فصل چهارم: محورها

◄ هدف‌های رفتاری

در پایان آموزش این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

ـ اکسل‌ها را تعریف کند.

ـ شافت‌ها را تعریف کند.

ـ فرق بین شافت و اکسل را توضیح دهد.

ـ نشیمنگاه شافت‌ها و اکسل‌ها را شرح دهد.

ـ انواع اکسل‌ها و شافت‌ها را نام ببرد.

ـ شافت‌های انعطاف‌پذیر را معرفی کند.

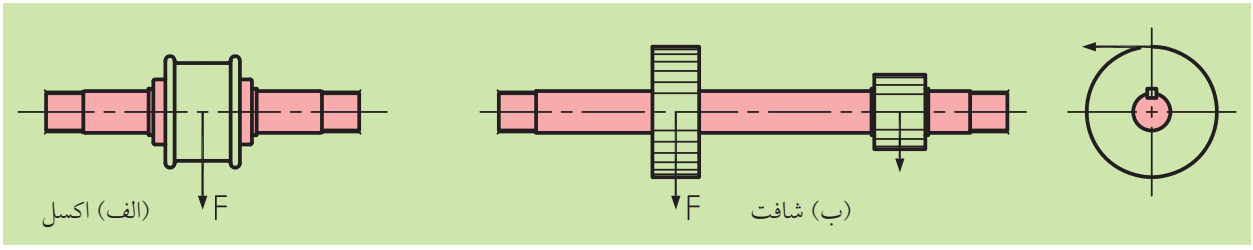
ـ شافت‌های با مقاومت یکسان را توضیح دهد.

ـ کاربرد شافت‌ها و اکسل‌ها را شرح دهد.

محورها

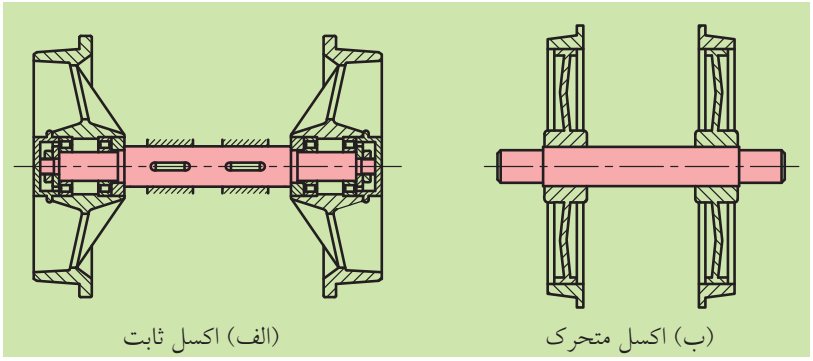
۱ـ۴ اکسل‌ها، شافت‌ها

اکسل‌ها و شافت‌ها از نظر ساختمان به هم شبیه هستند، فقط از نظر تحمل نیرو و تنش‌های ایجاد شده با هم تفاوت دارند. اکسل‌ها به‌عنوان تکیه‌گاه، مرکز دوران قرقره‌ها و حمل‌کننده چرخ‌ها به‌کار می‌روند، بنابراین تحت تأثیر خمش قرار می‌گیرند (شکل ۱ـ۴ الف)، ولی شافت‌ها، محورهایی هستند که علاوه‌بر تحمل نیروی خمشی، گشتاور پیچشی را نیز انتقال می‌دهند (شکل ۱ـ۴ ب). در عین حال اگر نیروهای محوری نیز وجود داشته باشند، شافت‌ها و اکسل‌ها تحت‌تأثیر نیروهای کششی و فشاری نیز قرار می‌گیرند. هر محور دارای یک یا چند تکیه‌گاه است. به این تکیه‌گاه‌ها یاتاقان می‌گویند که بعداً به‌طور کامل به آن‌ها پرداخته خواهد شد.



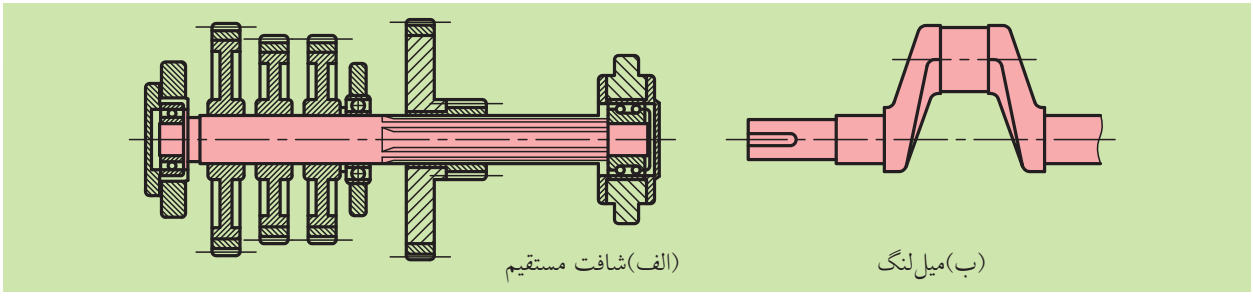
شکل ۱ـ۴

اکسل‌ها به دو دسته ثابت و متحرک تقسیم می‌شوند. در شکل ۲ـ۴الف یک اکسل ثابت را مشاهده می‌کنید که در دو سر آن کاسه‌های چرخ اتومبیل یاتاقان‌بندی شده است، بنابراین کاسه‌چرخ‌ها حرکت دورانی می‌کنند، بدون این‌که اکسل بچرخد. یعنی اکسل ثابت می‌ماند. ولی در شکل ۲ـ۴ ب یک اکسل متحرک را می‌بینید که چرخ‌ها بر روی آن ثابت شده‌اند و درهنگام دوران چرخ‌ها با اکسل مثل چرخ‌های واگن‌های قطار با هم می‌چرخند.



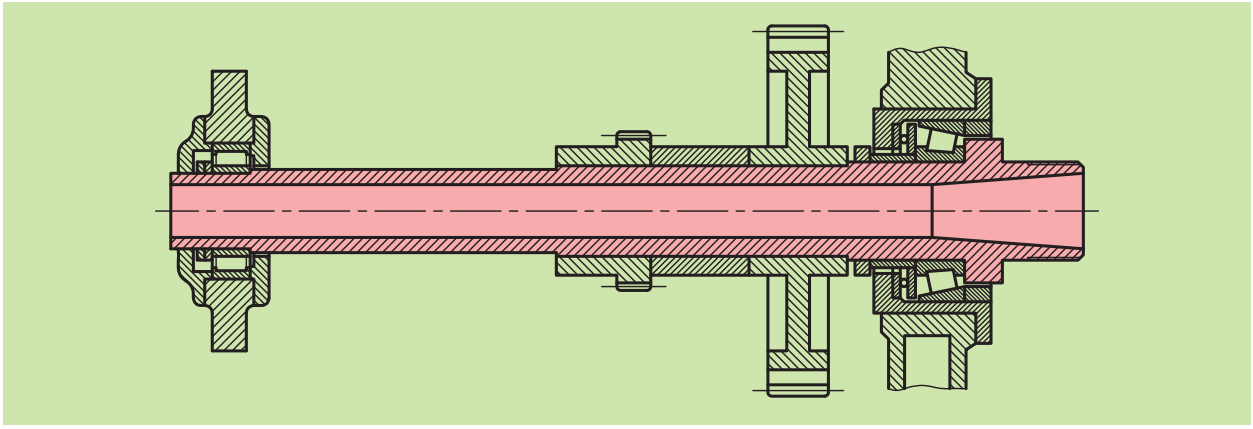
شکل ۲ـ۴

شافت‌ها نیز در حالت کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند. با توجه به موارد کارایی آن‌ها راست و یا خمیده (میل‌لنگ) ساخته می‌شوند(شکل ۳ـ۴).



شکل ۳ـ۴

همچنین اکسل‌ها و شافت‌ها به‌صورت توپر یا توخالی (مجوف) تولید می‌شوند. میله‌های تو خالی در برابر نیروهای خمشی مقاوم هستند، بنابراین برای اکسل خیلی مناسب است، ولی در مقابل پیچش مقاومت کمتری دارند. از طرفی چون بر روی شافت باید جا خار ایجاد شود، چندان مناسب نیست، با این وجود کاربرد فراوانی دارند (شکل ۴ـ۴).

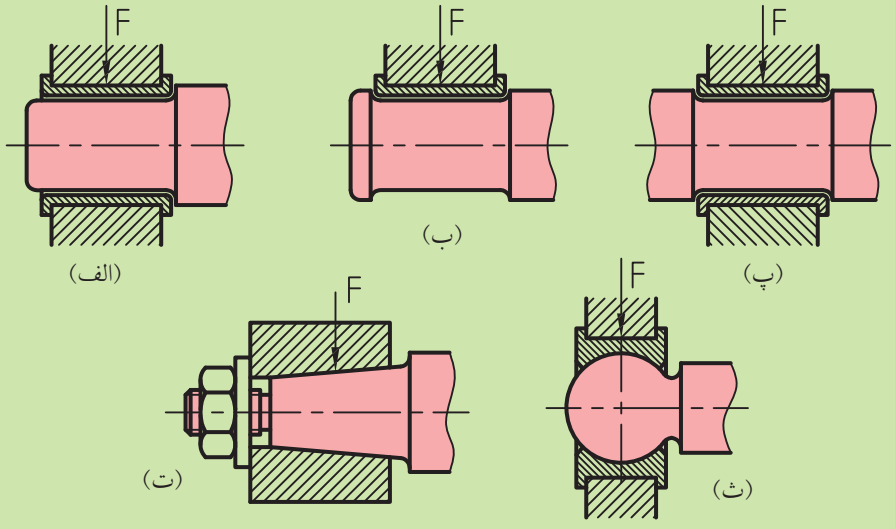


شکل ۴ـ۴ شافت توخالی

محورهای راست تا قطر ۱۵۰mm اکثراً از فولاد با مقطع گرد و از طریق براده‌برداری، پوسته‌تراشی و یا در حالت کشش سرد تولید می‌شوند. درصورتی‌که قطر بیشتری داشته باشند و یا دارای پله باشند از قطعات آهنگری شده و روش براده‌برداری ساخته می‌شوند. محل نشیمنگاه یاتاقان‌ها و پله در قطعات با توجه به نیاز و موارد استفاده آن‌ها به‌طور ظریف تراشکاری، پولیش‌کاری، فشاردهی، صیقل‌زنی و سنگ‌زنی می‌شوند. حتی اگر تحت‌تأثیر نیروهای بزرگ قرار

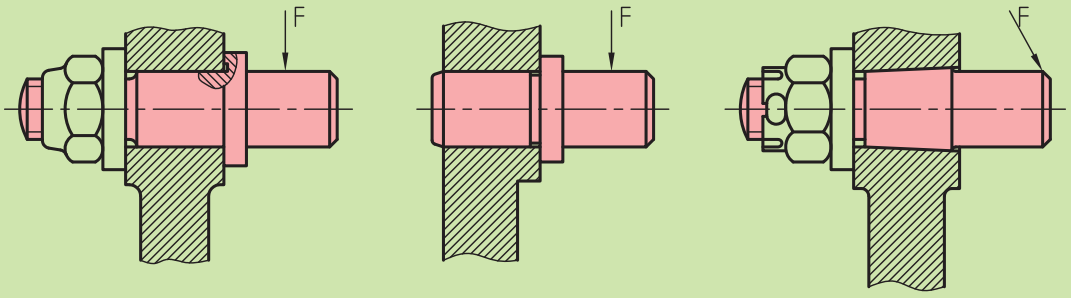
گیرند، به سـخت‌کاری و سپس سنگ‌زنی ظریف نیاز پیدا می‌کنند. قطر داخلی شافت‌های تو خالی معمولاً ۰/۵ d است و به این ترتیب وزن آن‌ها ۲۵٪ کمتر از وزن شافت‌های توپر می‌شـوند، ولی به اندازه شافت‌های توپر مقاومت ندارند. قسمت‌های دوار اسـتوانه‌ای، مخروطی و یا کروی در محورها که یاتاقان‌ها در آن‌جا دوران می‌کنند و یا سـاکن هسـتند نشـیمنگاه یاتاقان نامیده می‌شوند. در شکل ۵ـ۴ نمونه‌هایی از این نشیمنگاه‌ها را می‌بینید.

(الف) نشیمنگاه دوار استوانه‌ای پیشانی
(ب)نشیمنگاه‌دوار استوانه‌ای پیشانی باطوقه
(پ)نشیمنگاه استوانه‌ای گلویی
(ت)نشیمنگاه مخروطی
(ث) نشیمنگاه دوار یا ساکن کروی



شکل ۵ـ۴ نشیمنگاه‌های باربر یا یاتاقان‌گردها

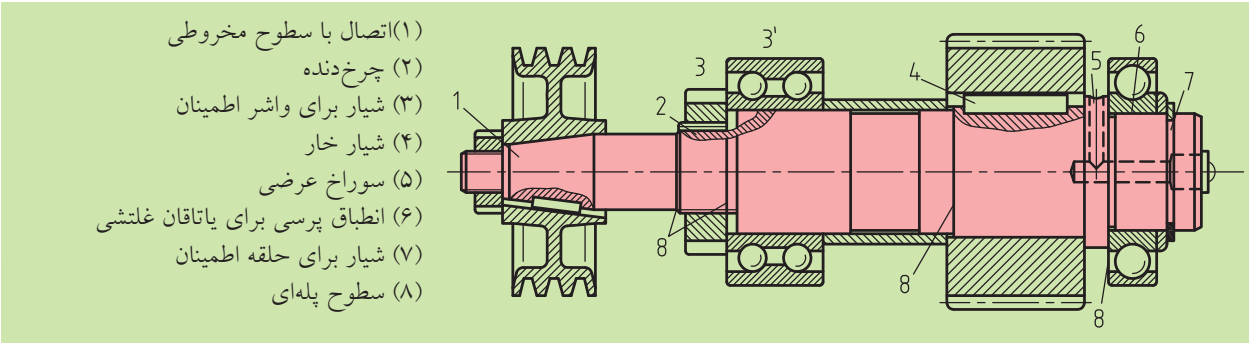
ضمناً در شـکل ۶ـ۴ نیز روش اتصال نشـیمنگاه‌های اکسـل‌ها نشان داده شده است.



(پ) انطباق مخروطی انجام گرفته شده است. (ب) انطباق پرسی انجام گرفته است. (الف) انطباق با مهره بسته شده است.

شکل ۶ـ۴ نشیمنگاه‌های اکسل‌ها

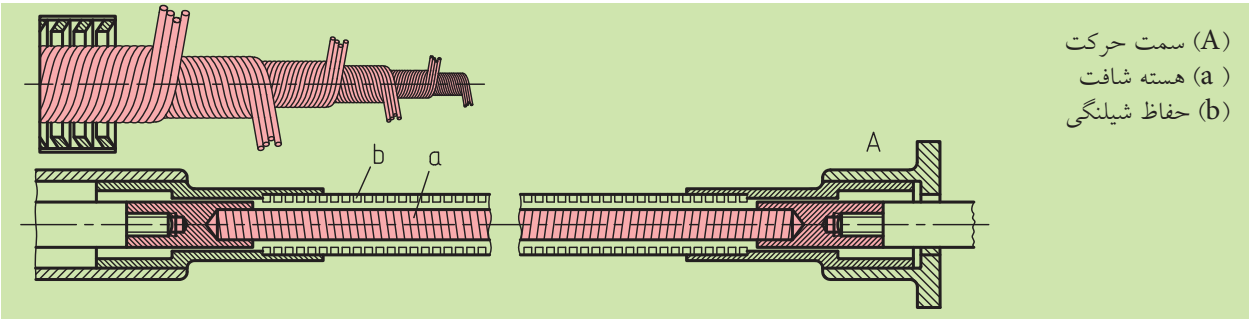
شـــکل محورها بر اســـاس اجـــزای متصل به آن (مثـــل یاتاقان‌ها،کاســـه‌نمدها، چرخ‌دنده‌هـــا، چرخ‌تســـمه‌ها و غیره) و همچنین با توجه به اثرات تغییرشـــکل (مانند کاهش اســـتحکام) مشخص می‌شـــود. در شکل ۷ـ۴ تغییر شکل‌های یک محور را در طول آن مشاهده می‌کنید.



شکل ۷ـ۴ تغییر شکل‌های یک محور در طول

۲ـ۴ محورهای انعطاف‌پذیر

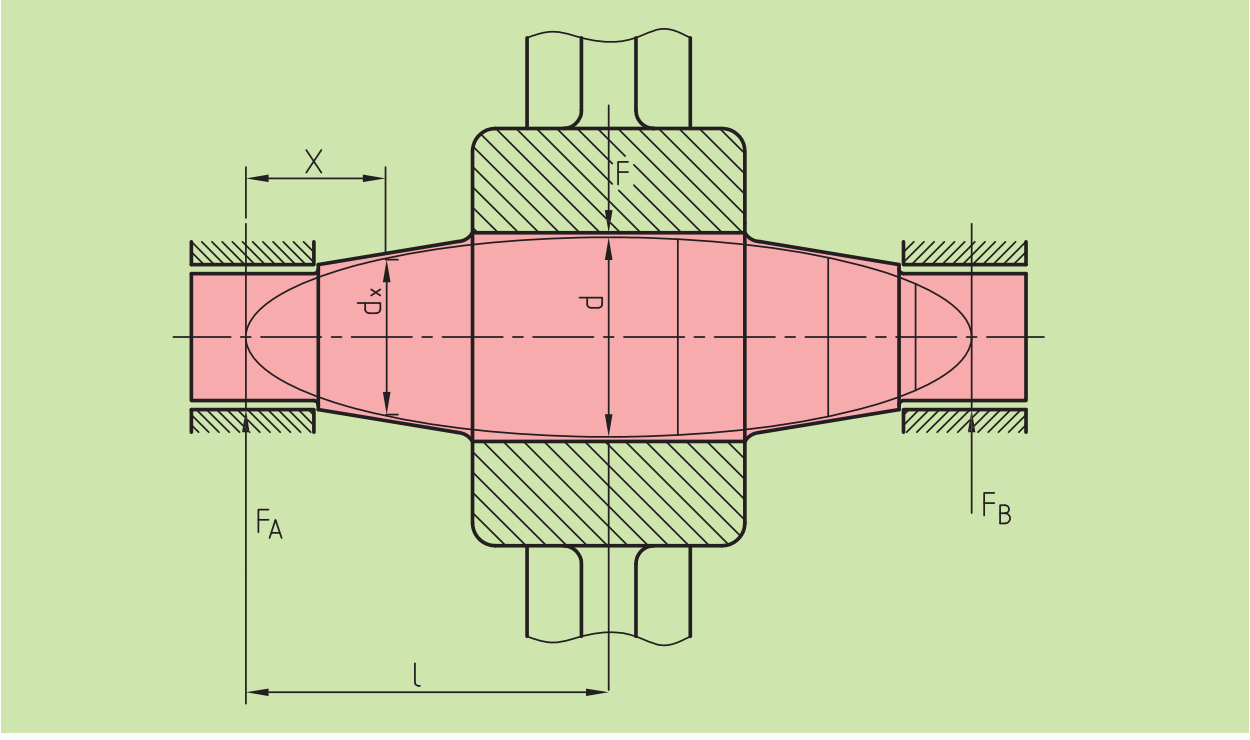
محورهـــای انعطاف‌پذیر تقریباً در فاصله محوری زیاد، نیروهای کوچک را منتقل می‌کنند و در عین‌حال انعطاف‌پذیری بزرگی از خود نشان می‌دهند وبه‌طور معمول در دستگاه‌های سوراخ‌کاری و سنگ‌زنی دستی برای کار در فواصل مختلف به‌کار می‌روند. همچنین برای به‌کار انداختن شمارشـــگرها، دورسنج‌ها، سرعت‌سنج‌ها، کیلومترشـــمار خودروها و غیره کاربرد دارند. این محورها از چندین رشـــته سیم فولادی که در جهت مخالف به صورت مارپیچ پیچانده شده به‌وجود آمده‌اند. دو نمونه از این محورها در شکل ۸ـ۴ نشان داده شده است. برای حفاظت از رطوبت و گردوخاک از حفاظ‌های مصنوعی یا فلزی استفاده می‌شود. تعداد لایه‌ها حداقل ۲ و حداکثر ۱۲ عدد هســـتند. زمانی‌که از حفاظ فلزی استفاده می‌کنیم، درون آن با روغن گریس پر می‌شـــود و روغنی که به لایه‌ها نفوذ پیدا کرده اســـت، هم از زنگ‌زدگی و هم از اصطکاک زیاد جلوگیری می‌کند.



شکل ۸ـ۴ شافت انعطاف‌پذیر

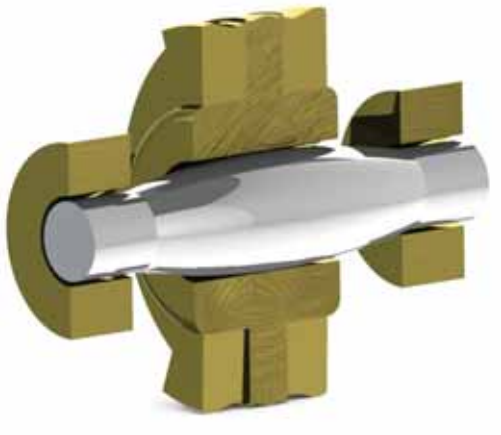
۴ـ۳ محورهای با مقاومت یکسان

اگر در طول محورها، گشـتاور خمشـی متغییر باشد برای جلوگیری از سنگین شـدن آن و کاهش وزن محور، مطابق شـکل ۴ـ۹ محوری را طراحی می‌کنیم که مقاومت در تمام مقاطع آن یکسـان باشد. به‌همین دلیل به این نوع محورها، محورهای با مقاومت یکسان می‌گوییم.



شکل ۴ـ۹ محورهای با مقاومت یکسان

چنان‌چه ملاحظه می‌شـود، دو طرف محور به‌صورت مخروطی تراشیده شده و اثر نیرو به‌صورت یکسانی در تمام مقاطع آن پخش شده است.



ارزشیابی پایانی

◄ پرسش‌های تشریحی:

۱. محورها را تعریف کنید.

۲. فرق بین اکسل و شافت را با رسم شکل شرح دهید.

۳. انواع شافت را توضیح دهید.

۴. اگر قطر محورها بیشتر از ۱۵۰ میلی‌متر باشد، در روش ساخت آن به چه نکته‌ای باید توجه کنیم؟

۵. برای ساخت محور چه موقع از روش براده‌برداری استفاده می‌کنیم؟

۶. نشیمنگاه شافت‌ها را شرح دهید.

۷. شافت‌های انعطاف‌پذیر را شرح دهید.

۸. محورهای با مقاومت یکسان را شرح دهید.

۹. فرق بین اکسل ثابت و متحرک را توضیح دهید.

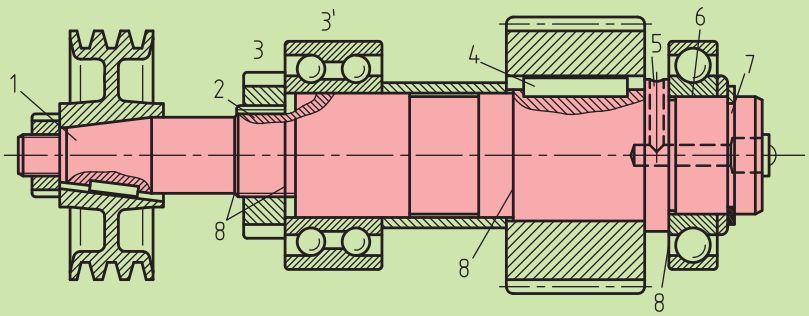
◄ جای خالی را با عبارت مناسب پر کنید:

الف) اکسل‌ها و شافت‌ها از نظر ساختمان شبیه به هم هستند و فقط از نظر تحمل ..... و ..... ایجاد شده با هم تفاوت دارند.

ب) اکسل‌ها به دو دسته ..... و ..... تقسیم می‌شوند.

پ) قسمت‌های دوار استوانه‌ای، مخروطی یا کروی در محورها که یاتاقان‌ها در آن‌جا دوران می‌کنند و یا ساکن هستند ..... یاتاقان نامیده می‌شوند.

ت) با توجه به شکل شماره‌گذاری کنید.



..... دندانــه ..... شــیار خــار ..... ســوراخ عرضــی

..... اتصال با سطوح مخروطی ..... انطباق پرسی برای یاتاقان غلتشی ..... شیار برای حلقه اطمینان ..... سطوح پله‌ای شیار برای واشر اطمینان

ث) بــرای انتقــال نیرو مابین دســتگاه‌های محــرک و متحرک، که موقعیت مکانی آن‌ها در حرکت اســت، از شــافت‌های ..... استفاده می‌شود.

◄ درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کنید:

الف) میله‌های توخالی از نظر خمش مقاوم‌تر هستند.

درست ☐ نادرست ☐

ب) شافت‌ها با توجه به موارد کاری آن‌ها به‌صورت راست یا خمیده (میل‌لنگ) ساخته می‌شوند.

درست ☐ نادرست ☐

ج) اگر در طول محورها، گشــتاور خمشــی متغیر باشد، برای جلوگیری از سنگین شدن آن و جهت کاهش وزن محور، از محورهای انعطاف‌پذیر استفاده می‌کنیم.

درست ☐ نادرست ☐

◄ پرسش‌های چهار گزینه‌ای

۱. کدام گزینه جزو موارد کاربرد اکسل‌ها نیست؟

۱) تکیه‌گاه ۲) مرکز دوران قرقره‌ها ۳) حمل‌کننده چرخ‌ها ۴) اتصال‌دهنده

۲. در کدام گزینه از شافت‌های انعطاف‌پذیر استفاده نمی‌کنند؟

۱) شمارشگرها ۲) دورسنج‌ها ۳)جعبه دنده ۴) سرعت‌سنج‌ها

فصل پنجم: فنرها

هدف‌های رفتاری

در پایان آموزش این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

ـ فنر را تعریف کند.

ـ انواع فنر را توضیح دهد.

ـ کاربرد فنرها را نام ببرد.

ـ مزیت فنرها را توضیح دهد.

ـ روش اتصال فنرها را توضیح دهد.

ـ فنرها را طبقه‌بندی کند.

ـ منحنی‌های مشخصه فنرها را توضیح دهد.

ـ روش استفاده از فنرها را توضیح دهد.

فنرها

فنرها اجزایی هستند که زیر بار مشخص و در حد معینی، تغییرشکل از خود نشان می‌دهند و هرگاه نیروی وارده را برداریم، به‌حالت اول خود برمی‌گردند. فنرها در زیر بار و درهنگام تغییرشکل، انرژی را در خود ذخیره می‌سازند و در مواقع لزوم انرژی اندوخته شده را پس می‌دهند. فنرها در صنعت کاربردهای بسیاری دارند. در شکل ۱ـ۵ کاربردهایی از فنرها را نشان می‌دهد.

۱ـ۵ کاربرد فنرها

فنرها با توجه به کاربردهای زیادی که دارند، به‌صورت‌های زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

الف) برای وارد کردن نیرو یا کنترل حرکت، به‌عنوان مثال در کلاچ‌ها و ترمزها نیروی کلاچ و ترمز را به‌وجود می‌آورند. همچنین در مکانیزم بادامک، ارتباط بادامک و محور را برقرار می‌سازند.

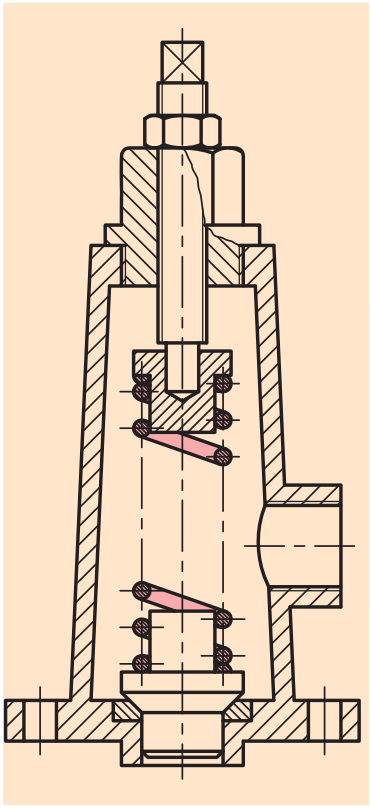
فنرها در موتورهای احتراقی باز و بسته شدن سوپاپ‌ها را ایجاد می‌کنند.

ب) فنر می‌تواند به‌عنوان ضربه‌گیر به کار رود. همچنین می‌تواند به‌عنوان از بین برنده نوسان مورد استفاده قرار گیرد. برای نمونه در خودرو فنر اصلی ضربه را جذب می‌کند و کمک فنر از نوسان بعدی آن جلوگیری می‌کند.

پ) انرژی اندوخته شده را به حرکت تبدیل می‌کنند، مانند مکانیزم ساعت.

ت) اندازه‌گیری نیروها را مثل نیروی دینامومترها و ترازو انجام می‌دهند.

ث) با توجه به فرم آن‌ها، به فنرهای مارپیچی، بشقابی، حلزونی_ شاخه‌ای (شمشی) میله‌ای و غیره برحسب نوع بارگذاری و نوع تغییرشکل به فنرهای فشاری، کششی، خمشی و پیچشی تقسیم می‌شوند.



الف) کاربرد فنر مارپیچ فشاری در یک شیر اطمینان

ب) کاربرد فنر مارپیچی در کمک فنر

شکل ۱ـ۵ کاربردهای فنر

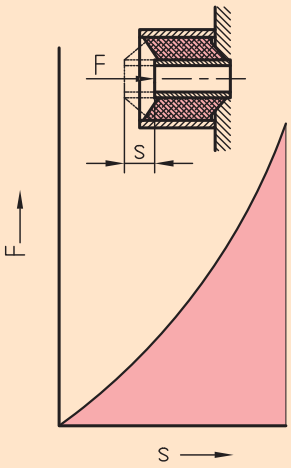
مطالعه آزاد

ارزیابی خواص فنرها با توجه به منحنی مشخصه آن‌ها صورت می‌گیرد. معمولاً تغییرشکل فنرهایی که تحت‌تأثیر نیروی (F) قرار می‌گیرند، به‌شکل ازدیاد یا انقباض طول است که با حرف s نشان داده می‌شود، اما اگر تحت‌تأثیر گشتاور پیچشی (M_t)قرار بگیرند، تغییرشکل آن‌ها به‌صورت زاویه پیچشی نمایان می‌شود که با (θ) نشان می‌دهند. بین بار و تغییرشکل فنر رابطه‌ای وجود دارد که آن‌را منحنی مشخصه یا کاراکتر فنر می‌نامند و در شکل ۲ـ ۵ مشاهده می‌کنید.

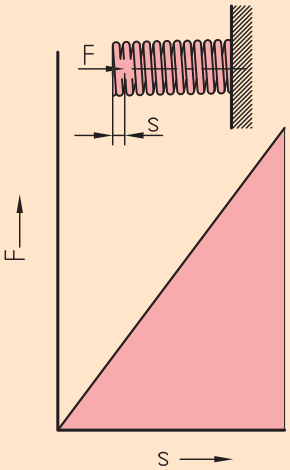
یکی از مشخصه‌های مهم فنرها، ضریب سفتی فنر یا صلبیت فنر است که با حرف (k) نشان می‌دهند. ابعاد یک فنر باید به‌گونه‌ای تعیین شود که ضریب سفتی موردنظر به‌دست آید.

در اثر تغییر طول فنر، کار انجام می‌گیرد و این کار با صرف‌نظر از تلفات ناشی از اصطکاک داخلی و خارجی، درهنگام برگشت فنری مجدداً توسط فنر پس داده می‌شود. چون کار از حاصل‌ضرب نیرو در تغییر مکان به‌دست می‌آید. اگر به شکل ۲ـ۵ دقت کنید، سطح رنگ‌شده زیر منحنی‌ها با مقدار کار انجام شده برابر است.

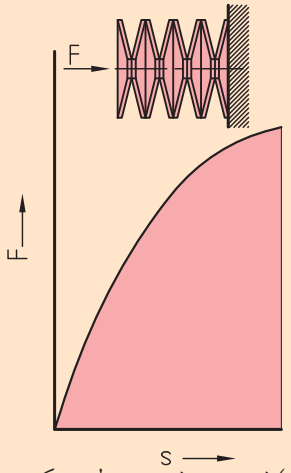
ضریب سفتی فنرها نیز اگر منحنی مشخصه خطی راست باشد، ثابت است، ولی اگر قوس‌دار باشد، متغیر خواهد شد، یعنی درهنگام صعود بزرگ‌تر و در موقع نزول کوچک‌تر می‌شوند، که در این‌صورت با استفاده از چندین فنر، کاهش فوق را جبران می‌کنیم. گاهی اوقات شیوه طراحی باعث می‌شود از تعداد فنر بیشتری استفاده کنیم. در این‌صورت مجموعه موجود را «سیستم فنر» می‌نامیم.



(الف) نوع پیشرونده مربوط به یک فنر لاستیکی (سیر صعودی دارد)



(ب) خط راست، مربوط به یک فنر مارپیچی (سیر خطی دارد)



(پ) نوع پسرونده مربوط به یک دسته فنر بشقابی (سیر نزولی دارد)

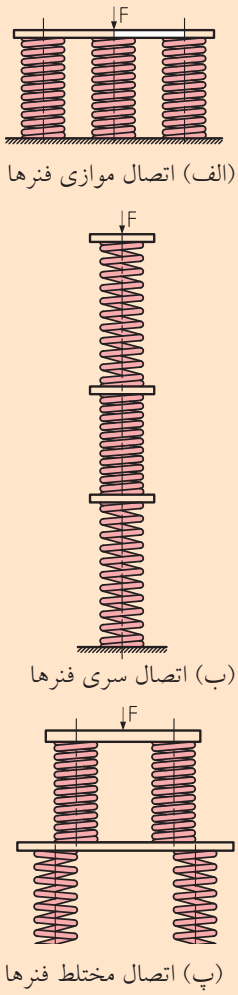
شکل ۲ـ۵ منحنی‌های کاراکتر فنرها

در یک سیستم فنر، فنرها به‌طور موازی، سری و مختلط به همدیگر وصل می‌شوند. در شکل ۳ـ۵ روش بستن فنرها را مشاهده می‌کنید.

◀ **اتصال موازی فنرها:** فنرها به‌گونه‌ای نصب می‌شوند که نیروی F به تناسب، روی تمامی فنرها توزیع شود و تغییر طول فنرها به یک اندازه است (شکل ۳ـ۵ الف).

◀ **اتصال سری فنرها:** فنرها به‌گونه‌ای متصل می‌شوند که بار خارجی F به هر فنر اعمال شود و تغییر طول هر یک از فنرها و همچنین ضریب سفتی آن‌ها متفاوت می‌شوند (شکل ۳ـ۵ ب).

◀ **اتصال مختلط فنرها:** در این اتصال چندین فنر به‌صورت ترکیبی از اتصال موازی و سری به یکدیگر کوپل می‌شوند (شکل ۳ـ۵ پ).



(الف) اتصال موازی فنرها

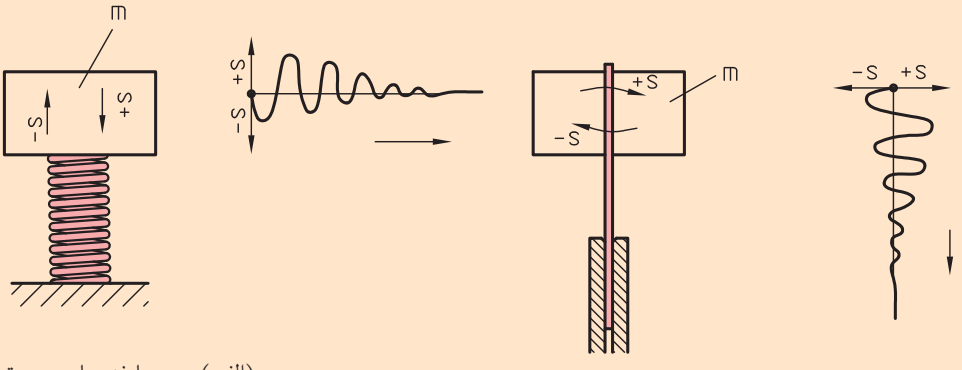
(ب) اتصال سری فنرها

(پ) اتصال مختلط فنرها

شکل ۳ـ۵ تأثیر مشترک چند فنر

۲ـ۵ رفتار ارتعاشی فنرها

اگر بر روی فنری یک جرم m را قرار دهیم، فنر در اثر نیروی وزن آن جرم، تغییرطول خواهد داد، یعنی مقداری جمع می‌شود. در این شرایط نوسان شروع خواهد شد و حتی اگر ضربه‌ای به آن بزنیم نوسان به‌راحتی خودش را نشان خواهد داد و یا اگر جرمی را در انتهای یک میله فنری بچرخانیم و سپس رها کنیم، باز هم نوسان ارتعاش شروع می‌شود، بنابراین هر دو جرم در هر دو حالت با یک فرکانس طبیعی نوسان خواهند کرد و قابل محاسبه نیز هستند (شکل ۴ـ۵).



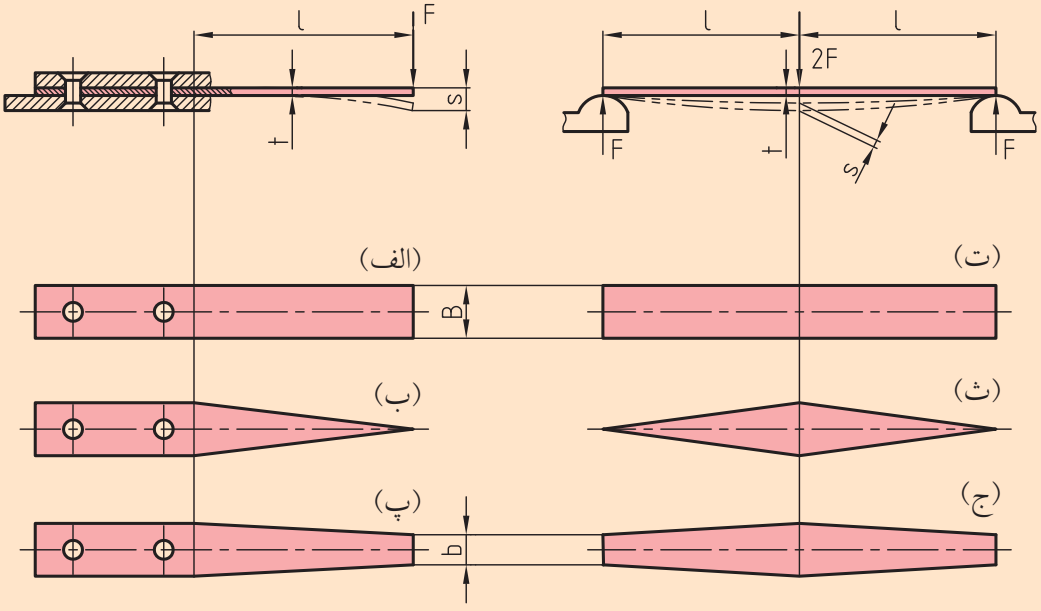
(الف) جرم با فنر مارپیچی تحت فشار

(ب) جرم و میله فنری تحت پیچش

شکل ۴ـ۵ سیستم‌های ارتعاشی

۵ـ۳ فنرهای صفحه‌ای

معمولاً در ساخت دستگاه‌های حساس و همچنین در صنعت برق به‌عنوان کنتاکتور از فنرهای صفحه‌ای استفاده می‌شود. نمونه‌ای از آن‌ها، با مقاطع مختلف در شکل ۵ـ۵ آورده شده است.

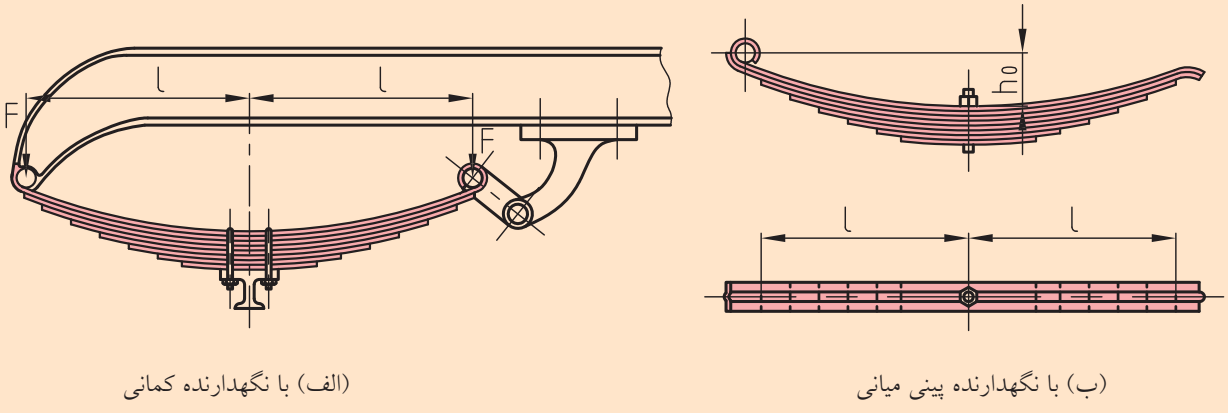


(الف) فنر مستطیلی یک‌بازویی
(ب) فنر مثلثی یک‌بازویی
(پ) فنر ذوزنقه‌ای یک‌بازویی

(ت) فنر مستطیلی دوبازویی
(ث) فنر مثلثی دوبازویی
(ج) فنر ذوزنقه‌ای دوبازویی

شکل ۵ـ۵ فنرهای صفحه‌ای

فنرهای صفحه‌ای چندلایه نیز وجود دارد که معمولاً برای فنربندی وسایل نقلیه جاده‌ای و ریلی مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۶ـ۵).



(الف) با نگهدارنده کمانی

(ب) با نگهدارنده پینی میانی

شکل ۶ـ ۵ فنرهای صفحه‌ای چندلایه

این فنرها ضربات سـخت مسـیر حرکت را به نوسـاناتی آرام، نرم و میرا شده تبدیل می‌کنند. برای این کار مثلاً چند لایه فنر صفحه‌ای ذوزنقه دوبازویی را با طول‌های متفاوت انتخـاب، و روی هم قرار می‌دهند و می‌بندند. در این روش ضربـات جاده به‌صورت عمود به این فنرها وارد می‌شـوند و در لابه‌لای فنرها به‌صورت افقی مستهلک می‌شوند و بدین ترتیب به سرنشین‌های اتومبیل آسیبی نمی‌رسد. این فنرها را با نام‌های شمشی و برگی و تخت نیز می‌نامند.

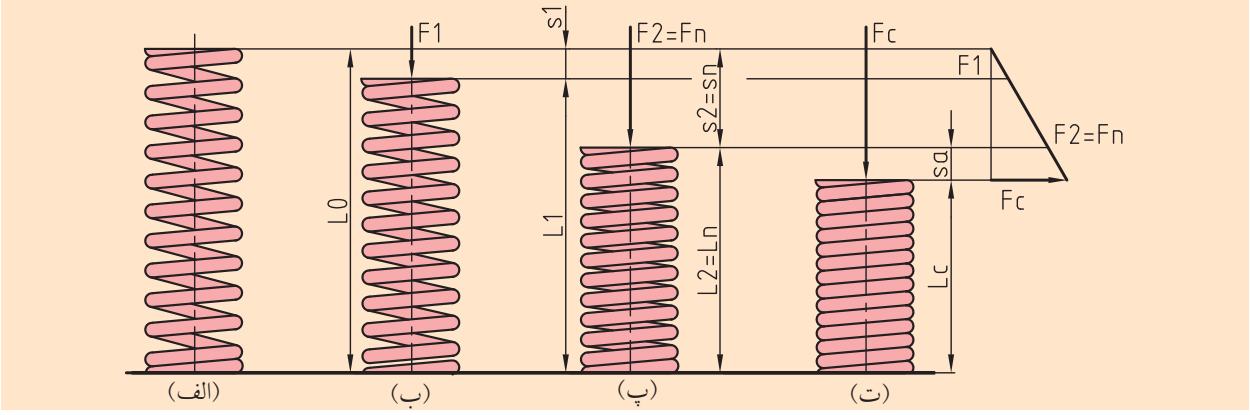
۵ـ۴ فنرهای مارپیچ استوانه‌ای

این فنرها که مفتول آن‌ها دارای مقطع دایره‌ای است، به‌صورت مارپیچ و به‌شکل استوانه‌ای ساخته می‌شوند. درهنگام پیچیدن سیم، فاصله کوچکی بین حلقه‌هایی که روی هم می‌نشینند، ایجاد می‌شود، بنابراین یک فنر با خاصیت الاستیکی بالا و حجم کمتر به‌دست می‌آید.

فنرهایی که قطر مفتول آن‌ها کوچک‌تر یا مسـاوی ۱۲ میلی‌متر ($12mm \geq d$) باشند، به‌صورت سرد و فنرهایی که قطر سیم آن‌ها از ۱۲ میلی‌متر ($12mm < d$) بزرگ‌تر باشد، به‌صورت گرم شکل داده می‌شوند. فنرهای مارپیچ استوانه‌ای در اثر تأثیر نیرو، تحت فشار یا تحت کشش قرار می‌گیرند.

◄ فنرهای مارپیچی فشاری

روش کار این نوع فنرها در شـکل ۵ـ۷ نشان داده شده است. چنان‌چه ملاحظه می‌کنید در حالت (الف) شکل، فنر در وضعیت آزاد قرار دارد و تحت‌تأثیر نیرو نیست، اما در حالت‌های (ب و پ) تحت‌تأثیر دو نیروی متفاوت قرار می‌گیرد. همچنین در حالت (ت) فاصله بین حلقه‌ها از بین رفته و حلقه‌ها روی هم نشسته‌اند.

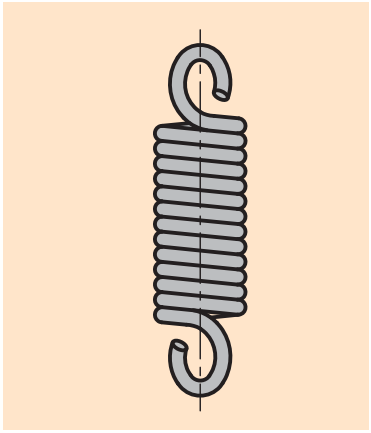


شکل ۵ـ۷ فنرهای مارپیچ استوانه‌ای

در این‌صـــورت فنرها خاصیت فنری خود را از دســـت می‌دهند، بنابراین حلقه فنرها درهنگام به‌کارگیری، نباید روی هم بنشینند. مبنای انتخاب نیروی اعمالی باید به‌گونه‌ای باشد که بین حلقه‌های فنرها همیشه فاصله کوچکی باقی بماند.

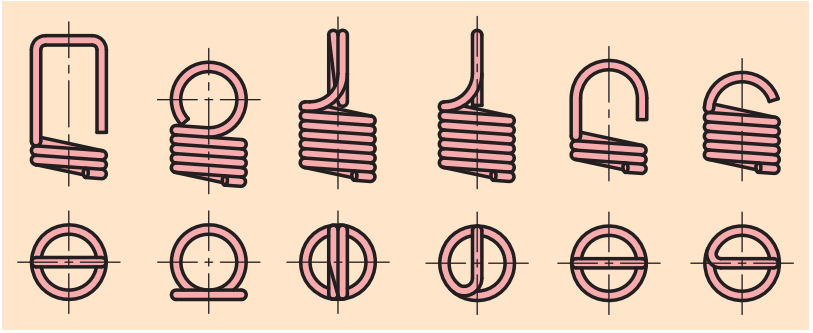
فنر مارپیچی کششی

فنرهای مارپیچی، زیر بار کشـــش قرار می‌گیرند و چون به‌صورت ســـرد ساخته می‌شـــوند، حلقه‌های فنر در حالت آزاد بر روی هم می‌نشـــینند. در بســـیاری از مواقع، توسط میله‌های کشیده‌شـــده یا نوردشده و بهسازی‌نشده به‌صورت گرم فرم داده شـــده و سپس آن‌ها را بهسازی می‌کنند. این روش کمتر به‌کار می‌رود. برای انتقال نیروی فنر از قلاب‌های گوشـــواره‌ای در یک یا دو طرف بر اســـاس کاربردشان استفاده می‌شود.



شکل ۸ـ۵ طرح یک فنر مارپیچ کششی

در انتخاب فرم قلاب‌های گوشواره‌ای باید توجه داشت که کوچک‌ترین شعاع داخلی قلاب گوشواره‌ای نباید کوچک‌تر از قطر مفتول باشد. در شکل ۸ـ۵ یک فنر مارپیچی کششی را مشاهده می‌کنید که بیشترین کاربرد را در صنعت دارد، و در شکل ۹ـ۵ نمونه‌هایی از فنرهای مارپیچ با قلاب‌های متفاوت نشان داده شده است.

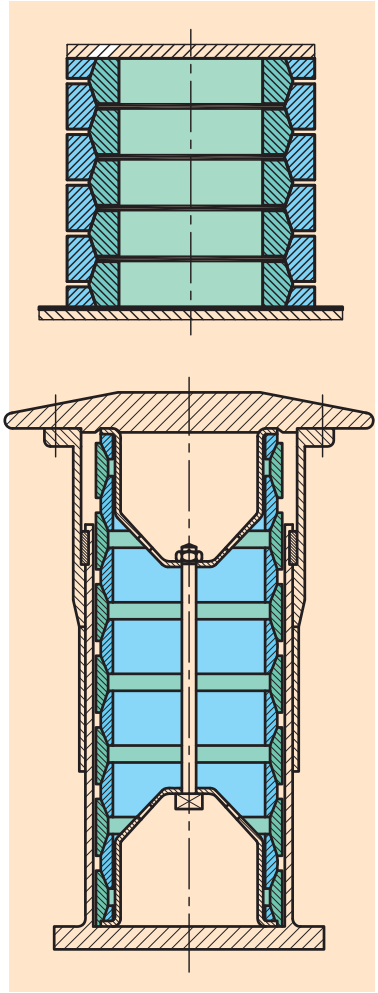


شکل ۹ـ۵ فرم قلاب‌های گوشواره‌ای مختلف

۵ـ۵ فنرهای حلقه‌ای

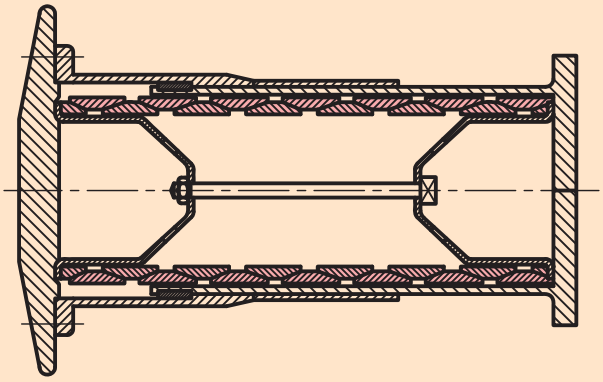
این فنرها به‌صورت حلقه‌های داخلی و خارجی با ســـطح مقطع مخروطی دوبل ساخته می‌شوند و به فنرهای حلقه‌ای فشاری نیز معروف‌اند (شکل ۱۰ـ۵).

زمانی‌که تحت‌تأثیر نیروی فشـــاری قرار می‌گیرند حلقه‌های خارجی در جهت عرض بزرگ می‌شـــوند و حلقه‌های داخلی جمع می‌شوند. در نتیجه حلقه‌های خارجی تحت کشش و حلقه‌های داخلی تحت فشار قرار می‌گیرند.



شکل ۱۰ ـ۵ فنرهای حلقه‌ای

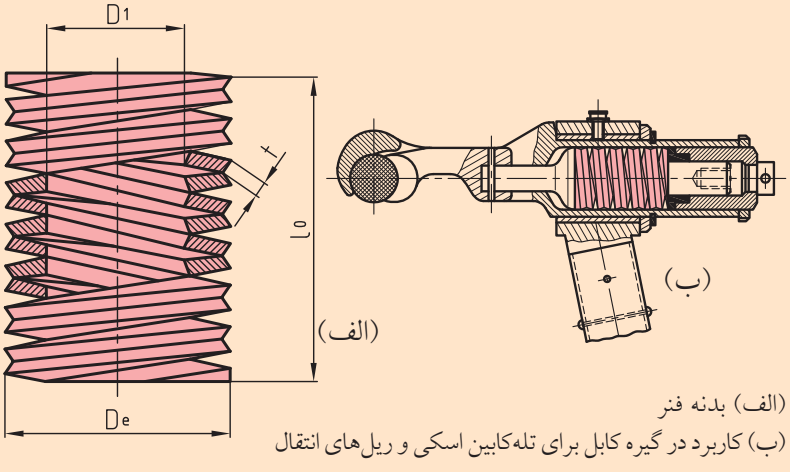
فنرهای حلقه‌ای فشـاری خاصیت مسـتهلک‌کنندگی قوی دارنـد، بنابراین در سیسـتم‌هایی که زیر بار ضربه‌ای بزرگ قرار دارند، به‌کار می‌روند. یک نمونه از کاربرد این نوع فنرها را در شکل ۱۱ـ۵ که در راه‌آهن کاربرد دارد، مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۱ـ۵ ضربه‌گیر راه‌آهن متشکل از فنرهای حلقه‌ای

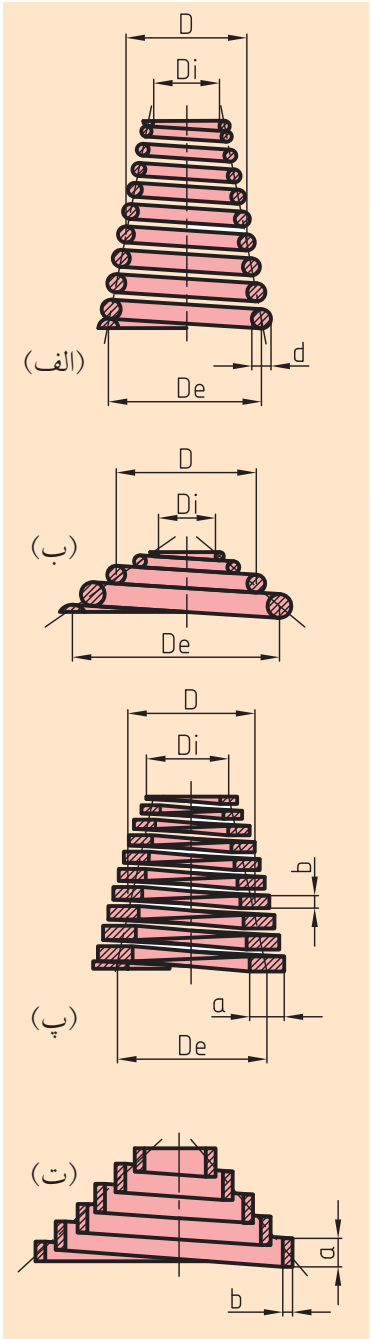
در مـوارد نادری از فنرهای مخروطی با مقطع مسـتطیل و دایره، مطابق شـکل ۱۲ـ۵، استفاده می‌شود.

یکی از ابداعات جدید جالب توجه فنر مارپیچی بشقابی یکپارچه مطابق شکل ۱۳ـ۵ اسـت. این فنر که شبیه یک ستون از بشـقاب‌های فنری است از دو فنر مارپیچی بشقابی مشابه با سطح مقطعی شبیه به فنر بشقابی از تسمه فولادی، که به همدیگر پیچیده‌اند، تشکیل شده است.



(الف) بدنه فنر
(ب) کاربرد در گیره کابل برای تله‌کابین اسکی و ریل‌های انتقال

شکل ۱۳ـ۵ فنرهای مارپیچی بشقابی



(الف) از مفتول گرد
(ب)از مفتول گرد حلقه‌ها می‌توانند داخل هم شوند
(پ) از تسمه تخت
(ت) از تسمه تخت، حلقه‌ها می‌توانند وارد یکدیگر شوند.

شکل ۱۲ـ۵ فنرهای مارپیچی مخروطی

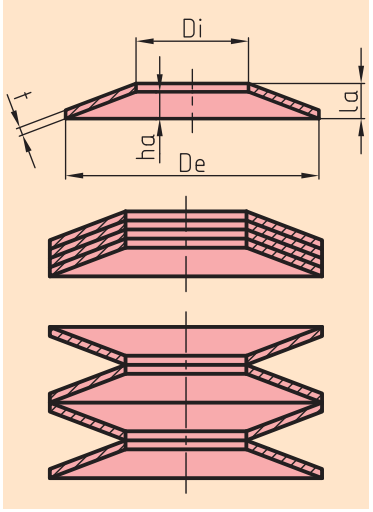
این نوع فنر نسبت به یک ستون از بشقاب‌های فنری مزیت‌های قابل توجهی دارد. اجزاء یکپارچه به‌صورت بشقاب‌های مجزا از هم هستند، درنتیجه مونتاژ ساده‌ای دارند و ساخت آن‌ها از مواد تسمه‌ای با جریان فازهای غیرمنقطع صورت می‌گیرد.

این فنرها در حین کار ایمنی زیاد دارند و در فیکسچرهای ابزار به‌عنوان ذخیره‌کننده نیروی فنر، برای گیره‌های کابل تله‌کابین‌های اسکی و ریل‌های انتقال و نیز جهت میرا کردن گشتاور چرخشی در گیربکس‌های موتورسیکلت کارایی خوبی از خود نشان داده‌اند.

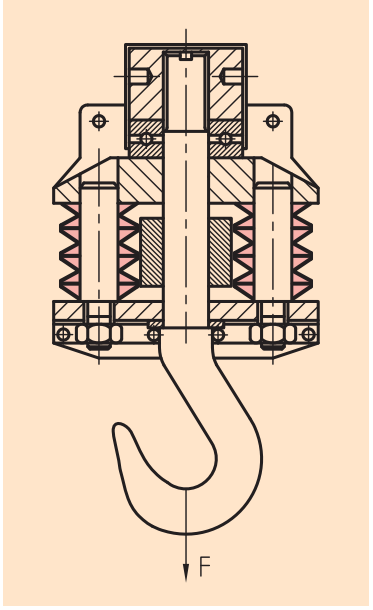
۶ـ۵ فنرهای بشقابی

فنرهای بشقابی پوسته‌های حلقه‌ای مخروطی شکل هستند (شکل ۱۴ـ ۵) که به‌صورت ستون روی هم قرار می‌گیرند. مخصوصاً در طرح‌هایی که فضای کمتری برای فنر وجود دارد و نیروی زیادی بر فنر اثر می‌کند و تغییر طول فنر باید کمتر باشد، به‌کار می‌رود. با توجه به ویژگی‌های این فنرها، کاربرد زیادی در شیرها، ابزارها، ابزارگیرها، پرس‌ها، ساختمان ماشین‌ها، جرثقیل‌ها، ساختمان موتورها، پل‌ها و غیره دارند و به‌خصوص برای نیروهای بزرگ و تغییر طول‌های کوچک مناسب هستند.

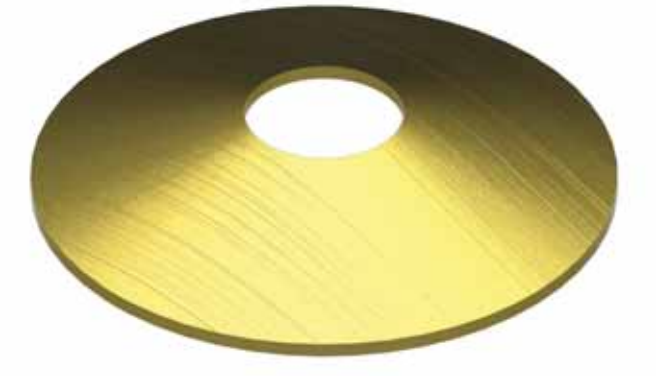
فنرهای بشقابی به‌کمک یک پین در داخل فنر، یا به‌کمک یک غلاف در خارج فنر جمع می‌شوند و بهتر است هدایت این‌گونه فنرها از داخل صورت پذیرد. یک نمونه از کاربرد آن‌را در شکل ۱۵ـ۵ مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۴ـ۵ فنرهای بشقابی



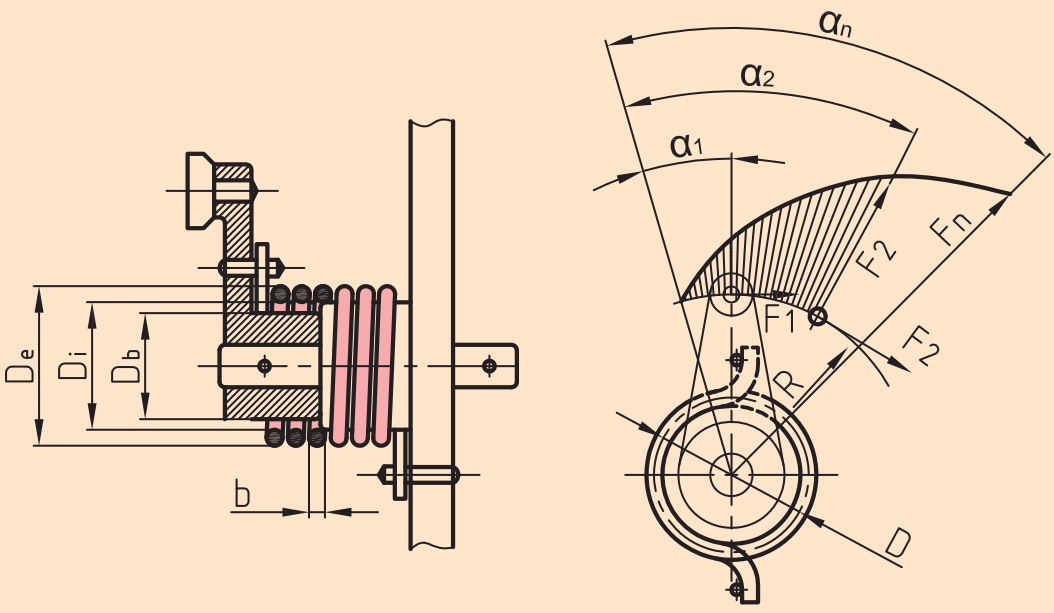
شکل ۱۵ـ۵ کاربرد فنر بشقابی در قلاب یک جرثقیل



۵ـ۷ فنرهای بازویی(سنجاقی)

فنرهای بازویی، فنرهای پیچشـــی مارپیچی هستند که تحت‌تأثیر نیروی خمشی قرار می‌گیرند (شکل ۱۶ـ۵).

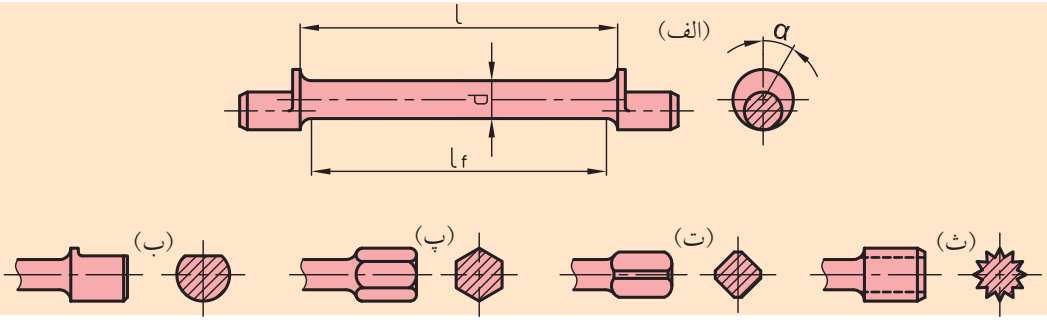
این فنرها که بیشـــتر به‌عنوان برگشت‌دهنده اهرم‌ها و درپوش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، از ســـیم‌های فولادی مانند فنرهای مارپیچی، روی استوانه تولید می‌شـــوند. ابتـــدا و انتهای بازوها بـــا توجه به موارد مصرف آن‌ها مســـتقیم و یا خمیده و یا فرمی هستند. یک سر فنر باید به قسمت متحرک و سر دیگر آن به قسمت ثابت وصل شود، یا گیر کند.



شکل ۱۶ـ۵ فنر بازویی به‌عنوان فنر برگشت‌دهنده برای یک اهرم راه‌انداز

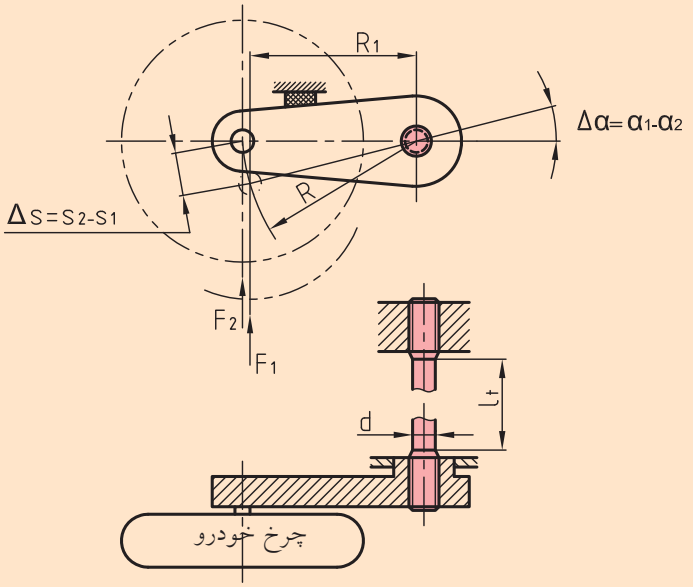
۵ـ۸ فنرهای میله‌ای پیچشی

فنرهای میله‌ای پیچشـــی با مقطع گرد در وسایل نقلیه برای میرا کردن نوسان‌ها پیچشـــی یا به‌عنوان پایدارکننده‌های پیچشی، جهت اندازه‌گیری نیروی پیچشی، در آچارهای گشتاورسنج و به‌عنوان کوپلینگ‌های الاستیکی در شافت‌ها و امثال آن به‌کار می‌روند. شـــکل‌های ۵ـ۱۷ و ۵ـ۱۸ نمونـــه و کاربرد این‌گونه فنرها را نشان داده است.



شکل ۵ـ۱۷ فنر میله‌ای پیچشی با مقطع دایره‌ای و انواع مختلف انتهای درگیر شونده (الف) لنگ (ب) پخ مسطح (پ) شش‌گوش (ت) چهارگوش (ث) هزارخار دندانه‌فاقی

(الـف) دو میلـه پیچشـی روی هم در یک اکسل خودرو که در وسط درگیر شده‌اند.



(ب) نمایش نحوه کار فنر پیچشـی میله‌ای یک چرخ خودرو

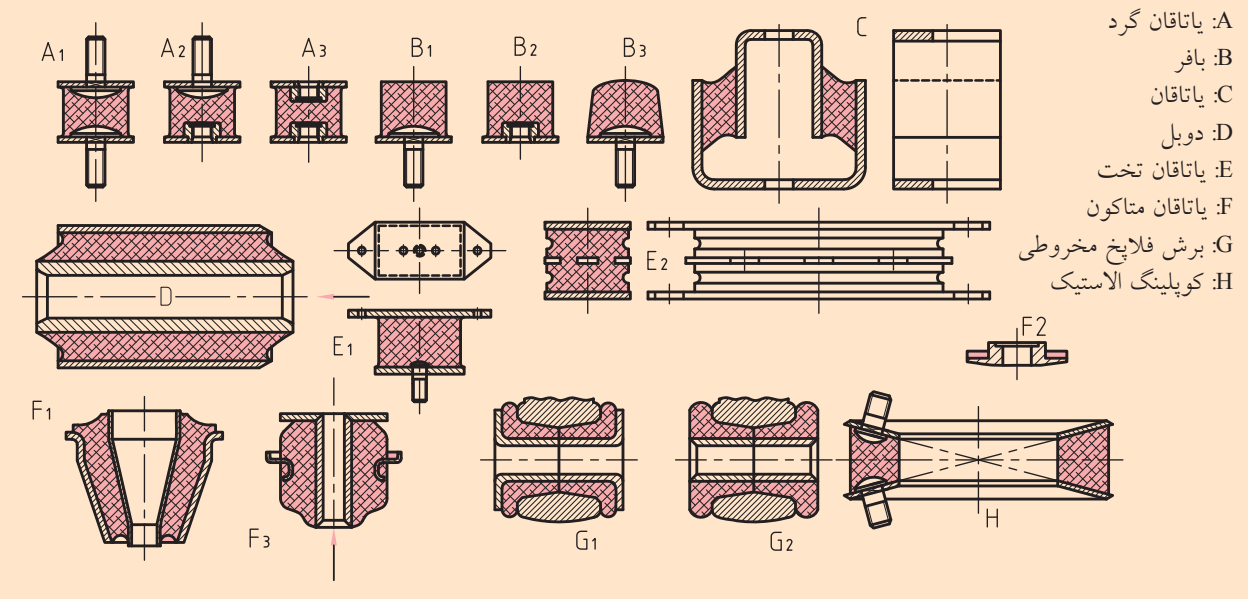
شکل ۵ـ۱۸ کاربرد فنر میله‌ای پیچشی

تغییرشکل فنری این فنرها از طریق پیچشِ ساقِ لاغر شده آن‌ها صورت می‌گیرد و اساساً مانند فنرهای بازویی مارپیچی کار می‌کنند.

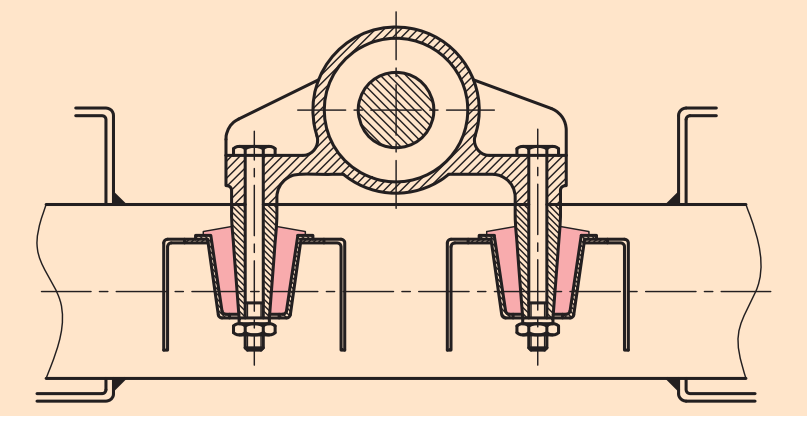
۹ـ۵ فنرهای لاستیکی

فنرهای لاستیکی عمدتاً برای میرا کردن نوسان‌ها و ضربات به‌کار می‌روند و به‌علت دارا بودن خاصیت اســتهلاکی خیلی بالای خود، تحت‌تأثیر نیروهای اصطکاکی داخلی قرار می‌گیرند. از خواص مهم آن‌ها عمر طولانی و مقاومت در مقابل ساییدگی و مقاومت در مقابل گرما و همچنین در مقابل ماده‌هایی مثل روغن و بنزین است. خراب شدن ساختمان داخلی این فنرها را پیر شدن می‌نامند.

به‌عنوان فنرهای فونداسیون و یا عضوهای رابط در کوپلینگ‌های الاستیک به‌کار می‌روند. چند نوع از این فنرها در شــکل ۱۹ـ۵ و یاتاقان‌بندی یک موتور در شــکل ۲۰ـ۵ نشان داده شده است.



شکل ۱۹ـ۵ فنرهای لاستیکی



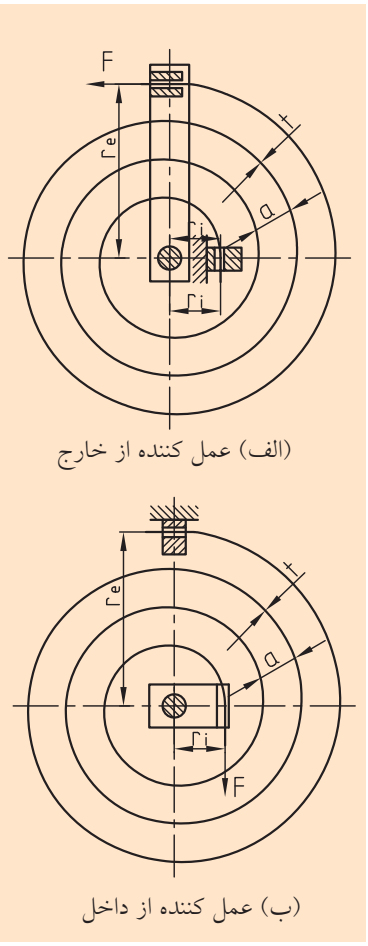
شکل ۲۰ـ۵ یاتاقان‌بندی عقب یک موتور پیستونی با لاستیک متاکون

۵ـ۱۰ فنرهای حلزونی پیچشی

فنرهای حلزونی پیچشـــی با پیچیدن (مانند کوک کردن ســـاعت)، انرژی ذخیره می‌کنند تا برای به‌حرکت درآوردن المان‌های وابسته خود، انرژی اندوخته شده را پس دهند، یعنی مانند یک مکانیزم موتور کار می‌کنند (شکل ۵ـ۲۱).

بنابراین یک‌سر این نوع فنرها (داخلی یا خارجی) را به بدنه وصل می‌کنند و از سر دیگر کوک می‌شود.

فنرهـــای حلزونـــی در سیســـتم‌های اندازه‌گیـــری، مکانیزم‌هـــای ســـاعت و اسباب‌بازی‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند و برای این‌که بین حلقه‌ها، فاصله‌های مساوی به‌وجود آید به‌صورت حلزونی ساخته می‌شوند.



شکل ۵ـ۲۱ فنرهای حلزونی پیچشی

ارزشیابی پایانی

◄ پرسش‌های تشریحی:

۱. فنر را تعریف کنید.

۲. انواع فنر را نام ببرید.

۳. کاربرد فنرها را توضیح دهید.

۴. منحنی‌های مشخصه فنرها را شرح دهید.

۵. چند نوع اتصال فنر داریم؟ نام ببرید.

۶. رفتار ارتعاشی فنرها را توضیح دهید.

۷. فنرهای صفحه‌ای را تعریف کنید و موارد مصرف آن‌ها را شرح دهید.

۸. فنرهای مارپیچ استوانه‌ای را شرح دهید.

۹. فنرهای مارپیچ استوانه‌ای با مقطع چهارگوش را تعریف کنید و موارد استفاده آن‌را نام ببرید.

۱۰. کاربرد فنرهای بشقابی را نام ببرید و مزیت آن‌را بیان کنید.

۱۱. فنرهای بازویی را شرح دهید.

۱۲. موارد مصرف فنرهای میله‌ای پیچشی را توضیح دهید.

۱۳. کاربرد فنرهای لاستیکی را شرح دهید.

◄ جای خالی را با عبارت مناسب پر کنید:

الف) ..... در موتورهای احتراقی، باز و بسته شدن سوپاپ‌ها را ایجاد می‌کنند.

ب) ارزیابی خواص فنرها با توجه به ..... آن‌ها صورت می‌گیرد.

پ) فنرهای صفحه‌ای چند لایه معمولاً جهت فنربندی وسایل ..... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ت) فنرهای بشقابی به‌کمک یک ..... در داخل فنر، یا به‌کمک یک ..... در خارج فنر جمع می‌شوند.

ث) فنرهای ..... با مقطع گرد در وسایل نقلیه برای میرا کردن نوسان‌ها پیچشی یا به‌عنوان پایدارکننده‌های پیچشی به‌کار می‌روند.

◄ درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کنید:

الف) فنرها فرکانس سیستم‌ها را تغییر نمی‌دهند.

ب) ابعاد یک فنر باید به‌گونه‌ای تعیین شود که ضریب سفتی موردنظر به‌دست آید و تنش‌ها نیز از حد مجاز بیشتر نشوند.

پ) اگر ضریب سفتی فنرها منحنی مشخصه راست باشد، متغیر است، ولی اگر قوس‌دار باشد ثابت خواهد شد.

ت) جنس فنر باید طوری باشد که توانمندی تغییر شکل الاستیک کمی داشته باشد.

ث) فنرهای شمشی، ضربات سخت مسیر حرکت را به نوساناتی آرام، نرم و میرا شده، تبدیل می‌کنند.

ج) مبنای انتخاب نیروی اعمالی باید به‌گونه‌ای باشد که بین حلقه‌های فنرها هرگز فاصله‌ای باقی نماند.

چ) فنرهای سنجاقی برای اندازه‌گیری نیروی پیچشی در آچارهای گشتاورسنج به‌عنوان کوپلینگ‌های الاستیکی در شافت‌ها به‌کار می‌روند.

ح) فنرهای حلزونی در سیستم‌های اندازه‌گیری، مکانیزم‌های ساعت و اسباب‌بازی‌های مختلف به‌کار می‌روند.

◄ پرسش‌های چهار گزینه‌ای:

۱. کدام گزینه جزو موارد کاربرد فنرها نیست؟

۱) شدت نیروهای ضربه‌ای را می‌کاهند، یعنی وظیفه مستهلک‌کننده را انجام می‌دهند.

۲) انرژی اندوخته شده را به حرکت تبدیل می‌کنند. یعنی وظیفه موتور را انجام می‌دهند.

۳) از تغییرات فرکانس سیستم‌ها جلوگیری می‌کنند.

۴) اندازه‌گیری نیروها، مثل نیروی دینامومترها و ترازو و غیره را انجام می‌دهند.

۲. کدام گزینه جزو انواع اتصال فنرها نیست؟

۱) سری ۲) موازی ۳)دنباله‌ای ۴) مختلط

۳.کدام گزینه در مورد فنرهای مارپیچ استوانه‌ای نادرست است؟

۱) سیم آن‌ها دارای مقطع دایره‌ای است.

۲) به‌صورت مارپیچ و به‌شکل استوانه‌ای ساخته می‌شوند.

۳) درهنگام پیچیدن سیم، بین حلقه‌ها، که روی هم می‌نشینند، فاصله کوچکی گذاشته می‌شود.

۴) فنرهایی که قطر سیم آن‌ها بزرگ‌تر یا مساوی ۱۲ میلی‌متر باشد، به‌صورت سرد شکل داده می‌شوند.

۴. در انتخاب فرم قلاب‌های گوشواره‌ای باید توجه داشت که کوچک‌ترین شعاع داخلی قلاب گوشوارهای نباید .....

از قطر مفتول باشد.

۱) بزرگ‌تر ۲) بزرگ‌تر مساوی ۳)کوچک‌تر ۴) کوچک‌تر مساوی

۵. کدام گزینه در مورد فنرهای مارپیچی استوانه‌ای با مقطع چهارگوش نادرست است؟

۱) این فنرها به‌صورت حلقه‌های داخلی و خارجی با سطح مقطع مخروطی دوبل ساخته شده‌اند.

۲) فنرهای حلقه‌ای فشاری نیز گفته می‌شوند.

۳) وقتی‌که تحت‌تأثیر نیروی فشـــاری قرار می‌گیرند، حلقه خارجی جمع می‌شـــود و حلقه‌های داخلی در جهت عرض بزرگ می‌شود.

۴) وقتی‌که تحت‌تأثیر نیروی فشاری قرار می‌گیرند، حلقه‌های خارجی تحت کشش و حلقه‌های داخلی تحت فشار قرار می‌گیرند.

۶.کدام گزینه از موارد استفاده فنرهای بشقابی نیست؟

۱) فضای کمتری برای فنر وجود دارد. ۲) نیروی زیادی بر فنر اثر می‌کند.

۳) تغییر طول فنر باید کمتر باشد. ۴) بارگذاری خمشی داشته باشیم.

۷.کدام نوع فنرها اکثراً به‌عنوان برگشت‌دهنده اهرم‌ها و درپوش‌ها به‌کار می‌روند؟

۱) بشقابی ۲) سنجاقی ۳) مارپیچ فشاری ۴) مارپیچ کششی

۸.کدام گزینه در مورد فنرهای لاستیکی درست نیست؟

۱) جنس آن‌ها از لاستیک تراکم‌ناپذیر است.

۲) در عین‌حالی که فرم آن‌ها قابل تغییر است، حجمشان تغییری نمی‌یابد.

۳) عمدتاً برای میرا نوسان‌ها و ضربات به‌کار می‌روند.

۴) با مهار همه جانبه لاستیک خواص الاستیکی آن‌ها از بین نمی‌رود.

فصل ششم: یاتاقان‌ها

هدف‌های رفتاری

در پایان آموزش این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

ـ یاتاقان را تعریف کند.

ـ انواع یاتاقان را توضیح دهد.

ـ خواص یاتاقان‌ها را بیان کند.

ـ یاتاقان‌های شعاعی را توضیح دهد.

ـ یاتاقان‌های محوری را توضیح دهد.

ـ جنس یاتاقان‌های لغزشی را بیان کند.

ـ جنس یاتاقان‌های غلتشی را بیان کند.

ـ یاتاقان‌های لغزشی و انواع آن‌را شرح دهد.

ـ یاتاقان‌های غلتشی و انواع آن‌را شرح دهد.

ـ انتخاب و موارد مصرف یاتاقان‌های لغزشی را توضیح دهد.

ـ انتخاب یاتاقان‌های غلتشی و موارد مصرف آن‌ها را توضیح دهد.

ـ یاتاقان‌بندی و روغن‌کاری یاتاقان‌ها را توضیح دهد.

ـ آب‌بندی محورها و یاتاقان‌ها را توضیح دهد.

ـ آب‌بندی تماسی و غیرتماسی را توضیح دهد.

ـ سطوح راهنما را توضیح دهد.

ـ ویژگی‌های مورد نیاز سطوح راهنما را توضیح دهد.

ـ کاربرد سطوح راهنما را توضیح دهد.

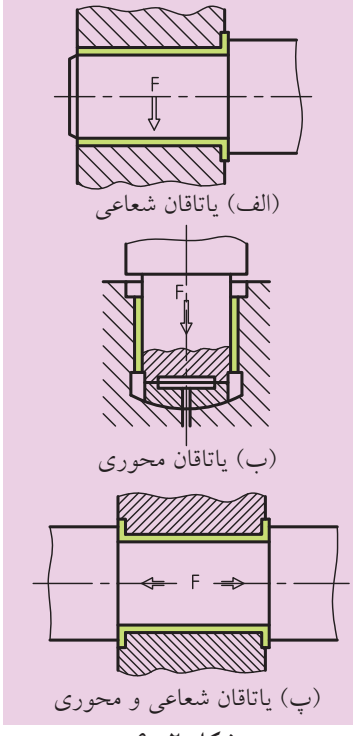
یاتاقان‌ها

یاتاقان‌هـــا به حرکت دو جزء در یـــک یا چند جهت با حداقل نیروی اصطکاک کمک می‌کنند و حرکت‌هایی شـــعاعی را محدود می‌سازند، بنابراین اجزایی که حرکت‌هـــای دورانی را حمایت می‌کنند، یاتاقان نامیده می‌شـــوند. این درحالی اســـت که اگر حرکت خطی باشـــد برعهده ســـطوح راهنما خواهد بود. یعنی از طرف سطوح راهنما حمایت خواهند شد. معمولاً یاتاقان‌هایی که تکیه‌گاه زبانه شـــافت‌ها یا اکسل‌ها هســـتند به دو دسته یاتاقان‌های لغزشـــی و غلتشی تقسیم می‌شـــوند. در یاتاقان‌های لغزشی بین ســـطوح، حرکت لغزشی وجود دارد، در حالی‌که در یاتاقان‌های غلتشی بین سطوح، غلتش وجود دارد.

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

شکل ۱ـ ۶

نیـــروی اعمالی بـــه یاتاقان‌ها و یا محل اســـتقرار یاتاقان‌ها بـــر روی یک محور می‌تواند به‌صورت عمود بر محور یا موازی با آن باشند. (شکل ۱ ـ ۶ ـ 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 شـــعاعی و هم محـــوری را هم‌زمان تحمل کنند، یاتاقان‌های شـــعاعی و محوری نام دارند. در شـــکل ۲ـ ۶ هر سه حالت را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲ـ ۶

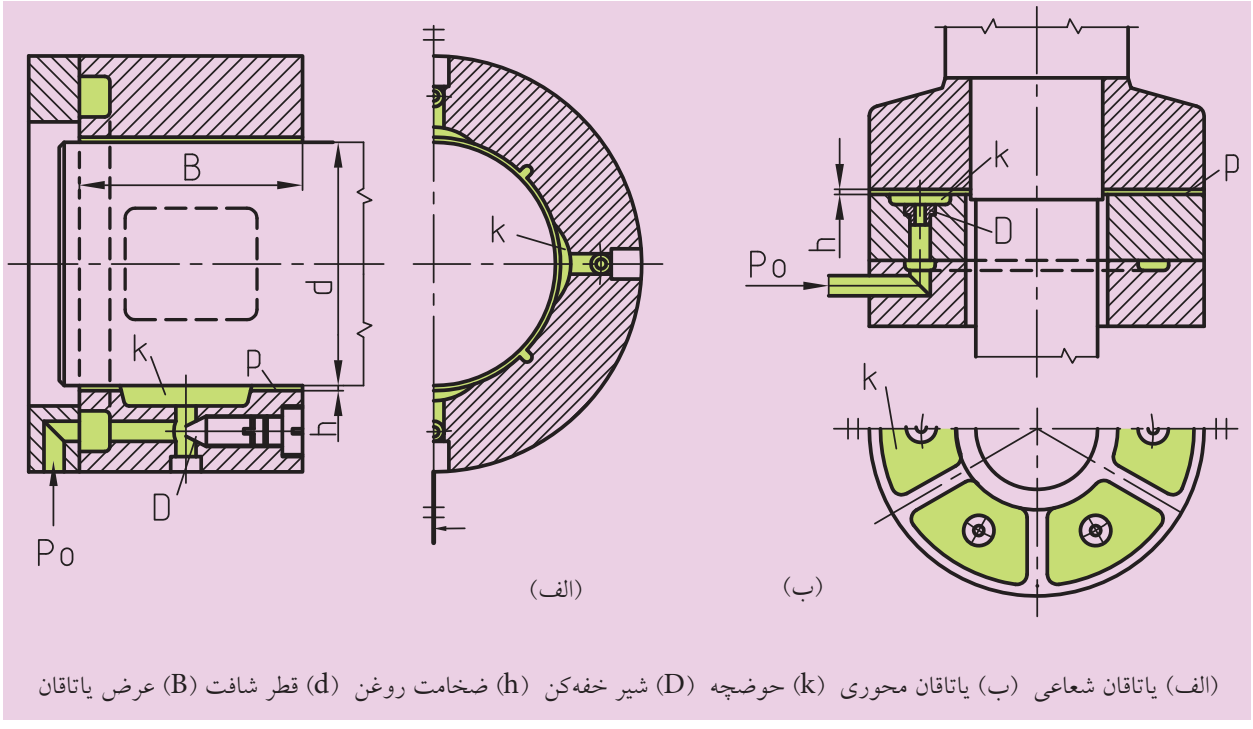
۱ـ۶ یاتاقان لغزشی

در سطح بین یاتاقان‌های لغزشی و زبانه محور به‌علت دوران، اصطکاک به‌وجود می‌آید و باعث ایجاد حرارت می‌شـــود، بنابراین لازم است در بین این دو سطح روغن تزریق کنیم تا فیلمی از روغن بین دو ســـطح تشکیل شود. این ضخامت روغن ســـبب می‌شـــود تماس فلز با فلز از بین برود و اصطکاک کاهش یابد. از همـــه مهم‌تر این اســـت که همراه با نرم‌تر کار کردن محور، ســـر و صدا کاهش می‌یابد و مثل یک مســـتهلک‌کننده نیروعمل می‌کنـــد و عمر یاتاقان نیز طولانی می‌شـــود. قیمت این یاتاقان‌ها نیز از یاتاقان‌های غلتشی کمتر است. یاتاقان‌های لغزشی می‌توانند از نظر روغن‌کاری به‌صورت مایع یا اصطکاک مرزی باشند. بهترین شـــرایط کار با اصطکاک مایع به‌دست می‌آید که در آن سطوح لغزنده با یکدیگر تماس مســـتقیمی ندارند، زیرا یک فیلم روغن، بین سطوح تشکیل‌شده

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 عین‌حال، 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 تحت‌فشار از طریق سوراخ‌ها و کانال‌هایی به‌درون حوضچه فشار یاتاقان‌ها وارد و از آن‌جا پخش می‌شود. تلفات ناشی از اصطکاک در یاتاقان‌های لغزشی، کمتر از سایر یاتاقان‌هاست (شکل ۳ـ۶).

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



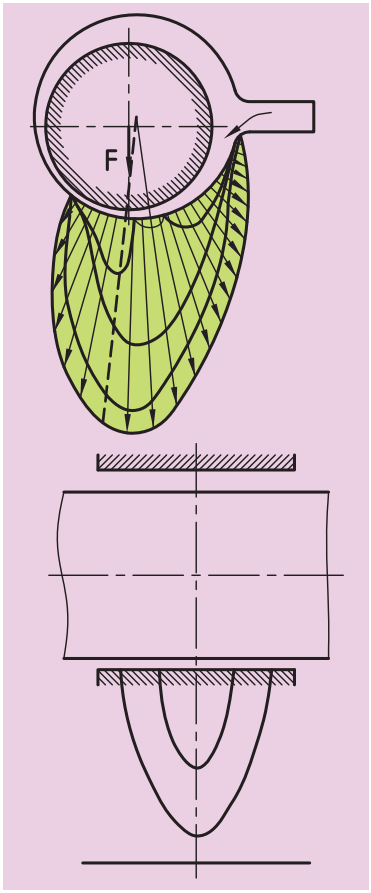
(الف) یاتاقان شعاعی (ب) یاتاقان محوری (k) حوضچه (D) شیر خفه‌کن (h) ضخامت روغن (d) قطر شافت (B) عرض یاتاقان

شکل ۳ـ۶ یاتاقان‌های لغزشی با حوضچه‌های فشار روغن

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.

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).

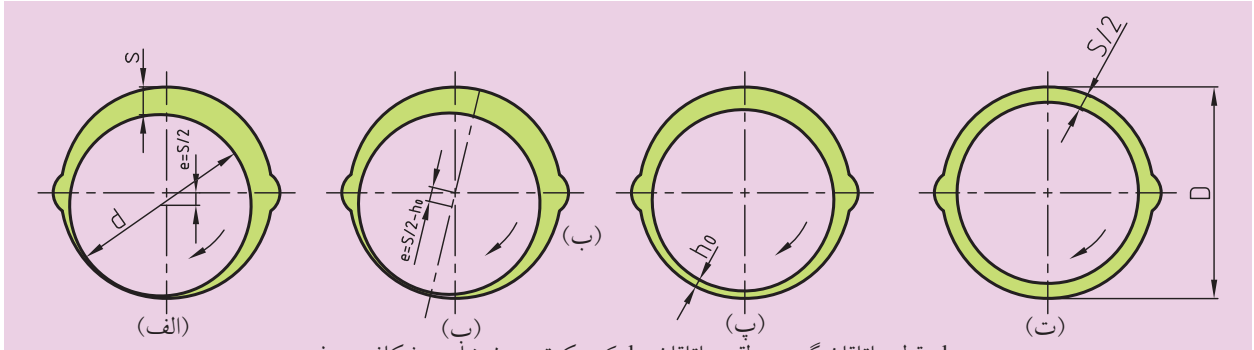


شکل ۴ـ۶ پخش فشار روغن در یاتاقان‌های شعاعی در عرض‌های متفاوت

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 h0: 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 فشـار وارد بر روغن بیشتر و سرعت لغزشی کمتر باشد. ویسکوزیته روغن بیشـتر انتخاب می‌شـود، ولی اگر سـرعت لغزشـی بیشتر باشد ویسکوزیته روغن، پایین‌تر تعیین می‌شود.

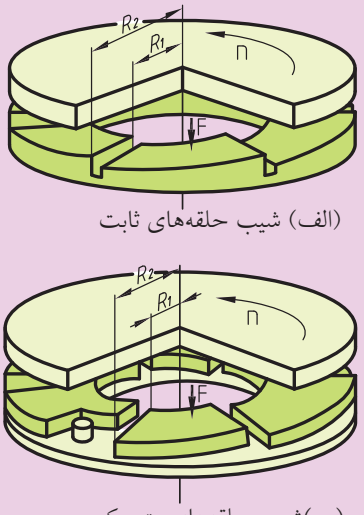
بیشتر بدانید

تعریف ویسـکوزیته: به مقدار مقاومت لایه‌های سیال در برابر لغـزش روی هم، ویسـکوزیته می‌گوینـد. به‌عنـوان مثـال ویسکوزیته عسل از ویسکوزیته شیر بسیار بیشتر است.

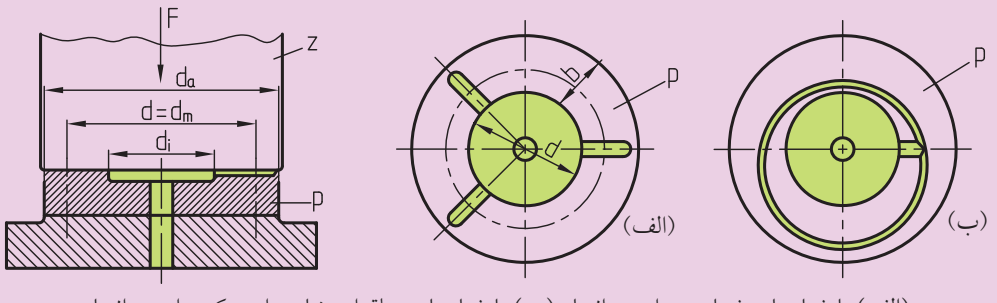
۲ـ۱ـ۶ یاتاقان‌های محوری

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

همچنین در شـکل ۶ـ۷ سـاده ترین نوع یاتاقان محوری را مشـاهده می‌کنید. سطح پیشانی یاتاقان گرد بر روی یک صفحه افقی از جنس مواد لغزشی دوران می‌کند. جهت روانسـازی اکثراً روغـن جامد گریس و بعضاً روغن مایع تزریق می‌شـود. سـطح متحرک صفحه، توسط شیارهای شـعاعی و یا از طریق شیار حلقه‌ای خارج از مرکز بریده شده است این شیارها، روانساز را در عرض سطح حلقه‌ای توزیع می‌کنند.



شکل ۶ـ۶
یاتاقان‌های محوری



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

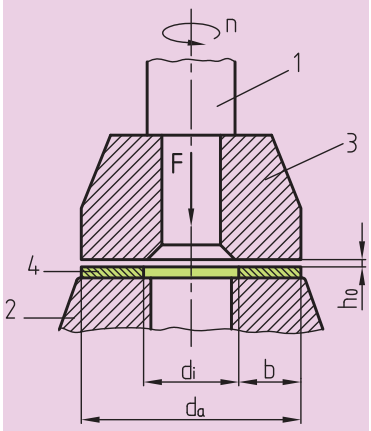
شکل ۶ـ۷ یاتاقان با صفحه افقی حلقه‌ای ساده

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.

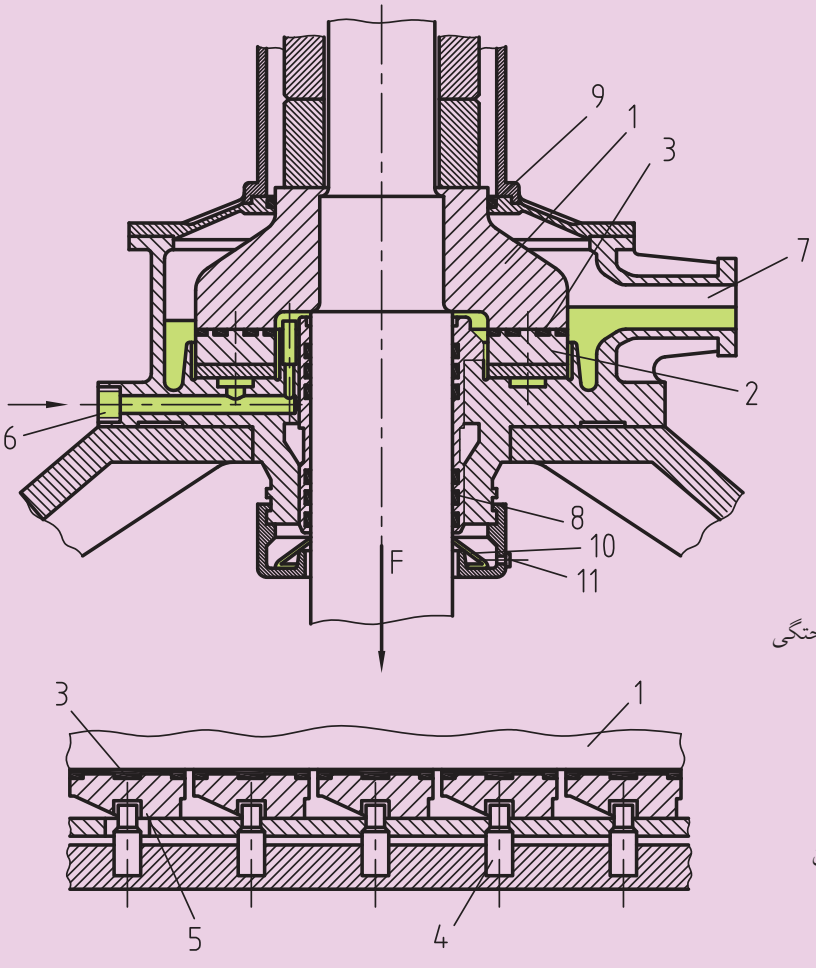
برای آشـــنایی بیشـــتر با کاربرد یاتاقان‌های محوری، در شکل ۹ـ ۶ یاتاقان‌های محوری یک توربین آبی نشان داده شده است.

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

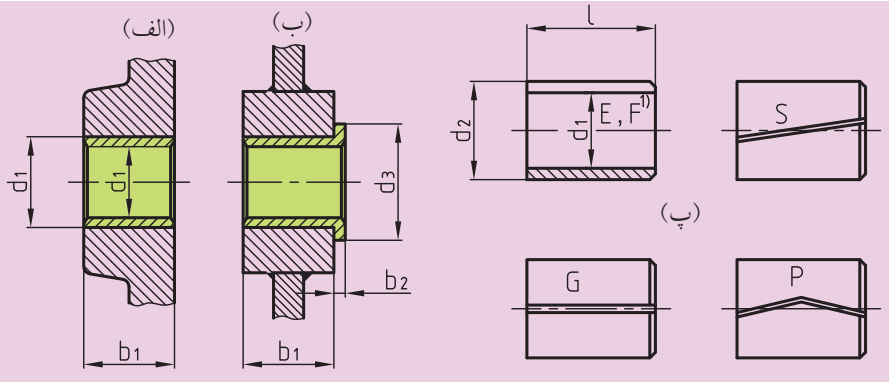


۱. رینگ فشاری روی شافت
۲. رینگ یاتاقان و سگمنت‌ها با روکش ریختگی
۳. روکش ریختگی، فلز سفید سگمنت‌ها
۴. پین‌هادی برای سگمنت‌ها
۵. لبه شعاعی سطح سگمنت
۶و۷. ورود و خروج روغن
۸. یاتاقان شعاعی
۹و۱۰. نشت‌بندهای بالایی و پایینی یاتاقان
۱۱. تخلیه روغن برای یاتاقان شعاعی

شکل ۹ـ ۶ یاتاقان محوری یک توربین آبی

۶ـ۲ ساختمان یاتاقان‌های شعاعی

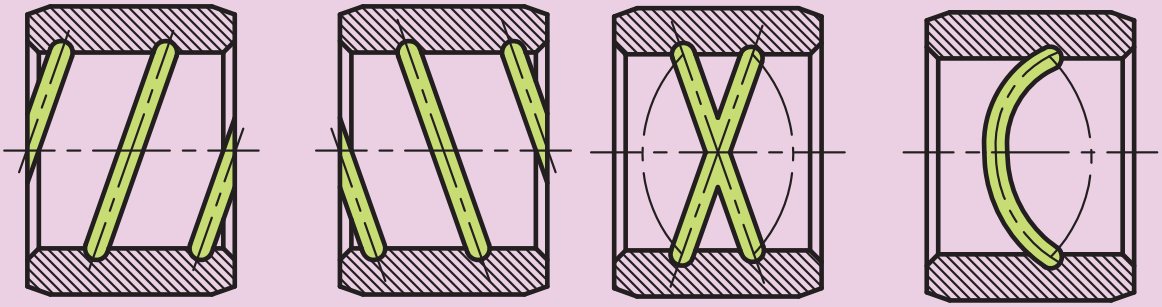
در یاتاقان‌های لغزشی شعاعی، اعمال نیرو، تغییر شکل ناشی از نیروهای وارده، نوع روغن انتخاب شـده، روش خنـک‌کاری و شـرایط کار یاتاقان از اهمیت بالایی برخوردار هسـتند که همه این موارد در طراحی، موردنظر قرار می‌گیرد. یاتاقان لغزشـی نیز بر همین اساس انتخاب می‌شود. مثلاً اگر جا زدن یاتاقان از بغل شـافت امکان‌پذیر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

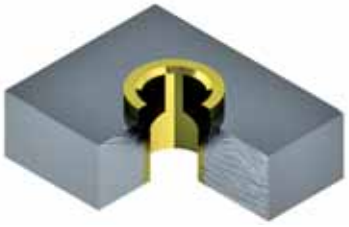
برای وسـایل نقلیه ریلی از بوش‌های پرس‌شـونده داخلی یا خارجی اسـتفاده می‌شود. در این نوع یاتاقان‌ها جهت روانسازی با روغن مایع یا جامد، شیارها و حوضچه‌هایی تعبیه شـده است. این شیارها حالت پیچی یا بیضی‌گون دارند که در شکل ۶ـ ۱۱ مشاهده می‌شود.



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

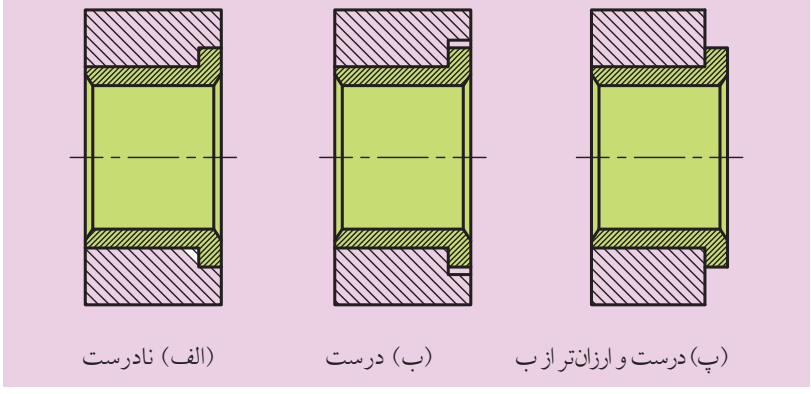
شکل ۶ـ۱۱ شیارهای روانسازی

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).



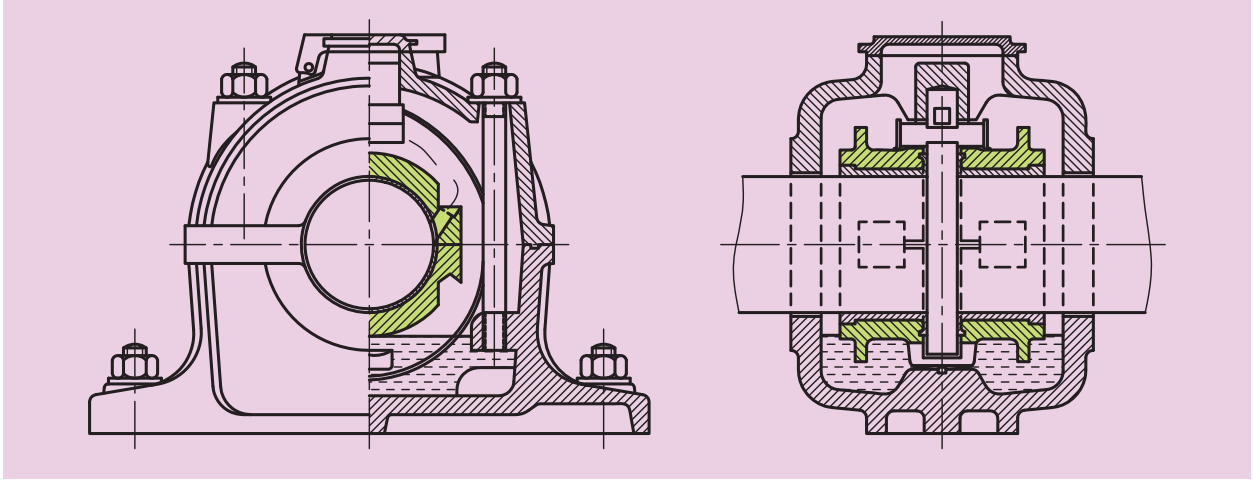
درست

نادرست



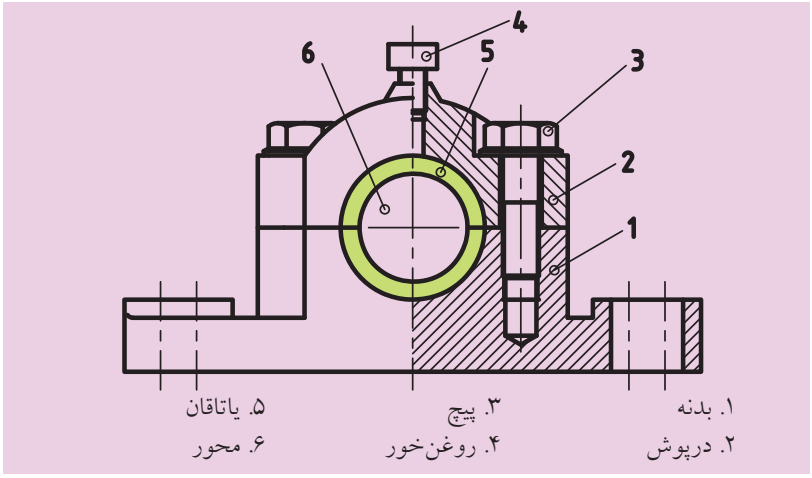
شکل ۱۲ـ ۶ بوش‌های طوقه‌دار پرس شده از داخل

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



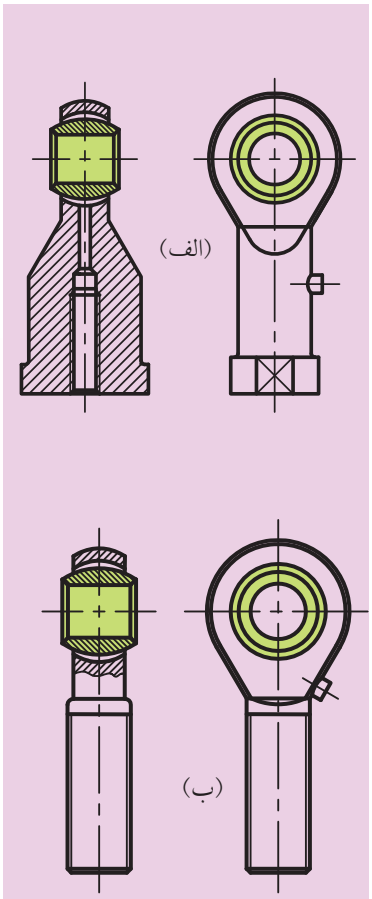
شکل ۱۳ـ ۶ یاتاقان ایستاده با حلقه ثابت

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 ـ ۶)



شکل ۱۴ـ ۶ یاتاقان پایه‌ای دوتکه

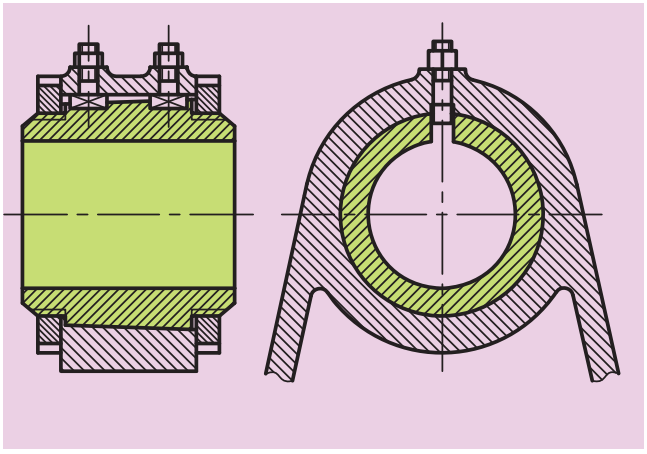
همچنین یاتاقان‌های مفصلی، مطابق شکل ۱۵ـ ۶ می‌توانند خود را با یک شافت کج‌شده هماهنگ کنند. به‌همین شکل کله‌گی‌های مفصلی را داریم که در همان شکل آماده مونتاژ نشان داده شده است. بازوهای نوسان‌کننده را به یکدیگر متصل می‌کند، به‌طوری‌که یاتاقان‌ها بتوانند حرکات پاندولی را انجام دهند.



(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 ـ 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 ۱۶ـ۶ 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 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 روغن‌کاری، 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 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 سایدگی 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 سایدگی 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)

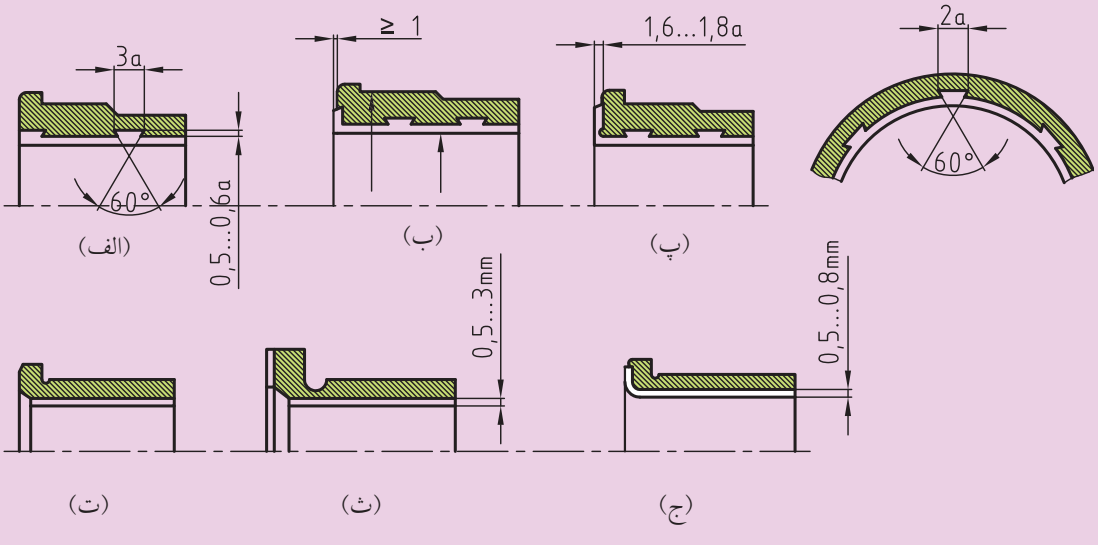
۳. فلزهای سفیدی که نسبت قلع و سرب آن‌ها در حد متوسط هستند.

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 لایه 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

◀ **آلیـاژ مس:** جنـس اصلی یاتاقان‌های وابسـته به مس، خود مس اسـت. کریسـتال‌های دیگر ترکیبات این آلیاژ در داخل مس سـخت، پخش می‌شـود. آلیـاژ مس معمـولاً ترکیبی از برنـز و برنج بوده و هر دو بـه‌روش آهنگری و یا ریخته‌گری سـاخته می‌شـوند. آلیاژ برنز به‌کار رفته در یاتاقان‌ها، با توجه به ترکیبات آن‌ها در دو گروه قلع و برنز ـ سرب وجود دارد.

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

◀ **جنس سـنتر شـده:** به‌روش ریخته‌گری پودری به‌دست می‌آید، در داخل قالب، به‌شکل‌های موردنظر تزریق می‌شود و در حرارت سنتر می‌شود. در پایان جنسـی به‌دسـت می‌آید که درون آن خلاءهای خیلی کوچک میکروسـکوپی به‌وجود می‌آید. این خلأها می‌توانند ۲۰ ٪ الی ۳۵٪ روغن را جذب کنند. این خلأها درهنگام کار به‌دلیل حرارت به‌وجود آمده، کوچک می‌شـوند 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.

◀ **سـایر جنس معدنـی یاتاقان‌ها:** در این گـروه، آلیاژهـای کادمیم، نقره، آلومینیم و آهن ریختگی وجود دارد که در عمل به‌صورت محدود کاربرد دارند. ضریب اصطکاک آن‌ها کوچک اسـت و مقاومت خسـتگی و قابلیت تحمل بار آن‌ها بالاست.

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

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

تحقیق کنید

تحقیـق کنیـد در ماشـین‌های ابـزار از چه یاتاقان‌هایی با کدام جنس‌ها استفاده می‌شود.

۱ـ ماشین تراش.....

.....

.....

۲ـ ماشین فرز.....

.....

.....

۳ـ دریل.....

.....

.....

۴ـ صفحه تراش.....

.....

.....

همچنین در سرعت‌های پایین و فشارهای کمتر، جنس یاتاقان‌ها از آهن ریختگی صفحه‌ای (20-GG , 25-GG) 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.

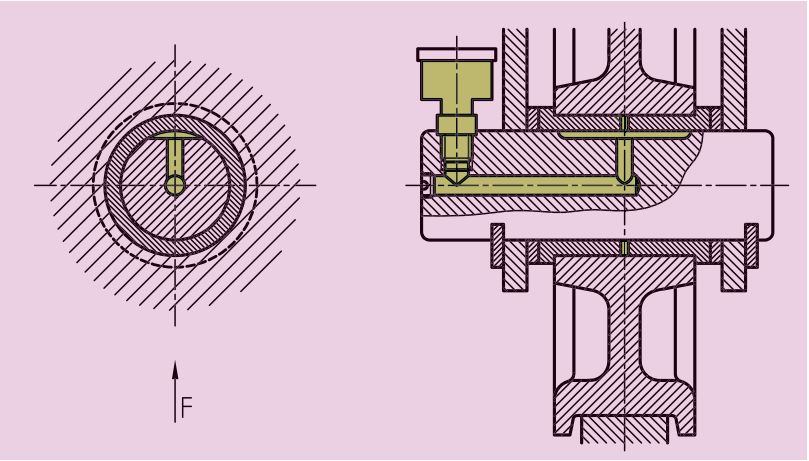
۴ـ۶ سیستم‌های روغن‌کاری یاتاقان‌ها

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 ـ ۶ کانال مربوط به ورود روغن به سطح تخت منتهی می‌شود.



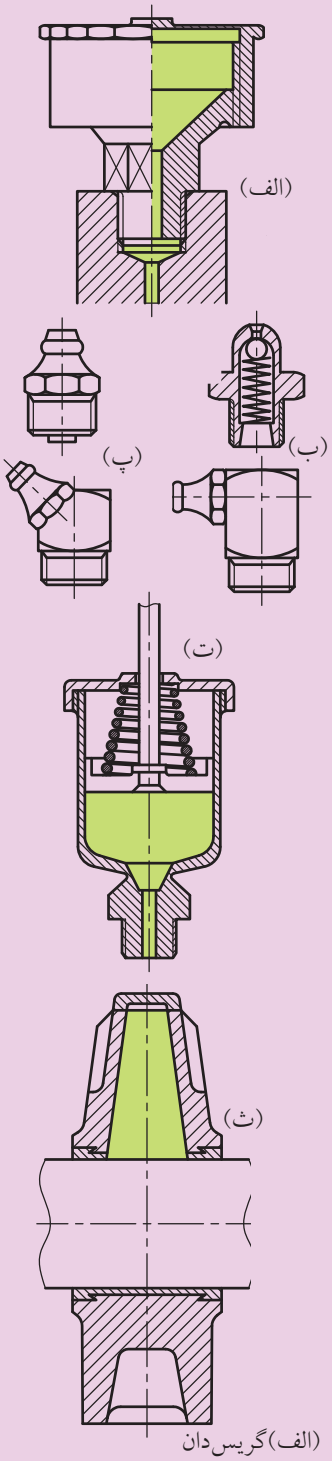
شکل ۱۸ـ۶ ورود روغن از درون یک پین محور ساکن

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 ۱۹ـ۶ تجهیزات گریس‌کاری نشان داده شده است. گریس‌دان شکل ۱۹ـ۶ الف با گریس پر شده است و با استفاده از گریس‌خورهای شکل ۱۹ـ۶ب و پ به سطح لغزش تزریق می‌کند. در شکل ۱۹ـ۶ت دستگاه گریس‌خور خودکار با استفاده از انرژی ذخیره شده پشت پیستون به‌صورت خودکار، گریس را به سطح لغزشی می فرستد.

ولی در شکل ۱۹ـ۶ث 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.

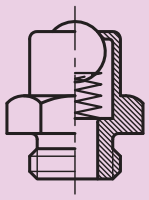
اما اگر یاتاقان به‌صورت داغ کار کند و ما هم متوجه نشویم، همه گریس به مایع تبدیل می‌شود و از محفظه ذخیره تخلیه می‌شود، و به این ترتیب یاتاقان می‌سوزد.

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

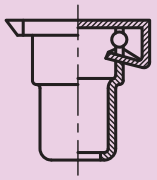


(الف)گریس‌دان
(ب)گریس‌خور ساچمه‌ای
(پ) گریس‌خور مخروطی
(ت) بوش گریس‌کاری خودکار
(ث) یاتاقان با محفظه گریس

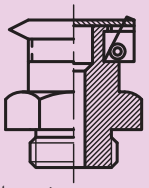
شکل ۱۹ ـ ۶ تجهیزات گریس‌کاری



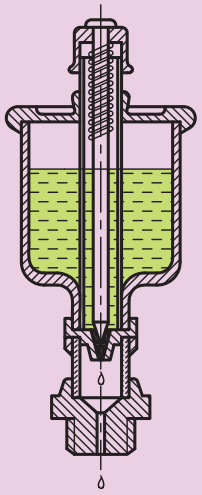
(الف) روغن‌خور ساچمه‌ای پیچی



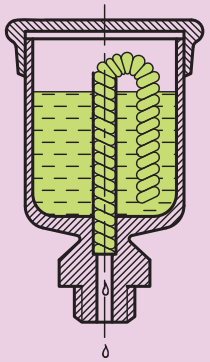
(ب) روغن‌خور درپوش زبانه‌ای ضربه‌ای



(پ) روغن‌خور درپوش زبانه‌ای پیچی



(ت) روغن‌خور فتیله‌ای



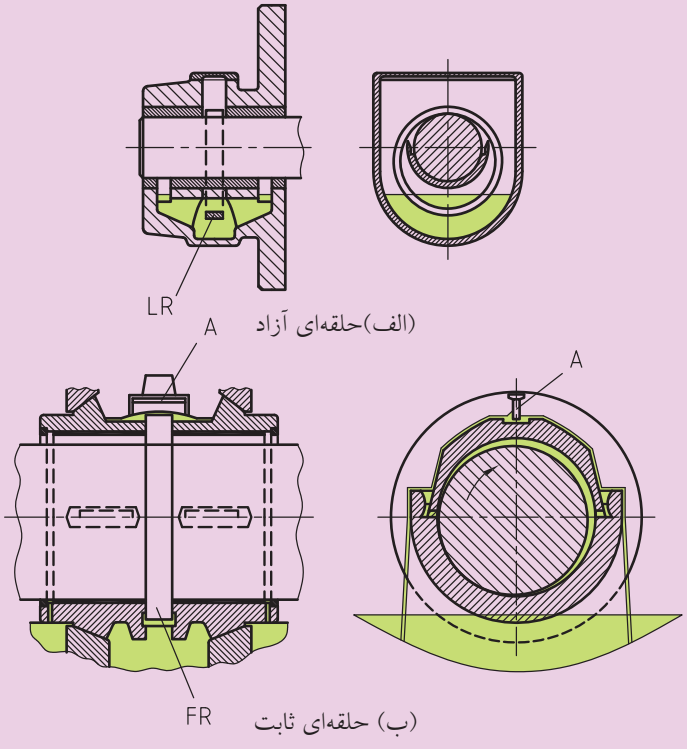
(ث) روغن‌خور قطره‌ای

شکل ۲۰ ـ ۶ تجهیزات روغن‌کاری

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

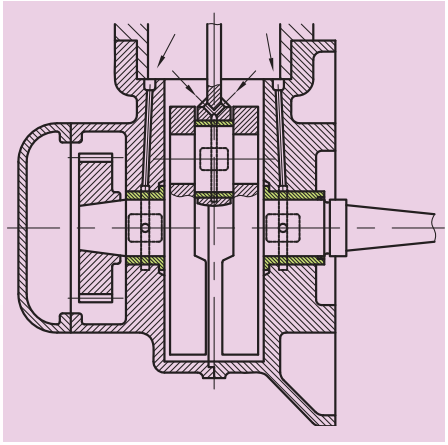
سوراخ روانسازی برای جلوگیری از ورود کثافات با یک روغن‌خور ساچمه‌ای پیچی (شکل ۲۰ـ۶الف) یا یک روغن‌خور درپوش ضربه‌ای (شکل ۲۰ـ۶ب) یا یک روغن‌خور درپوش‌دار پیچی (شکل ۲۰ـ۶پ) بسته می‌شود. (شکل ۲۰ـ۶ پ و ث) یک روغن‌خور قطره‌ای و یک روغن‌خور فتیله‌ای را نشان می‌دهد که روغن لازم برای نقاط مختلف یاتاقان به‌طور 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 ـ۶ 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

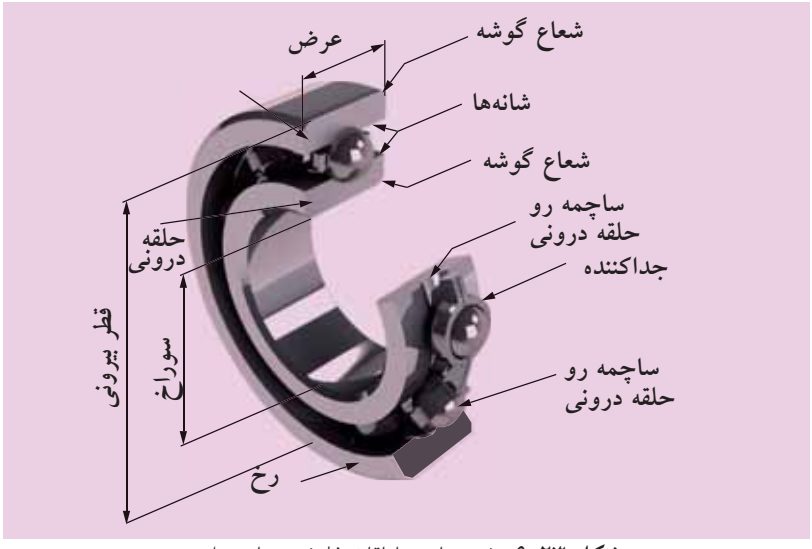
در یاتاقان‌هایی که با روانسازی لایه مرزی روغن‌کاری می‌شوند. میزان دبی روغن به خاطر سرعت‌های لغزشی پایین کم است اکثراً به پمپ نیاز دارند تا میزان حداقل دبی روغن لازم را تأمین کنند. در شکل ۲۲ـ۶ روغن‌کاری پاششی میل‌لنگ موتور نشان داده شده است. معمولاً روغن پاشیده شده و حتی بخار شـــده در داخل محفظه‌های 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 ســـطوح لغزشی هدایت می‌گردد. روغن‌کاری میل‌لنگ میل‌پیســـتون ماشـــین‌های پیســـتونی با این روش انجام می‌پذیرد.



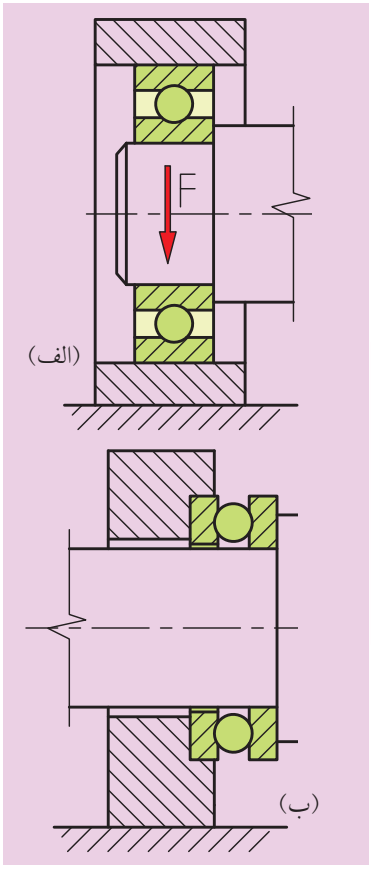
شکل ۲۲ـ۶

۵ـ۶ یاتاقان‌های غلتشی

یاتاقان‌های غلتشـــی 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، ســـاچمه 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 ۲۳ـ۶ مشخصات یاتاقان غلتشی ساچمه‌ای



شکل ۲۴ـ ۶ مونتاژ یاتاقان‌های غلتشی

ایـــن یاتاقان‌ها در شـــروع حرکت گشـــتاور کمتری دارند که همیـــن امر برتری اصلی آن‌ها محســـوب می‌شود. یاتاقان‌های غلتشـــی ساچمه‌ای مراقبت چندانی لازم ندارند و اگر به‌درســـتی انتخاب شـــده باشند، تحمل بار در جهات مختلف امکان‌پذیر اســـت. از طرفی به‌علت اســـتاندارد بودن اندازه‌ها، به‌راحتی تعویض می‌شوند، فضای کمتری در محور اشغال می‌کنند، حرارت زیادی تولید نمی‌کنند و راندمان خوبی دارند. آن‌ها درصورت خراب شـــدن ســـر و صدای غیر عادی از خود نشـــان می‌دهند و به این شـــکل بروز اشکال را اعلام می‌کنند، در مقابل آلودگی گرد و غبار حساســـیت بالایی دارند و شـــدیداً بـــه آب‌بندی نیاز دارند. حلقه درونی یاتاقان‌های غلتشـــی مطابق شـــکل ۲۴ـ۶ بـــر 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 ۲۵ـ۶).

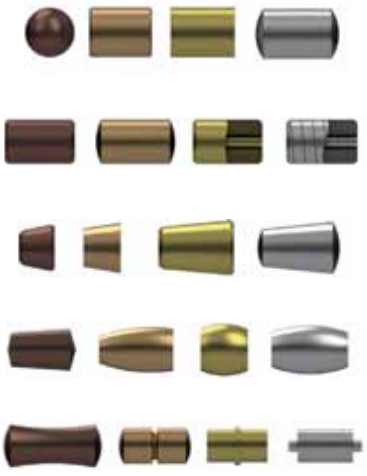
جنس قفســـه‌ها در بیشـــتر موارد از فولاد است. در بعضی موارد از برنج، فلزات ســـبک و یا مواد مصنوعی پلاســـتیکی مثل پلی‌آمیدها و یا فنوپلاست‌ها استفاده می‌شود. قفسه‌های پلاستیکی سروصدا را کم می‌کنند و باعث کاهش اصطکاک می‌شوند.

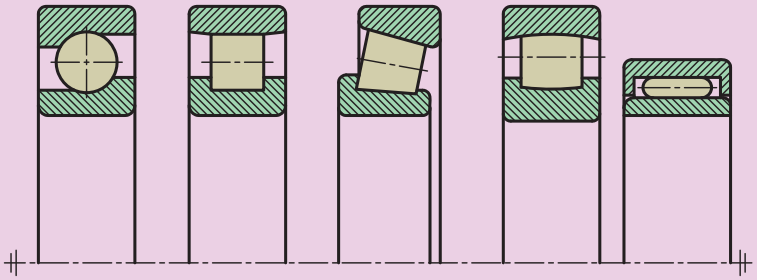
(الف) قفسه پرسی برای ساچمه‌ها

(ب) قفسه ضخیم برای غلتک‌ها

شکل ۲۵ـ ۶ قفسه‌های یاتاقان‌های غلتشی

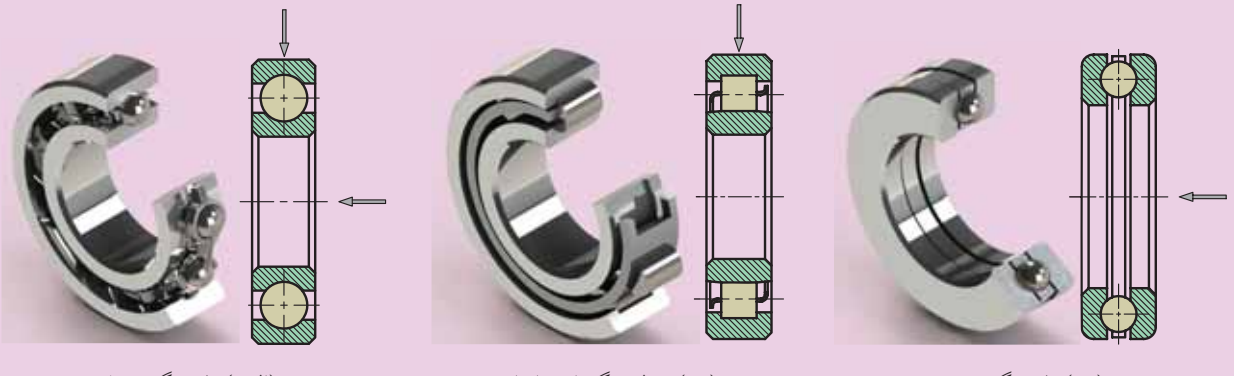
معمولاً یاتاقان‌های غلتشی که ساچمه‌های کروی دارند را بلبرینگ می‌نامند و اگر ساچمه‌های غیرکروی داشته باشند، رولبرینگ نام دارند. غلتک‌های رولبرینگ‌ها بـــه شـــکل‌های استوانه‌ای، مخروطی، بشکه‌ای و ســـوزنی هستند که در شکل ۲۶ـ۶ نشان داده شده است.





شکل ۲۶ـ ۶ فرم‌های مختلف غلتان

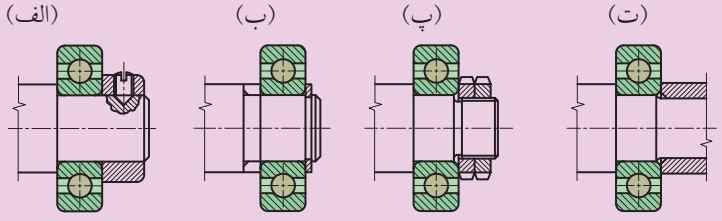
در یاتاقان‌های غلتشـــی معمولی رینگ‌ها، دیســـک‌ها و اجســـام غلتان از جنس فولاد مخصوص کروم‌دار هســـتند. اجســـام غلتان و مســـیر غلتش سخت‌کاری، ســـنگ‌زنی و پولیش می‌شوند. همچنین در شکل ۲۷ـ۶ انواع یاتاقان‌های غلتشی را مشاهده می‌کنید. شکل ۲۷ـ۶ الف یاتاقان غلتشی ساچمه‌ای است که ساچمه‌ها در شـــیارهای 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

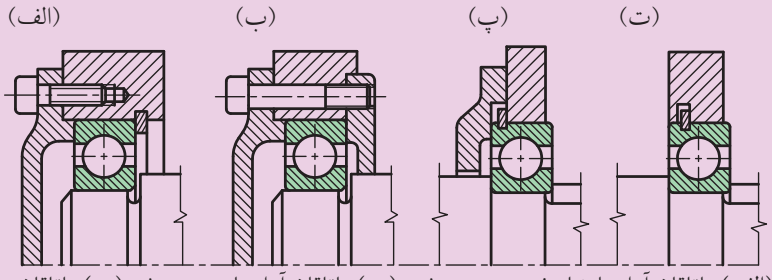
۱ـ ۵ ـ۶ رعایت نکات مهم در مونتاژ

همه بلبرینگ‌های شـعاعی برای دریافت نیروهای شـعاعی و محوری مناسب هستند، زیرا ساچمه‌ها به شانه‌های قفسه‌ها (رینگ‌ها) تکیه دارند. در شکل‌های ۲۸ـ۶ و ۲۹ ـ 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 ـ۶ روش‌های تثبیت محوری رینگ‌های داخلی یاتاقان غلتشی



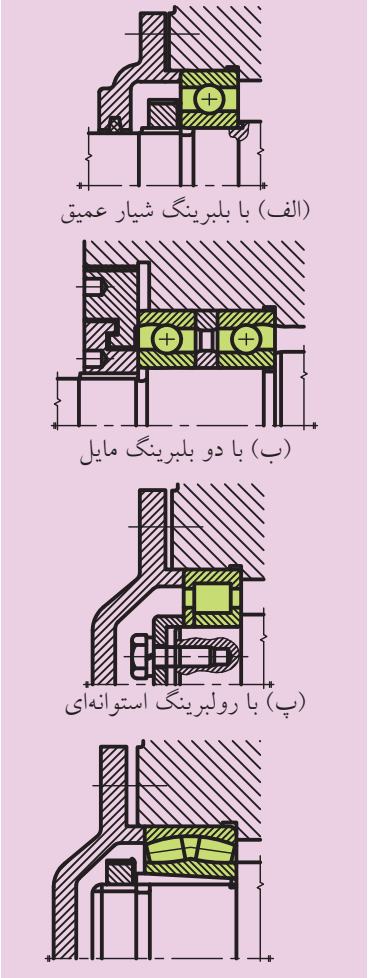
(الف) یاتاقان آزاد با خار فنری و درپوش (ب) یاتاقان آزاد با دو درپوش (پ) یاتاقان ثابت با خار فنری و درپوش (ت) یاتاقان ثابت با خار فنری و محفظه دوتکه

شکل ۲۹ ـ ۶ تثبیت محوری رینگ‌های خارجی یاتاقان غلتشی

مطمئن‌ترین راه تثبیت محوری از طریق یک اتصال پیچ اسـت. همه سـطوحی کـه به پله شـافت‌ها، لبه‌ها، برش‌ها، و لوله‌ها تکیـه 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

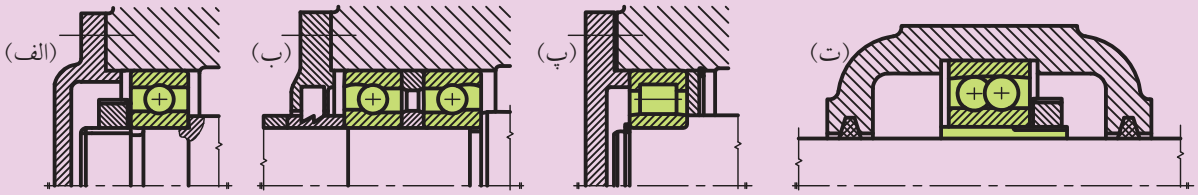
(ب) با دو بلبرینگ مایل

(پ) با رولبرینگ استوانه‌ای

(ت) با رولبرینگ خودتنظیم

شکل ۳۰ ـ ۶ یاتاقان‌های ثابت

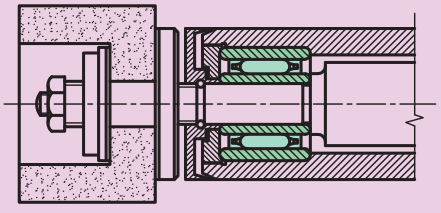
همچنین مثال‌هایی از طراحی یاتاقان‌های آزاد را نیز در شکل (۳۱ ـ ۶) مشاهده می‌کنید.



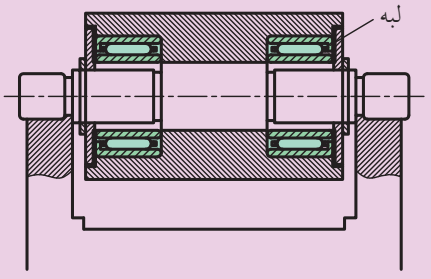
(الف) با بلبرینگ شیار عمیق (ب) با دو بلبرینگ مایل (پ) با رولبرینگ استوانه‌ای (ت) با بلبرینگ خودتنظیم (بر روی غلاف فنری)

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.

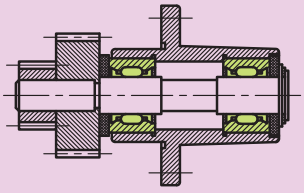


(الف) به‌عنوان یاتاقان آزاد در یک شافت دستگاه سنگ‌زنی داخلی

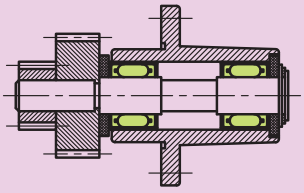


(ب) دو یاتاقان با لبه، جهت حرکت اولیه جانبی در یک غلتک نگهدارنده

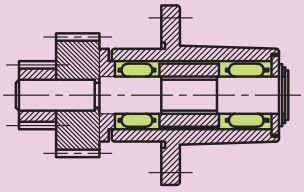
شکل ۳۲ ـ ۶ مونتاژ یاتاقان‌های سوزنی با رینگ داخلی و خارجی



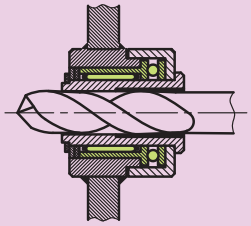
(الف) با رینگ خارجی



(ب) با غلاف سوزنی



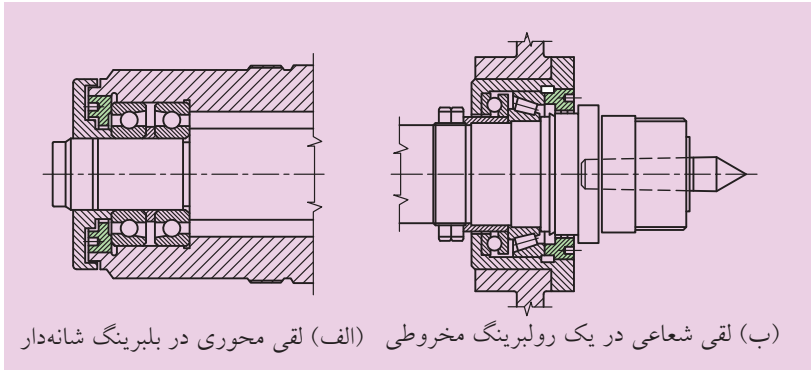
(پ) فقط با تاج سوزنی



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

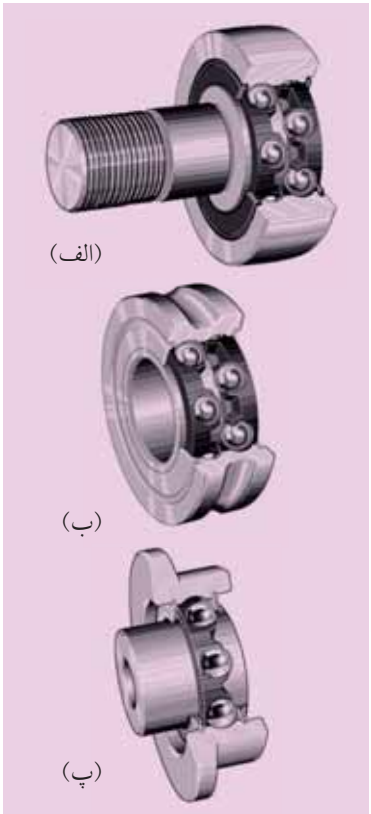
شکل ۳۳ ـ ۶ یاتاقان‌های سوزنی بدون رینگ داخلی و بلبرینگ محوری (کف‌گرد)

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.



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.

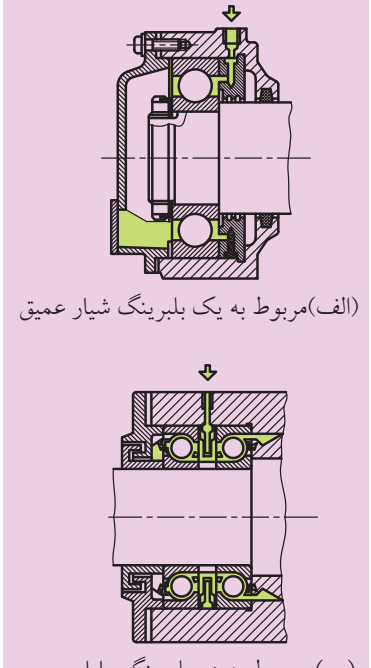


شکل ۳۵ ـ ۶ مونتاژ بلبرینگ

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.



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.

.....

.....

.....

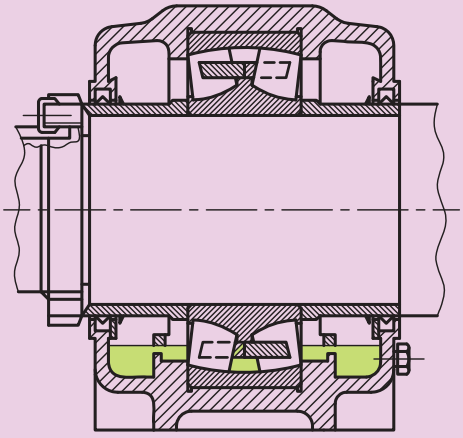
.....

.....

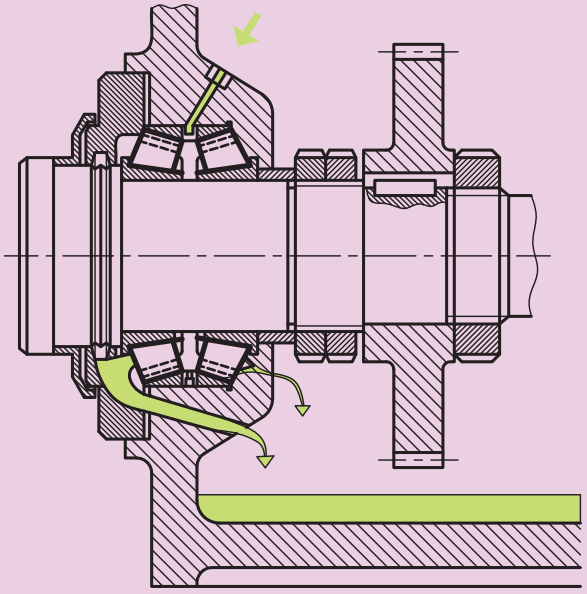
.....

.....

.....



(الف) روغن‌کاری غوطه‌وری



(ب) روغن‌کاری چرخشی

شکل ۳۷ـ۶ روغن‌کاری یاتاقان‌های غلتشی

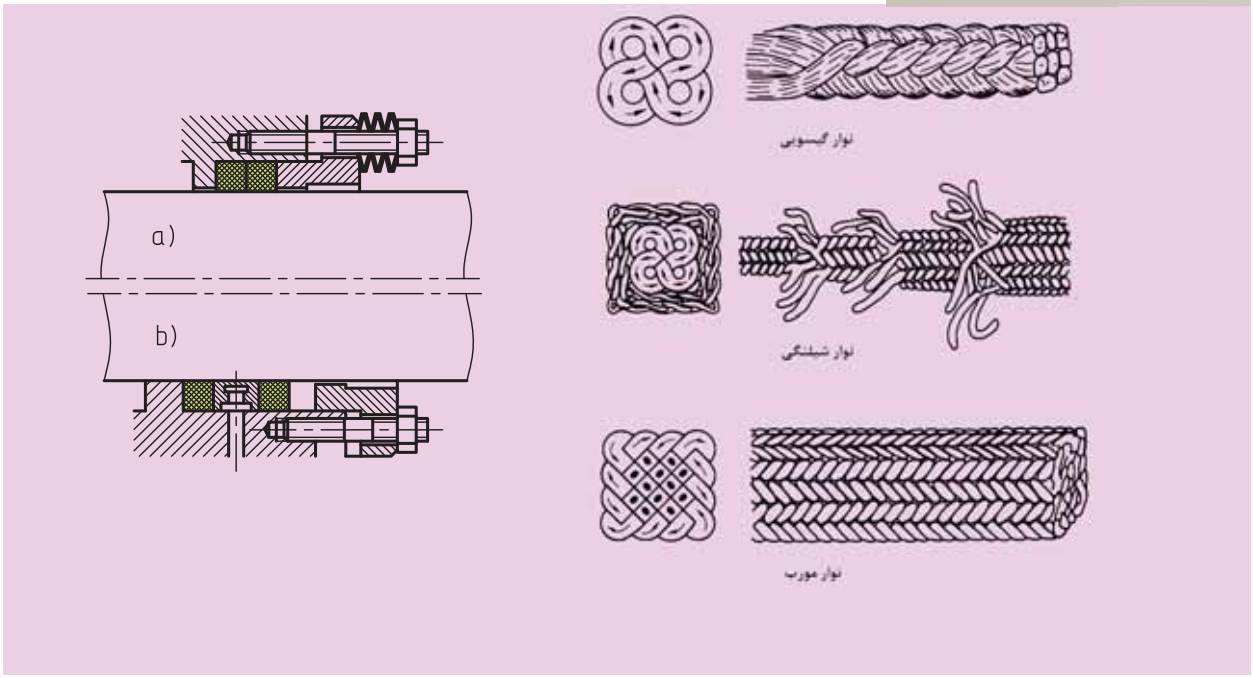
۶ـ۶ وسایل آب‌بندی یاتاقان‌ها

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.

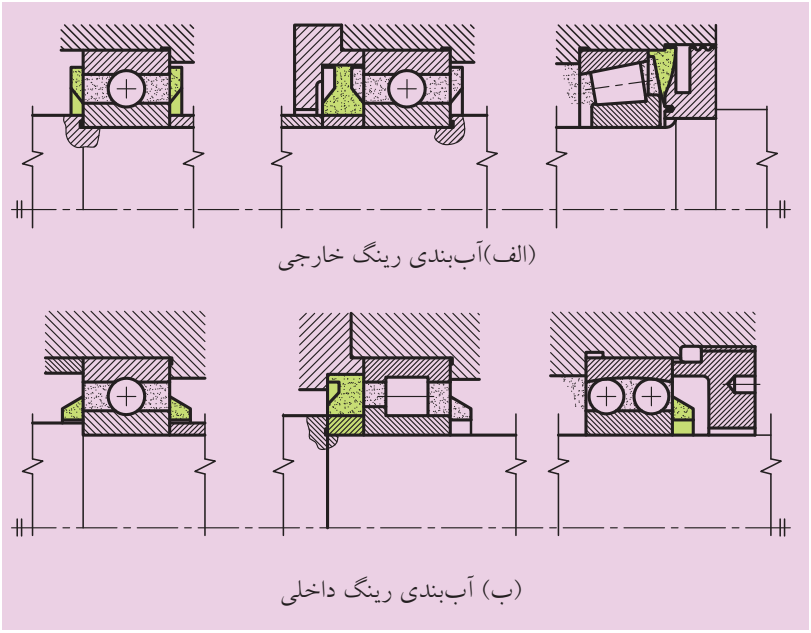


شکل ۳۸ـ۶ نمونه‌هایی از وسایل آب‌بندی

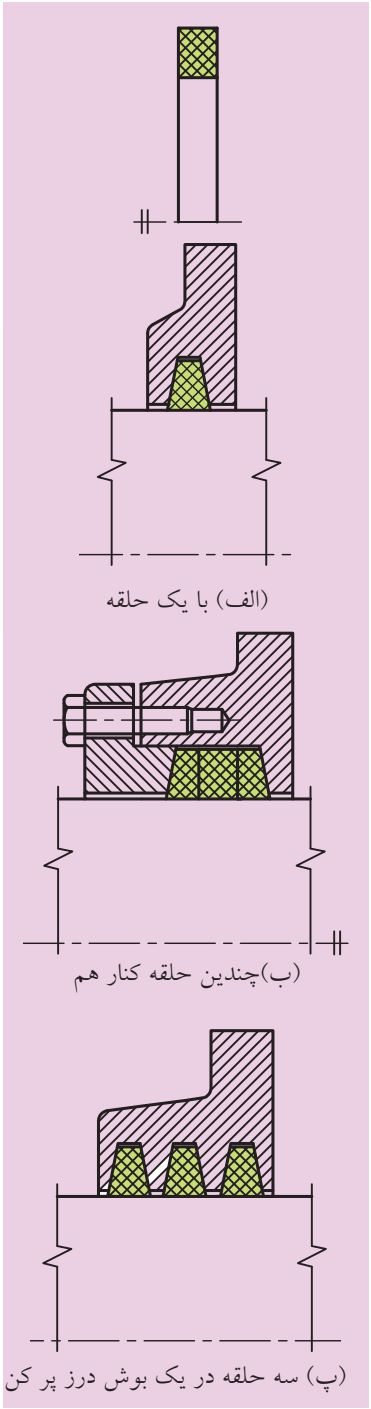
۱ـ۶ـ۶ آب‌بندهای تماسی

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).

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 ـ ۶).



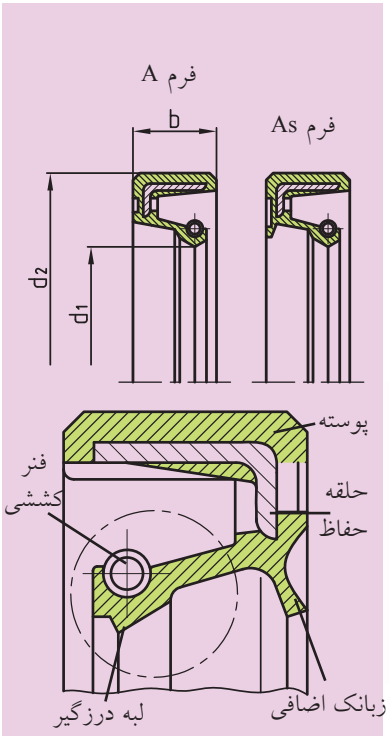
شکل ۴۰ـ۶ آب‌بندی یاتاقان‌های لغزشی با حلقه‌های فنری



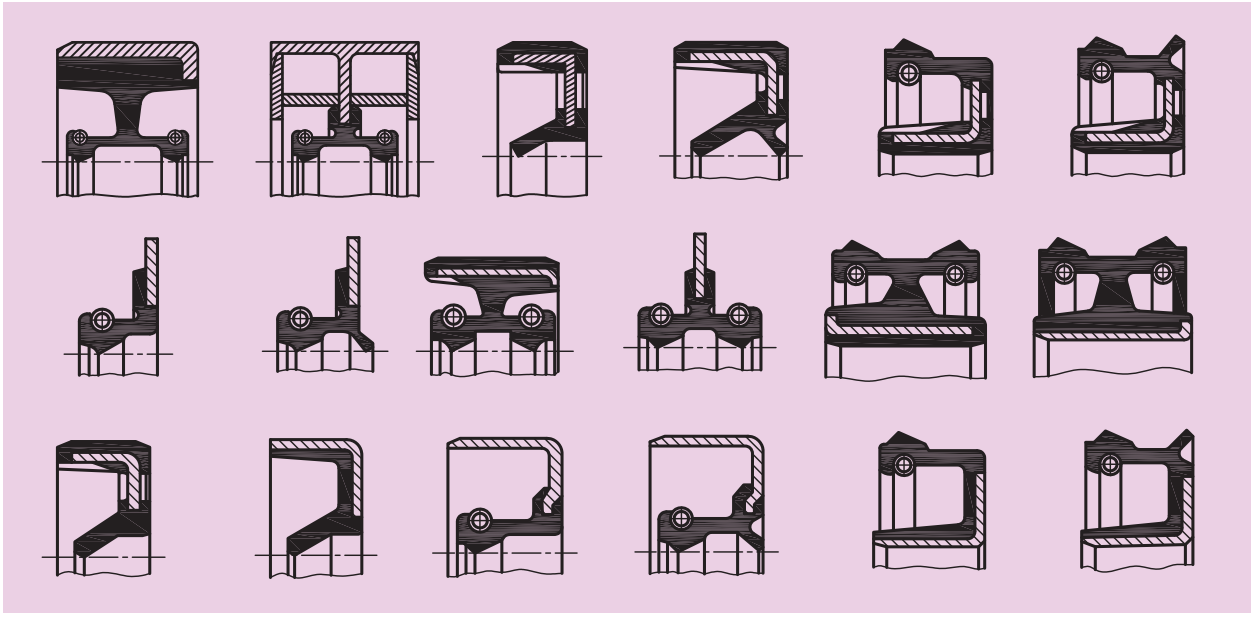
شکل ۳۹ـ ۶ حلقه‌های آب‌بندی نمدی

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.

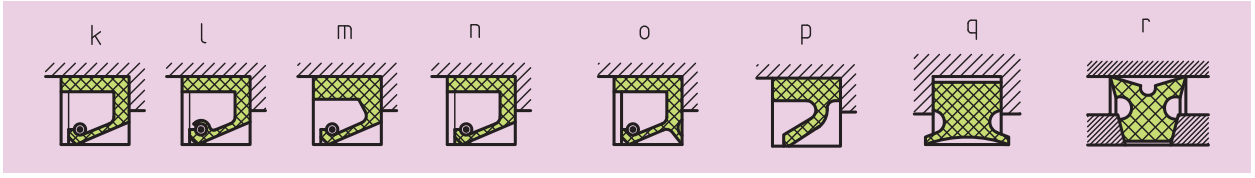
رایج‌ترین نشت‌بندهای محور، کاسه‌نمدها هستند (شکل ۴۱ـ۶).
ایــن کاســه‌نمدها در فرم A با یک لبه آب‌بنــدی و در فرم As با یک لبه حفاظ اضافی ســاخته می‌شوند. این نوع نشت‌بندها از جنس الاستومر هستند و تحت پیش‌تنیدگی شعاعی یک فنر قرار می‌گیرند. به‌منظور کاهش خوردگی کاسه‌نمد و محور لازم اســت فضای بین دو لبه 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 ـ ۶
کاسه نمدها در فرم‌های A و As



شکل ۴۲ـ۶ فرم‌های متنوع از مقاطع کاسه‌نمدها

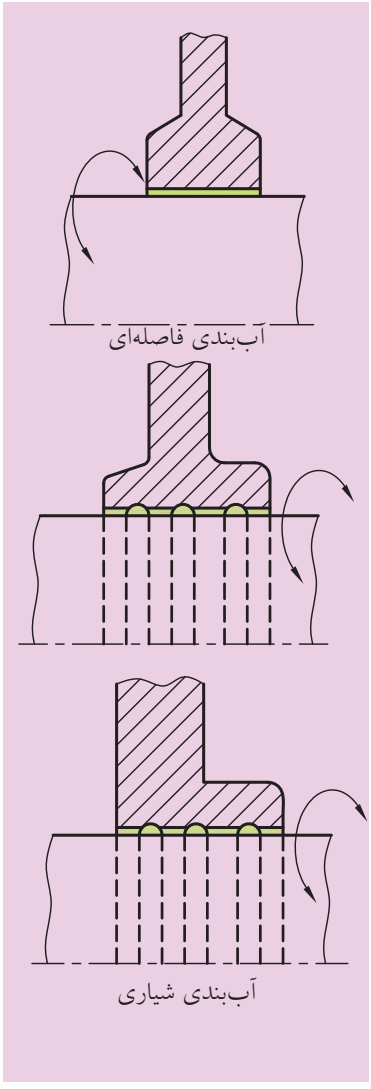


شکل ۴۳ـ۶ کاسه‌نمدهایی بدون جداره خارجی

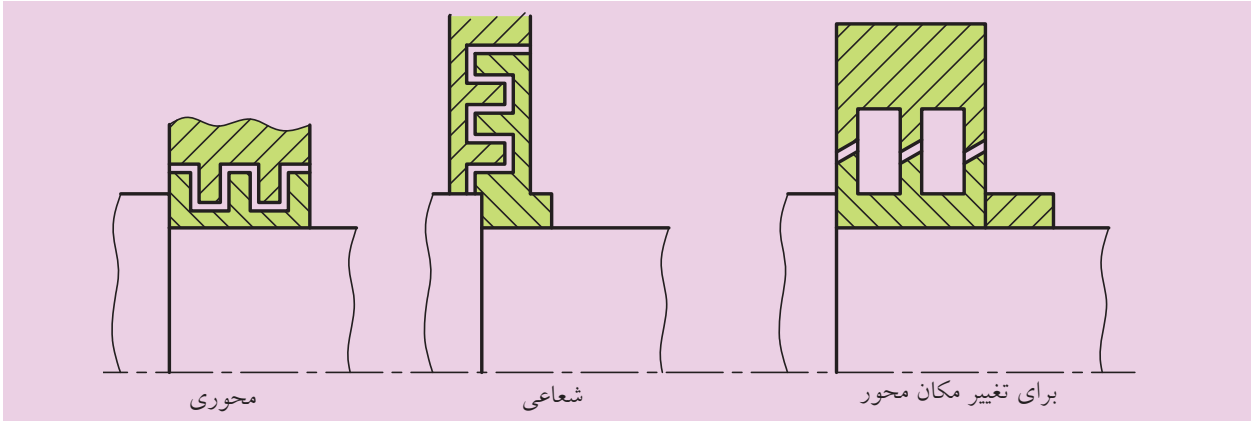
۲ـ۶ـ۶ وسایل آب‌بندی بدون تماس

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 ـ 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 ـ ۶).

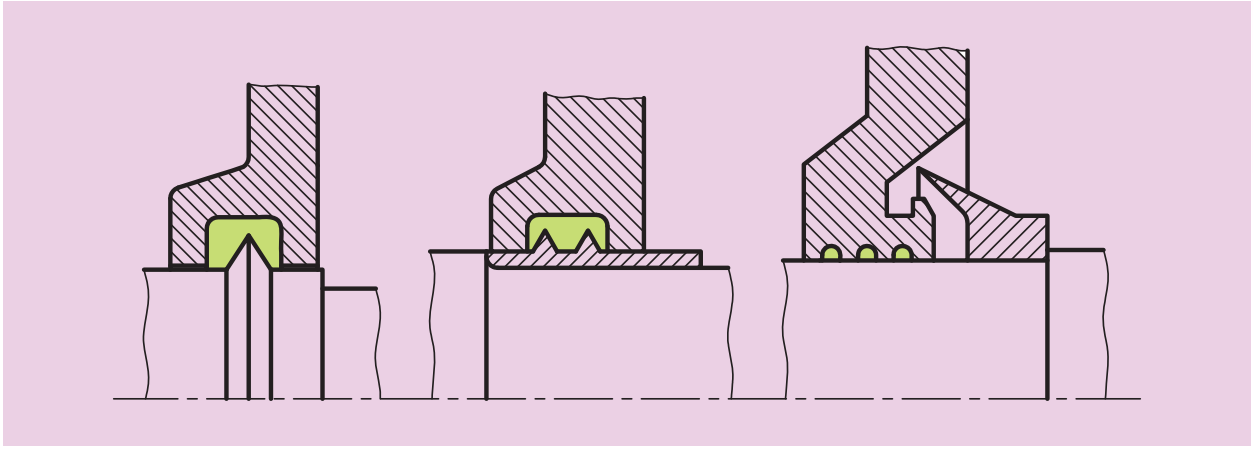


شکل ۴۴ـ ۶ آب‌بندی



شکل ۴۵ ـ 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 ـ ۶ می‌توان روغن را با نیروی گریز از مرکز نسبتاً زیاد، از راه سوراخ‌های خروجی به محفظه روغن برگرداند.

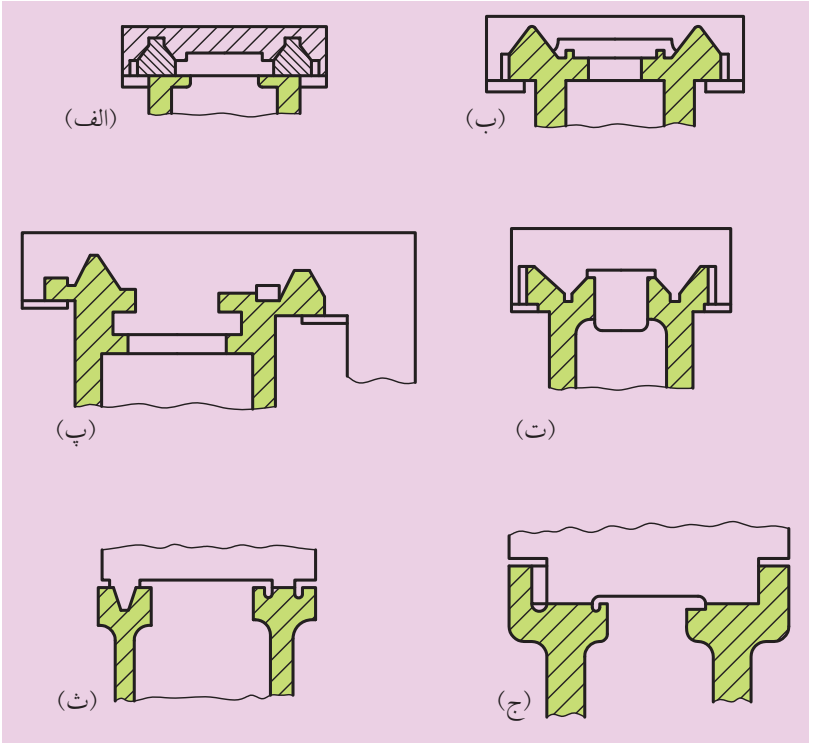


شکل ۴۶ ـ ۶ حلقه‌های تزریقی

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.

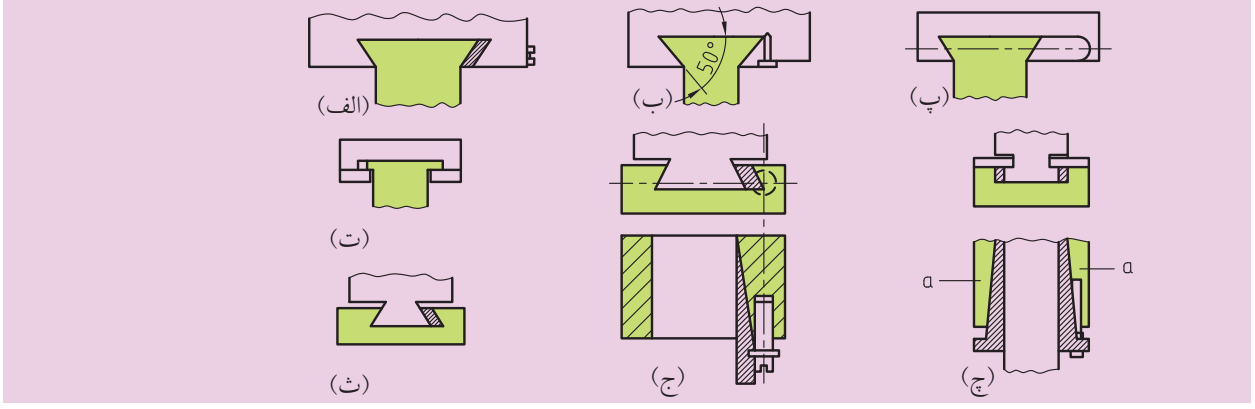
۶ـ۷ سطوح راهنما

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 ۴۷ـ۶ و ۴۸ـ۶ پرمصرف‌ترین آن‌ها را مشاهده می‌کنیم. سطوح راهنمای شـــکل ۴۷ـ۶ الف، ب وپ در ماشـــین‌های تراش، شـــکل ۴۷ـ۶ ت،ج در ماشین‌های صفحه تراش و شـــکل ۴۷ـ۶ ث در ماشین‌های سنگ، مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۴۷ ـ ۶ انواع سطوح راهنما

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



شکل ۴۸ ـ 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.

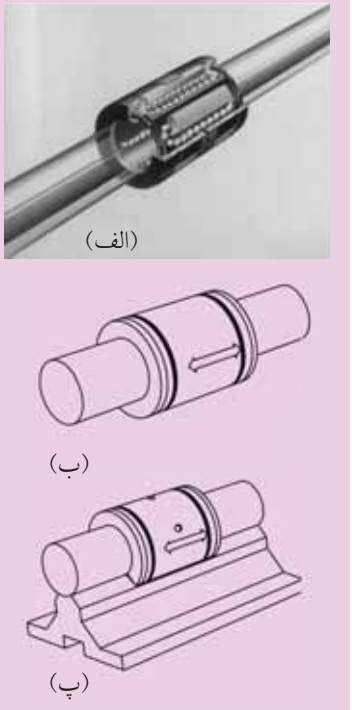
در بعضی مواقع نیروهای برشـی باعث می‌شوند که سیستم‌های موجود بر روی سطوح راهنما منحرف شوند. برای جلوگیری از این حادثه یک سیستم کلید کردن سیسـتم را بر روی سطوح راهنما به‌کار می‌برند. در شـکل ۴۷ـ۶ الف،ب،پ،ت نمونه‌هایی از این کلید کردن را مشاهده می‌کنیم. سطوح راهنمای شکل ۴۷ـ۶ الف، ب، پ از نوع منشـوری هستند. 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 شـکل ۴۷ـ ۶ الف سـطوح راهنمای یک دسـتگاه تراش قدیمی نشان داده شـده است، که به مرور زمان ارتعاشات موجود دستگاه باعث شده تا ساییدگی در سـطوح پدید آید و ارتفاع سیسـتم موجود بر روی آن کم شـود. در نتیجه سیسـتم در روی سـطوح راهنما منحرف می‌شود و حساسـیت دستگاه تراش کاهش می‌یابد. به‌همین دلیل سـطوح راهنمای شکل ۴۷ـ۶ ب پدید آمده که در دو طرف آن دو منشـور پیش‌بینی شده اسـت. منشورهای بزرگ سبب حرکت سیسـتم می‌شـود، ولی منشـورهای کوچک به‌صورت حایل سیستم‌های روی سـطح، عمل می‌کند و باعث می‌شـود که ساییدگی (در صورت پدید آمدن) در زمان طولانی‌تری ظاهر شود. برای این‌که یک منشور در هر طرف جواب بدهد و نیازی به دو منشـور 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.

۲ـ۷ـ۶ 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.

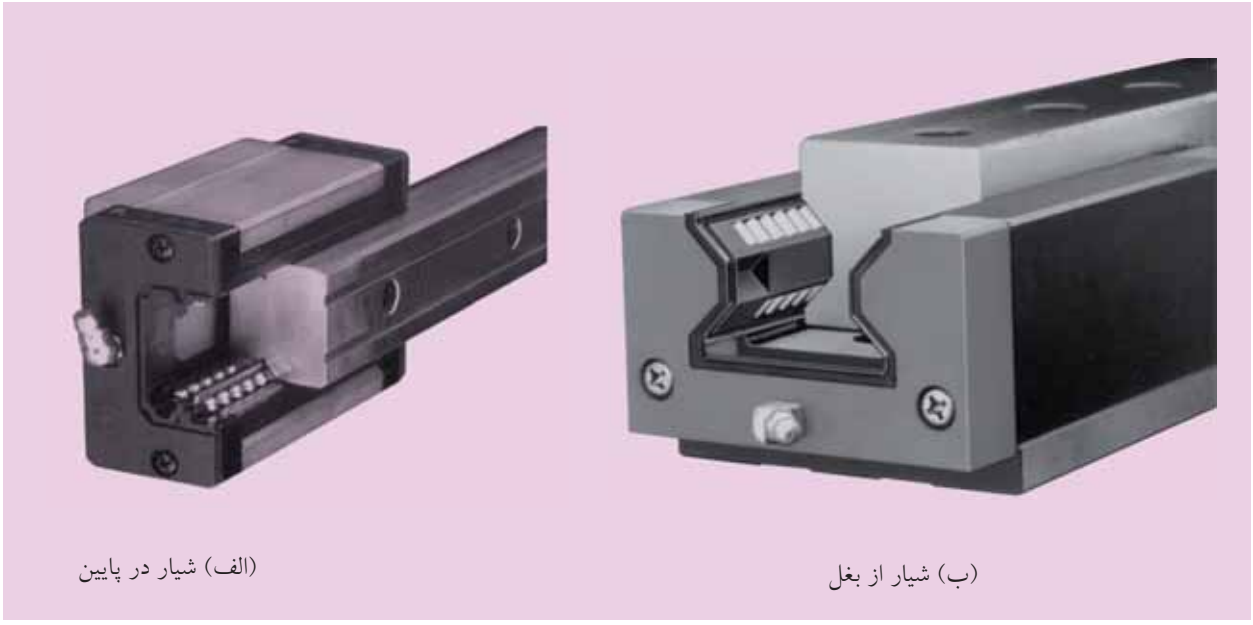


شکل ۴۹ ـ ۶ سطوح راهنمای ساچمه‌ای

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.

قفسه‌های ساچمه‌ها، هم از پلاستیک و هم از فولاد ساخته می‌شود. این نوع سطوح راهنما، توانایی انتقال بارهای زیاد را دارند.

همچنین سـطوح راهنما به‌صورت طرح‌های مختلفی موجود است که در شکل ۶ـ۵۰ نمونه دیگر آن‌ها نشان داده شده است.



(ب) شیار از بغل

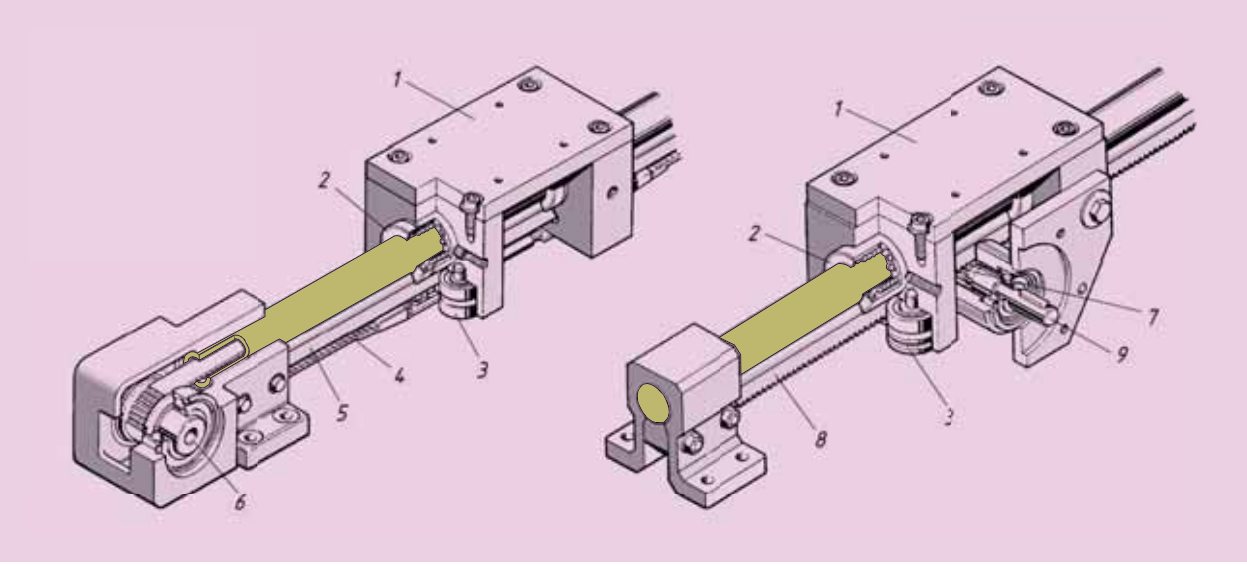
(الف) شیار در پایین

شکل ۶ـ۵۰ 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 ۶ـ۵۰ نمونه‌ای از نوع ریلی داده شـده است که شیار آن در شکل ۶ـ۵۰الف در بغل و در شکل ۶ـ۵۰ب 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 ـ 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 لغزشی 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