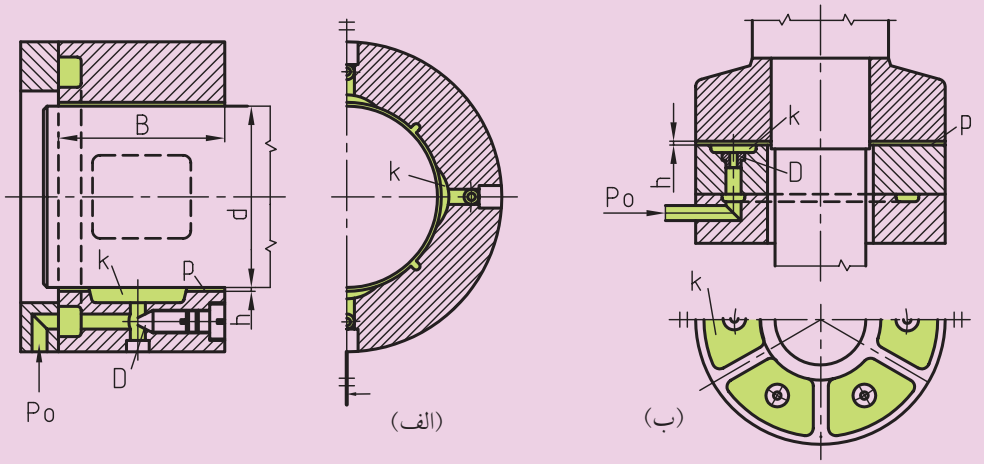
بهترین شـرایط کار با اصطکاک مایع به‌دست می‌آید که در آن سطوح لغزنده با یکدیگر تماس مسـتقیمی ندارند، زیرا یک فیلم روغن، بین سطوح تشکیل‌شده و از تماس مستقیم سـطوح جلوگیری می‌کند، بنابراین به یک فشار روغن نیاز است تا نیروهای وارده را در تعادل نگه دارد.

در یاتاقان‌های لغزشـی روغن تحت فشـار زیاد، بین قطعـات لغزنده دمیده می‌شـود، سـطوح لغزنده از هم جدا می‌شوند و در حالت تعادل قرار می‌گیرند. در عین‌حال، هم اصطکاک و هم سـایش کاهش می‌یابد. در یاتاقان‌های محور، روش فوق خیلی مناسـب است. فشار روغن توسط یک پمپ در بیرون یاتاقان پدید می‌آید. روغن تحت‌فشار از طریق سوراخ‌ها و کانال‌هایی به‌درون حوضچه فشـار یاتاقان‌ها وارد و از آن‌جا پخش می‌شـود. تلفات ناشـی از اصطکاک در یاتاقان‌های لغزشی، کمتر از سایر یاتاقان‌هاست (شکل ۳ـ۶).

قبل از حوضچه‌ها، شیرهای خفه‌کن نصب شده‌اند که به‌کمک آن‌ها، با اختلاف فشـار بین حوضچه‌ها می‌توان موقعیت شـافت را تحت‌تأثیر قـرار داد که این موضوع در ماشین‌های حساس از اهمیت زیادی برخوردار است.



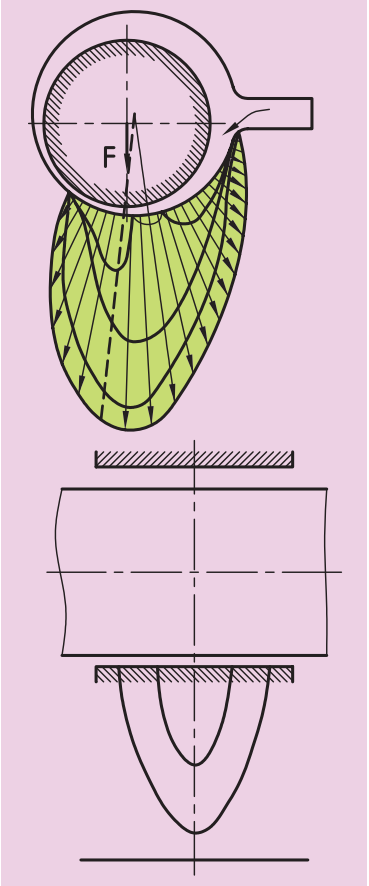
(الف) یاتاقان شعاعی (ب) یاتاقان محوری (k) حوضچه (D) شیر خفه‌کن (h) ضخامت روغن (d) قطر شافت (B) عرض یاتاقان

شکل ۳ـ۶ یاتاقان‌های لغزشی با حوضچه‌های فشار روغن

یاتاقان‌هـای لغزشـی با وجود تمام مزایایی که دارند، متأسـفانه مورد اسـتقبال چندانی قرار نگرفته‌اند، زیرا پمپ‌های مطمئن با فشـار زیاد و لوله‌های ورودی آب‌بندی شده سبب هزینه‌های بسیار زیاد می‌شود.

۱ـ۱ـ۶ 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 ۴ـ۶).

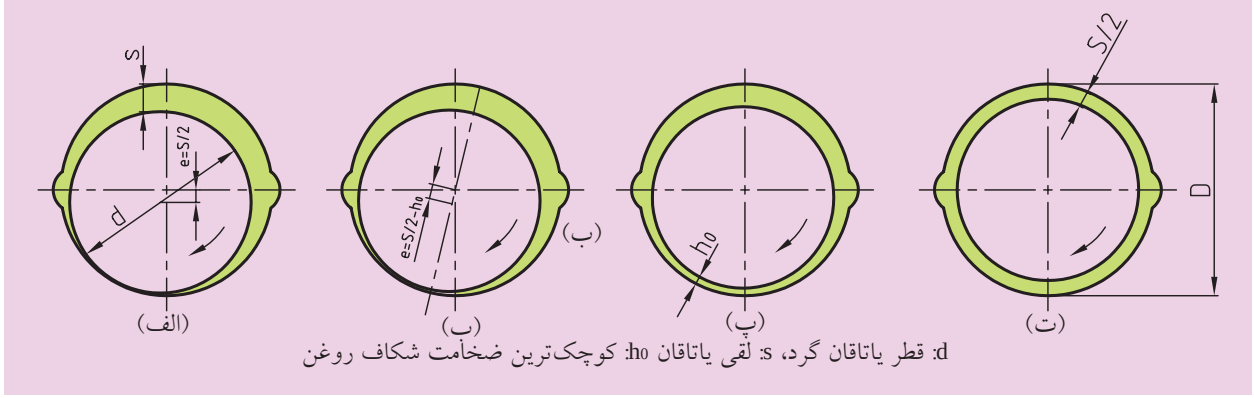


شکل ۴ـ۶ پخش فشار روغن در یاتاقان‌های شعاعی در عرض‌های متفاوت

در یاتاقان‌های لغزشی، روغن به سطوح لغزشی می‌چسبد، سطوح متحرک با آن همراه می‌شود و روغن را به‌شکل گوه به درون می‌دمد. بدین‌ترتیب 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 ۵ـ۶ چگونگی تشکیل فشار روغن در یاتاقان شعاعی نشان داده شده است.

شکل ۵ـ۶ 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 این‌صورت مقدار اصطکاک اجسام جامد کاهش، و مقدار اصطکاک مایع افزایش می‌یابد.



d: قطر یاتاقان گرد، s: لقی یاتاقان ho: کوچک‌ترین ضخامت شکاف روغن

شکل ۵ـ۶ موقعیت یاتاقان گرد در سرعت‌های مختلف مربوط به یک یاتاقان شعاعی ساده.

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

نکته

اگر فشـــار وارد بر روغن بیشتر و سرعت لغزشی کمتر باشد. ویسکوزیته روغن بیشـــتر انتخاب می‌شـــود، ولی اگر ســـرعت لغزشـــی بیشتر باشد ویسکوزیته روغن، پایین‌تر تعیین می‌شود.

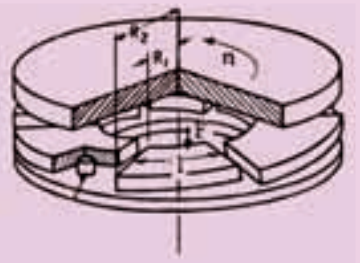
بیشتر بدانید

تعریف ویســـکوزیته: به مقدار مقاومت لایه‌های سیال در برابر لغـــزش روی هم، ویســـکوزیته می‌گوینـــد. به‌عنـــوان مثـــال ویسکوزیته عسل از ویسکوزیته شیر بسیار بیشتر است.

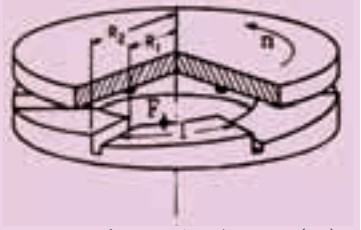
۶ـ۱ـ۲ یاتاقان‌های محوری

اســـاس یاتاقان‌های محوری به سیستم صفحه مایل وابسته است. بر روی سطح یاتاقان گرد صفحات حلقه‌ای شـــکل (لقمه) در جهت حرکت لغزشـــی با شیب مناســـب ایجاد می‌شود. شـــیب صفحات می‌تواند ثابت یا متغیر باشد. در شکل ۶ـ۶ نمونه ثابت و متحرک آن‌ها را مشاهده می‌کنید.

همچنین در شـــکل ۶ـ۷ ســـاده ترین نوع یاتاقان محوری را مشـــاهده می‌کنید. سطح پیشانی یاتاقان گرد بر روی یک صفحه افقی از جنس مواد لغزشی دوران می‌کند. جهت روانســـازی اکثراً روغـــن جامد گریس و بعضاً روغن مایع تزریق می‌شـــود. ســـطح متحرک صفحه، توسط شیارهای شـــعاعی و یا از طریق شیار حلقه‌ای خارج از مرکز بریده شده است این شیارها، روانساز را در عرض سطح حلقه‌ای توزیع می‌کنند.

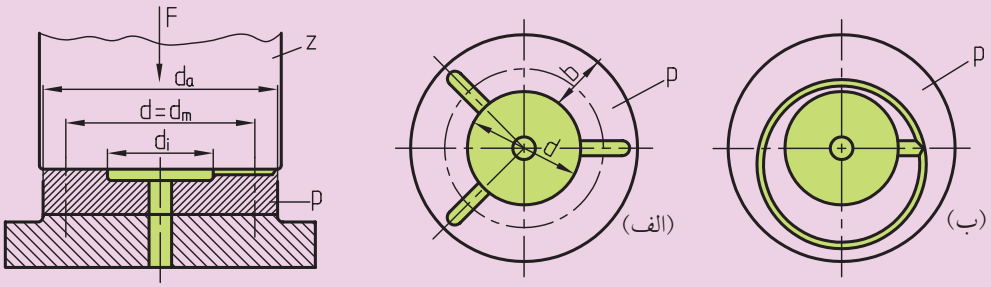


(الف) شیب حلقه‌های ثابت



(ب)شیب حلقه‌های متحرک

شکل ۶ـ۶
یاتاقان‌های محوری



(الف) با شیارهای شعاعی برای روانساز (ب) با شیارهای حلقه‌ای خارج از مرکز برای روانساز

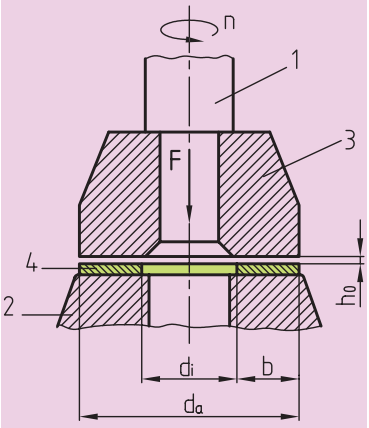
شکل ۶ـ۷ یاتاقان با صفحه افقی حلقه‌ای ساده

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، به‌همین دلیل قسمت خارجی آن‌ها سریع‌تر ساییده می‌شود و این بزرگ‌ترین عیب این نوع یاتاقان‌هاست. در شکل ۸ـ۶ 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.

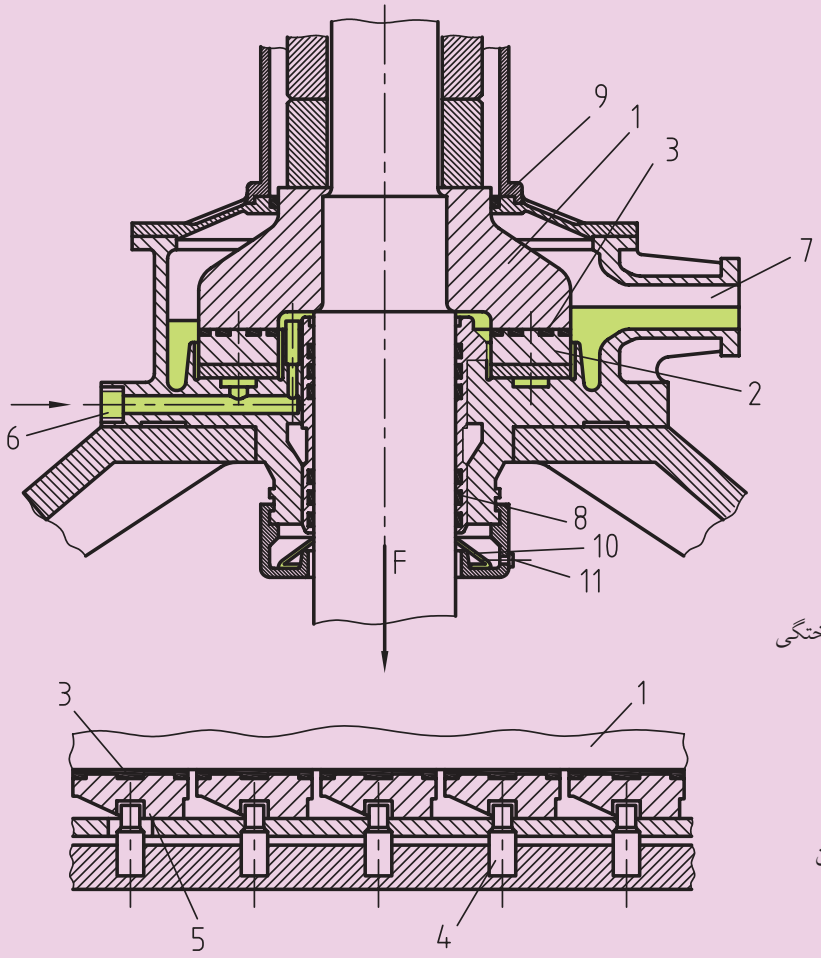
برای آشـــنایی بیشـــتر با کاربرد یاتاقان‌های محوری، در شکل ۹ـ ۶ یاتاقان‌های محوری یک توربین آبی نشان داده شده است.

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



۱. شافت
۲. محفظه یاتاقان
۳. رینگ متحرک
۴. رینگ یاتاقان محوری (حمل‌کننده)

شکل ۸ـ۶ یاتاقان محوری

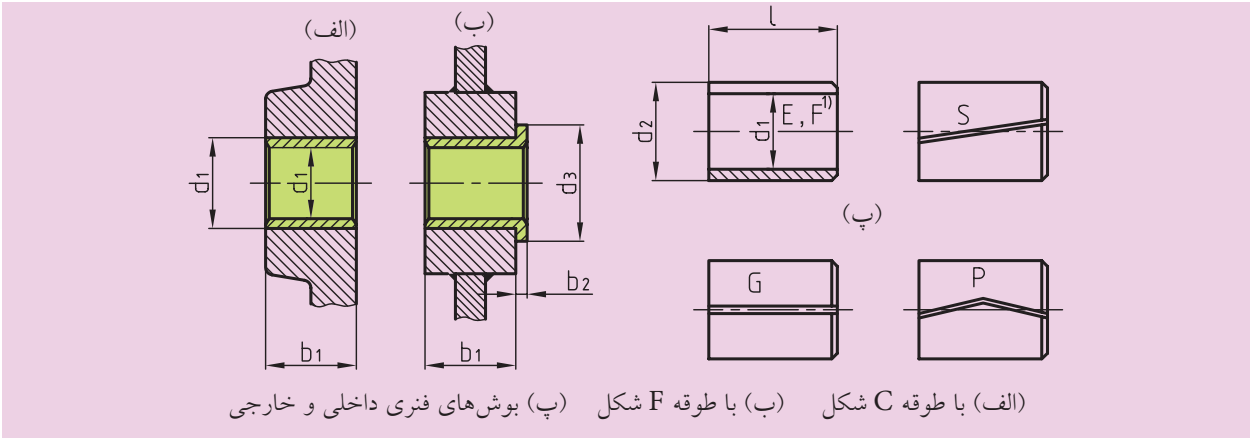


۱. رینگ فشاری روی شافت
۲. رینگ یاتاقان و سگمنت‌ها با روکش ریختگی
۳. روکش ریختگی، فلز سفید سگمنت‌ها
۴. پین‌هادی برای سگمنت‌ها
۵. لبه شعاعی سطح سگمنت
۷و۶. ورود و خروج روغن
۸. یاتاقان شعاعی
۱۰و ۹. نشت‌بندهای بالایی و پایینی یاتاقان
۱۱. تخلیه روغن برای یاتاقان شعاعی

شکل ۹ـ ۶ یاتاقان محوری یک توربین آبی

۶ـ۲ ساختمان یاتاقان‌های شعاعی

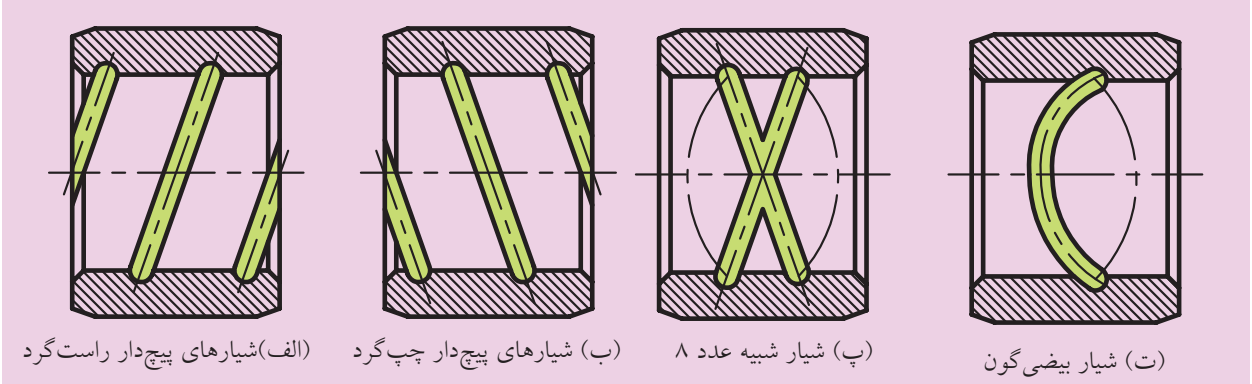
در یاتاقان‌های لغزشی شعاعی، اعمال نیرو، تغییر شکل ناشی از نیروهای وارده، نوع روغن انتخاب شـده، روش خنـک‌کاری و شـرایط کار یاتاقان از اهمیت بالایی برخوردار هسـتند که همه این موارد در طراحی، موردنظر قرار می‌گیرد. یاتاقان لغزشـی نیز بر همین اساس انتخاب می‌شود. مثلاً اگر جا زدن یاتاقان از بغل شـافت امکان‌پذیر باشد از یاتاقان‌های بوشی استفاده می‌کنند. نمونه‌هایی از این نوع یاتاقان در شکل ۶ـ۱۰ نشان داده شده است.



(الف) با طوقه C شکل (ب) با طوقه F شکل (پ) بوش‌های فنری داخلی و خارجی

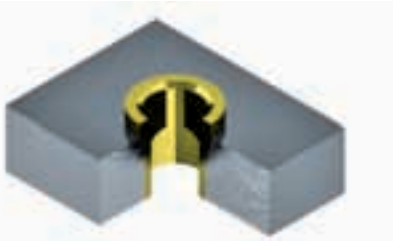
شکل ۶ـ۱۰ یاتاقان‌های بوشی

برای وسـایل نقلیه ریلی از بوش‌های پرس‌شـونده داخلی یا خارجی اسـتفاده می‌شود. در این نوع یاتاقان‌ها جهت روانسازی با روغن مایع یا جامد، شیارها و حوضچه‌هایی تعبیه شـده است. این شیارها حالت پیچی یا بیضی‌گون دارند که در شکل ۶ـ۱۱ مشاهده می‌شود.



(الف)شیارهای پیچ‌دار راست‌گرد (ب) شیارهای پیچ‌دار چپ‌گرد (پ) شیار شبیه عدد ۸ (ت) شیار بیضی‌گون

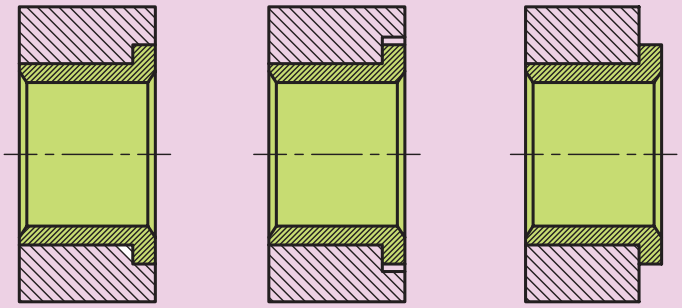
شکل ۶ـ۱۱ شیارهای روانسازی



درست

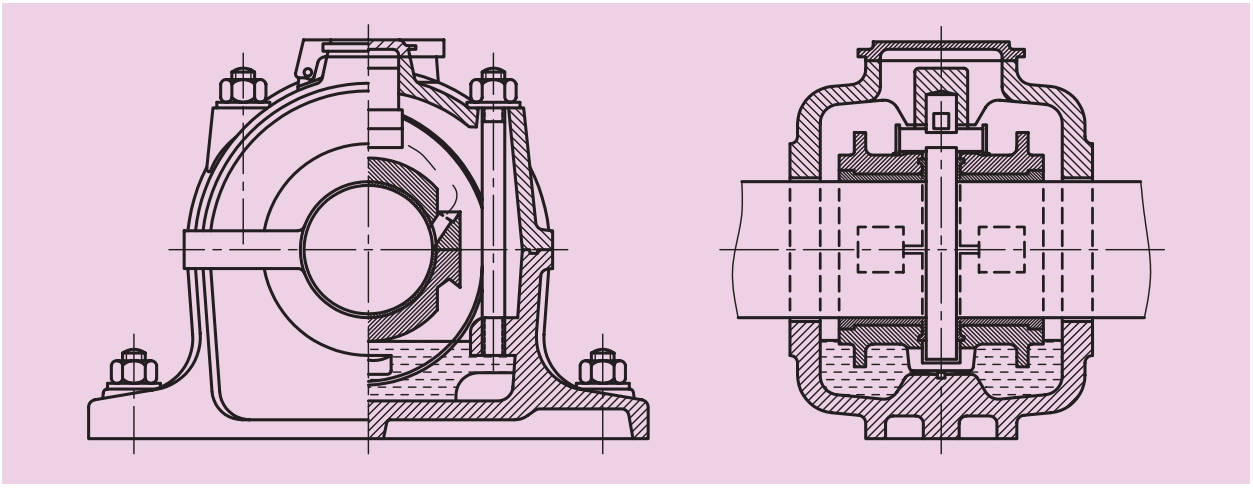
نادرست

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



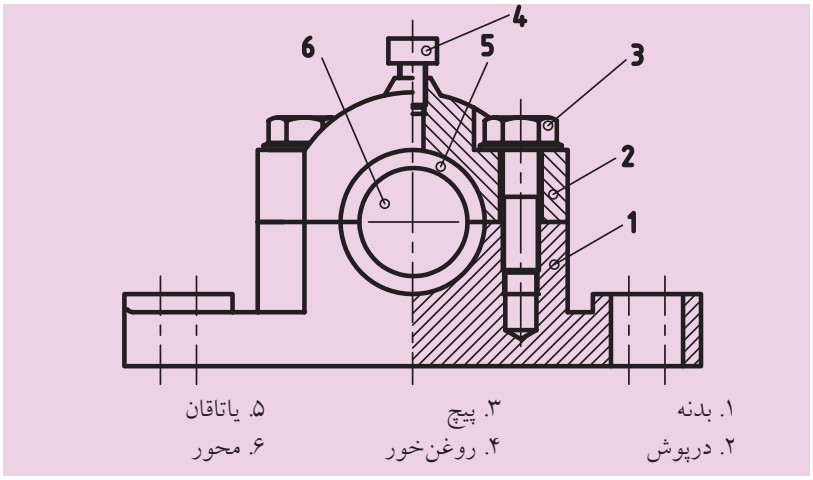
شکل ۱۲ـ ۶ بوش‌های طوقه‌دار پرس شده از داخل

همچنین در شـــکل ۱۳ـ۶ تصویر یک یاتاقان ایســـتاده با حلقه ثابت نشـــان داده شده است.



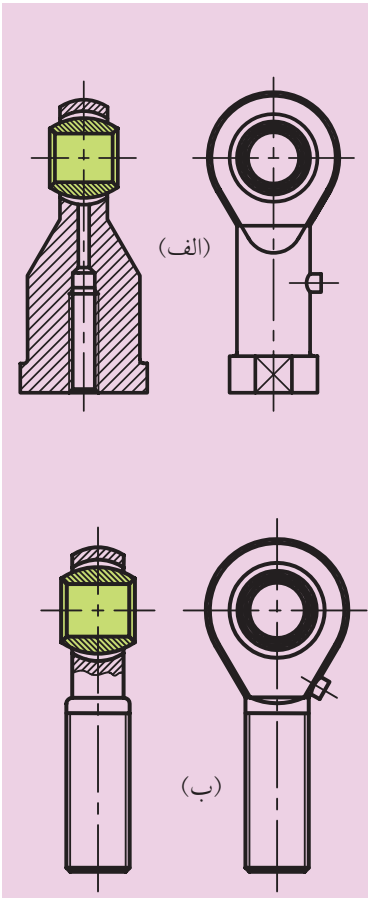
شکل ۱۳ـ ۶ یاتاقان ایستاده با حلقه ثابت

چنان‌چه وارد کردن شافت از بغل ممکن نباشد، یاتاقان‌ها به‌صورت 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 به‌صورت صلب، مقاوم در برابر ارتعاش و مستحکم باشد، و اما درپوش یاتاقان نباید درهنگام سفت کردن پیچ‌ها تغییر شکل قابل توجهی داشته باشند. (شکل ۱۴ – ۶)



شکل ۱۴ـ ۶ یاتاقان پایه‌ای دوتکه

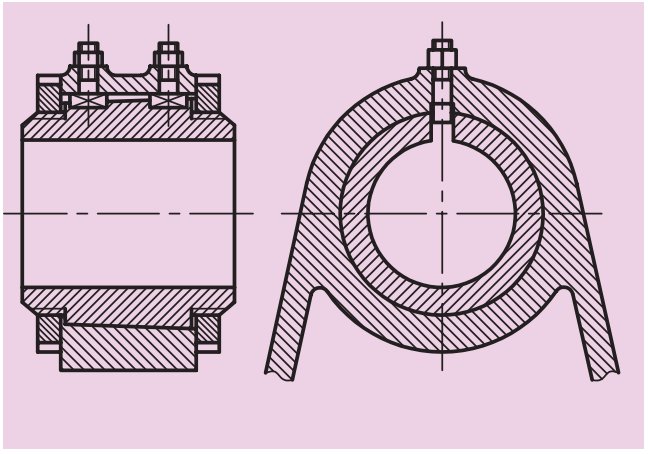
همچنین یاتاقان‌های مفصلی، مطابق شکل ۱۵ـ ۶ می‌توانند خود را با یک شافت کج‌شده هماهنگ کنند. به‌همین شکل کله‌گی‌های مفصلی را داریم که در همان شکل آماده مونتاژ نشان داده شده است. بازوهای نوسان‌کننده را به یکدیگر متصل می‌کند، به‌طوری‌که یاتاقان‌ها بتوانند حرکات پاندولی را انجام دهند.



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

شکل ۱۵ـ۶
یاتاقان لغزشی با قابلیت تنظیم مجدد

خیلی وقت‌ها به‌دلیل استفاده نامناسب، ماده اجزاء لغزشی با سرعت بیشتری سائیده می‌شود و درنتیجه سایش لقی یاتاقان افزایش می‌یابد. در این‌گونه 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 پهلو، 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.

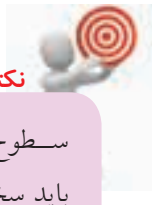


شکل ۱۶–۶ یاتاقان لغزشی با قابلیت تنظیم مجدد

۳ـ۶ 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 و یا اصطکاک مرزی به‌وجود آید. اصطکاک ممکن است باعث افزایش حرارت، سایش و خوردگی شود. برای جلوگیری از این نوع موارد بایستی جنس محور و یاتاقان متفاوت باشد. مقدار بار و نوع بارگذاری، حرارت کار، نوع روغن‌کاری، اندازه‌های ابعاد و سایر خواص عمومی لازم برای آن‌ها در نظر گرفته شود.

خواص عمومی جنس یاتاقان‌ها بایستی مقاومت استهلاکی، مقاومت به فشار، مقاومت خوردگی، انبساط حرارتی کم، قابلیت هدایت حرارت خوب، مقاومت سایشی، قابلیت چسبندگی خوب به سایر مواد، خاصیت چسبندگی خوب به مواد روغنی، کمی ضریب اصطکاک و قابلیت کار در شرایط اضطراری مثل بروز نقص و یا قطع جریان روغن‌کاری 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 فقط جنس یاتاقان‌های موجود در صنعت، همه این خواسته‌ها را تأمین نمی‌کنند، بلکه جنس هر یک از یاتاقان‌ها می‌تواند خواسته‌های مشخصی را به‌جا آورد. به‌همین دلیل انتخاب 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.

۱ـ۳ـ۶ 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)

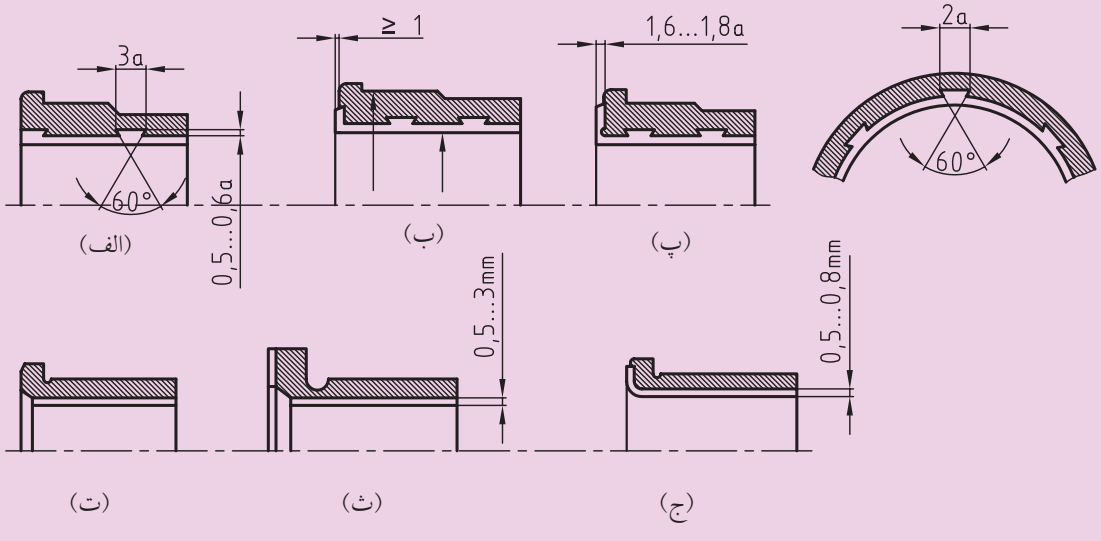
۳. فلزهای سفیدی که نسبت قلع و سرب آن‌ها در حد متوسط هستند.

در این آلیاژها، علاوه بر قلع و سرب مقدار کمی مس و آنتیموان نیز یافت می‌شود. آلیاژ دیگری نیز به‌نام بابیت 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 به‌صورت یک طبقه نازک به ضخامت ۰/۳ الی ۱ میلی‌متر که از فولاد یا برنز ساخته شده باشد، ریخته می‌شود. این عمل به‌صورت ریخته‌گری، پرسی یا روش الکتریکی انجام می‌گیرد. در شکل (۱۷ـ۶) 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 ۱۷ـ۶ پوسته‌های یاتاقان‌های مرکب

تحقیق کنید

تحقیق کنید در ماشین‌های ابزار از چه یاتاقان‌هایی با کدام جنس‌ها استفاده می‌شود.

۱- ماشین تراش.....

.....

.....

۲- ماشین فرز.....

.....

.....

۳- دریل.....

.....

.....

۴- صفحه تراش.....

.....

.....

◀ **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 سنتر شده:** به‌روش ریخته‌گری پودری به‌دست می‌آید، در داخل قالب، به‌شکل‌های موردنظر تزریق می‌شود و در حرارت سنتر می‌شود. در پایان جنسی به‌دست می‌آید که درون آن خلاءهای خیلی کوچک میکروسکوپی به‌وجود می‌آید. این خلأها می‌توانند ۲۰ ٪ الی ۳۵٪ روغن را جذب کنند. این خلأها درهنگام 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 سنتر آهن است که قیمت پایین و مقاومت بیشتری دارد. فقط خواص اصطکاکی آن از سنتر 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 (GG-20 , GG-25) یا آهن ریختگی کروی (GGG) استفاده می‌شود. چه آلیـــاژهای آلومینیم و چه آهن ریخـــتگی، جنس سختی دارند. امکان این‌که موجب ساییده شدن محور شوند، جود دارد. حتـــی ممکن است حادثه خستگی را به‌وجود بیاورند. به‌همین دلیل مصرف این نوع جنس در صنعت خیلی محدود است. ولی آلیاژهای فلز ســفید، نقره و کادمیم خیلی نرم هســتند و حتی می‌توانند با محورهایی که ســخت‌کاری نشده‌اند، به‌راحتی کار کنند، ولی برای کسب نتیجه بهتر، محور را نیز سخت‌کاری می‌کنند.

۲ـ۳ـ۶ جنس یاتاقان‌های غیر معدنی

◀ **اجناس پلاســتیک:** این اجنــاس پرمصرف‌ترین جنس یاتاقان‌ها به‌شــمار می‌آیند و شامل نایلون‌ها و تفلون‌ها می‌شوند.

◀ **تفلــون:** ضریب اصطکاک خشــک و کوچکــی دارد و در مقابل حرارت ۲۰۰°C مقــاوم اســت. آب و انواع مواد شیمیایی در آن بی‌اثر هستند، به‌همین دلیل تفلون‌ها بهترین جنس پلاســتیک برای یاتاقان‌ها محسوب می‌شوند. برای افزایش ســختی، مقاومت بیشــتر در مقابل ســاییدگی و افزایش مقاومت آن‌ها، با الیاف شیشــه، آزبست، گرافیت، مولیبدن دی ســولفیت سرب و برنز و غیره تقویت می‌شوند.

◀ **نایلون:** (پلی آمید) نســبت به تفلون‌ها، خاصیت اصطکاکی پایینی دارند و از طرفی عیب بزرگ آن‌ها جذب آب است، به‌طوری‌که در هوای نرمال ۱٪آب جذب می‌کنند، درصورتی‌که اگر آب با روغن مخلوط شــوند به‌نسبت ۵/۸ ٪از نظر وزن جذب می‌کنند، یعنی باعث می‌شــود قطر یاتاقان به‌نسبت ۲/۵٪بزرگ شــود. اگر یاتاقان به‌شــکل مناســب طراحی شود و ابعاد مناســبی داشته باشد، ماکزیمم تا دمای ۵۰ الی ۶۰ درجه می‌تواند کار کند. انتخاب بین تفلون و نایلون بــا توجه به خواص زیر انجام می‌پذیرد. نایلون در دمای اتاق نســبت به تفلون، خیلی ســخت، در مقابل ساییدگی مقاوم اســت، به‌همین دلیل در حرارت‌های پایین نایلون ترجیح داده می‌شود.

در شرایط اصطکاک خشک، تفلون بیشتر به‌کار می‌رود و در شرایط اصطکاک

تحقیق کنید

کاربرد یاتاقان‌های غیر معدنی را در چند مورد نــام ببرید و دلیل استفاده از آن‌ها را شرح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

روغنی، نایلون مناسب‌تر است. همچنین در سرعت‌های بالا و شرایط کاری خشک، تفلون به‌دلیل 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 علاوه‌بر 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.

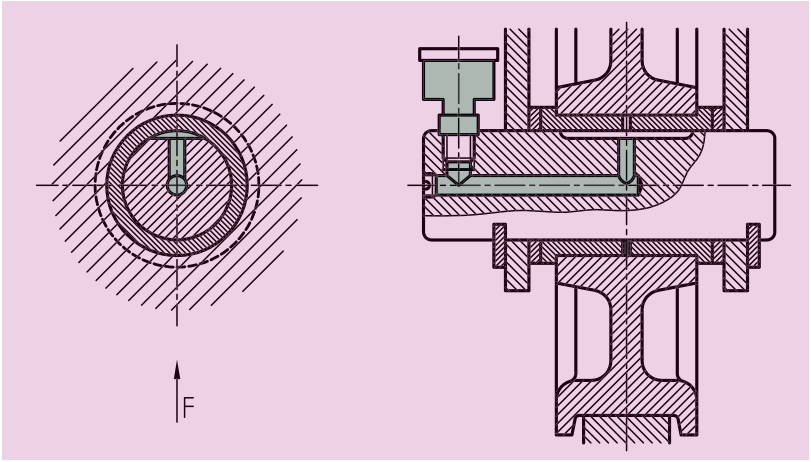
۴ـ۶ سیستم‌های روانسازی یاتاقان‌ها

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 گردوخاک محیط به فضای یاتاقان، یک نشت‌بند مناسب به‌کار می‌رود که معمولاً در سیستم‌های مفصلی کاربرد زیاد دارد. بعضاً هر قسمت به‌تنهایی روغن‌کاری می‌شود و گاهی اوقات نیز از سیستم مرکزی استفاده می‌کنند. در حالت اول، در یک یا چند نقطه که به روغن‌کاری نیاز دارند از سیستم‌های روغن‌کاری استفاده می‌شود، ولی در سیستم مرکزی، روغن از یک مرکز به تمام نقاطی که نیازمند روغن‌کاری 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 به‌عنوان شیار روغن مناسب خواهد بود. در شکل ۱۸ – ۶ کانال مربوط به ورود روغن به سطح تخت منتهی می‌شود.



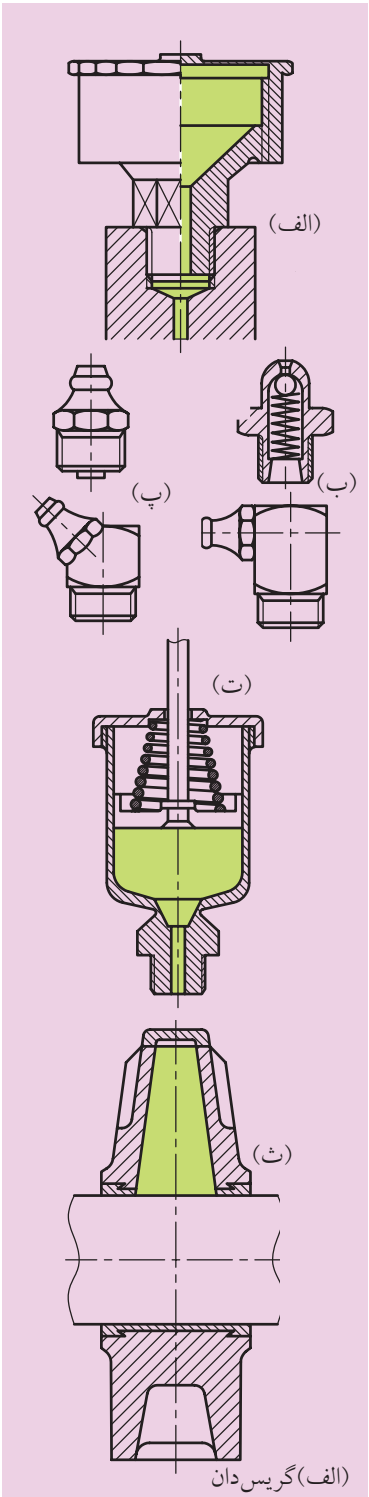
شکل ۱۸ـ۶ ورود روغن از درون یک پین محور ساکن

و اما چنان‌چه گفته شد گریس‌کاری یاتاقان‌ها و مفصل‌ها در بارگذاری سبک انجام می‌گیرد و گریس اضافی از محل یاتاقان به بیرون می‌ریزد. جهت تأمین مطمئن روانساز برای سطوح لغزش به یک سری از تجهیزات نیاز داریم تا روانساز را از مخزن و یا به‌تنهایی به فضای لغزش برسانند. برای این منظور از گریس‌دان و پمپ استفاده می‌شود. در شکل ۱۹–۶ تجهیزات گریس‌کاری نشان داده شده است. گریس‌دان شکل ۱۹ـ۶ الف با گریس پر شده است و با استفاده از گریس‌خورهای شکل ۱۹–۶ب و پ به سطح لغزش تزریق می‌کند. در شکل ۱۹–۶ت دستگاه گریس‌خور خودکار با استفاده از انرژی ذخیره شده پشت پیستون به‌صورت خودکار، گریس را به سطح لغزشی می فرستد.

ولی در شکل ۱۹–۶ث یک مخزن گریس در بدنه یاتاقان تعبیه شده است که از طریق وزن خود به یاتاقان گرد فشار وارد کرده و عمل گریس‌کاری را انجام می‌دهد، که به آن روانسازی با محفظه گریس گفته می‌شود.

اما اگر یاتاقان به‌صورت داغ کار کند و ما هم متوجه نشویم، همه گریس به مایع تبدیل می‌شود و از محفظه ذخیره تخلیه می‌شود، و به این ترتیب یاتاقان می‌سوزد.

روغن‌کاری مفصل‌ها و یاتاقان‌های فرعی ساده و قابل دسترسی به‌کمک دست روغن‌کاری می‌شوند. روغن توسط روغن‌دان و یا روغن‌پاش از طریق



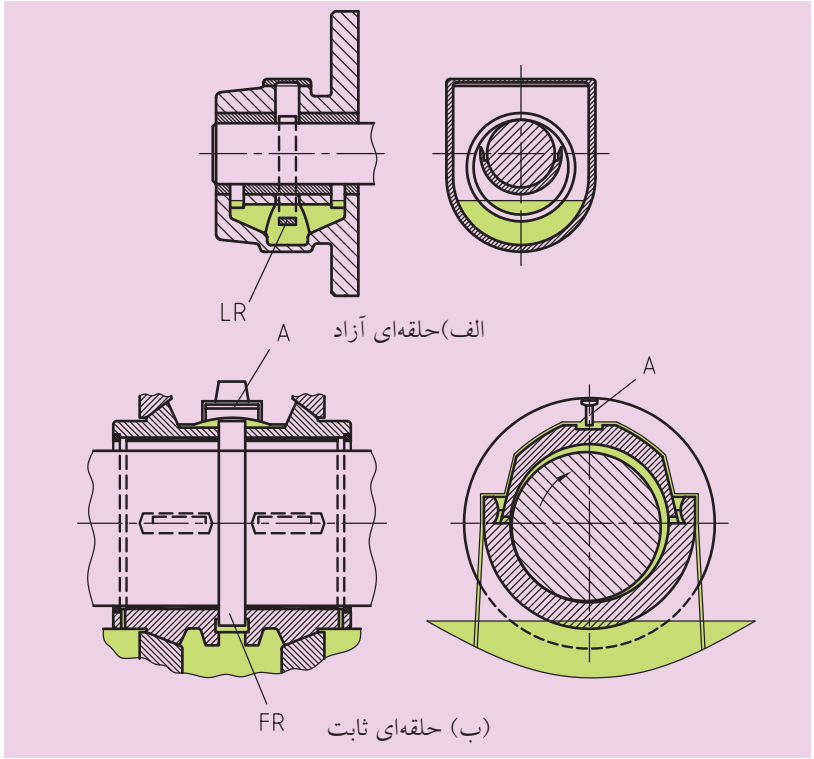
(الف)گریس‌دان
(ب)گریس‌خور ساچمه‌ای
(پ) گریس‌خور مخروطی
(ت) بوش گریس‌کاری خودکار
(ث) یاتاقان با محفظه گریس

شکل ۱۹ – ۶ تجهیزات گریس‌کاری

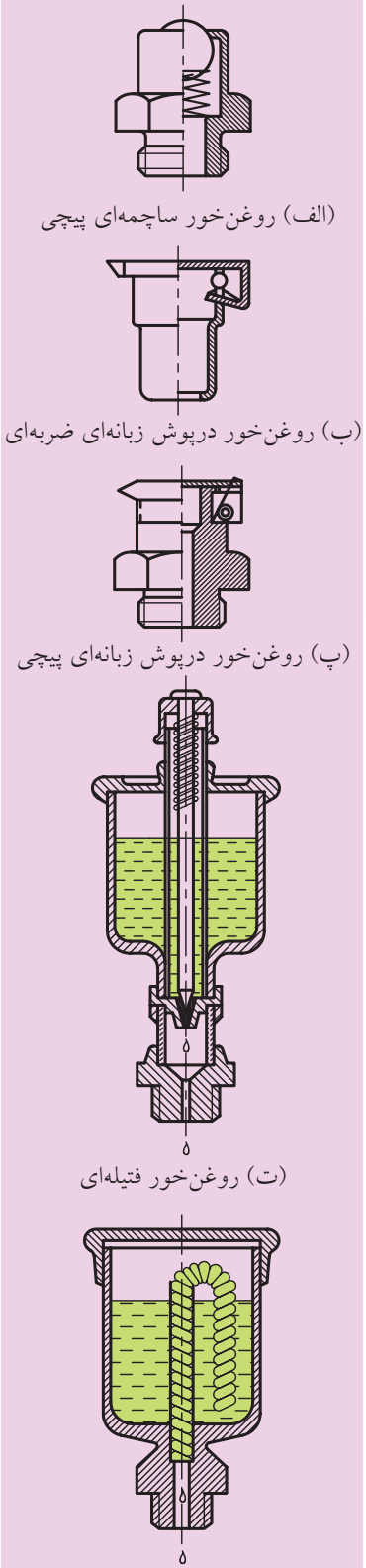
سوراخ روغن هدایت می‌شود و یاتاقان به اندازه داغ نشدن روغن می‌گیرد.

سوراخ روانسازی برای جلوگیری از ورود کثافات با یک روغن‌خور ساچمه‌ای پیچی (شکل ۲۰ـ۶الف) یا یک روغن‌خور درپوش ضربه‌ای (شکل ۲۰ـ۶ب) یا یک روغن‌خور درپوش‌دار پیچی (شکل ۲۰ـ۶پ) بسته می‌شود. (شکل ۲۰ـ۶پ و ث) یک روغن‌خور قطره‌ای و یک روغن‌خور فتیله‌ای را نشان می‌دهد که روغن لازم برای نقاط مختلف یاتاقان به‌طور مداوم از ظرف مخصوص تأمین می‌شود.

همچنین یک سیستم روغن‌کاری غوطه‌وری ساده وجود دارد که مطمئن و در عین حال کم‌مصرف است. در شکل ۲۱ – ۶ نمونه‌ای از آن‌ها که روغن‌کاری 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.

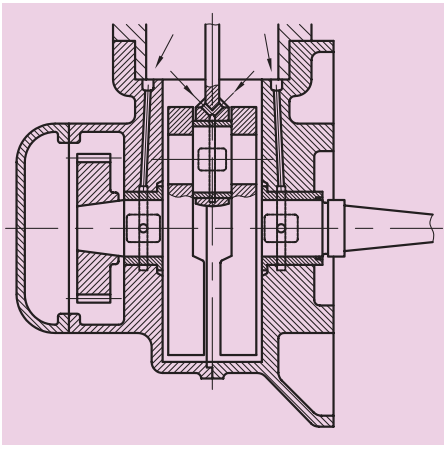


شکل ۲۱ـ ۶ روغن‌کاری حلقه‌ای



شکل ۲۰ – ۶ تجهیزات روغن‌کاری

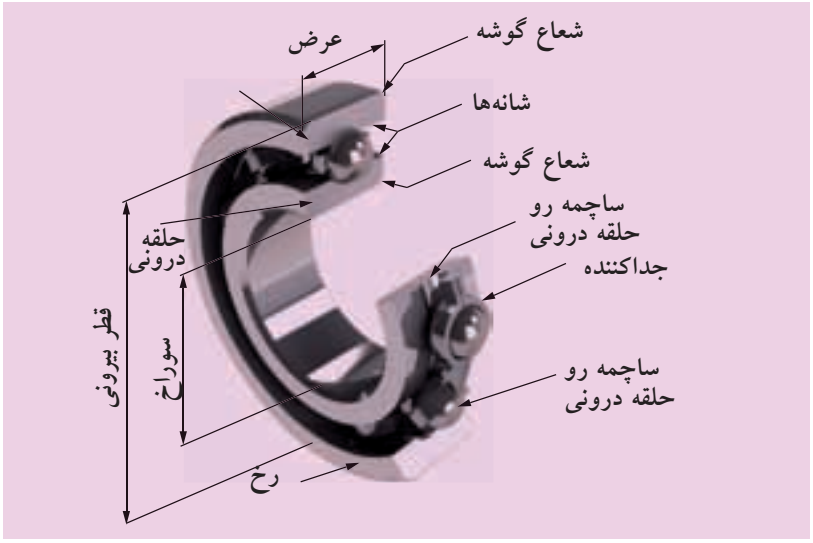
در یاتاقان‌هایی که با روانسازی لایه مرزی روغن‌کاری می‌شوند. میزان دبی روغن به خاطر سرعت‌های لغزشی پایین کم است اکثراً به پمپ نیاز دارند تا میزان حداقل دبی روغن لازم را تأمین کنند. در شکل ۲۲-۶ روغن‌کاری پاششی میل‌لنگ موتور نشان داده شده است. معمولاً روغن پاشیده شده و حتی بخار شده در داخل محفظه‌های ماشین 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. روغن‌کاری میل‌لنگ- میل‌پیستون ماشین‌های پیستونی با این روش انجام می‌پذیرد.



شکل ۲۳-۶

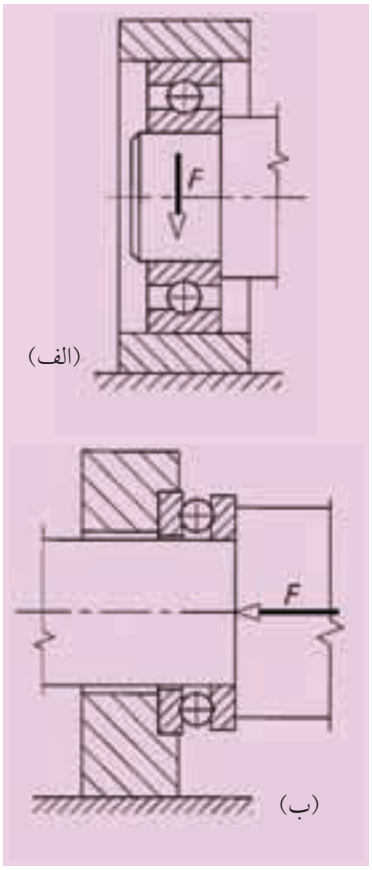
۵ـ۶ یاتاقان‌های غلتشی

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 به‌دلیل ارزان بودن، جداساز ندارند، درصورتی‌که 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 روغن‌کاری کمتری احتیاج دارند. در شکل ۲۳ـ۶ اجزای یک یاتاقان غلتشی نشان داده شده است.



شکل ۲۳-۶ مشخصات یاتاقان غلتشی ساچمه‌ای

ایــن یاتاقان‌ها در شــروع حرکت گشــتاور کمتری دارند که همیــن امر برتری اصلی آن‌ها محســوب می‌شود. یاتاقان‌های غلتشــی ساچمه‌ای مراقبت چندانی لازم ندارند و اگر به‌درســتی انتخاب شــده باشند، تحمل بار در جهات مختلف امکان‌پذیر اســت. از طرفی به‌علت اســتاندارد بودن اندازه‌ها، به‌راحتی تعویض می‌شوند، فضای کمتری در محور اشغال می‌کنند، حرارت زیادی تولید نمی‌کنند و راندمان خوبی دارند. آن‌ها درصورت خراب شــدن ســر و صدای غیر عادی از خود نشــان می‌دهند و به این شــکل بروز اشکال را اعلام می‌کنند، در مقابل آلودگی گرد و غبار حساســیت بالایی دارند و شــدیداً بــه آب‌بندی نیاز دارند. حلقه درونی یاتاقان‌های غلتشــی مطابق شــکل ۲۴ـ۶ بــر روی محور و حلقه بیرونی به بدنه سیستم جازده می‌شود.



شکل ۲۴ـ ۶ مونتاژ یاتاقان‌های غلتشی

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

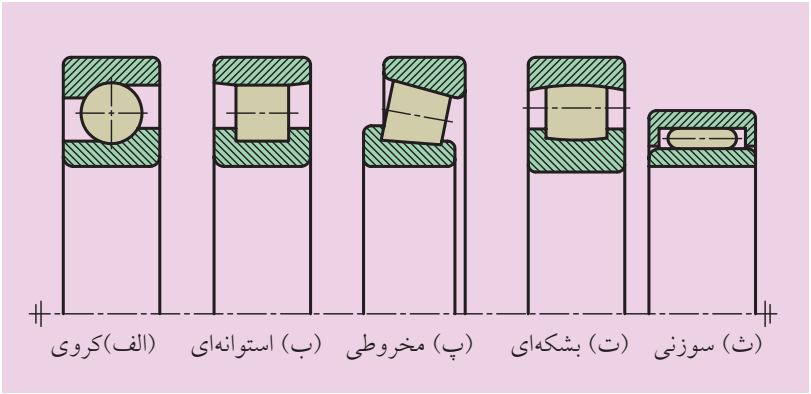
جنس قفســه‌ها در بیشــتر موارد از فولاد است. در بعضی موارد از برنج، فلزات ســبک و یا مواد مصنوعی پلاســتیکی مثل پلی‌آمیدها و یا فنوپلاست‌ها استفاده می‌شود. قفسه‌های پلاستیکی سروصدا را کم می‌کنند و باعث کاهش اصطکاک می‌شوند.

(الف) قفسه پرسی برای ساچمه‌ها

(ب) قفسه ضخیم برای غلتک‌ها

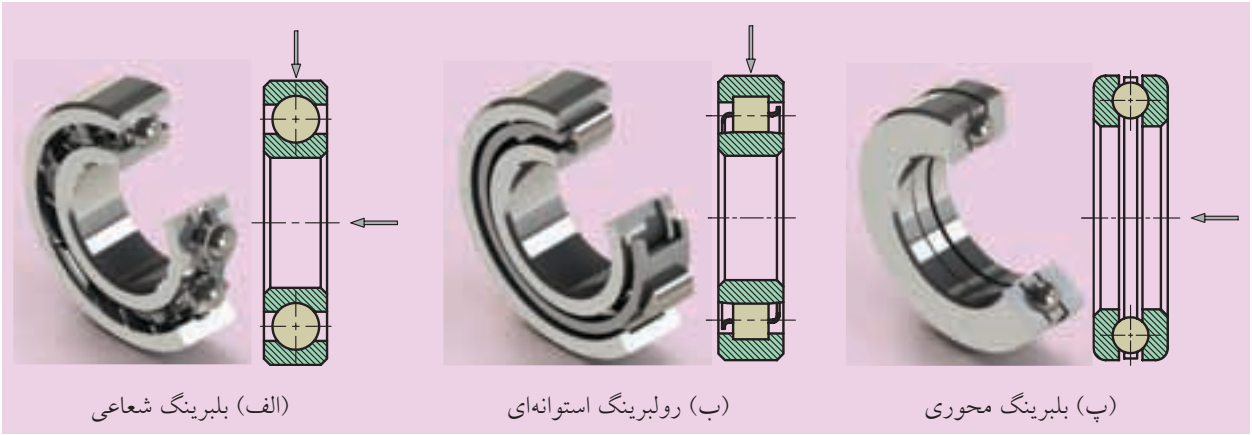
شکل ۲۵ـ ۶ قفسه‌های یاتاقان‌های غلتشی

معمولاً یاتاقان‌های غلتشی که ساچمه‌های کروی دارند را بلبرینگ می‌نامند و اگر ساچمه‌های غیرکروی داشته باشند، رولبرینگ نام دارند. غلتک‌های رولبرینگ‌ها بـــه شـــکل‌های استوانه‌ای، مخروطی، بشکه‌ای و ســـوزنی هستند که در شکل ۲۶ـ۶ نشان داده شده است.



شکل ۲۶ـ ۶ فرم‌های مختلف غلتان

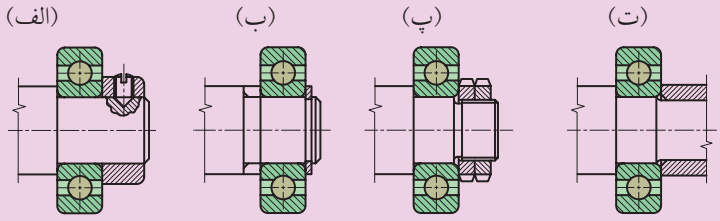
در یاتاقان‌های غلتشـــی معمولی رینگ‌ها، دیســـک‌ها و اجســـام غلتان از جنس فولاد مخصوص کروم‌دار هســـتند. اجســـام غلتان و مســـیر غلتش سخت‌کاری، ســـنگ‌زنی و پولیش می‌شوند. همچنین در شکل ۲۷ـ۶ انواع یاتاقان‌های غلتشی را مشاهده می‌کنید. شکل ۲۷ـ۶ الف یاتاقان غلتشی ساچمه‌ای است که ساچمه‌ها در شـــیارهای موجـــود در رینگ‌ها و یا دیســـک‌ها حرکت می‌کننـــد و آن‌ها را بلبرینگ‌های شیار عمیق می‌نامند. در شکل ۲۷ـ۶ ب یک رولبرینگ استوانه‌ای، و در شـــکل ۲۷ـ۶ پ بلبرینگ شـــیار عمیق محوری (کف گرد) نشان داده شده است. در یاتاقان‌های کف‌گرد، اجسام غلتان بین دو دیسک حرکت می‌کنند. این یاتاقان‌ها به یاتاقان‌های دیسکی نیز مشهور هستند.



شکل ۲۷ـ ۶ انواع یاتاقان‌های غلتشی

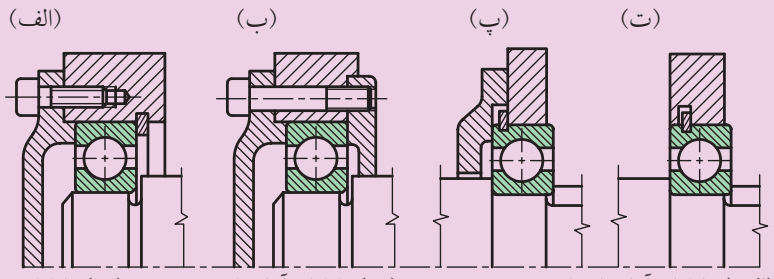
۱ـ۵ـ۶ رعایت نکات مهم در مونتاژ

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



(الف) با رینگ تنظیم (ب) رینگ نگهدارنده فنری (خار فنری) (پ) مهره‌های دوبل (ت) با واشر فاصله‌انداز

شکل ۲۸ ـ ۶ روش‌های تثبیت محوری رینگ‌های داخلی یاتاقان غلتشی



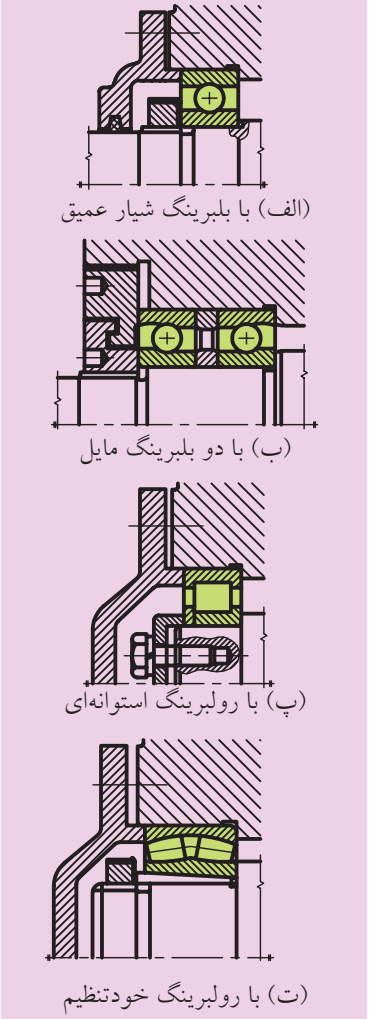
(الف) یاتاقان آزاد با خار فنری و درپوش (ب) یاتاقان آزاد با دو درپوش (پ) یاتاقان ثابت با خار فنری و درپوش (ت) یاتاقان ثابت با خار فنری و محفظه دوتکه

شکل ۲۹ ـ ۶ 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 ۳۰ـ۶ چند مثال از طراحی یاتاقان‌های ثابت نشان داده شده است.



(الف) با بلبرینگ شیار عمیق

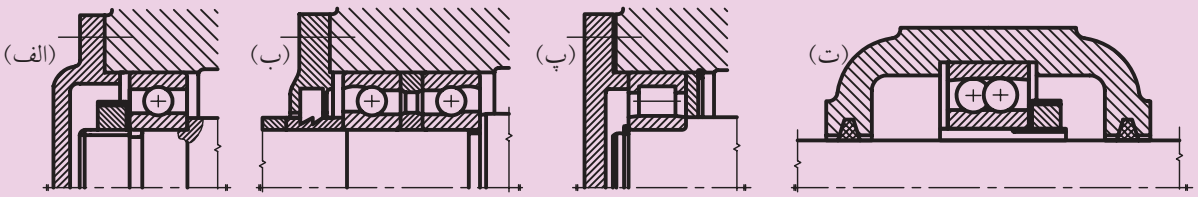
(ب) با دو بلبرینگ مایل

(پ) با رولبرینگ استوانه‌ای

(ت) با رولبرینگ خودتنظیم

شکل ۳۰ ـ ۶ یاتاقان‌های ثابت

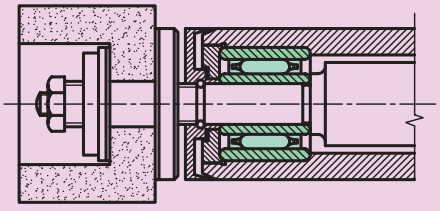
همچنین مثال‌هایی از طراحی یاتاقان‌های آزاد را نیز در شکل (۳۱ ـ ۶) مشاهده می‌کنید.



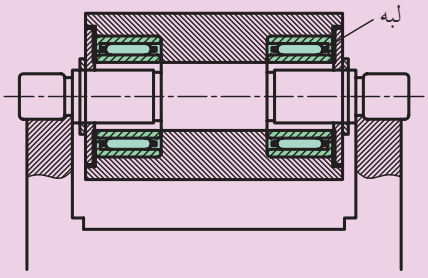
(الف) با بلبرینگ شیار عمیق (ب) با دو بلبرینگ مایل(پ) با رولبرینگ استوانه‌ای (ت) با بلبرینگ خودتنظیم (بر روی غلاف فنری)

شکل ۳۱ ـ 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 ۳۲ـ ۶ و ۳۳ـ ۶ مثال‌هایی از این نوع یاتاقان‌ها نشان داده شده است.

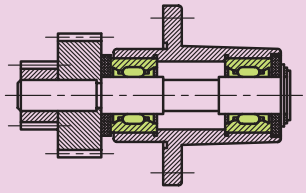


(الف) به‌عنوان یاتاقان آزاد در یک شافت دستگاه سنگ‌زنی داخلی

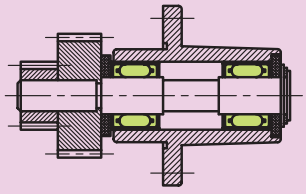


(ب) دو یاتاقان با لبه، جهت حرکت اولیه جانبی در یک غلتک نگهدارنده

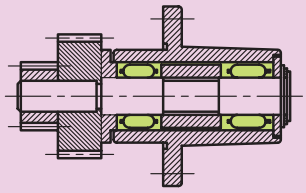
شکل ۳۲ ـ ۶ مونتاژ یاتاقان‌های سوزنی با رینگ داخلی و خارجی



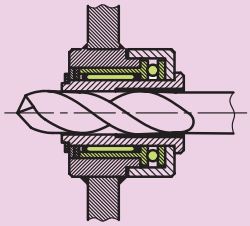
(الف) با رینگ خارجی



(ب) با غلاف سوزنی



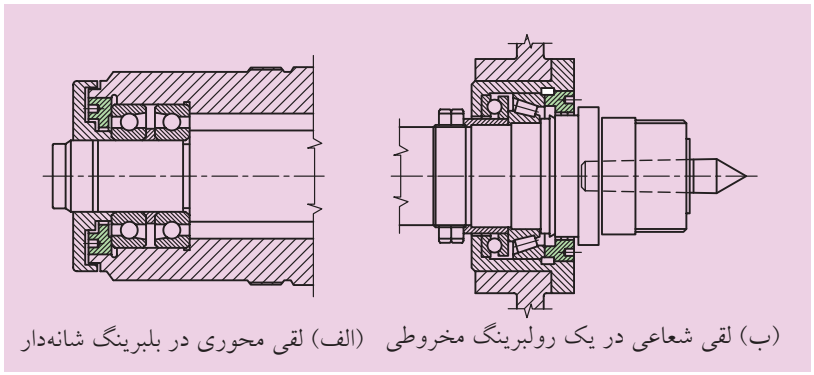
(پ) فقط با تاج سوزنی



(ت) یاتاقان ترکیبی سوزنی و بلبرینگ کف‌گرد در یک بوش سوراخ‌کاری دوار

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

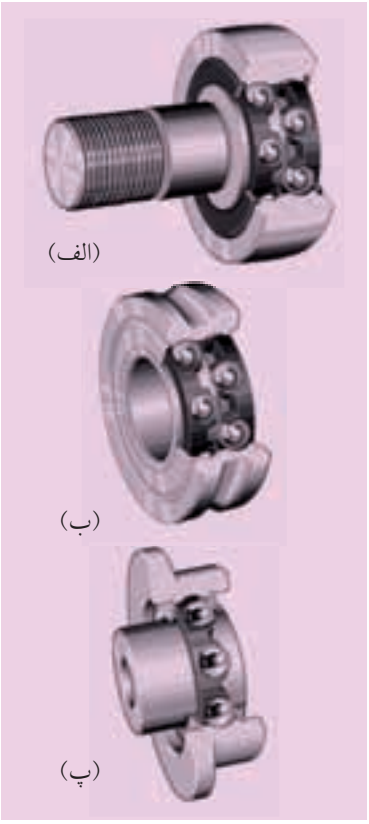
برخی از یاتاقان‌ها دارای لقی قابل تنظیم هستند. نمونه بلبرینگ‌های شانه‌دار مطابق شکل ۳۴ـ۶ که مسیرهای حرکت به‌گونه‌ای ایجاد شده است تا شافت کمی لقی محوری داشته باشد.



(ب) لقی شعاعی در یک رولبرینگ مخروطی (الف) لقی محوری در بلبرینگ شانه‌دار

شکل ۳۴ ـ ۶ یاتاقان‌بندی با لقی قابل تنظیم

روش مونتاژ یاتاقان غلتشی ساچمه‌ای دو ردیفه و یک‌ردیفه در شکل ۳۵ـ۶ نشان داده شده است.



(الف)

(ب)

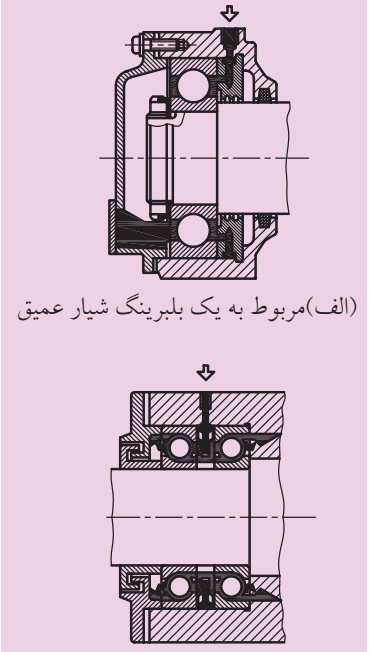
(پ)

شکل ۳۵ ـ ۶ مونتاژ بلبرینگ

۲ـ۵ـ۶ 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 این‌حال 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 به‌عهده دارند. روغن‌های گریس انواع متفاوتی دارند. تا ۵۰°C گریس کلسیم، تا ۸۰°C گریس کادمیم و تا ۱۲۰°C گریس لیتیم، مصرف می‌شود. در بهترین سیستم برای این کار، روغن گریس را در فضای خالی بین یاتاقان و درپوش می گذارند که در شکل ۳۶ـ ۶ مشاهده می‌شود.



(الف)مربوط به یک بلبرینگ شیار عمیق

(ب) مربوط به دو بلبرینگ مایل

شکل ۳۶ـ۶ گریس‌کاری یاتاقان‌های غلتشی

و اما چنان‌چه گفته شد اگر سرعت بالا باشد و سرد کردن یاتاقان موردنظر باشد از روغن مایع اســتفاده می‌شود. معمولاً برای مقابله با اکسیداسیون و یا کثافات، محلول‌های ضد آن مخلوط می‌شــود. جنس روغن با توجه به ویسکوزیته آن‌ها انتخاب می‌شــود. در این شــرایط معمولاً از سیســتم‌های پمپاژ کوچک استفاده می‌شود تا بسیاری از نقاط را به‌طور هم‌زمان تغذیه کنند و روغن از راه سوراخ‌ها هدایت می‌شود. روغن‌کاری با بخار روغن، بسیار مطلوب است. در این سیستم از طریق لوله مکش، هوای فشــرده دمیده می‌شــود. انتهای پایینی لوله در داخل یک حمام روغن قرار می‌گیرد، قطرات روغن توســط جریان هوا جدا می‌شوند و بالا می‌آیند و هوای حامل روغن از طریق لوله‌ها به یاتاقان‌ها هدایت می‌شود. نوعی روغن‌کاری ســاده و در عین‌حال مطمئن وجود دارد که آن‌را روغن‌کاری غوطه‌ور می‌نامند (شــکل ۳۷ـ ۶). در هر دوری که زده می‌شــود، اجسام غلتان به روغن آغشــته می‌شــوند و بدین‌ترتیب عمل روغــن‌کاری صورت می‌گیرد. در بســیاری از مواقع نیز از روغن‌کاری چرخشــی استفاده می‌شود که در شکل مشاهده می‌شود.

تحقیق کنید

تحقیق کنید یاتاقان‌های غلتشی در ماشــین‌های افــزار بــه چه صورتی روانکاری می‌شوند.

.....

.....

.....

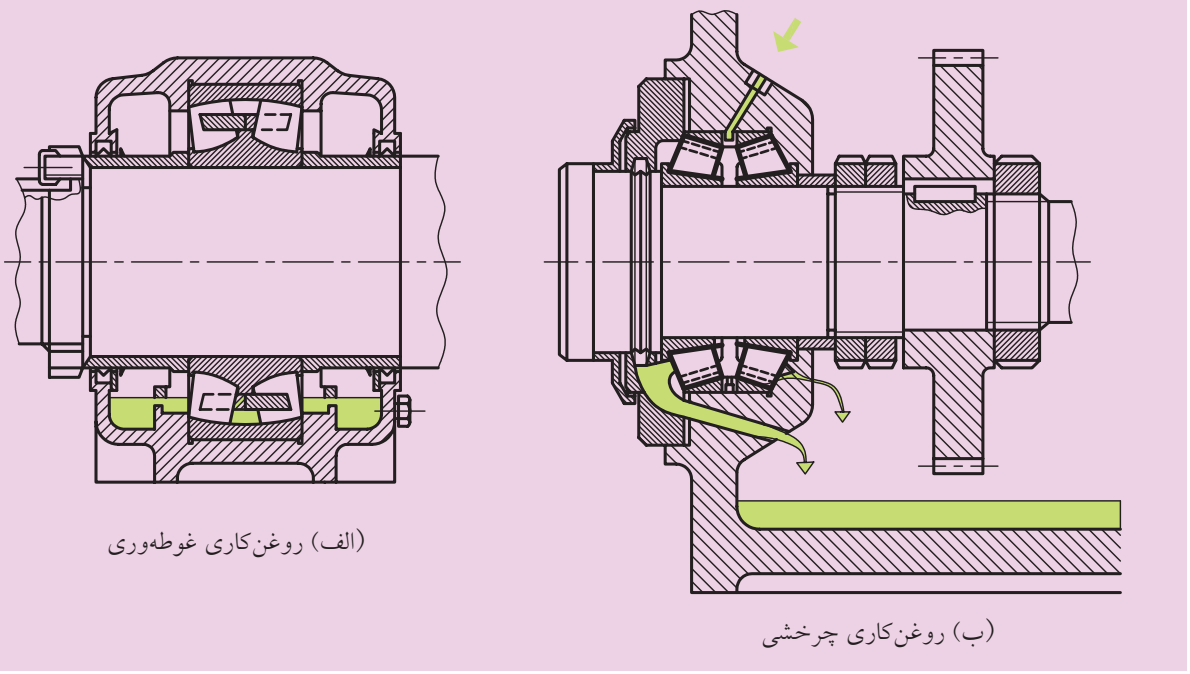
.....

.....

.....

.....

.....



(الف) روغن‌کاری غوطه‌وری

(ب) روغن‌کاری چرخشی

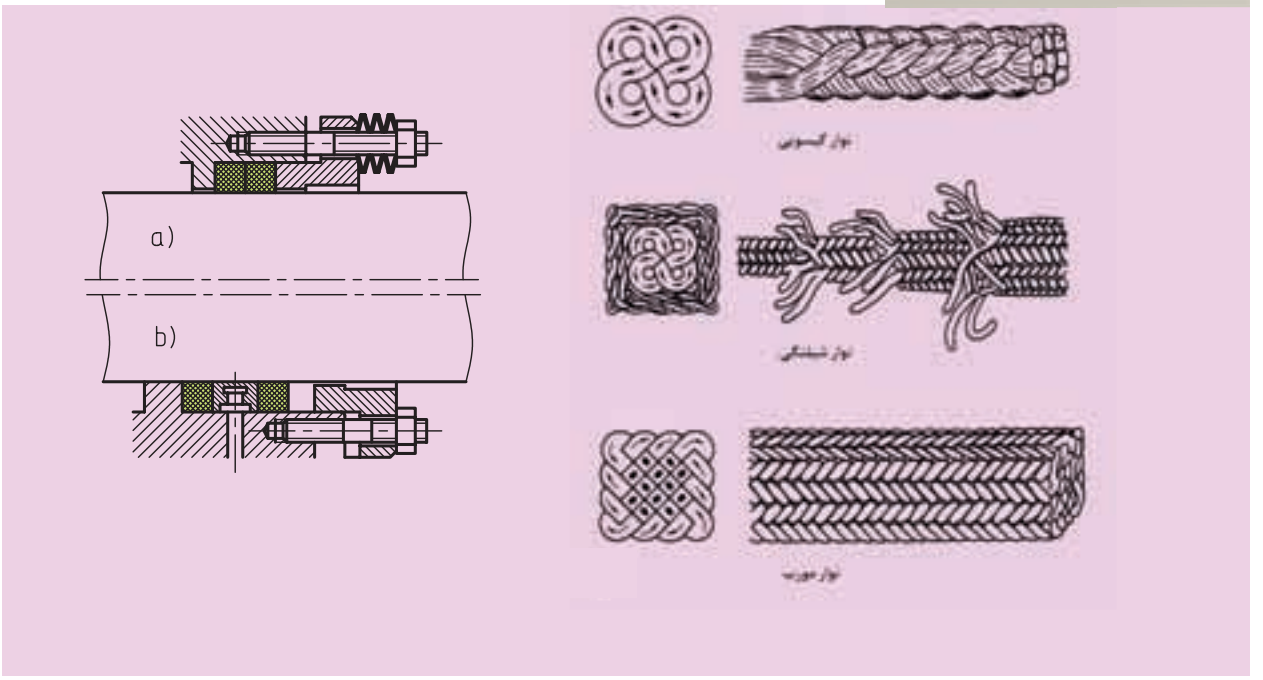
شکل ۳۷ـ۶ روغن‌کاری یاتاقان‌های غلتشی

۶ـ۶ 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.

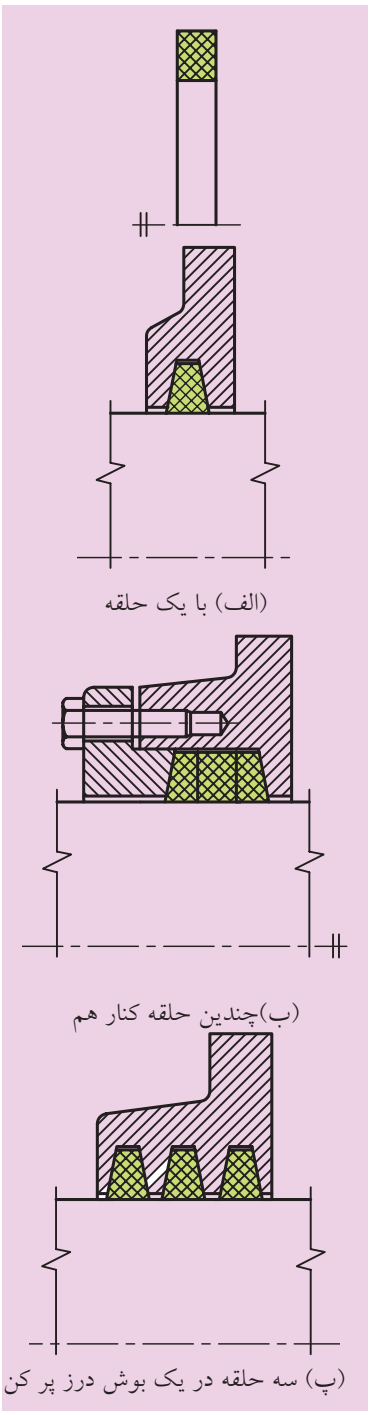
مهم‌ترین نوع آب‌بندها (نشت‌بندها) انواع کاسه‌نمد و لاستیک نمد است. چنان‌چه در شکل ۳۸ـ ۶ مشاهده می‌شود. نمدها تنهایی و یا به‌همراه لاستیک بافته می‌شوند و برای آب‌بندی به‌کار می‌روند.



شکل ۳۸ـ۶ نمونه‌هایی از وسایل آب‌بندی

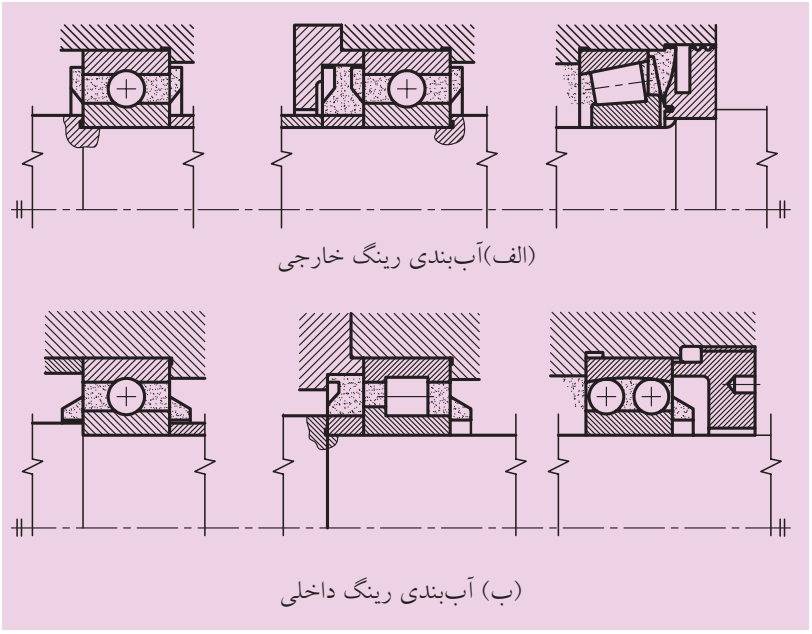
۱ـ۶ـ۶ آب‌بندهای تماسی

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 آزبست، کنف و کائوچو باشد. آن‌ها قبل از مونتاژ مقاطع مربعی شکلی دارند و در داخل روغن داغ قرار می‌گیرند. شیارهای درون بدنه، ذوزنقه‌ای‌شکل هستند و این شیارها باعث تغییرشکل مقاطع مربعی نمد می‌شوند، بنابراین حلقه‌های نمدی با پیش‌تنیدگی بر روی محور قرار می‌گیرند (شکل ۳۹ـ۶).



شکل ۳۹ـ ۶ حلقه‌های آب‌بندی نمدی

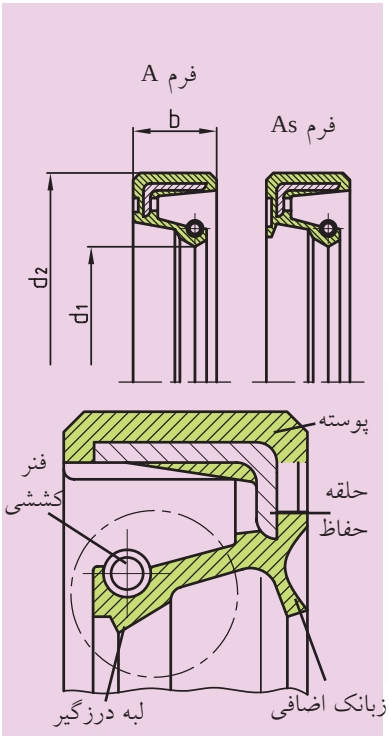
تأثیر آب‌بندی را می‌توان، از طریق در کنار هم قرار دادن چندین حلقه نمدی تقویت کرد. استفاده از آب‌بندهای نوع درز پرکن، مطمئن‌ترین راه است، که در آن‌ها یک بوش فلانچ‌دار، حلقه‌های نمدی را تحت فشار نگه می دارد. فقط در این‌صورت اصطکاک افزایش می‌یابد. به‌همین دلیل برای سرعت‌های لغزشی کم توصیه می‌شود. در یاتاقان‌های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



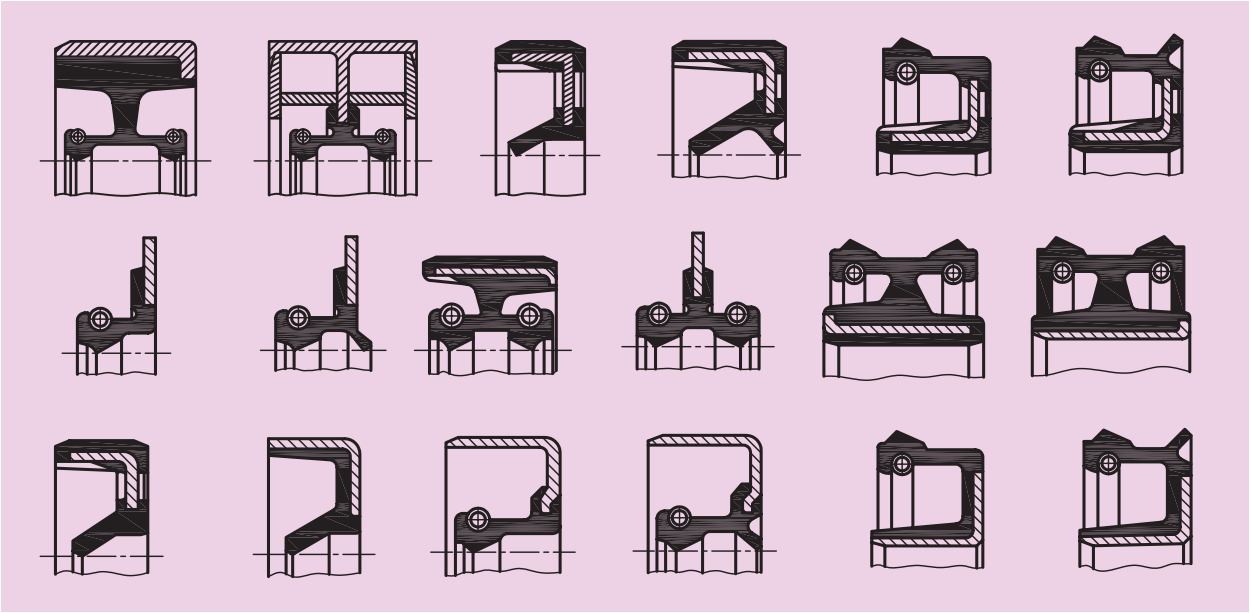
شکل ۴۰ـ۶ آب‌بندی یاتاقان‌های لغزشی با حلقه‌های فنری

ایــن حلقه‌ها برای آب‌بندی رینگ‌های خارجی و داخلی به‌کار می‌روند. یک لبه تیز به پیشــانی رینگ خارجی و یا رینگ داخلی یاتاقان فشــرده شــده و در اثر مالش در آن یک شیار ظریف به‌وجود می‌آورد و به این ترتیب از خروج روغن گریس جلوگیری می‌شود.

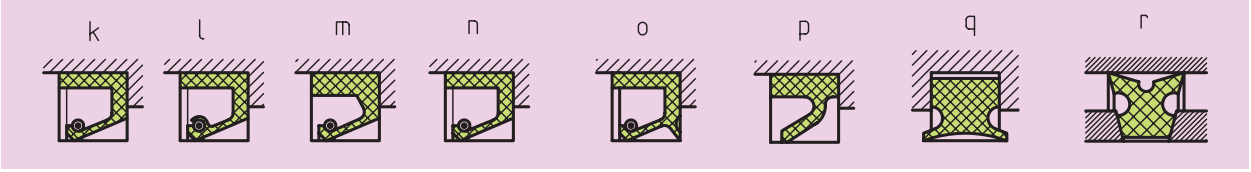
رایج‌ترین نشت‌بندهای محور، کاسه‌نمدها هستند (شکل ۴۱ـ۶).
ایــن کاســه‌نمدها در فرم A با یک لبه آب‌بنــدی و در فرم As با یک لبه حفاظ اضافی ســاخته می‌شوند. این نوع نشت‌بندها از جنس الاستومر هستند و تحت پیش‌تنیدگی شعاعی یک فنر قرار می‌گیرند. به‌منظور کاهش خوردگی کاسه‌نمد و محور لازم اســت فضای بین دو لبه گریس‌کاری شــود. لبه اصلی باید همیشه در سیالی که آب‌بندی می‌شود، قرار گیرد و نباید خشک شود.
در شــکل ۴۱ـ۶ کاسه‌نمدها در فرم‌های A و As و ۴۲ـ۶ و ۴۳ـ۶نمونه‌هایی از مقاطع کاسه‌نمدها را می‌بینید.



شکل ۴۱ – ۶
کاسه نمدها در فرم‌های A و As



شکل ۴۲ـ۶ فرم‌های متنوع از مقاطع کاسه‌نمدها



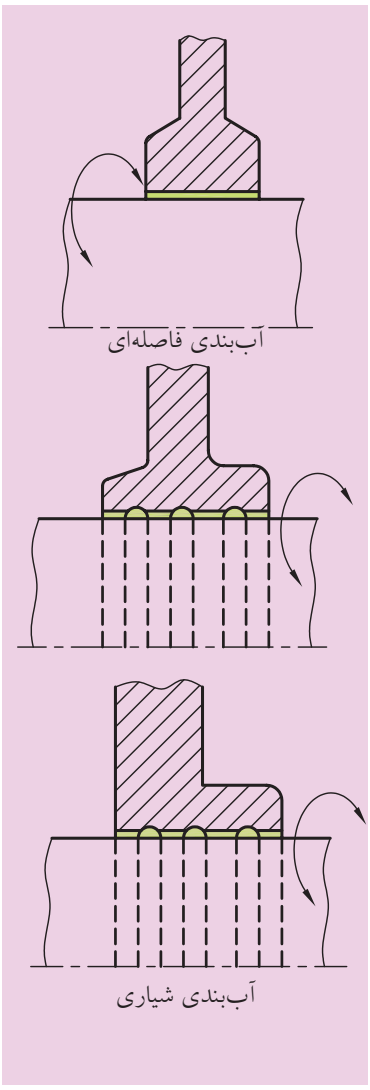
شکل ۴۳ـ۶ کاسه‌نمدهایی بدون جداره خارجی

۲ـ۵ـ۶ وسایل آب‌بندی بدون تماس

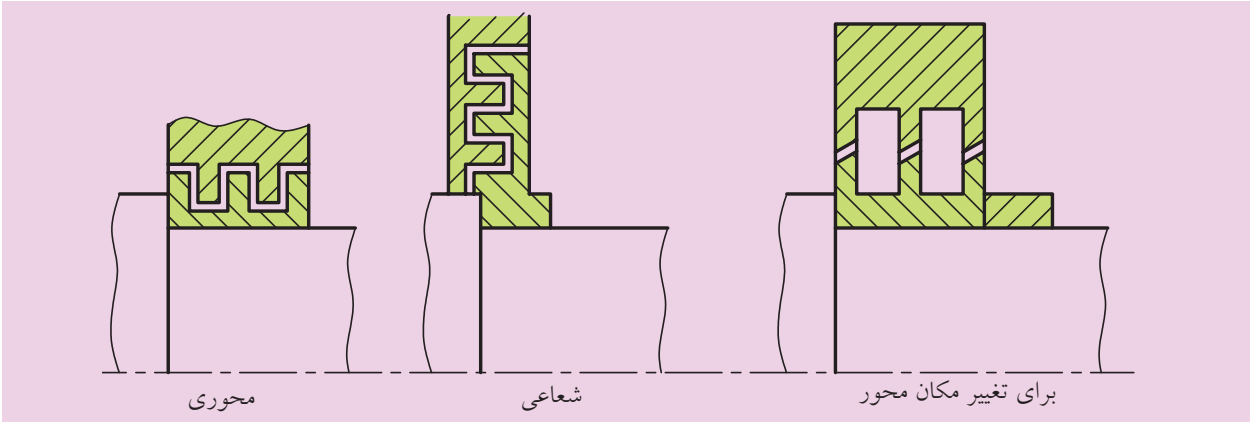
آب‌بندی غیرتماسی برای قطعات مدوری به‌کار می‌رود که سطح آن‌ها سنگ نخورده و دارای تعداد دور زیادی هستند. در این نوع آب‌بندی بین بدنه وسیله آب‌بندی و محور، فاصله وجود دارد که این فاصله با گریس پر می‌شود. به‌همین دلیل به آن آب‌بندی فاصله‌ای نیز می‌گویند. این روش آب‌بندی تا حدودی از ورود گرد و غبار جلوگیری 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 به‌کار گرفته می‌شود و در هنگام سوار کردن، شیارها با روغن غلیظ پر می‌شود. در محورهای با دور زیاد، در شیارها یک نوع گرداب به‌وجود می‌آید که باعث آب‌بندی خوبی می‌شود (شکل ۴۴ – ۶).

شیار مارپیچی را می‌توان به‌گونه‌ای ساخت که روغن مایع در داخل شیار جریان یافته و از طریق یک مدار بسته، مجدداً برگردد. در آب‌بندی لابیرنتی به‌علت وجود شیارهای فرمی که از گریس پر می‌شود اثر آب‌بندی بیشتر است، یعنی لابیرنت‌ها 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 مونتاژ روغن گریس در فضای آب‌بندی پر می‌شود.

لابیرنت‌ها به دو دسته محوری و شعاعی تقسیم می‌شوند، که لابیرنت‌های محوری یک تکه‌ای هستند، ولی لابیرنت‌های شعاعی دارای محفظه‌های جداشونده هستند. این نوع وسایل آب‌بندی در موارد مختلفی کاربرد دارند. مثلاً در موتورهای الکتریکی، وسائل نقلیه، آسیاب‌های سیمان، محورهای سنگ‌های سمباده و یاتاقان‌های اکسل‌ها کاربرد دارند (شکل ۴۵ – ۶).

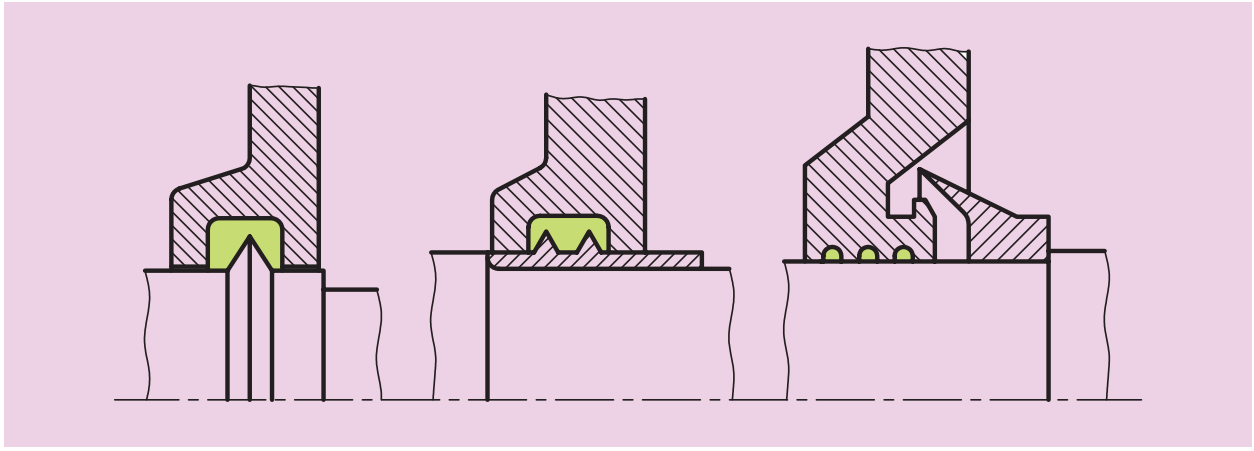


شکل ۴۴ـ ۶ آب‌بندی



شکل ۴۵ – ۶ لابیرنت‌ها

همه شکاف‌ها و لابیرنت‌ها 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 لابیرنت‌ها به‌صورت هم‌مرکز دوران می‌کنند، زیرا در غیر این‌صورت، 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. به‌کمک 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.

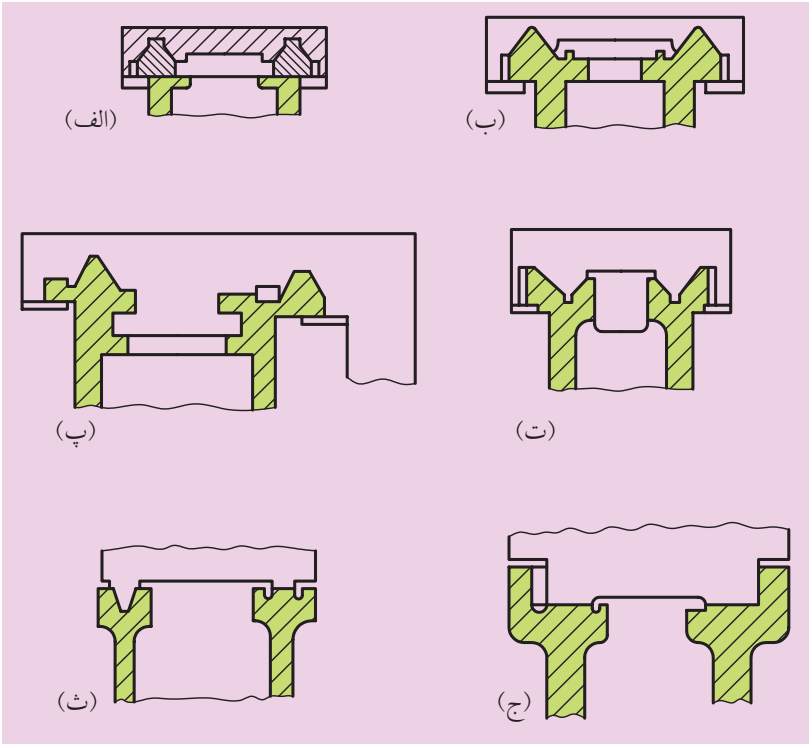


شکل ۴۶ – ۶ حلقه‌های تزریقی

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

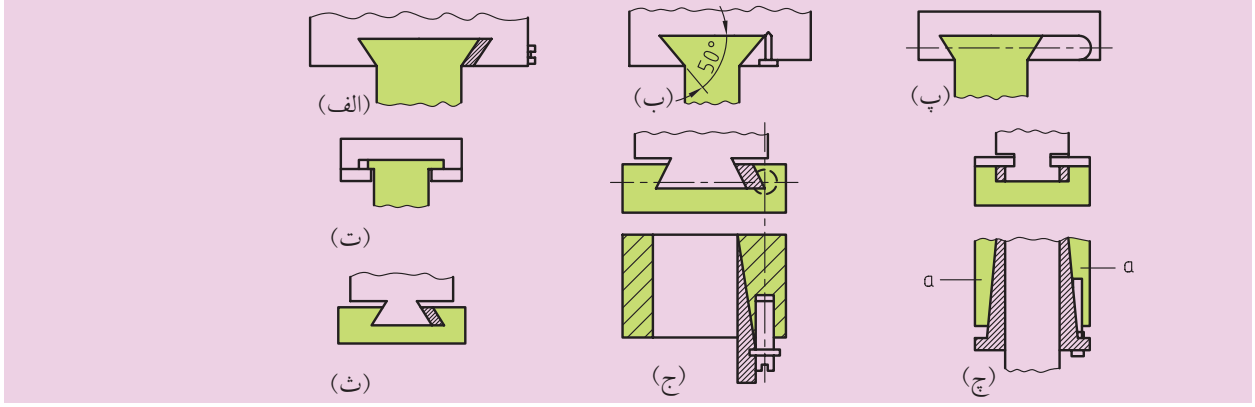
۶ـ۷ سطوح راهنما

سطوح راهنما در ماشین‌های ابزار، سبب حرکت مستقیم سیستم‌هایی همچون دستگاه مرغک و سوپرت‌ها روی میز ماشین می‌شوند. راهنماها در صنعت انواع زیادی دارند. در شکل‌های ۴۷–۶ و ۴۸–۶ پرمصرف‌ترین آن‌ها را مشاهده می‌کنیم. سطوح راهنمای شکل ۴۷ـ۶ الف، ب و پ در ماشین‌های تراش، شکل ۴۷ـ۶ ت، ج در ماشین‌های صفحه تراش و شکل ۴۷–۶ ث در ماشین‌های سنگ، مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۴۷ – ۶ انواع سطوح راهنما

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



شکل ۴۸ – ۶ انواع سطوح راهنما به صورت جفتی

۱ـ ۷ ـ 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 روغن‌کاری شده باشند و از انواع آلودگی‌ها و گرد و غبار محافظت شوند.

ت) سطوح راهنما نباید در جایشان تکان بخورند.

ث) براده‌ها بتوانند به خودی‌خود بلغزند و تمیز شوند.

ج)آزادانه بتوانند کار کنند.

چ) ساختمان سطوح راهنما حتی‌الامکان ساده و ارزان باشد.

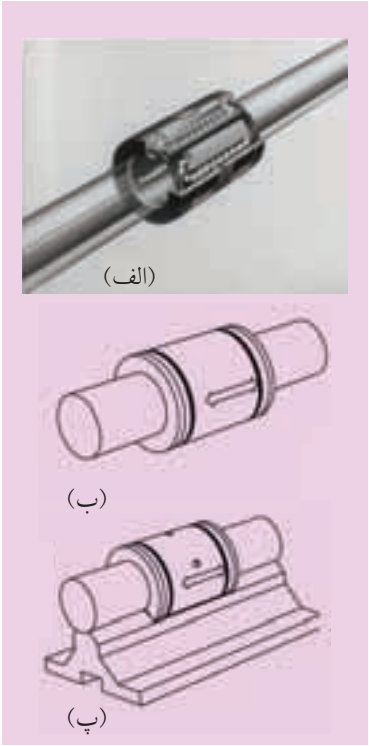
در بعضـی مواقع نیروهای برشـی باعث می‌شـوند که سیسـتم‌های موجود بر روی سطوح راهنما منحرف شوند. برای جلوگیری از این حادثه یک سیستم کلید کردن سیسـتم را بر روی سطوح راهنما به‌کار می‌برند. در شکل ۴۷ـ۶ الف،ب،پ،ت نمونه‌هایی از این کلید کردن را مشـاهده می‌کنیم. سـطوح راهنمای شـکل ۴۷ـ۶ الف،ب،پ از نوع منشوری هستند. چنان‌چه فشار سطح آن‌ها از N/cm ۵۰ 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 پلاسـتیکی و فولادی نیز می‌سـازند و نوع فولادی آن‌را سنگ می‌زنند و با شابر کامـلاً صاف می‌کنند تا سیسـتم موجود بر روی آن‌ها راحـت و روان حرکت کند.

در شکل ۴۷ـ ۶ الف سطوح راهنمای یک دستگاه تراش قدیمی نشان داده شده اسـت، که به مرور زمان ارتعاشات موجود دسـتگاه 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 سـطوح راهنمای شکل ۴۷ـ۶ب پدید آمده که در دو طرف آن دو منشـور پیش‌بینی شده است. منشـورهای 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 ۴۷ـ ۶ پ ساخته شد.

امروزه در صنعت سـطوح راهنمای غلتانی سـاخته می‌شـود که حرکت خطی به‌کمک ساچمه‌های کروی، استوانه‌ای و سوزنی اتفاق می‌افتد.

۶ـ۷ـ۲ سطوح راهنمای ساچمه‌ای

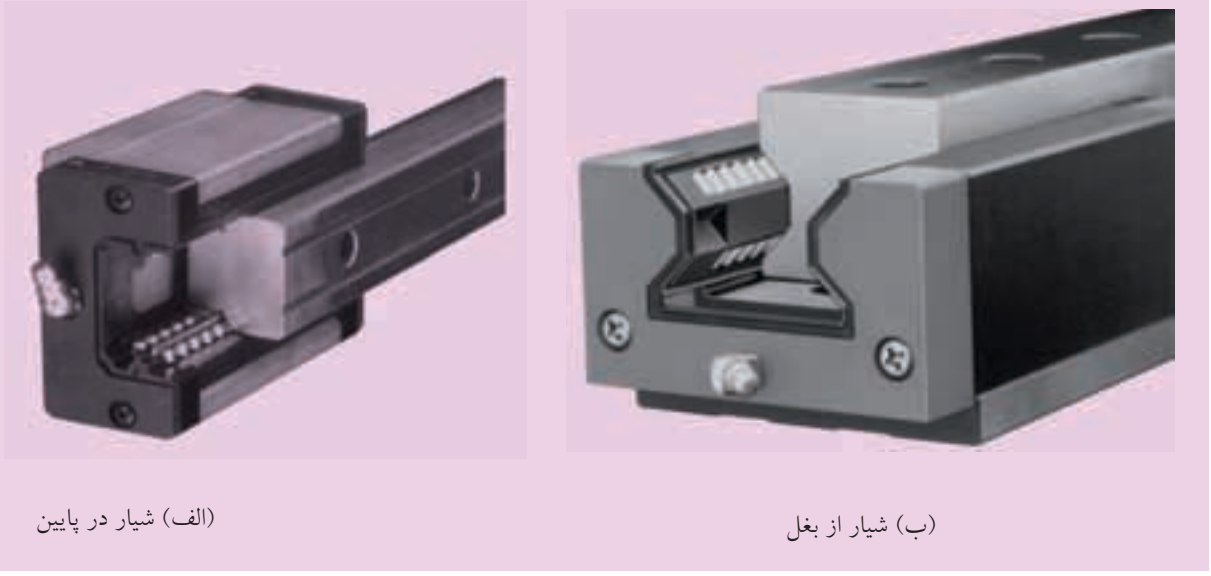
این اجزاء که به آن‌ها یاتاقان‌های خطی نیز می‌گویند، بایستی با حساسیت بالایی تولید شـوند. یک حلقه بوشی و یک قفسه و تعدادی ساچمه تشکیل‌دهنده این نوع سطوح راهنما هستند که در شکل ۴۹ـ ۶ نمونه آن‌را مشاهده می‌کنید.



شکل ۴۹ ـ ۶ سطوح راهنمای ساچمه‌ای

سـطوح راهنما بـر روی محـور در جهت محوری بـا غلتیدن سـاچمه‌ها در حرکت اسـت .تقریباً نصف سـاچمه‌ها در جهت حرکت نیرو منتقل می‌کنند و بقیه سـاچمه‌ها به‌صورت آزاد می‌غلتند، بنابراین در یک محیط بسـته در داخل کانال‌های ایجاد شـده ساچمه‌ها قرار داده می‌شوند تا در حد نیاز حرکت خطی ایجاد شـود. تولرانس حلقه بیرونی و سـاچمه‌ها در حد یک میکرون، و جنس آن‌ها مثل جنس یاتاقان‌هاست.

قفسـه‌های سـاچمه‌ها، هـم از پلاسـتیک و هـم از فـولاد سـاخته می‌شـود. ایـن نوع سـطوح راهنمـا، توانایـی انتقال بارهـای زیـاد را دارند. همچنیـن سـطوح راهنمـا به‌صـورت طرح‌هـای مختلفـی موجـود اسـت کـه در شـکل ۵۰ـ۶ نمونـه دیگـر آن‌هـا نشـان داده شـده اسـت.



(ب) شیار از بغل

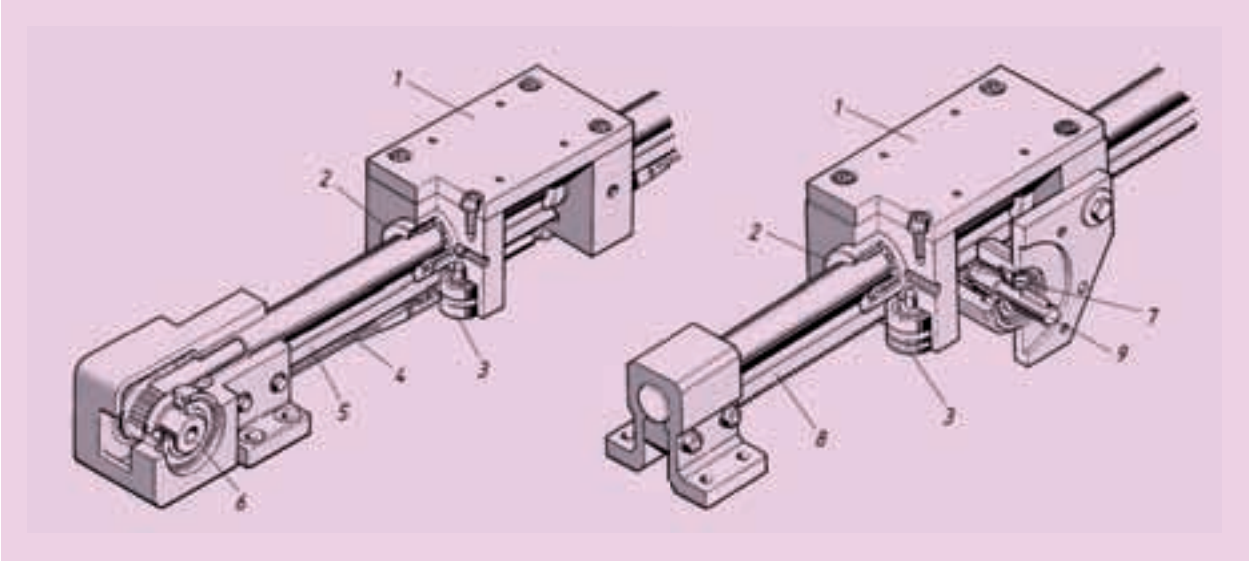
(الف) شیار در پایین

شکل ۵۰ـ ۶ سطوح راهنمای خطی

در حرکت‌های شـعاعی مناسـب نیسـتند، چون‌که در کوتاه‌ترین زمان ساییده می‌شـوند، بنابراین در صورت نیـاز به حرکت محوری و شـعاعی هم‌زمان از سـاچمه‌های کروی و اسـتوانه‌ای یا سوزنی اسـتفاده می‌کنند. در شکل ۵۰ـ ۶ نمونه‌ای از نوع ریلی داده شـده است که شیار آن در شکل ۵۰ـ۶الف در بغل و در شکل ۵۰ـ۶ب در پایین ایجاد شده است.

۳ـ۷ـ۶ 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 به‌راحتی امکان‌پذیر است. در شکل ۵۱ – ۶ نمونه این سطوح راهنما ارائه شده است.



شکل ۵۱ـ ۶ سطوح راهنمای ساچمه‌ای با پروفیل ریلی

ارزشیابی پایانی

◄ پرسش‌های تشریحی:

۱. یاتاقان را تعریف کنید.

۲. انواع یاتاقان را توضیح دهید.

۳. یاتاقان‌های لغزشی را شرح دهید.

۴. یاتاقان‌های شعاعی لغزشی را شرح دهید.

۵. ساختمان یاتاقان‌های شعاعی را توضیح دهید.

۶. جنس یاتاقان‌های لغزشی را بیان کنید.

۷. مزایا و معایب یاتاقان‌های غلتشی را بیان کنید.

۸. جنس یاتاقان‌های غلتشی را توضیح دهید.

۹. مزایا و معایب یاتاقان‌های غلتشی را بیان کنید.

۱۰. روش‌های روغن‌کاری یاتاقان‌ها را شرح دهید.

۱۱. جنس یاتاقان‌های غیر معدنی را توضیح دهید.

۱۲. آب‌بندی محورها و یاتاقان‌ها را شرح دهید.

۱۳. آب‌بندی تماسی را شرح دهید.

۱۴. آب‌بندی غیرتماسی را شرح دهید.

۱۵. ویژگی‌های مورد نیاز در سطوح راهنما را توضیح دهید.

۱۶. کاربرد سطوح راهنمای ساچمه‌ای را بیان کنید.

۱۷. کاربرد سطوح راهنمای ساچمه‌ای ریلی را بیان کنید.

۱۸. چه وقتی از یاتاقان‌های قابل تنظیم استفاده می‌شود؟

◄ جای خالی را با عبارت مناسب پر کنید:

الف) اجزایی که حرکت‌های دورانی را حمایت می‌کنند ..... نامیده می‌شوند، ولی اگر حرکت خطی باشد، بر عهده ..... خواهد بود.

ب) یاتاقان‌هایی که تکیه‌گاه زبانه شافت‌ها و یا اکسل‌ها هستند، به دو دسته یاتاقان‌های ..... و ..... تقسیم می‌شوند.

پ) اگر شافت نسبت به محفظه تحت زاویه قائمه نباشد، یک قطعه ..... در زیر آن قرار می‌گیرد و عمل تعدیل صورت می‌پذیرد.

ت) اگر امکان جا زدن یاتاقان از بغل شافت امکان‌پذیر باشد از یاتاقان‌های ..... استفاده می‌کنند.

ث) چنان‌چه وارد کردن شافت از بغل ممکن نباشد، یاتاقان‌ها به‌صورت ..... طراحی و ساخته می‌شوند.

ج) یاتاقان‌های ..... می‌توانند خود را با یک شافت کج شده، هماهنگ سازند.

چ) در یاتاقان‌های هیدرودینامیک حتماً باید از ..... استفاده شود.

ح) یاتاقان‌های غلتشی به روغن‌کاری ..... نسبت به یاتاقان‌های لغزشی احتیاج دارند.

خ) در یاتاقان‌های غلتشی معمولی رینگ‌ها، دیسک‌ها و اجسام غلتان از جنس ..... هستند.

د) با توجه به این‌که یاتاقان‌های ..... نسبت به رولبرینگ‌های مخروطی و استوانه‌ای، به فضای نصب کمتری نیاز دارند، از اهمیت بالایی برخوردار هستند.

ذ) در یاتاقان‌های غلتشی اگر سرعت بالا باشد و سرد کردن یاتاقان موردنظر باشد، از روغن ..... استفاده می‌شود.

ر) وسایل ..... یاتاقان‌ها از ورود ذرات خارجی، گرد و غبار و کثافات به درون محفظه‌های آن‌ها و از خروج روغن از یاتاقان جلوگیری می‌کند.

ز) کاسه‌نمدها از جنس ..... هستند.

ژ) آب‌بندی ..... برای قطعات مدوری به‌کار می‌رود که سطح آن‌ها سنگ نمی‌خورد و دارای تعداد دور زیادی هستند.

◄ درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کنید:

الف) نیروی اعمالی به یاتاقان‌ها یا محل استقرار یاتاقان‌ها بر روی یک محور فقط می‌تواند به‌صورت عمود بر محور باشد.

درست ☐ نادرست ☐

ب) در یاتاقان‌های لغزشی بهترین شرایط کار با اصطکاک مایع به‌دست می‌آید.

درست ☐ نادرست ☐

پ) در یاتاقان‌های چند سطحی یک حرکت پایدار هم‌مرکز، حتی در دورهای بالا ایجاد می‌شود.

درست ☐ نادرست ☐

ت) یاتاقان‌های محوری در محیط‌های داخلی و خارجی با سـرعت‌های لغزشی متفاوتی کار می‌کنند، به‌همین دلیل قسمت داخلی آن‌ها سریع‌تر ساییده می‌شود.

درست ☐ نادرست ☐

ث) درپوش یاتاقان‌های دوتکه باید درهنگام سفت کردن پیچ‌ها تغییر شکل قابل توجهی داشته باشند.

درست ☐ نادرست ☐

ج) سطوح خارجی شافت همیشه باید سخت‌تر از جنس یاتاقان‌ها باشند.

درست ☐ نادرست ☐

چ) همیشه شیارهای روغن در اجزاء متحرک تعبیه می‌شود.

درست ☐ نادرست ☐

ح) اگر یاتاقان به‌صورت داغ کار کند و ما هم متوجه نشـویم، همه گریس به مایع تبدیل شـده و از محفظه ذخیره تخلیه می‌شود و بدین ترتیب یاتاقان می‌سوزد.

درست ☐ نادرست ☐

خ) مهمترین وظیفه جداساز در یاتاقان‌های غلتشی این است که از مالیدن ساچمه‌ها به یکدیگر جلوگیری می‌کند.

درست ☐ نادرست ☐

د) یاتاقان‌های غلتشی به‌ویژه برای دورهای پایین، بارهای کم و دمای کاری تا سقف $200^{\circ}C$ مناسب هستند.

درست ☐ نادرست ☐

ذ) لابیرنت‌ها فقط وقتی در برابر خروج روغن به‌طور مطمئن عمل می‌کنند که پیش از آن حلقه پاششی نصب شده باشد.

درست ☐ نادرست ☐

◄ پرسش‌های چهار گزینه‌ای:

۱. تقسیم‌بندی یاتاقان‌ها با توجه به نوع نیرویی که تحمل می‌کنند، به‌صورت زیر است:

۱) دو نوع: شعاعی، محوری
۲) سه نوع: شعاعی، محوری و شعاعی‌محوری
۳) فقط به‌صورت شعاعی‌محوری
۴) هیچ‌کدام

۲. فیلم روغن تشکیل شده در یاتاقان لغزشی سبب کدام گزینه نمی‌شود؟

۱) تماس فلز با فلز از بین‌رفته و اصطکاک کاهش پیدا کند.
۲) محور نرم کار می‌کند.
۳) سر و صدا کاهش می‌یابد.
۴) عمر یاتاقان کوتاه می‌گردد.

۳. چرا در یاتاقان‌های لغزشی، هیدروستاتیک قبل از حوضچه‌ها شیرهای خفه‌کن نصب شده است؟

۱) تا از نشتی روغن جلوگیری شود.
۲) زیرا به‌کمک آن‌ها با اختلاف فشار بین حوضچه‌ها می‌توان موقعیت شافت را تحت‌تأثیر قرار داد.
۳) تا از پایین آمدن فشار روغن جلوگیری شود.

۴) گزینه‌های ۲ و ۳

۴ در یاتاقان‌های لغزشی ممکن است اصطکاک باعث افزایش حرارت، سایش و خوردگی شود. برای جلوگیری از این نوع موارد کدام گزینه نادرست است؟

۱) جنس محور و یاتاقان همسان باشد.

۲) مقدار بار و نوع بارگذاری در نظر گرفته شود.

۳) حرارت کار و نوع روغن‌کاری در نظر گرفته شود.

۴) اندازه‌های ابعاد و سایر خواص عمومی لازم برای آن‌ها در نظر گرفته شود.

۵. کدام گزینه جزو جنس‌های معدنی یاتاقان‌ها نیست؟

۱) فلز سفید ۲) تفلون ۳) آلیاژ آلومینیم ۴)آلیاژ کادمیم

۶. حسن اصلی یاتاقان‌های غلتشی در کدام گزینه آمده است؟

۱) در شروع حرکت گشتاور کمتری دارند. ۲) مراقبت چندانی لازم ندارند.

۳) حرارت زیادی تولید نمی‌کنند. ۴) تحمل بار زیادی دارند.

۷. کدام گزینه جزو فرم غلتان‌های رولبرینگ‌ها نیست؟

۱) استوانه‌ای ۲) سوزنی ۳) کروی ۴) مخروطی

۸. کدام گزینه در مورد آب‌بندهای تماسی نیست؟

۱) با محورهای سنگ‌خورده و بدون شیار تماس می‌یابند و ارتباط دو سمت را با یکدیگر قطع می‌کند.

۲) عمر زیادی دارند.

۳) اغلب در دورهای کم مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۴) ساده‌ترین نوع آن‌ها حلقه‌های نمدی است.

۹. تلورانس حلقه بیرونی و ساچمه‌ها در حد ..... میکرون است و جنس آن‌ها مثل جنس یاتاقان‌هاست.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

فصل هفتم: کوپلینگ‌ها، کلاچ‌ها و ترمزها

◄ هدف‌های رفتاری

در پایان آموزش این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

ـ کوپلینگ و کلاچ را تعریف کند.

ـ انواع کوپلینگ‌ها را نام ببرد.

ـ انواع کلاچ را نام ببرد.

ـ کوپلینگ‌های ثابت و ارتجاعی را توضیح دهد.

ـ کوپلینگ دنده‌ای را توضیح دهد.

ـ کوپلینگ توربوفلکس را شرح دهد.

ـ چهارشاخ گاردان را توضیح دهد.

ـ کلاچ‌های اصطکاکی را شرح دهد.

ـ کلاچ‌های یک‌صفحه‌ای و چندصفحه‌ای را توضیح دهد.

ـ کلاچ‌های مخروطی را شرح دهد.

ـ ترمزها را تعریف کند.

ـ انواع ترمزها را نام ببرد.

ـ ترمزهای کفشکی را توضیح دهد.

ـ ترمزهای دیسکی را توضیح دهد.

ـ ترمزهای نواری را شرح دهد.

ـ لنت‌ترمز را تعریف کند.

مقدمه

موضوع این فصل اجزاء ارتباط است. اجزاء ارتباط در صنعت از اهمیت بالایی برخوردارهستند و هر کدام از نظر عملکرد نسبت به هم تفاوت دارند، بنابراین لازم است از هر کدام تعریفی داشته باشیم:

الف) کوپلینگ‌ها، ارتباط بین دو محور را برقرار می‌سازند و در یک محدوده زمانی یا به‌طور دائم کار انتقال قدرت را انجام می‌دهند. کوپلینگ‌ها بین منبع انرژی (موتور) و ماشین کار یا جعبه‌دنده قرار می‌گیرند و وظیفه خود را در چارچوب چهار گروه اصلی به پایان می‌رسانند. مثلاً در دستگاه ماشین‌تراش سه‌نظام، ماشین کار است.

- **نیروها و گشتاورها را منتقل می‌کنند.**
- **تغییرات طولی، عرضی یا زاویه‌ای محورها نسبت به یکدیگر را ممکن می‌سازند.**
- **اتصال و جداسازی محورها را نسبت به هم میسر می‌کنند.**
- **ضربه‌ها و ارتعاشات را کاهش می‌دهند و یا از بین می‌برند.**

لازم به یادآوری است که اگر بخواهیم ارتباط دو محور را وصل یا قطع کنیم، این عمل با باز و بسته کردن اجزاء مکانیکی کوپلینگ انجام می‌پذیرد. در این‌صورت محور محرک بایستی از حرکت بایستد.

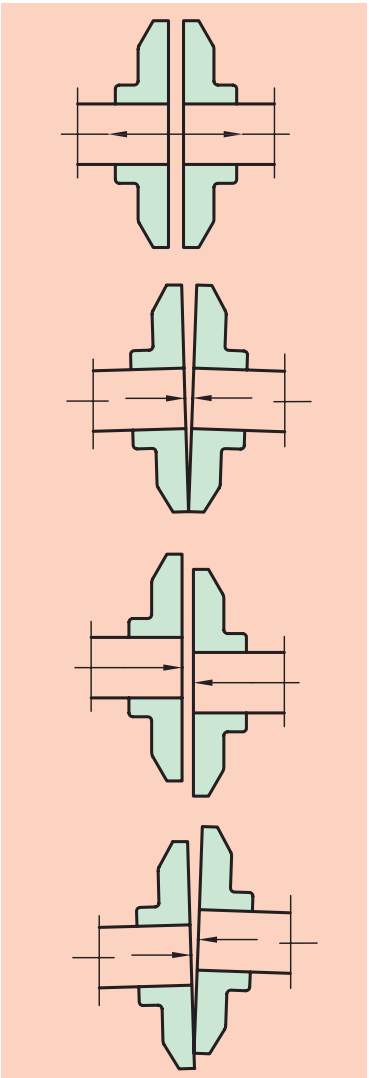
ب) کلاچ‌ها نوعی از کوپلینگ‌ها هستند، با این تفاوت که ضمن کار، امکان قطع و وصل شدن انتقال قدرت دو محور را ممکن می‌سازند. اتصال به یک عمل مکانیکی یا فیزیکی وابسته است که معمولاً اصطکاک است. قطع و وصل کلاچ به دلایل زیر لازم است:

- **تغییر سرعت و تغییر جهت را در حین حرکت ممکن می‌سازد.**
- **در مواقع نیاز و یا خطر، انتقال قدرت را در ماشین به‌سرعت قطع می‌کند.**
- **از انتقال حرکت غیر ضروری ماشین جلوگیری می‌کند.**
- **در مصرف انرژی صرفه‌جویی می‌کند.**

پ) ترمزها به‌منظور تنظیم سرعت و ساکن کردن قطعات یا دستگاه‌های در حال حرکت به‌کار می‌روند. ترمزها معمولاً در تمامی وسایل‌نقلیه، انواع دستگاه‌های بالابر و جرثقیل و در بیشتر ماشین‌آلات به‌کار می‌روند.

۷ـ۱ کوپلینگ‌ها

کوپلینگ‌هـــا، محورها را در جهت محوری بـــه یکدیگر ارتباط می‌دهند و انواع مختلفی دارند. در تعیین نوع کوپلینگ‌ها، ماهیت اساســی آن‌ها را وضعیت قرار گرفتن محورها نســبت به هم و در یک امتداد نبودن آن‌ها مشخص می‌کند. این غیــر هم‌محوری در نتیجه مونتاژ و ســاخت و ازدیاد طول در اثر حرارت پدید می‌آید. در شکل ۱ـ۷ چهار مورد از ارتباط دو محور مشاهده می‌شود.



شکل ۱ـ۷
نمایش ارتباط دو محور در حالت‌های مختلف

کوپلینگ‌هایی کــه نمی‌توانند ناهماهنگی میان محورها را از بین ببرند و ارتباط برقرار کنند، کوپلینگ‌های صلب (ســخت) نامیده می‌شوند، ولی کوپلینگ‌هایی که پاسخ‌گوی این ناهماهنگی هســتند، به کوپلینگ‌های ارتجاعی معروفند. اگر در کوپلینگ‌های ارتجاعی، ارتباط سینماتیکی[1] برقرار گردد، آن‌ها را سینماتیکی یا مفصلی می‌گویند، ولی اگر به‌وسیله اجزاء الاستیکی انجام گیرد، کوپلینگ‌های الاستیکی نامیده می‌شوند.

۷ـ۲ کوپلینگ‌های صلب (خشک)

برای اســتفاده از این نوع کوپلینگ‌ها، دو محور باید کاملاً در امتداد هم متصل شوند و به‌شکل یک‌تکه عمل کنند تا گشتاور و تعداد دور بدون هیچ‌گونه افتی منتقل شود. لازم به یادآوری است که در این کوپلینگ‌ها در امتداد هم قرار دادن محورها، بســیار دشوار است و اگر این دو محور در یک امتداد قرار نگیرند، در محل ارتباط، گشــتاور و نیروی ضربه‌ای ایجاد می‌شود. به‌همین دلیل، درهنگام برقراری ارتباط، دقت خاصی لازم است. از این کوپلینگ‌ها، اغلب در ارتباط‌های با دور کم و یا در محورهایی با هم‌راستایی جزئی، استفاده می‌شود. متداول‌ترین آن‌ها دو دسته هستند: الف) کوپلینگ پوسته‌ای ب) کوپلینگ فلانچی (دیسکی).

۷ـ۲ـ۱ کوپلینگ پوسته‌ای

ویژگی این نوع کوپلینگ‌ها، ساده بودن آن‌هاست، که دو محور را به‌صورت خودکار، هم‌مرکز می‌سازند و خیلی راحت باز و بسته می‌شوند. این‌ها نیز از نظر ساختمان دارای شکل‌های گوناگونی هستند، که یک نوع آن در شکل ۲ـ۷ دیده می‌شود.

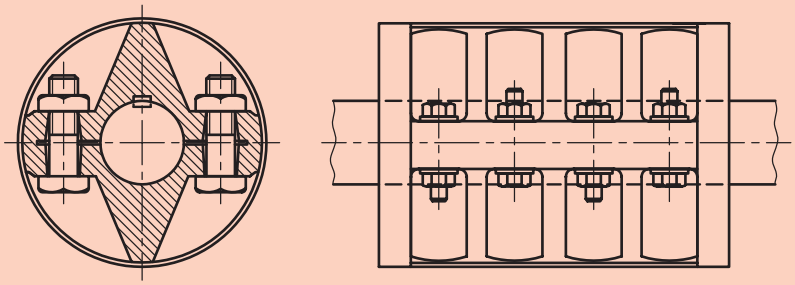
---

۱. سینماتیک مطالعه حرکت، بدون در نظر گرفتن نیروهایی است که این حرکات را ایجاد کرده‌اند.

پوســته این کوپلینگ‌ها دو تکه اســت و محور داخل این دو نیمه قرار می‌گیرد. هر دو پوســته به‌وســیله پیچ‌هایی بر روی محورها بسته می‌شوند. در نتیجه این بسته شدن، بین محور و کوپلینگ در سطح داخلی فشار ایجاد می‌شود و گشتاور چرخشی به‌وسیله اتصال اصطکاکی انتقال می‌یابد. به‌خاطر اهمیت مسئله اطمینان، اغلب بین محور و پوسته از خارهای انطباقی نیز استفاده می‌شود. بدین‌ترتیب در صورت نیاز، گشــتاور به‌وسیله این خار منتقل می‌شود. در چنین شرایطی هرگز از گوه اســتفاده نمی‌شــود، زیرا نیروهای بستن در خلاف جهت نیروی گوه اثر می‌کننــد. همچنین پیچ‌های مربوط، به‌صورت متناوب (یک در میان) و برعکس همدیگر بسته می‌شوند تا از لنگی وزن جلوگیری شود.

پوسته این کوپلینگ‌ها از جنس چدن (GG-20) یا از فولاد ریختگی (GS-45) ساخته می‌شود. برای انتخاب آن‌ها می‌توانیم از کاتالوگ‌های مختلف کارخانه‌ها کمک بگیریم.

جدول ۱ـ ۷، نمونه‌ای از آن‌هاست که مربوط به DIN 115 است و قطر سوراخ (D)تولرانس ISO U7 را نشان می‌دهد.



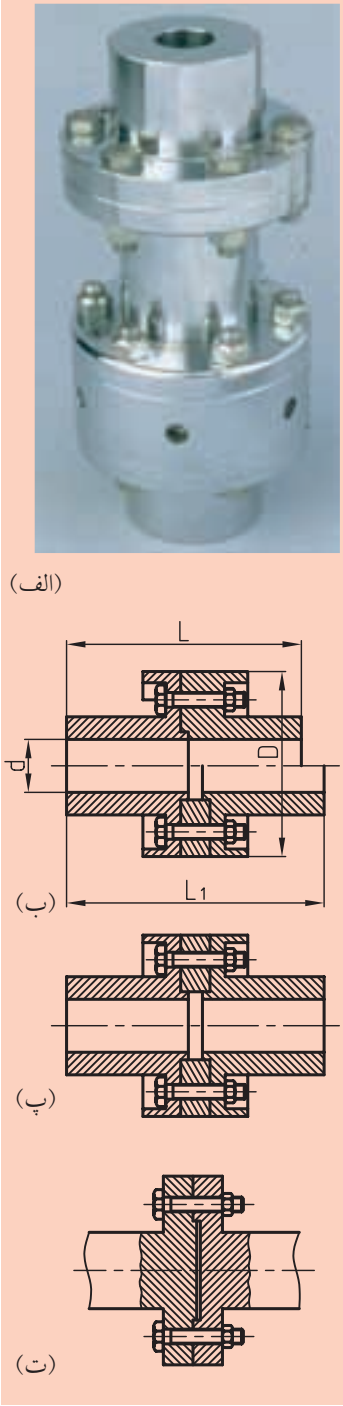
شکل ۲ـ ۷ کوپلینگ پوسته‌ای بنابر (DIN 115)

قطر شافت D {mm}	۲۵ و ۵۰	۳۵ و ۳۰	۴۵ و ۴۰	۶۰ و ۵۵	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۵	۱۴۰
قطر خارجی D {mm}	۱۰۰	۱۱۰	۱۳۰و۱۲۰	۱۵۰	۱۷۰	۱۹۰	۲۱۵	۲۵۰	۲۵۰	۲۷۵	۳۲۵
طول L {mm}	۱۳۰	۱۶۰	۱۹۰	۲۲۰	۲۵۰	۲۸۰	۳۱۰	۳۵۰	۳۹۰	۴۳۰	۴۹۰
گشتاور M {dan.m}	۶و۴	۸ و ۱۰	۱۲/۵و۱۵	۱۲۵و۸۵	۱۷۰	۲۵۰	۳۸۰	۵۴۰	۷۵۰	۱۱۰۰	۱۵۰۰

جدول ۱ـ ۷

۷ـ۲ـ۲ کوپلینگ فلانچی

در این کوپلینگ‌ها نیز باید دو محور کاملاً در یک امتداد باشند. این کوپلینگ‌ها نیروی خمشی زیادی را تحمل نمی‌کنند، ولی می‌توانند قدرت پیچشی زیادی را انتقال دهند (شکل۳ـ۷). اساساً کوپلینگ‌های فلانچی دوتکه هستند و هر یک به انتهای یک محور مونتاژ می‌شوند و آن‌ها را به‌وسیله پیچ‌ها می‌بندند. اتصال فلانچ‌ها بر روی محور، به‌وسیله خارهای انطباقی صورت می‌گیرد. معمولاً سطح دو فلانچ را به‌شکل برجستگی و فرورفتگی می‌سازند که دو محور بدین وسیله کاملاً هم‌محور می‌شوند(شکل ۳ – ۷ ب).



شکل ۳ـ۷ کوپلینگ فلانچی

تنها عیب این روش این است که درهنگام باز کردن آن‌ها، فلانچ، سیستم فلانچ و محور را در جهت محوری حرکت می‌دهد و از هم جدا می‌سازد، به‌همین خاطر در بعضی مواقع بین دو فلانچ، یک حلقه قرار می‌دهند (شکل ۳ـ۷ـ پ). کاربرد فلانچ‌هایی که با محورها یکپارچه ساخته می‌شوند، بسیار کم است (شکل ۳ـ۷ـ ت). این نوع کوپلینگ‌ها از جنس چدن GG ـ20 و GG ـ25 و یا فولاد ریختگی GS-45 هستند که مشخصات آن‌ها را از کاتالوگ‌های کارخانه‌های مختلف می‌توان انتخاب کرد. این کوپلینگ‌ها به‌راحتی می‌توانند حرکت و گشتاور را در بین محورهایی با قطرهای مختلف انتقال دهند. فقط عملیات فرم دادن قسمت‌های داخلی و خارجی آن‌ها دشوار است.

۷ـ۳ کوپلینگ‌های ارتجاعی

هرگاه نتوانیم محور محرک و متحرک را در یک امتداد قرار دهیم، یعنی این دو محور، انحراف محوری، شعاعی و زاویه‌ای جزیی نسبت به هم داشته باشند، از کوپلینگ‌های ارتجاعی استفاده می‌شود که حرکت دورانی الاستیکی ندارند و گشتاور چرخشی را مانند کوپلینگ‌های ثابت منتقل می‌سازند، بنابراین، این کوپلینگ‌ها نسبت به کوپلینگ‌های ثابت، مصرف بیشتری دارند. در انحرافات زاویه‌ای که ارتعاشاتی به‌وجود می‌آید، این کوپلینگ‌ها نمی‌توانند آن‌را از بین ببرند. به‌همین دلیل نسبت به کوپلینگ‌های الاستیکی که از این خانواده هستند، حرکت‌های دینامیکی کاملاً متفاوتی دارند. این کوپلینگ‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند: الف) کوپلینگ‌های متحرک ب)کوپلینگ‌های الاستیکی