

بسمه تعالی

یاتاقان وردو عنکاری

مهندس اسلامی

یاتاقان‌ها

یاتاقان‌ها به حرکت دو جزء در یک یا چند جهت با حداقل نیروی اصطکاک کمک می‌کنند و حرکت‌هایی شعاعی را محدود می‌سازند، بنابراین اجزایی که حرکت‌های دورانی را حمایت می‌کنند، یاتاقان نامیده می‌شوند. این در حالی است که اگر حرکت خطی باشد برعهده سطوح راهنما خواهد بود. یعنی از طرف سطوح راهنما حمایت خواهند شد. معمولاً یاتاقان‌هایی که تکیه‌گاه زبانه شافت‌ها یا اکسل‌ها هستند به دو دسته یاتاقان‌های لغزشی و غلتشی تقسیم می‌شوند. در یاتاقان‌های لغزشی بین سطوح، حرکت لغزشی وجود دارد، در حالی که در یاتاقان‌های غلتشی بین سطوح، غلتش وجود دارد.

در شکل ۱-۶ نمونه یاتاقان‌ها نشان داده شده است.

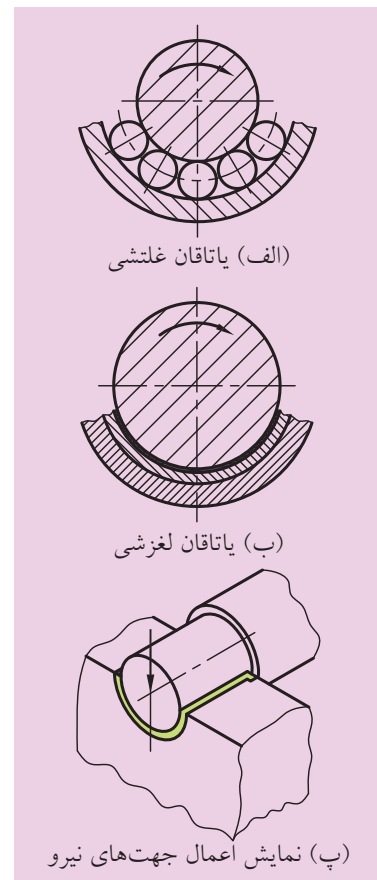
نیروی اعمالی به یاتاقان‌ها و یا محل استقرار یاتاقان‌ها بر روی یک محور می‌تواند به صورت عمود بر محور یا موازی با آن باشند. (شکل ۱-۶ - پ)

بنابراین یاتاقان‌هایی که فقط نیروی شعاعی را تحمل می‌کنند، یاتاقان‌های شعاعی، و یاتاقان‌هایی که فقط نیروی محوری را تحمل می‌کنند، یاتاقان‌های محوری نام دارند، ولی اگر هم شعاعی و هم محوری را هم‌زمان تحمل کنند، یاتاقان‌های شعاعی و محوری نام دارند. در شکل ۲-۶ هر سه حالت را مشاهده می‌کنید.

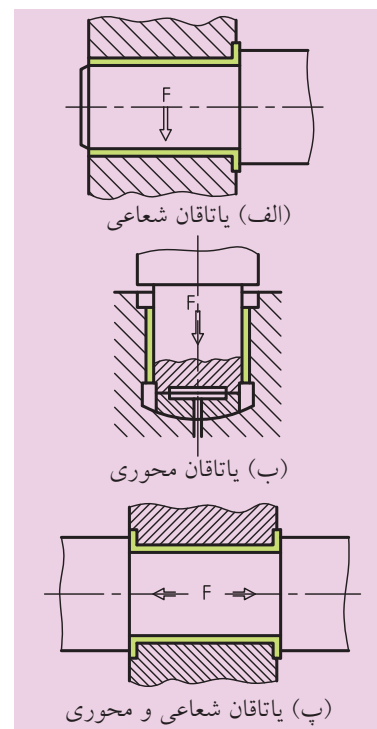
۱-۶ یاتاقان لغزشی

در سطح بین یاتاقان‌های لغزشی و زبانه محور به علت دوران، اصطکاک به وجود می‌آید و باعث ایجاد حرارت می‌شود، بنابراین لازم است در بین این دو سطح روغن تزریق کنیم تا فیلمی از روغن بین دو سطح تشکیل شود. این ضخامت روغن سبب می‌شود تماس فلز با فلز از بین برود و اصطکاک کاهش یابد. از همه مهم‌تر این است که همراه با نرم‌تر کار کردن محور، سر و صدا کاهش می‌یابد و مثل یک مستهلک‌کننده نیرو عمل می‌کند و عمر یاتاقان نیز طولانی می‌شود. قیمت این یاتاقان‌ها نیز از یاتاقان‌های غلتشی کمتر است. یاتاقان‌های لغزشی می‌توانند از نظر روغن‌کاری به صورت مایع یا اصطکاک مرزی باشند.

بهترین شرایط کار با اصطکاک مایع به دست می‌آید که در آن سطوح لغزنده با یکدیگر تماس مستقیمی ندارند، زیرا یک فیلم روغن، بین سطوح تشکیل شده



شکل ۱-۶

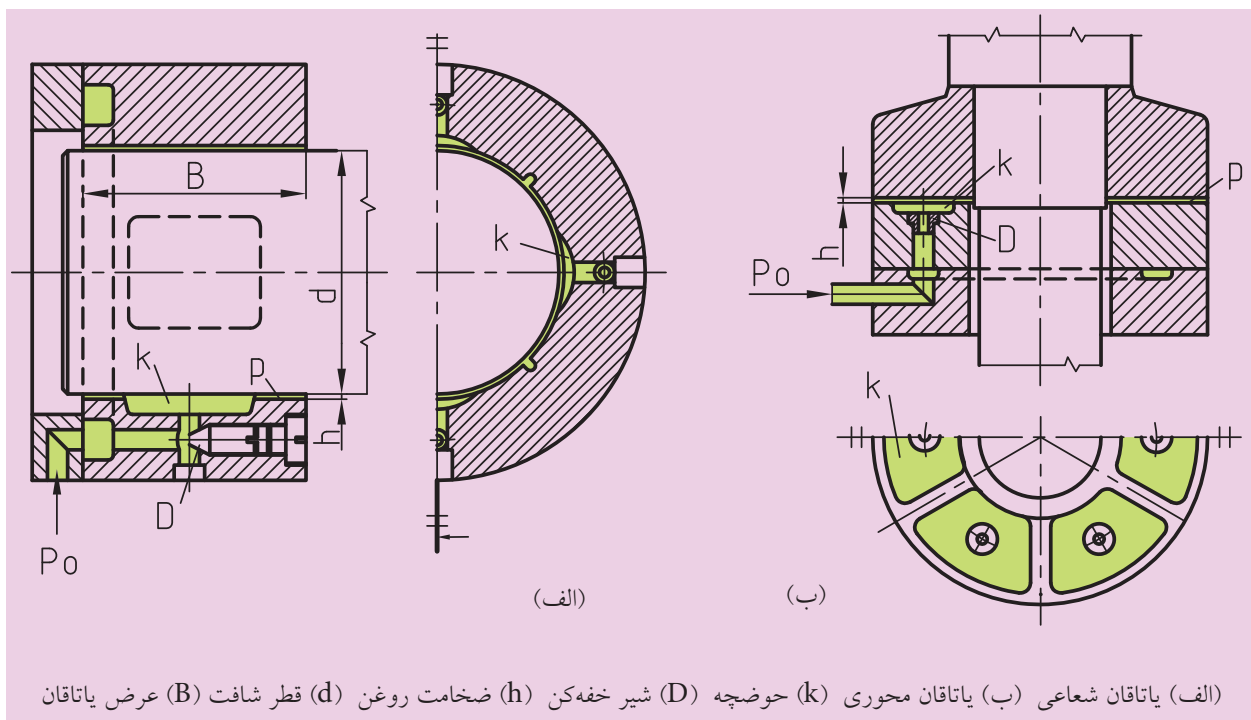


شکل ۲-۶

و از تماس مستقیم سطوح جلوگیری می‌کند، بنابراین به یک فشار روغن نیاز است تا نیروهای وارده را در تعادل نگه دارد.

در یاتاقان‌های لغزشی روغن تحت فشار زیاد، بین قطعات لغزنده دمیده می‌شود، سطوح لغزنده از هم جدا می‌شوند و در حالت تعادل قرار می‌گیرند. در عین حال، هم اصطکاک و هم سایش کاهش می‌یابد. در یاتاقان‌های محور، روش فوق خیلی مناسب است. فشار روغن توسط یک پمپ در بیرون یاتاقان پدید می‌آید. روغن تحت فشار از طریق سوراخ‌ها و کانال‌هایی به درون حوضچه فشار یاتاقان‌ها وارد و از آنجا پخش می‌شود. تلفات ناشی از اصطکاک در یاتاقان‌های لغزشی، کمتر از سایر یاتاقان‌هاست (شکل ۶-۳).

قبل از حوضچه‌ها، شیرهای خفه‌کن نصب شده‌اند که به کمک آن‌ها، با اختلاف فشار بین حوضچه‌ها می‌توان موقعیت شافت را تحت تأثیر قرار داد که این موضوع در ماشین‌های حساس از اهمیت زیادی برخوردار است.

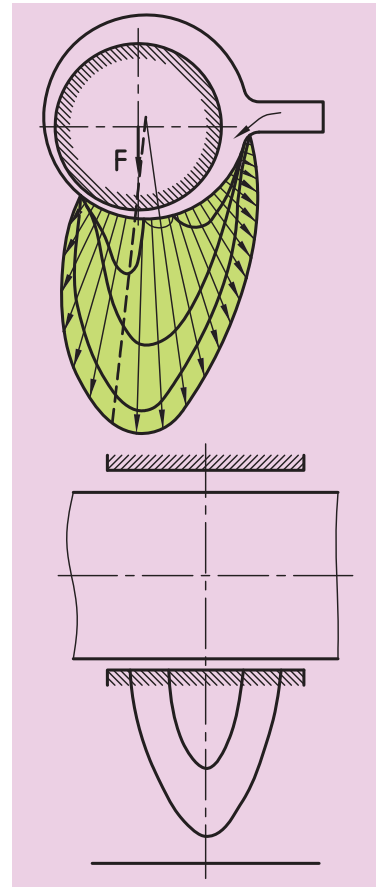


شکل ۶-۳ یاتاقان‌های لغزشی با حوضچه‌های فشار روغن

یاتاقان‌های لغزشی با وجود تمام مزایایی که دارند، متأسفانه مورد استقبال چندانی قرار نگرفته‌اند، زیرا پمپ‌های مطمئن با فشار زیاد و لوله‌های ورودی آب‌بندی شده سبب هزینه‌های بسیار زیاد می‌شود.

۶-۱-۱ یاتاقان‌های شعاعی

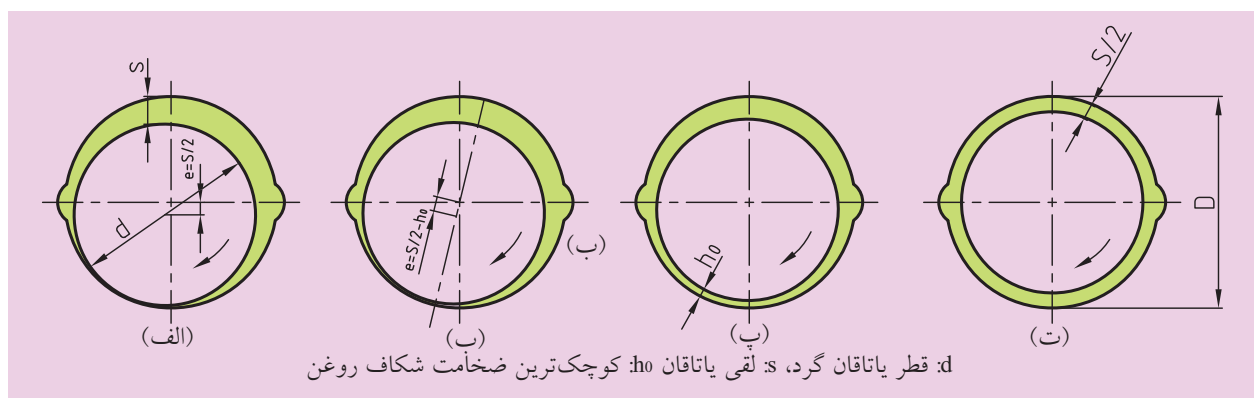
معمولاً در یاتاقان‌های شعاعی، محور با سرعت زاویه‌ای می‌چرخد، ولی یاتاقان در وضعیت ثابت قرار دارد، بنابراین اصطکاک ایجاد شده، سرعت لازم را با توجه به شرایط کار به‌وجود می‌آورد، یعنی نازک شدن ضخامت فیلم روغن در جهت حرکت محور خواهد بود و محور، یک وضعیت محوری به خود می‌گیرد که این حالت با ایجاد لقی بین سر محور و یاتاقان ایجاد خواهد شد (شکل ۶-۴).



شکل ۶-۴ پخش فشار روغن در یاتاقان‌های شعاعی در عرض‌های متفاوت

در یاتاقان‌های لغزشی، روغن به سطوح لغزشی می‌چسبد، سطوح متحرک با آن همراه می‌شود و روغن را به شکل گوه به درون می‌دمد. بدین ترتیب فشار به‌طور پیوسته در طول شکاف افزایش می‌یابد. برای تشکیل فشار، ضخامت شکاف، طول و عرض منطقه فشار از اهمیت بالایی برخوردار است. در شکل ۶-۵ چگونگی تشکیل فشار روغن در یاتاقان شعاعی نشان داده شده است.

شکل ۶-۵ الف حالت ساکن محور در داخل یاتاقان بوشی را نشان می‌دهد. فضای بین بوش یاتاقان و یاتاقان گرد با روغن پر شده است و باید جریان روغن به‌طور مداوم در طی کار تأمین شود. حرکت دورانی یاتاقان گرد با اصطکاک اجسام جامد شروع می‌شود و به اصطکاک مایع گذر می‌کند. در این صورت مقدار اصطکاک اجسام جامد کاهش، و مقدار اصطکاک مایع افزایش می‌یابد.



شکل ۶-۵ موقعیت یاتاقان گرد در سرعت‌های مختلف مربوط به یک یاتاقان شعاعی ساده.

بیشتر بدانید



تعریف ویسکوزیته: به مقدار مقاومت لایه‌های سیال در برابر لغزش روی هم، ویسکوزیته می‌گویند. به‌عنوان مثال ویسکوزیته عسل از ویسکوزیته شیر بسیار بیشتر است.

همچنین ضخامت فیلم روغن به بارگذاری یا تاقان بستگی دارد و با افزایش نیرو کاهش می‌یابد.

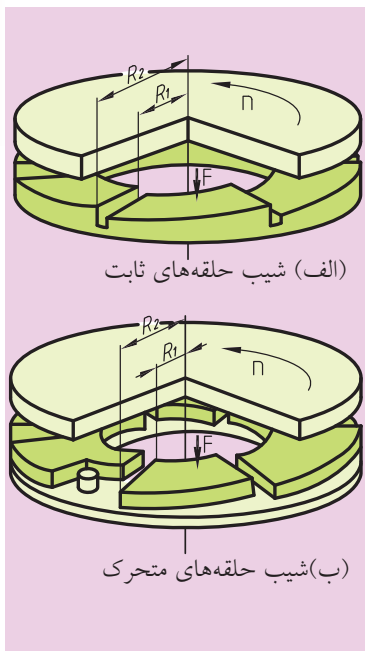
نکته



اگر فشار وارد بر روغن بیشتر و سرعت لغزشی کمتر باشد. ویسکوزیته روغن بیشتر انتخاب می‌شود، ولی اگر سرعت لغزشی بیشتر باشد ویسکوزیته روغن، پایین‌تر تعیین می‌شود.

۶-۱-۲ یاتاقان‌های محوری

اساس یاتاقان‌های محوری به سیستم صفحه مایل وابسته است. بر روی سطح یاتاقان گرد صفحات حلقه‌ای شکل (لقمه) در جهت حرکت لغزشی با شیب مناسب ایجاد می‌شود. شیب صفحات می‌تواند ثابت یا متغیر باشد. در شکل ۶-۶ نمونه ثابت و متحرک آن‌ها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۶-۶
یاتاقان‌های محوری

همچنین در شکل ۶-۷ ساده‌ترین نوع یاتاقان محوری را مشاهده می‌کنید. سطح پیشانی یاتاقان گرد بر روی یک صفحه افقی از جنس مواد لغزشی دوران می‌کند. جهت روانسازی اکثراً روغن جامد گریس و بعضاً روغن مایع تزریق می‌شود. سطح متحرک صفحه، توسط شیارهای شعاعی و یا از طریق شیار حلقه‌ای خارج از مرکز بریده شده است این شیارها، روانساز را در عرض سطح حلقه‌ای توزیع می‌کنند.

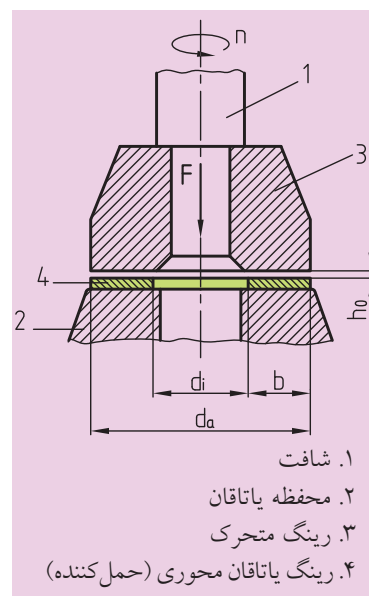


شکل ۶-۷ یاتاقان با صفحه افقی حلقه‌ای ساده

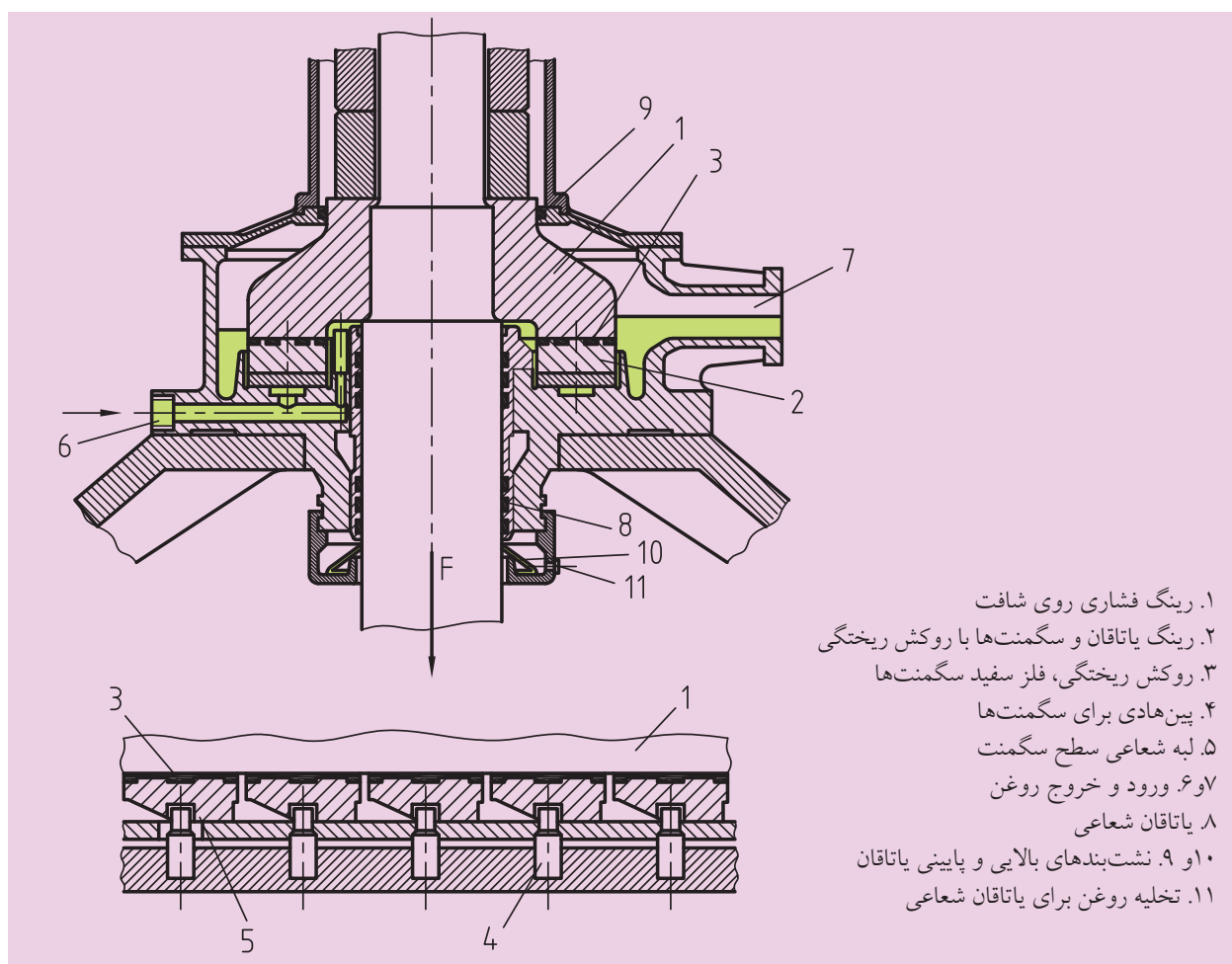
روانساز توسط سوراخ‌هایی که برای این منظور ایجاد شده است، به صفحه افقی (پاشنه) تزریق می‌شود.

یاتاقان‌های محوری در محیط‌های داخلی و خارجی با سرعت‌های لغزشی متفاوتی کار می‌کنند، به همین دلیل قسمت خارجی آن‌ها سریع‌تر ساییده می‌شود و این بزرگ‌ترین عیب این نوع یاتاقان‌هاست. در شکل ۸-۶ یک یاتاقان محوری را مشاهده می‌کنید که از یک رینگ متحرک تشکیل شده است. این یاتاقان بر روی شافت محکم شده و بر روی رینگ حمل‌کننده ساکنی که به محفظه یاتاقان متصل شده است، می‌لغزد. برای آشنایی بیشتر با کاربرد یاتاقان‌های محوری، در شکل ۹-۶ یاتاقان‌های محوری یک توربین آبی نشان داده شده است.

یاتاقان محوری یک توربین آبی را در شکل ۹-۶ مشاهده می‌کنیم.



شکل ۸-۶ یاتاقان محوری

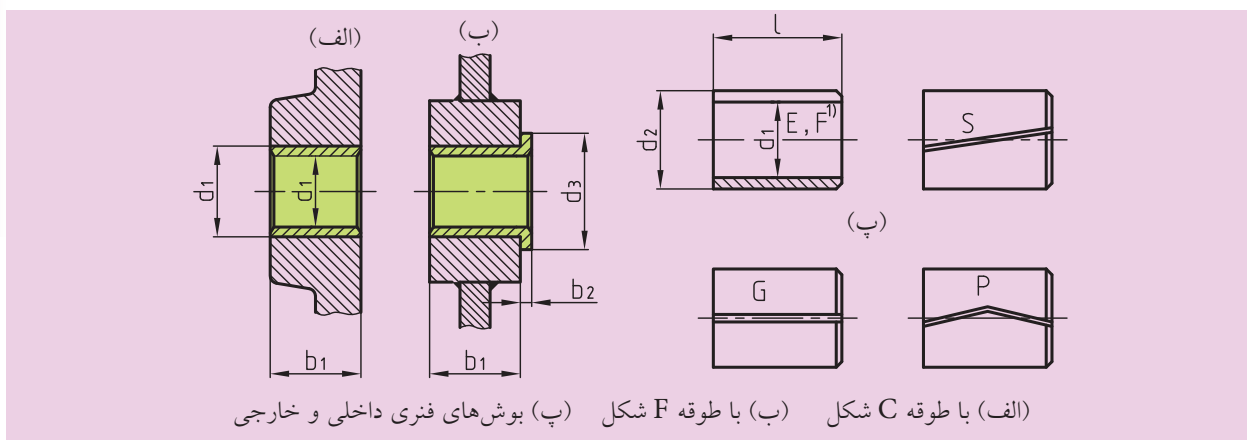


شکل ۹-۶ یاتاقان محوری یک توربین آبی



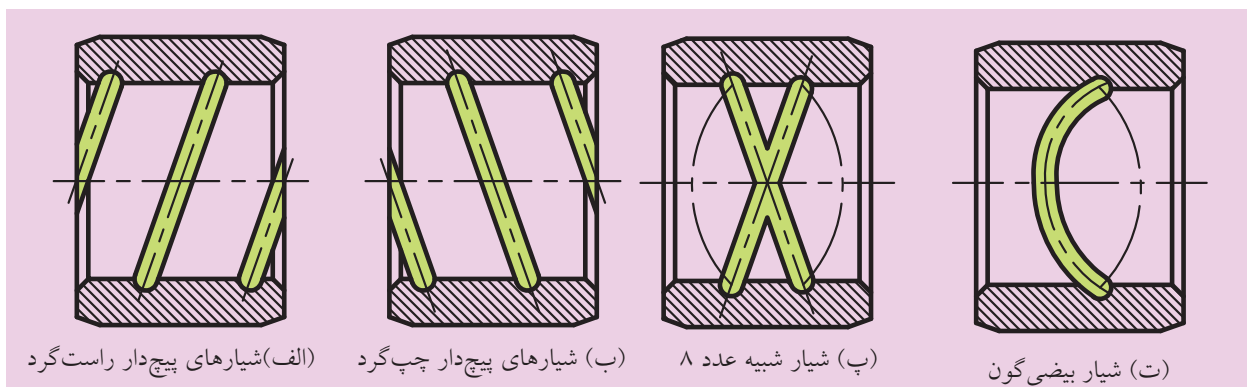
۶-۲ ساختمان یاتاقان‌های شعاعی

در یاتاقان‌های لغزشی شعاعی، اعمال نیرو، تغییر شکل ناشی از نیروهای وارده، نوع روغن انتخاب شده، روش خنک‌کاری و شرایط کار یاتاقان از اهمیت بالایی برخوردار هستند که همه این موارد در طراحی، موردنظر قرار می‌گیرد. یاتاقان لغزشی نیز بر همین اساس انتخاب می‌شود. مثلاً اگر جا زدن یاتاقان از بغل شافت امکان‌پذیر باشد از یاتاقان‌های بوشی استفاده می‌کنند. نمونه‌هایی از این نوع یاتاقان در شکل ۶-۱۰ نشان داده شده است.



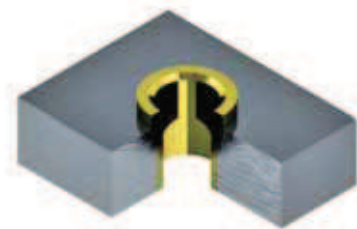
شکل ۶-۱۰ یاتاقان‌های بوشی

برای وسایل نقلیه ریلی از بوش‌های پرس‌شونده داخلی یا خارجی استفاده می‌شود. در این نوع یاتاقان‌ها جهت روانسازی با روغن مایع یا جامد، شیارها و حوضچه‌هایی تعبیه شده است. این شیارها حالت پیچی یا بیضی‌گون دارند که در شکل ۶-۱۱ مشاهده می‌شود.

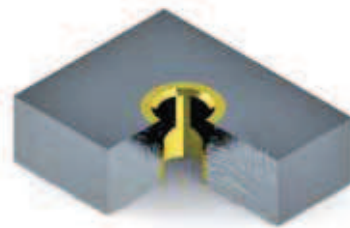


شکل ۶-۱۱ شیارهای روانسازی

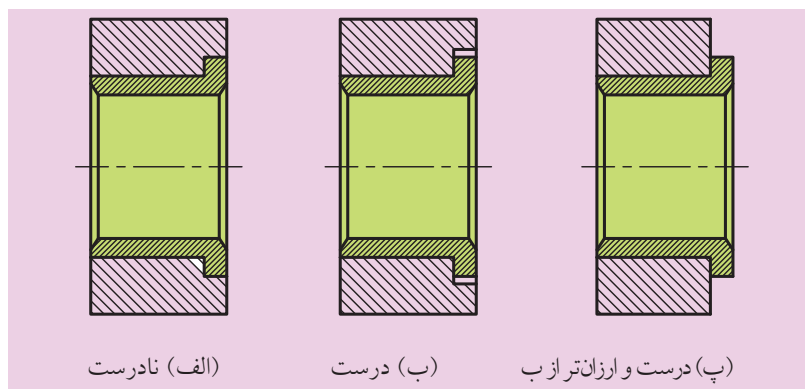
این نوع شیارها در سطح لغزشی توزیع می‌شوند. ضمناً شکاف‌ها نباید در ناحیه بارگذاری قرار گیرند، زیرا در اثر فشار نیرو مسدود و از انتقال روغن به سطح بین محور و یاتاقان جلوگیری می‌شود و همین موضوع باعث تخریب یاتاقان و سر محور خواهد شد. در شافت‌هایی که به‌طور محوری هدایت می‌شوند و نیروهای کوچک و نامشخص محوری را دریافت می‌کنند از بوش‌های طوقه‌دار استفاده می‌شود. فقط بایستی دقت کرد تا طوقه به‌داخل، پرس نشود، زیرا مانع انبساط گرمایی خواهد شد (شکل ۱۲-۶).



درست

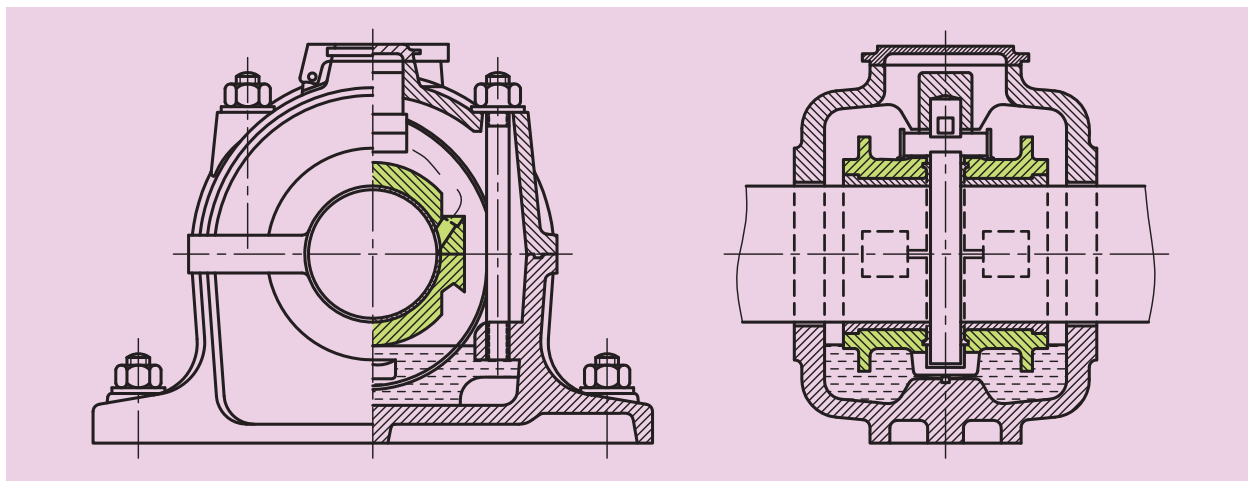


نادرست



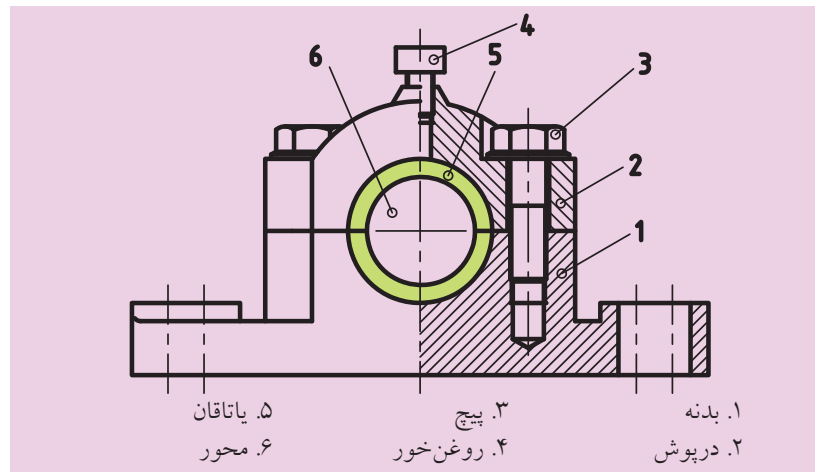
شکل ۱۲-۶ بوش‌های طوقه‌دار پرس شده از داخل

همچنین در شکل ۱۳-۶ تصویر یک یاتاقان ایستاده با حلقه ثابت نشان داده شده است.



شکل ۱۳-۶ یاتاقان ایستاده با حلقه ثابت

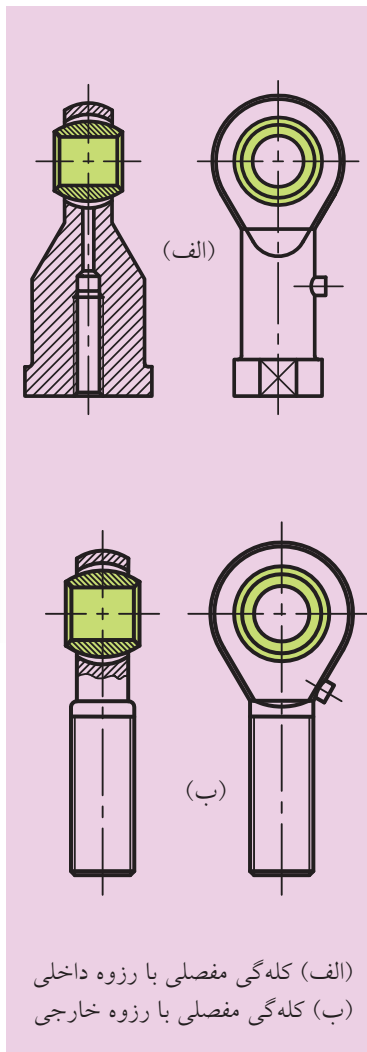
چنانچه وارد کردن شافت از بغل ممکن نباشد، یاتاقان‌ها به صورت دو تکه طراحی و ساخته می‌شوند. بهتر است درز جدایش حتی‌الامکان عمود بر نیروی بارگذاری قرار گیرد و جهت خود نیرو هم در راستای پایه یاتاقان باشد. کفه پایینی یاتاقان‌های دو تکه، بدنه و کفه بالایی آن درپوش نامیده می‌شوند. بدنه یاتاقان بایستی به صورت صلب، مقاوم در برابر ارتعاش و مستحکم باشد، و اما درپوش یاتاقان نباید در هنگام سفت کردن پیچ‌ها تغییر شکل قابل توجهی داشته باشند. (شکل ۱۴ - ۶)



شکل ۱۴-۶ یاتاقان پایه‌ای دوتکه

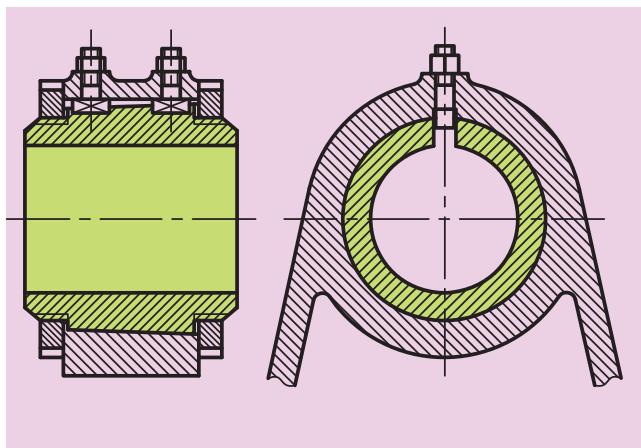
همچنین یاتاقان‌های مفصلی، مطابق شکل ۱۵-۶ می‌توانند خود را با یک شافت کج شده هماهنگ کنند. به همین شکل کله‌گی‌های مفصلی را داریم که در همان شکل آماده مونتاژ نشان داده شده است. بازوهای نوسان‌کننده را به یکدیگر متصل می‌کند، به طوری که یاتاقان‌ها بتوانند حرکات پاندولی را انجام دهند.

خیلی وقت‌ها به دلیل استفاده نامناسب، ماده اجزاء لغزشی با سرعت بیشتری سائیده می‌شود و در نتیجه سایش لقی یاتاقان افزایش می‌یابد. در این گونه مواقع از یاتاقان‌های قابل تنظیم استفاده می‌شود. در شکل ۱۶-۶ یک نمونه از این یاتاقان را می‌بینید. یک بوش با مخروط خارجی و شکاف طولی، که از پهلوی، از طریق مهره‌های چاک‌دار تکیه داده می‌شود مهره‌ها را به اندازه‌ای سفت می‌کند که مخروط خارجی در مخروط داخلی کشیده می‌شود و باعث باریک شدن بوش در جهت شعاعی می‌شود.



(الف) کله‌گی مفصلی با رزوه داخلی
(ب) کله‌گی مفصلی با رزوه خارجی

شکل ۱۵-۶ یاتاقان لغزشی با قابلیت تنظیم مجدد



شکل ۱۶-۶ یاتاقان لغزشی با قابلیت تنظیم مجدد

۳-۶ جنس یاتاقان‌های لغزشی

در یاتاقان‌ها معمولاً سطوح لغزشی توسط روغن، به‌طور کامل از هم جدا می‌شوند و فیلمی از روغن بین آن‌ها تشکیل می‌شود و ممکن است، چه در شروع حرکت و چه در موقع ایستادن، احتمال تماس فلز با فلز و یا اصطکاک خشک به‌وجود آید. اصطکاک ایجاد شده باعث افزایش حرارت، سایش و خوردگی می‌شود. برای جلوگیری از این نوع موارد بایستی جنس محور و یاتاقان متفاوت باشد. مقدار بار و نوع بارگذاری، نوع روغن کاری، اندازه‌های ابعاد و سایر خواص عمومی لازم برای آن‌ها در نظر گرفته شود.

جنس یاتاقان‌ها بایستی دارای مقاومت به استهلاک، مقاومت به فشار، مقاومت خوردگی، انبساط حرارتی کم، قابلیت هدایت حرارت خوب، مقاومت سایشی، خاصیت چسبندگی خوب به مواد روغنی، کمی ضریب اصطکاک و قابلیت کار در شرایط اضطراری مثل بروز نقص و یا قطع جریان روغن کاری باشد. در صنعت برای ساختن شافت‌ها بیشتر از فولاد استفاده می‌کنند. سطوح خارجی شافت همیشه باید سخت‌تر از جنس یاتاقان‌ها باشند، زیرا هزینه تعویض و ترمیم آن‌ها در اثر ساییدگی بیشتر از یاتاقان‌ها است. برای ساختن یاتاقان‌های لغزشی نسبت به خواص مورد انتظار از مواد مختلفی استفاده می‌شود، که نسبت به عناصر ترکیبی و خواص و موارد مصرف به انواع مختلفی تقسیم شده‌اند. بیشتر مواد یاتاقان‌ها امروزه استاندارد شده‌اند. البته یک جنس، همه این خواسته‌ها را تأمین نمی‌کنند، بلکه هر یک از جنس‌ها می‌تواند خواسته‌های مشخصی را تأمین کند. به‌همین دلیل انتخاب جنس یاتاقان با توجه به موقعیت کاری از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. در عمل جنس یاتاقان‌های مورد مصرف به دو دسته معدنی و غیر معدنی تقسیم می‌شوند که بعضی از آن‌ها همراه با خواص‌شان در ذیل بیان می‌شود.



نکته

سطوح خارجی شافت همیشه باید سخت‌تر از جنس یاتاقان‌ها باشند، زیرا هزینه تعویض و ترمیم آن‌ها در اثر ساییدگی بیشتر از یاتاقان‌هاست.

۱-۳-۶ جنس معدنی یاتاقان‌ها

◀ فلز سفید: آلیاژ قلع است و به سه گروه تقسیم می‌شود:

۱. مقدار قلع بیشتر است (مقدار قلع ۸۰٪ یا بیشتر از آن)

۲. مقدار سرب بیشتر است (۸۰٪ سرب، ۱٪ الی ۱۲٪ قلع)

۳. فلزهای سفیدی که نسبت قلع و سرب آن‌ها در حد متوسط هستند.

در این آلیاژها، علاوه بر قلع و سرب مقدار کمی مس و آنتیموان نیز یافت می‌شود.

آلیاژ دیگری نیز به نام بایت وجود دارد که از قدیم بیشترین مصرف را داشته است.

ساختمان فلز سفید، بهترین جنس برای یاتاقان‌هاست. این فلزها در مقابل سایش

و زنگ‌زدگی مقاوم هستند و ضریب اصطکاک بسیار کوچکی دارند. متأسفانه

سختی جنس، فشار مقاومتی و مقاومت خستگی آن‌ها نسبتاً پایین است و در اثر

افزایش حرارت، خواص فوق یک افت آنی از خود نشان می‌دهد، بنابراین اولاً

نباید حتی یک لحظه بدون روغن کار کنند، ثانیاً در حرارت‌های بالا از این جنس

استفاده نشود. فلز سفید با مقدار سرب بیشتر در صنعت کاربرد اساسی دارد.

معمولاً این مواد بر روی یک بالشتک به صورت یک لایه نازک به ضخامت ۰/۳

الی ۱ میلی‌متر که از فولاد یا برنز ساخته شده باشد، ریخته می‌شود. این عمل

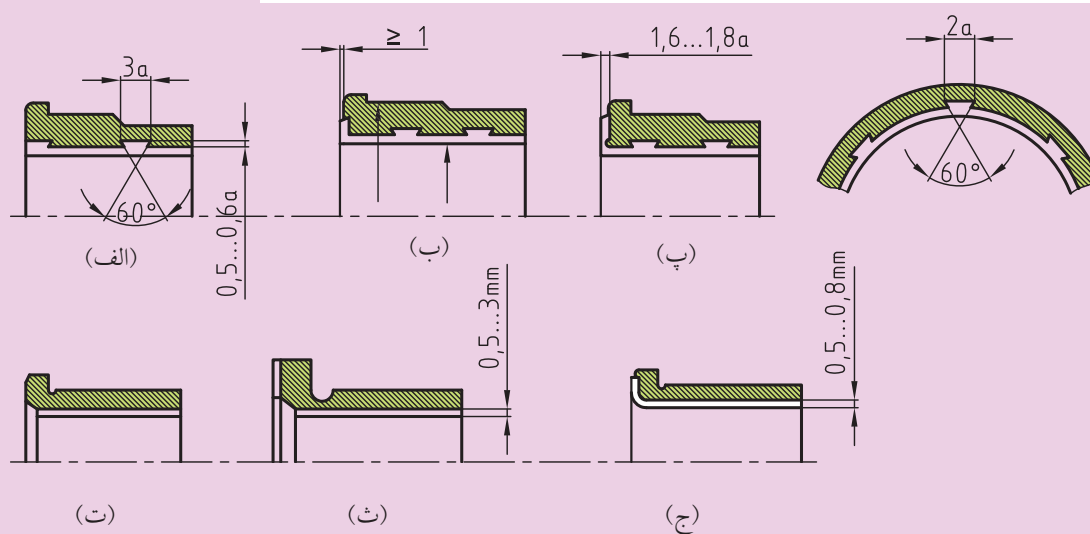
به صورت ریخته‌گری، پرسی یا روش الکتریکی انجام می‌گیرد. در شکل (۱۷-۶)

یک روش ریخته‌گری سنتی و نمونه روش‌های امروزی را مشاهده می‌کنید.

(الف، ب و پ) روکش‌های
ریخته یا تزریق شده.

(ت و ث) قشرهای نازک،
لحیم یا پاشیده می‌شوند.

(ج) روکش‌های نازک، بر
روی صفحه نورد می‌شوند.



شکل ۱۷-۶ پوسته‌های یاتاقان‌های مرکب

◀ **آلیاژ مس:** جنس اصلی یاتاقان‌های وابسته به مس، خود مس است. کریستال‌های دیگر ترکیبات این آلیاژ در داخل مس سخت، پخش می‌شود. آلیاژ مس معمولاً ترکیبی از برنز و برنج بوده و هر دو به‌روش آهنگری و یا ریخته‌گری ساخته می‌شوند. آلیاژ برنز به‌کار رفته در یاتاقان‌ها، با توجه به ترکیبات آن‌ها در دو گروه قلع و برنز-سرب وجود دارد.

همچنین یاتاقان‌هایی از جنس برنز و برنج به‌شکل بوشی ساخته می‌شوند.

◀ **جنس ستر شده:** به‌روش ریخته‌گری پودری به‌دست می‌آید، در داخل قالب، به‌شکل‌های موردنظر تزریق می‌شود و در حرارت ستر می‌شود. در پایان جنسی به‌دست می‌آید که درون آن خلأ‌های خیلی کوچک میکروسکوپی به‌وجود می‌آید. این خلأ‌ها می‌توانند ۲۰٪ الی ۳۵٪ روغن را جذب کنند. این خلأ‌ها در هنگام کار به‌دلیل حرارت به‌وجود آمده، کوچک می‌شوند و روغن را به سطوح کار می‌فرستند. به این ترتیب، قطعه خودش را روغن‌کاری می‌کند. یک جنس یاتاقان دیگر نیز ستر آهن است که قیمت پایین و مقاومت بیشتری دارد. فقط خواص اصطکاکی آن از ستر برنز کمتر است، به‌همین دلیل در سرعت‌های کمتر مصرف می‌شود.

◀ **سایر جنس معدنی یاتاقان‌ها:** در این گروه، آلیاژهای کادمیم، نقره، آلومینیم و آهن ریختگی وجود دارد که در عمل به‌صورت محدود کاربرد دارند. ضریب اصطکاک آن‌ها کوچک است و مقاومت خستگی و قابلیت تحمل بار آن‌ها بالاست.

◀ **آلیاژهای نقره:** در یاتاقان‌هایی که نیروی متغیر بزرگی را تحمل می‌کنند، کاربرد دارند.

◀ **آلیاژهای آلومینیم:** این آلیاژها در مقابل زنگ‌زدگی مقاوم هستند. انتقال حرارتی خوبی دارند و در مقابل ساییدگی از خود مقاومت نشان می‌دهند.

همچنین در سرعت‌های پایین و فشارهای کمتر، جنس یاتاقان‌ها از آهن ریختگی صفحه‌ای (25-GG , 20-GG) یا آهن ریختگی کروی (GGG) استفاده می‌شود. چه آلیاژهای آلومینیم و چه آهن ریختگی، جنس سختی دارند. امکان این که موجب ساییده شدن محور شوند، جود دارد. حتی ممکن است حادثه خستگی را به وجود بیاورند. به همین دلیل مصرف این نوع جنس در صنعت خیلی محدود است. ولی آلیاژهای فلز سفید، نقره و کادمیم خیلی نرم هستند و حتی می‌توانند با محورهایی که سخت کاری نشده‌اند، به راحتی کار کنند، ولی برای کسب نتیجه بهتر، محور را نیز سخت کاری می‌کنند.

۲-۳-۶ جنس یاتاقان‌های غیر معدنی

◀ **اجناس پلاستیک:** این اجناس پرمصرف‌ترین جنس یاتاقان‌ها به شمار می‌آیند و شامل نایلون‌ها و تفلون‌ها می‌شوند.

◀ **تفلون:** ضریب اصطکاک خشک و کوچکی دارد و در مقابل حرارت 200°C مقاوم است. آب و انواع مواد شیمیایی در آن بی‌اثر هستند، به همین دلیل تفلون‌ها بهترین جنس پلاستیک برای یاتاقان‌ها محسوب می‌شوند. برای افزایش سختی، مقاومت بیشتر در مقابل ساییدگی و افزایش مقاومت آن‌ها، با الیاف شیشه، آزبست، گرافیت، مولیبدن دی سولفید سرب و برنز و غیره تقویت می‌شوند.

◀ **نایلون:** (پلی آمید) نسبت به تفلون‌ها، خاصیت اصطکاکی پایینی دارند و از طرفی عیب بزرگ آن‌ها جذب آب است، به طوری که در هوای نرمال ۱٪ آب جذب می‌کنند، در صورتی که اگر آب با روغن مخلوط شوند به نسبت ۵/۸٪ از نظر وزن جذب می‌کنند، یعنی باعث می‌شود قطر یاتاقان به نسبت ۲/۵٪ بزرگ شود. اگر یاتاقان به شکل مناسب طراحی شود و ابعاد مناسبی داشته باشد، ماکزیمم تادمای ۵۰ الی ۶۰ درجه می‌تواند کار کند. انتخاب بین تفلون و نایلون با توجه به خواص زیر انجام می‌پذیرد. نایلون در دمای اتاق نسبت به تفلون، خیلی سخت، در مقابل ساییدگی مقاوم است، به همین دلیل در حرارت‌های پایین نایلون ترجیح داده می‌شود.

در شرایط اصطکاک خشک، تفلون بیشتر به کار می‌رود و در شرایط اصطکاک

روغنی، نایلون مناسب‌تر است. همچنین در سرعت‌های بالا و شرایط کاری خشک، تفلون به دلیل ضریب اصطکاک پایین ترجیح داده می‌شود. تفلون از نظر مواد شیمیایی نسبت به نایلون خیلی مقاوم است و در شرایط کاری سخت کارکرد مناسبی دارد.

◀ **جنس‌های دیگر:** جنس یاتاقان‌ها علاوه بر پلاستیک‌ها، شامل لاستیک (رزین) و چوب‌های سخت نیز می‌شود که قابلیت کار در داخل آب را نیز دارند. همچنین برخی از یاتاقان‌ها از جنس سنگ‌های قیمتی مثل الماس ساخته می‌شوند که معمولاً در دستگاه‌های دقیق کاربرد دارند.

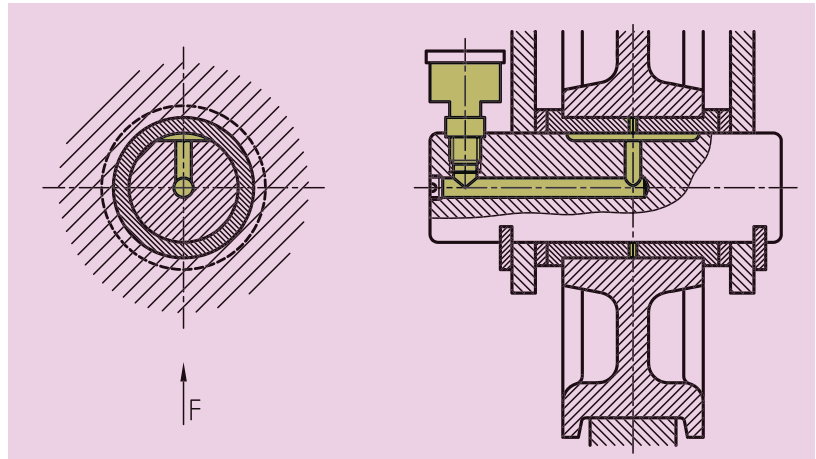
۴-۶ سیستم‌های روغن کاری یاتاقان‌ها

معمولاً در یاتاقان‌های لغزشی از روغن مایع و روغن جامد (گریس) استفاده می‌شود. این کار بایستی به‌طور مداوم انجام پذیرد و روغن بین یاتاقان و محور تزریق گردد. در یاتاقان‌ها، روغن به محل‌های سرعت و اعمال نیرو تغذیه می‌شود و ویسکوزیته روغن از اهمیت بالایی برخوردار است. برای تأمین روغن، کانال‌هایی در سیستم یاتاقان ایجاد می‌شود. روغن از این کانال‌های منتهی به شیارهای موازی با محور، به تمام سطح تماس یاتاقان با محور توزیع می‌شود. شیارها و کانال‌ها ناپیوستگی در سطح لغزش ایجاد می‌کنند و محل گذر آن‌ها به سطح لغزش باید به‌خوبی گود شده باشد.

ولی روغن‌های گریس در بارهای کم و سرعت پایین مورد مصرف قرار می‌گیرند. سرعت ماکزیمم بین ۱ الی ۲ متر بر ثانیه است. برای جلوگیری از ورود گرد و خاک محیط به فضای یاتاقان، یک نشت‌بند مناسب به کار می‌رود که معمولاً در سیستم‌های مفصلی کاربرد زیاد دارد. بعضاً هر قسمت به‌تنهایی روغن کاری می‌شود و گاهی اوقات نیز از سیستم مرکزی استفاده می‌کنند. در حالت اول، در یک یا چند نقطه که به روغن کاری نیاز دارند از سیستم‌های روغن کاری استفاده می‌شود، ولی در سیستم مرکزی، روغن از یک مرکز به تمام نقاطی که نیازمند روغن کاری هستند، فرستاده می‌شود.

همیشه شیارهای روغن در اجزاء ساکن تعبیه می‌شود تا امکان وارد کردن روغن از خارج از محدوده فشار ممکن باشد.

اگر یاتاقان گرد ساکن باشد، ایجاد یک سطح تخت در یاتاقان گرد به عنوان شیار روغن مناسب خواهد بود. در شکل ۱۸ - ۶ کانال مربوط به ورود روغن به سطح تخت منتهی می شود.



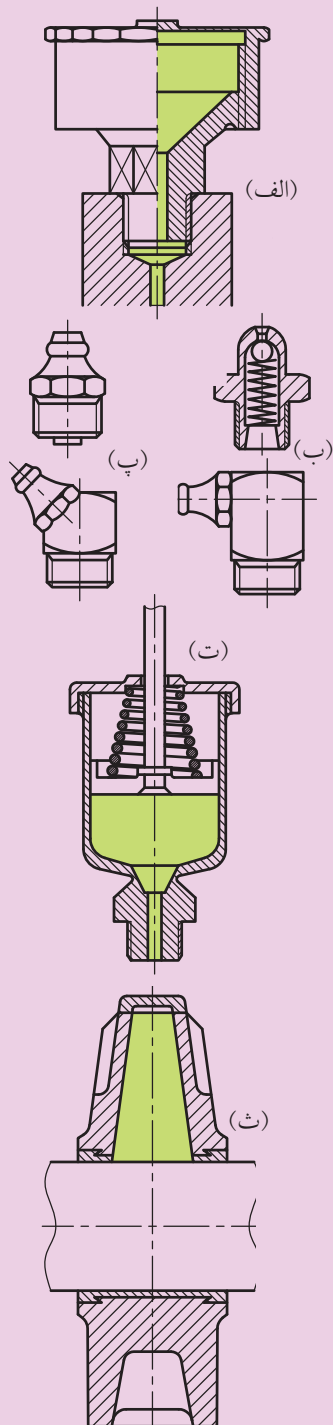
شکل ۱۸-۶ ورود روغن از درون یک پین محور ساکن

و اما چنانچه گفته شد گریس کاری یاتاقانها و مفصلها در بارگذاری سبک انجام می گیرد و گریس اضافی از محل یاتاقان به بیرون می ریزد. جهت تأمین مطمئن روانساز برای سطوح لغزش به یک سری از تجهیزات نیاز داریم تا روانساز را از مخزن و یا به تنهایی به فضای لغزش برسانند. برای این منظور از گریس دان و پمپ استفاده می شود. در شکل ۱۹-۶ تجهیزات گریس کاری نشان داده شده است. گریس دان شکل ۱۹-۶ الف با گریس پر شده است و با استفاده از گریس خورهای شکل ۱۹-۶ ب و پ به سطح لغزش تزریق می کند. در شکل ۱۹-۶ ت دستگاه گریس خور خودکار با استفاده از انرژی ذخیره شده پشت پیستون به صورت خودکار، گریس را به سطح لغزشی می فرستد.

ولی در شکل ۱۹-۶ ث یک مخزن گریس در بدنه یاتاقان تعبیه شده است که از طریق وزن خود به یاتاقان گرد فشار وارد کرده و عمل گریس کاری را انجام می دهد، که به آن روانسازی با محفظه گریس گفته می شود.

اما اگر یاتاقان به صورت داغ کار کند و ما هم متوجه نشویم، همه گریس به مایع تبدیل می شود و از محفظه ذخیره تخلیه می شود، و به این ترتیب یاتاقان می سوزد.

روغن کاری مفصلها و یاتاقانهای فرعی ساده و قابل دسترسی به کمک دست روغن کاری می شوند. روغن توسط روغن دان و یا روغن پاش از طریق



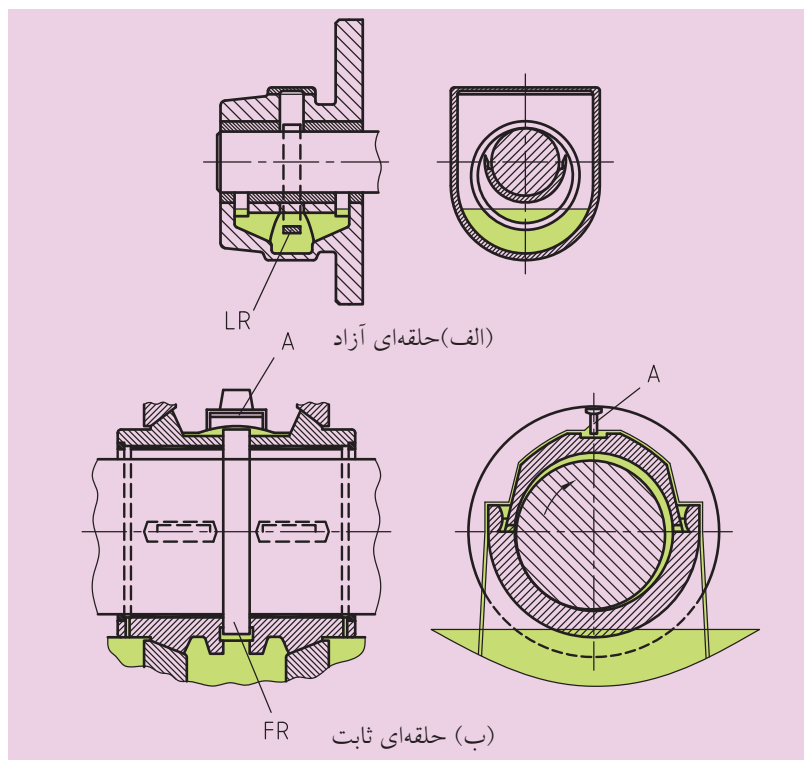
(الف) گریس دان
(ب) گریس خور ساچمه ای
(پ) گریس خور مخروطی
(ت) بوش گریس کاری خودکار
(ث) یاتاقان با محفظه گریس

شکل ۱۹ - ۶ تجهیزات گریس کاری

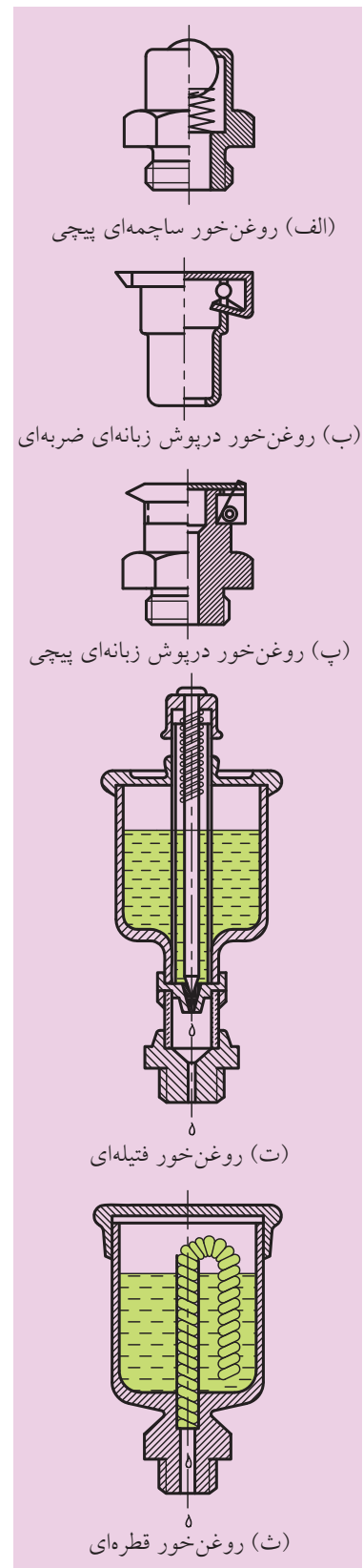
سوراخ روغن هدایت می‌شود و یاتاقان به اندازه داغ نشدن روغن می‌گیرد. سوراخ روانسازی برای جلوگیری از ورود کثافات با یک روغن خور ساچمه‌ای پیچی (شکل ۶-۲۰ الف) یا یک روغن خور درپوش ضربه‌ای (شکل ۶-۲۰ ب) یا یک روغن خور درپوش دار پیچی (شکل ۶-۲۰ پ) بسته می‌شود. (شکل ۶-۲۰ پ و ث) یک روغن خور قطره‌ای و یک روغن خور فتیله‌ای را نشان می‌دهد که روغن لازم برای نقاط مختلف یاتاقان به‌طور مداوم از ظرف مخصوص تأمین می‌شود.



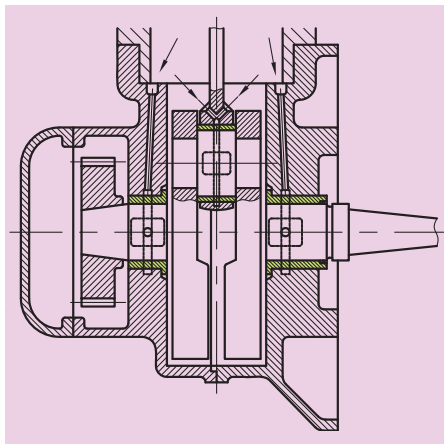
همچنین یک سیستم روغن کاری غوطه‌وری ساده وجود دارد که مطمئن و در عین حال کم‌مصرف است. در شکل ۶-۲۱ نمونه‌ای از آن‌ها که روغن کاری حلقه‌ای نام دارد، نشان داده شده است. دیسک‌ها یا حلقه‌های دوار در یک حمام روغن غوطه‌ور می‌شوند و روانساز را به درون کانال‌های ورودی منتهی به سطوح لغزش پرتاب می‌کنند.



شکل ۶-۲۱ روغن کاری حلقه‌ای



شکل ۶-۲۰ تجهیزات روغن کاری

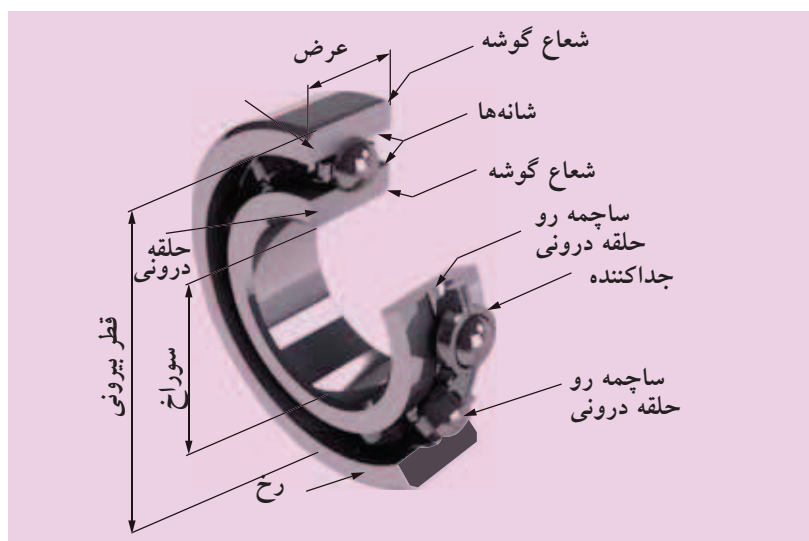


شکل ۶-۲۲

در یاتاقان‌هایی که با روانسازی لایه مرزی روغن کاری می‌شوند. میزان دبی روغن به خاطر سرعت‌های لغزشی پایین کم است اکثراً به پمپ نیاز دارند تا میزان حداقل دبی روغن لازم را تأمین کنند. در شکل ۶-۲۲ روغن کاری پاششی میل‌لنگ موتور نشان داده شده است. معمولاً روغن پاشیده شده و حتی بخار شده در داخل محفظه‌های ماشین را می‌توان به روانساز تبدیل کرد در این حال روغن بر روی دیواره‌ها می‌نشیند و از طریق شیارهای جمع‌آوری‌کننده به داخل کانال‌های منتهی به سطوح لغزشی هدایت می‌گردد. روغن کاری میل‌لنگ پیستون ماشین‌های پیستونی با این روش انجام می‌پذیرد.

۶-۵ یاتاقان‌های غلتشی

یاتاقان‌های غلتشی همانند یاتاقان‌های لغزشی بر روی محور قرار می‌گیرند. در این یاتاقان‌ها بین حلقه‌ها یا صفحات فولادی، اجسام غلتان کروی یا غیرکروی قرار دارند. این یاتاقان‌ها برای تحمل بارهای محوری و شعاعی و یا ترکیبی از آن دو ساخته می‌شوند. یاتاقان‌های غلتشی چهار عضو اصلی دارند که این عضوها، حلقه بیرونی، حلقه درونی، ساچمه و یا اجزای غلتنده و جداساز هستند. بعضی از یاتاقان‌ها به دلیل ارزان بودن، جداساز ندارند، در صورتی که جداساز وظیفه مهمی برعهده دارد، زیرا از سایش ساچمه‌ها بر روی یکدیگر جلوگیری می‌کند. اصطکاک در یاتاقان‌های غلتشی نسبت به یاتاقان‌های لغزشی حدود ۲۵ الی ۵۰ درصد کمتر است، بنابراین یاتاقان‌های غلتشی به روغن کاری کمتری احتیاج دارند. در شکل ۶-۲۳ اجزای یک یاتاقان غلتشی نشان داده شده است.

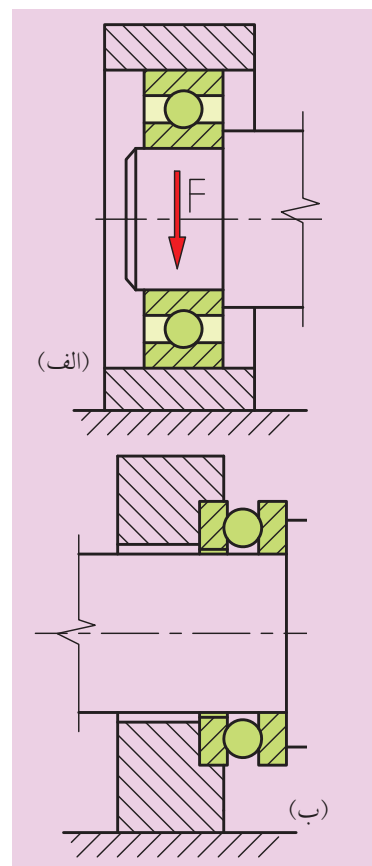


شکل ۶-۲۳ مشخصات یاتاقان غلتشی ساچمه‌ای

این یاتاقان‌ها در شروع حرکت گشتاور کمتری دارند که همین امر برتری اصلی آن‌ها محسوب می‌شود. یاتاقان‌های غلتشی ساچمه‌ای مراقبت چندانی لازم ندارند و اگر به‌درستی انتخاب شده باشند، تحمل بار در جهات مختلف امکان‌پذیر است. از طرفی به‌علت استاندارد بودن اندازه‌ها، به‌راحتی تعویض می‌شوند، فضای کمتری در محور اشغال می‌کنند، حرارت زیادی تولید نمی‌کنند و راندمان خوبی دارند. آن‌ها در صورت خراب شدن سر و صدای غیر عادی از خود نشان می‌دهند و به این شکل بروز اشکال را اعلام می‌کنند، در مقابل آلودگی گرد و غبار حساسیت بالایی دارند و شدیداً به آب‌بندی نیاز دارند. حلقه درونی یاتاقان‌های غلتشی مطابق شکل ۶-۲۴ بر روی محور و حلقه بیرونی به بدنه سیستم جازده می‌شود.

اجسام غلتان نیز درون قفسه‌ای قرار می‌گیرند تا با یکدیگر تماس نداشته باشند و به‌طور یکنواخت در محیط یاتاقان توزیع شوند (شکل ۶-۲۵).

جنس قفسه‌ها در بیشتر موارد از فولاد است. در بعضی موارد از برنج، فلزات سبک و یا مواد مصنوعی پلاستیکی مثل پلی‌آمیدها و یا فنوپلاست‌ها استفاده می‌شود. قفسه‌های پلاستیکی سروصدا را کم می‌کنند و باعث کاهش اصطکاک می‌شوند.



شکل ۶-۲۴ مونتاژ یاتاقان‌های غلتشی



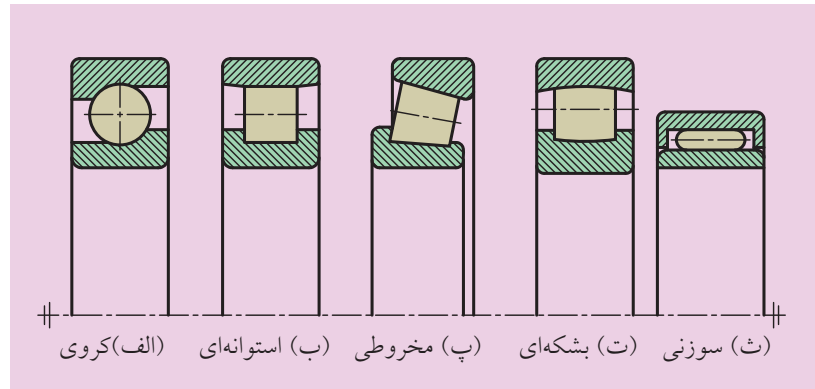
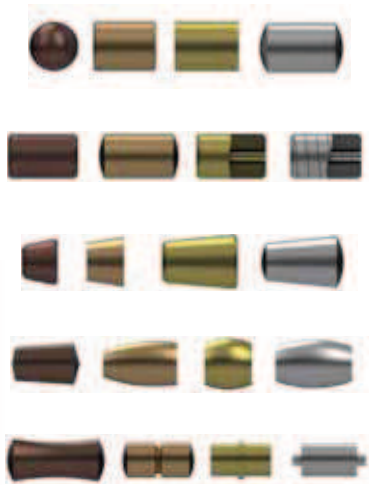
(ب) قفسه ضخیم برای غلتک‌ها

(الف) قفسه پرسی برای ساچمه‌ها

شکل ۶-۲۵ قفسه‌های یاتاقان‌های غلتشی



معمولاً یاتاقان‌های غلتشی که ساچمه‌های کروی دارند را بلبرینگ می‌نامند و اگر ساچمه‌های غیرکروی داشته باشند، رولبرینگ نام دارند. غلتک‌های رولبرینگ‌ها به شکل‌های استوانه‌ای، مخروطی، بشک‌ای و سوزنی هستند که در شکل ۶-۲۶ نشان داده شده است.



شکل ۶-۲۶ فرم‌های مختلف غلتان

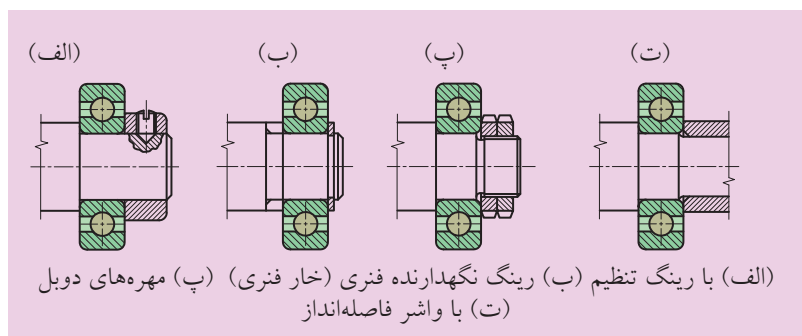
در یاتاقان‌های غلتشی معمولی رینگ‌ها، دیسک‌ها و اجسام غلتان از جنس فولاد مخصوص کروم‌دار هستند. اجسام غلتان و مسیر غلتش سخت‌کاری، سنگ‌زنی و پولیش می‌شوند. همچنین در شکل ۶-۲۷ انواع یاتاقان‌های غلتشی را مشاهده می‌کنید. شکل ۶-۲۷ الف یاتاقان غلتشی ساچمه‌ای است که ساچمه‌ها در شیارهای موجود در رینگ‌ها و یا دیسک‌ها حرکت می‌کنند و آن‌ها را بلبرینگ‌های شیار عمیق می‌نامند. در شکل ۶-۲۷ ب یک رولبرینگ استوانه‌ای، و در شکل ۶-۲۷ پ بلبرینگ شیار عمیق محوری (کف گرد) نشان داده شده است. در یاتاقان‌های کف گرد، اجسام غلتان بین دو دیسک حرکت می‌کنند. این یاتاقان‌ها به یاتاقان‌های دیسکی نیز مشهور هستند.



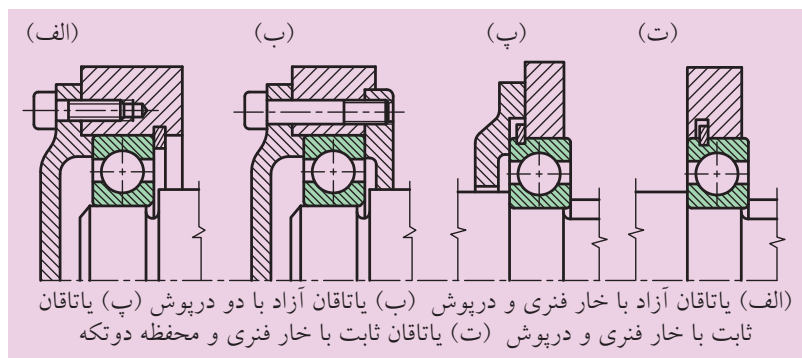
شکل ۶-۲۷ انواع یاتاقان‌های غلتشی

۱-۵-۶ رعایت نکات مهم در مونتاژ

همه بلبرینگ‌های شعاعی برای دریافت نیروهای شعاعی و محوری مناسب هستند، زیرا ساچمه‌ها به شانه‌های قفسه‌ها (رینگ‌ها) تکیه دارند. در شکل‌های ۶-۲۸ و ۶-۲۹ رینگ‌های حرکت در جهت طولی از طریق لبه‌ها، پله، رینگ‌های نگهدارنده فنری، درپوش‌ها، مهره‌ها و غیره ثابت می‌شوند.



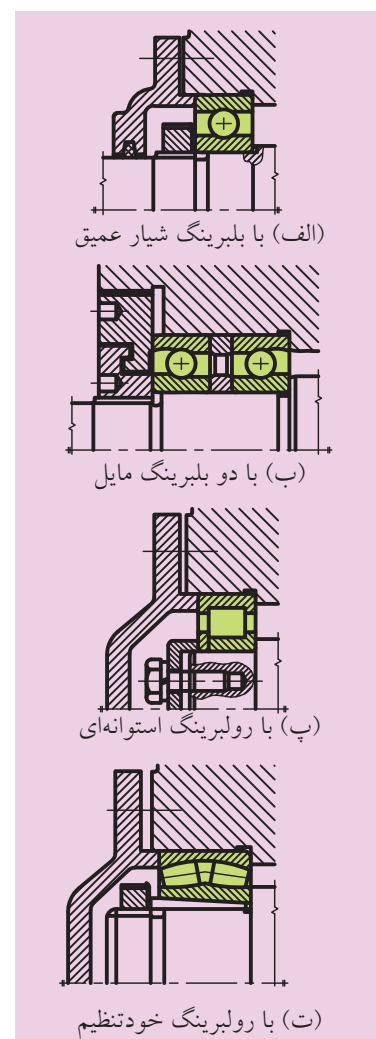
شکل ۶-۲۸ روش‌های تثبیت محوری رینگ‌های داخلی یاتاقان غلتشی



شکل ۶-۲۹ تثبیت محوری رینگ‌های خارجی یاتاقان غلتشی

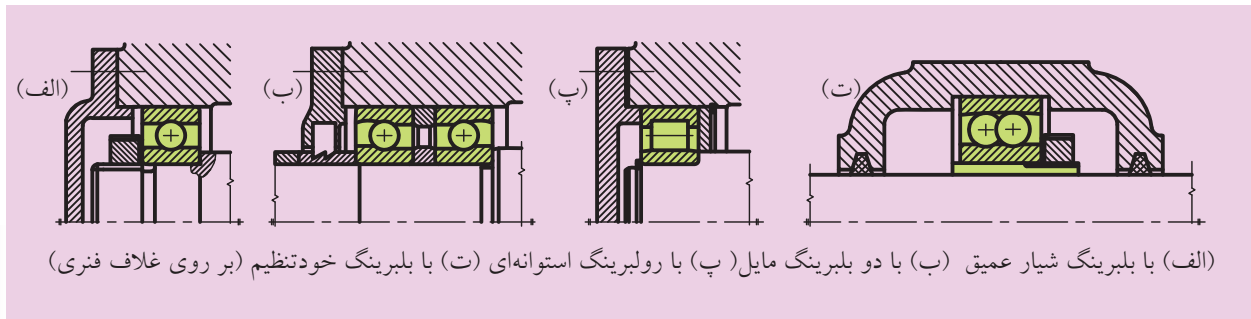
مطمئن‌ترین راه تثبیت محوری از طریق یک اتصال پیچ است. همه سطوحی که به پله شافت‌ها، لبه‌ها، برش‌ها، و لوله‌ها تکیه می‌دهند، باید با رینگ‌های یاتاقان‌های غلتشی زاویه قائمه تشکیل دهند.

در شکل ۶-۳۰ چند مثال از طراحی یاتاقان‌های ثابت نشان داده شده است.



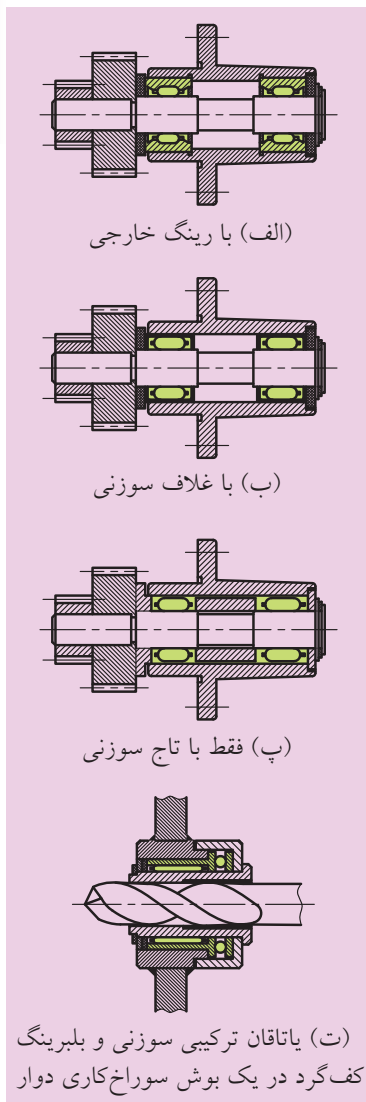
شکل ۶-۳۰ یاتاقان‌های ثابت

همچنین مثال‌هایی از طراحی یاتاقان‌های آزاد را نیز در شکل (۳۱-۶) مشاهده می‌کنید.

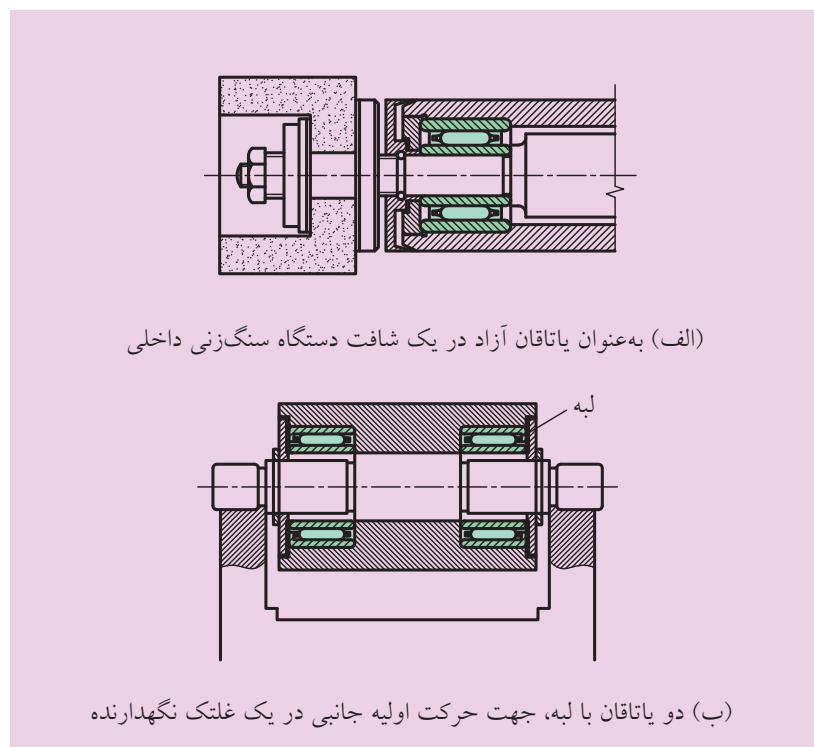


شکل ۳۱-۶ یاتاقان‌های آزاد

با توجه به این‌که یاتاقان‌های سوزنی نسبت به رولبرینگ‌های مخروطی و استوانه‌ای، به فضای نصب کوچک‌تری نیاز دارند، از اهمیت بالایی برخوردار هستند و در ماشین‌های ابزار کاربرد دارند. در شکل‌های ۳۲-۶ و ۳۳-۶ مثال‌هایی از این نوع یاتاقان‌ها نشان داده شده است.

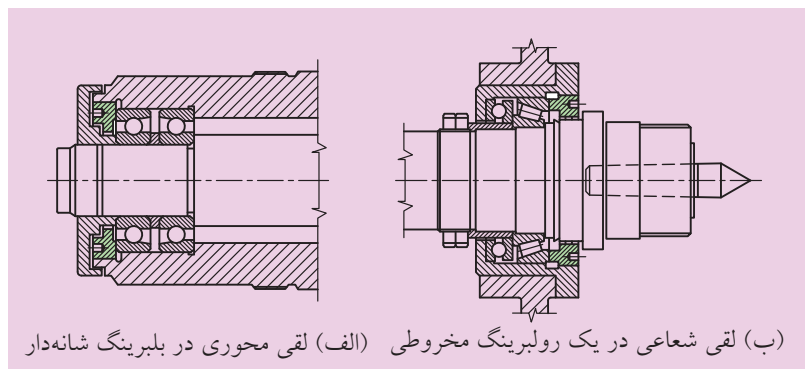


شکل ۳۳-۶ یاتاقان‌های سوزنی بدون رینگ داخلی و بلبرینگ محوری (کف‌گرد)



شکل ۳۲-۶ مونتاژ یاتاقان‌های سوزنی با رینگ داخلی و خارجی

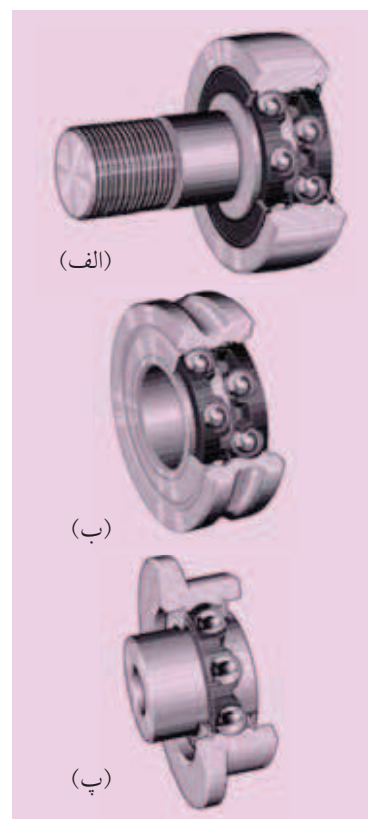
برخی از یاتاقان‌ها دارای لقی قابل تنظیم هستند. نمونه بلبرینگ‌های شانه‌دار مطابق شکل ۳۴-۶ که مسیرهای حرکت به گونه‌ای ایجاد شده است تا شافت کمی لقی محوری داشته باشد.



شکل ۳۴-۶ یاتاقان‌بندی با لقی قابل تنظیم (الف) لقی محوری در بلبرینگ شانه‌دار (ب) لقی شعاعی در یک رولبرینگ مخروطی

شکل ۳۴-۶ یاتاقان‌بندی با لقی قابل تنظیم

روش مونتاژ یاتاقان غلتشی ساچمه‌ای دو ردیفه و یک‌ردیفه در شکل ۳۵-۶ نشان داده شده است.

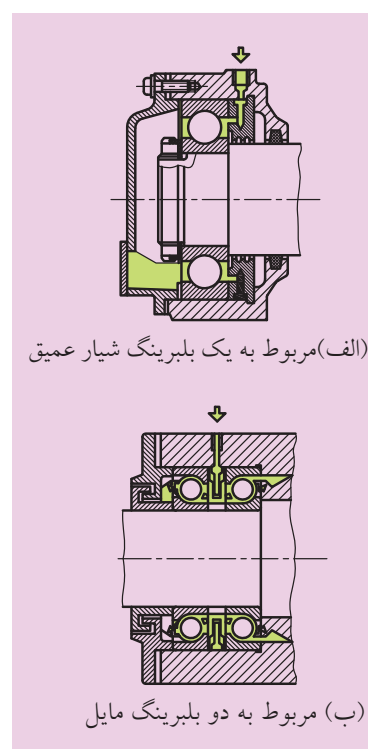


شکل ۳۵-۶ مونتاژ بلبرینگ

۲-۵-۶ روانسازی یاتاقان‌های غلتشی

روغن‌کاری یاتاقان‌های غلتشی با روغن مایع و روغن جامد گریس انجام می‌گیرد. روغن گریس خاصیت ایده‌آلی دارد که برای مدت طولانی باقی می‌ماند. این روغن سطوح فلزی را از زنگ‌زدگی محافظت می‌کند و نسبت به روغن مایع ارزان است. با این حال روغن مایع در سرعت‌های بالا نتیجه خوبی از خود نشان داده است.

در داخل سیستم قابل کنترل هستند و وظیفه سرد کردن یاتاقان را نیز به عهده دارند. روغن‌های گریس انواع متفاوتی دارند. تا 50°C گریس کلسیم، تا 80°C گریس کادمیم و تا 120°C گریس لیتیم، مصرف می‌شود. در بهترین سیستم برای این کار، روغن گریس را در فضای خالی بین یاتاقان و درپوش می‌گذارند که در شکل ۳۶-۶ مشاهده می‌شود.



(الف) مربوط به یک بلبرینگ شیار عمیق

(ب) مربوط به دو بلبرینگ مایل

شکل ۳۶-۶ گریس‌کاری یاتاقان‌های غلتشی

تحقیق کنید

تحقیق کنید یاتاقان‌های غلتشی در ماشین‌های افزار به چه صورتی روانکاری می‌شوند.

.....

.....

.....

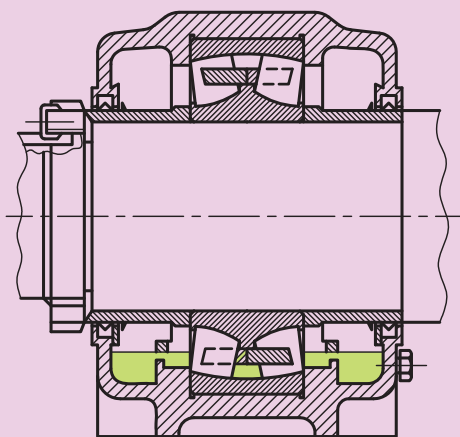
.....

.....

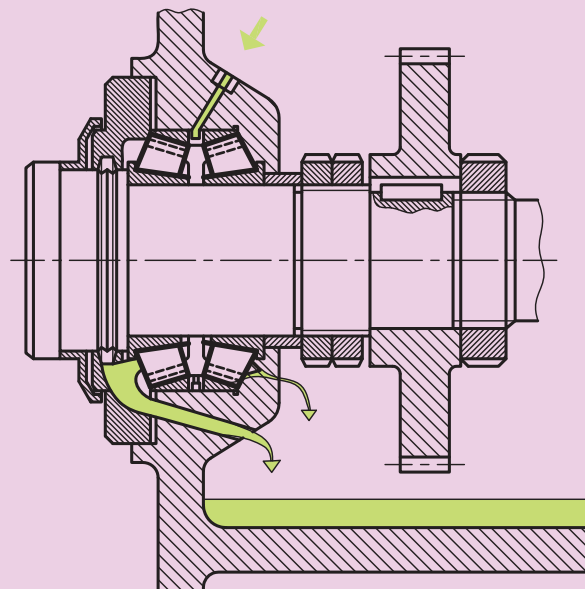
.....

.....

و اما چنانچه گفته شد اگر سرعت بالا باشد و سرد کردن یاتاقان موردنظر باشد از روغن مایع استفاده می‌شود. معمولاً برای مقابله با اکسیداسیون و یا کثافات، محلول‌های ضد آن مخلوط می‌شود. جنس روغن با توجه به ویسکوزیته آن‌ها انتخاب می‌شود. در این شرایط معمولاً از سیستم‌های پمپاژ کوچک استفاده می‌شود تا بسیاری از نقاط را به‌طور هم‌زمان تغذیه کنند و روغن از راه سوراخ‌ها هدایت می‌شود. روغن کاری با بخار روغن، بسیار مطلوب است. در این سیستم از طریق لوله مکش، هوای فشرده دمیده می‌شود. انتهای پایینی لوله در داخل یک حمام روغن قرار می‌گیرد، قطرات روغن توسط جریان هوا جدا می‌شوند و بالا می‌آیند و هوای حامل روغن از طریق لوله‌ها به یاتاقان‌ها هدایت می‌شود. نوعی روغن کاری ساده و در عین حال مطمئن وجود دارد که آنرا روغن کاری غوطه‌ور می‌نامند (شکل ۳۷-۶). در هر دوری که زده می‌شود، اجسام غلتان به روغن آغشته می‌شوند و بدین ترتیب عمل روغن کاری صورت می‌گیرد. در بسیاری از مواقع نیز از روغن کاری چرخشی استفاده می‌شود که در شکل مشاهده می‌شود.



(الف) روغن کاری غوطه‌وری



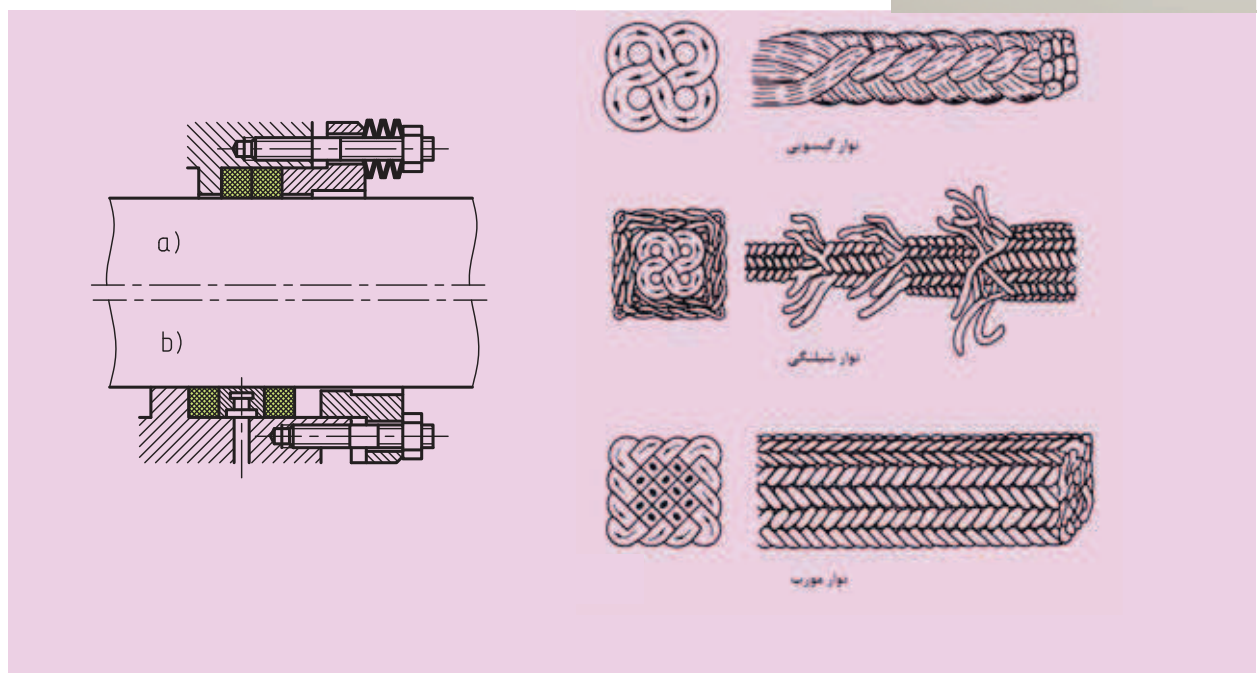
(ب) روغن کاری چرخشی

شکل ۳۷-۶ روغن کاری یاتاقان‌های غلتشی

۶-۶ وسایل آب‌بندی یاتاقان‌ها

وسایل آب‌بندی یاتاقان‌ها از ورود ذرات خارجی، گرد و غبار و کثافات به درون محفظه‌های آن‌ها و از خروج روغن از یاتاقان جلوگیری می‌کند. برای این منظور می‌توانیم از دو نوع آب‌بند تماسی و یا بدون تماس استفاده کنیم. قطعات ماشین‌آلات مثل محورها، پیستون‌ها، سرسیلندها و امثال این‌ها، حتماً باید آب‌بندی شوند.

آب‌بندهای تماسی باعث اصطکاک اضافی و در نتیجه گرما و افت انرژی می‌شوند، ولی آب‌بندهای بدون تماس در برابر اضافه و یا کمبود فشار نمی‌توانند عمل آب‌بندی را انجام دهند و در مقابل ورود گرد و غبار ایمن نیستند. مهم‌ترین نوع آب‌بندها (نشت‌بندها) انواع کاسه‌نمد و لاستیک نمد است. چنان‌چه در شکل ۶-۳۸ مشاهده می‌شود. نمدها تنهایی و یا به‌همراه لاستیک بافته می‌شوند و برای آب‌بندی به‌کار می‌روند.

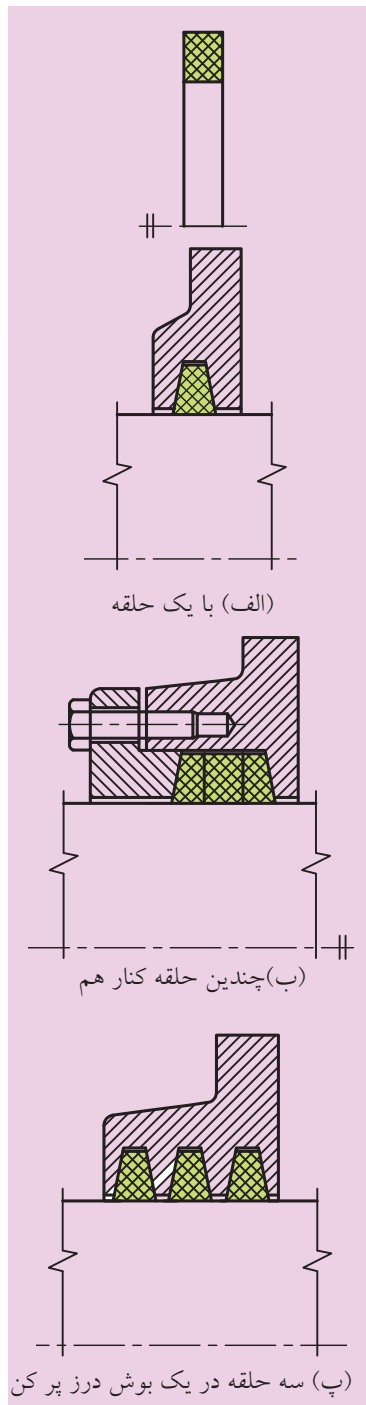


شکل ۶-۳۸ نمونه‌هایی از وسایل آب‌بندی

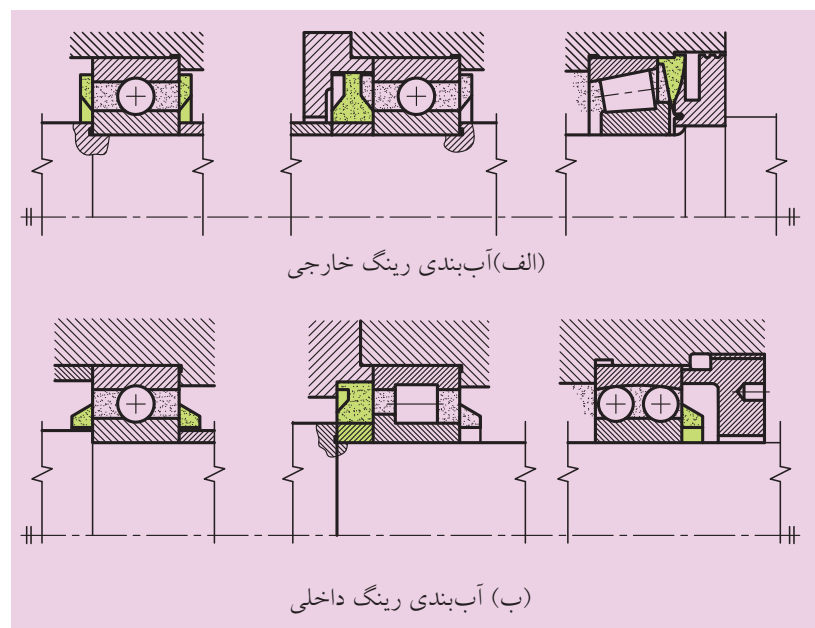
۶-۶-۱ آب‌بندهای تماسی

این نوع وسایل آب‌بندی با محورهای سنگ‌خورده و بدون شیار تماس حاصل کرده و ارتباط دو سمت را با یکدیگر قطع می‌کنند، و البته به‌خاطر عمر محدودی که دارند، اغلب در دورهای کم مورد استفاده قرار می‌گیرند. ساده‌ترین نوع آن‌ها حلقه‌های نمدی است که معمولاً می‌تواند ترکیبی از آزیست، کنف و کائوچو باشد. آن‌ها قبل از مونتاژ مقاطع مربعی شکلی دارند و در داخل روغن داغ قرار می‌گیرند. شیارهای درون بدنه، دوزنقه‌ای شکل هستند و این شیارها باعث تغییر شکل مقاطع مربعی نمد می‌شوند، بنابراین حلقه‌های نمدی با پیش‌تندگی بر روی محور قرار می‌گیرند (شکل ۶-۳۹).

تأثیر آب‌بندی را می‌توان، از طریق در کنار هم قرار دادن چندین حلقه نمدی تقویت کرد. استفاده از آب‌بندهای نوع درز پرکن، مطمئن‌ترین راه است، که در آن‌ها یک بوش فلانچ‌دار، حلقه‌های نمدی را تحت فشار نگه می‌دارد. فقط در این صورت اصطکاک افزایش می‌یابد. به‌همین دلیل برای سرعت‌های لغزشی کم توصیه می‌شود. در یاتاقان‌های غلتشی، حلقه‌های فنری به‌صورت بشقاب‌های نازک فنری از ورق هستند، استفاده شده و عملکرد خوبی از خود نشان می‌دهند (شکل ۶-۴۰).



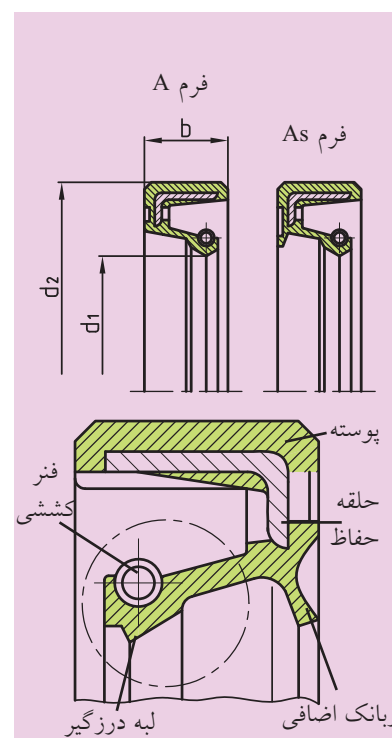
شکل ۶-۳۹ حلقه‌های آب‌بندی نمدی



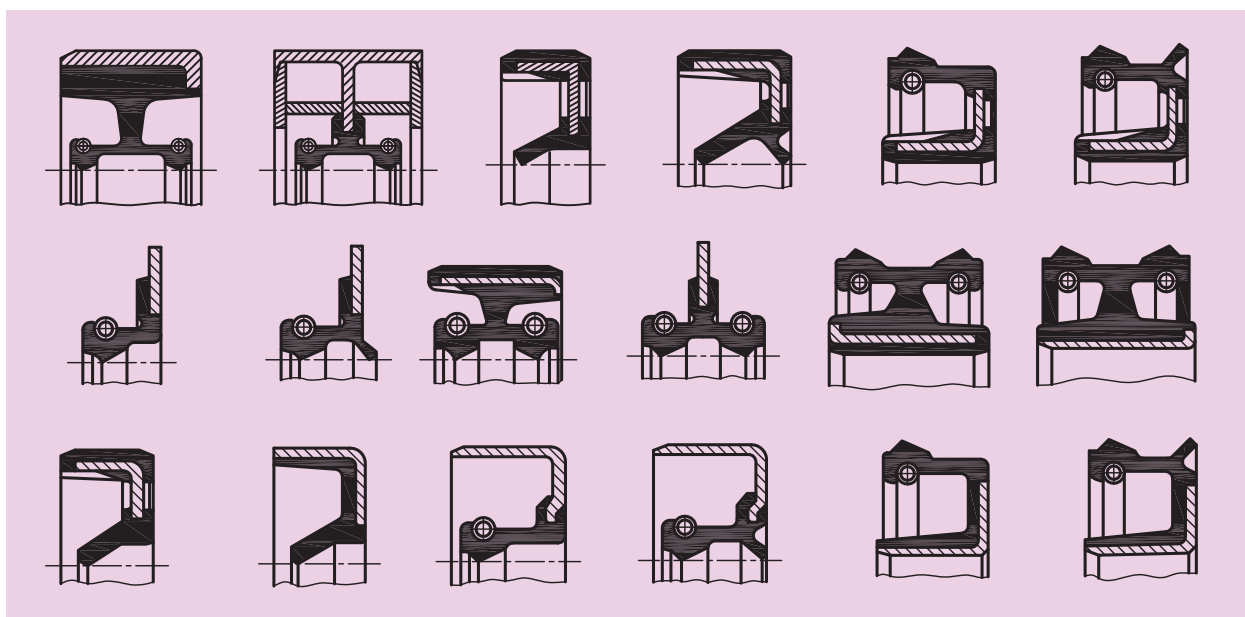
شکل ۶-۴۰ آب‌بندی یاتاقان‌های لغزشی با حلقه‌های فنری

این حلقه‌ها برای آب‌بندی رینگ‌های خارجی و داخلی به کار می‌روند. یک لبه تیز به پیشانی رینگ خارجی و یا رینگ داخلی یا تاقان فشرده شده و در اثر مالش در آن یک شیار ظریف به وجود می‌آورد و به این ترتیب از خروج روغن گریس جلوگیری می‌شود.

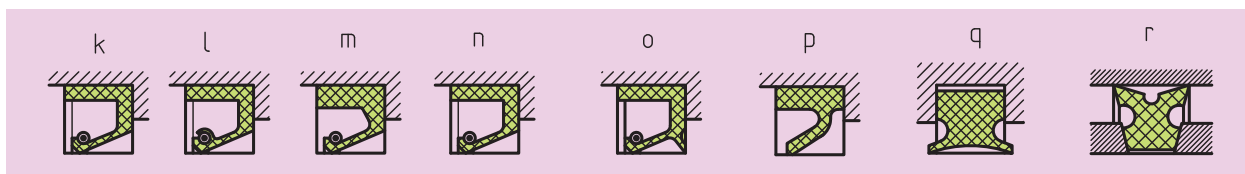
رایج‌ترین نشت‌بندهای محور، کاسه‌نمدها هستند (شکل ۶-۴۱). این کاسه‌نمدها در فرم A با یک لبه آب‌بندی و در فرم As با یک لبه حفاظ اضافی ساخته می‌شوند. این نوع نشت‌بندها از جنس الاستومر هستند و تحت پیش‌تنیدگی شعاعی یک فنر قرار می‌گیرند. به منظور کاهش خوردگی کاسه‌نمد و محور لازم است فضای بین دو لبه گریس‌کاری شود. لبه اصلی باید همیشه در سیالی که آب‌بندی می‌شود، قرار گیرد و نباید خشک شود. در شکل ۶-۴۱ کاسه‌نمدها در فرم‌های A و As و ۶-۴۲ و ۶-۴۳ نمونه‌هایی از مقاطع کاسه‌نمدها را می‌بینید.



شکل ۶-۴۱
کاسه‌نمدها در فرم‌های A و As



شکل ۶-۴۲ فرم‌های متنوع از مقاطع کاسه‌نمدها

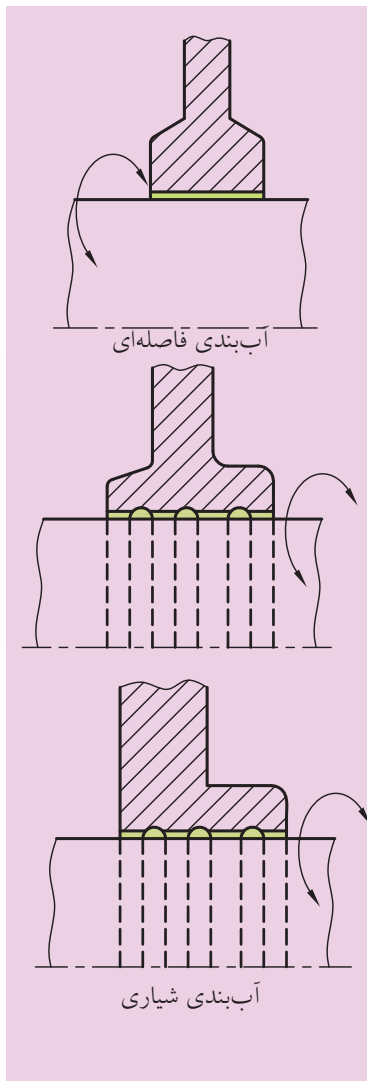


شکل ۶-۴۳ کاسه‌نمدهایی بدون جداره خارجی

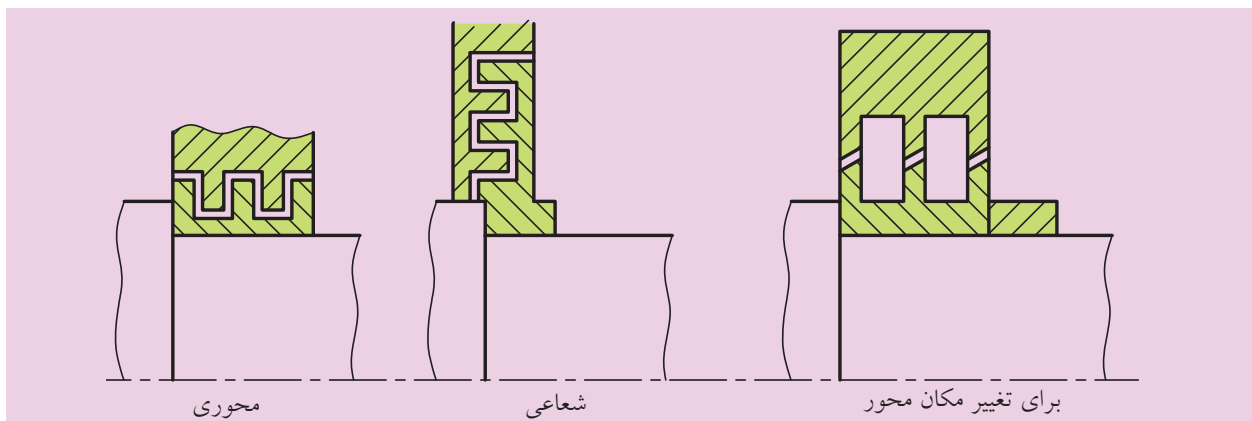
۶-۶-۲ وسایل آب‌بندی بدون تماس

آب‌بندی غیرتماسی برای قطعات مدوری به کار می‌رود که سطح آن‌ها سنگ نخورده و دارای تعداد دور زیادی هستند. در این نوع آب‌بندی بین بدنه و سیله آب‌بندی و محور، فاصله وجود دارد که این فاصله با گریس پر می‌شود. به همین دلیل به آن آب‌بندی فاصله‌ای نیز می‌گویند. این روش آب‌بندی تا حدودی از ورود گرد و غبار جلوگیری می‌کند، ولی در مقابل خارج شدن مایعات و گازها، کافی نخواهد بود. از این نوع آب‌بندی می‌توان به نوع شیاری آن نیز اشاره کرد که در واقع حداقل سه شیار دارد و در محورهای با دور زیاد به کار گرفته می‌شود و در هنگام سوار کردن، شیارها با روغن غلیظ پر می‌شود. در محورهای با دور زیاد، در شیارها یک نوع گرداب به وجود می‌آید که باعث آب‌بندی خوبی می‌شود (شکل ۴۴ - ۶).

شیار مارپیچی را می‌توان به گونه‌ای ساخت که روغن مایع در داخل شیار جریان یافته و از طریق یک مدار بسته، مجدداً برگردد. در آب‌بندی لایرنتی به علت وجود شیارهای فرمی که از گریس پر می‌شود اثر آب‌بندی بیشتر است، یعنی لایرنتها با چربی (روغن‌های غلیظ) مثل گریس آب‌بندی بسیار خوبی را در مقابل گرد و خاک و خروج روغن ایجاد می‌کنند. در ونتیلاتورها، الکتروموتورها و ماشین‌های ابزار کاربرد دارند که در موقع موتناژ روغن گریس در فضای آب‌بندی پر می‌شود. لایرنتها به دو دسته محوری و شعاعی تقسیم می‌شوند، که لایرنتهای محوری یک تکه‌ای هستند، ولی لایرنتهای شعاعی دارای محفظه‌های جداشونده هستند. این نوع وسایل آب‌بندی در موارد مختلفی کاربرد دارند. مثلاً در موتورهای الکتریکی، وسائل نقلیه، آسیاب‌های سیمان، محورهای سنگ‌های سنباده و یاتاقان‌های اکسل‌ها کاربرد دارند (شکل ۴۵ - ۶).

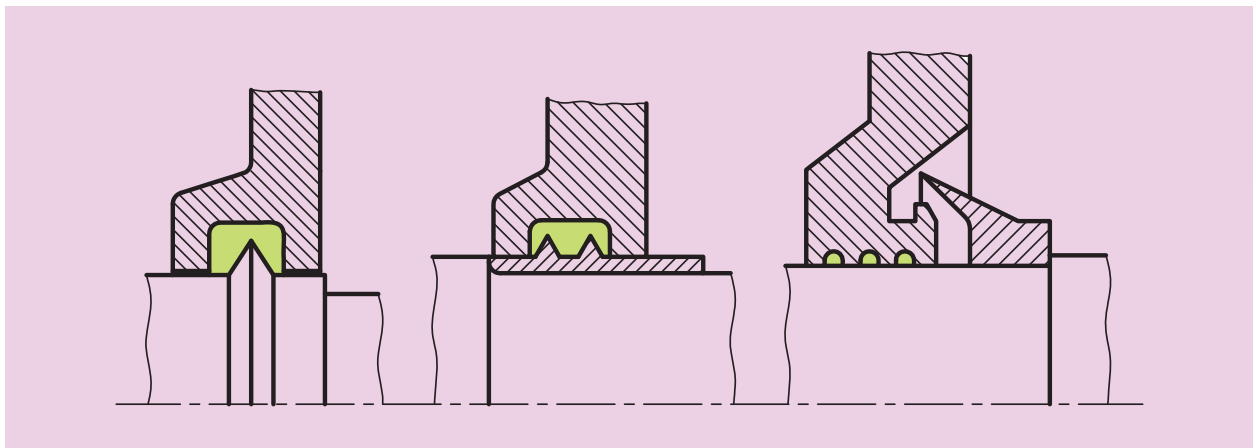


شکل ۴۴ - ۶ آب‌بندی



شکل ۴۵ - ۶ لایرنتها

همه شکاف‌ها و لایبرنت‌ها موقع مونتاژ پر از گریس می‌شوند. آب‌بندهای بدون تماس، وقتی مطمئن کار می‌کنند که فشار اضافی داخلی اعمال نگردد، زیرا باعث بیرون راندن گریس می‌شود. شکاف‌ها و لایبرنت‌ها به صورت هم‌مرکز دوران می‌کنند، زیرا در غیر این صورت، همانند پمپ‌های سانتریفوژ عمل می‌کنند و روانساز را به بیرون می‌رانند. یاتاقان‌هایی که با روغن روانساز کار می‌کنند، نسبت به یاتاقان‌های گریس‌کاری اکثراً با دور بالایی می‌چرخند. به کمک شیارها یا حلقه‌های پاششی دوار مطابق شکل ۴۶ - ۶ می‌توان روغن را با نیروی گریز از مرکز نسبتاً زیاد، از راه سوراخ‌های خروجی به محفظه روغن برگرداند.

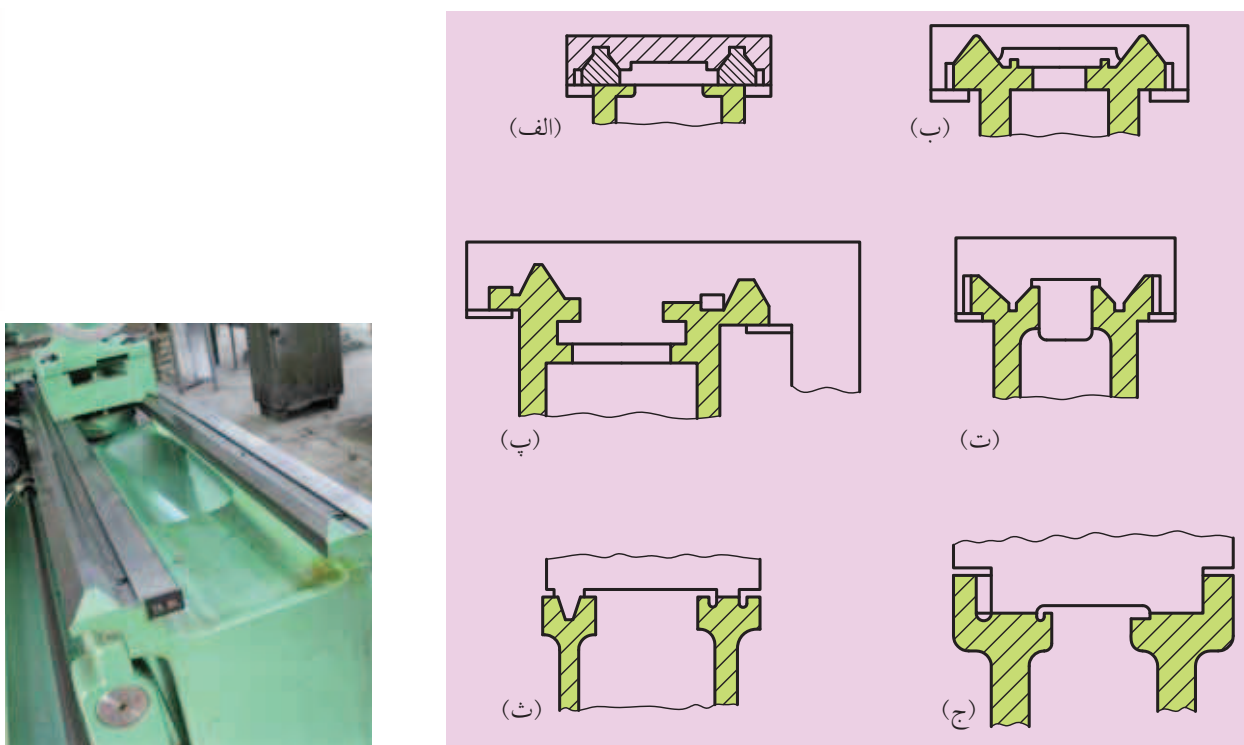


شکل ۴۶ - ۶ حلقه‌های تزریقی

لایبرنت‌ها فقط وقتی در برابر خروج روغن به‌طور مطمئن عمل می‌کنند که قبل از آن حلقه پاششی نصب شده باشد، زیرا در غیر این صورت روغن رقیق رفته‌رفته به بیرون رانده می‌شود.

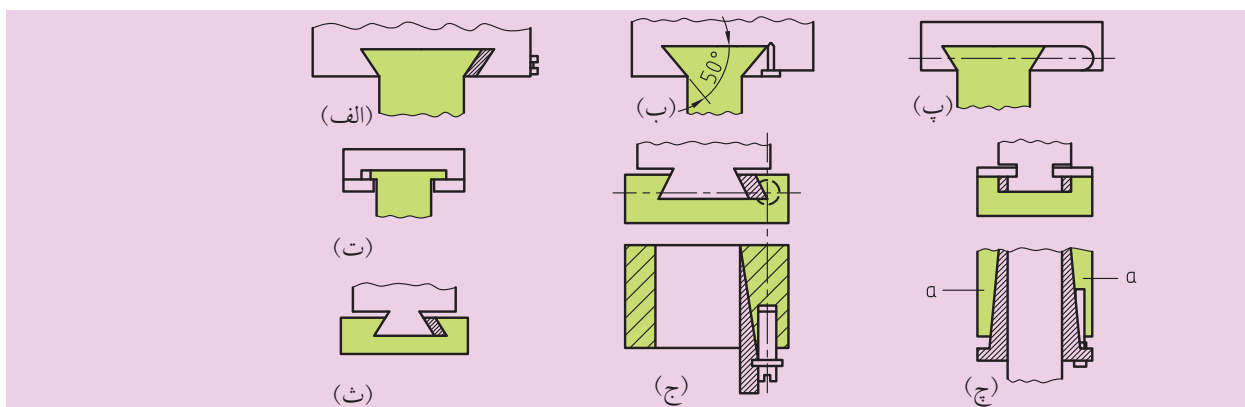
۶-۷ سطوح راهنما

سطوح راهنما در ماشین‌های ابزار، سبب حرکت مستقیم‌هایی همچون دستگاه مرغک و سوپرت‌ها روی میز ماشین می‌شوند. راهنماها در صنعت انواع زیادی دارند. در شکل‌های ۶-۴۷ و ۶-۴۸ پرمصرف‌ترین آن‌ها را مشاهده می‌کنیم. سطوح راهنمای شکل ۶-۴۷ الف، ب و پ در ماشین‌های تراش، شکل ۶-۴۷ ت، ج در ماشین‌های صفحه تراش و شکل ۶-۴۷ ث در ماشین‌های سنگ، مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۴۷ - انواع سطوح راهنما

و سطوح راهنمای شکل ۶-۴۸ بیشتر در ماشین‌های تراش، فرز، رنده نجاری و ماشین‌هایی از این دست، کاربرد دارند.



شکل ۴۸ - انواع سطوح راهنما به صورت جفتی

۱-۷-۶ ویژگی‌های موردنیاز در سطوح راهنما

در سطوح راهنما ویژگی‌های زیر مورد نیاز است:

الف) در مقابل خوردگی و ساییدگی مقاوم باشند.

ب) سطوح تماس، خیلی صیقلی باشد تا در صورت وجود ساییدگی در سطوح یکسان پخش شود.

پ) سطوح راهنما باید در موقع کار کاملاً روغن کاری شده باشند و از انواع آلودگی‌ها و گرد و غبار محافظت شوند.

ت) سطوح راهنما نباید در جایشان تکان بخورند.

ث) براده‌ها بتوانند به خودی خود بلغزند و تمیز شوند.

ج) آزادانه بتوانند کار کنند.

چ) ساختمان سطوح راهنما حتی‌الامکان ساده و ارزان باشد.



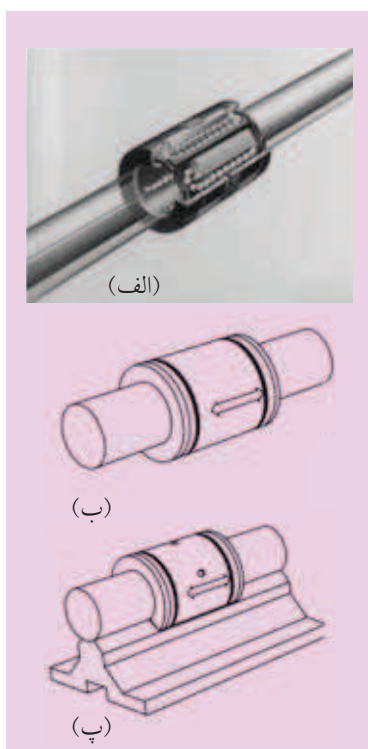
در بعضی مواقع نیروهای برشی باعث می‌شوند که سیستم‌های موجود بر روی سطوح راهنما منحرف شوند. برای جلوگیری از این حادثه یک سیستم کلید کردن سیستم را بر روی سطوح راهنما به کار می‌برند. در شکل ۶-۴۷ الف، ب، پ، ت نمونه‌هایی از این کلید کردن را مشاهده می‌کنیم. سطوح راهنمای شکل ۶-۴۷ الف، ب، پ از نوع منشوری هستند. چنان‌چه فشار سطح آن‌ها از 50 N/cm تجاوز نکند، عمر طولانی دارند. جنس آن‌ها معمولاً از چدن ریختگی است، به شرطی که روغن‌کاری آن‌ها کامل و به‌موقع اجرا شود. امروزه سطوح راهنما را از مواد پلاستیکی و فولادی نیز می‌سازند و نوع فولادی آن‌را سنگ می‌زنند و با شابر کاملاً صاف می‌کنند تا سیستم موجود بر روی آن‌ها راحت و روان حرکت کند.

در شکل ۶-۴۷ الف سطوح راهنمای یک دستگاه تراش قدیمی نشان داده شده است، که به مرور زمان ارتعاشات موجود دستگاه باعث شده تا ساییدگی در سطوح پدید آید و ارتفاع سیستم موجود بر روی آن کم شود. در نتیجه سیستم در روی سطوح راهنما منحرف می‌شود و حساسیت دستگاه تراش کاهش می‌یابد. به‌همین دلیل سطوح راهنمای شکل ۶-۴۷ ب پدید آمده که در دو طرف آن دو منشور پیش‌بینی شده است. منشورهای بزرگ سبب حرکت سیستم می‌شود، ولی منشورهای کوچک به‌صورت حایل سیستم‌های روی سطح، عمل می‌کند و باعث می‌شود که ساییدگی (در صورت پدید آمدن) در زمان طولانی‌تری ظاهر شود. برای این‌که یک منشور در هر طرف جواب بدهد و نیازی به دو منشور در هر طرف سطوح نباشد؛ بعدها سطوح راهنمای شکل ۶-۴۷ پ ساخته شد.

امروزه در صنعت سطوح راهنمای غلتانی ساخته می‌شود که حرکت خطی به‌کمک ساچمه‌های کروی، استوانه‌ای و سوزنی اتفاق می‌افتد.

۶-۷-۲ سطوح راهنمای ساچمه‌ای

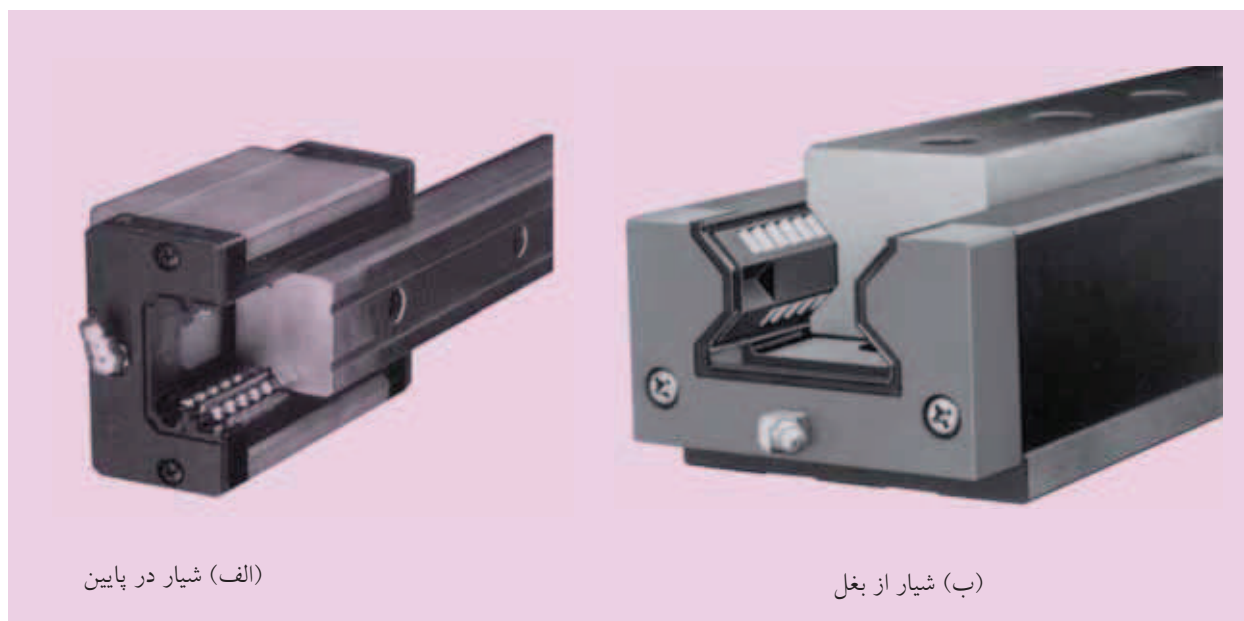
این اجزاء که به آن‌ها یاتاقان‌های خطی نیز می‌گویند، بایستی با حساسیت بالایی تولید شوند. یک حلقه بوشی و یک قفسه و تعدادی ساچمه تشکیل‌دهنده این نوع سطوح راهنما هستند که در شکل ۶-۴۹ نمونه آن‌را مشاهده می‌کنید.



شکل ۴۹ - ۶ سطوح راهنمای ساچمه‌ای

سطوح راهنما بر روی محور در جهت محوری با غلتیدن ساچمه‌ها در حرکت است. تقریباً نصف ساچمه‌ها در جهت حرکت نیرو منتقل می‌کنند و بقیه ساچمه‌ها به صورت آزاد می‌غلتند، بنابراین در یک محیط بسته در داخل کانال‌های ایجاد شده ساچمه‌ها قرار داده می‌شوند تا در حد نیاز حرکت خطی ایجاد شود. تولرانس حلقه بیرونی و ساچمه‌ها در حد یک میکرون، و جنس آن‌ها مثل جنس یاتاقان‌هاست.

قفسه‌های ساچمه‌ها، هم از پلاستیک و هم از فولاد ساخته می‌شود. این نوع سطوح راهنما، توانایی انتقال بارهای زیاد را دارند. همچنین سطوح راهنما به صورت طرح‌های مختلفی موجود است که در شکل ۶-۵۰ نمونه دیگر آن‌ها نشان داده شده است.

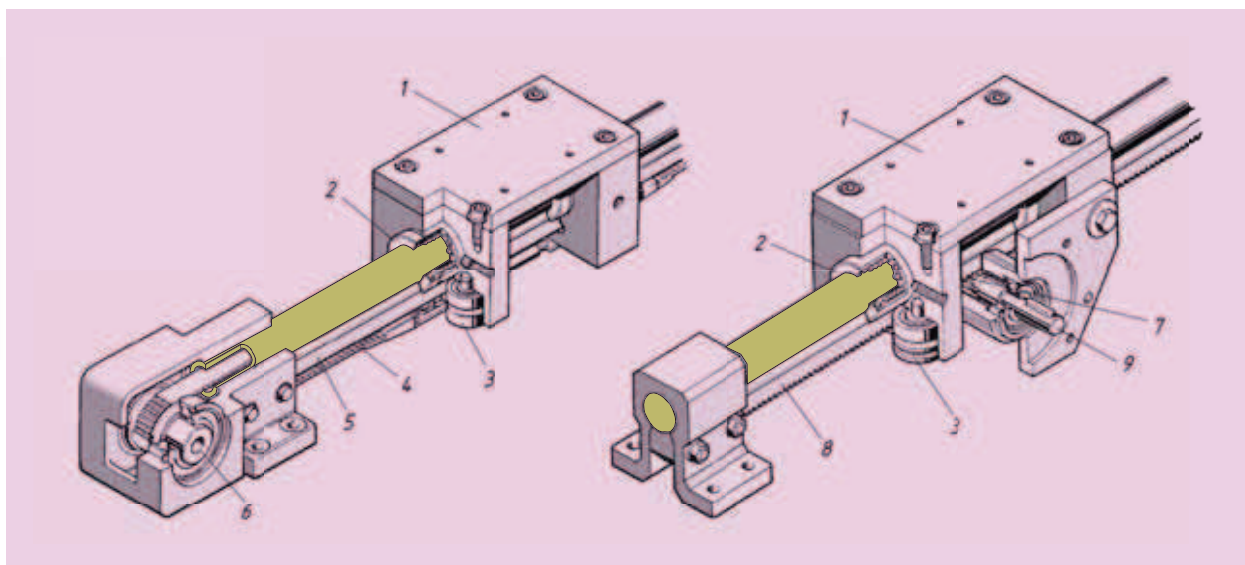


شکل ۶-۵۰ سطوح راهنمای خطی

در حرکت‌های شعاعی مناسب نیستند، چون که در کوتاه‌ترین زمان ساییده می‌شوند، بنابراین در صورت نیاز به حرکت محوری و شعاعی هم‌زمان از ساچمه‌های کروی و استوانه‌ای یا سوزنی استفاده می‌کنند. در شکل ۶-۵۰ نمونه‌ای از نوع ریلی داده شده است که شیار آن در شکل ۶-۵۰ الف در بغل و در شکل ۶-۵۰ ب در پایین ایجاد شده است.

۳-۷-۶ سطوح راهنمای ساچمه‌ای با پروفیل ریلی

این سطوح راهنما در ربات‌ها، ماشین‌های نجاری، تخته‌ها و ماشین‌های ساخت ورق‌ها کاربرد دارند. مونتاژ این سطوح بسیار ساده است و اعمال تغییرات در آن به راحتی امکان‌پذیر است. در شکل ۵۱-۶ نمونه این سطوح راهنما ارائه شده است.



شکل ۵۱-۶ سطوح راهنمای ساچمه‌ای با پروفیل ریلی