنها در شرایط کار دستگاه و

صحيح خريداري و تحويل گرفته و با احتياط حمل و تا زمان مصرف انبارش كرد. مسئولان انبار يا سايرين نيز نبايد اجازه باز كردن بسته بندي و لفاف بيرينگ را داشته باشند.



سوار کردن (نصب) و روانكاري اوليه

مرحله اي است كه براي اكثر مسئولان فني صنايع تنها مرحله موجود، مورد توجه و قابل اهميت است. اما از نگاه اصولي تنها يكي از مراحل اصلي است. نكات مهم در اين مرحله عبارتند از:

۱. محل نشيمن بيرينگ روي محور و درون هوزينگ بايد قبل از شروع عمليات نصب مورد بازرسي دقيق قرار گيرد. بازرسي هاي متداول عبارتند از: كنترل تلرانس انطباقي قطر شافت و هوزينگ با قطر داخلي و خارجي بيرينگ، صاف بودن محور، گردبودن محور و هوزينگ. عمليات نصب بايد پس از اطمينان از شرايط مناسب وضعيت محور و هوزينگ آغاز شود.
۲. محيط كارگاه يا اتاق محل نصب بيرينگ بايد بسيار تميز باشد. هرگونه آلودگي مثل غبار هوا، وجود پليسه و براده ناشي از عمليات سنگ زني و جوشكاري، ميزكار و ابزارآلوده، گريس آلوده و همچنين دستهاي آلوده همگي موجب ورود آلودگي به درون بيرينگ و خرابي زودرس آن خواهد شد.
۳. بيرينگ را بايد فقط در هنگام شروع نصب از بسته بندي و لفاف خود خارج كرد.
۴. بسته به نوع و اندازه بيرينگ بايد يكي از سه روش: سرد (مكانيكي)، گرم و هيدروليكي را انتخاب كرده و ابزارهاي اصولي هر روش را بكار برد. روش مكانيكي براي بيرينگهاي تا حداكثر قطر خارجي ۱۰۰ ميليمتر توصيه مي شود. ضربه زدن نادرست به بيرينگ به منظور نصب و همچنين داغ كردن

طول عمر بيرينگ، بكارگيري تجهيزات مناسب در كنار ارتقاء سطح فني افراد درگير با آن همراه با آموزش، الزامي است. طولاني كردن چرخه عمر بيرينگ موجب كاهش توقفات، كاهش تعميرات، كاهش هزينه ها، افزايش توليد و افزايش درآمد و سود مي شود. در زير به توضيح مختصر هر کدام از مراحل در چرخه عمر بيرينگ مي پردازيم:



خريد بيرينگ

بيرينگ را بايد از سازندگان معتبر انتخاب و از تأمين كنندگان يا فروشندگان داراي صلاحيت خريداري كرد. خريدار بيرينگ بايد اين را بداند كه:

۱. تفاوت عمده در قيمت يك نوع بيرينگ با مارك هاي مختلف در كيفيت و طول عمر آن است. براي خريد بيرينگ ارزان قيمت نبايد توقع طول عمر زياد را از آن داشت.

۲. بيرينگ ساخت سازندگان معتبر داراي تاريخ ساخت است و بايد دقت كرد بيرينگ تازه خريداري كرد. بيرينگ هرچه كهنه تر باشد احتمال زنگ زدگي و همچنين ضربه خوردگي اجزاء آن حين انبارش و جابجايي هاي مكرر وجود دارد. لذا طول عمر آن بسيار كم خواهد بود.

۳. متأسفانه بازار بيرينگهاي فاقد اصالت و اصطلاحاً تقلبي در کشور بسيار داغ است و خريد اينگونه بيرينگها از فروشندگان غيرمعتبر نيز هر روز افزايش يافته و موجب سودهاي كلان براي اين افراد مي شود. لذا رشد قارچ گونه آنها را در سطح کشور شاهد هستيم. بهترين روش خريد بيرينگ تنظيم ليست خريد سالانه و عقد قرارداد با تأمين كننده معتبر است.

۴. بيرينگ را بايد در لفاف سالم داراي ماده محافظت كننده و بسته بندي سالم و شماره فني

۱. اعمال بار غیر یکنواخت و بیش از حد به بیرینگ‌های در دو طرف کوپلینگ و فرسایش بسیار سریع آنها

۲. افزایش اصطکاک و به طبع آن دمای کار دستگاه‌ها و اتلاف انرژی (مصرف بیش از حد برق تا ۱۵٪)

۳. ایجاد یا افزایش ارتعاش دستگاه‌ها و تسریع خرابی‌ها به سایر اجزاء ماشین

بهترین روش همراستاسازی که بالاترین دقت و سرعت را در پی دارد روش همراستاسازی لیزری است. پس از اطمینان از همراستا بودن محور دستگاه محرک با دستگاه متحرک در حد مجاز، می‌توان با خیال راحت دستگاه‌ها را وارد مدار کرد. سازنده هر دستگاه مکلف به تعیین حد مجاز عدم همراستایی دستگاه خود است. جدول زیر مقادیر حداکثر عدم همراستایی در ماشین‌آلات را در اختیار قرار می‌دهد:

rpm	✱ ✱		✱ ✱	
	mm/100 mm	0.001"/1"	mm	0.001"
0 - 1000	0.10	1.0	0.13	5.1
1000 - 2000	0.08	0.8	0.10	3.9
2000 - 3000	0.07	0.7	0.07	2.8
3000 - 4000	0.06	0.6	0.05	2.0
4000 - 6000	0.05	0.5	0.03	1.2

Table 1. Acceptable maximum misalignment

روانکاری مجدد

کار کردن وسالم ماندن بیرینگ در گرو وجود روانکار در تمام لحظات و ایجاد فیلم روغن در بین سطوح در حال تماس آن است. ضخامت فیلم روغن در بیرینگ‌ها بین ۰/۱ تا حداکثر ۱ میکرون مناسب است که با ویسکوزیته روغن بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ سنتی‌استوک در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد قابل ایجاد است. از بین رفتن فیلم روغن به هر علت و برای کسری از ثانیه آسیب دیدگی جدی بیرینگ و کاهش شدید طول عمر آن را در پی دارد. گریس که ۹۰٪ حجم آنرا روغن تشکیل می‌دهد از



آن بیشتر از ۱۲۰ درجه سانتیگراد در روغن آلوده، از روش‌های متداول در صنعت کشور است که بیشترین آسیب‌ها را به بیرینگ، ماشین‌آلات و سرمایه‌های ملی وارد می‌کند.

۵. رعایت لقی مناسب بعد از نصب داخل اجزاء بیرینگ در نحوه کارکرد و طول عمر آن بسیار حائز اهمیت است. مقدار لقی را باید با توجه به نوع و مشخصات بیرینگ از جداول فنی سازندگان برداشت کرد. بطور کلی لقی باقیمانده بعد از نصب برای انواع بلبرینگ‌ها (غیر از نوع خود تنظیم شونده) و همچنین رولبرینگ‌های مخروطی در حد صفر و برای رولبرینگ‌های استوانه‌ای و کروی با در نظر گرفتن دمای کارکرد، در حد صدم میلی‌متر است و باید عدد صحیح مطابق جداول راهنمای سازنده انتخاب و در بیرینگ رعایت شود (با اندازه‌گیری)

۶. لازم است بیرینگ پس از نصب و قرار گرفتن در محل خود روی شافت و هوزینگ بلافاصله با گریس مناسب و تمیز کاملاً پر شود.



همراستاسازی

پس از نصب بیرینگ و قبل از راه‌اندازی دستگاه یا ماشین، محور ماشین متحرک باید با محور دستگاه یا ماشین محرک که به یکدیگر کوپله می‌شوند در حد مجاز همراستا گردند. سه روش متداول همراستاسازی عبارتند از:

(۱) چشمی (۲) ساعت اندازه‌گیری

(۳) همراستاسازی لیزری

از آنجا که در اکثر صنایع کشور به علت فقدان افراد متخصص و تجهیزات مناسب، همراستاسازی چشمی که با خطای بسیار زیاد همراه است بکار گرفته می‌شود، همواره معایب و مشکلات عمده زیر را شاهد هستیم:

منظم و بررسی‌های روی آن، به تشخیص روند خرابی کمک کرده و با اقدامات به موقع از ادامه خرابی‌ها و توقفات ناخواسته ماشین‌آلات جلوگیری می‌نماید. ضمناً این امکان را فراهم می‌کند تا توقف ماشین در زمان مناسبی برنامه ریزی گردد که نتیجه‌ی آن افزایش در بازدهی و تولید کارخانه خواهد بود.

پیاده کردن (درآوردن)



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

این مراحل مهم در چرخه‌ی عمر یک بیرینگ باید همگی مورد توجه قرار گیرند، زیرا که هر کدام نقش مهمی و به سزایی در رسیدن به حداکثر طول عمر بیرینگ دارند. قطعاً بدون آموزش و به کارگیری روش‌های نگهداری صحیح و ابزار آلات مناسب نمیتوان به این مهم دست یافت.

روانکارهایی است که در انواع مختلف تولید شده و در ۹۵٪ از ماشین‌آلات در صنعت برای روانکاری بیرینگ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. روانکاری (گریسکاری) صحیح بیرینگ‌ها را سه عامل رقم می‌زند:

(۱) اعمال گریس مناسب و تمیز

(۲) فاصله زمانی مناسب بین دو گریس کاری

(۳) مقدار دقیق گریس اعمالی در هر بار گریس کاری مجدد

در صورت نبود توصیه سازنده دستگاه از مقدار گریس در هر بار گریسکاری مجدد، از روابط زیر می‌توان استفاده کرد:

در صورتیکه گریس از یک طرف بیرینگ وارد شود: $G_p = 0,005 DB$

در صورتیکه گریس از وسط رینگ خارجی بیرینگ وارد شود: $G_p = 0,002 D B$

(G_p) برحسب گرم، D قطر خارجی بیرینگ به میلیمتر و B عرض بیرینگ به میلیمتر است.)
پُر کردن (اشباع نمودن) محل بیرینگ در ماشین‌آلات تصور و احساس غلطی است که همواره بر گریسکاری در صنعت کشور حاکم است. افزایش اصطکاک در اثر گریس اضافی موجب افزایش دمای گریس و بیرینگ شده و در نتیجه آن ویسکوزیته و ضخامت فیلم روغن در نقاط تماس بیرینگ در حال کار کاهش یافته و سایش بیرینگ و کاهش طول عمر آن را موجب می‌شود.



مراقبت وضعیت

بازرسی منظم و آگاهی از وضعیت بیرینگ در حال کار که با به کار بستن مراقبت وضعیت اولیه (Basic Condition monitoring) و اندازه گیری درجه حرارت، صدا (نویز) و ارتعاش صورت می‌گیرد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این اندازه گیری‌های