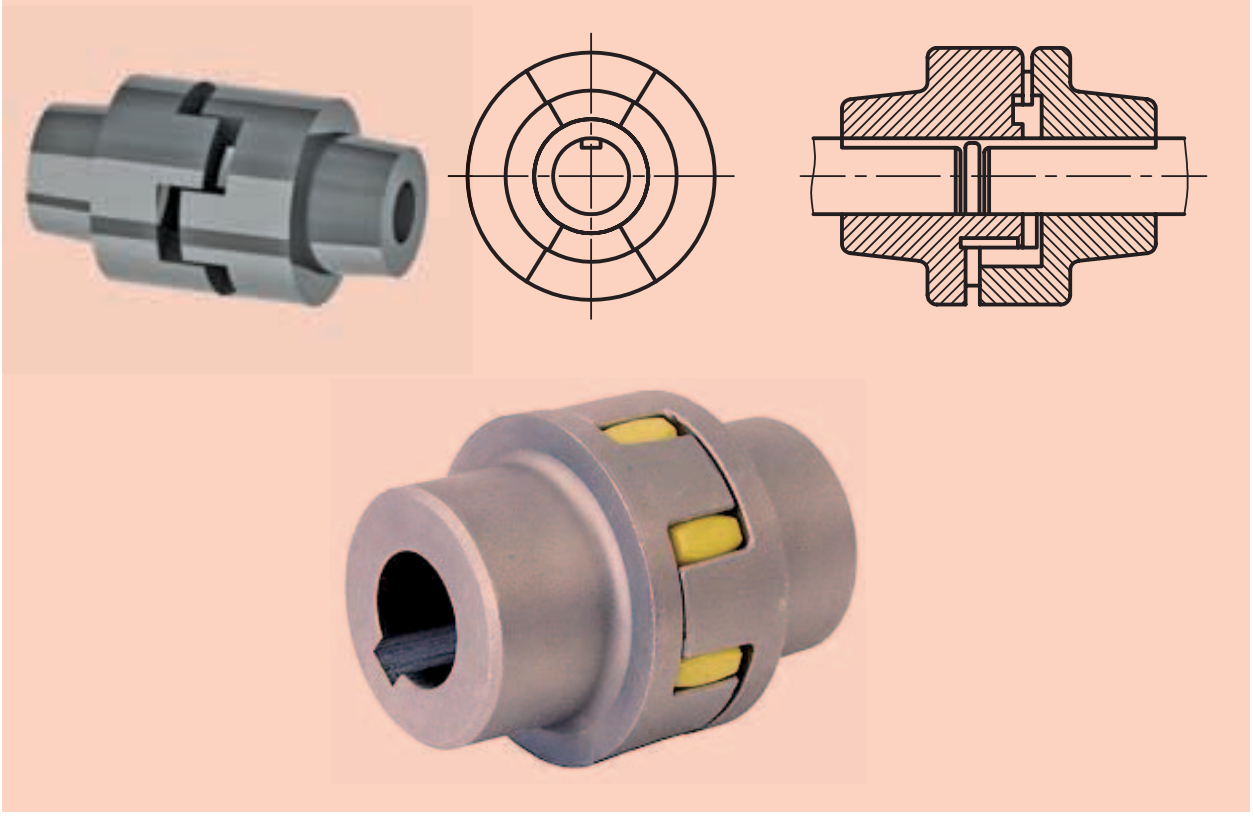
۱ـ۳ـ۷ کوپلینگ‌های متحرک

◄ کوپلینگ‌های پنجه‌ای متغیر طولی (منبسط‌شونده طولی)

ساده‌ترین نوع کوپلینگ‌های متغیر غیرالاستیکی هستند که به کوپلینگ پنجه‌ای معروف‌اند. زمانی‌که در محورها، در مقابل حرارت زیاد، انبساط طولی بیشتری پدید آید، از این نوع کوپلینگ‌ها استفاده می‌شود (مثل توربین‌های بخار). در شکل ۴ـ۷ نمونه این کوپلینگ را مشاهده می‌کنیم.

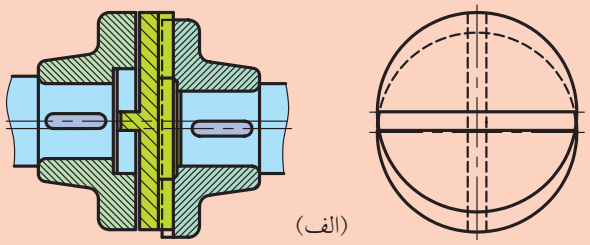
از این کوپلینگ‌ها به‌عنوان کلاچ‌های با قابلیت قطع و وصل نیز استفاده می‌شود. یک نیمه آن به‌وسیله یک خار لغزنده می‌تواند در انتهای یکی از محورها، حرکت کشویی انجام دهد و با نیمه‌دوم که در روی محور دیگر ثابت شده، درگیر و یا از آن جدا گردد و بدین‌ترتیب انتقال حرکت را قطع و وصل کند. برای این منظور هر دو محور باید در حالت سکون باشند.



شکل ۴ـ۷ کوپلینگ پنجه‌ای

◄ کوپلینگ اولدهام (متغیر مقطعی):

کوپلینگ‌های اولدهام از سه قسمت جداگانه تشکیل شده‌اند. نمونه‌های مختلف آن در شکل ۵ ـ ۷ دیده می‌شود. در شکل۵ – ۷ الف این نوع کوپلینگ را در حال درگیری مشاهده می‌کنیم. کوپلینگ‌ها به‌ترتیب به محورهای ۱ و ۲، با استفاده از خارهای انطباقی، متصل شده‌اند و دیسک میانی A که دارای دو باریکه برجسته در دو پیشانی طرفین با زاویه ۹۰ درجه نسبت به هم است، با آن‌ها درگیر است. این اجزاء به‌صورت جدا از هم در شکل ۵ـ ۷ پ دیده می‌شود. این درگیری در امتداد محور، مثل سطوح لغزنده صورت می‌گیرد و لقی‌های موجود در برجستگی و فرورفتگی‌های آن‌ها، این عمل را ساده‌تر می‌کند و اگر محورها نسبت به هم انحراف محوری یا شعاعی داشته باشند، در موقع دوران محورها، با نوسانات مناسب دیسک میانی، حالت تعادل برقرار می‌شود. همچنین با جلوگیری از تأثیر نیروهای اضافی، حرکت و گشتاور منتقل می‌شود.



(الف)

انحراف‌های شعاعی بین محورها، می‌تواند تا $\alpha = ۰/۰۵\ d$ باشد (شکل ۵ ـ۷ـ الف) و انحراف زاویه‌ای تا $\varphi \leq ۱^\circ$ را می‌تواند تحمل کند. همچنین نوع دیگر این کوپلینگ، مطابق شکل ۵ـ۷ ت زاویه انحراف را تا $\varphi \leq ۳^\circ$ و کوپلینگ شکل ۵–۷ت تا $\varphi \leq ۴^\circ$ را می‌تواند، تحمل کند.

φ (فی) زاویه انحراف دو محور است.کوپلینگ‌های اولدهام درهنگام دوران، می‌توانند در روی دیسک میانی به فاصله دایره‌ای به قطر a حرکت کنند. این حرکت بسته به وزن دیسک میانی، نیروی گریز از مرکز ایجاد می‌کند. به‌همین دلیل حتی‌الامکان سعی می‌شود وزن دیسک میانی کم در نظر گرفته شود و درنتیجه دیسک میانی را از جنس نایلون سخت می‌سازند. نوع کوپلینگ را معمولاً با توجه به نیاز، از کاتالوگ‌های کارخانجات انتخاب می‌کنند. فقط در

بیشتر بدانید

راکول دستگاه سختی‌سنج فلزات است، که درجه سختی فلزات را با آن اندازه می‌گیرند.

(ب)

(پ)

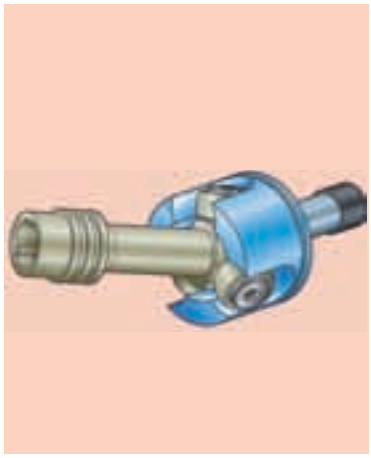
(ت)

شکل ۵ـ ۷ کوپلینگ‌های اولدهام

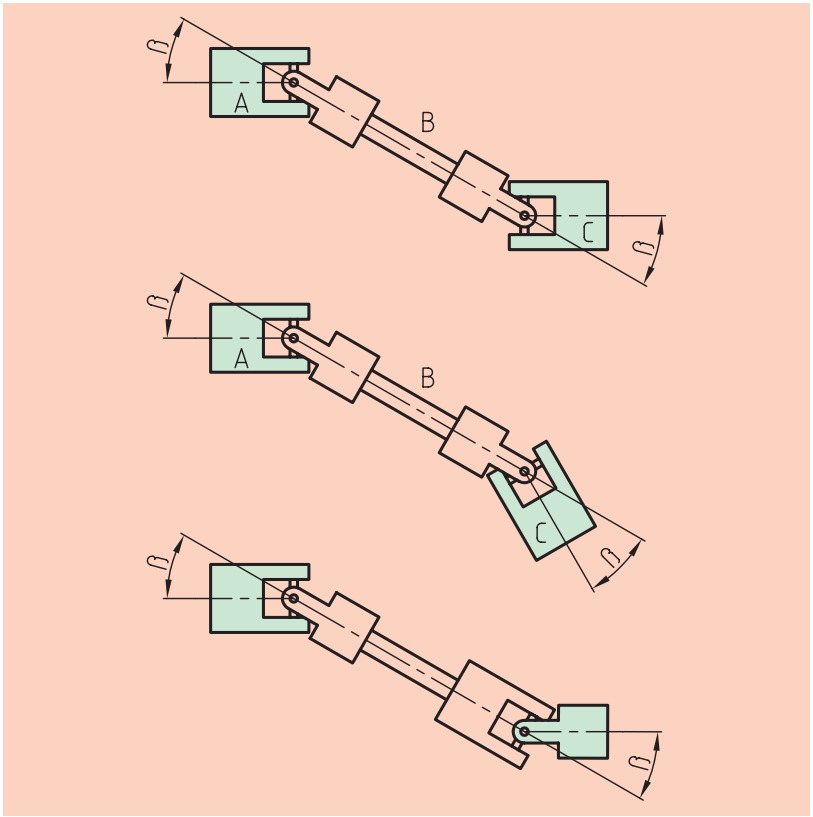
موقع انتخاب، فشـارهای سـطحی مربوط به سـطوح تماس کنترل می‌شود. از رابطه‌های $h=0/03d$ و $D=(3تا4)d$ مقادیر h و D به‌دست می‌آیند که d قطر محور، و h ارتفاع برجسـتگی دیسـک میانی است. فشارهای سطح تماس در شـکل ۵ـ۷ ب دیده می‌شود. درجه سختی برجستگی دیسک میانی باید ۵۵ الی ۶۰ درجه سختی راکول باشد و پس از ۱۰۰ ساعت کار، گریس‌کاری شود.

کوپلینگ گاردان (متغیر زاویه‌ای)

در انتهای دو محور، دو چنگال متصل می‌شود و یک عضو میانی به شکل صلیب، ارتباط محورها را برقرار می‌سازد. گاه با مفصل‌های کروی نیز ساخته می‌شود که در صنعت موارد کاربرد زیادی دارند. در انتقال حرکت بین دو محوری که امتداد آن‌ها نسبت به هم تحت زاویه باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۶ـ ۷). بـرای انتقال نیروهای پیچشـی بیـن دو محوری که در یک امتداد نیسـتند و یا با زوایای مختلفی نسـبت به یکدیگـر قرار دارند، از مفصل اسـتفاده می‌کنند. مفصل‌بندی این نوع کوپلینگ‌ها را در شکل ۷–۷ می‌بینیم.



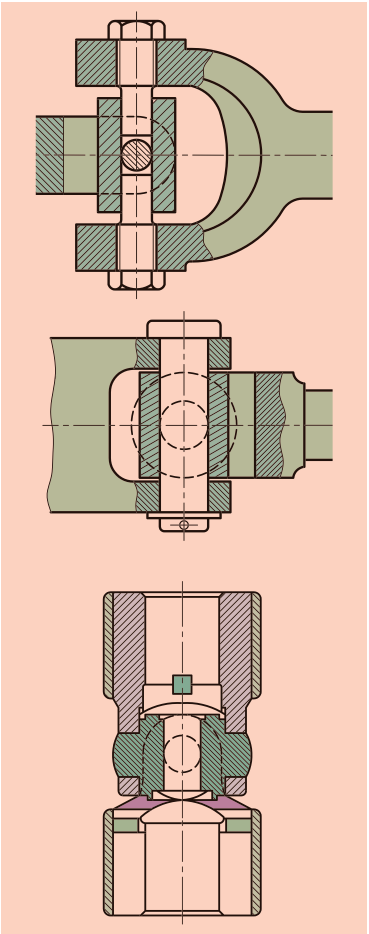
شکل ۶–۷ کوپلینگ گاردان



شکل ۷–۷ مفصل‌بندی کوپلینگ چهار شاخ گاردان

در صورتی‌کــه زاویه انحراف بین دو محور زیاد باشــد، از چهارشــاخ گاردان اســتفاده می‌شود. توصیه می‌شــود که زاویه انحراف بین دو محور ۵° تا ۱۵° در نظر گرفته شود.

البته در دورهای خیلی پایین، حرکت را تا زاویه ۴۵° می‌توان منتقل می‌کرد. در این‌حالــت معمولاً بین دو محور، یک محور واســطه قرار می‌گیرد که وجود چنین محوری ســبب می‌شــود تا دو محور محرک و متحرک به‌صورت موازی قرار گیرند. بدین‌ترتیب می‌توانیم سرعت دو محور محرک و متحرک را یکسان سازیم و درصورت نیاز می‌توانند زاویه‌دار نیز باشند. در شکل ۸ـ ۷ استفاده از محور واسطه را در حالت‌های مختلف مشاهده می‌کنیم.



شکل ۸-۷
طرز استفاده از محور واسطه در کوپلینگ‌های چهارشاخ گاردان

البتــه دلیل دیگر اســتفاده از دوشــاخ گاردانی، از بین‌بــردن خطاهای احتمالی موجود در مفاصل اســت. برای این‌که گاردان‌ها اصولی کار کنند، شــرایط زیر لازم است:

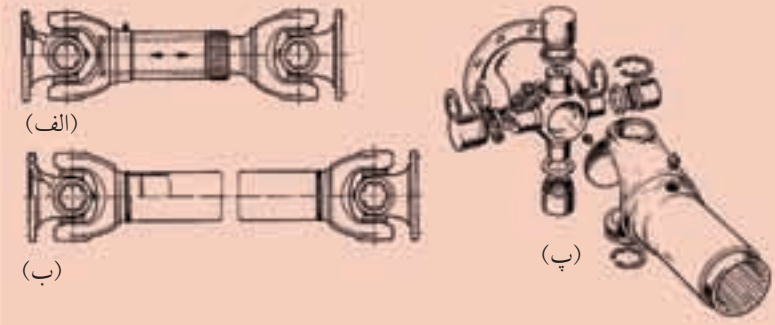
الف) همه قطعات محورها بر روی یک صفحه قرار خواهند گرفت.

ب) هر دو مفصل نســبت به هم یا حالت Z به‌خود می‌گیرند و یا با زاویه کار خواهند کرد.

پ) در هر دو حالت (ب) زوایای گاردان یکی خواهد شد.

ت) چنگال‌های هر دو سر میله میانی در یک صفحه قرار خواهند داشت.

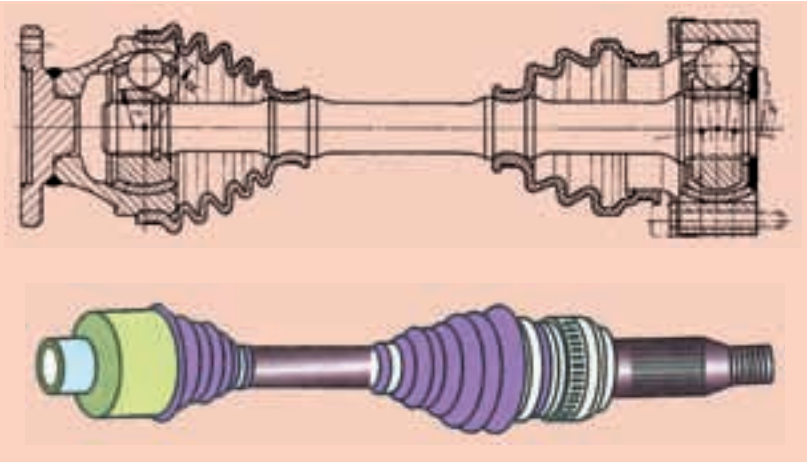
گاردان‌ها در صنعت خودروسازی، لوکوموتیو و ماشین‌های ابزار کاربرد زیادی دارند. در شکل ۹ – ۷ یک نمونه پرکاربرد آن‌ها را مشاهده می‌کنید.



(الف) میل‌گاردان توخالی قابل تنظیم محوری (ب) میل‌گاردان توخالی بلند و ثابت (پ) اجزاء مفصل گاردان

شکل ۹-۷ میل‌گاردان و اجزاء مفصل

چنان‌چه گفته شد خیلی مواقع در مفاصل از ساچمه استفاده می‌کنند. نمونه این محور را در شکل ۱۰ـ ۷ مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۰– ۷ محور دو سر مفصلی ساچمه‌ای با پوشش لاستیک آکاردئونی

کوپلینگ‌های دنده‌ای:

از پرمصرف‌ترین انواع کوپلینگ‌ها، کوپلینگ‌های دنده‌ای هستند.

سیستم‌هایی وجود دارد که در آن‌ها چرخ‌دنده، فقط روی یک محور سوار می‌شود. در شکل ۱۱–۷ الف در قسمت فوقانی و بغل دنده‌های کوپلینگ که شکل کروی دارد و لقی ایجاد می‌کنند، دیده می‌شود که انحراف‌های محوری، شعاعی و زاویه‌ای بین دو محور را برطرف می‌سازد (شکل ۱۱–۷ب و ۱۱–۷پ).

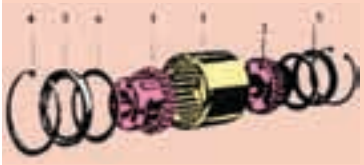
در موقع انتخاب این نوع کوپلینگ از کاتالوگ، باید دقت کرد که هر چه زاویه انحراف افزایش یابد، به‌همین اندازه نیروی انتقالی کمتر می‌شود.

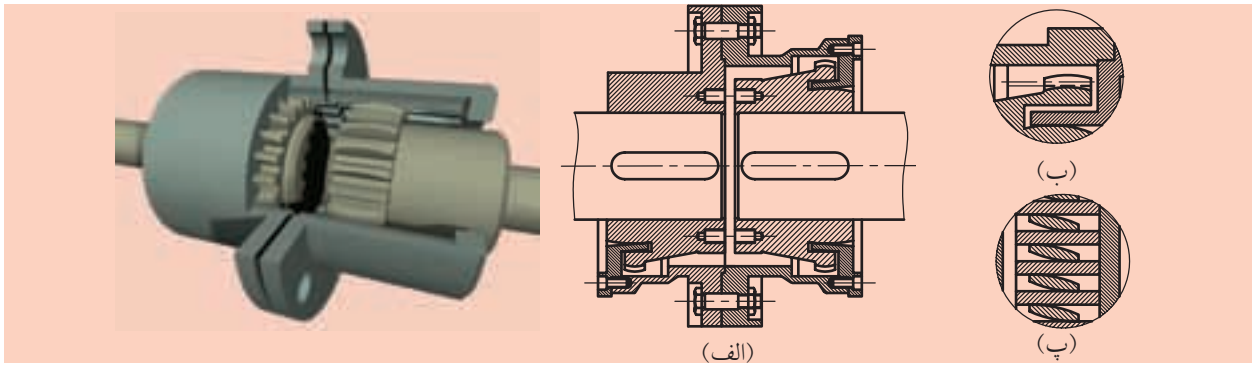
برای انتقال گشتاورهای کوچک و متوسط، نوع ارزان آن‌ها که به‌نام کوپلینگ‌های متغیر همه جانبه معروف است، به‌کار می‌رود که از پلاستیک خیلی سخت ساخته می‌شود.

کارکرد

کوپلینگ‌های دنده‌ای

دو چرخ‌دنده (۱) و (۲) به‌وسیله خارهای انطباقی به دو انتهای محورهای محرک و متحرک مونتاژ می‌شود. یک پوسته (۳) که دارای دنده‌های داخلی است، ارتباط این دو محور را برقرار می‌سازد. این پوسته به‌صورت دو قطعه ساخته می‌شود و با پیچ و مهره به هم متصل می‌شود. چنان‌چه بخواهند گشتاورهای کوچک را انتقال دهند، به‌صورت یکپارچه ساخته می‌شود. که به‌وسیله پیچ‌های (۵) جمع شده، به هم بسته می‌شوند.

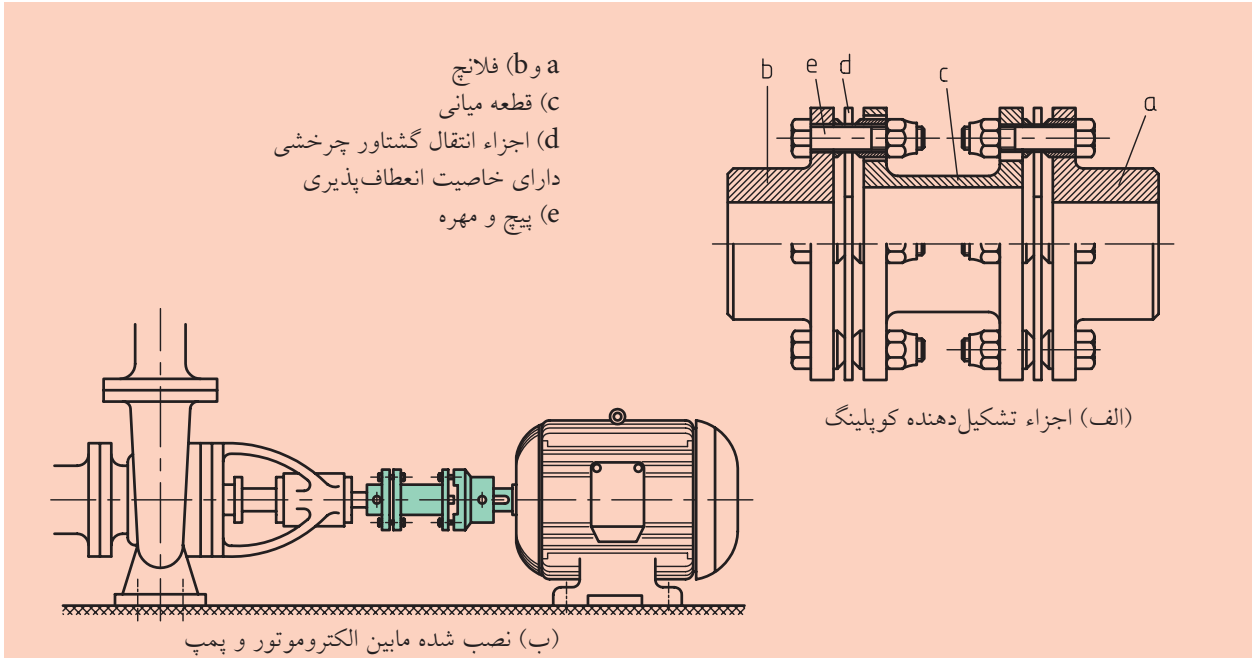




شکل ۱۱–۷ کوپلینگ‌های دنده‌ای

کوپلینگ توربو فلکس[1]

این کوپلینگ‌ها مطابق شـکل ۱۲ – ۷ الف از دو توپی فلانچ‌دار a و b و قطعه میانی c، که عمدتاً به‌صورت شـافت توخالی فلانچ‌دار است، تشکیل می‌شوند. گشتاور توسط المان فنری d منتقل می‌شود و به‌کمک آن جابه‌جایی محوری و زاویه‌ای میسـر است. نصب این کوپلینگ، بین یک الکتروموتور و یک پمپ در شکل ۱۲ـ ۷ ب نشان داده شده است.



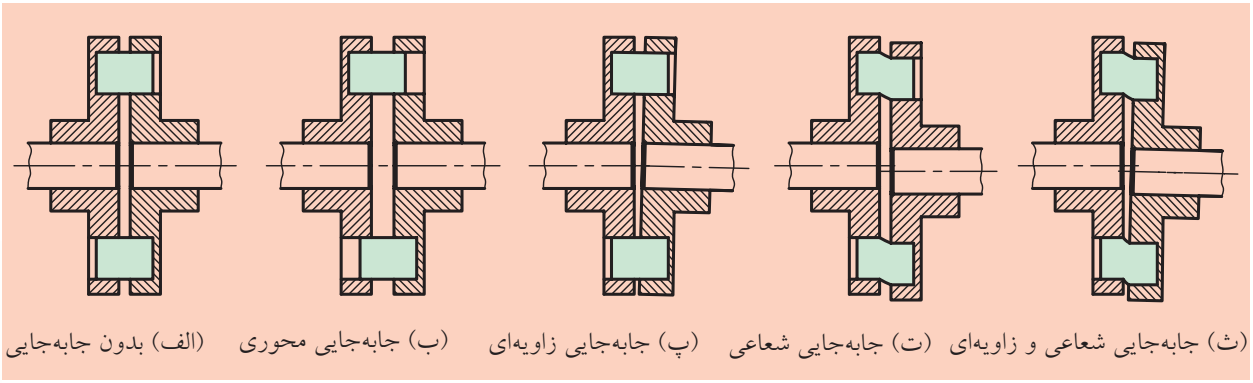
شکل ۱۲–۷ کوپلینگ توربوفلکس

کوپلینگ‌های الاستیکی

کوپلینگ‌های الاسـتیکی، انحرافات محوری، شـعاعی و زاویه‌ای بین دو محور محـرک و متحرک را تنظیـم می‌کنند و حرکت را به‌نرمـی انتقال می‌دهند. این کوپلینگ‌ها در اثر حرکت، ارتعاشـات و ضربه‌های ایجاد شده را از بین می‌برند و مسـتهلک می‌کنند. در ایـن کوپلینگ‌ها معمولاً دو فلانـچ بر روی دو محور محرک و متحرک مونتاژ شده است و بین آن‌ها، اجزاء الاستیکی از نوع حلقه‌ها و صفحات لاستیکی و فنرهای نواری و فشاری قرار گرفته‌اند که ارتباط بین دو محور را برقرار می‌سازند. در شکل ۱۳ – ۷ دو نیمه کوپلینگ با تغییرات ممکن

1.Turboflex

این دو نیمه نسبت به‌هم نشان داده شده است. در اثر گشتاور انتقالی، هر دو نیمه کوپلینگ، نسبت به یکدیگر می‌چرخند. در یک چرخش ضربه‌ای، زاویه چرخش بزرگ‌تر می‌شود و لاستیک میانی، ضربه را جذب و مستهلک می‌کند.



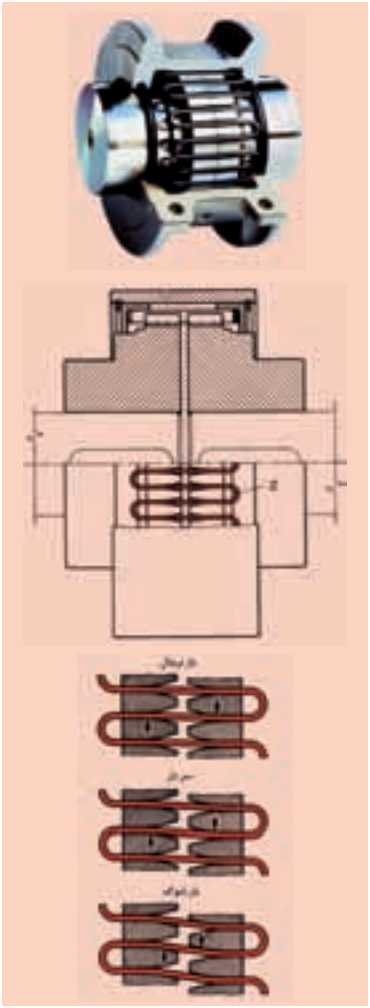
شکل ۱۳–۷ تغییرات موقعیت محورها نسبت به‌هم توسط کوپلینگ‌های الاستیک

کوپلینگ‌های الاستیک، انواع مختلفی دارند که در این‌جا به سه نوع خیلی مهم آن‌ها اشاره می‌کنیم:

الف) کوپلینگ‌های الاستیکی با نوار فنری

ب) کوپلینگ‌های بسیار الاستیک پری‌فلکس

پ) کوپلینگ‌های بسیار الاستیک کِگِل فلکس



شکل ۱۴–۷ کوپلینگ‌های الاستیکی فنری

کوپلینگ‌های الاستیکی با نوار فنری

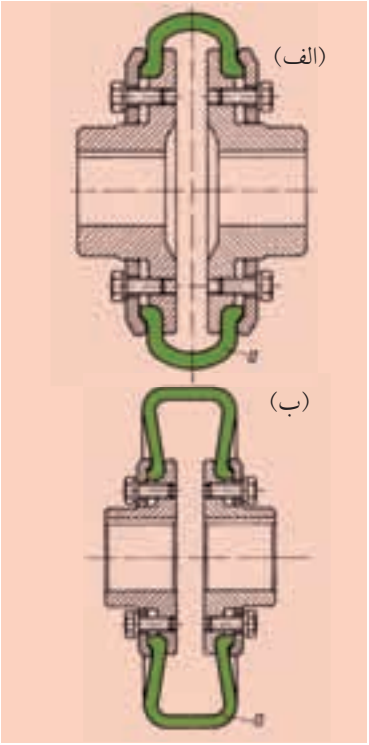
انتقال حرکت و گشتاور در این کوپلینگ‌ها به کمک یک نوار فنری فولادی انجام می‌شود در شکل ۱۴ـ۷ نوعی از این کوپلینگ را می‌بینیم که فنر به‌صورت مارپیچ در داخل شیارهای فرعی در محیط دو نیمه کوپلینگ قرار گرفته است. برای این که فنر بر اثر نیروی گریز از مرکز از درون شیار خارج نشود از یک پوشش فلزی استفاده می‌شود.

چون نیروهای ضربه‌ای وارد بر نیمه محرک کوپلینگ، موجب تغییر فرم الاستیکی بازوهای پیچشی فنر می‌شود و بر اثر سختی و خاصیت فنرها، ضربات را خنثی می‌کند و نیمه محرک کوپلینگ و نیمه متحرک را به‌آرامی به‌دنبال خود می‌کشد و با خود هماهنگ می‌سازد، لذا از این کوپلینگ‌ها برای انتقال گشتاورهای زیاد، مثل دستگاه‌های نورد استفاده می‌کنند، درحالی‌که محورها باید در یک امتداد باشند، زیرا امکان تصحیح انحراف محوری وجود ندارد.

کوپلینگ بسیار الاستیک پری فلکس

در ایـــن کوپلینگ‌ها، دو نیمه کوپلینگ با لاســـتیک به‌هم متصل می‌شـــوند و بر اثر خاصیت الاســـتیکی خیلی زیاد، ضربه‌ها و ارتعاشـــات شدید کاملاً مستهلک می‌شوند.

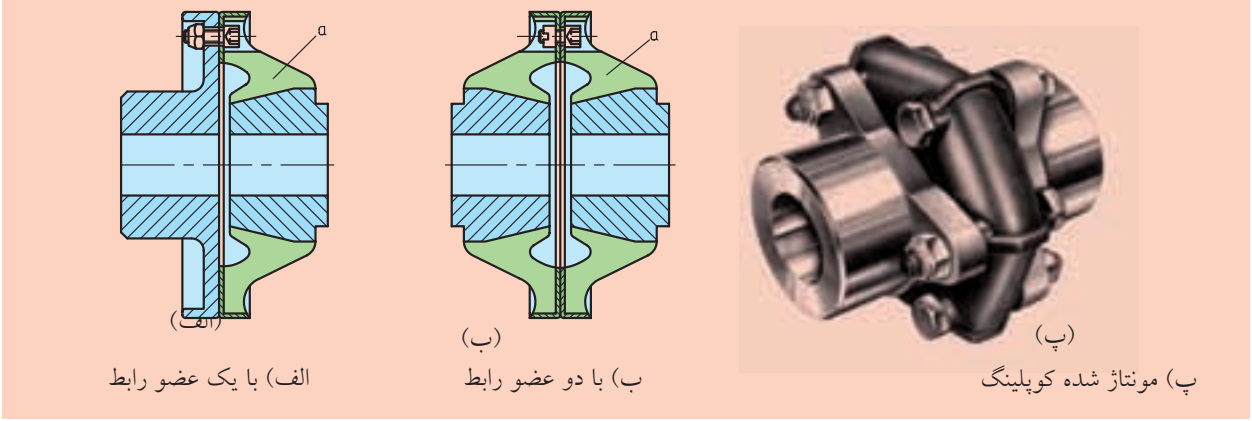
اثرات ناشی از انحرافات زیاد شعاعی، زاویه‌ای و جابه‌جایی محوری، خنثی می‌شـــوند. چنان‌چه در شـــکل ۱۵–۷ مشـــاهده می‌کنید هـــر دو گلویی به‌کمک لاســـتیک u شـــکل رشته‌وار، با اســـتفاده از حلقه‌های فشـــاری توسط پیچ‌ها به همدیگر متصل می‌شـــوند. بدین‌ترتیب انحرافات خیلی بزرگ تنظیم می‌شود و باعث انتقال گشتاورهای بزرگ می‌شود.



شکل ۱۵–۷
کوپلینگ پری‌فلکس [1]

کوپلینگ بسیار الاستیک کِگِل فلکس

این کوپلینگ‌هابا خاصیت بالای الاســـتیک و مطابق شـــکل ۱۶ –۷ دارای عضو رابط مخروطی شـــکل (a) هستند. حداکثر گشـــتاوری که می‌توانند منتقل کنند ۳۵۰۰ نیوتن متر است و قطر شافت آن می‌تواند ماکزیمم ۴۵۰ میلی‌متر باشد.



الف) با یک عضو رابط — ب) با دو عضو رابط — پ) مونتاژ شده کوپلینگ

شکل ۱۶ـ ۷ کوپلینگ بسیار الاستیک کگل فلکس

۴ـ۷ کلاچ‌ها

کلاچ‌ها، اجزایی از ماشین هستند که درهنگام نیاز، ارتباط یک محور را به محور دیگـــری برقرار یا قطع می‌کنند و ســـرعت‌های آن دو محور را به یک ســـرعت واحد می‌رسانند، همچنین با گشتاور ایجاد شده، انرژی را منتقل می‌سازند.

ابعاد کلاچ‌ها متناســـب با قطر محورها به‌صورت اســـتاندارد ســـاخته می‌شود و

1.Periflex

مکانیـــزم ارتباطـــی آن‌ها دارای اهمیت زیادی اســـت. در موقـــع درگیری، حتماً بایـــد محورهـــا به‌صـــورت هم‌مرکز قـــرار گیرنـــد. در کلاچ‌ها معمـــولاً ارتباط به‌صـــورت مکانیکی یا الکترومغناطیســـی برقرار می‌شـــود. به‌همیـــن دلیل آن‌ها را کلاچ‌هـــای مکانیکی و الکترومغناطیســـی می‌نامنـــد. در کلاچ‌های مکانیکی، ارتباط بســـیار ســـاده اســـت و به‌صورت تماســـی یا اصطکاکی برقرار می‌شود. به‌همین دلیل، کلاچ‌های مکانیکی به دو گروه خشک و اصطکاکی تقسیم می‌شوند.

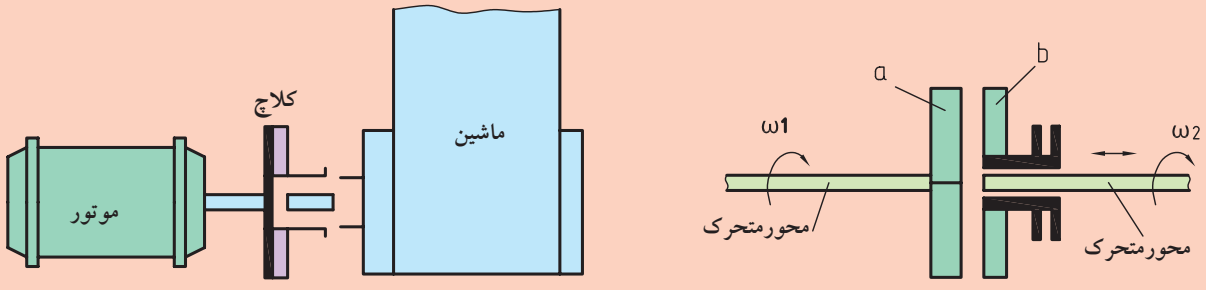
کلاچ‌هـــای متغیر، علاوه بر فراهم‌ســـازی امکان انتقال حرکت و گشـــتاور، وظیفـــه دارنـــد حرکت را نیز به دلخـــواه قطع و وصل کننـــد. از برخی کلاچ‌ها به‌منظور ضامن ایمنی نیز استفاده می‌شود. بدین‌صورت که در موقع افزایش غیر مجاز نیرو، ارتباط حرکت را قطع می‌کنند و مانع از آســـیب‌دیدگی ســـایر اجزاء ماشین می‌شوند. ضمناً به وظیفه اصلی خودشان نیز عمل می‌کند. حال بعضی از کلاچ‌ها را به اختصار شرح می‌دهیم.

۱ـ۴ـ۷ کلاچ‌های مکانیکی

این کلاچ‌ها در مواقع دلخواه، حرکت بین دو محور محرک و متحرک را قطع و وصل می‌کنند. این ارتباط با عمل مکانیکی یا الکترومغناطیســـی اتفاق می‌افتد و به‌همین دلیل کلاچ‌های مکانیکی یا الکترومغناطیسی وجود دارند.

کارکرد

در شکل ۱۷ـ ۷ ب نیمه a کلاچ بر روی محور محرک ثابت شده است و نیمهb آن روی محور متحرک قرار می‌گیرد، به‌طوری که بتوانیم نیمـــه b کلاچ را در جهـــت محور بلغزانیم. در نتیجه لغزش، با نیمه a ارتباط برقـــرار می‌کند، حرکت محور محرک به محور متحرک منتقل می‌شود و ارتباط آن دو برقرار می‌شود و درصورت جدا شدن نیمه b از نیمه a، حرکت دو محور از همدیگر جدا می‌شود.

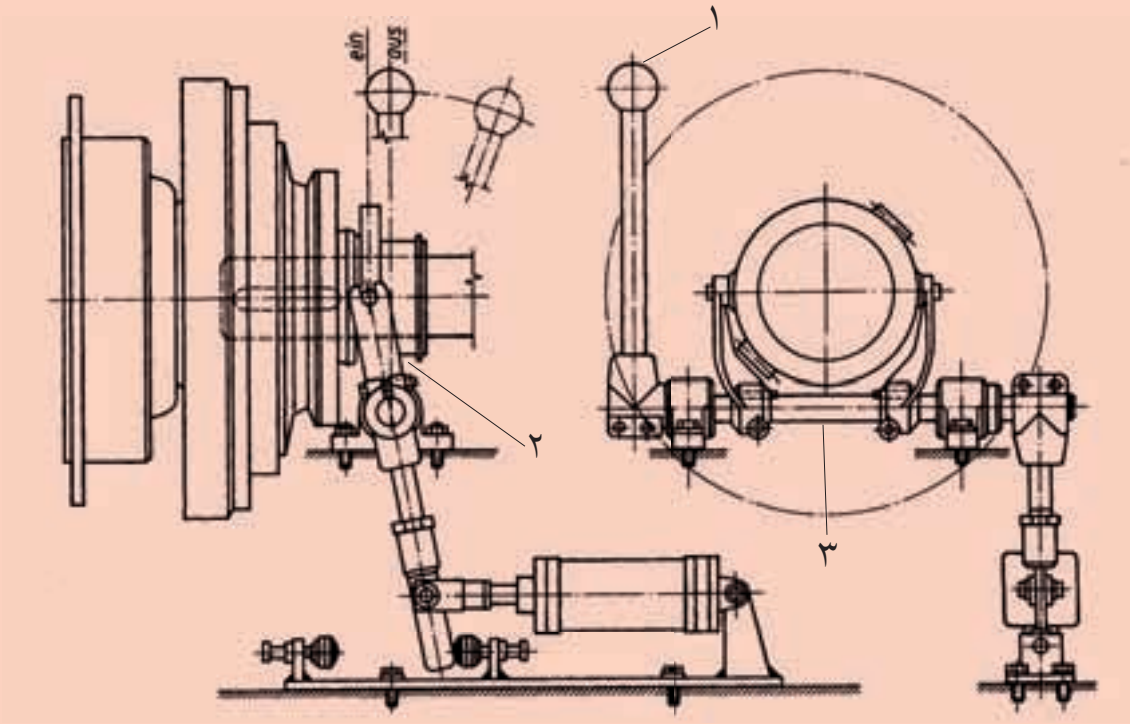


(الف) (ب)

شکل ۱۷–۷ موقعیت کاری کلاچ‌ها

ارتباط در کلاچ‌های مکانیکی به‌وسیله اجزای تماسی آن‌ها و یا به‌کمک اصطکاک برقرار می‌شود. ضمناً تمامی این کلاچ‌ها در نوع اتوماتیک نیز موجود هستند.

در شکل ۱۸–۷ سیستم قطع و وصل‌کننده مکانیکی ساده‌ای را مشاهده می‌کنید که با عمل دو طرفی، حرکت کلاچ‌ها را قطع و وصل می‌کند. این سیستم در وسایل نقلیه موتوری زیاد کاربرد دارد.



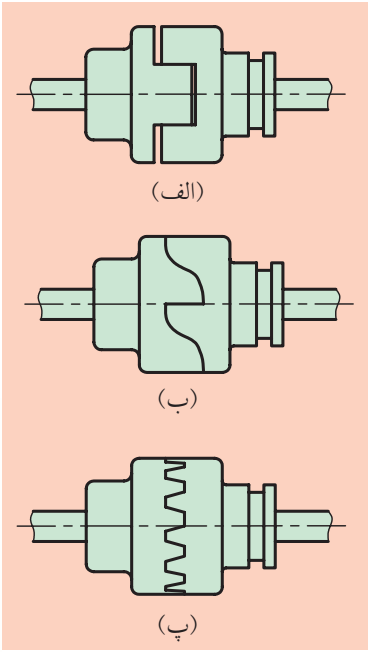
۱ـ اهرم ۲ـ چنگال کنترل ۳ـ بازوی کنترل

شکل ۱۸–۷ سیستم قطع و وصل مکانیکی کلاچ‌ها

۲ـ۴ـ۷ کلاچ‌های خشک قفلی

مکانیزم این نوع کلاچ‌ها خیلی ساده است و به شکل‌های پنجه‌ای و دنده‌ای ساخته می‌شوند. همان‌طور که در شکل ۱۹ـ ۷ می‌بینید در سطح پیشانی این نوع کلاچ‌ها، پنجه‌هایی وجود دارد که درهنگام درگیری، با پنجه‌های نیمه دیگر کلاچ ارتباط برقرار می‌کنند.

در نتیجه ارتباط سطوح پنجه‌ها به یکدیگر، گشتاور انتقال می‌یابد. پنجه‌ها معمولاً به شکل‌های مکعب‌مستطیل (۱۹ـ۷ الف)، فرم‌دار (۱۹ـ۷ ب) و دنده‌ای (۱۹ـ۷ پ) ساخته می‌شوند.

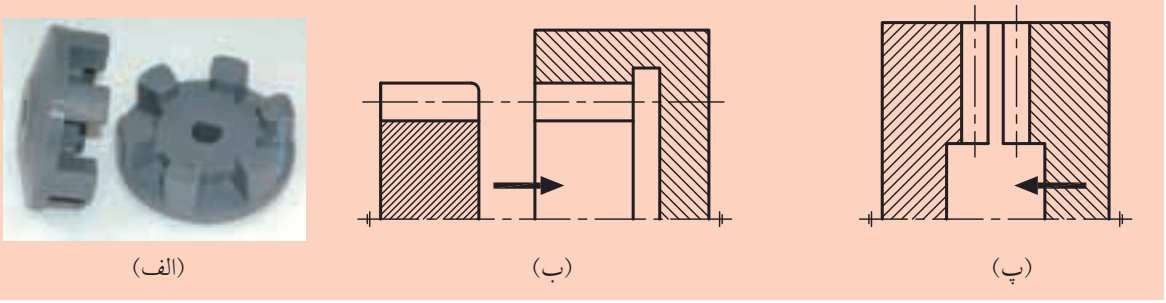


شکل ۱۹ـ ۷ انواع کلاچ‌های پنجه‌ای

معمولاً کلاچ‌های قفلی، در سرعت‌های مختلف، می‌توانند ارتباط دو محور محرک و متحرک را قطع کنند، اما درحالت بی‌حرکت یا در سرعت‌های کم نیز می‌توانند، ارتباط را برقرار سازند. کلاچ‌هایی که پنجه‌های شیب‌دار (زاویه‌ای) دارند تا RPM ۱۵۰ می‌توانند، درگیر شوند. فقط کلاچ‌های پنجه‌ای فرم‌دار (شکل ۱۹ـ۷ ب) گشتاور را در یک جهت تغییر می‌دهند.

کلاچ‌های دارای پنجه مکعب‌مستطیل (شکل ۱۹ـ۷ الف) می‌توانند گشتاور را در هر دو جهت منتقل کنند. در مواردی که محور محرک در حال حرکت نیست، یا هر دو نیمه کلاچ دارای یک سرعت و در حال حرکت باشند، می‌توانند ارتباط را برقرار سازند (شکل ۲۰ـ۷ الف).

در کلاچ‌های دنده‌ای، دندانه‌ها، یا در سطح جانبی نیمه کلاچ‌ها (شکل ۲۰–۷ ب) و یا در سطح پیشانی آن‌ها قرار دارند (شکل ۲۰ـ۷ پ).



شکل ۲۰–۷ روش‌های درگیری دندانه‌های کلاچ‌های دنده‌ای

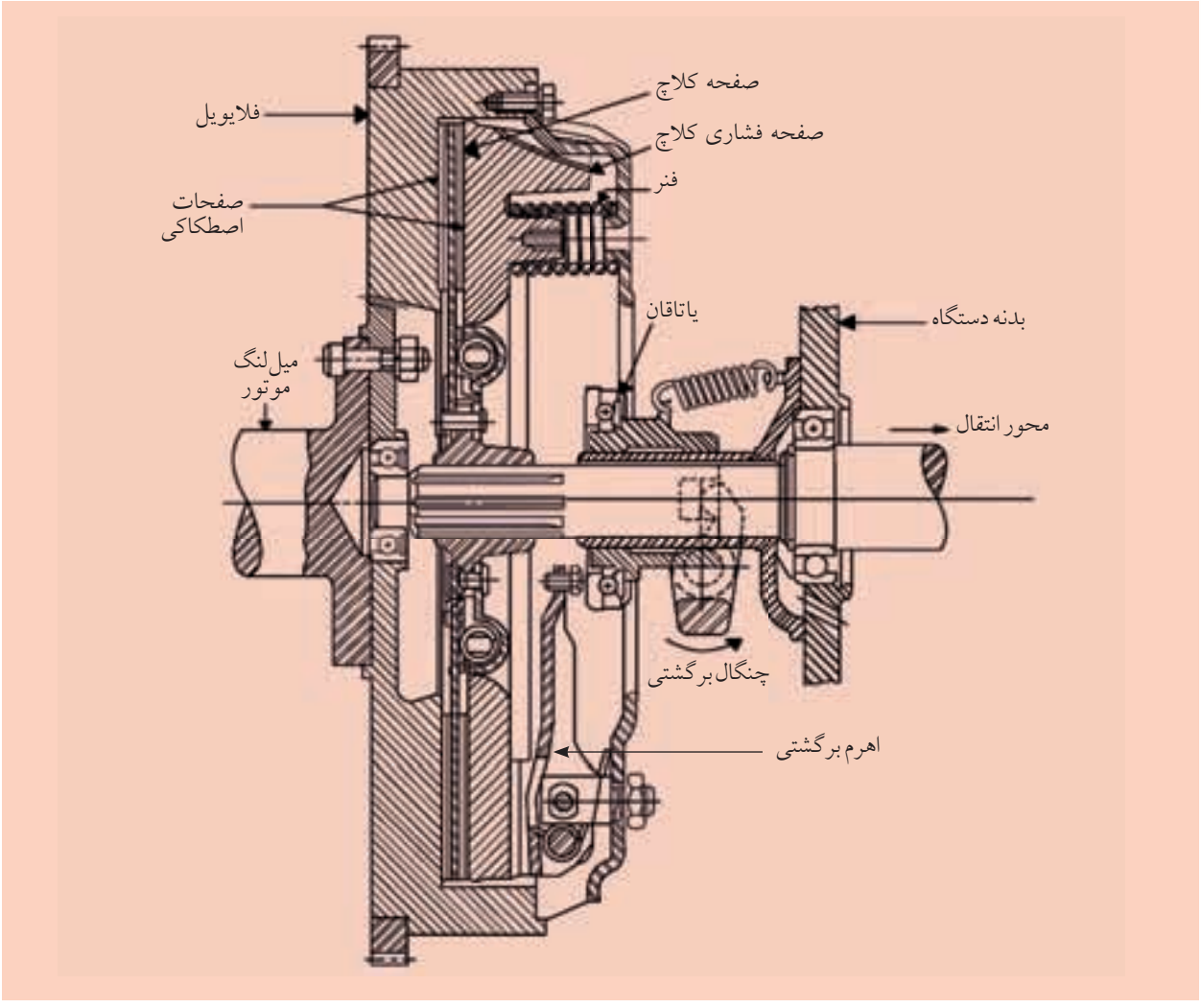
این کلاچ‌ها تا RPM ۳۰۰ می‌تواند درگیر شوند. معمولاً کلاچ‌های صلب در ابعاد کوچک می‌توانند گشتاورهای بسیار بزرگی را منتقل کنند. فقط در موقع ارتباط، دو نیمه کلاچ با ضربه (ضربه‌های کلاچی) روبه‌رو می‌شوند، به‌همین دلیل باید نیمه‌های کلاچ به‌طور کامل هم‌مرکز باشند.

۳ـ۴ـ۷ کلاچ‌های اصطکاکی

در کلاچ‌های اصطکاکی، حرکت محور محرک به محور متحرک، از طریق نیرو، با اصطکاک امکان‌پذیر است. مزیت مهم کلاچ‌های اصطکاکی این است که در حین حرکت می‌توانند درگیر و یا آزاد شوند و گشتاور چرخشی آن‌ها به‌واسطه نیروی اصطکاک محدود است. به‌همین خاطر بسیار نرم کار می‌کنند و هم‌زمان به‌عنوان کلاچ‌های ایمنی به‌کار می‌آیند. سیستم‌های کنترل انواع ماشین‌های ساخت و تولید امروزی دارای کلاچ‌های اصطکاکی هستند، به‌خصوص بعضی از آن‌ها که از راه دور قطع و وصل می‌شوند، جایگاه بالایی در صنعت امروز پیدا کرده‌اند. نیروی قطع و وصل این کلاچ‌ها به‌کمک هوای فشرده، روغن پرسی و یا به‌صورت مغناطیسی ایجاد می‌شود. در شکل ۲۱ـ۷ یک نوع کلاچ اصطکاکی دیده می‌شود.

کارکرد

کلاچ اصطکاکی برای ارتباط دو نیمه کلاچ، نیمه کلاچ موجود بر روی محور محرک، با یک نیروی محوری بر روی نیمه کلاچ دیگر نیرو وارد می‌کند. در روی دو سطح تماس، یک نیروی اصطکاکی و همچنین گشتاور اصطکاکی حاصل می‌شود و با این فرایند حرکت منتقل می‌شود.



شکل ۲۱ـ۷ کلاچ اصطکاکی (خودرو)

این کلاچ‌ها ویژگی‌هایی به‌شرح زیر دارند:

الف) در زمان شروع ارتباط دو نیمه کلاچ و تماس آن‌ها، در سطوح اصطکاک یک لغزش به‌وجود می‌آید. بعد از درگیر شدن دو نیمه کلاچ، این لغزش از نظر تئوری صفر می‌شود و هر دو محور با یک سرعت شروع به حرکت دورانی می‌کنند.

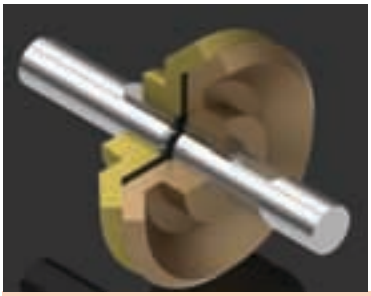
ب) در نتیجه این لغزش، اتلاف انرژی و به دنبال آن ازدیاد گرما ظاهر می‌شود. عمل قطع و وصل هر چه قدر بیشتر تکرار شود، باعث به‌وجود آمدن ساییدگی و ایجاد خراش می‌شود.

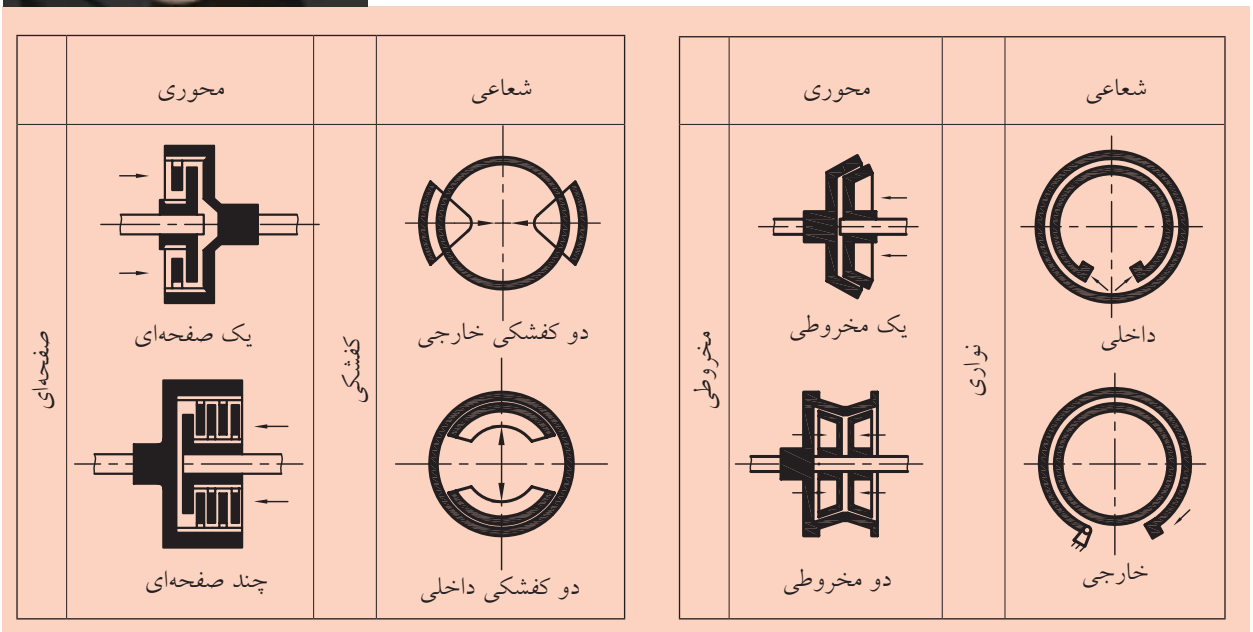
پ) گشتاور به راحتی از محور محرک به محور متحرک (بدون ضربه) انتقال می‌یابد.

ت) عمل قطع و وصل در هر زمان، خیلی ساده و راحت انجام می‌گیرد. با توجه به بند پ وت، کلاچ‌های اصطکاکی در عمل، بیشترین مصرف را دارند. در صنایع اتومبیل و ماشین‌های افزار مورد مصرف زیادی دارند.

کلاچ‌های اصطکاکی با در نظر گرفتن شکل سطح تماس آن‌ها به‌صورت‌های دیسکی، مخروطی، کفشکی و نواری ساخته می‌شوند.

در شکل ۲۲–۷ نمونه ساده این نوع کلاچ‌ها را مشاهده می‌کنیم. کلاچ‌های اصطکاکی به‌صورت‌های اتوماتیک نیز زیاد ساخته می‌شوند که نمونه‌هایی از آن‌ها را شرح خواهیم داد.

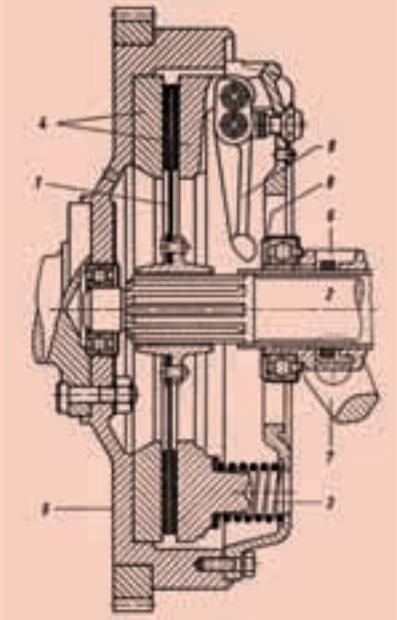




شکل ۲۲–۷ نمونه‌هایی از کلاچ‌های اصطکاکی

۷ـ۴ـ۴ کلاچ‌های یک‌صفحه‌ای

در شـکل ۷ـ۲۳ یک کلاچ دیسکی یک صفحه‌ای که برای قطع و وصل حرکت در وسایل نقلیه موتوری مناسب است، مشاهده می‌شود.

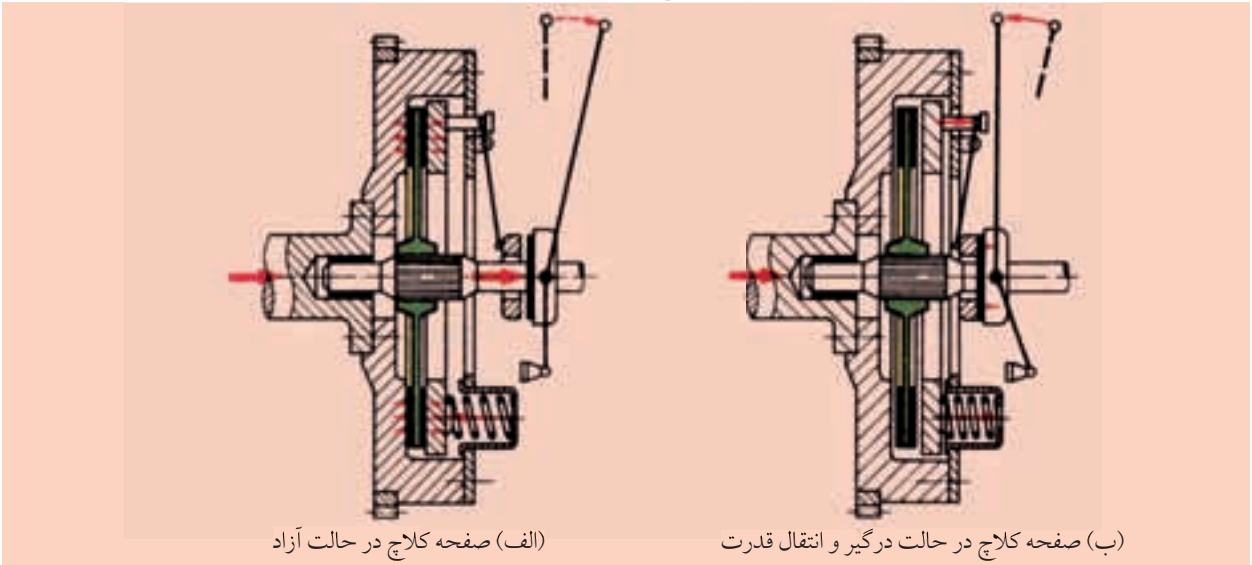


شکل ۷-۲۳ سیستم کلاچ یک‌صفحه‌ای

طـرز کار کلاچ صفحه‌ای را در شـکل ۷-۲۴ می‌بینیم. با دقت در این شـکل، کلاچ‌های صفحـه‌ای را درحالت کار کردن و همچنین درحالت آزاد مشـاهده می‌کنیـم. اگر اهرم را در جهت فلش بکشـیم (شـکل ۷ـ۲۴ الف) کلاچ درگیر می‌شـود و کار انجام می‌دهد، ولی اگر آن‌را به‌جای اول خود برگردانیم (شـکل ۷ـ۲۴ب) کلاچ آزاد می‌شود.

کارکرد

گشـتاور چرخشـی در هـر دو جهت توسـط اصطـکاک لنـت کلاچ که به صفحه فـولادی متصل اسـت، منتقل می‌شـود. این صفحه قابل لغزش روی هزارخـار امتـداد محور شـماره (۲) جعبه‌دنـده و قابـل جابه‌جا شـدن در امتداد محور است. لنت کلاچ به‌وسیله فنرهـای فشـاری (۳) بیـن دو صفحه فشار (۴) فشرده شده و با محفظه کلاچ (۵) اتصـال اصطکاکی به‌وجود می‌آید. با لغزش غلاف (۶) به‌کمک اهرم کلاچ (۷) سـمت چپ انتقـال حرکت قطع می‌شـود، بنابراین عمـل حلقه متصل به بلبرینگ (۸) قسـمت کروی انتهای اهرم‌های (۹) را فشـار می‌دهد و سـر دیگر اهرم، موجب حرکت صفحه‌کلاچ به راست و جمع شدن فنرهای فشار و قطع اتصال کلاچ می‌شود.



(ب) صفحه کلاچ در حالت درگیر و انتقال قدرت

(الف) صفحه کلاچ در حالت آزاد

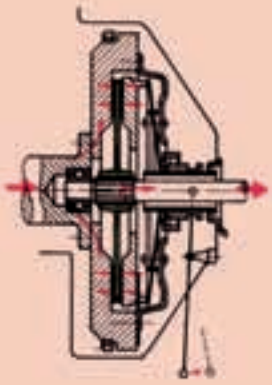
شکل ۷-۲۴

در شکل ۷–۲۵ نیز کلاچ صفحه‌ای نوع دیگری را مشاهده می‌کنیم که در شکل ۷ـ۲۵ ب در حالت درگیر و در شـــکل ۷ـ۲۵ پ در حالت آزاد، نشان داده شده است.

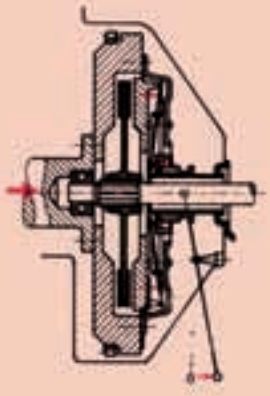
۷ـ۴ـ۵ کلاچ‌های چندصفحه‌ای

یک کلاچ چندصفحه‌ای، در شکل ۷–۲۶، نشان داده شده است. این نوع کلاچ‌ها از نظر ساختمان نظیر کلاچ‌های یک‌دیسکی هستند، با این تفاوت که در این‌جا بـــه بدنه محور محرک و همچنین به گلویی محور متحرک، دیســـک‌های زیادی بســـته می‌شـــوند. از طرف دیگر دیسک‌ها بدون پوشش هســـتند و از فولادهای سخت‌کاری‌شـــده ساخته می‌شـــوند. در این‌صورت، سطوح اصطکاکی فولاد – فولاد هســـتند. این کلاچ‌ها به کلاچ‌های سینوسی نیز مشهورند و بین دیسک‌ها، ورق‌های فنری خیلی نازکی به‌کار برده می‌شوند (شکل ۷–۲۶ب).

(الف)

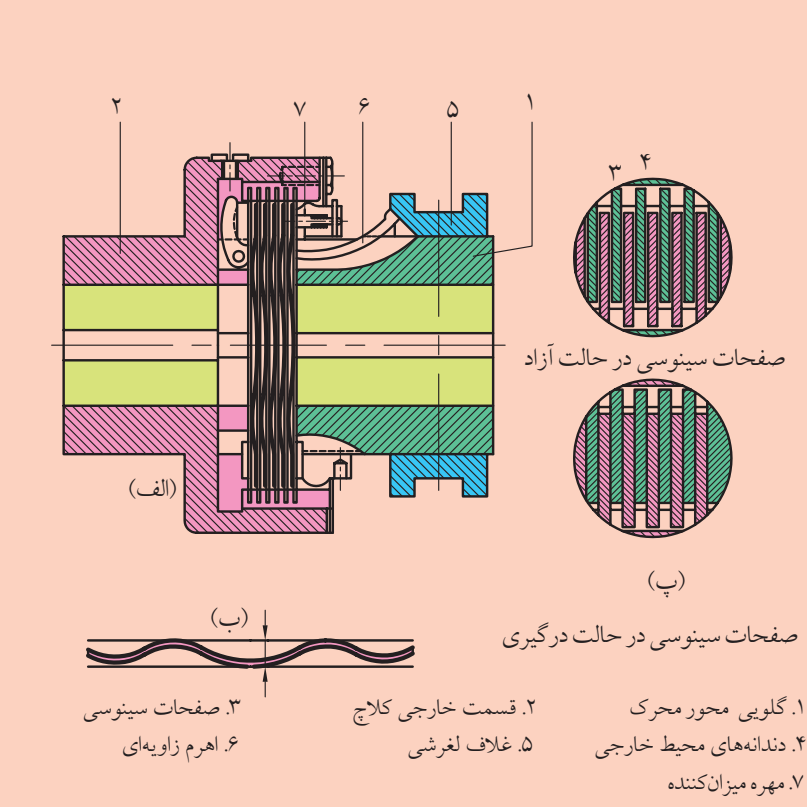


(ب)



(پ)

شکل ۷–۲۵

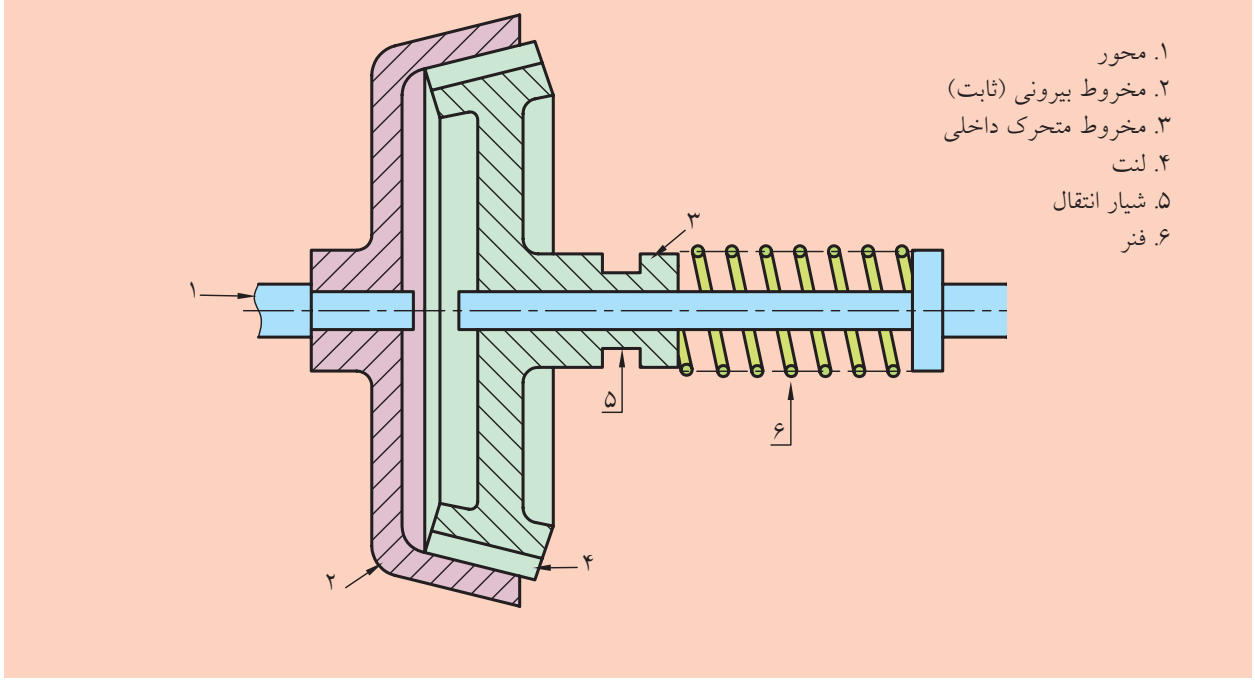


شکل ۷–۲۶ کلاچ چندصفحه‌ای با صفحات سینوسی

این فنرها باعث می‌شـــوند تا کلاچ تدریجاً و به‌راحتی قطع و وصل شود. فنرها درهنگام برقراری ارتباط، باعث می‌شوند که در سطوح تماس، فشار افزایش یابد. این فشار باعث می‌شود گشتاور اصطکاکی نیز به‌تدریج زیاد شود. در کلاچ‌هایی که سطوح تماس آن‌ها فولاد – فولاد معمولی ساخته شده‌اند، روغن موجود بین دیسک‌ها باعث چسبیدن آن دو به یکدیگر می‌شود. در این شرایط هرگاه نیروی فشاری را برداریم، صفحات به‌راحتی از هم جدا نمی‌شوند، به‌همین دلیل وجود فنرها در لابه‌لای صفحات، سبب می‌شود که دیسک‌ها به‌راحتی از هم جدا شوند

۶ـ۴ـ۷ کلاچ‌های مخروطی

در شـــکل ۲۷–۷، کلاچ مخروطی یک‌صفحه‌ای ســـاده را مشـــاهده می‌کنیم. با کلاچ‌های مخروطی یک‌صفحه‌ای می‌توانیم گشتاورهای کوچک را انتقال دهیم. برای انتقال گشتاورهای چرخشی بزرگ که نیروی محوری نیز افزایش می‌یابد، از کلاچ‌های مخروطی دوبل اســـتفاده می‌شـــود. کلاچ مخروطی‌شکل۲۷ـ۷ در سیستم ترمز نیز به‌کار می‌رود.

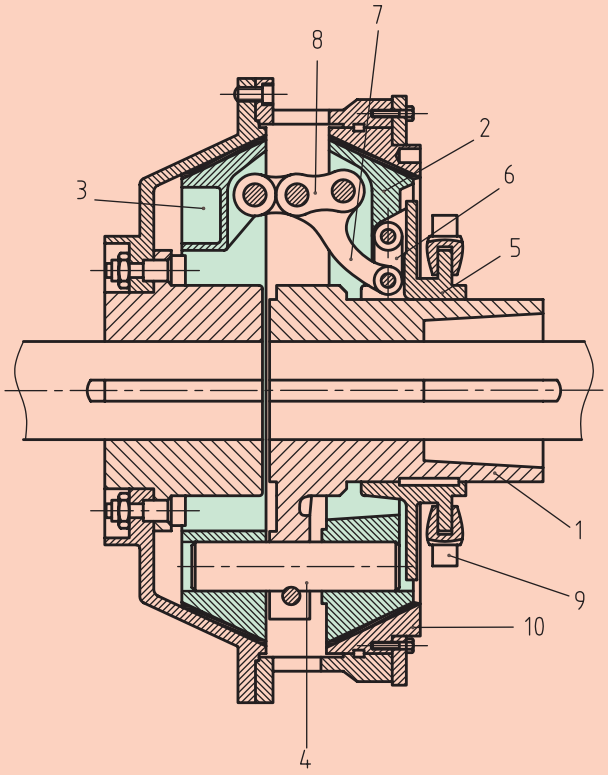


شکل ۲۷ـ ۷ کلاچ مخروطی یک‌صفحه‌ای

کارکرد

کلاچ مخروطی دوبل

در این کلاچ، حرکت از طریق اصطکاک دو سطح مخروطی (۲) و (۳) منتقل می‌شود. پین (۴) در روی گلویی (۱) تثبیت شده است و دو سطح نیز روی همین پین در امتداد محوری لغزش می‌کنند. در اثر لغزش غلاف (۵)، عمل قطع و وصل صورت می‌گیرد.



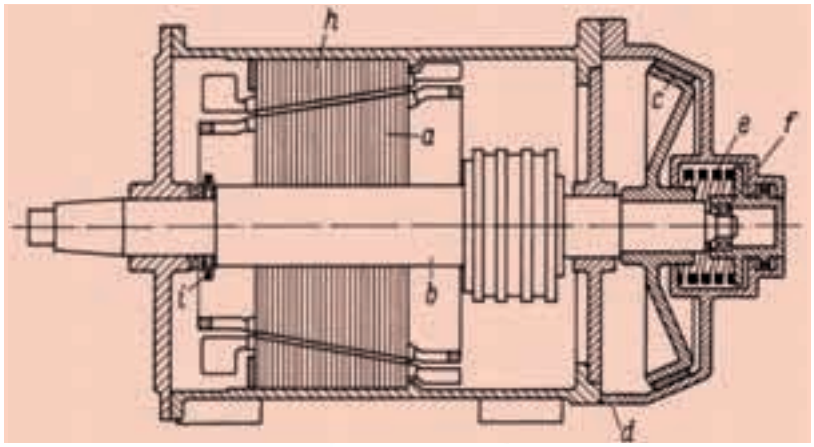
شکل ۲۸-۷ یک کلاچ مخروطی دوبل

۵ـ۷ ترمزها

ترمزها اجزایی از ماشین هستند که سرعت حرکت اجسام را کم کرده، یا آن‌ها را به‌طور کلی از حرکت بازمی‌دارند، و برای این کار انرژی جنبشی یا انرژی پتانسیل را در طی مراحل کاهش سرعت یا توقف کامل قطعه متحرک جذب می‌کنند. این انرژی جذب شده به‌صورت حرارت تلف می‌شود. انجام هرچه بهتر عمل ترمز، به فشار ایجاد شده در واحد سطح ترمز، ضریب‌اصطکاک و قابلیت ترمز اتلاف حرارت که معادل انرژی جذب شده است، بستگی دارد. ترمزها مشابه کلاچ‌ها هستند، با این تفاوت که کلاچ‌ها دو جزء در حال حرکت را به هم وصل می‌کنند، در حالی که ترمزها یک جزء متحرک را به قاب متصل می‌سازند.

ترمزها با توجه به عملکردشان انواع مختلفی دارند. رایج‌ترین آن‌ها ترمزهای مخروطی، یک‌صفحه‌ای، دوصفحه‌ای، چندصفحه‌ای، کفشکی با کفشک‌های

داخلی یا خارجی، دیسکی و نواری هستند. همچنین سیستم‌های کنترل آن‌ها مانند کلاچ‌ها به‌صورت مکانیکی، پنوماتیکی، هیدرولیکی و الکترومغناطیسی ساخته می‌شوند. ترمزها را برای منظورهای مختلفی به‌کار می‌برند. مثلاً برای پایین‌آوردن جسمی که سیستم ترمز آن انرژی پتانسیل را جذب کرده و به‌صورت انرژی حرارتی تبدیل می‌کند و یا در جسمی مانند خودروها، انرژی جنبشی را به‌صورت انرژی حرارتی تلف می‌کند و باعث توقف آن می‌شود و یا جسمی مثل آسانسور و جرثقیل را در حالت آویزان نگه می‌دارد. در شکل ۲۹–۷ یک مدل از ترمزهای مخروطی را مشاهده می‌کنید که به یک موتور روتور کشویی با ترمز مخروطی مربوط است.



شکل ۲۹–۷ موتور ـ روتور کشویی با ترمز مخروطی

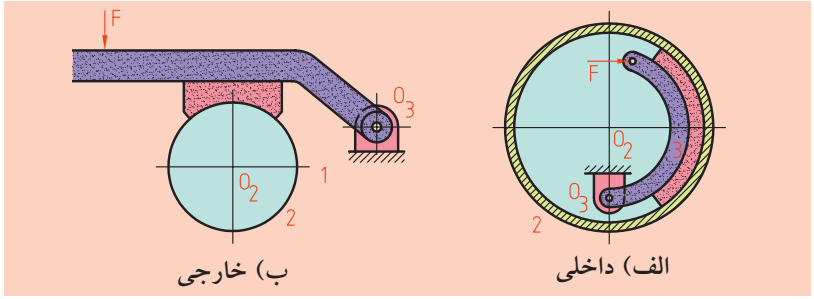
کارکرد

در حالت سکون، فنر (e) از طریق بلبرینگ (f) و دیسک (c) ترمز را به مخروط ترمز در محفظه (d) فشار می‌دهد و در نتیجه شافت b محکم نگه داشته می‌شود.

با جریان برق، روتور (a) در اثر نیروی مغناطیسی به درون استاتور مخروطی h کشیده می‌شود و بدین‌ترتیب ترمز رها می‌شود. در اثر قطع جریان برق، فنر ترمز را به‌کار می‌اندازد و فنرهای بشقابی (i) ضربات محوری را مستهلک می‌کنند.

۷ـ۵ـ۱ ترمزهای کفشکی

در ترمزهای کفشکی که موارد استفاده زیادی دارند، کفشک‌های ترمز مجهز به لنت‌های اصطکاکی از بیرون به طبلکی که باید ترمز شود، فشرده می‌شوند. این ترمزها خیلی بادوام هستند. در شکل ۳۰ـ ۷ یک نمونه از این ترمزها که یک کفشکی داخلی و خارجی هستند و در صنعت خودروسازی کاربرد زیاد دارند، نشان داده شده است.

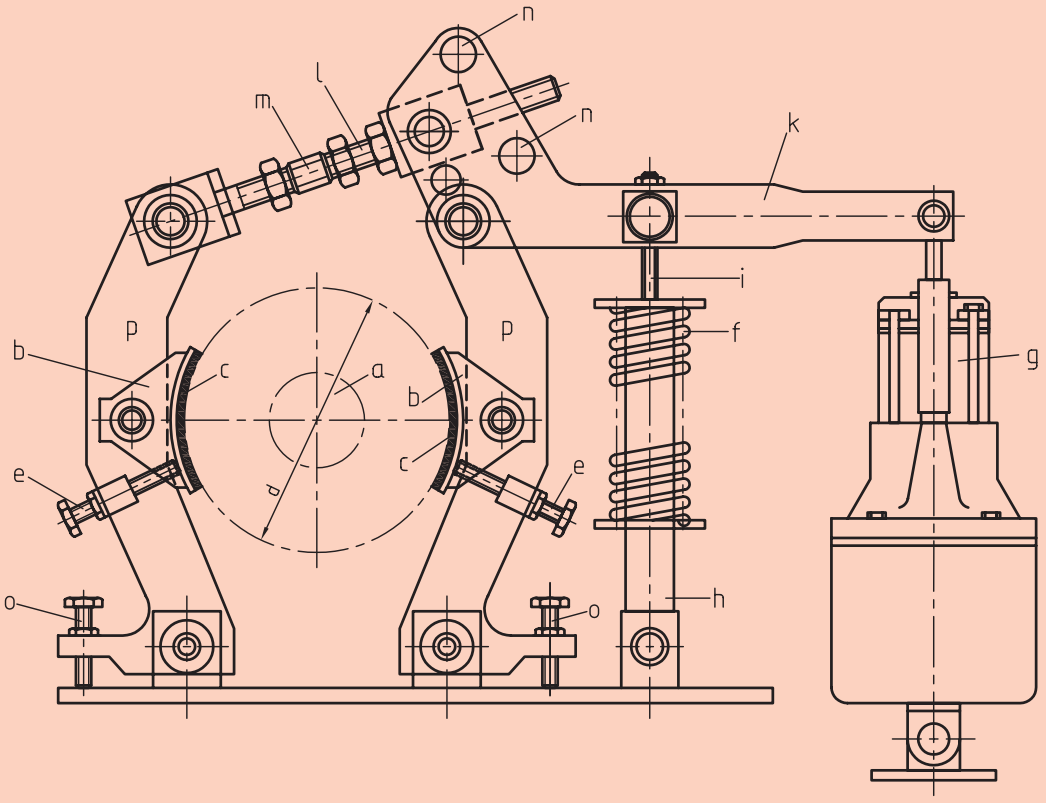


شکل ۳۰ – ۷ ترمزهای یک کفشکی

کارکرد

ترمزهای کفشکی: به‌طور کلی از سه قسمت تشکیل می‌شوند: لنت‌ترمز (۱) که روی قطعه فولادی به فرم نیم‌دایره نصب شده است و کفشک (۳) نام دارد. چرخ (۲) مربوط به ترمز است و در نتیجه فشار دادن کفشک از داخل و یا خارج به چرخ عمل ترمز صورت می‌گیرد. بازوی ترمز، وظیفه وارد کردن نیرو به کفشک را به‌عهده دارد. (شکل ۳۰–۷ الف)

ترمزهای دو کفشکی، به‌ویژه در شرایط کاری سخت، مثلاً در جرثقیل‌ها، سیستم‌های انتقال مواد و سیستم‌های نوردکاری به‌کار می‌روند. در شکل ۳۱ـ۷ یک ترمز دوکفشکی را مشاهده می‌کنید که در جرثقیل‌ها به‌کار می‌رود.



(a) شافت موتور، (b) کفشک‌های ترمز (c) لنت‌ترمز است. کفشک‌ها با پین در اهرم ترمز (p) یاتاقان‌بندی می‌شوند و پیچ‌های تنظیم (e) از واژگون‌شدن کفشک‌ها در اثر وزنشان، در حالتی‌که ترمز آزاد است، جلوگیری می‌کنند. فنر فشاری (f) اهرم ترمز را همراه با کفشک‌ها از طریق میله‌های (k,i,h,l) به طبلک ترمز فشار می‌دهد. (g) دستگاه هیدرولیک یا آهنربای کششی است. برای خلاصی ترمز از طریق (k ,l) عمل می‌کند. (m) مهره تنظیم نیروی فنر است. (n) سوراخ تنظیم درجه تبدیل اهرم است. نهایت (o) پیچ تنظیم (فنر تنظیم) حد اهرم در هنگام خلاصی ترمز و به‌منظور قرارگیری یکسان کفشک‌ها به‌کار می‌رود. پیچ‌های تنظیم نباید در کورس آهنربا مانع ایجاد کنند.

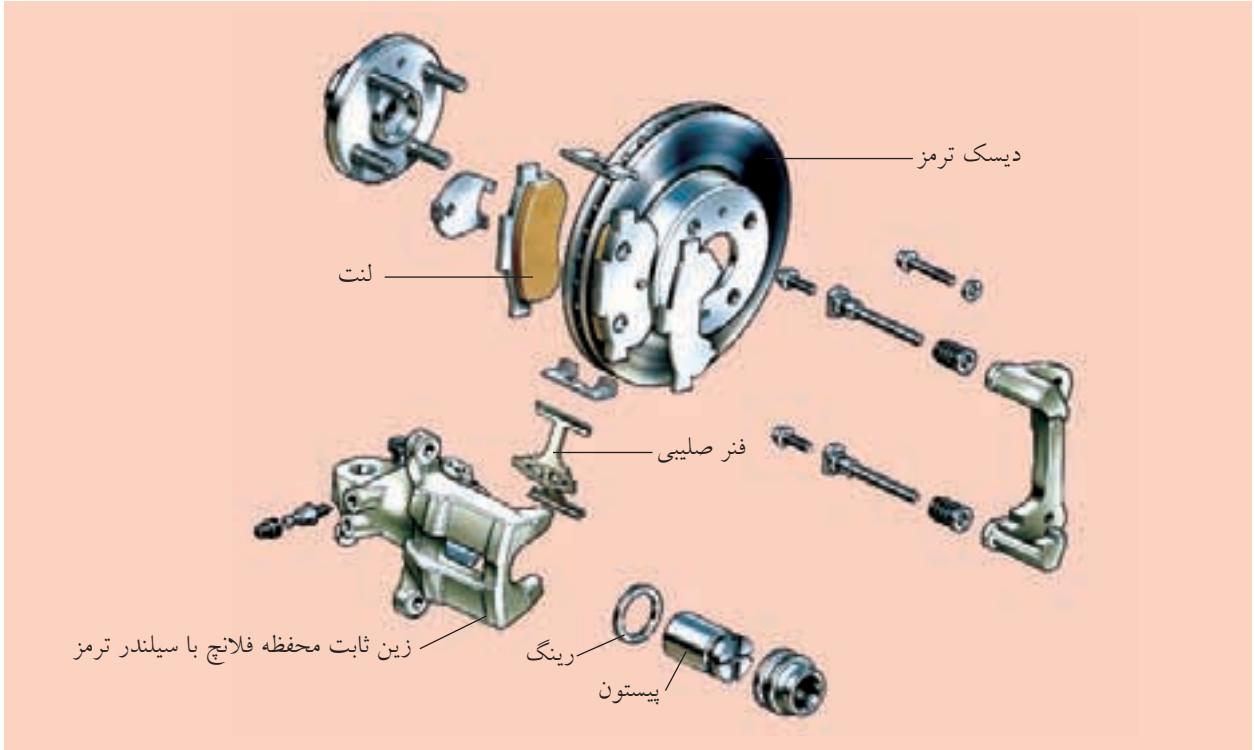
شکل ۳۱ – ۷ ترمز دو کفشکی خارجی به‌عنوان ترمز ایست‌کننده

ترمزهای طبلکی که در گذشته در چرخ‌های خودرو به‌کار می‌رفتند، ترمزهایی با کفشک‌های داخلی هستند که در آن‌ها کفشک‌های ترمز از داخل به طبلک ترمز (کاسه ترمز) فشرده می‌شوند. امروزه به‌جای آن‌ها از ترمزهای دیسکی استفاده می‌شود که ساختمان ساده‌تری دارند. ترمزهای دیسکی گرما را بهتر هدایت می‌کنند و به‌خصوص در برابر ضریب اصطکاک حساس نیستند. در شکل ۳۲–۷ ترمز دیسکی با زین ثابت نشان داده شده است، که به انبر نیز معروف است.

شکل ۳۲–۷ ترمز دیسکی خودرو

در دیسک ترمز یک کاسه ترمز با کفشک‌های داخلی قرار دارد. این ترمز طبلکی به‌عنوان ترمز دستی عمل می‌کند. در داخل زین دو سیلندر ترمز مقابل یکدیگر قرار می‌گیرند. یکی از سیلندرها در محفظه فلانچ و دیگری در محفظه درپوش زین جای گرفته‌اند. زمانی‌که دیسک‌ترمز همراه با چرخ خودرو دوران می‌کند، زین ترمز در حالت سکون خواهد ماند.

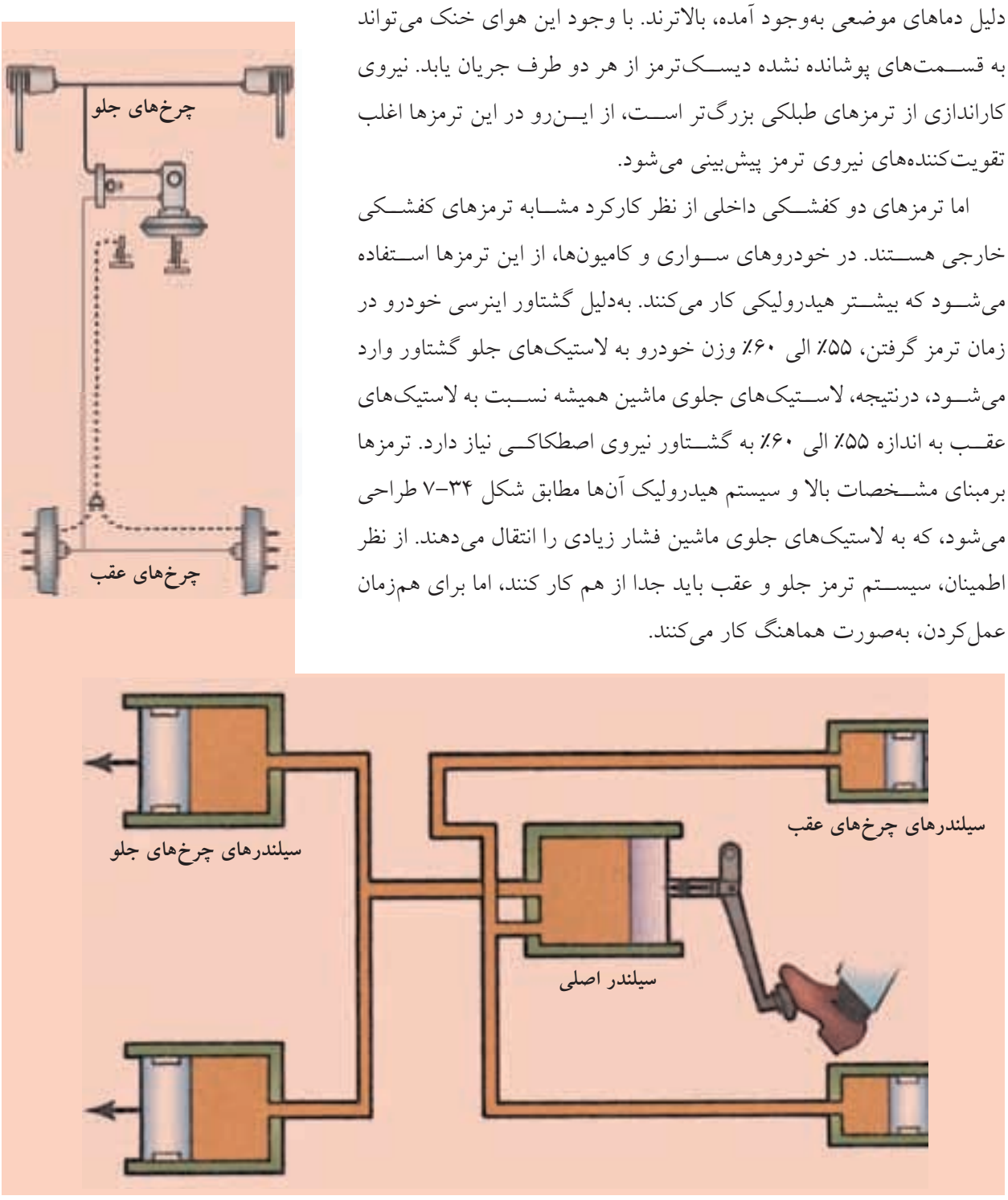
اجزاء یک زین را در شکل ۳۳–۷ مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۳–۷ اجزاء زین ترمز دیسکی

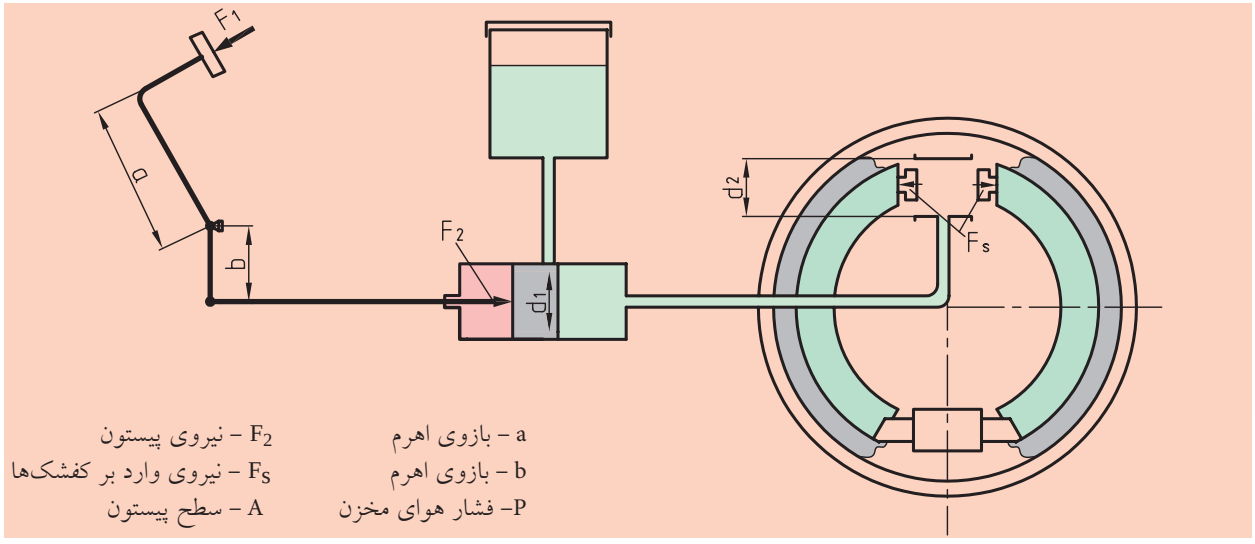
پیستون‌های هر دو سیلندر ترمز به اجزاء حامل لنت‌های ترمز اثر می‌کنند و آن‌ها نیز از دو طرف برعکس یکدیگر به دیسک ترمز فشار وارد می‌آورند. لنت‌ها در این ترمزها کوچک‌تر از لنت‌های ترمزهای طبلکی هستند و به‌همین دلیل دماهای موضعی به‌وجود آمده، بالاترند. با وجود این هوای خنک می‌تواند به قسمت‌های پوشانده نشده دیسک‌ترمز از هر دو طرف جریان یابد. نیروی کاراندازی از ترمزهای طبلکی بزرگ‌تر است، از این‌رو در این ترمزها اغلب تقویت‌کننده‌های نیروی ترمز پیش‌بینی می‌شود.

اما ترمزهای دو کفشکی داخلی از نظر کارکرد مشابه ترمزهای کفشکی خارجی هستند. در خودروهای سواری و کامیون‌ها، از این ترمزها استفاده می‌شود که بیشتر هیدرولیکی کار می‌کنند. به‌دلیل گشتاور اینرسی خودرو در زمان ترمز گرفتن، ۵۵٪ الی ۶۰٪ وزن خودرو به لاستیک‌های جلو گشتاور وارد می‌شود، درنتیجه، لاستیک‌های جلوی ماشین همیشه نسبت به لاستیک‌های عقب به اندازه ۵۵٪ الی ۶۰٪ به گشتاور نیروی اصطکاکی نیاز دارد. ترمزها برمبنای مشخصات بالا و سیستم هیدرولیک آن‌ها مطابق شکل ۳۴-۷ طراحی می‌شود، که به لاستیک‌های جلوی ماشین فشار زیادی را انتقال می‌دهند. از نظر اطمینان، سیستم ترمز جلو و عقب باید جدا از هم کار کنند، اما برای هم‌زمان عمل‌کردن، به‌صورت هماهنگ کار می‌کنند.



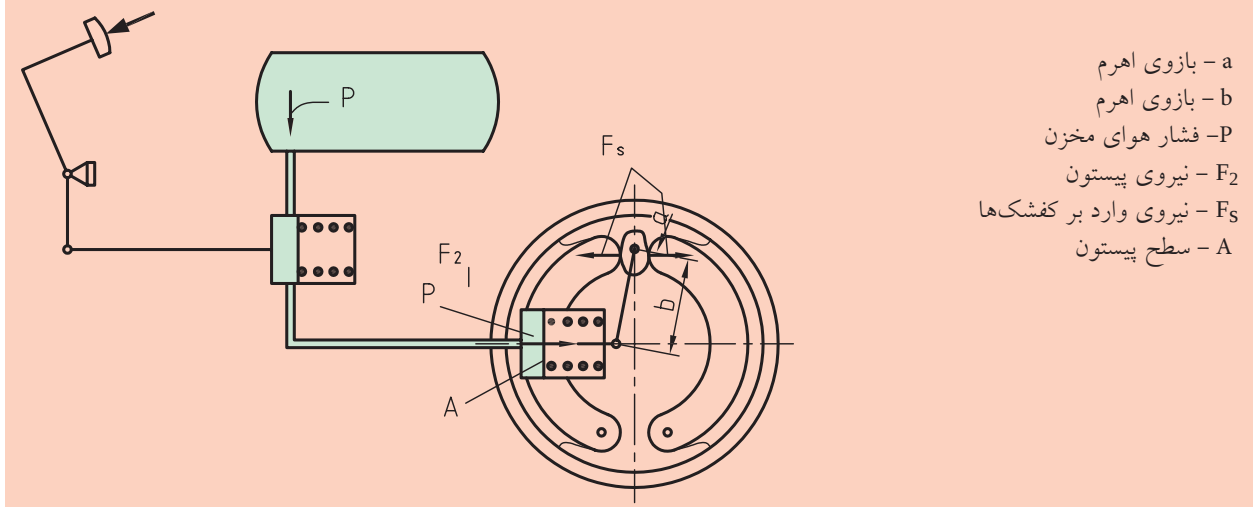
شکل ۳۴-۷ سیستم هیدرولیک ترمز در خودرو

در شکل ۳۵–۷ مدار هیدرولیکی سیستم ترمز را می‌بینیم. در این تصویر، نیروی وارد بر پدال ترمز به پیستون سیلندر اصلی منتقل می‌شود. پیستون، روغن را با فشار لازم به سیلندر داخل چرخ می‌فرستد و در آن‌جا فشار روغن باعث می‌شود که کفشک‌ها از هم باز شوند، به کاسه چرخ بچسبند و در اثر اصطکاک به‌وجود آمده، سیستم ترمز کند.



شکل ۳۵–۷ مدار هیدرولیکی سیستم ترمز

البته این ترمزها با سیستم پنوماتیکی نیز موجود هستند. در این سیستم به‌جای روغن از هوای فشرده استفاده می‌شود و کارکرد آن، مطابق عمل سیستم هیدرولیکی است. در شکل ۳۶–۷ مدار پنوماتیکی سیستم ترمز را مشاهده می‌کنید.

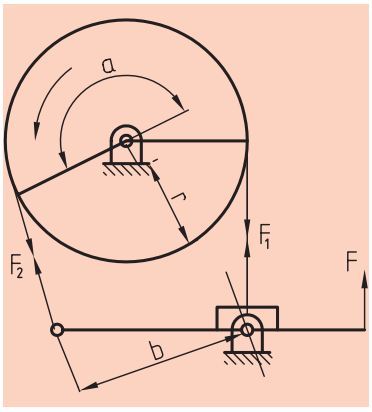


شکل ۳۶–۷ مدار پنوماتیکی سیستم ترمز

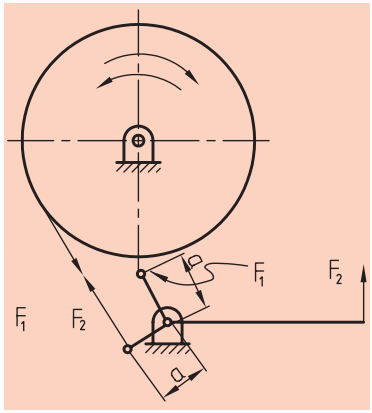
۷ـ۵ـ۲ ترمزهای نواری

در ایـن ترمزها یک نـوار فلزی در اطراف فلکه قـرار دارد که اصطکاک ایجاد شـده بین این نوار و چرخ، باعث توقف سیستم می‌شود. راندمان عمل ترمز، به زاویـه پیچش نوار در اطراف چرخ، ضریب اصطـکاک و تنش موجود در نوار بستگی دارد.

یـک ترمز نواری سـاده در شـکل ۷–۳۷ دیده می‌شـود. این نـوار طوری کشـیده شده و به شاسـی متصل شده که به‌حالت کاملاً کشـیده درآمده است. یـک نـوع دیگـر ترمـز نـواری در شـکل ۷ـ۳۸ نشـان داده شـده اسـت. در ایـن ترمزهـا، چـرخ در هـر دو طـرف می‌توانـد حرکـت و عمـل کند، زیـرا بازوهـای گشـتاور در هـر دو طـرف چـرخ بـا هـم برابـر هسـتند.



شکل ۷–۳۷ ترمز نواری



شکل ۷–۳۸ ترمز نواری

۷ـ۵ـ۳ لنت‌ها

لنت‌هـا، در کلاچ‌ها و ترمزها کاربرد دارند. در ترمزها، پوشـش کفشـک‌ها را لنت‌ها تشکیل می‌دهند (شکل ۷–۳۹).

جنس لنت‌ها با توجه به این که همیشـه با اصطکاک و گرما روبه‌رو هستند از اهمیت خاصی برخوردار اسـت. لنت‌ها با توجه به اهمیت نوع کارشان، باید دارای ویژگی‌هایی باشند که چند مورد آن‌ها را بیان می‌کنیم:

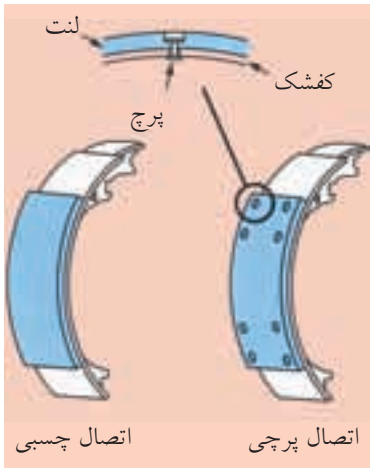
الف) ضریب مالشی بالا و یکنواختی داشته باشند.

ب) نفوذناپذیری آن‌ها نسبت به شرایط محیط (رطوبت) در نظر گرفته شود.

پ) در برابر گرمای زیاد، توانایی پایداری داشته باشند و بتوانند گرما را به‌خوبی هدایت کنند.

ت) برگشت‌پذیری آن‌ها خوب باشد.

ث) در مقابل سایش، خراش، ورآمدن یا باد کردن، مقاومت زیادی داشته باشند.



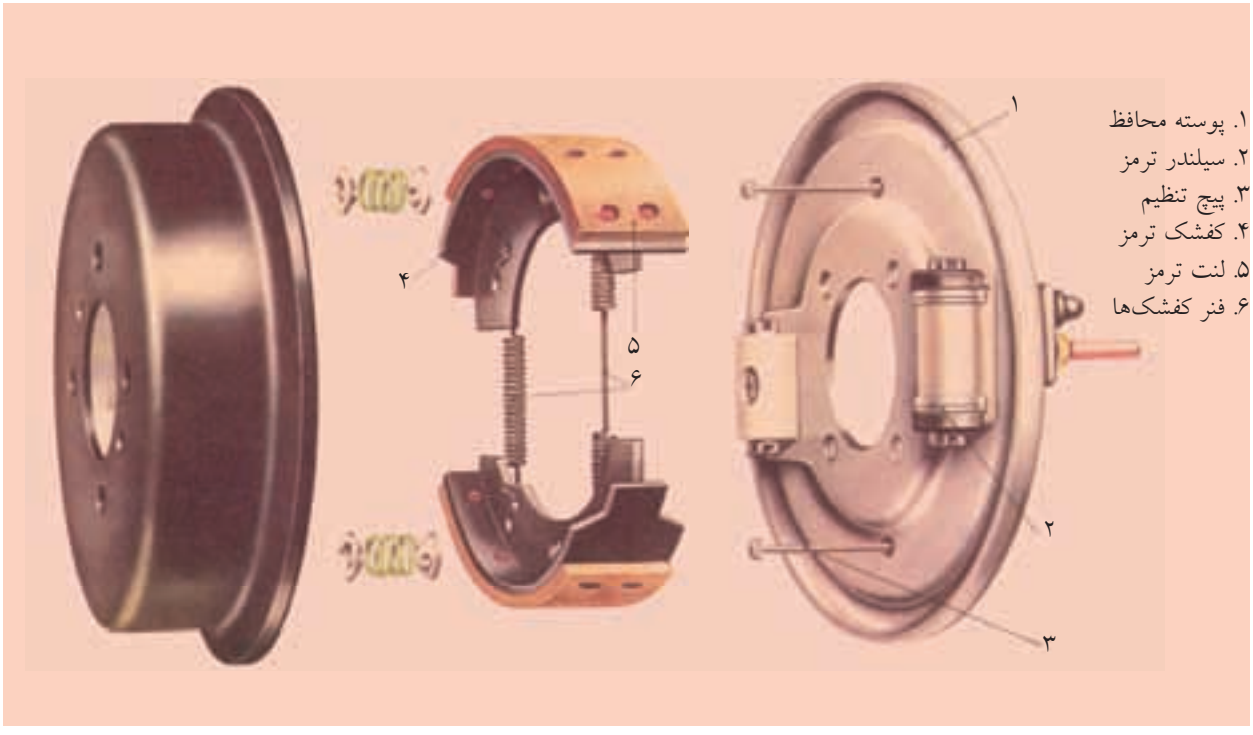
شکل ۷–۳۹ لنت‌های ترمز

چنان‌چه ملاحظه می‌شـود، سـاخت مواد مالشـی، یک فرایند کاملاً تخصصی اسـت، بنابراین لازم اسـت که به انتخاب آن‌ها توجه لازم را داشـته باشیم. از بهترین نوع آن‌ها و همچنین از استانداردهای موجود استفاده کنیم. لنت‌ها را در بیشتر ترمزها از مواد آزبست، به‌عنوان مواد اصطکاکی، می‌سازند، زیرا این مواد در مقابل اثرات حاصل از حرارت، مقاومت خوبی دارند.

آزبســت را به‌صورت الیــاف تاب می‌دهند و می‌بافند. ســپس آن‌را به یک نوع ماده چسبی آغشــته می‌کنند، حرارت می‌دهند و تحت‌فشار به‌صورت یکپارچه درمی‌آورند. کفشک‌های ریخته شده و لنت‌ها نیز بدون بافتن، مستقیماً از آزبست و ماده چسبی ساخته می‌شوند.

ضمناً لنت‌ها را از چوب، چرم، پنبه‌کوهی نســوز نیز می‌ســازند که به‌وسیله پیچ‌های سرخزینه‌ای یا پرچ به کاسه چدنی یا فولادی بسته می‌شوند و یا آن‌ها را با چســب‌های مخصوص می‌چســبانند. جنس چرخ ترمزهــا علاوه‌بر چدن برحسب احتیاج، از فولاد زنگ‌نزن و آلومینیم نیز ساخته می‌شود.

شکل ۴۰ـ ۷ سیستم ترمز یک ماشین را نشان می‌دهد که لنت در داخل‌کاسه چرخ بر روی کفشک‌ها نصب شده است.



شکل ۴۰–۷ لنت‌های ترمز در روی کفشک در داخل کاسه‌چرخ

ارزشیابی پایانی

◄ پرسش‌های تشریحی:

۱. کوپلینگ را تعریف کنید.

۲. فرق بین کوپلینگ و کلاچ را بیان کنید.

۳. کوپلینگ فلانچی را شرح دهید.

۴. کاربرد کوپلینگ پوسته‌ای را توضیح دهید.

۵. کوپلینگ‌های ارتجاعی را نام ببرید و کاربرد کوپلینگ اولدهام را توضیح دهید.

۶. شرط این‌که چهارشاخ گاردان‌ها اصولی کار کنند، چیست؟

۷. کاربرد کوپلینگ دنده‌ای را بنویسید.

۸. کوپلینگ توربوفلکس را شرح دهید.

۹. کوپلینگ پری‌فلکس را شرح دهید.

۱۰. کلاچ را تعریف کنید.

۱۱.انواع کلاچ را نام ببرید.

۱۲. کلاچ‌های اصطکاکی را توضیح دهید.

۱۳. فرق بین کلاچ‌های یک‌صفحه‌ای را با چندصفحه‌ای بنویسید.

۱۴. کلاچ‌های مخروطی را شرح دهید.

۱۵. ترمز را تعریف کنید.

۱۶. انواع ترمزها را نام ببرید.

۱۷. ترمزهای کفشکی را شرح دهید.

۱۸. ترمزهای دیسکی را شرح دهید.

۱۹. اجزاء ترمزهای دیسکی را نام ببرید.

۲۰. ترمزهای نواری را توضیح دهید.

۲۱. لنت را تعریف کنید.

۲۲. چرا در کوپلینگ‌های اولدهام وزن دیسک میانی کم در نظر گرفته می‌شود؟

۲۳. روش کار کلاچ‌های مکانیکی را با رسم شکل توضیح دهید.

۲۴. خصوصیات کلاچ‌های اصطکاکی را شرح دهید.

۲۵. روش کار کلاچ‌های یک‌صفحه‌ای را شرح دهید.

۲۶. مدار هیدرولیکی ترمزهای کفشکی را با رسم شکل توضیح دهید.

۲۷. با توجه به اهمیت کار لنت‌ها، چهار مورد از ویژگی‌های آن‌ها را بیان کنید.

◄ جای خالی را با عبارت مناسب پر کنید:

الف) ..... ارتباط بین اجزاء محرک و متحرک را برقرار کرده، حرکت را منتقل می‌کنند.

ب) از کوپلینگ‌هـــای ..... اغلب در ارتباط‌های با دور کم و یا در اختلاف‌محورهایی که خیلی کم فرق دارند، استفاده می‌شود.

پ) هـــرگاه نتوانیـــم محور محرک و متحرک را در یک امتداد قرار دهیم، یعنی این دو محور، انحراف محوری، شـــعاعی و زاویه‌ای جزئی نسبت به هم داشته باشند، از کوپلینگ‌های ..... استفاده می‌شود.

ت) در کوپلینگ انبساطی قفل‌شونده، چنگک‌ها ..... را تضمین می‌کنند و حلقه برنزی برای ..... محورها به‌کار می‌رود.

ث) در کوپلینـــگ گاردان (متغیـــر زاویـــه‌ای) در انتهای دو محور، دو چنگال متصل می‌شـــود و یک عضو میانی به شـــکل .....، ارتباط دو محور را برقرار می‌سازد.

ج) از برخی کلاچ‌ها به‌منظور ضامن ایمنی نیز اســـتفاده می‌شـــود. بدین‌صورت که درهنگام ..... غیرمجاز بار، ارتباط حرکت را ..... می‌کند و مانع از آسیب‌دیدگی سایر اجزای ماشین می‌شود.

چ) در کلاچ‌های اصطکاکی، حرکت محور محرک به محور متحرک، از طریق نیرو، با ..... امکان‌پذیر است.

ح) در گشتاورهای چرخشی بزرگ، نیروی محوری افزایش می‌یابد و برای انتقال این نوع گشتاور، از کلاچ‌های مخروطی ..... استفاده می‌شود.

خ) لنت‌ها را در بیشتر ترمزها از مواد ..... به‌عنوان مواد اصطکاکی می‌سازند.

◄ درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کنید:

الف) به کوپلینگ‌ها کلاچ با اتصال آزاد نیز می‌گویند.

درست ☐ نادرست ☐

ب) در کوپلینگ‌های پوسته‌ای اغلب بین محور و پوسته از گوه استفاده می‌شود.

☐ ☐

پ) از کوپلینگ‌های الاستیکی با نوار فنری برای انتقال گشتاورهای زیاد مثل دستگاه‌های نورد استفاده می‌کنند.

درست ☐ نادرست ☐

ت) کلاچ‌های خشک قفلی دارای مکانیزم خیلی پیچیده‌ای هستند و به‌شکل‌های پنجه‌ای و دنده‌ای ساخته می‌شوند.

درست ☐ نادرست ☐

ث) در جرثقیل‌ها، سیستم‌های انتقال مواد و وینچ‌ها، ترجیحاً از ترمزهای با فرمان فشار فنر استفاده می‌شود.

درست نادرست

◄ پرسش‌های چهارگزینه‌ای:

۱. کدام گزینه جزو کوپلینگ‌های ارتجاعی است؟

۱) مفصلی ۲) هیدرولیکی ۳) سخت ۴) الاستیکی

۲. کدام گزینه از خصوصیات کوپلینگ‌های فلانچی است؟

۱) در این کوپلینگ‌ها نیز باید دو محور کاملاً در یک امتداد باشند

۳) این کوپلینگ‌ها بار خمشی زیادی را تحمل می‌کنند

۲)) اساساً کوپلینگ‌های فلانچی دوتکه هستند

۴) اتصال فلانچ‌ها بر روی محور، به‌وسیله خارهای انطباقی صورت می‌گیرد

۳. کوپلینگ‌های .....، انحرافات محوری، شعاعی و زاویه‌ای بین دو محور محرک و متحرک را تنظیم می‌کنند و حرکت را به نرمی انتقال می‌دهند.

۱) پوسته‌ای ۲) فلانچی ۳) صلب ۴) الاستیکی

۴. ابعاد کلاچ‌ها متناسب با ..... محورها به‌صورت استاندارد ساخته می‌شود.

۱) طول ۲) دوران ۳) قطر ۴) جنس

۵. کدام گزینه مهم‌ترین مزیت کلاچ‌های اصطکاکی هستند؟

۱) گشتاور چرخشی آن‌ها به‌واسطه نیروی اصطکاک محدود است.

۲) در حین حرکت می‌توانند درگیر یا آزاد شوند.

۳) نرم کار می‌کنند.

۴) هم‌زمان به‌عنوان کلاچ‌های ایمنی عمل می‌کنند.

۶. کدام یک از کلاچ‌ها به کلاچ‌های سینوسی نیز مشهورند و بین دیسک‌ها، ورق‌های فنری خیلی نازکی به‌کار برده می‌شوند؟

۱) کلاچ یک صفحه‌ای ۲) کلاچ چندصفحه‌ای ۳) کلاچ اصطکاکی ۴) کلاچ خشک قفلی

۷. انجام هر چه بهتر عمل ترمز به کدام گزینه بستگی ندارد؟

۱) به فشار ایجاد شده در واحد سطح ترمز ۲) ضریب اصطکاک

۳) قابلیت ترمز برای تبدیل انرژی موجود به انرژی حرارتی ۴) نیروی ضربه‌ای

۸. در ترمزهای نواری راندمان عمل ترمز، به کدام گزینه بستگی ندارد؟

۱) زمان ترمزگیری ۲) زاویه پیچش نوار در اطراف چرخ ۳) ضریب‌اصطکاک ۴) تنش موجود در نوار

۹. از کدام گزینه برای متصل‌کردن لنت‌ها به کفشک‌ها یا سطح نشیمنگاه استفاده نمی‌کنند؟

۱) پیچ‌های سرخزینه‌ای ۲) پرچ ۳) پیچ خودکار ۴) چسب مخصوص

فصل هشتم: چرخ‌دنده‌ها

◄ هدف‌های رفتاری

در پایان آموزش این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

ـ چرخ‌دنده را تعریف کند و انتقال حرکت قدرت به‌وسیله آن‌را بیان کند.

ـ انواع چرخ‌دنده‌ها را نام ببرد.

ـ مشخصات یک چرخ‌دنده را نام ببرد.

ـ چرخ‌دنده‌ها را طبقه‌بندی کند.

ـ چرخ‌دنده‌های ساده را توضیح دهد.

ـ چرخ‌دنده‌های مارپیچ را شرح دهد.

ـ چرخ‌دنده‌های مخروطی را شرح دهد.

ـ چرخ‌دنده‌های پیچ‌حلزون را توضیح دهد.

ـ چرخ‌دنده‌های داخلی را توضیح دهد.

ـ جنس چرخ دنده‌ها را بیان کند.

ـ روغن‌کاری در چرخ‌دنده‌ها را بیان کند.

ـ کاربرد چرخ‌دنده‌ها را بیان کند.

۸–۱ مقدمه

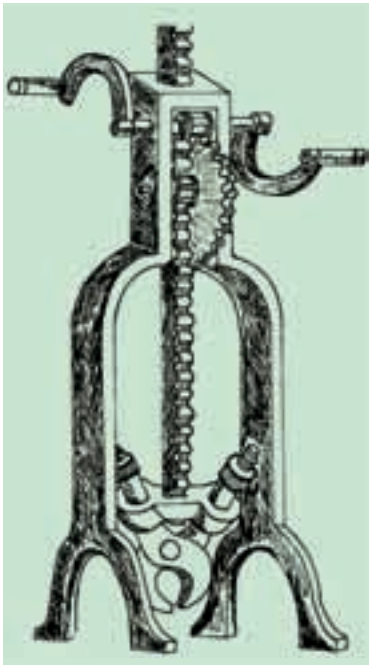
چرخ‌دنده‌ها، از پرمصرف‌ترین وسایل انتقال قدرت و حرکت هستند. مکانیزم چرخ‌دنده‌ها سیستمی است که حداقل از دو چرخ‌دنده تشکیل شده است که به‌صورت جفت کار می‌کنند. به‌همین دلیل آن‌را مکانیزم چرخ‌دنده می‌نامند. از نظر انتقال قدرت، مکانیزم چرخ‌دنده، یک چرخ‌دنده محرک و یک یا چند چرخ‌دنده متحرک دارد. معمولاً به کوچک‌ترین چرخ‌دنده مکانیزم، پینیون و به چرخ‌دنده دیگر چرخ می‌گویند.

امروزه بیشتر دستگاه‌های موجود در صنعت دارای چرخ‌دنده هستند و با پیشرفت روزافزون صنعت، چرخ‌دنده‌ها نقش انکارناپذیری دارند. چرخ‌دنده‌ها برحسب موقعیت مکانی محورها نسبت به یکدیگر در شکل‌های گوناگونی طراحی و ساخته می‌شوند و حرکت چرخشی یک محور را به محور دیگر از طریق اتصال دندانه‌ها منتقل می‌کنند.

شکل ۱ـ ۸

۸ـ۲ تاریخچه

تاریخچه چرخ‌دنده‌ها، حدود سه‌هزار سال قبل برآورد می‌شود. در تمدن‌های قدیم برای نخستین بار چرخ‌دنده‌های چوبی ساخته شد. رومیان چرخ‌دنده چوبی را برای به‌حرکت درآوردن سنگ آسیاب ساختند. یک نمونه بالابر چوبی برای انسان را در شکل ۲ـ ۸ مشاهده می‌کنید.

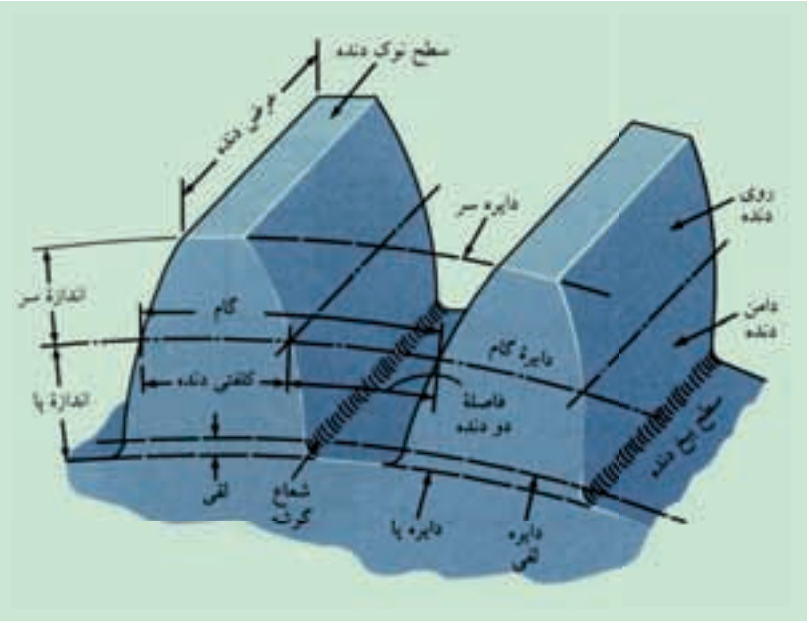


شکل ۲ـ ۸ وینچ چوبی

در قرن هجدهم و هم‌زمان با آغاز انقلاب صنعتی در اروپا، نیاز شدید به چرخ‌دنده فلزی احساس شد، که با استفاده از روش ریخته‌گری چرخ‌دنده چدنی به تولید آن پرداختند. سپس ماشین‌تراش اختراع شد و به‌کمک این ماشین‌ها چرخ‌دنده‌های فولادی را تولید کردند.

در قرن نوزدهم، با توسعه کشتی‌های بخار و ماشین‌های ابزار، کاربرد چرخ‌دنده‌ها نیز توسعه یافت. با آغاز قرن بیستم، خودرو و هواپیما به‌وجود آمد و دریچه نوینی به‌روی صنعت چرخ‌دنده‌سازی گشوده شد. مرحله به مرحله ماشین‌های نوین چرخ‌دنده‌سازی تولید شد و سبب ساخت چرخ‌دنده‌های مناسب، با جنس‌های مختلفی شد، که امروزه این‌گونه شاهد این پیشرفت صنعتی چرخ‌دنده‌ها هستیم.

در شـــکل ۳ـ ۸ مشخصات یک چـرخ‌دنده نشان داده شده است. از روی شکل لازم است تعدادی از این مشخصات را بیان کنیم.



شکل ۳–۸ مشخصات یک چرخ‌دنده

۳ـ۸ مفاهیم اساسی و ابعاد چرخ‌دنده‌ها

◀ **دایـــره گام (قطر گام):** دایره گام، دایره نظری اســـت که از اهمیت بالایی برخوردار اســـت و تمام محاسبات بر اساس قطر گام انجام می‌پذیرد. دوایر گام یک جفت چرخ‌دنده درگیر، همیشه مماس بر هم هستند.

◀ **گام دنده:** فاصله بین فضای خالی بین دو دنده و ضخامت یکی از دندانه‌ها بر روی دایره گام را گام دنده می‌نامیم و آن‌را با حرف p نشان می‌دهیم.

◀ **مدول دنده:** نسبت قطر دایره گام هر چرخ‌دنده برحسب میلی‌متر بر تعداد دندانـــه چرخ‌دنده را مدول می‌نامند. مـــدول در چرخ‌دنده‌ها، اهمیت فوق‌العاده بالایی دارد و به‌صورت اســـتاندارد بین‌المللـــی درآمده به صورت جداولی ارائه شده است که می‌توانیم مدول موردنظر را از این جدول‌ها انتخاب کنیم.

◀ **ارتفاع دندانه:** اندازه ســـردنده، فاصله شعاعی بین سطح نوک دنده تا دایره گام اســـت و اندازه پای‌دنده، فاصله شعاعی بین ســـطح پایین دنده تا دایره گام است. مجموع اندازه سردنده با پای‌دنده، ارتفاع دندانه را تشکیل می‌دهد.

◀ **دایره لقی دندانه:** دایره مماس بر دایره ســـر چرخ‌دنده درگیر را دایره لقی

تحقیق کنید

در مکانیزمـــی ســـه چرخ‌دنـــده با هم مربوطند کدام مشـــخصه چرخ‌دنده‌ها بایـــد در این ســـه چرخ‌دنده یکســـان باشد.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

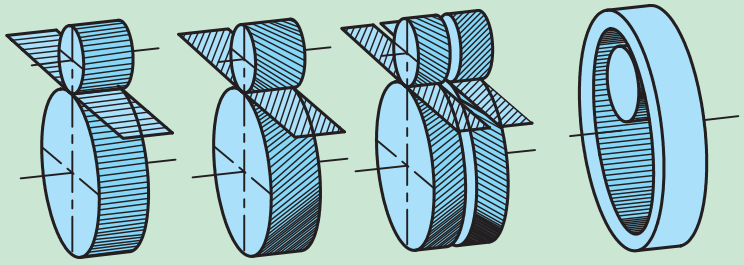
دندانه می‌گویند.

◄ **لقی سردنده:** تفاوت اندازه پای‌دنده با اندازه سردنده درگیر با آن‌را لقی سردنده می‌گویند.

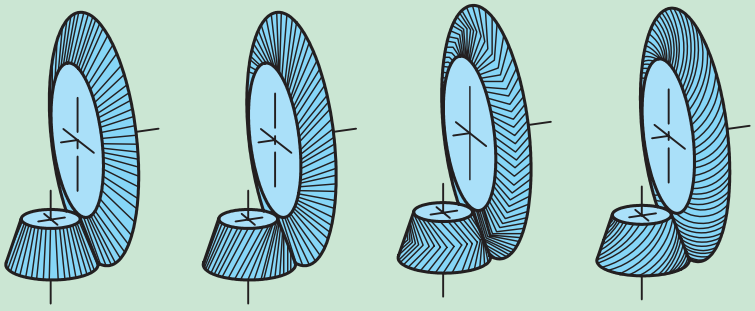
۴ـ۸ طبقه‌بندی چرخ‌دنده‌ها

چرخ‌دنده‌ها بسته به موقعیت قرار گرفتن محورها طبقه‌بندی می‌شوند. در شکل ۴–۸ طبقه‌بندی چرخ‌دنده‌ها مشاهده می‌شود.

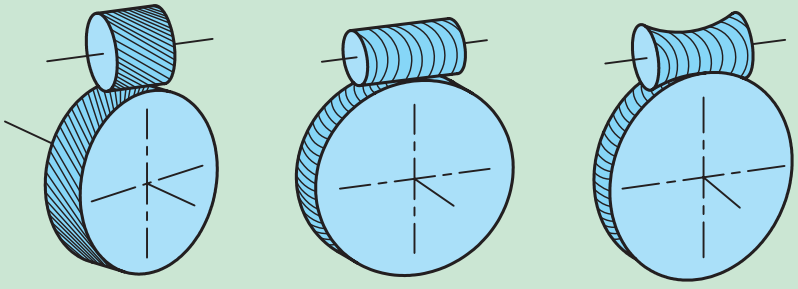
الف- چرخ‌دنده‌هایی که محور آن‌ها در یک صفحه و موازی هم هستند.



ب- چرخ‌دنده‌هایی که محور آن‌ها در یک صفحه واقع است ولی همدیگر را قطع می‌کنند.

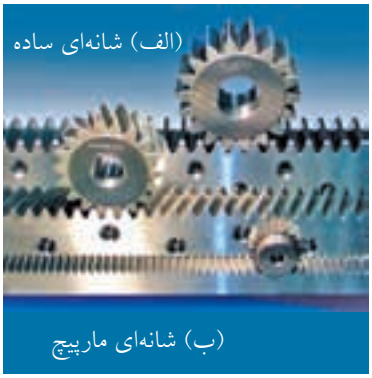


پ- چرخ‌دنده‌هایی که محور آن‌ها در یک صفحه واقع نشده‌اند و محورها نسبت به هم متنافرند.

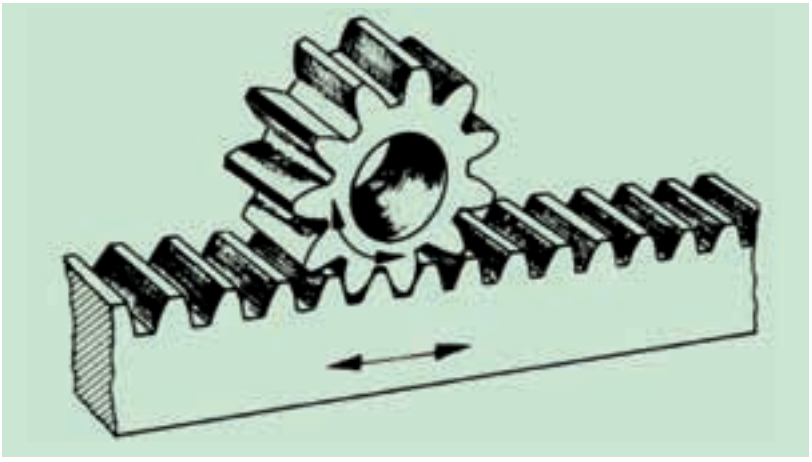


شکل ۴–۸ طبقه‌بندی چرخ‌دنده‌ها

الف) چرخ‌دنده‌هایی که محور آن‌ها در یک صفحه و موازی هم باشند. چرخ‌دنده ساده، مارپیچ، مارپیچ دوبل و ساده داخلی هستند (شکل ۴-۸الف). چرخ‌دنده‌های داخلی به‌صورت مارپیچ نیز ساخته می‌شوند. خیلی وقت‌ها، چرخ‌دنده‌ها با شعاع بی‌نهایت تولید می‌شوند، که به آن‌ها چرخ‌دنده شانه‌ای می‌گویند. این چرخ‌دنده‌ها به‌صورت‌های ساده و مارپیچ ساخته می‌شوند (شکل ۵-۸ الف- ب- پ).



شکل ۵-۸



شکل ۵-۸ پ چرخ‌دنده شانه‌ای ساده

ب) چرخ‌دنده‌هایی که محور آن‌ها در یک صفحه واقع شده است، ولی همدیگر را قطع می‌کنند. این‌ها چرخ‌دنده‌های مخروطی هستند و چنان‌چه در شکل ۴-۸ ب مشاهده می‌شود چرخ‌دنده‌های مخروطی نیز می‌توانند دندانه‌های ساده، مارپیچ، جناغی و منحنی داشته باشند.

پ) چرخ‌دنده‌هایی که محور آن‌ها در یک صفحه واقع نشده‌اند و نسبت به هم متنافر هستند. چرخ‌دنده‌های اسپیرال هستند. نوع پیچی و حلزون (یا چرخ و حلزون) این چرخ‌دنده، که محور آن‌ها در فضا عمود برهم هستند، در عمل کاربرد بیشتری دارد و شامل انواع مختلفی می‌شود. نوع استوانه‌ای آن‌ها و نوع گلوبوئیداش دو نمونه از آن‌ها هستند (شکل ۴-۸ پ).

۸ـ۵ انواع چرخ‌دنده‌ها

۸ـ۵ـ۱ چرخ‌دنده‌های ساده

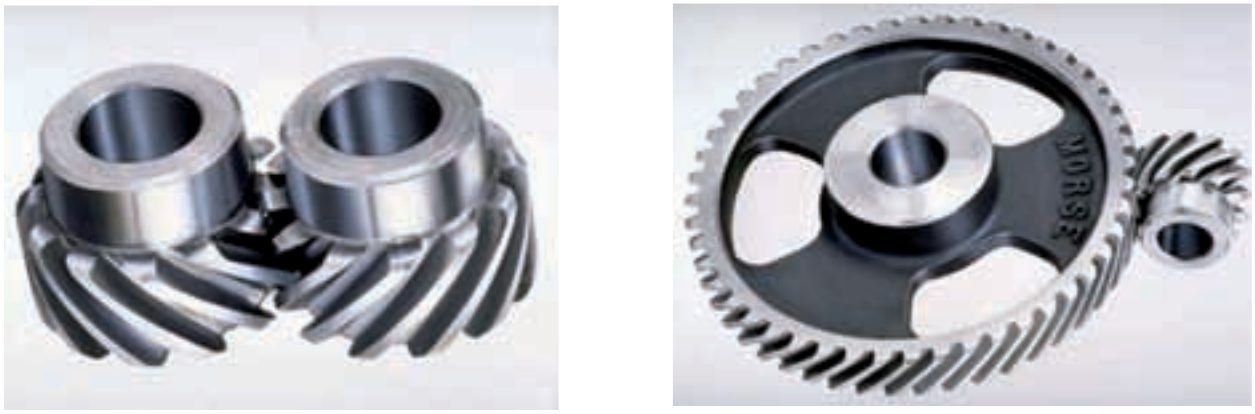
این چرخ‌دنده‌ها، ساده‌ترین نوع چرخ‌دنده‌ها به‌حساب می‌آیند، دندانه‌های مستقیمی دارند و با محور موازی هستند. برای کاهش سرعت و افزایش قدرت، در بسیاری از مواقع تعداد زیادی از آن‌ها را کنار هم قرار می‌دهند. روی محورهای موازی جهت حرکت یکی از آن‌ها خلاف جهت حرکت دیگری است. اگر بخواهند دو چرخ‌دنده درگیر در یک جهت حرکت کنند بین آن‌ها چرخ‌دنده سومی را قرار می‌دهند تا جهت حرکت ورود و خروج یکی شود. در شکل ۶–۸ نمونه آن‌ها را مشاهده می‌کنید. به چرخ‌دنده‌های ساده، مارپیچ و جناغی، چرخ‌دنده پیشانی نیز می‌گویند.

شکل ۶–۸ مکانیزم چرخ‌دنده ساده

به‌دلیل ساخت آسان ارزان است و به‌همین دلیل کاربرد زیادی در صنعت دارد. برای مثال در ساعت‌های کوکی و اتوماتیک، ماشین لباس‌شویی، پنکه و نمونه این‌ها کاربرد دارد. بزرگ‌ترین عیب آن‌ها سر و صدای زیاد است. هر بار که دندانه یک چرخ‌دنده به دندانه چرخ روبه‌رو می‌رسد، صدای کوچکی در اثر برخورد ایجاد می‌شود و زمانی‌که تعداد زیادی از این دندانه‌ها به هم برسند، صدا بیشتر می‌شود، تا جایی‌که حتی در دراز مدت، این برخوردها باعث شکستن دندانه‌ها می‌شود.

۸ـ۵ـ۲ چرخ‌دنده‌های مارپیچ

دندانه‌های این چرخ‌دنده‌ها اریب هستند و با محور چرخ‌دنده درحالت زاویه‌داری قرار گرفته‌اند. درهنگام چرخش یکی از چرخ‌دنده‌ها، ابتدا نوک دندانه‌ها با هم تماس می‌یابند، سپس به‌تدریج دو دندانه درگیر می‌شوند و این درگیری تدریجی باعث کاهش سر و صدا می‌شود. همچنین مکانیزم چرخ‌دنده، نرم کار می‌کند، سطح تماس پروفیل دنده‌ها نیز نسبت به چرخ‌دنده ساده بیشتر است و انتقال قدرت بزرگی انجام شود. در شکل ۷ – ۸ نمونه آن‌را مشاهده می‌کنید. این‌گونه چرخ‌دنده‌ها در صنعت خودروسازی کاربرد زیادی دارند.



شکل ۷–۸ دو نمونه از مکانیزم چرخ‌دنده‌های مارپیچ

۸ـ۵ـ۳ چرخ‌دنده‌های مخروطی

انتقال نیرو توسط این چرخ‌دنده‌ها تحت زاویه ۹۰ درجه و یا کوچک‌تر از ۹۰ درجه و یا بزرگ‌تر از ۹۰ درجه امکان‌پذیر است، بنابراین برای انتقال قدرت تحت زاویه موردنظر، بهترین چرخ‌دنده محسوب می‌شوند. البته در صنعت غالباً با محورهای عمود بر هم به‌کار می‌روند. دندانه‌های آن‌ها بر روی مخروط ناقص به‌صورت ساده و یا مخروطی ساخته می‌شوند (شکل ۸–۸). این چرخ‌دنده‌ها در جعبه‌دنده‌ها و مخصوصاً دیفرانسیل‌ها کاربرد زیادی دارند.

شکل ۸ـ۸ مکانیزم‌های چرخ‌دنده مخروطی

۸ـ۵ـ۴ چرخ‌دنده‌های پیچ‌حلزون

ایـــن چرخ‌دنده‌ها در صنعت جایگاه ویژه‌ای دارند. اگر بخواهیم تغییر زیادی در ســـرعت یا قدرت ایجاد کنیم، از این مکانیزم بهره می‌گیریم. بزرگ‌ترین مزیت جالب این مکانیزم این است که پیچ‌حلزون به‌راحتی می‌تواند چرخ‌دنده حلزونی را به‌حرکـــت درآورد، در صورتی‌که چرخ‌دنده حلزونـــی نمی‌تواند، پیچ‌حلزون را بچرخانـــد، زیرا زاویه دنده‌های پیچ‌حلزون به‌قدری کوچک اســـت که وقتی چرخ‌دنده حلزون می‌خواهد آن‌را بچرخاند، اصطکاک بسیار بزرگی پدید می‌آید و مانـــع از حرکت پیچ‌حلزون می‌شـــود. این ویژگی به ما امـــکان می‌دهد تا در جاهایـــی که به یک قفل خودکار نیاز داریـــم از این چرخ‌دنده بهره بگیریم. این چرخ‌دنده‌ها در دســـتگاه‌هایی همچون بالابرها و جرثقیل‌ها کاربرد زیادی دارند. مثـــلاً در یک بالابـــر اگر موتـــور از کار بیفتد، چرخ‌دنده‌ها قفل می‌شـــوند و از پایین‌آمدن بار جلوگیری می‌شود. چرخ‌دنده پیچ‌حلزون در دیفرانسیل کامیون‌ها و خودروهای سنگین نیز کاربرد دارد (شکل ۹–۸).

(الف) مکانیزم پیچ‌حلزون

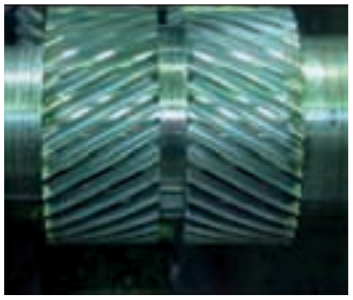
(ب) جعبه‌دنده

شکل ۹–۸

۸ـ۵ـ۵ مکانیزم چرخ‌دنده‌های جناغی

دندانه‌های این نوع چرخ‌دنده‌ها روی محیط استوانه نسبت به هم زاویه کوچک‌تر از ۹۰ درجه می‌سازند و به‌صورت عدد ۷ یا ۸ ساخته می‌شوند. این چرخ‌دنده‌ها در دستگاه‌های نورد غلتکی فولاد کاربرد دارند. همچنین دستگاه‌هایی که تحمل نیروی رانشی محوری را ندارند، از این چرخ‌دنده‌ها استفاده می‌کنند.

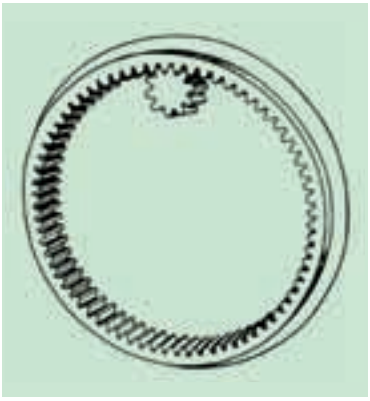
به‌علت فرایند دشوار ساخت چرخ‌دنده‌های جناغی، امروزه بیشتر چرخ‌دنده‌های دو مارپیچ می‌ســـازند که در وســـط دندانه‌ها یک شـــیار ایجاد می‌شود و روش ساخت را آســـان می‌کند. چرخ‌دنده‌های جناغی در دســـتگاه‌های با سرعت بالا چندان رضایت‌بخش نیستند. در شکل ۱۰ – ۸ هر دو نمونه را مشاهده می‌کنید. بیشتر تلمبه‌های میدان‌های نفتی از نوع دو مارپیچ یا جناغی هستند.



شکل ۱۰–۸ چرخ‌دنده‌های جناغی و دو مارپیچ

۸ـ۵ـ۶ چرخ‌دنده‌های داخلی

چنان‌چه در شکل ۱۱ـ۸ مشاهده می‌شود دو محور این چرخ‌دنده‌ها به همدیگر خیلی نزدیک است. به این چرخ‌دنده‌ها، سیاره‌ای نیز می‌گویند. دندانه‌های آن‌ها می‌تواند هم ساده و هم مارپیچ باشد و در کوپلینگ‌های انعطاف‌پذیر (ارتجاعی) کاربرد دارند.



شکل ۱۱ـ۸ مکانیزم چرخ‌دنده داخلی

۸ـ۶ جنس چرخ‌دنده‌ها

چرخ‌دنده‌ها از مواد مختلفی مانند چدن خاکستری و آلیاژی، فولادهای ریخته‌شده، برنج، برنز، مواد کائوچوئی و پلاستیک ساخته می‌شوند. خاصیت چدن در مقابل عوامل استهلاکی و اصطکاکی خوب است، ولی مقاومت آن در مقابل نیروهای ضربه‌ای و خم‌کننده کم است و همین عامل باعث می‌شود دندانه‌های چرخ‌دنده‌های چدنی نسبتاً بزرگ انتخاب شوند. فولاد کم‌کربن سخت نشده می‌تواند در ساخت چرخ‌دنده‌ها مورد استفاده قرار گیرد، ولی از این فولادها باید در جاهایی که نیاز به استحکام متوسط و مقاومت در مقابل ضربه داریم، استفاده شود. نکته حائزاهمیت این است که سخت‌کاری سطح دنده‌ها، مقاومت آن‌ها را در مقابل سایش زیاد می‌کند. جدول ۱ـ۸ مواد مناسب برای چرخ‌دنده‌های پیشانی و مخروطی و جدول‌های ۲ـ۸ و ۳ـ۸ مواد مناسب برای پیچ و چرخ حلزون را نمایش می‌دهند.

شکل ۱۲ـ۸

جدول ۱ـ ۸ مواد مناسب برای چرخ‌های دنده‌پیشانی و مخروطی

مواد		انتظارات و مثال‌های موارد مصرف
چرخ	پینیون	
GG15, GG20 ماده مصنوعی	GG-St 42,St 50 ماده مصنوعی	۱.تعداد دور و بارکم: فنتیلاها، بالابرها
GG-20 GG25,GG- 30 GS-38,GS-45,GGG-38,GGG-42, ماده مصنوعی	GG-St50.St60,GS ماده مصنوعی	۲.تعداد دور و بار متوسط: محرک‌های معمولی، نقاله‌ها، ماشین‌های ابزار کوچک.
GG-30...GG-40GGG-50...70,GS-52...60 فولاد قابل بهسازی (بانداژها)	St 60,St 70 , فولاد قابل بهسازی	۳.تعداد دور و بار زیاد: جعبه‌دنده‌های اونیورسال، ماشین‌های ابزار، ساختمان ماشین‌های معمولی
فولاد قابل, GS – 60 بهسازی، فولاد قابل سخت‌کاری سطحی (بانداژها)	St 60, St 70 قابل سخت‌کاری و بهسازی فولاد قابل بهسازی، فولاد قابل سخت‌کاری سطحی	۴.انتظارات بالا: وسائط نقلیه ماشین‌های نیرو، جعبه‌دنده کشتی‌ها

جدول ۲ـ۸ مواد مناسب برای چرخ‌دنده حلزون و پیچ‌حلزون

چرخ حلزون			پیچ‌حلزون		
GG – 15 , GG – 20 GG – 25 GGG – 38 … 42	چدن DIN 1691 , 1663	۱	St 60 St70	فولاد ساختمانی DIN 17100	A
GG30 , GG – 35 GGG – 60 … 70 ,	چدن پرلیتی	۲	C60 C45 34CrM04 42CrM04	فولاد قابل بهسازی DIN 17200	
ریخته‌گری ماسه‌ای G–Sn - G 12 ریخته‌گری‌گریز از مرکزی G-Sn - G 12	برنز قلع DIN 1705	۳			
ریخته‌گری ماسه‌ای GZ- Sn - GZ 14 ریخته‌گری‌گریز از مرکزی GZ -Sn ـ GZ 14		۴	C 15 15 Cr3 16 MnCr5	فولاد قابل سخت‌کاری سطحی DIN 17210	B
ریخته‌گری کوکیلی GK – AlCu4 TiMg	آلیاژ آلومینیوم DIN 1725	۵			
مواد مصنوعی		۶			

جدول ۳ـ۸ـ زوج مواد مناسب برای چرخ و حلزون

خواص و مثال‌های موارد مصرف		علامت شناسایی مواد	
چرخ حلزون		حلزون	
سرعت لغزشی کم و بار مناسب: بالابرها، ماشین‌های ابزار ساختمان ماشین‌های معمولی، مانند بالا، در بارهای زیاد زوج مناسب‌تر برای تمام انواع جعبه‌دنده‌ها جعبه‌دنده‌های معمولی جعبه‌دنده وسائط نقلیه برای بارهای متوسط ضربات محسوس برای بارهای زیاد ضربات محسوس		۱ ۲ ۳ ۴	A
مانند زوج ۱A تا ۴،همچنین برای دورهای زیاد مقاوم به خوردگی ،برای بارهای کم، ساختمان سبک،ساختمان آپارتمان		۱...۴ و ۵ ۶	B

شکل ۱۳ – ۸

امروزه از چرخ‌دنده‌هایی از جنس مواد مصنوعی مانند مواد لایه‌ای پرسی، بافته‌های سخت و پلی‌آمیدها به‌خاطر کار آرام، صدای کم و خاصیت ضربه‌گیری‌شان استفاده می‌شود. خصوصاً در مواردی که وزن پایین و انتقال نیروی کم نیز مطرح است. مواردی نظیر دستگاه‌های خانگی، ماشین‌های دفتری، ماشین‌های نساجی، بافندگی، ابزار الکتریکی و اسباب بازی‌ها بیشترین کاربرد را دارند (شکل ۱۳–۸).

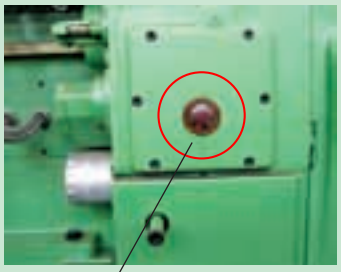
۸ـ۷ روغن‌کاری چرخ‌دنده‌ها

چرخ‌دنده‌ها در شرایط مختلفی کار می‌کنند و به‌همین دلیل روش‌های روانکاری آن‌ها نیز متفاوت است. در چرخ‌دنده‌های غیر محصور (روباز) ماده روانکاری با روغن‌دان یا روغن‌چکان و یا به‌صورت بارشی به درون چرخ‌دنده‌ها وارد می‌شوند. تزریق ماده روانکاری به مقدار کم، ولی با فاصله زمانی کوتاه بهتر از این است که ماده روانکاری با حجم زیاد در فاصله‌های زمانی طولانی به چرخ‌دنده‌ها تزریق شود. اگر چرخ‌دنده‌ها با آب یا اسید در تماس باشند، باید از یک نوع ماده روانکاری چسبناک (چسبنده به فلز) استفاده شود.

زمانی‌که چرخ‌دنده‌ها در یک محفظه بسته کار می‌کنند، معمولاً چرخ‌دنده بزرگ‌تر در داخل روغن فرو می‌رود و روغن را به سطوح دندانه‌ها می‌رساند. در بعضی موارد با استفاده از یک فواره روغن سطوح دندانه‌های چرخ‌دنده‌های محصور، روغن‌کاری یا روانکاری می‌شوند. در مواقعی که فشار تماس خیلی زیاد است، از مواد روانکاری پرفشار استفاده می‌کنند. بدین‌وسیله از گسیختگی ماده روانکاری و در نتیجه از ایجاد تماس فلزی میان قطعات جلوگیری به‌عمل می‌آید. جدول ۴ـ۸ روغن‌کاری مناسب چرخ‌دنده‌های پیشانی را نمایش می‌دهد و همان‌طور که در این جدول دیده می‌شود، سرعت محیطی یکی از مهم‌ترین عامل‌های انتخاب نوع روغن‌کاری است. البته عوامل دیگری نظیر مقدار بار و صافی سطوح پهلوی دندانه‌ها نیز در انتخاب نوع و مواد روغن‌کاری مؤثر هستند. در چرخ‌دنده‌های مخروطی و چرخ‌دنده‌های مارپیچی با محورهای متنافر و چرخ‌حلزون، علاوه بر روش‌های ذکر شده در جدول، بهره‌گیری از سیستم روانکاری پرفشار برتری خواهد داشت.

تحقیق کنید

در ماشین‌های افزار نحوه انتقال روغن به سطح چرخ‌دنده‌ها چگونه صورت می‌گیرد؟



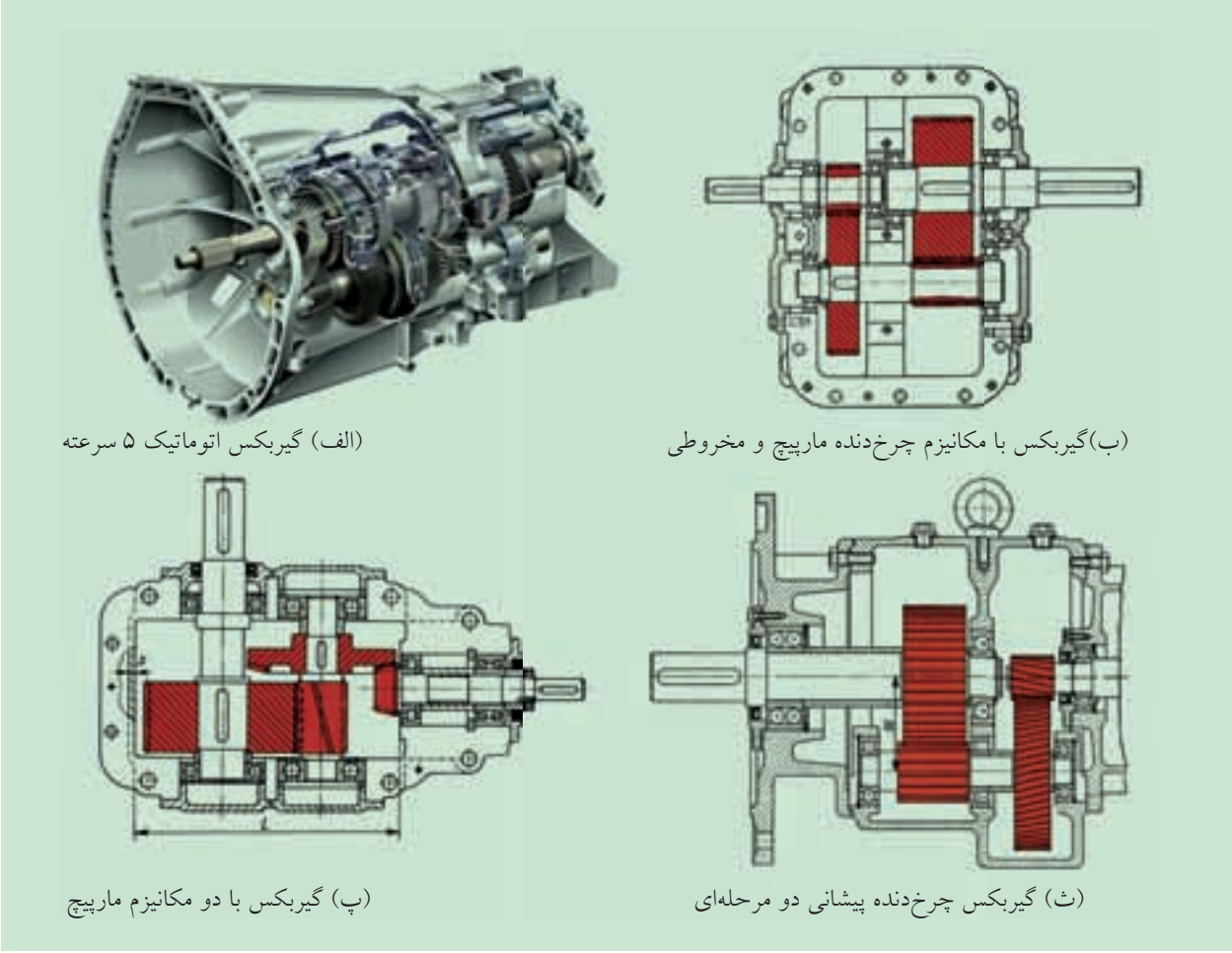
چشمی ماشین تراش

نوع مواد روغن‌کاری	نوع روغن‌کاری	سرعت محیطی (Vu m / s)
روغن جعبه‌دنده (دین ۵۱۸۲۵) یا روغن مجاز دنده ۱۵۰ ... ۳۵۰ ≈ cSt /50°C و یا روغن خشک (مانند سلفیت مولیبدن).	گریس‌مالی، روغن‌کاری دستی با روغن سفت	۰ تا ۱
گریس مانند فوق و یا روغن جعبه‌دنده (دین ۵۱۵۰۹) با GOSt / 50°C ... ۲۰۰ ≈	روغن‌کاری با گریس. و یا شناوری در روغن.	۱ تا ۴
روغن جعبه‌دنده با cSt/ 50°C ۴۰ ... ۱۰۰ ≈	شناوری در روغن	۴ تا ۱۲
روغن جعبه‌دنده با cSt/ 50°C ۲۰ ... ۶۰ ≈	روغن‌کاری تزریقی.	< ۱۲

توضیح: cSt – نشان‌دهنده غلظت و چسبندگی روغن است و برحسب سانتی استوک بیان می‌شود.
°C ـ نشان‌دهنده درجه حرارت روغن برحسب سانتی‌گراد است.

۸ـ۸ کاربرد چرخ‌دنده‌ها

در حالت کلی بیشـتر دسـتگاه‌های موجود در دنیا دارای چرخ‌دنده هستند، و به‌ویـژه در انواع گیربکس‌ها کاربرد فراوانی دارند. در شـکل ۱۴ـ ۸ چند نمونه از جعبه‌دنده‌ها را نشـان داده‌ایم تا روش به‌کارگیری آن‌ها را به‌وضوح مشـاهده کنیم.



(الف) گیربکس اتوماتیک ۵ سرعته

(ب)گیربکس با مکانیزم چرخ‌دنده مارپیچ و مخروطی

(پ) گیربکس با دو مکانیزم مارپیچ

(ث) گیربکس چرخ‌دنده پیشانی دو مرحله‌ای

شکل ۱۴ـ ۸ انواع گیربکس