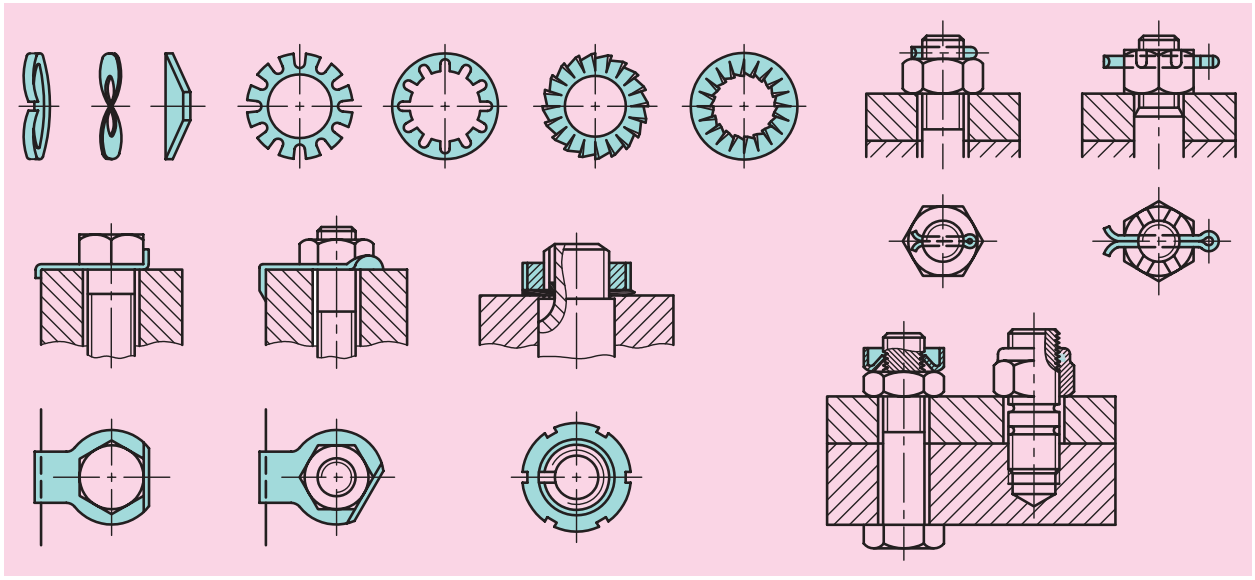
۳ ـ ۶ واشرها، ضامن‌ها

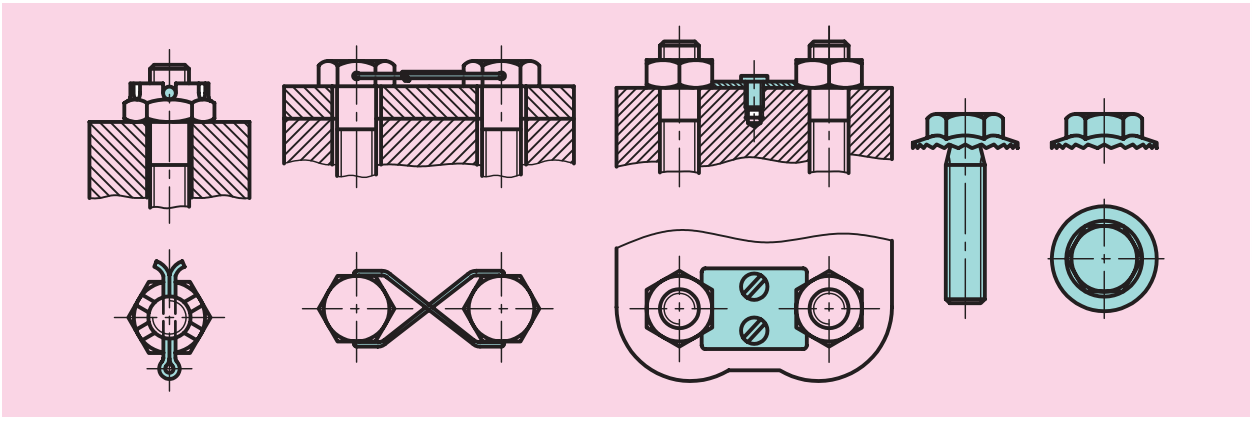
برای این‌که پیچ به‌خودی خود باز نشود، بایستی زاویه اصطکاک از زاویه مارپیچ پیچ بزرگ‌تر در نظر گرفته شود. با این وجود درهنگام کار، در اثر ارتعاش خود ماشین و یا ماشین‌های همجوار سبب می‌شود اتصال پیچ، شل شود و به‌مرور زمان باعث باز شدن پیچ شده و ممکن است خطرات ناگواری به‌وجود آورد. به‌همین دلیل زیر سرپیچ یا مهره، یک واشر می‌گذارند که باعث سفت شدن دنده‌های مهره به پیچ می‌شود و از باز شدن پیچ و مهره جلوگیری می‌کند. حتی در اثر ریخته‌گری، آهنگری و نوردکاری قطعات نیز، زیر سرپیچ و مهره ناصاف می‌شود که در این‌صورت نیز از واشر استفاده می‌شود تا اتصال به‌طور محکم‌تری بسته شود. در شکل ۱۷ ـ ۳ روش استفاده آن‌ها را مشاهده می‌کنیم.



شکل ۱۷ ـ ۳ روش استفاده از واشر و ضامن‌های استاندارد پیچ و مهره

اگر مسئله امنیتی لاستیک اتومبیل را در نظر نگیریم و پیچ به‌خودی‌خود باز شود، می‌توانیم تصور کنیم که چه اتفاق ناگواری خواهد افتاد. به‌همین دلیل از اشپلنت استفاده می‌کنند و با این کار از باز شدن پیچ در مقابل نیروهای دینامیکی جلوگیری می‌کنند. در اتصالات مهم و حساس، مقاومت پیچ‌ها از اهمیت خاصی برخوردار هستند، بنابراین از جنس بهتری استفاده می‌شود و مقاطع آن‌ها را بزرگ در نظر می‌گیریم، اما این‌ها تنها راه‌حل نیستند، بلکه بایستی تدابیر سازه‌ای را نیز ممکن سازیم که استفاده از واشر و ضامن از آن

جمله هستند. در شکل ۱۸ـ ۳ چند نمونه از این تدابیر را رؤیت می‌کنید. در این روش‌هـا دو عدد پیچ به یکدیگر متصل شـده و یا از یک صفحه فولادی که با پیچ به قطعات اتصال، وصل شده، از چرخش جلوگیری می‌کند.

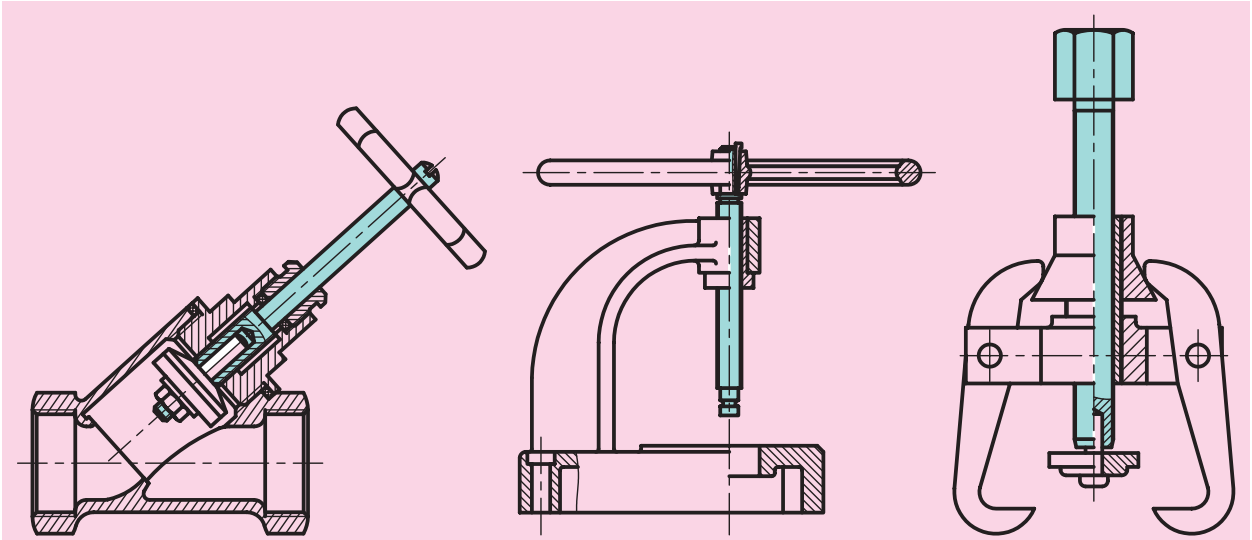


کل ۱۸ – ۳ چند نمونه از روش قفل کردن اتصال پیچ و مهره

۳ـ۷ پیچ‌های حرکتی

پیچ‌های حرکتی مکانیزمی هسـتند که حرکت دورانی را به حرکت خطی تبدیل می‌کنند و از آن‌ها در دستگاه‌های مختلف برای انتقال نیرو و حرکت نیز استفاده می‌شود.

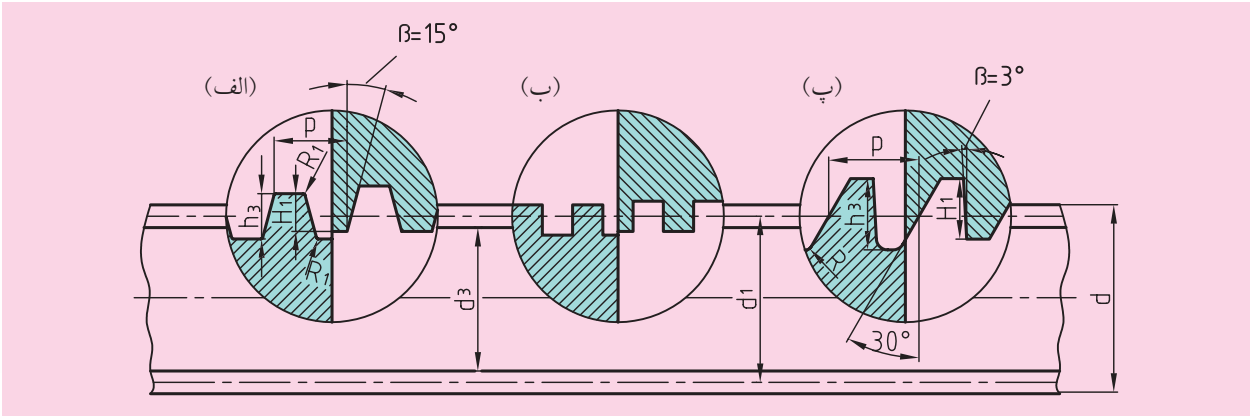
دندانه این پیچ‌ها، اکثراً ذوزنقه‌ای، اره‌ای و گرد انتخاب می‌شود، که پیچ دنده‌ذوزنقه‌ای بیشـترین کاربـرد را به‌خصـوص در ماشـین‌های افزار دارد(شـکل ۱۹ – ۳).



(الف) برای انتقال حرکت اساسی مثلاً در ماشین‌های افزار (ب) پیچ حرکتی در یک شیر عبوری با نشیمنگاه مایل

شکل ۱۹ – ۳ کاربرد پیچ‌های حرکتی

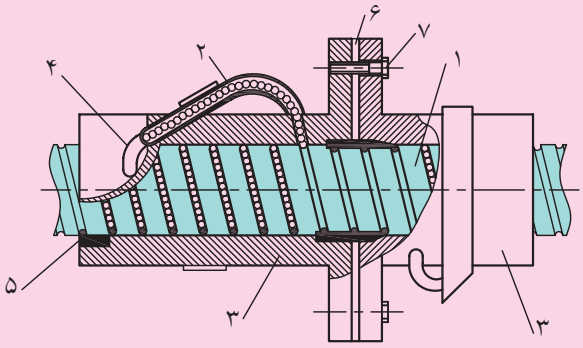
در شکل ۲۰ـ ۳ نیز دنده پیچ‌های حرکتی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۰ـ ۳ دنده پیچ‌های حرکتی

چنان‌چه ملاحظه می‌کنید از نظر ساختمان بین پیچ‌های حرکتی و اتصال فرق چندانی وجود ندارد. فقط پیچ‌های حرکتی بیشتر با پروفیل دنده‌مثلثی ساخته نمی‌شوند و در بسیاری از مواقع به‌صورت چندراهه تولید می‌شوند.

برای این‌که راندمان پیچ‌های حرکتی بیشتر باشد بایستی اصطکاک کاهش یابد. همچنین برای جلوگیری از گرم شدن و تلفات انرژی، از پیچ‌های ساچمه‌ای و نمونه‌های مشابه آن استفاده می‌شود. در شکل ۲۱ – ۳ یک پیچ ساچمه‌ای نشان داده شده است.



۱ـ پیچ ۲ـ ساچمه ۳ـ مهره ۴ـ کانال برگشت ۵ـ آب‌بندی ۶ـ قطعه وسط ۷ـ پیچ اتصال

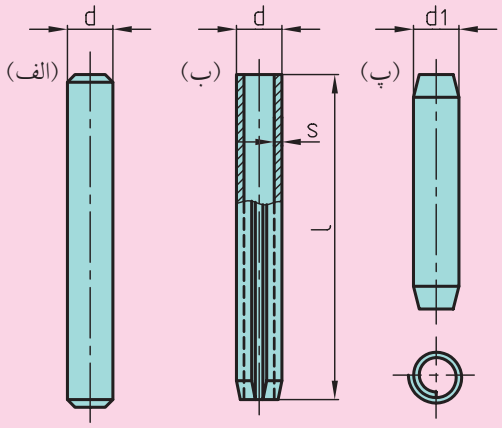
شکل ۲۱ – ۳ پیچ ساچمه‌ای

چنان‌چه از شکل پیداست در فاصله لقی بین پیچ و مهره، ساچمه‌های فولادی قرار دارند. ساچمه‌ها باعث حرکت غلتی می‌شوند، به‌همین دلیل اصطکاک و حرارت کاهش پیدا می‌کند.

۸ ـ ۳ پین‌ها

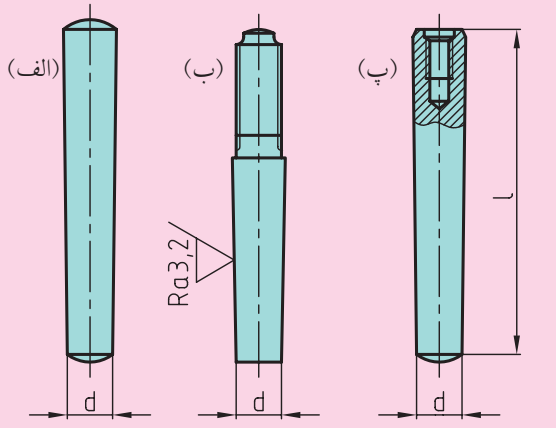
پین‌ها یکی از اجزاء قدیمی ماشـین و جزو اتصالات موقت هسـتند که برای برقراری اتصال، سفت کردن، هم‌مرکز کردن و قفل کردن به‌کار می‌روند.

پین‌ها اساسـاً از نظر شکل به پین‌های اسـتوانه‌ای، (شکل ۲۲ – ۳)، مخروطی، (شـکل۲۳–۳) و شیاردار، (شـکل ۲۴– ۳) تقسیم می‌شـوند. در بین پین‌ها و سـوراخ‌ها، لقی اندکی وجود دارد. توسط یک چکش کوچک پین را به سوراخ وارد می‌کنند و بدین‌ترتیب اتصال پینی برقرار می‌شود.



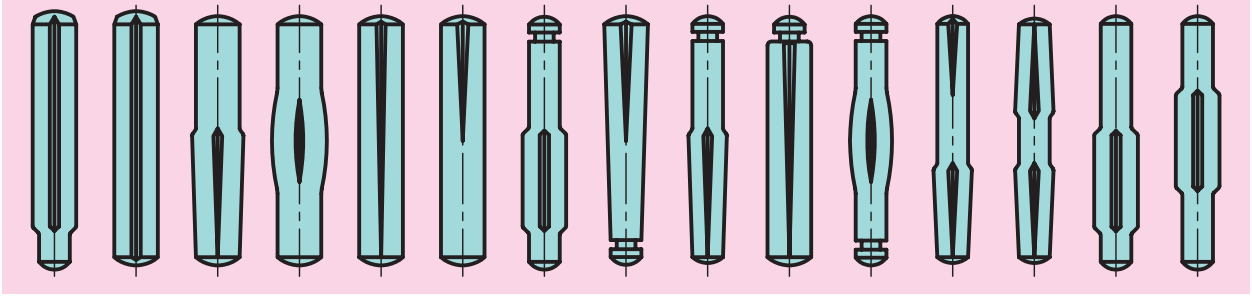
(الف) پین استوانه‌ای
(ب) پین فنری چاکدار استوانه‌ای
(پ) پین فنری مارپیچی

شکل ۲۲ـ۳ پین‌های استوانه‌ای و فنری



(الف) پین مخروطی
(ب) پین مخروطی یک سر پیچی خارجی
(پ) پین مخروطی یک سر پیچ داخلی

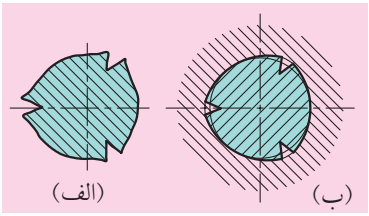
شکل ۲۳ـ۳ پین‌های مخروطی با شیب ۱:۵۰



شکل ۲۴–۳ پین‌های شیاردار

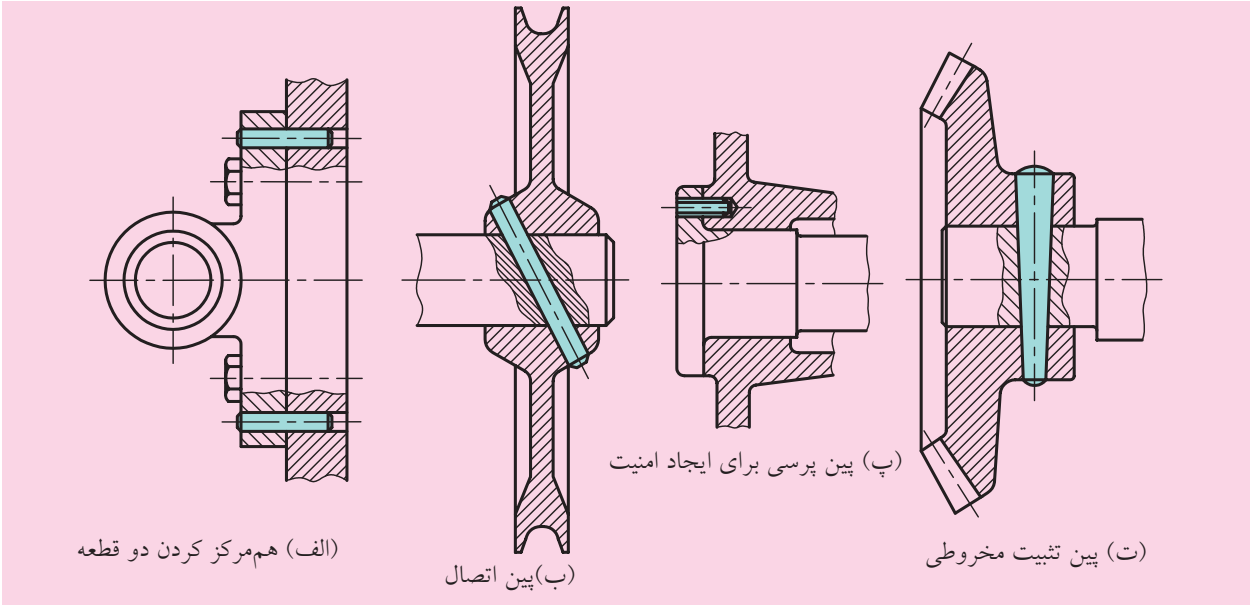
در پین‌های شـیاردار، سه شیار در امتداد محور ایجاد شده است. شیارها از بغل به‌سمت بیرون برآمدگی پیدا کرده‌اند.

لب‌های برآمده، درهنگام جازدن به دیواره سوراخ تکیه می‌زنند و باعث اتصال می‌شوند (شکل ۲۵–۳).



شکل ۲۵ – ۳ سطح مقطع پین شیاردار
(الف) قبل از جازدن (ب) بعد از جا زدن

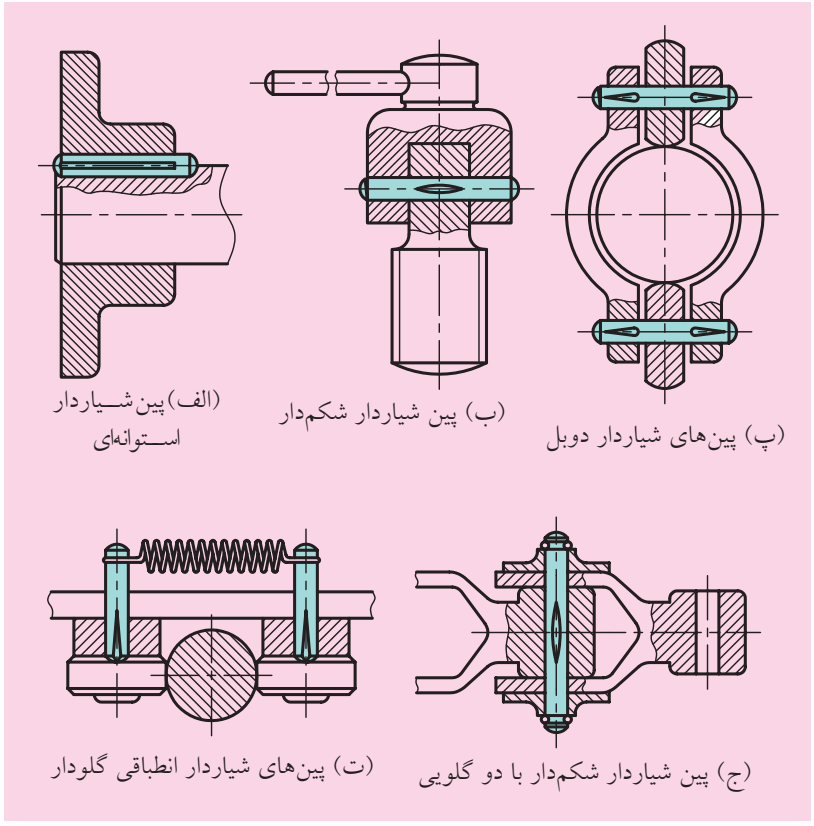
یکی از وظایف پین‌ها، هم‌مرکز کردن دو قطعه است. مثلاً نصف پین به‌صورت پرسی به یکی از قطعات جازده و سوراخ قطعه دیگر از پین عبور داده می‌شود و باعث هم‌مرکزی دو قطعه می‌شود. سپس دو قطعه به‌کمک پیچ و مهره به هم بسته می‌شوند (شکل ۲۶–۳ الف).



شکل ۲۶ـ۳ مثال‌هایی برای کاربرد پین‌ها

پین در بعضی جاها برای اتصال دو قطعه‌کاربرد دارد (شکل ۲۶–۳ ب)، ولی در شکل ۲۶ – ۳ پ یک پین فنری به‌کار رفته و باعث ایمنی قطعات اتصال شده است. لازم به یادآوری است که پین‌های فنری مارپیچی نیز برای ایمنی کاربرد دارند. شکل ۲۶ – ۳ ت چگونگی اتصال یک چرخ‌دنده مخروطی را بر روی شافت توسط پین مخروطی نشان می‌دهد. امکان جا زدن این نوع پین‌ها نامحدود است.

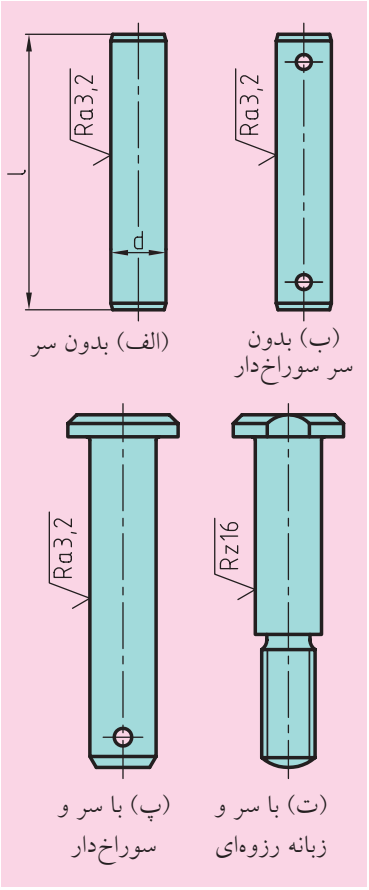
پین‌های شیاردار هزینه پین‌های استوانه‌ای را ندارند. لبه‌های برگردان آن‌ها سبب می‌شـود تا بتوانیم این پین‌ها را حدود ۲۵ بـار جازده و در بیاوریم و هیچ‌گونه مشکلی پیش نمی‌آید. فقط جنس این پین‌ها از جنس قطعه‌کار محکم‌تر انتخاب می‌شود. در شکل ۲۷–۳ نمونه‌های اتصال این نوع پین‌ها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۷–۳ موارد استفاده پین‌های شیاردار

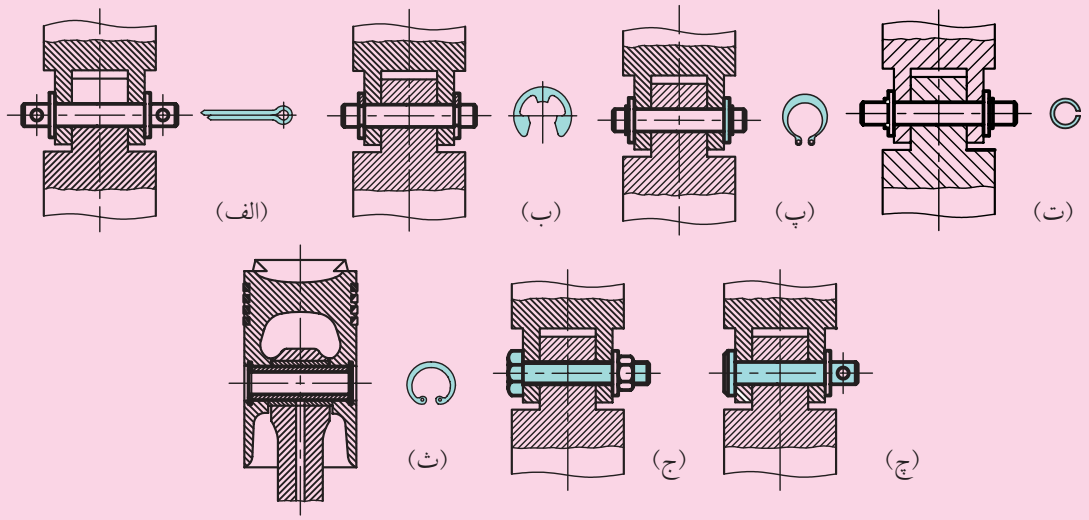
۹ـ۳ خار انگشتی

انگشتی‌ها از نظر شکل شبیه پین‌ها هستند، ولی وظیفه آن‌ها کاملاً متفاوت است و دو قطعـه را به‌صورت لق، مفصل‌بندی می‌کنند. در شـکل ۲۸–۳ نمونه‌هایی از آن‌ها را مشـاهده می‌کنید که به شـکل‌های بدون سر، بدون سر سوراخ‌دار، با سـر سوراخ‌دار و سردار یک سـر رزوه‌ای ساخته می‌شوند و برای قفل شدن از اشپلنت و خارهای پولکی فنری استفاده می‌کنند.



شکل ۲۸–۳ انگشتی‌های استاندارد

چون انگشـــتی‌هـــا به‌صورت لـــق کاربرد دارند. حتماً بایستـی موارد ایمنی در نظر گـــرفته شود و وسایل ایمنی برای تثبیت آن‌ها مورد استفاده قرار گیرد. در شکل ۲۹–۳ روش استفاده از انگشتی‌ها را همراه با قفل شدن مشاهده می‌کنید.

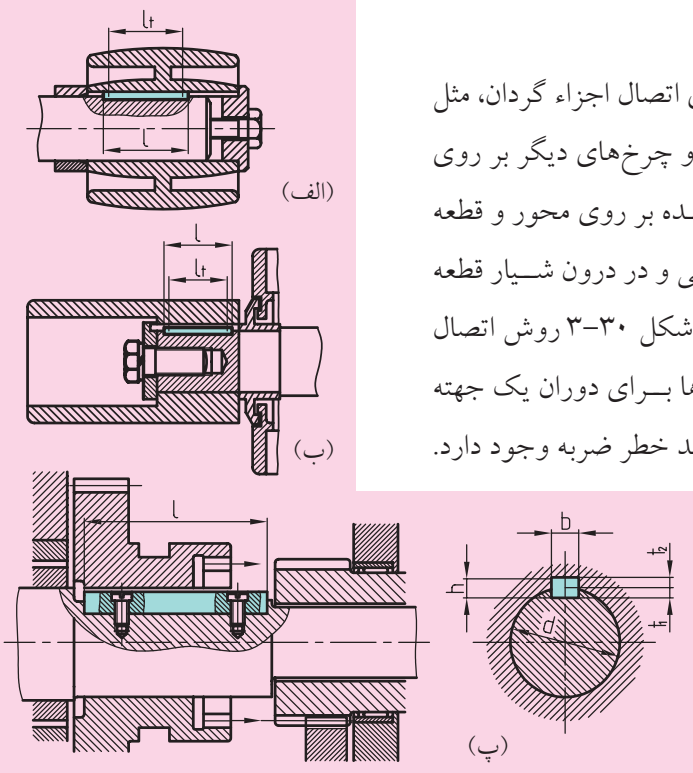


(الف) انگشتی با اشپیلنت‌ها
(ب) انگشتی با پولک فنری
(پ) انگشتی با خار فنری خارجی
(ت) انگشتی با حلقه فنری مفتولی
(ث) انگشتی اتصال پیستون به بازو
(ج) انگشتی با زبانه رزوه‌ای
(چ) انگشتی با سر با اشپیلنت توسط خار فنری داخلی

شکل ۲۹– ۳ اتصال با انگشتی‌ها

۱۰ـ ۳ خارها

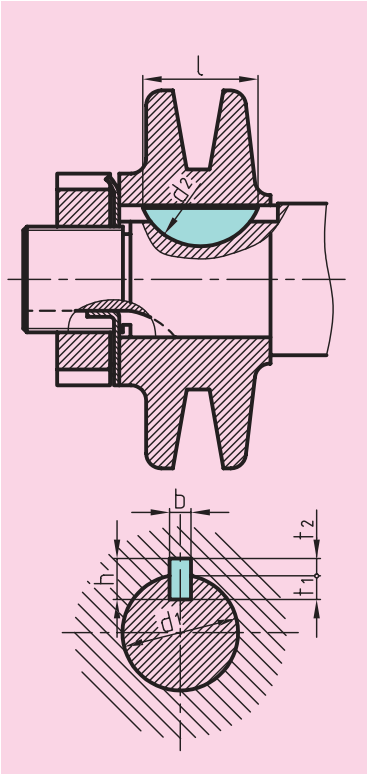
خارها اجزایی هستند که سطوحی موازی دارند و برای اتصال اجزاء گردان، مثل چرخ‌دنده، چرخ‌تسمه، چرخ اصطکاکی، چرخ‌زنجیر و چرخ‌های دیگر بر روی محور به‌کار می‌روند. خارها در درون شـیار ایجاد شـده بر روی محور و قطعه اتصال قرار می‌گیرند و در داخل شـیار محور بدون لقی و در درون شـیار قطعه اتصال با حدود ۰/۲ mm لقی جاگذاری می‌شوند. در شکل ۳۰–۳ روش اتصال خارها را مشـاهده می‌کنیـد. اگر دقت کنید این خارها بـرای دوران یک جهته در نظر گرفته شـده‌اند، زیرا اگر دوران دو جهته باشـد خطر ضربه وجود دارد.



(الف) اتصال چرخ‌تسمه با شافت
(ب) اتصال غلتک تسمه با شافت
(پ) اتصال چرخ‌دنده کشویی با شافت

شکل ۳۰ – ۳ اتصال با خار

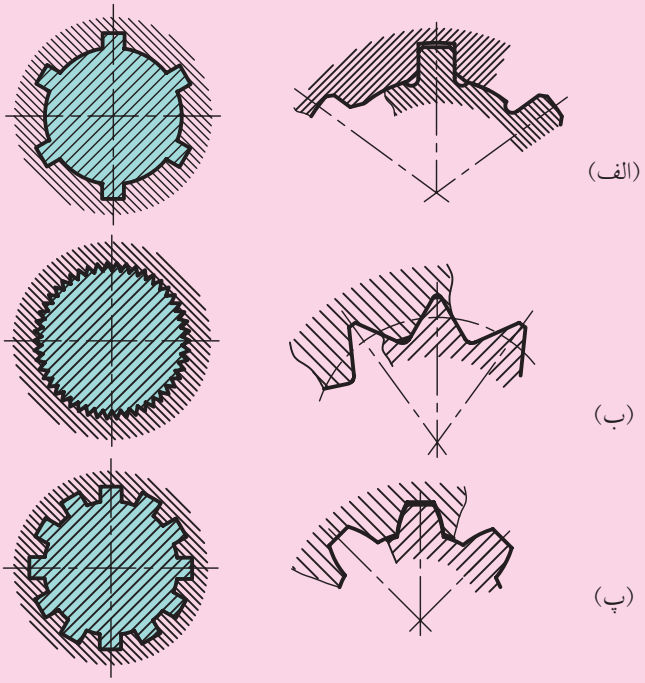
در تولید ماشـــین‌های ابزار و خودروها به‌جـــای خارهای انطباقی، اغلب از خار ناخنی استفاده می‌کنند. در شکل ۳۱–۳ اتصال خار ناخنی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۱–۳
اتصال با خار ناخنی (وودراف)

۳ـ۱۱ محورهای خاردار (شیاردار)

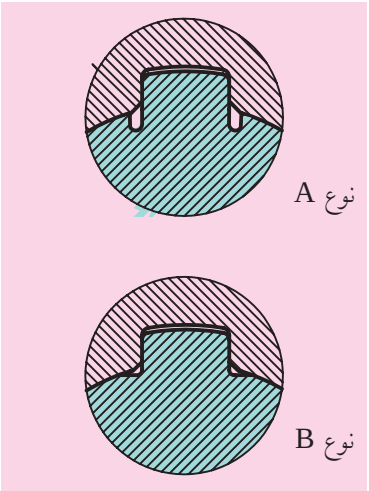
از نظر تئوری محورهای شیاردار از چندین خار انطباقی به‌وجود می‌آیند (شکل ۳۲–۳). از نظر عملی بر روی محور چندین شیار ایجاد می‌شود و این کانال‌ها در داخل سوراخ توپی نیز ایجاد می‌شوند که محور و توپی توسط این کانال‌ها با یکدیگر اتصال پیدا می‌کنند.



(الف) پروفیل خارها مربعی است
(ب) به‌شکل مثلث است که پروفیل هزارخار نیز می‌نامند
(پ) خار اولونت

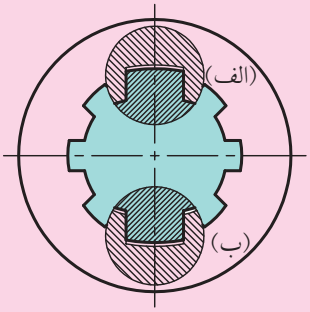
شکل ۳۲–۳ محورهای شیاردار

خار مربعی، بیشـــترین مصرف را در صنعت دارد. در دو نوع A و B در شـــکل ۳۳ – ۳ مشاهده می‌شود.



شکل ۳۳–۳ شیارهای تیپ مربعی

هم‌مرکزی این سیستم نسبت به قطر داخلی و قطر خارجی یا نسبت به سطوح بغل ساخته می‌شوند (شکل ۳۴-۳).

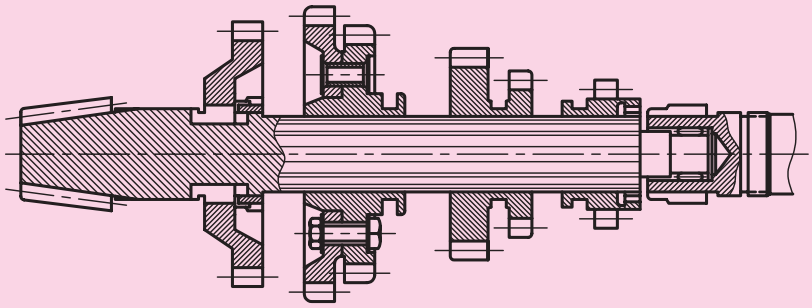


الف) نسبت به قطر داخلی
ب) نسبت به قطر خارجی

شکل ۳۴-۳ تیپ هم‌مرکز

بنابراین در عمل سیستم‌های هم‌مرکز نسبت به قطر داخلی بیشترین مصرف را داراست و می‌تواند به توپی در جهت محوری حرکت دقیقی بدهد و محور و توپی در بهترین شرایط می‌توانند هم‌مرکز شوند.

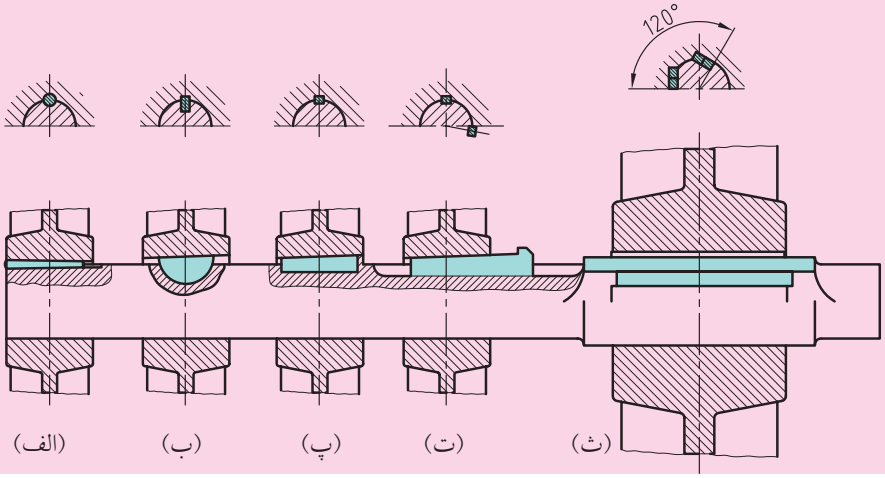
در شکل ۳۵-۳ شافت گیربکس یک دستگاه یدک‌کش را مشاهده می‌کنید که چرخ‌دنده‌ها به‌صورت قابل جابه‌جایی (کشویی) طراحی شده‌اند.



شکل ۳۵-۳ شافت هزار خار با وجوه موازی مربوط به گیربکس

۱۲ـ ۳ گوه‌ها

گوه‌ها قطعات شیب‌دارای هستند که شیب آن‌ها ۱۰۰: ۱ است و تا ۱۰: ۱ نیز ساخته می‌شوند. گوه‌ها بایستی در جهت طولی در نظر گرفته شوند و اتصال توپی و محور آن‌ها حتی‌الامکان به‌صورت محکمی تعبیه شده است. گوه‌ها در داخل شیار توپی و محور قرار می‌گیرند و آن‌ها را از طرف مقابل به هم می‌فشارند. بدین‌ترتیب گشتاور بر نیروی اصطکاک غلبه می‌کند شکل (۳۶-۳).



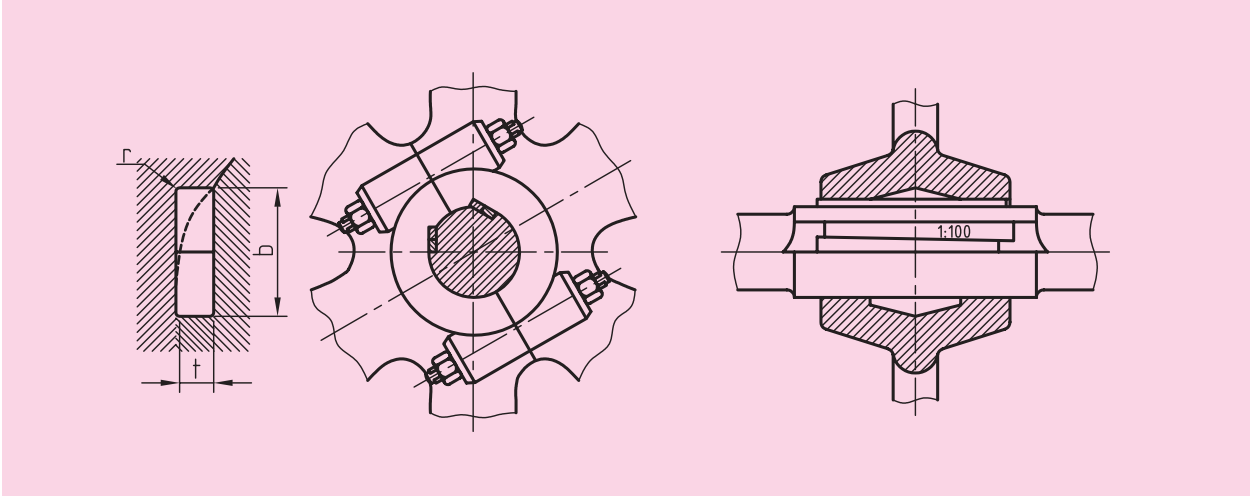
(الف) گوه گرد
(ب) گوه پولکی
(پ) گوه جاسازی شده با مقطع مربعی
(ت) گوه رانشی دماغه‌ای (گوه‌های دماغه‌ای یک و یا دو عدد می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. اگر دو عدد انتخاب شود، زاویه بین آن‌ها ۱۲۰° است)
(ث) گوه مماسی دو پل

شکل ۳۶-۳ روش اتصال با گوه‌ها

در اتصال گوه پولکی، شیب گوه خودبه‌خود تنظیم می‌شود. این نوع گوه بیشتر در ماشـــین‌های ابزار و صنایع خودروسازی و برای گشتاورهای نه‌چندان بزرگ به‌کار می‌رود.

۱ـ۱۳ـ۳ گوه مماسی

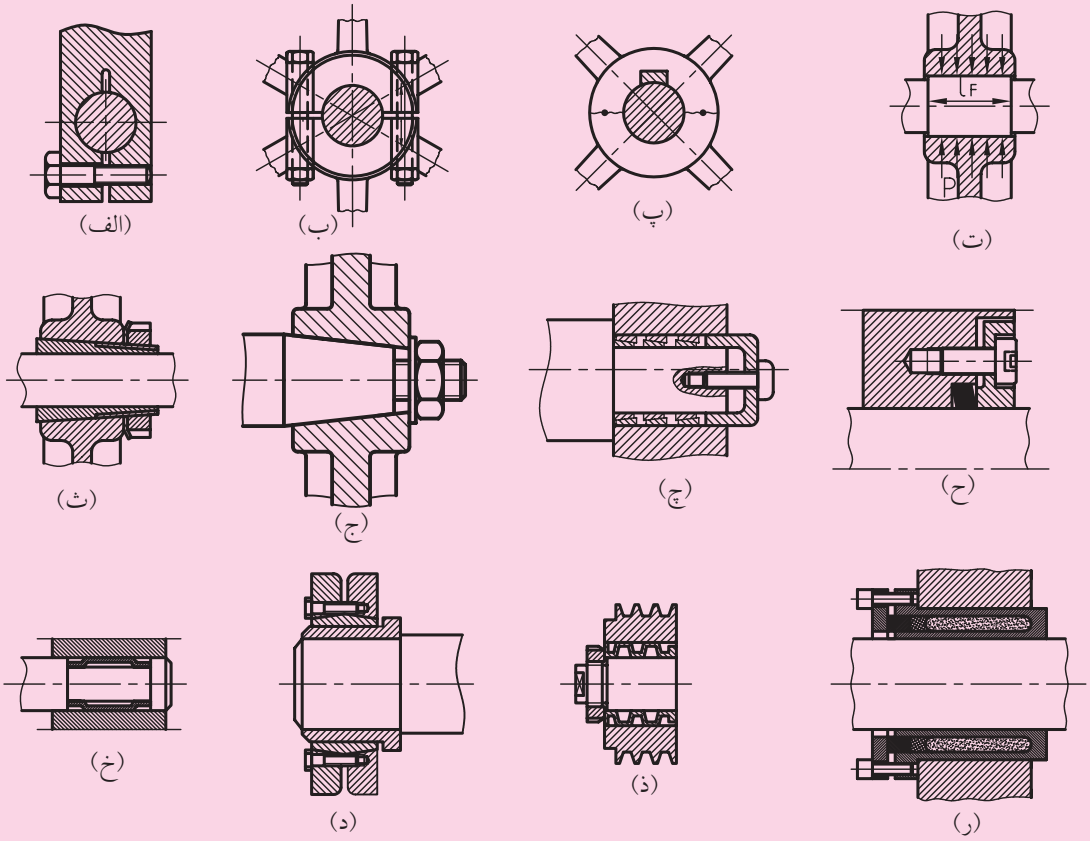
گوه مماسی برای گشتاورهای بزرگ مورد استفاده قرار می گیرد شکل (۳۷ – ۳). در اصل دو گوه با زاویه ۱۲۰° در مقابل هم قرار می‌گیرند و پس از ســاییدگی محــل قرارگیــری گوه‌ها، حالت تخت به‌خود می‌گیرند و گوه روی این ســطح واقع می‌شــود. ســطح دیگر گوه در داخل شــیار ایجاد شــده در توپی جا زده می‌شود و اتصال انجام می‌گیرد.



شکل ۳۷–۳ گوه‌های مماسی

۱۳ ـ۳ اتصالات اصطکاکی

در این اتصال، انتقال نیرو و گشـتاور توسـط نیرویی که به‌دلیل فشـرده شـدن قطعات در سـطوح مالشی ایجاد شده است، امکان‌پذیر است. در شکل ۳۸ – ۳ انواع مختلف گوه نشان داده شده است.



(الف) انطباق محکم با پیچ
(ب) انطباق محکم با توپی تقسیم‌شده
(پ) انطباق محکم با گوه قوس‌دار
(ت) انطباق پرسی
(ث) انطباق پرسی با بوش مخروطی
(ج) انطباق پرسی سطوح مخروطی
(چ) انطباق با فنر حلقوی
(ح) انطباق با فنر صفحه‌ای
(خ) انطباق با بوش تولرانسی
(د) انطباق با بوش تنیده مخروطی
(ذ) انطباق با بوش تنیده
(ر) انطباق توسط فشار روغن

شکل ۳۸–۳ اتصالات اصطکاکی مختلف

ارزشیابی پایانی:

◄ پرسش‌های تشریحی:

۱. پیچ را تعریف کنید و روش‌های اتصال پیچ را شرح دهید.

۲. گام پیچ را تعریف کنید.

۳. انواع پیچ‌ها را با کاربردشان شرح دهید.

۴.پیچ‌های حرکتی را تعریف کنید و کاربرد آن‌ها را توضیح دهید.

۶. طبقه‌بندی پیچ‌ها را توضیح دهید.

۷. سه فاکتور مهم پیچ‌ها را نام ببرید.

۸. پیچ‌های چندراهه را توضیح دهید.

۹. ابعاد پیچ‌های استاندارد را چگونه مشخص می‌کنند؟ بیان کنید.

۱۲. مهره را تعریف کنید.

۱۳. انواع مهره و جنس آن‌ها را توضیح دهید.

۱۴. انواع واشرها را شرح دهید.

۱۵. ضامن‌ها را شرح دهید.

۱۶. انواع پین‌ها را نام ببرید.

۱۸. مثال‌هایی برای کاربرد پین‌ها نام ببرید.

۱۹. خار انگشتی را تعریف کنید و انواع آن‌را نام ببرید.

۲۰. خارها را شرح دهید.

۲۲. پروفیل‌های هزارخار در کجا کاربرد دارند؟

۲۳. گوه را تعریف کنید.

۲۴. انواع گوه‌ها را نام ببرید.

۲۵. اتصالات اصطکاکی را تعریف کنید و چند نمونه از آن‌را نام ببرید.

◄ جای خالی را با عبارت مناسب پر کنید:

الف) پیچ‌ها به ..... روش، دو قطعه را به هم متصل می‌کنند.

ب) در پیچ‌های متریک تمام اندازه‌های ابعاد برحسب ..... هستند و زاویه سردنده آن‌ها ..... درجه است.

پ) پیچ‌های دنده ذوزنقه‌ای دارای اندازه‌های میلی‌متری هستند. زاویه دنده آن‌ها ..... درجه است و کاربرد فوق‌العاده زیادی در صنعت دارند.

ت) از نظر جهت زاویه مارپیچ، پیچ‌ها به‌صورت ..... و ..... ساخته می‌شوند.

ث) M۳۰ می‌نویسیم که M علامت‌مشخصه پیچ ..... است و عدد ۳۰ برحسب میلی‌متر ..... پیچ را مشخص می‌کند.

ج) Tr20 × 4 که Tr نشان‌دهنده ..... است و عدد ۲۰ برحسب میلی‌متر ..... پیچ فوق و عدد ۴ برحسب میلی‌متر ..... پیچ را تعیین می‌کند.

چ) از نظر تکنولوژیکی، پیچ‌ها به دو روش ..... و ..... ساخته می‌شوند.

ح) پیچ‌های حرکتی مکانیزمی هستند که حرکت ..... را به حرکت ..... تبدیل می‌کنند.

خ) برای این‌که راندمان پیچ‌های حرکتی بیشتر باشد، بایستی اصطکاک ..... شود. همچنین برای جلوگیری از گرم شدن و تلفات انرژی، از پیچ‌های ..... و ..... استفاده می‌شود.

د) خارهای انگشتی دو قطعه را به‌صورت ..... مفصل‌بندی می‌کنند.

ذ) ..... در داخل شیار ایجاد شده بر روی محور و قطعه اتصال قرار می‌گیرند.

ر) در عمل سیستم‌های..... نسبت به قطر داخلی بیشترین مصرف را داراست. بزرگ‌ترین برتری این نوع محورهای شیاردار، توانایی انتقال ..... بزرگ است.

ز) در گوه‌ها، گشتاور توسط ..... منتقل می‌شود.

◄ درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کنید:

الف) گام از نظر سینماتیک، برابر مقدار راهی است که پیچ به اندازه یک دور کامل حرکت پیشروی در امتداد محور داشته باشد.

ب) پیچ دنده‌مثلثی ویت ورث به پیچ انگلیسی مشهور است و تمام اندازه‌های این نوع پیچ‌ها برحسب اینچ هستند. زاویه دنده آن‌ها $\alpha=55^\circ$ و سردنده و پای‌دنده، قوسی هستند.

پ) در سیستم پیچ و مهره دو نوع انطباق دنده‌ریز و دنده‌درشت داریم.

ت) استفاده واشرها و ضامن‌ها باعث افزایش گشتاور می‌شود و از به‌خودی خود باز شدن پیچ و مهره جلوگیری می‌کنند.

ث) پین‌های فنری مارپیچی برای ایمنی کاربرد دارند.

چ) معمولاً خارهایی که با پیچ تثبیت می‌شوند بر روی شافت در جهت عمود بر محور قرار می‌گیرند.

ج) اگر پروفیل‌های هزارخار نتواند گشتاورهای بسیار بزرگ را انتقال دهد، از محورهایی که پروفیل پلی‌گون دارند، استفاده می‌شود.

ح) گوه مماسی برای انتقال گشتاورهای بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

◄ پرسش‌های چهارگزینه‌ای:

۱. رابطه بین فاکتورهای پیچ ($tg\beta = \frac{p}{\pi d_2}$) را بهتر است بر اساس کدام قطر بنویسیم؟

۱) قطر کوچک ۲) قطر بزرگ ۳) قطر متوسط ۴) فرقی ندارد

۲. کدام گزینه در پیچ‌های متریک اشتباه است؟

۱) تمام اندازه‌های ابعاد این دسته از پیچ برحسب میلی‌متر است.

۲) زاویه سردنده آن‌ها ۶۰ درجه است.

۳) سردنده حالت گرد و ته‌دنده به‌شکل تخت است.

۴) جزو پیچ‌های اتصال اصلی هستند و با علامت حرف بزرگ M مشخص می‌شوند.

۳.کاربرد پیچ دندانه اره‌ای در کجاست؟

۱) برای انتقال نیروهای یک طرفی در ساختمان پرس‌ها مصرف دارد.

۲) در ماشین‌های ابزار به‌عنوان پیچ‌های انتقال نیرو استفاده می‌شوند.

۳) در جاهای حساس و در محل‌هایی‌که قطعات اتصال تحت‌تأثیر ارتعاش و ضربه قرار دارند، استفاده می‌شوند.

۴) در قطعات ماشین‌های سنگین به‌کار می‌روند.

۴. دلیل استفاده از پیچ‌های چندراهه چیست؟

۱)کم‌کردن نیروی موردنیاز باز و بسته‌کردن ۲) افزایش سرعت باز و بسته‌کردن

۳) به‌منظور کوچک کردن اندازه پیچ‌ها ۴) برای کنترل کردن ارتعاشات و ضربات کار

۵. کدام گزینه درست نیست؟

۱) طول رزوه برای پیچ‌های از جنس فولاد برابر d است.

۲) طول رزوه برای پیچ‌های از جنس آهن ریختگی برابر ۱/۲۵d است.

۳) طول رزوه برای پیچ‌های از جنس آلومینیم برابر ۲d است.

۴) طول رزوه برای پیچ‌های از جنس فلزات سبک برابر ۲/۵d است.

۶. کدام گزینه جزو کاربردهای پین‌هاست؟

۱) جهت اتصال ۲) سفت کردن ۳) هم‌مرکز کردن ۴) کاهش اصطکاک

۷. کـدام گزینه برای اتصال اجزاء گردان، مثل چرخ‌دنده، چرخ‌تسـمه، چـرخ اصطکاکی، چرخ‌زنجیر و چرخ‌های دیگر بر روی محور به‌کار می‌روند.

۱)پین‌ها ۲) خار انگشتی ۳) ضامن‌ها ۴) خارها

۸. گوه‌ها دارای شیب ..... هستند.

۱) ۱:۲۵۰ تا ۱:۲۵ ۲) ۱:۱۰۰ تا ۱:۱۰ ۳) ۱:۱۵۰ تا ۱:۱۵۰ ۴) ۱:۲۰۰ تا ۱:۲۰

۹. در گوه‌های مماسی دو گوه در مقابل هم تحت چه زاویه‌ای قرار می‌گیرند؟

۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) ۹۰ ۴) ۱۲۰

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 شرح دهد.

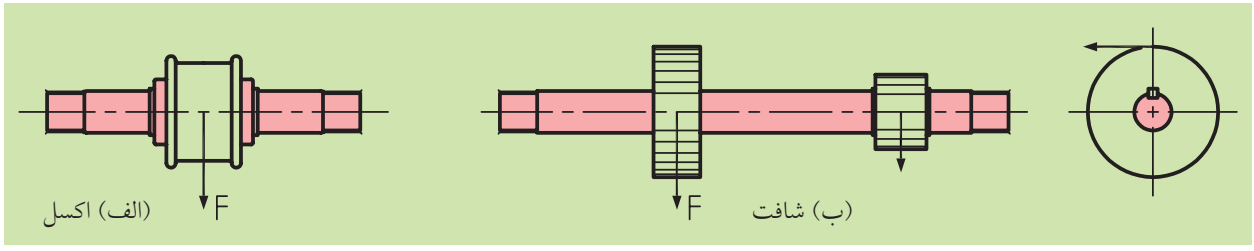
ـ شافت‌های با مقاومت یکسان را توضیح دهد.

ـ کاربرد شافت‌ها و اکسل‌ها را شرح دهد.

محورها

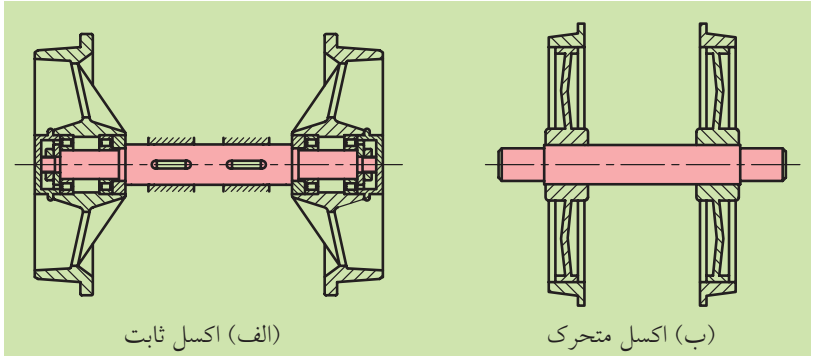
۱ـ۴ اکسل‌ها، شافت‌ها

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 ۱–۴ الف)، ولی شافت‌ها، محورهایی هستند که علاوه‌بر تحمل نیروی خمشی، گشتاور پیچشی را نیز انتقال می‌دهند (شکل ۱–۴ 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.



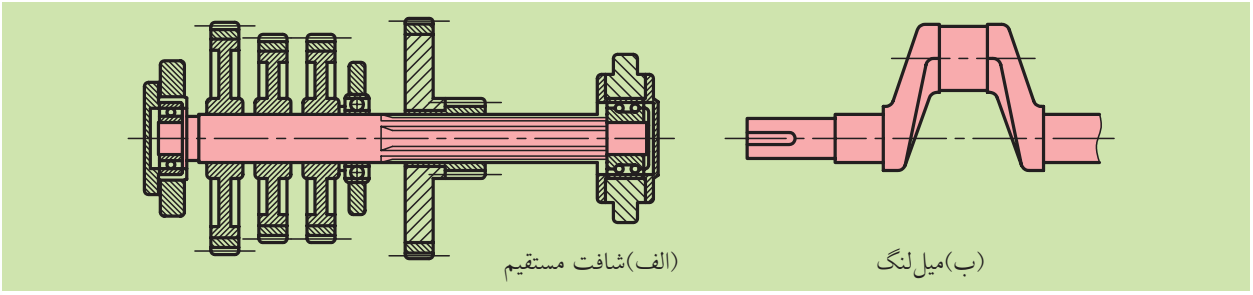
شکل ۱ـ۴

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.



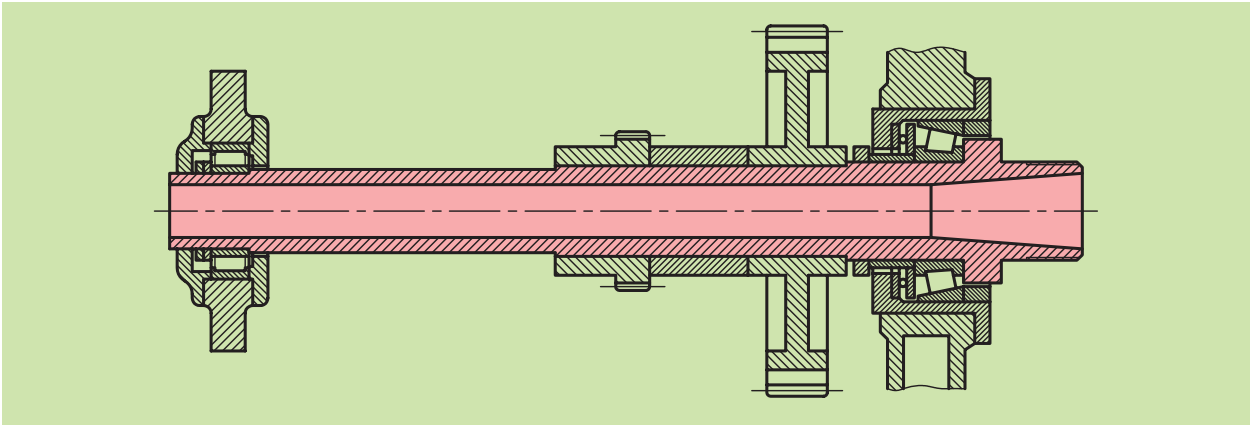
شکل ۲ـ۴

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).

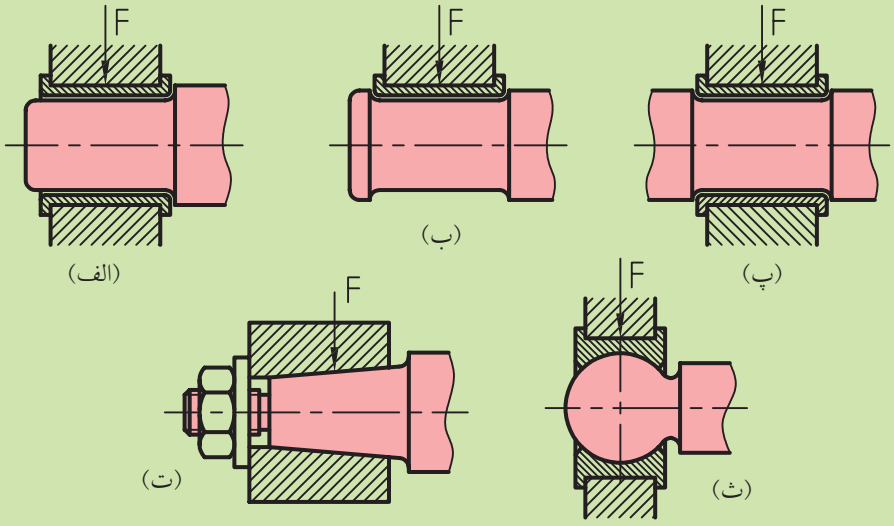


شکل ۴ـ۴ شافت توخالی

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

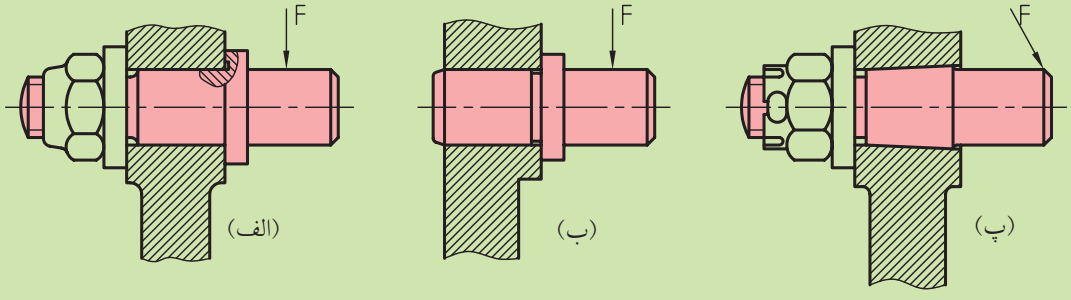
گیرند، به ســخت‌کاری و سپس سنگ‌زنی ظریف نیاز پیدا می‌کنند. قطر داخلی شافت‌های تو خالی معمولاً ۰/۵ d است و به این ترتیب وزن آن‌ها ۲۵٪ کمتر از وزن شافت‌های توپر می‌شــوند، ولی به اندازه شافت‌های توپر مقاومت ندارند. قسمت‌های دوار اســتوانه‌ای، مخروطی و یا کروی در محورها که یاتاقان‌ها در آن‌جا دوران می‌کنند و یا ســاکن هســتند نشــیمنگاه یاتاقان نامیده می‌شوند. در شکل ۴ـ۵ 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 ۴ـ۵ نشیمنگاه‌های باربر یا یاتاقان‌گردها

ضمناً در شــکل ۴ـ۶ نیز روش اتصال نشــیمنگاه‌های اکســل‌ها نشان داده شده است.



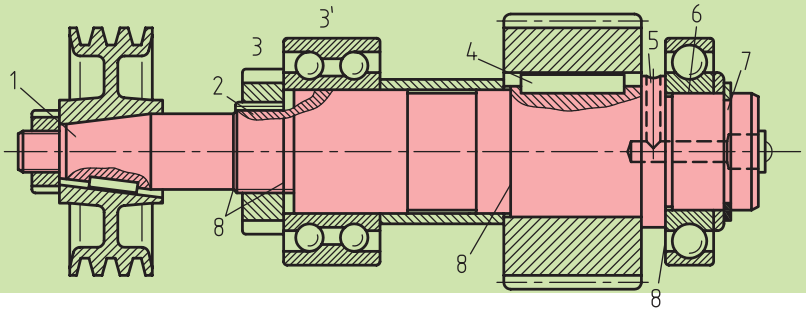
(الف) انطباق با مهره بسته شده است. (ب) انطباق پرسی انجام گرفته است. (پ) انطباق مخروطی انجام گرفته شده است.

شکل ۴ـ۶ 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

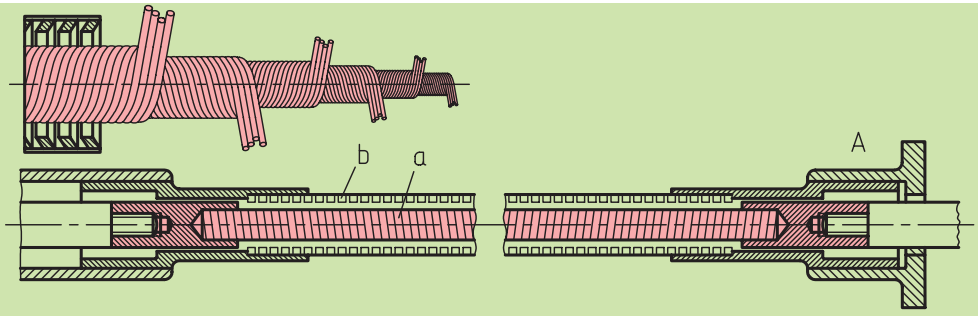
(۱)اتصال با سطوح مخروطی
(۲) چرخ‌دنده
(۳) شیار برای واشر اطمینان
(۴) شیار خار
(۵) سوراخ عرضی
(۶) انطباق پرسی برای یاتاقان غلتشی
(۷) شیار برای حلقه اطمینان
(۸) سطوح پله‌ای



۲ـ۴ محورهای انعطاف‌پذیر

محورهـــای انعطاف‌پذیر تقریبـــاً در فاصله محوری زیـــاد، نیروهای کوچک را منتقـــل می‌کننـــد و در عین‌حـــال انعطاف‌پذیری بزرگی از خود نشـــان می‌دهند وبه‌طور معمول در دســـتگاه‌های سوراخ‌کاری و ســـنگ‌زنی دستی برای کار در فواصـــل مختلف به‌کار می‌رونـــد. همچنین برای به‌کار انداختن شمارشـــگرها، دورســـنج‌ها، سرعت‌ســـنج‌ها، کیلومترشـــمار خودروهـــا و غیره کاربـــرد دارند. در اصـــل میله‌ها نســـبت به هم در جهـــت مخالف، به‌صـــورت مارپیچ پیچانده شـــده‌اند و از چندیـــن طبقه از رشـــته ســـیم‌های فنـــری به‌وجـــود آمده‌اند. دو نمونه از این محورها در شـــکل ۸ـ۴ نشـــان داده شده اســـت. برای حفاظت از رطوبت و گردوخاک از حفاظ‌های شـــیلنگی یا فلزی اســـتفاده می‌شـــود. تعداد لایه‌هـــا حداقل ۲ و حداکثر ۱۲ عدد هســـتند. زمانی‌که از حفاظ فلزی اســـتفاده می‌کنیـــم، درون آن بـــا روغن گریس پر می‌شـــود و روغنی که بـــه لایه‌ها نفوذ پیدا کرده اســـت، هم از زنگ‌زدگی و هم از اصطـــکاک زیاد جلوگیری می‌کند.

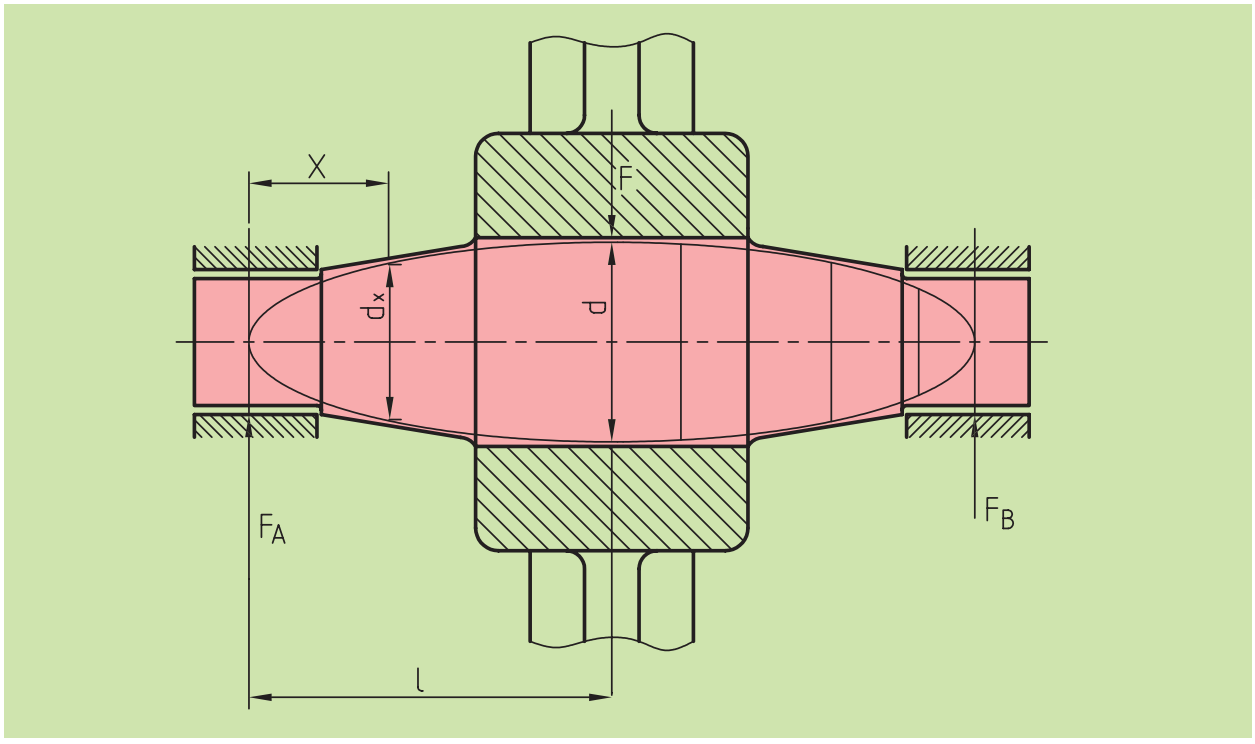
(A) سمت حرکت
(a) هسته شافت
(b) حفاظ شیلنگی



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.

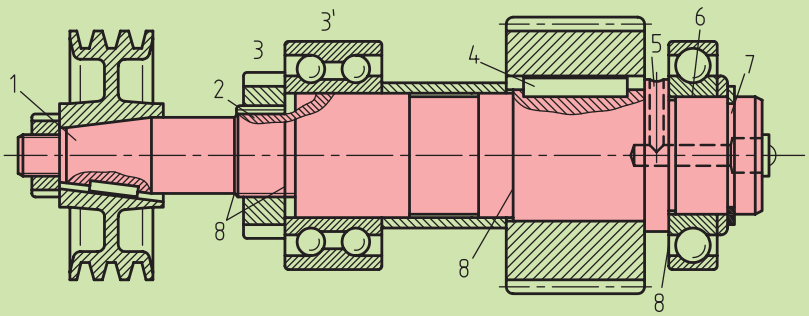
◄ جای خالی را با عبارت مناسب پر کنید:

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.



..... دندانـــه ..... شـــیار خـــار ..... ســـوراخ عرضـــی

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

ث) بـــرای انتقـــال نیرو مابین دســـتگاه‌های محـــرک و متحرک، که موقعیت مکانی آن‌ها در حرکت اســـت، از شـــافت‌های ..... 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، گشـــتاور خمشـــی 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)گیربکس 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 رفتار ارتعاش فنرها را شرح دهد.

ـ مزیت فنرها را توضیح دهد.

ـ روش اتصال فنرها را شرح دهد.

ـ فنرها را طبقه‌بندی کند.

ـ منحنی‌های مشخصه فنرها را توضیح دهد.

ـ روش استفاده از فنرها را شرح 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.

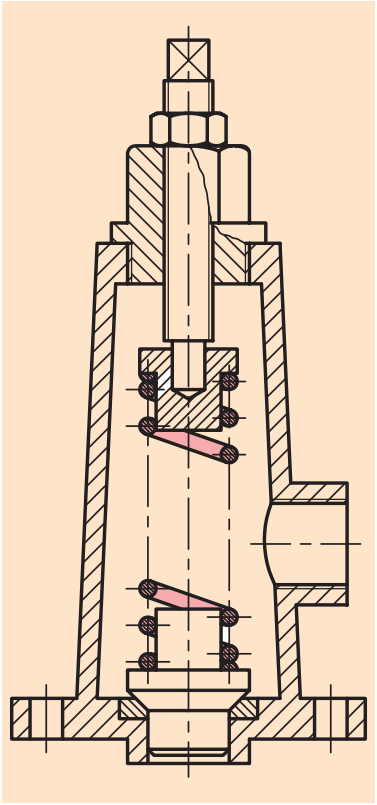
ب) از شدت نیروهای ضربه‌ای می‌کاهند، یعنی وظیفه مستهلک‌کننده را انجام می‌دهند. مانند کمک فنرها در کلیه خودروها، که در مقابل ضربه‌های متفاوت محفوظ می‌مانند.

پ) فرکانس بعضی از سیستم‌ها را تغییر می‌دهند (مثل قطعات ارتعاشی).

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

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

ج) 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 مارپیچی در یک شیر اطمینان

ب) کاربرد فنر مارپیچی در کمک فنر

شکل ۱ـ۵ کاربردهای فنر

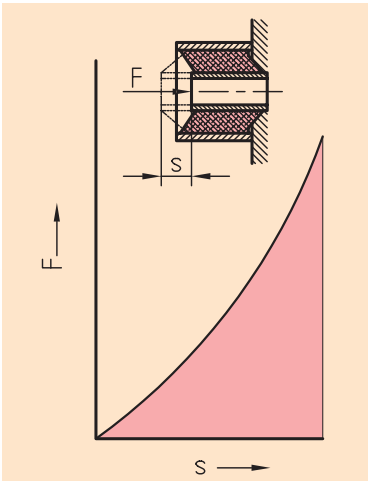
۲ـ۵ منحنی‌های مشخصه یا کاراکتر فنر

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.

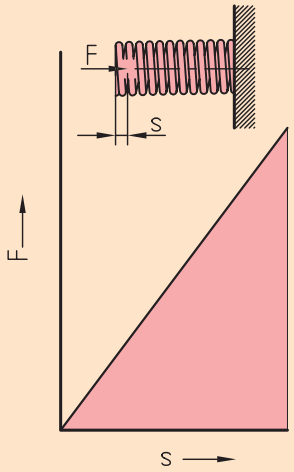
یکی از مشخصه‌های مهم فنرها، ضریب سفتی فنر یا صلبیت فنر است که با حرف (k) نشان می‌دهند. ابعاد یک فنر باید به‌گونه‌ای تعیین شود که ضریب سفتی موردنظر به‌دست آید.

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.

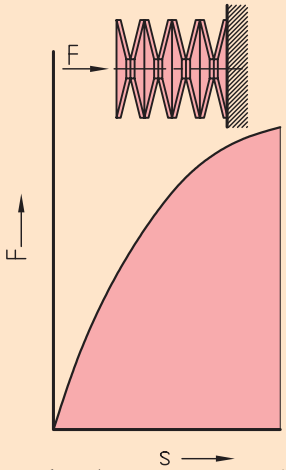
ضریب سفتی فنرها نیز اگر منحنی مشخصه خطی راست باشد، ثابت است، ولی اگر قوس‌دار باشد، متغیر خواهد شد، یعنی درهنگام صعود بزرگ‌تر و در موقع نزول کوچک‌تر می‌شوند، که در این‌صورت با استفاده از چندین فنر، کاهش فوق را جبران می‌کنیم. گاهی اوقات شیوه طراحی باعث می‌شود از تعداد فنر بیشتری استفاده کنیم. در این‌صورت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

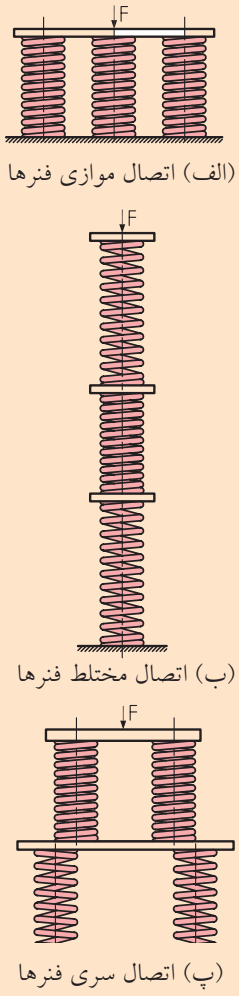
شکل ۲–۵ منحنی‌های کاراکتر فنرها

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 ۳–۵ 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

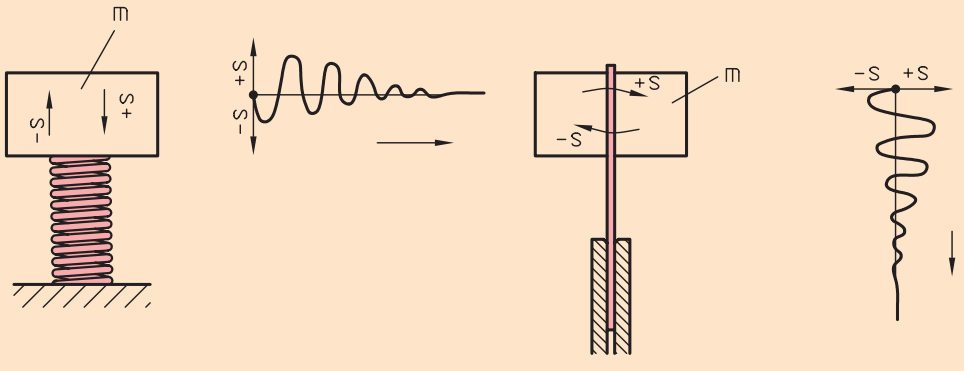
(ب) اتصال مختلط فنرها

(پ) اتصال سری فنرها

شکل ۳ـ۵ تأثیر مشترک چند فنر

۴ـ۵ رفتار ارتعاشی فنرها

اگر بر روی فنری یک جرم m را قرار دهیم، فنر در اثر نیروی وزن آن جرم، تغییرشکل 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).



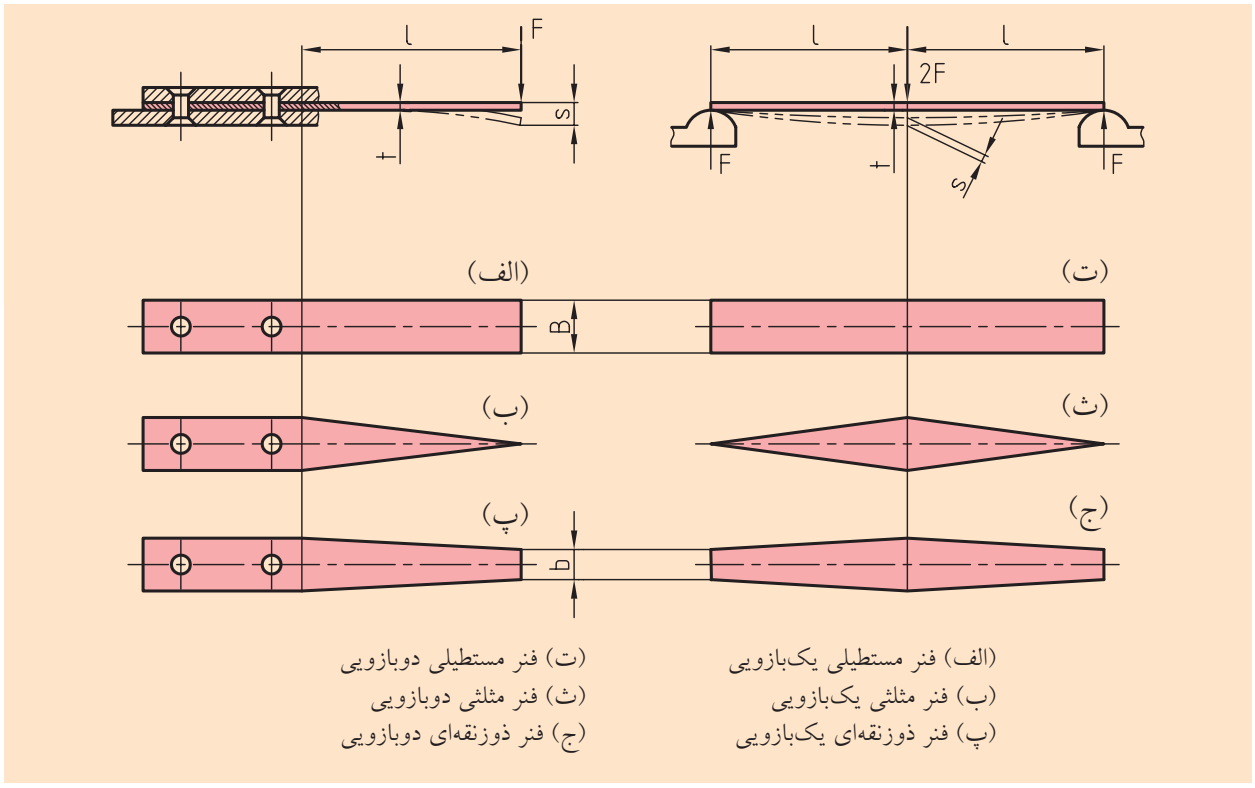
(الف) جرم با فنر مارپیچی تحت فشار

(ب) جرم و میله فنری تحت پیچش

شکل ۴ـ۵ سیستم‌های ارتعاشی

۵ـ۴ فنرهای صفحه‌ای

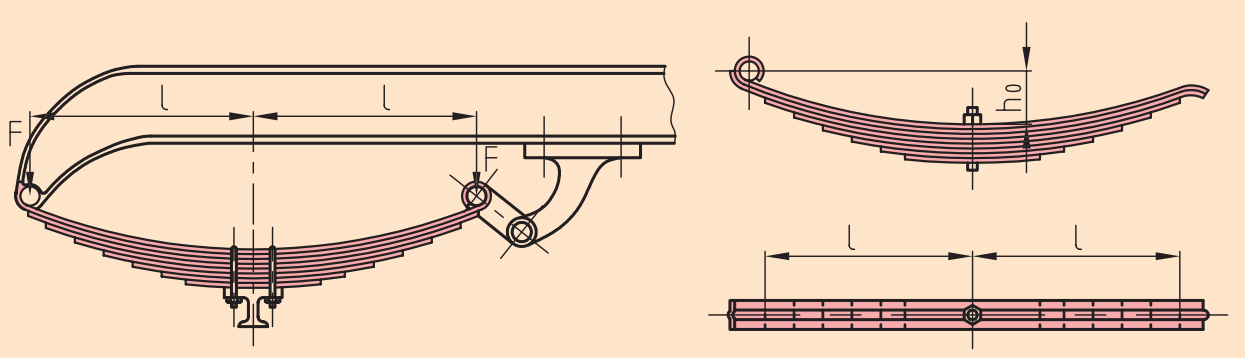
معمولاً در ساخت دستگاه‌های حساس و همچنین در صنعت برق به‌عنوان کنتاکتور از فنرهای صفحه‌ای استفاده می‌شود. نمونه‌ای از آن‌ها، با مقاطع مختلف در شکل ۵ـ۵ آورده شده است.



(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 جاده‌های 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 سخت مسیر حرکت را به نوساناتی آرام، نرم و میرا شده تبدیل می‌کنند. برای این کار مثلاً چند لایه فنر صفحه‌ای ذوزنقه دوبازویی را با طول‌های متفاوت انتخاب، و روی هم قرار می‌دهند و می‌بندند. در این روش ضربات جاده به‌صورت عمود به این فنرها وارد می‌شوند و در لابه‌لای فنرها به‌صورت افقی مستهلک می‌شوند و بدین ترتیب به سرنشین‌های اتومبیل آسیبی نمی‌رسد. این فنرها را با نام‌های شمشی و شاخه‌ای و تخت نیز می‌نامند.

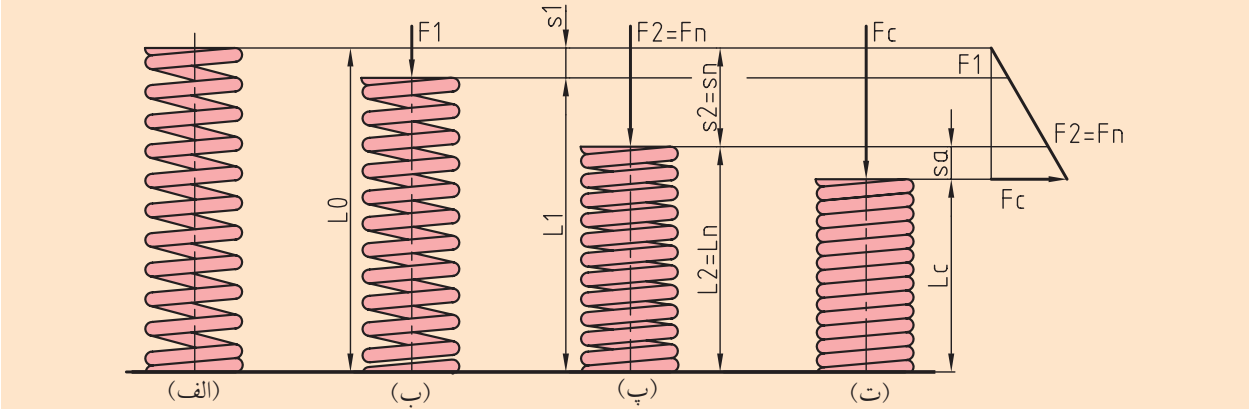
۶ـ۵ فنرهای مارپیچ استوانه‌ای

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 مساوی 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 شکل ۷ـ۵ 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.

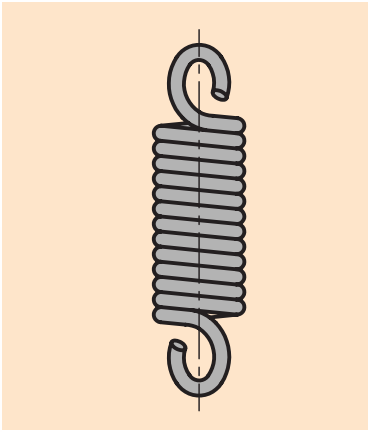


شکل ۷ـ۵ فنرهای مارپیچ استوانه‌ای

در این‌صورت فنرها خاصیت فنری خود را از دست 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.

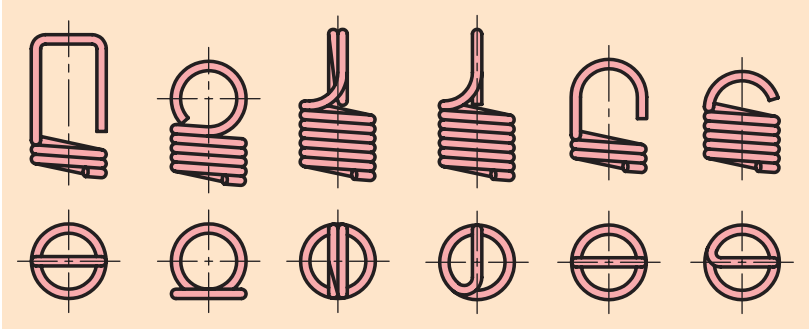
فنر مارپیچی کششی

فنرهای مارپیچی، زیر بار کشش قرار می‌گیرند و چون به‌صورت سرد ساخته می‌شوند، حلقه‌های فنر در حالت آزاد بر روی هم می‌نشینند. در بسیاری از مواقع، توسط میله‌های کشیده‌شده یا نوردشده و بهسازی‌نشده به‌صورت گرم فرم داده شده و سپس آن‌ها را بهسازی می‌کنند. این روش کمتر به‌کار می‌رود. برای انتقال نیروی فنر از قلاب‌های گوشواره‌ای در یک یا دو طرف بر اساس کاربردشان استفاده می‌شود.



شکل ۵ـ۸ 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 ۵ـ۸ یک فنر مارپیچی کششی را مشاهده می‌کنید که بیشترین کاربرد را در صنعت دارد، و در شکل ۵ـ۹ نمونه‌هایی از فنرهای مارپیچ با قلاب‌های متفاوت نشان داده شده است.

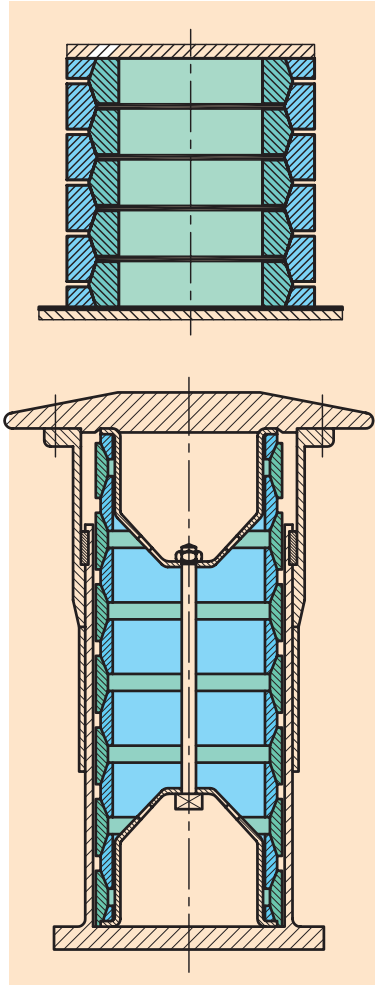


شکل ۵ـ۹ فرم قلاب‌های گوشواره‌ای مختلف

۵ـ۷ فنرهای حلقه‌ای

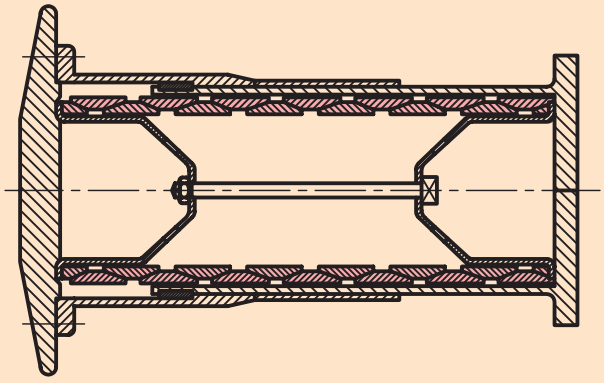
این فنرها به‌صورت حلقه‌های داخلی و خارجی با سطح مقطع مخروطی دوبل ساخته می‌شوند و به فنرهای حلقه‌ای فشاری نیز معروف‌اند (شکل ۵ـ۱۰).

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



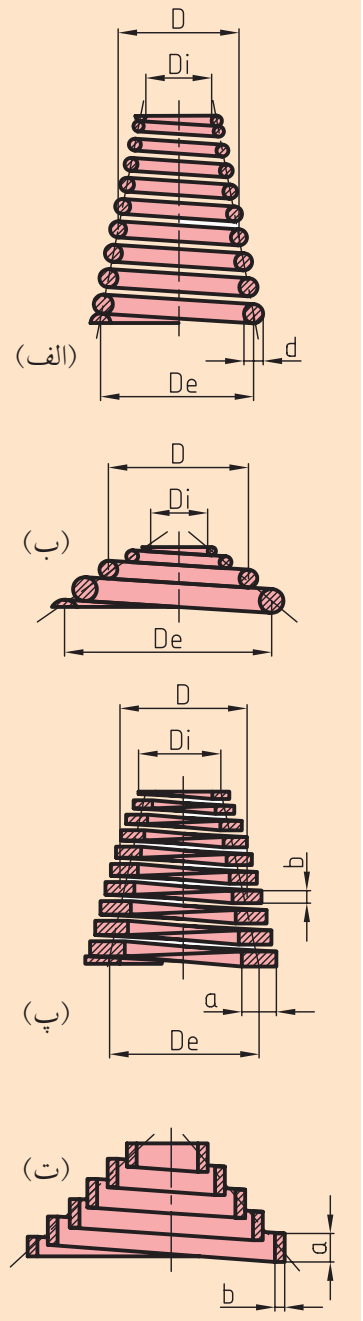
شکل ۵ـ۱۰ فنرهای حلقه‌ای

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

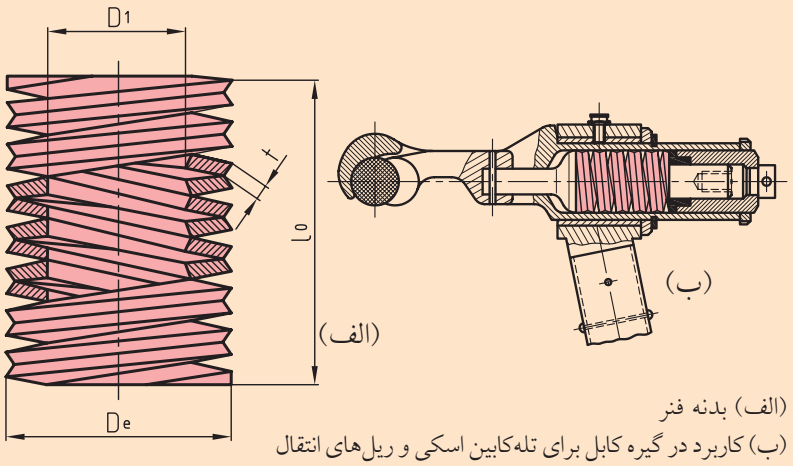
در مـوارد نادری از فنرهای مخروطی با مقطع مسـتطیل و دایره، مطابق شـکل ۱۲ـ۵، استفاده می‌شود.



(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

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

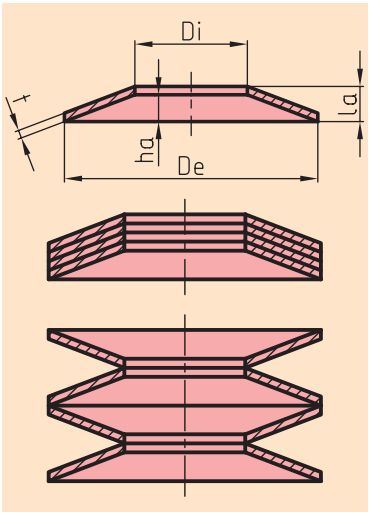
این نوع فنر نسبت به یک ستون از بشقاب‌های فنری مزیت‌های قابل توجهی دارد. اجزاء یکپارچه به‌صورت بشقاب‌های مجزا از هم هستند، درنتیجه مونتاژ ساده‌ای دارند و ساخت آن‌ها از مواد تسمه‌ای با جریان فازهای غیرمنقطع صورت می‌گیرد.

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.

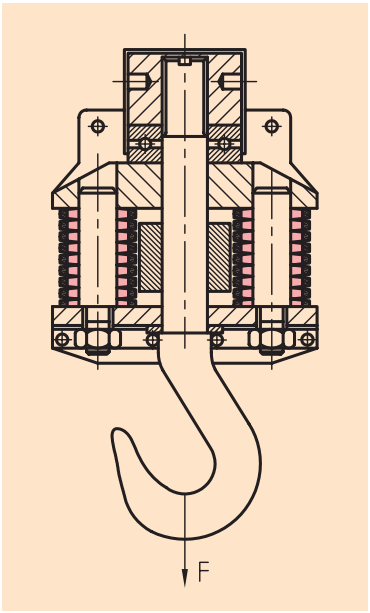
۵ـ۸ فنرهای بشقابی

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.

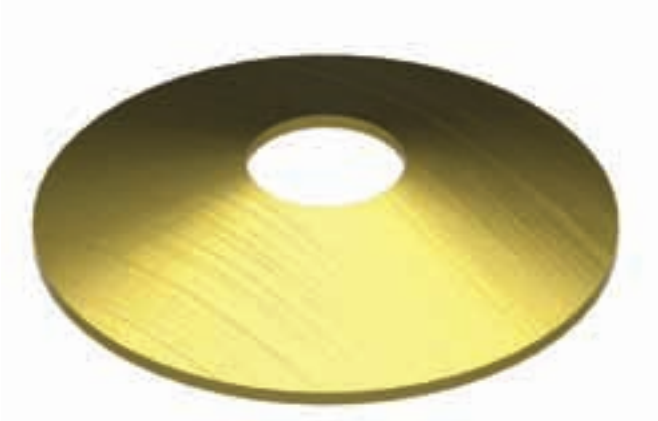
فنرهای بشقابی به‌کمک یک پین در داخل فنر، یا به‌کمک یک غلاف در خارج فنر جمع می‌شوند و بهتر است هدایت این‌گونه فنرها از داخل صورت پذیرد. یک نمونه از کاربرد آن‌را در شکل ۱۵ـ۵ مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۴ـ۵ فنرهای بشقابی



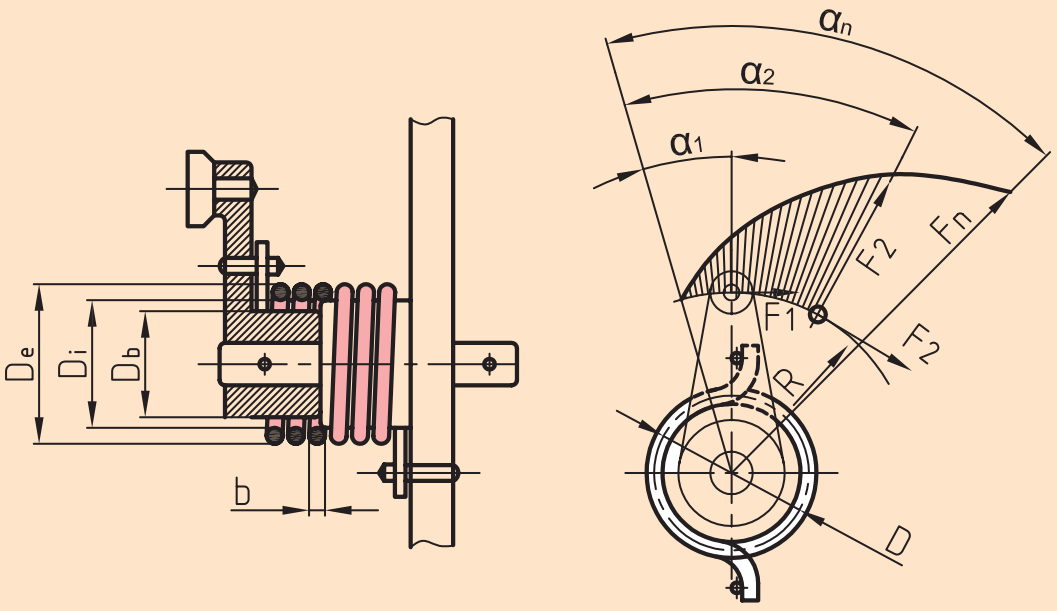
شکل ۱۵ـ۵ کاربرد فنر بشقابی در قلاب یک جرثقیل



۹ـ۵ فنرهای بازویی (سنجاقی)

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

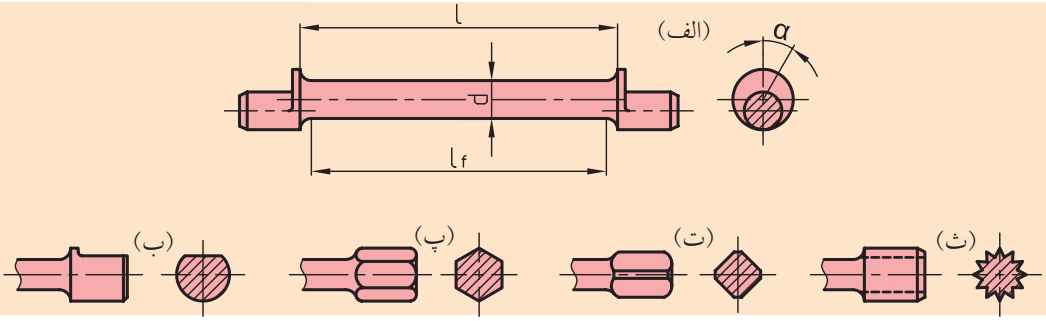
این فنرها که بیشـــتر به‌عنوان برگشت‌دهنده اهرم‌ها و درپوش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، از ســـیم‌های فولادی مانند فنرهای مارپیچی، روی استوانه تولید می‌شـــوند. ابتـــدا و انتهای بازوها بـــا توجه به موارد مصرف آن‌ها مســـتقیم و یا خمیده و یا فرمی هستند. یک سر فنر باید به قسمت متحرک و سر دیگر آن به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



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

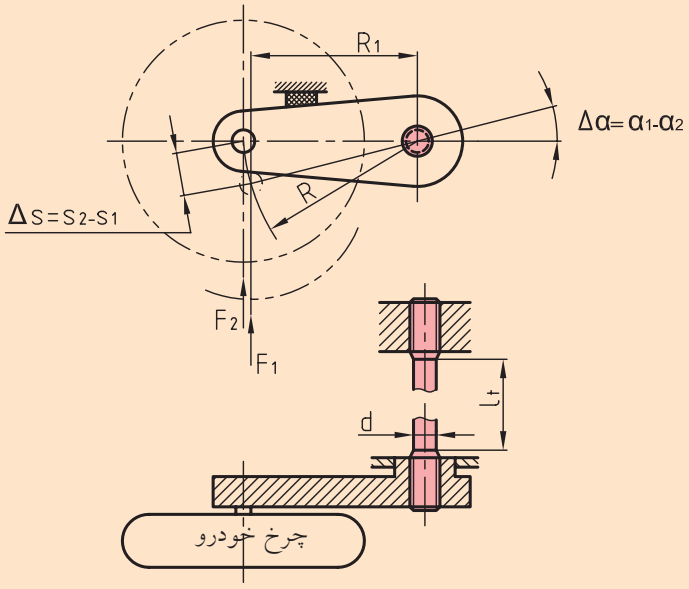
۵ـ۱۰ فنرهای میله‌ای پیچشی

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 پیچشـــی روی هم در یک اکسل خودرو که در وسط درگیر شده‌اند.



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

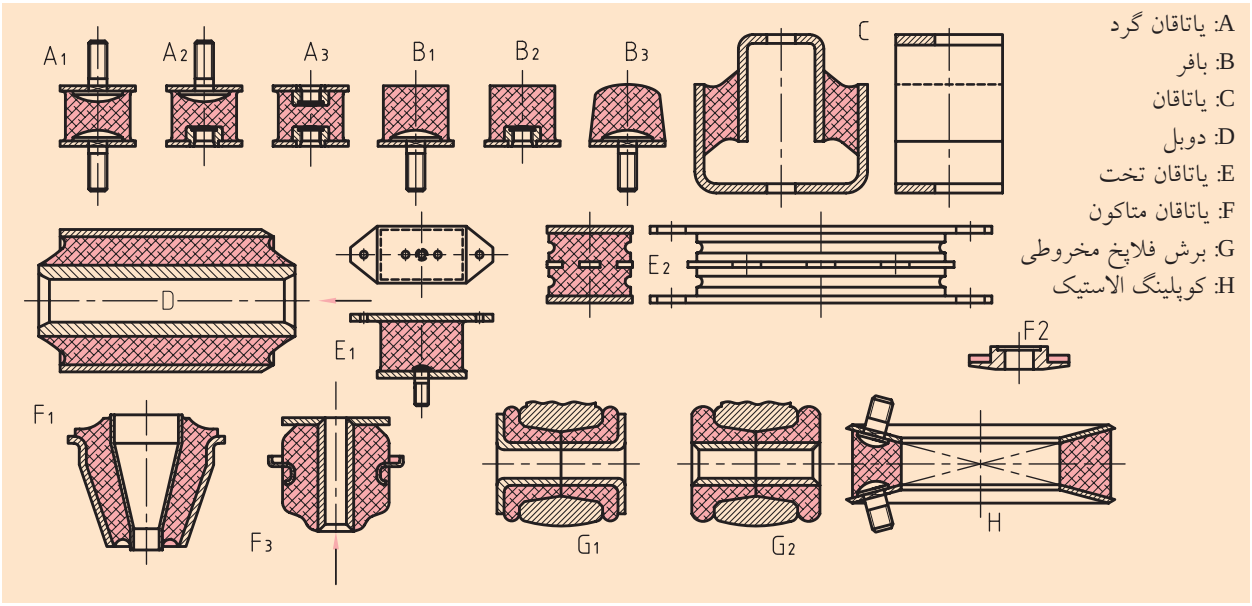
شکل ۵ـ۱۸ کاربرد فنر میله‌ای پیچشی

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

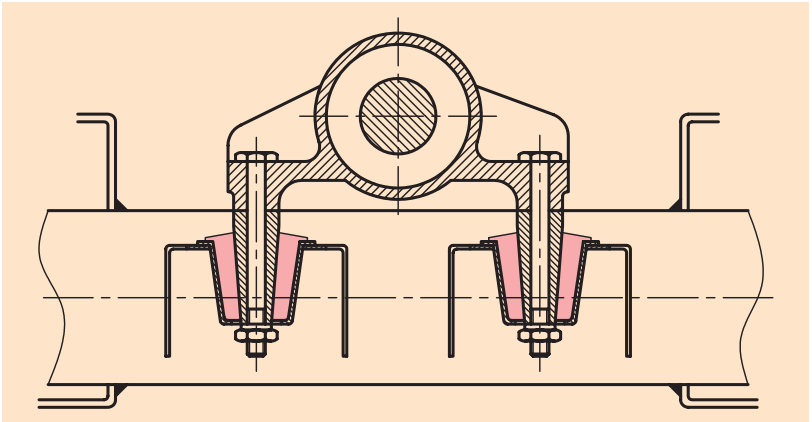
۵ـ۱۱ فنرهای لاستیکی

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 ۵ـ۲۰ و یاتاقان‌بندی یک موتور در شــکل ۵ـ۲۱ نشان داده شده است.



شکل ۵ـ۲۰ فنرهای لاستیکی



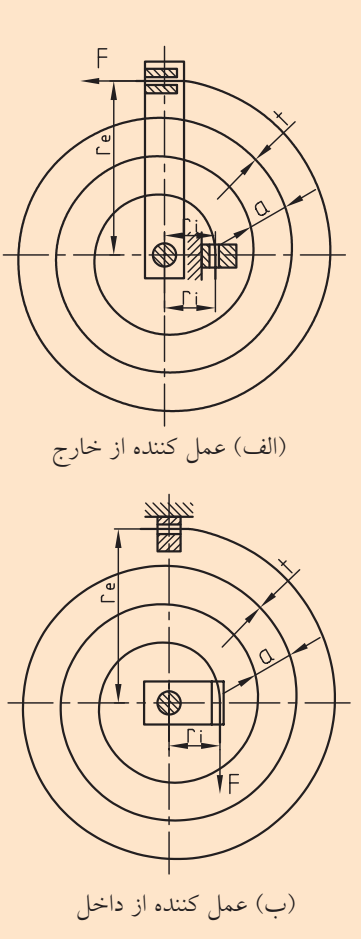
شکل ۵ـ۲۱ یاتاقان‌بندی عقب یک موتور پیستونی با لاستیک متاکون

۵ـ۱۲ فنرهای حلزونی پیچشی

فنرهای حلزونی پیچشـی با پیچیدن (مانند کوک کردن سـاعت)، انرژی ذخیره می‌کنند تا برای به‌حرکت درآوردن المان‌های وابسته خود، انرژی اندوخته شده را پس دهند، یعنی مانند یک مکانیزم موتور کار می‌کنند (شکل ۲۲ـ۵).
بنابراین یک‌سر این نوع فنرها (داخلی یا خارجی) را به بدنه وصل می‌کنند و از سر دیگر کوک می‌شود.

فنرهـای حلزونـی در سیسـتم‌های اندازه‌گیـری، مکانیزم‌هـای سـاعت و اسباب‌بازی‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند و برای این‌که بین حلقه‌ها، فاصله‌های مساوی به‌وجود آید به‌صورت حلزونی ساخته می‌شوند.

لاسـتیک، تراکم‌ناپذیر اسـت، یعنی در عین‌حالی که فرم آن قابل تغییر اسـت، حجم آن تغییری نمی‌کند. با مهار همه جانبه لاسـتیک، خواص الاستیکی آن از بین خواهد رفت.



شکل ۲۲ـ۵ 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 شرح دهد.

ـ آب‌بندی محورها و یاتاقان‌ها را توضیح دهد.

ـ آب‌بندی تماسی و غیرتماسی را شرح دهد.

ـ سطوح راهنما را شرح دهد.

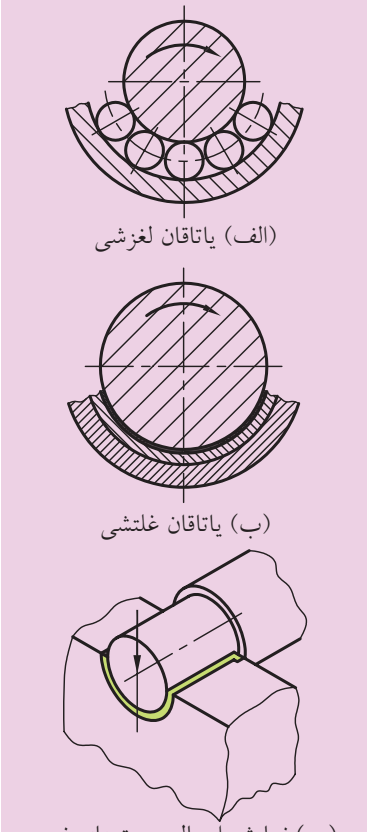
ـ ویژگی‌های مورد نیاز سطوح راهنما را توضیح دهد.

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.



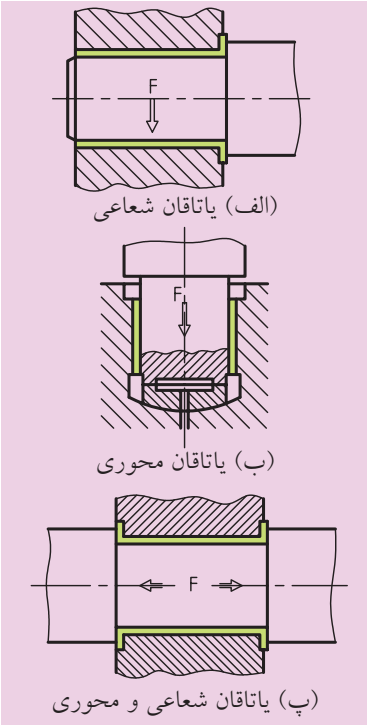
(الف) یاتاقان لغزشی

(ب) یاتاقان غلتشی

(پ) نمایش اعمال جهت‌های نیرو

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 – ۶ ـ پ) بنابرایـــن یاتاقان‌هایـــی که فقط نیروی شـــعاعی را تحمل می‌کننـــد، یاتاقان‌های شـــعاعی، و یاتاقان‌هایی که فقط نیروی محـــوری را تحمل می‌کنند، یاتاقان‌های محوری نام دارند، ولی اگر هم شـــعاعی و هم محوری را هم‌زمان تحمل کنند، یاتاقان‌های شعاعی و محوری نام دارند. در شکل ۲ـ ۶ هر سه حالت را مشاهده می‌کنید.



(الف) یاتاقان شعاعی

(ب) یاتاقان محوری

(پ) یاتاقان شعاعی و محوری

شکل ۲ـ ۶

۱ـ ۶ 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.