

جلسه ششم

بلبرینگ های سنگ زنی نشده

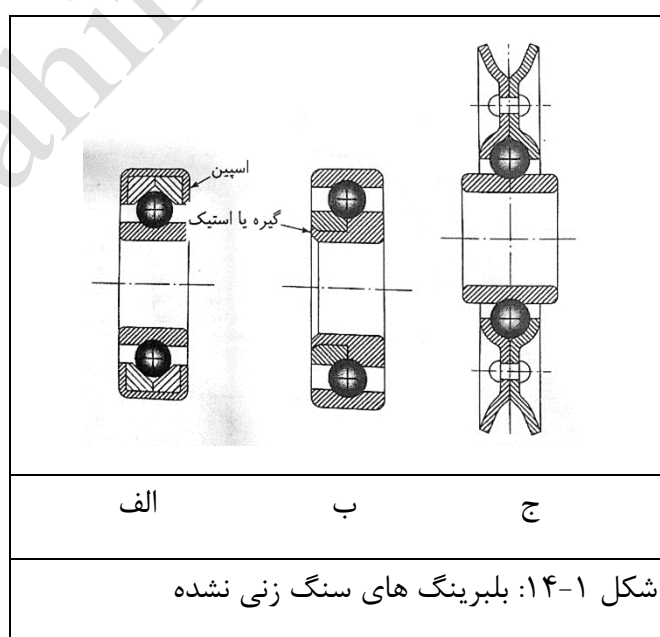
بحث قبل در مورد بلبرینگ ها با درجه پرداخت بالا و جنس مرغوب بود. در مواردی که دقت زیاد لازم نیست و یا ارزان بودن بلبرینگ نقش تعیین کننده دارد می توان از یاتاقان های نامرغوب استفاده کرد حلقه های این نوع بلبرینگ ها در ماشینهای پیش تراشی خودکار ساخته و سپس سخت کاری می شوند اما سنگ زنی نمی شوند.

انواع مختلفی از یاتاقان ها از نظر ساختار مورد استفاده قرار می گیرند حلقه خارجی یاتاقان مطابق شکل الف دو تکه است مثل این که صفحه قائم بر محور آن را بریده باشد.

بازگرداندن لبه های بوشی که بر روی حلقه های خارجی می لغزد میتوان ساچمه ای یاتاقان و اجزای دیگر آن را نصب کرد یاتاقان شکل ب دارای حلقه های داخلی دو تکه است و پس از انداختن ساچمه ها به شیار حلقه بلبرینگ تکه دوم آن را نصب می کنند.

اجزای گوناگون دیگری مانند قرقره ها چرخ دنده ها چرخ های لوازم خانگی مانند کمد و تلویزیون می توانند بخشی از ساختمان حلقه خارجی یاتاقان را تشکیل دهند همانگونه که در شکل ج مشاهده می کنید حلقه خارجی یاتاقان دارای شیار تسمه است.

این حلقه به روش فرصت کاری ساخته می شود یک بلبرینگ سنگ زنی شده در بیشتر موارد ارزان تر از یک روش ساده معادله خودش تمام می شود.



مزایای نسبی یاتاقان‌های با اجزای غلتشی

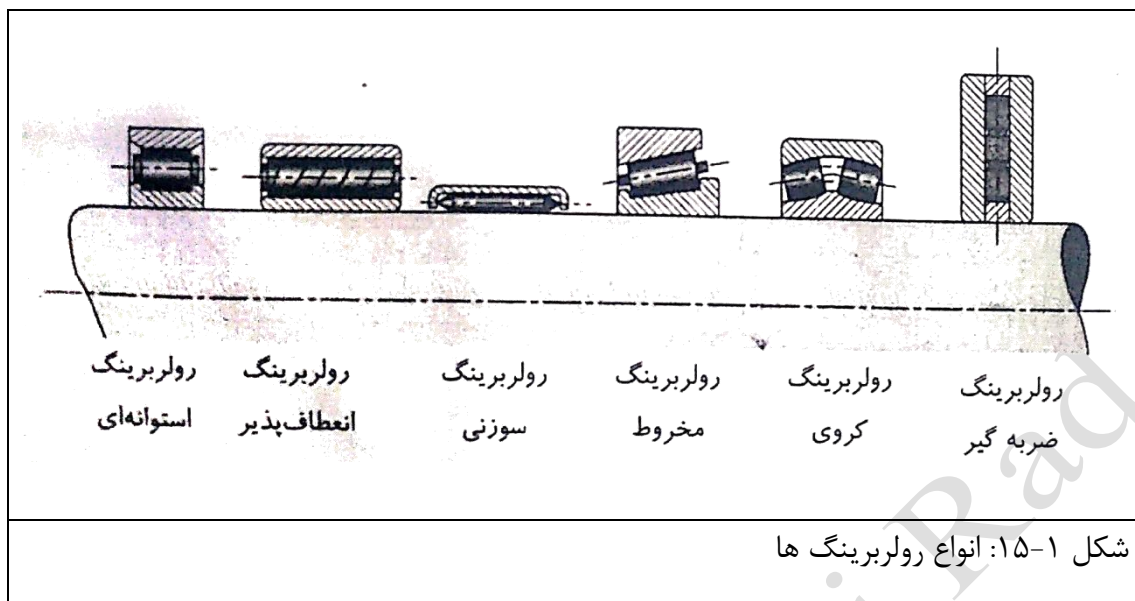
برخی از مزایای اجزای قبض شیدر یاتاقانها عبارتند از:

- از اصطکاک در موقع شروع به کار یاتاقان کم است این مشخصه برای ماشین هایی که به طور منقطع کار می‌کنند و همچنین در مواردی که دمای ماشین در حین شروع به کار پایین است بسیار مناسب می باشد
- بارها می‌توانند در روی صفحه عرضی تحت هر زاویه ای وارد شوند
- مولفه های محوری نیروهای وارد بر یاتاقان قابل تحمل هستند
- هزینه های نگهداری پایین هستند
- یاتاقان خراب شده به راحتی قابل تعویض است
- فاصله محوری لازم کمتر از موقعی است که از یاتاقانهای ژورنال استفاده می شود بنابراین می توان از شفت کوتاه تر و حتی نازک تر استفاده کرد
- چند مزیت یاتاقان هایی که در آنها از لایه روغن یا سیال استفاده می شود عبارتند از:
- هزینه اولیه معمولاً کمتر است
- طول شعاعی لازم برای این یاتاقان کمتر از بلبرینگها است
- این نوع یاتاقان برای بارهای سنگین تر و شرایط ضربه‌ای مناسب تر هستند
- کار این نوع یاتاقان نسبت به بلبرینگها بی صدا تر است به ویژه بعد از کار کردن و ساییده شدن
- مشکلات مربوط به خستگی در این نوع یاتاقان کمتر است
- میزان آسیب رسانی اجسام خارجی به این نوعی یاتاقان کمتر است

رولبرینگ ها

در مواردی که بارهای ضربه ای نوسانی و یاتاقان وارد می شود و همچنین در مواقعی که به یاتاقان بزرگ نیاز است معمولاً از رولبرینگ های با ساچمه های استوانه ای و مخروطی استفاده می شود.

در حالت کلی رولبرینگ ها نیز دارای همین چهار قسمت تشکیل دهنده بلبرینگ ها هستند این چهار قسمت عبارتند از دو حلقه یاتاقان، قفسه و رولرهای آن که در شکل چند نمونه از رولبرینگ ها نشان داده شده است.



در رولبرینگ های استوانه ای فلنج حلقه ها ساچمه های استوانه ای را در جهت صحیح هدایت می کند اگر فلنجه یکی از حلقه ها را حذف کنیم حلقه ها می توانند نسبت به هم تغییر مکان محوری داشته باشند و لذا هیچ ضربه به نیروی محوری توسط یاتاقان تحمل می شود.

برینگ های مخروطی با ساچمه های مخروطی علاوه بر تحمل بارهای شعاعی می توانند مولفه های بزرگی از بارهای محوری را تحمل کند. اندازه بار محوری قابل تحمل توسط این نوع آن بستگی به شیب رولرها یا ساچمه های غلتکی دارد. در این گونه یاتاقان بار شعاعی نیز نیروی محوری تولید می کند حلقه خارجی را می توان از بقیه قسمت های یاتاقان جدا کرد در این نوع یاتاقان می توان لقی شعاعی را تنظیم نمود معمولاً دو یاتاقان را در مقابل یکدیگر سوار می کنند و با تنظیم یکی از آنها نسبت به دیگری مقدار لیبیک کنترل می شود رولبرینگ های مخروطی با دو ردیف اول نیز در بازار وجود دارد.

عموما رولبرینگ ها را فقط در جاهایی که ناهم محوری ناشی از کج شدن شفت بسیار کم است مورد استفاده قرار می دهند این نقص در رولبرینگ های کروی وجود ندارد ظرفیت تحمل بار این نوع یاتاقان عالیست و می تواند بارهای محوری را در دو جهت تحمل کند.

رولر های مربوط به رولبرینگ قابل انعطاف را از پیچاندن تسمه های فولاد فبری می سازند سپس آنها را سخت کرده و به روش سنگ زنی به اندازه لازم می رسانند در صورت لزوم به ویژه در مواردی که سطح شفت به طور موضعی سخت شده است می توان رولر ها را مستقیماً و بدون حلقه داخلی بر روی شفت سوار این نوع یاتاقان برای کار در محیط های کثیف مناسب است

طول رولرهای رولبرینگ سوزنی نسبت به قطر شان بسیار زیاد است در این نوع یاتاقان از قفسه ساچمه کمتر استفاده می شود و حلقه داخلی نیز ممکن است حذف گردد همانگونه که در شکل مشاهده می شود حلقه خارجی یاتاقان می تواند از فلز جدار نازک سخت ساخته شود محفظه یاتاقان باید دارای ضخامت کافی باشد تا به عنوان یک تکیه‌گاه خوب عمل کند اصطکاک رولبرینگ های سوزنی چندین برابر رولبرینگ های استوانه ای است از آنجا که در روز رینگ های سوزنی رولرهای هدایت نشده تمایل به کج شدن دارند در شرایط وجود بارهای نوسانی از این نوع رولبرینگ ها استفاده می شود برای مثال در مفصل های مچی محور سوپاپها و اتصال های یونیورسال از این نوع یاتاقان استفاده می شود.

رولبرینگ های سوزنی معمولاً برای شرایطی که در آن بار های متناوب و متغیر به طور پشت سر هم وارد می شوند مناسب هستند چون در این شرایط رولرهای سوزنی مکرر بی بار شده و فرصت برگشت به موقعیت های صحیح خودشان را پیدا می کنند در مواردی که اعمال بار باعث ناهم محوری زاویه شفت می گردد بهتر است به جای رولبرینگ با رول های طبیعی از دو یاتاقان کوتاه استفاده شود و این دو یاتاقان به صورت سر به سر روی شفت سوار شوند.

رولبرینگ سوزنی ارزان است و فاصله شعاعی لازم برای آن بسیار کم است از رومینگ های با ساچمه های کروی مانند شکل می توان در مواردی که شخص دارای ناهم محوری زاویه ای است استفاده نمود یاتاقان های ضربه گیر یا کف گرد با استفاده از رول های راست و مخروطی ساخته می شود.

رولبرینگ ها را با همان روشی که در مورد بلبرینگ ها ذکر شد انتخاب می کنند اما باید توصیه های موجود در راهنمای کارخانه سازنده را در نظر گرفت.



تنش تماسی بین ساچمه های کروی و استوانه ای

اگر دو جسمی را که سطوح آنها دارای انحناهای متفاوت هستند به هم فشار دهیم یک سطح تماس میان آنها به وجود می آید زیرا که در واقعیت امر چیزی به نام خط یا. تماس وجود خارجی ندارد سطح تماس میان دو ساچمه بسیار کوچک است و لذا تنش وارد بر آن می تواند بسیار بزرگ باشد این موضوع علاوه بر طراحی رولبرینگ های تماسی در طراحی بادامک ها و دندانه های چرخدنده ها نیز اهمیت زیادی دارد. تنش های تماسی ایجاد شده میان ساچمه ها را تنش های هرترز می نامند یادآور می شویم که هرکس نام یک مهندس آلمانی بود که اولین بار خواست تنش های تماسی را در سال ۱۸۸۱ مطالعه نمود الگوهای تنش ناشی از فشار دادن دو جسم یا دو ساچمه بر روی یکدیگر دارای حالت های سه محوری است و هر سطح تنش در نواحی بسیار موضعی و کوچک متمرکز می شوند این موضوع نشان می دهد که رفتار سطحی جسم بسیار اهمیت دارد در زیر سه نوع بارگذاری مختلف را بررسی می کنیم:

تماس میان دو کره

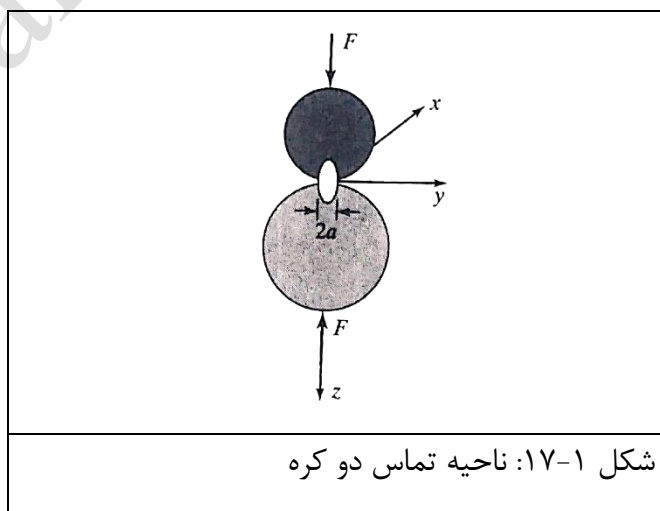
هرگاه دو کره روی هم فشار بیاورند سطح تماس آنها دایره ای به شعاع خواهد بود همانگونه که در شکل نشان داده شده تنش قائم وارد بر این سطح تماس در امتداد خط مرکزی دایره تماسی حداکثر و در لبه های رد پای نشان داده شده سفر خواهد بود شعاع دایره تماسی با افزایش بار افزایش می یابد و مقدار آن بستگی به نرمی نسبی ماده دو کره دارد و از رابطه زیر به دست می آید:

$$a = \sqrt[3]{\frac{3FC_E K_D}{8}}$$

$$C_E = \frac{1-\mu_1^2}{E_1} + \frac{1-\mu_2^2}{E_2}$$

و

$$K_D = \frac{d_1 d_2}{d_1 + d_2}$$



شکل ۱-۱۷: ناحیه تماس دو کره

در روابط بالا μ ها نسبت های پواسون مربوط به مواد کره ها و همچنین E ها نشانگر مدول کشسانی این کره ها هستند هر گاه مقدار μ تقعر هر کدام از کره ها تغییر پیدا کند علامت مقادیر باید عوض شود برای مثال این حالت موقعی اتفاق می افتد که یک ساچمه در سطح داخلی حلقه خارجی یک یاتاقان بغلتد بنابراین در مورد کره ای که با سطح داخلی کره دیگر در حال تماس است خواهیم داشت:

$$K_D = \frac{d_1 d_2}{d_1 - d_2}$$

اگر سطح یکی از این گروه ها مسطح باشد $\frac{1}{d_1} = 0$ خواهد بود این حالت موقعیت زمانی اتفاق می افتد که یکی از کره ها بر روی یک سطح تخت که کند بنابراین در مورد کره ای که بر یک سطح کروی تکیه دارد خواهیم داشت:

$$\frac{1}{d_1} = 0 \rightarrow \lim_{d_1 \rightarrow \infty} K_D = \frac{d_1 d_2}{d_1 - d_2} = d_2$$

حداکثر تنش قائم و سطح کره بر مرکز دایره تماس وارد می شود و از رابطه زیر به دست می آید

$$\sigma_{z0} = \frac{-3F}{2\pi a^2}$$

همانگونه که علامت این معادله نشان می دهد این تنش از نوع فشاری است تنش در نقاط داخل کره ها به صورت سه محوری است یعنی علاوه بر تنش قائم ماکسیمم بالا در نقاط داخل گروه ها دو تنش قائم دیگر نیز وجود دارد که مقادیر آنها اندکی کوچکتر از این مقادیر ماکسیمم است بنابراین از این مقدار ماکسیمم تنش فشاری می توان در تئوری تنش ماکسیمم گسیختگی استفاده کرد یادآور می شویم که از این تئوری برای مطمئن شدن از عدم تخریب قطعه طراحی شده در موقع کار استفاده می شود اگر طراح بخواهد از معادله طراحی دیگری استفاده کند لازم است مولفه های تنش دیگری در کره ها را حساب کند و نحوه تغییر این تنش ها را بر حسب فاصله از نقطه تماس بداند گرچه استخراج معادلات مربوط به این بحث از حوزه این درس خارج است اما مطابق تئوری های مربوط به نقطه ای که در آن تنش برشی حداکثر است در امتداد خط تماس و در زیر سطح تماس و تقریباً به فاصله $0.5a$ از آن قرار دارد در این مثال حداکثر تنش برشی از رابطه زیر به دست می آید:

$$\tau_{\max} = \frac{1}{3} \sigma_{z0}$$

برای مطمئن شدن از مقاومت قطعه طراحی شده در حین کار از مقدار به دست آمده از رابطه بالا همراه با قضیه تنش برشی حداکثر گسیختگی استفاده می کنیم رابطه بین بار وارد بر دو کره و تغییر شکل یا خیزان ها در موقعی که روی هم فشار می آورند به صورت زیر است (که همانطور که مشاهده می شود یک رابطه غیر خطی است)

$$\delta = 1.040 \sqrt[3]{\frac{F^2 C_E^2}{K_D}}$$