فصل هفتم: کوپلینگ‌ها، کلاچ‌ها و ترمزها

◄ هدف‌های رفتاری

در پایان آموزش این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

ـ کوپلینگ و کلاچ را تعریف کند.

ـ انواع کوپلینگ‌ها را نام ببرد.

ـ انواع کلاچ را نام ببرد.

ـ کوپلینگ‌های ثابت و ارتجاعی را توضیح دهد.

ـ کوپلینگ دنده‌ای را توضیح دهد.

ـ کوپلینگ توربوفلکس را شرح دهد.

ـ چهارشاخ گاردان را توضیح دهد.

ـ کلاچ‌های اصطکاکی را شرح دهد.

ـ کلاچ‌های یک‌صفحه‌ای و چندصفحه‌ای را توضیح دهد.

ـ کلاچ‌های مخروطی را شرح دهد.

ـ ترمزها را تعریف کند.

ـ انواع ترمزها را نام ببرد.

ـ ترمزهای کفشکی را توضیح دهد.

ـ ترمزهای دیسکی را توضیح دهد.

ـ ترمزهای نواری را شرح دهد.

ـ لنت‌ترمز را تعریف کند.

مقدمه

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

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

وظایف کوپلینگ‌ها

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

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

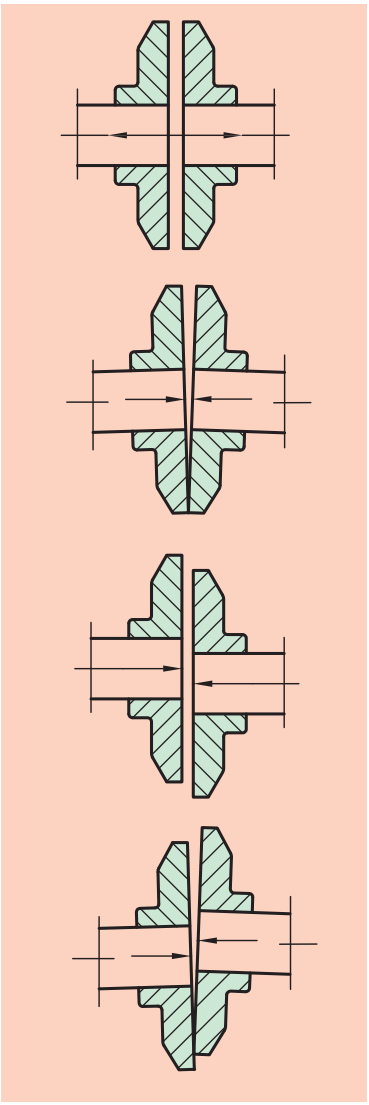
ب) کلاچ‌ها نوعی از کوپلینگ‌ها هستند، با این تفاوت که ضمن کار، امکان قطع و وصل شدن انتقال قدرت دو محور را ممکن می‌سازند. اتصال به یک عمل مکانیکی یا فیزیکی وابسته است که معمولاً اصطکاک است. قطع و وصل کلاچ به دلایل زیر لازم است:

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

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

۷ـ۱ کوپلینگ‌ها

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



شکل ۱ـ۷ حالت‌های ارتباط دو محور

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

۷ـ۲ کوپلینگ‌های صلب (خشک)

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

۷ـ۲ـ۱ کوپلینگ پوسته‌ای

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

---

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

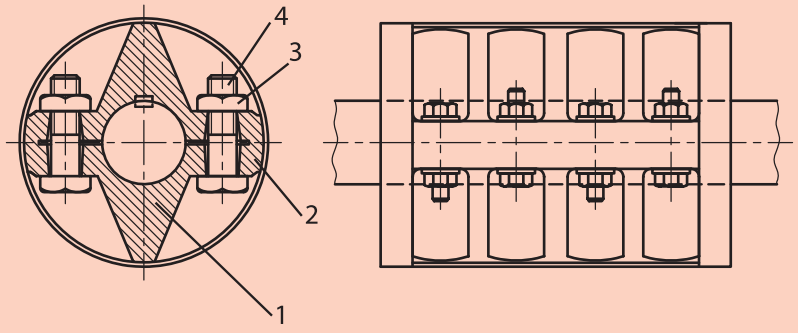
پوســته این کوپلینگ‌ها دو تکه اســت و محور داخل این دو نیمه قرار می‌گیرد. هر دو پوســته به‌وســیله پیچ‌هایی بر روی محورها بسته می‌شوند. در نتیجه این بسته شدن، بین محور و کوپلینگ در سطح داخلی فشار ایجاد می‌شود و گشتاور چرخشی به‌وسیله اتصال اصطکاکی انتقال می‌یابد. به‌خاطر اهمیت مسئله اطمینان، اغلب بین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

(الف)

(ب)

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

جدول ۱ـ ۷، نمونه‌ای از کوپلینگ‌های پوســته‌ای که مربوط به DIN 115 است و قطر سوراخ (D) را نشان می‌دهد.



شکل ۲ـ ۷ کوپلینگ پوسته‌ای بنابر (DIN 115)

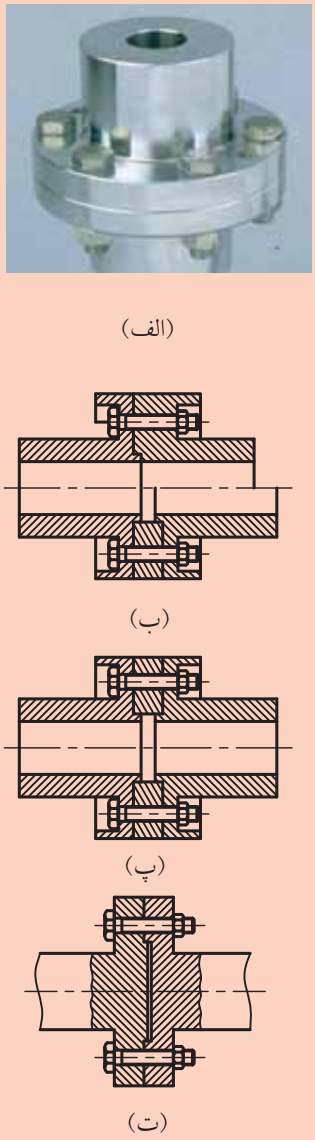
جدول ۱ـ ۷

قطر شافت D {mm}	۲۵ و ۵۰	۳۵ و ۳۰	۴۵ و ۴۰	۶۰ و ۵۵	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۵	۱۴۰
قطر خارجی D {mm}	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰و۱۳۰	۱۵۰	۱۷۰	۱۹۰	۲۱۵	۲۵۰	۲۵۰	۲۷۵	۳۲۵
طول L {mm}	۱۳۰	۱۶۰	۱۹۰	۲۲۰	۲۵۰	۲۸۰	۳۱۰	۳۵۰	۳۹۰	۴۳۰	۴۹۰
گشتاور M {daN.m}	۶و۴	۸ و ۱۰	۱۲/۵و۱۵	۱۲۵و۸۵	۱۷۰	۲۵۰	۳۸۰	۵۴۰	۷۵۰	۱۱۰۰	۱۵۰۰

۷ـ۲ـ۲ کوپلینگ فلانچی

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

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



شکل ۳ـ۷ کوپلینگ فلانچی

۷ـ۳ کوپلینگ‌های ارتجاعی

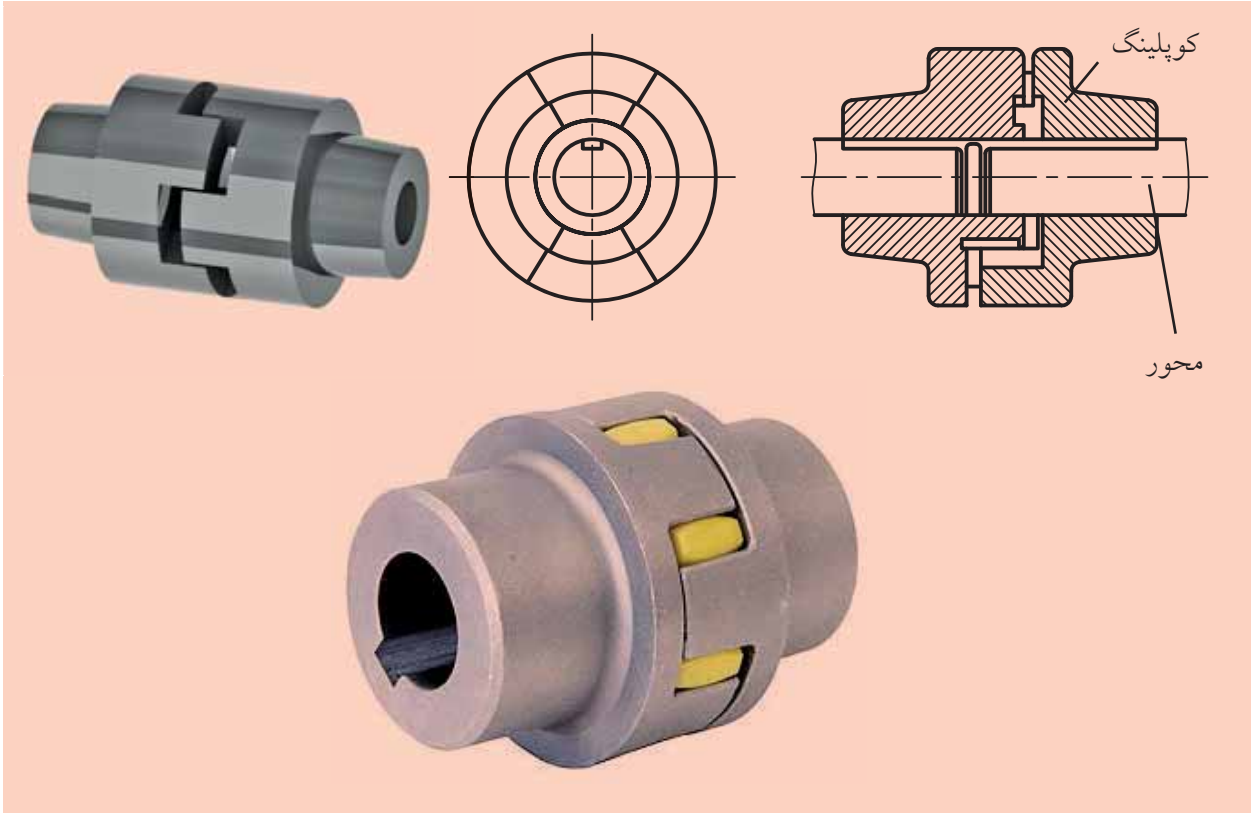
هرگاه نتوانیم محور محرک و متحرک را در یک امتداد قرار دهیم، یعنی این دو محور، انحراف محوری، شعاعی و زاویه‌ای جزیی نسبت به هم داشته باشند، از کوپلینگ‌های ارتجاعی استفاده می‌شود که حرکت دورانی الاستیکی ندارند و گشتاور چرخشی را مانند کوپلینگ‌های ثابت منتقل می‌سازند، بنابراین، این کوپلینگ‌ها نسبت به کوپلینگ‌های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

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.

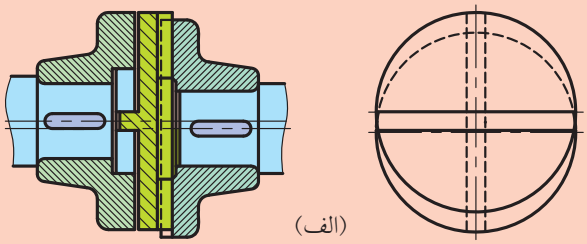
از این کوپلینگ‌ها به‌عنوان کلاچ‌های با قابلیت قطع و وصل نیز استفاده می‌شود. یک نیمه آن به‌وسیله یک خار لغزنده می‌تواند در انتهای یکی از محورها، حرکت کشویی انجام دهد و با نیمه‌دوم که در روی محور دیگر ثابت شده، درگیر و یا از آن جدا گردد و بدین‌ترتیب انتقال حرکت را قطع و وصل کند. برای این منظور هر دو محور 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 شکل ۵ ـ 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.



(ب)

(پ)

(ت)

شکل ۵ـ ۷ کوپلینگ‌های اولدهام

انحراف‌های شعاعی بین محورها، می‌تواند تا $d = 0/05\ \alpha$ باشد (شکل ۵ ـ۷ـ الف) و انحراف زاویه‌ای تا $\varphi \leq 1^\circ$ را می‌تواند تحمل کند. همچنین نوع دیگر این کوپلینگ، مطابق شکل ۵ـ۷ ت زاویه انحراف را تا $\varphi \leq 3^\circ$ و کوپلینگ شکل ۵ـ۷ت تا $\varphi \leq 4^\circ$ 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

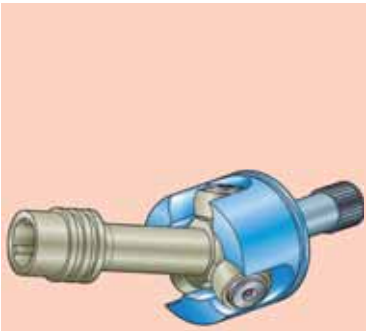
راکول دستگاه سختی‌سنج فلزات است، که درجه سختی فلزات را با آن اندازه می‌گیرند.

موقع انتخاب، فشـــارهای ســـطحی مربوط به ســـطوح 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 برجســـتگی دیســـک میانی است. فشارهای سطح تماس در شـــکل 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.

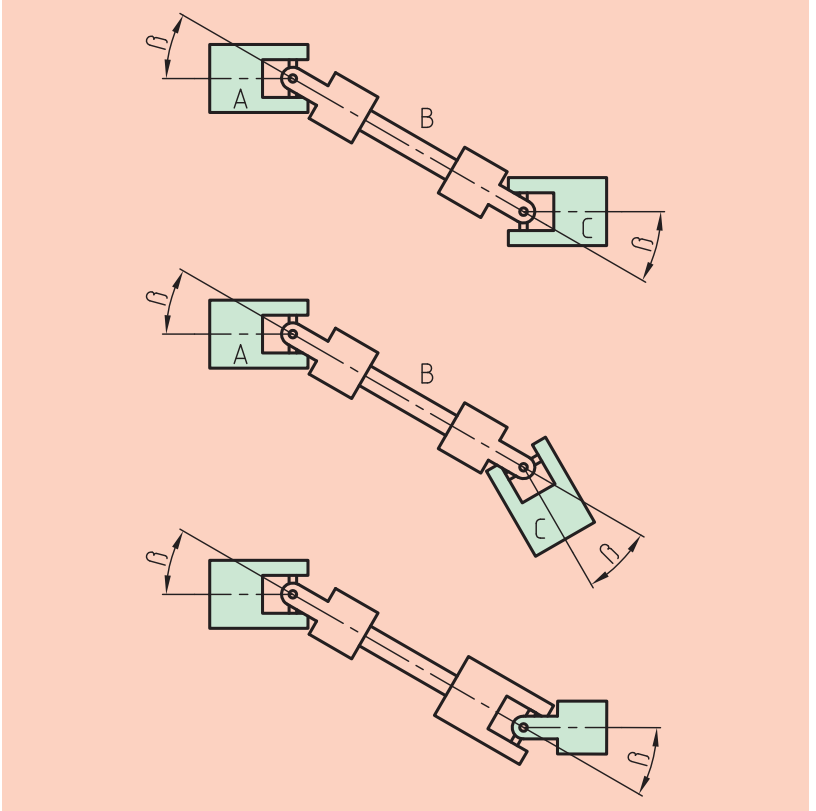
کوپلینگ گاردان (متغیر زاویه‌ای)

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).

بـــرای انتقال نیروهای پیچشـــی بیـــن دو محوری که در یک امتداد نیســـتند و یا با زوایای مختلفی نســـبت به یکدیگـــر قرار دارند، از مفصل اســـتفاده می‌کنند. مفصل‌بندی این نوع کوپلینگ‌ها را در شکل ۷ـ۷ می‌بینیم.



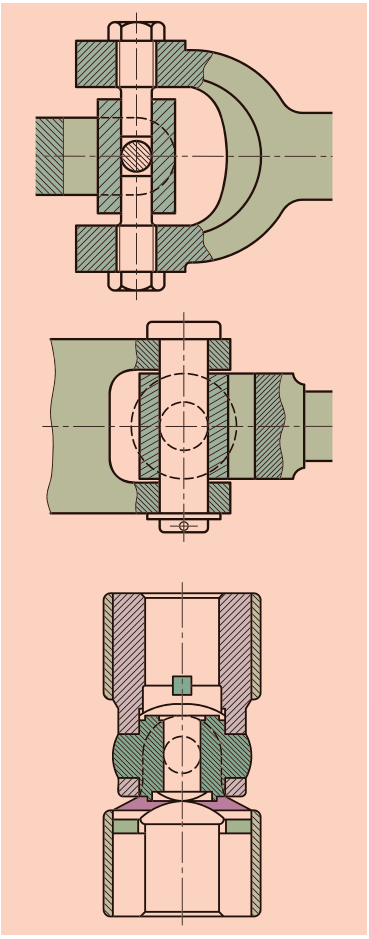
شکل ۶ـ۷ کوپلینگ گاردان



شکل ۷ـ۷ 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 5° تا 15° در نظر گرفته شود.

البته در دورهای خیلی پایین، حرکت را تا زاویه 45° 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 ۸ـ۷
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:

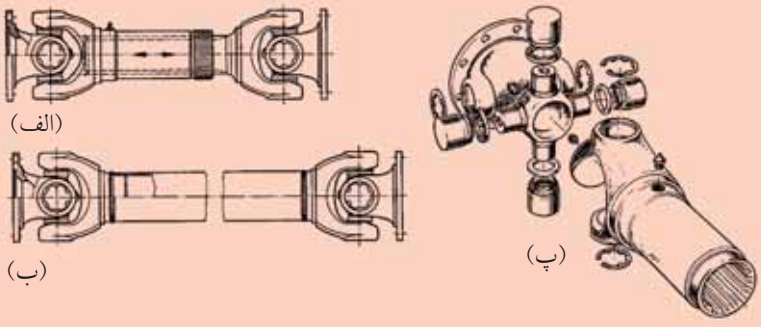
الف) همه قطعات محورها بر روی یک صفحه قرار خواهند گرفت.

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.

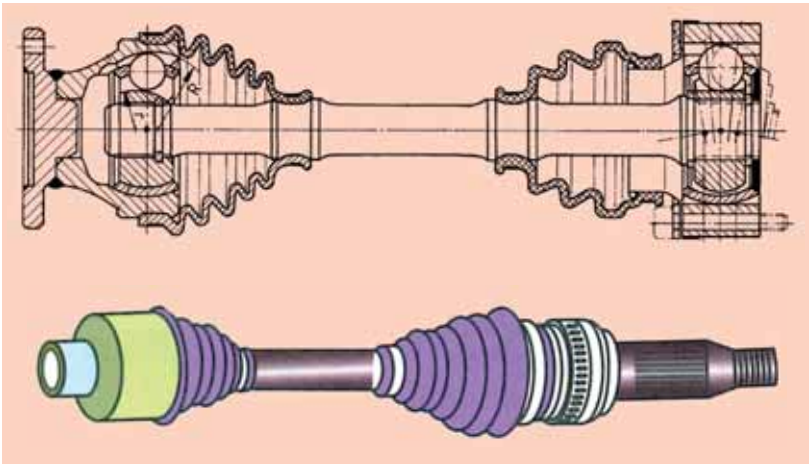
گاردان‌ها در صنعت خودروسازی، لوکوموتیو و ماشین‌های ابزار کاربرد زیادی دارند. در شکل ۹ ـ ۷ یک نمونه پرکاربرد آن‌ها را مشاهده می‌کنید.



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

شکل ۹ـ۷ 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 ۱۰ـ 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 ۱۱ـ۷ 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 ۱۱ـ۷ب و ۱۱ـ۷پ).

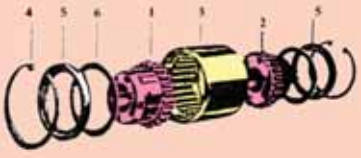
در موقع انتخاب این نوع کوپلینگ از کاتالوگ، باید دقت کرد که هر چه زاویه انحراف افزایش یابد، به‌همین اندازه نیروی انتقالی کمتر می‌شود.

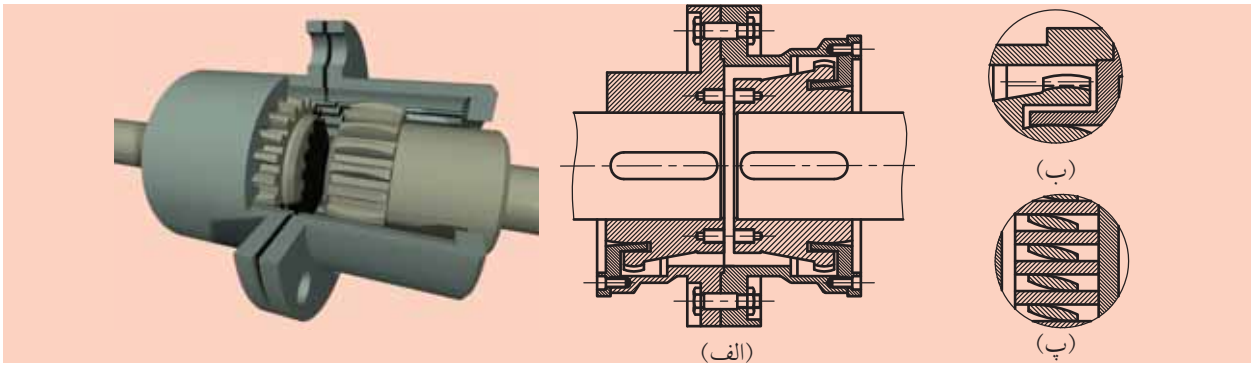
برای انتقال گشتاورهای کوچک و متوسط، نوع ارزان آن‌ها که به نام کوپلینگ‌های متغیر همه جانبه معروف است، به‌کار می‌رود که از پلاستیک خیلی سخت ساخته می‌شود.

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.



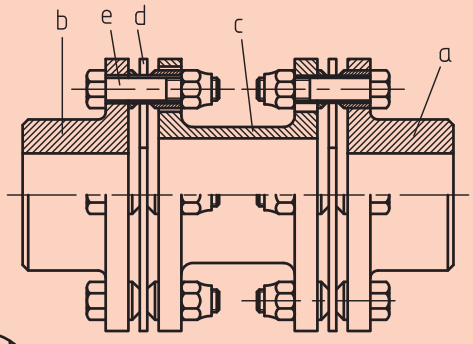


شکل ۱۱ـ۷ کوپلینگ‌های دنده‌ای

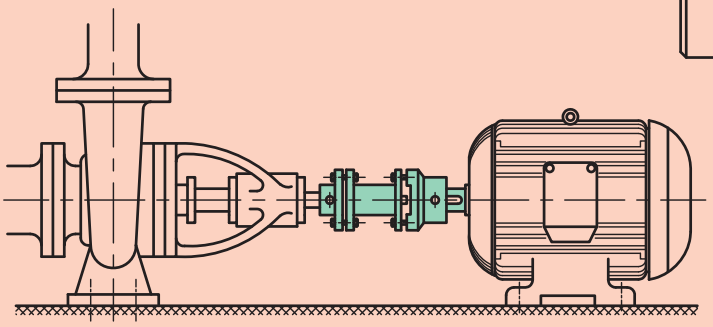
کوپلینگ توربو فلکس[1]

این کوپلینگ‌ها مطابق شـکل ۱۲ ـ ۷ الـف 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.

a و b) فلانچ
c) قطعه میانی
d) اجزاء انتقال گشتاور چرخشی دارای خاصیت انعطاف‌پذیری
e) پیچ و مهره



(الف) اجزاء تشکیل‌دهنده کوپلینگ



(ب) نصب شده مابین الکتروموتور و پمپ

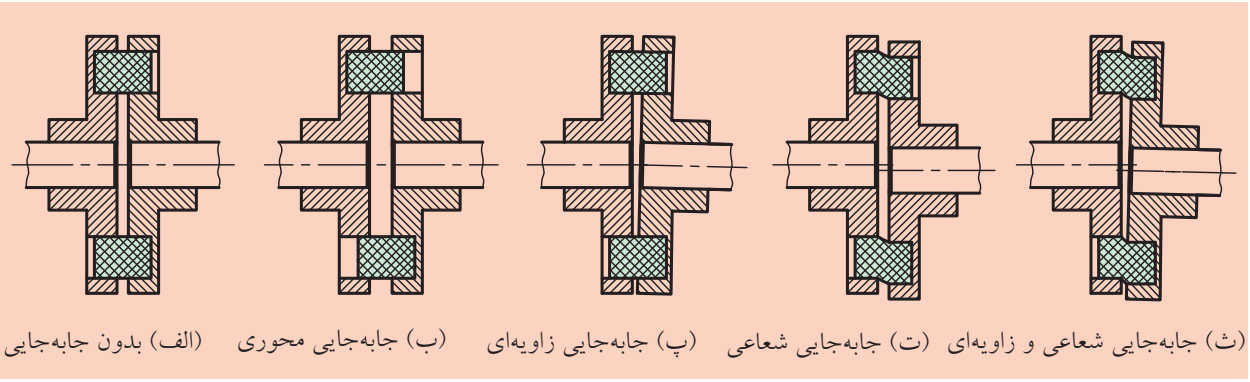
شکل ۱۲ـ۷ کوپلینگ توربوفلکس

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 ـ 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 ۱۳ـ۷ 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

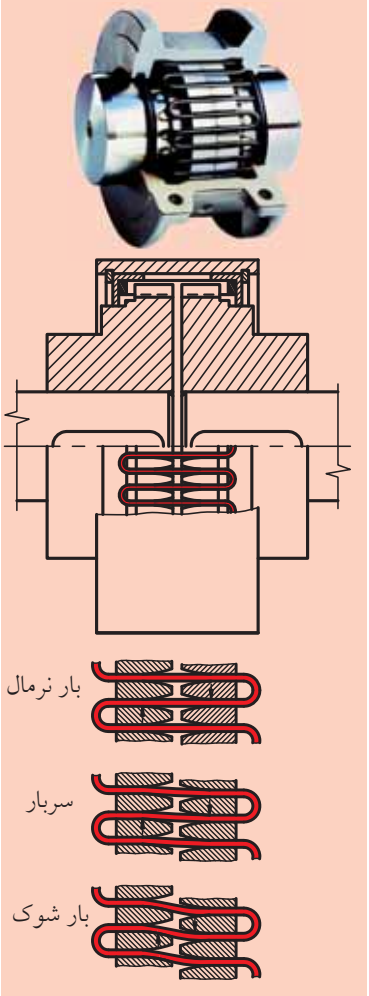
ب) کوپلینگ‌های بسیار الاستیک پری‌فلکس

پ) کوپلینگ‌های بسیار الاستیک کِگِل فلکس

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.

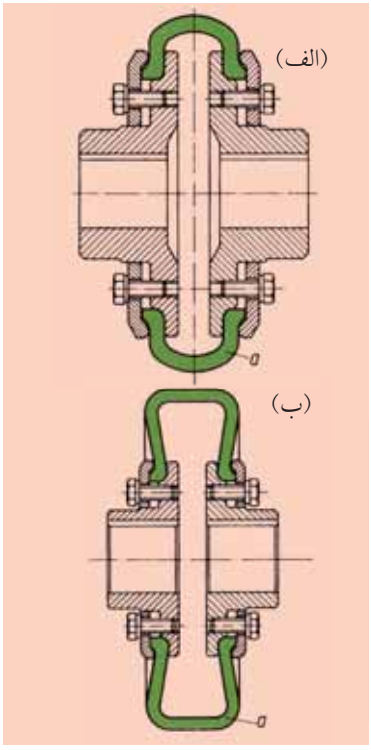


شکل ۱۴ـ۷ کوپلینگ‌های الاستیکی فنری

کوپلینگ بسیار الاستیک پری فلکس[1]

در این کوپلینگ‌ها، دو نیمه کوپلینگ با لاستیک به‌هم متصل می‌شوند و بر اثر خاصیت الاستیکی خیلی زیاد، ضربه‌ها و ارتعاشات شدید کاملاً مستهلک می‌شوند.

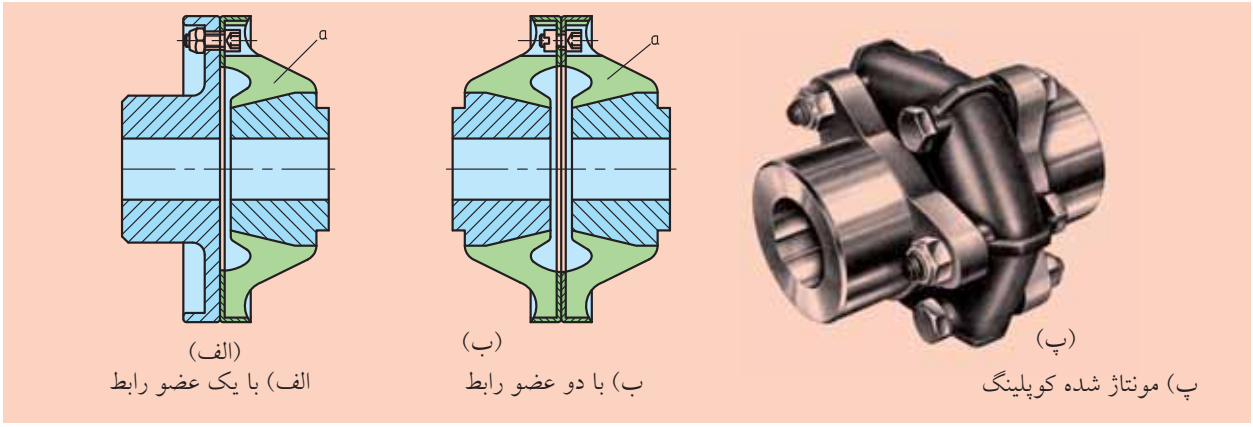
اثرات ناشی از انحرافات زیاد شعاعی، زاویه‌ای و جابه‌جایی محوری، خنثی می‌شوند. چنان‌چه در شکل ۱۵ـ۷ مشاهده می‌کنید هر دو گلویی به‌کمک لاستیک U شکل رشته‌وار، با استفاده از حلقه‌های فشاری توسط پیچ‌ها به همدیگر متصل می‌شوند. بدین‌ترتیب انحرافات خیلی بزرگ تنظیم می‌شود و باعث انتقال گشتاورهای بزرگ می‌شود.



شکل ۱۵ـ۷ کوپلینگ پری‌فلکس

کوپلینگ بسیار الاستیک کِگِل فلکس[2]

این کوپلینگ‌هابا خاصیت بالای الاستیک و مطابق شکل ۱۶ ـ۷ دارای عضو رابط مخروطی شکل (a) هستند. حداکثر گشتاوری 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 دیگری برقرار یا قطع می‌کنند و سرعت‌های آن دو محور را به یک سرعت واحد می‌رسانند، همچنین با گشتاور ایجاد شده، انرژی را منتقل می‌سازند.

ابعاد کلاچ‌ها متناسب با قطر محورها به‌صورت استاندارد ساخته می‌شود و

1.Periflex
2.Kegelflex

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.

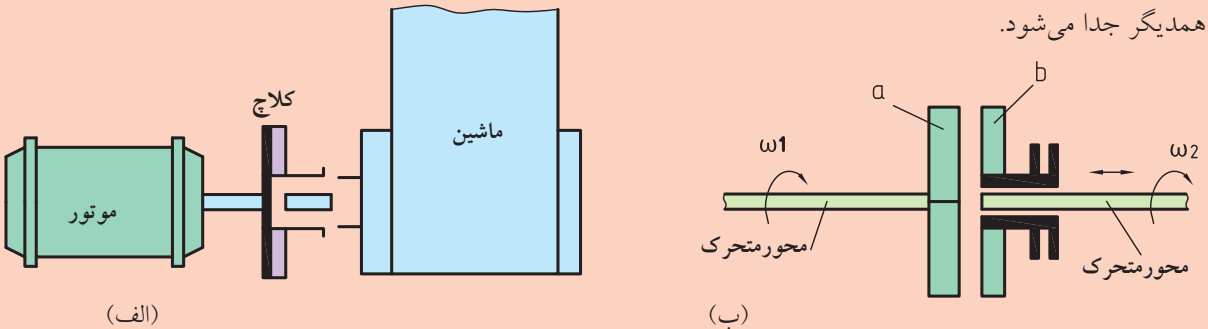
کلاچ‌هـــای متغیر، علاوه بر فراهم‌ســـازی امکان انتقال حرکت و گشـــتاور، وظیفـــه دارنـــد حرکت را نیز به دلخـــواه قطع و وصل کننـــد. از برخی کلاچ‌ها به‌منظور ضامن ایمنی نیز استفاده می‌شود. بدین‌صورت که در موقع افزایش غیر مجاز نیرو، ارتباط حرکت را قطع می‌کنند و مانع از آســـیب‌دیدگی ســـایر اجزاء ماشین 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 کـــه بتوانیم نیمـــه b کلاچ را در جهت محور بلغزانیم. در نتیجه لغزش، با نیمه a ارتباط برقرار می‌کند، حرکت محور محرک به محور متحرک منتقل می‌شـــود و ارتباط آن دو برقرار می‌شـــود و درصورت جدا شـــدن نیمه b از نیمه a، حرکت دو محور از همدیگر جدا می‌شود.

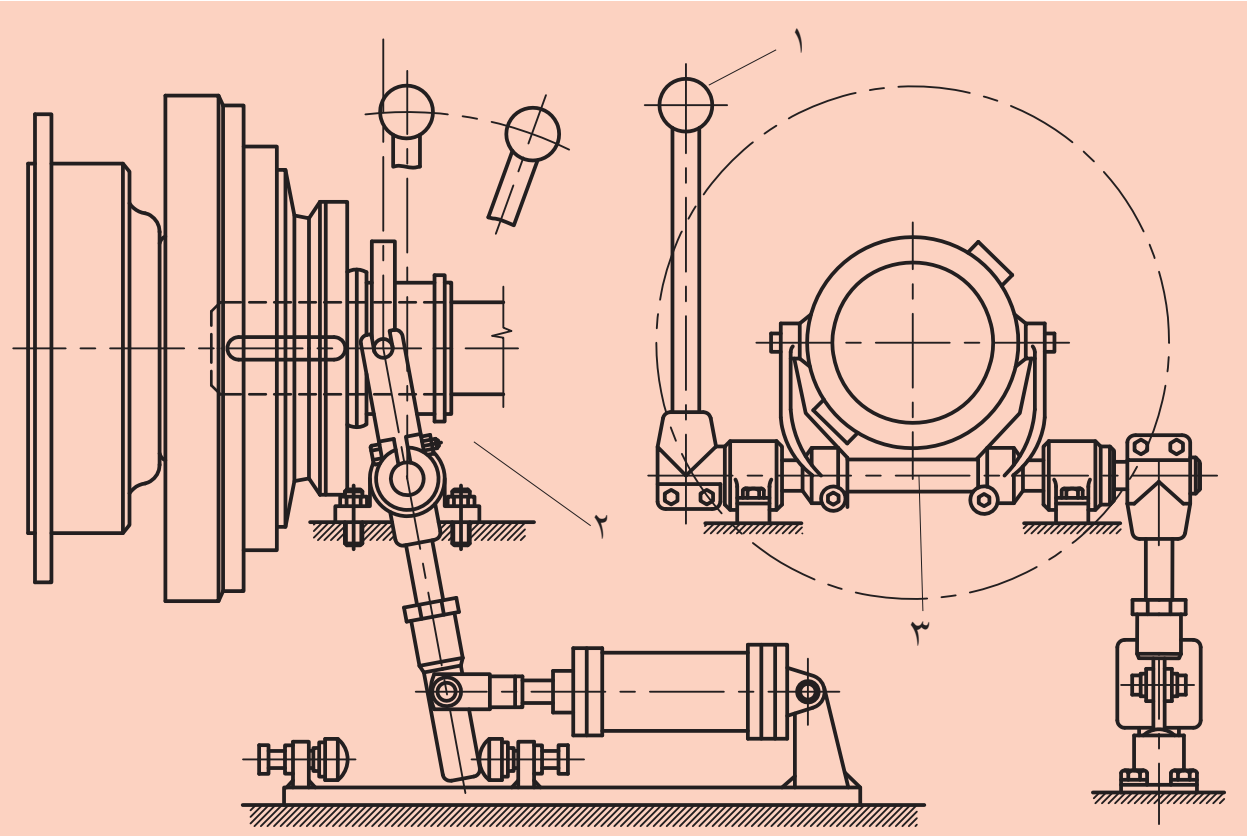


(الف) (ب)

شکل ۱۷ـ۷ 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 ۱۸ـ۷ 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.



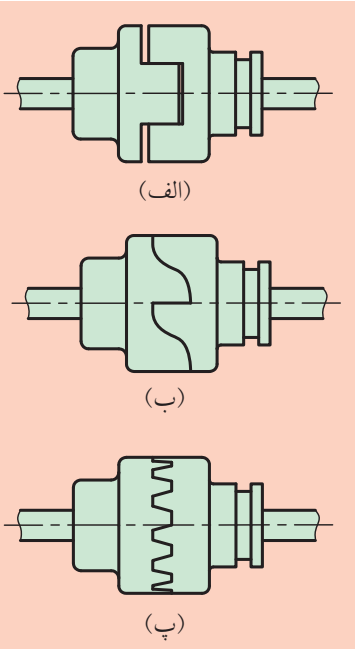
۱ـ اهرم ۲ـ چنگال کنترل ۳ـ بازوی کنترل

شکل ۱۸ـ۷ 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.

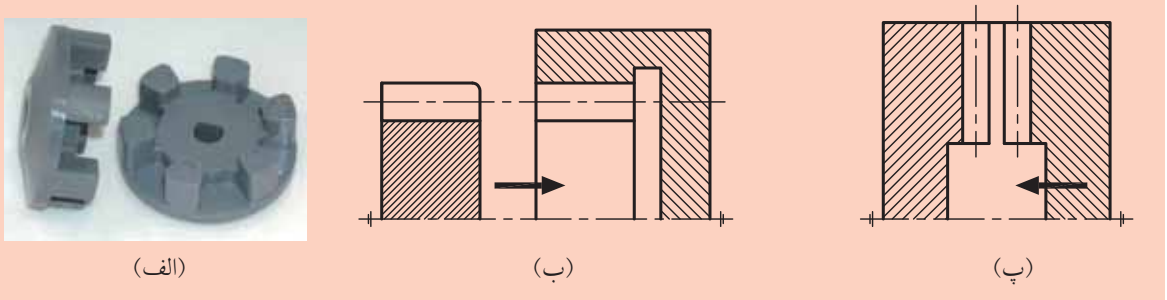


شکل ۱۹ـ ۷ انواع کلاچ‌های پنجه‌ای

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 ۱۵۰ RPM می‌توانند، درگیر شوند. فقط کلاچ‌های پنجه‌ای فرم‌دار (شکل ۱۹ـ۷ ب) گشتاور را در یک جهت تغییر می‌دهند.

کلاچ‌های دارای پنجه مکعب‌مستطیل (شکل۱۹ـ۷ 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 (شکل۲۰ـ۷ الف).

در کلاچ‌های دنده‌ای، دندانه‌ها، یا در سطح جانبی نیمه کلاچ‌ها (شکل۲۰ـ۷ ب) و یا در سطح پیشانی آن‌ها قرار دارند (شکل۲۰ـ۷ پ).



شکل ۲۰ـ۷ روش‌های درگیری دندانه‌های کلاچ‌های دنده‌ای

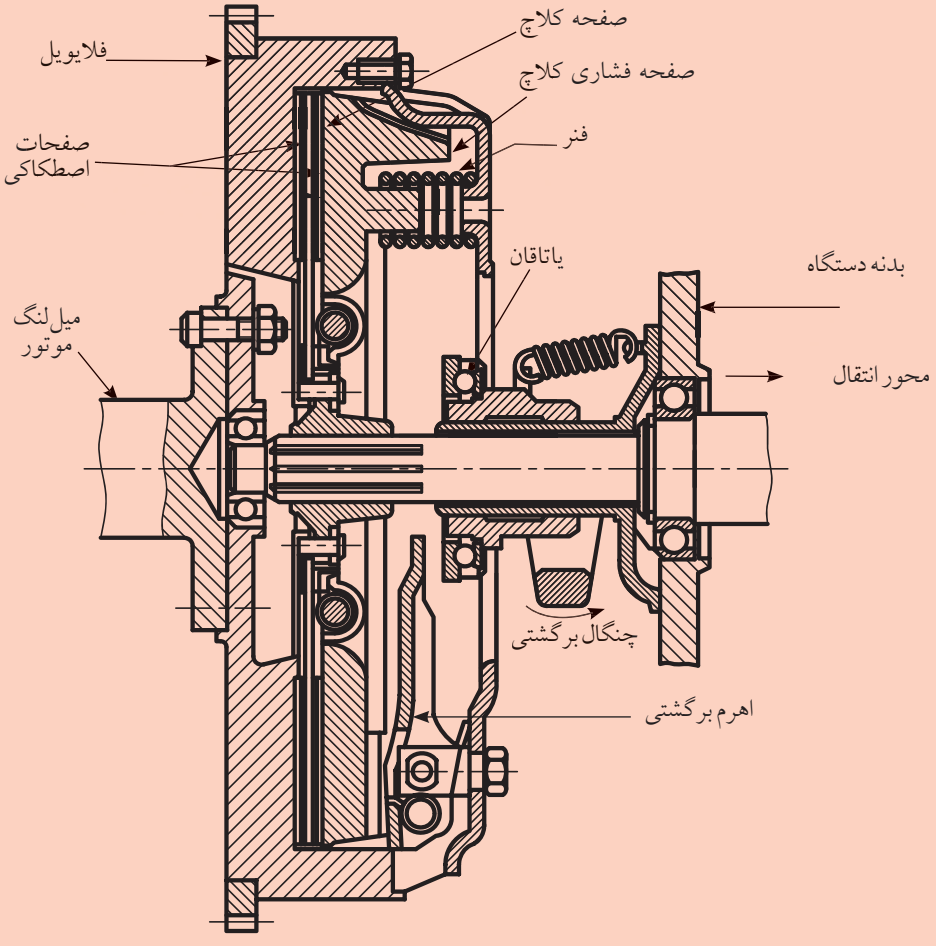
این کلاچ‌ها تا ۳۰۰ دور بر دقیقه می‌تواند درگیر شوند. معمولاً کلاچ‌های صلب در ابعاد کوچک می‌توانند گشتاورهای بسیار بزرگی را منتقل کنند. فقط در موقع ارتباط، دو نیمه کلاچ با ضربه (ضربه‌های کلاچی) روبه‌رو می‌شوند، به‌همین دلیل باید نیمه‌های کلاچ به‌طور کامل هم‌مرکز باشند.

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 می‌شـود و هر دو محور با یک سـرعت شروع به حرکت دورانی می‌کنند.

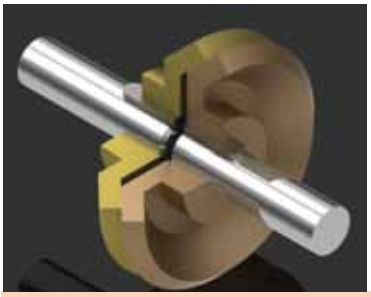
ب) در نتیجه این لغزش، اتلاف انرژی و به دنبال آن ازدیاد گرما ظاهر می‌شود. عمل قطع و وصل هر چه بیشـتر تکرار شود، باعث به‌وجود آمدن ساییدگی و ایجاد خراش می‌شود.

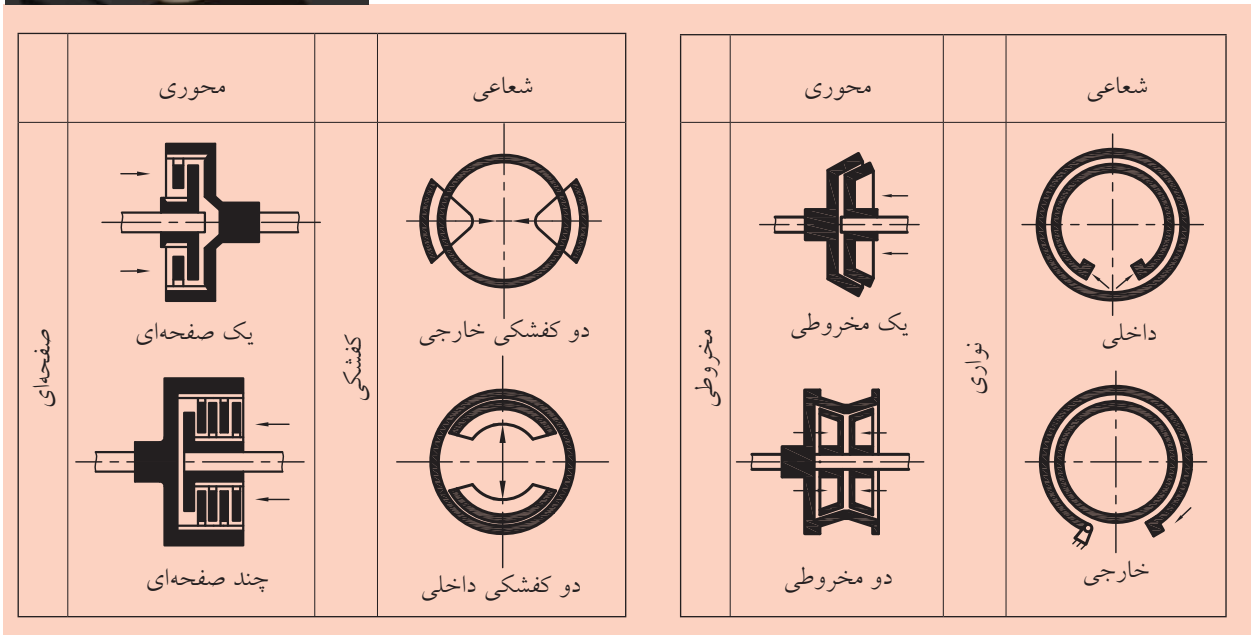
پ) گشـتاور به راحتی از محور محرک بـه محور متحرک (بدون ضربه) انتقال می‌یابد.

ت) عمـل قطع و وصل در هر زمان، خیلی سـاده و راحـت انجام می‌گیرد. با توجه به بند پ وت، کلاچ‌های اصطکاکی در عمل، بیشـترین 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 شـکل ۲۲ـ۷ نمونه ساده این نوع کلاچ‌ها را مشاهده می‌کنیم. کلاچ‌های اصطکاکی به‌صورت‌های اتوماتیک نیز زیاد سـاخته می‌شـوند که نمونه‌هایی از آن‌ها را شرح خواهیم داد.

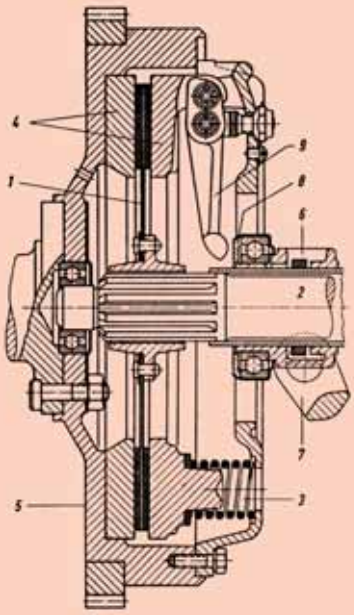




شکل ۲۲ـ۷ نمونه‌هایی از کلاچ‌های اصطکاکی

۴ـ۴ـ۷ کلاچ‌های یک‌صفحه‌ای

در شـکل ۲۳ـ۷ یک کلاچ دیسکی یک صفحه‌ای که برای قطع و وصل حرکت در وسایل نقلیه موتوری مناسب است، مشاهده می‌شود.

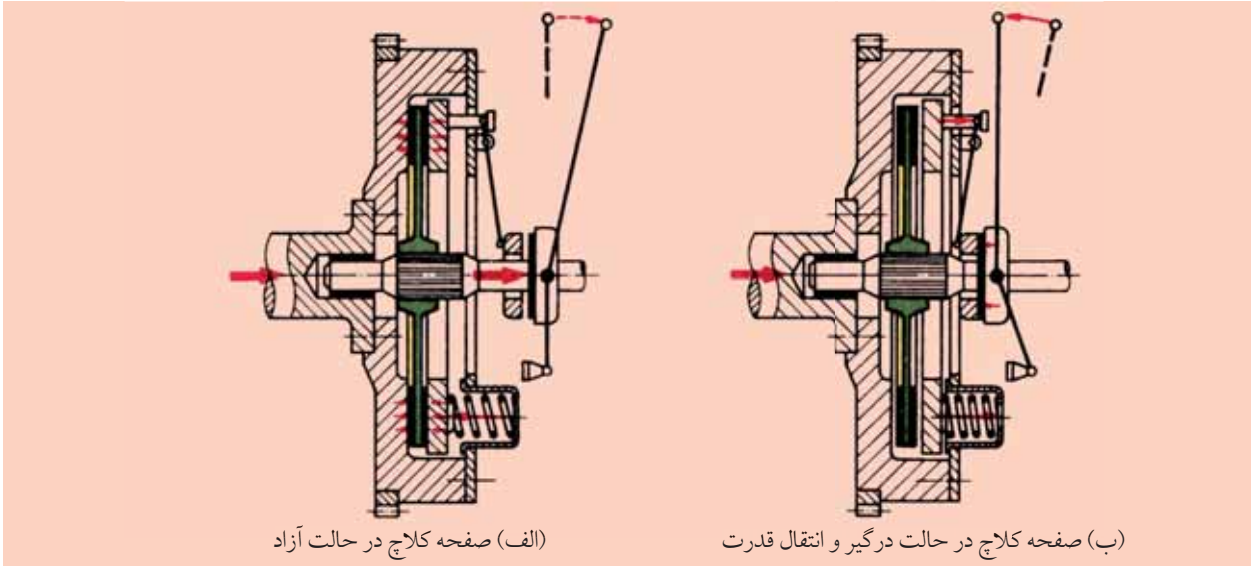


شکل ۲۳ـ۷ سیستم کلاچ یک‌صفحه‌ای

طرز کار کلاچ صفحه‌ای را در شکل ۲۴ـ۷ می‌بینیم. با دقت در این شکل، کلاچ‌های صفحه‌ای را درحالت کار کردن و همچنین درحالت آزاد مشاهده می‌کنیم. اگر اهرم را در جهت فلش بکشیم (شکل ۲۴ـ۷ الف) کلاچ درگیر می‌شود و کار انجام می‌دهد، ولی اگر آن‌را به‌جای اول خود برگردانیم (شکل ۲۴ـ۷ب) کلاچ آزاد می‌شود.

کارکرد

گشـتاور چرخشی در هر دو جهت توسـط اصطکاک لنت کلاچ که به صفحه فولادی متصل اسـت، منتقل می‌شـود. این صفحـه قابل لغزش روی هزارخار امتداد محور شـماره (۲) جعبه‌دنده و قابل جابه‌جا شدن در امتـداد محور اسـت. لنت کلاچ به‌وسیله فنرهای فشاری (۳) بین دو صفحه فشـار (۴) فشـرده شده و با محفظه کلاچ (۵) اتصال اصطکاکی به‌وجود می‌آید. با لغزش غلاف (۶) به‌کمک اهرم کلاچ (۷) سمت چپ انتقال حرکت قطع می‌شود، بنابراین عمل حلقه متصل بـه بلبرینگ (۸) قسمت کروی انتهای اهرم‌های (۹) را فشـار می‌دهد و سر دیگر اهرم، موجـب حرکـت صفحـه‌کلاچ به راست و جمع شـدن فنرهای فشار و قطع اتصال کلاچ می‌شود.



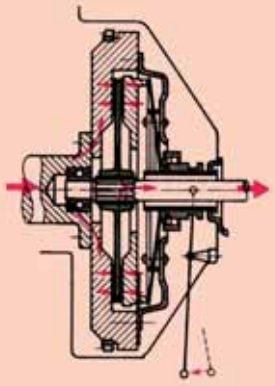
(ب) صفحه کلاچ در حالت درگیر و انتقال قدرت

(الف) صفحه کلاچ در حالت آزاد

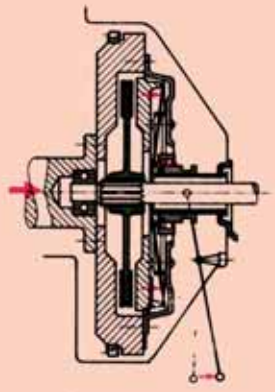
شکل ۲۴ـ۷

در شکل ۲۵ـ۷ نیز کلاچ صفحه‌ای نوع دیگری را مشاهده می‌کنیم که در شکل ۲۵ـ۷ ب در حالت درگیر و در شـکل ۲۵ـ۷ پ در حالت آزاد، نشان داده شده است.

(الف)



(ب)

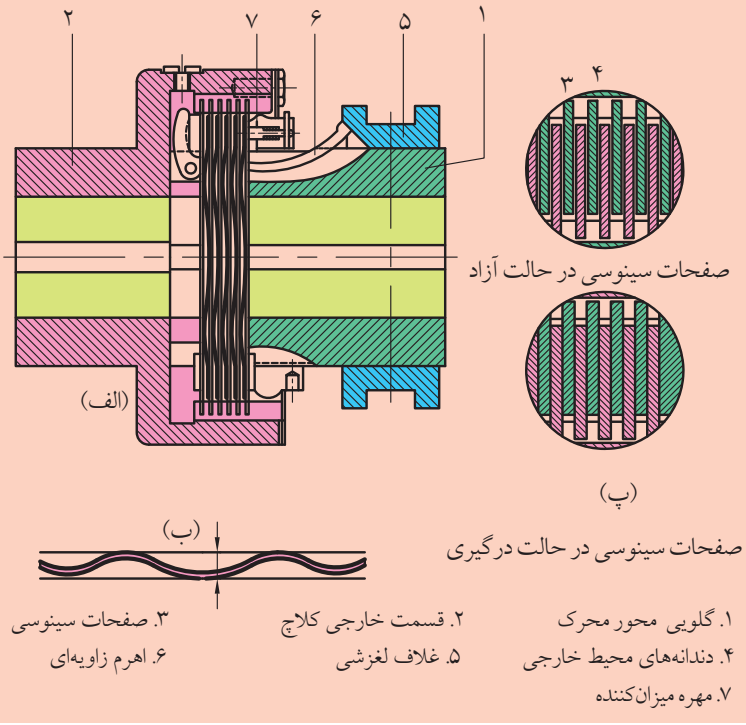


(پ)

شکل ۲۵ـ۷

۵ـ۴ـ۷ کلاچ‌های چندصفحه‌ای

یک کلاچ چندصفحه‌ای، در شکل ۲۶ـ۷، نشان داده شده است. این نوع کلاچ‌ها از نظر ساختمان نظیر کلاچ‌های یک‌دیسکی هستند، با این تفاوت که در این‌جا بـه بدنه محور محرک و همچنین به گلویی محور متحرک، دیسـک‌های زیادی بسـته می‌شـوند. از طرف دیگر دیسک‌ها بدون پوشش هسـتند و از فولادهای سخت‌کاری‌شده سـاخته می‌شوند. در این‌صورت، سـطوح اصطکاکی فولاد ـ فولاد هسـتند. این کلاچ‌ها به کلاچ‌های سینوسی نیز مشهورند و بین دیسک‌ها، ورق‌های فنری خیلی نازکی به‌کار برده می‌شوند (شکل ۲۶ـ۷ب).

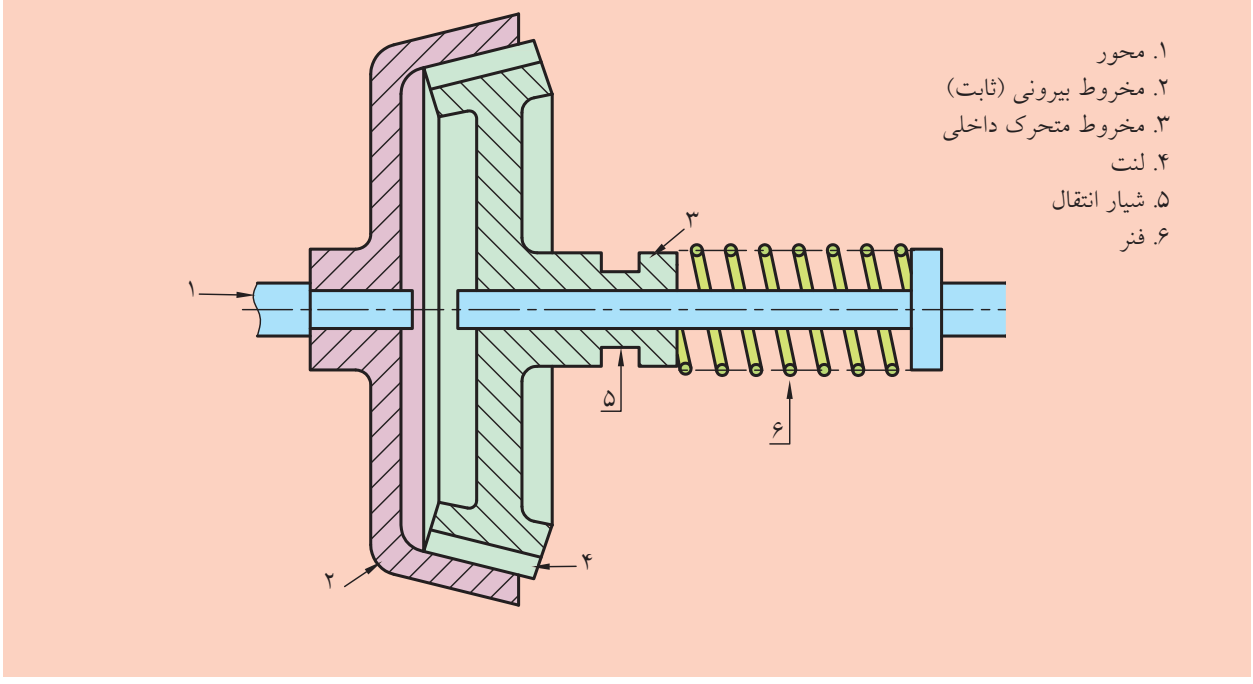


شکل ۲۶ـ۷ کلاچ چندصفحه‌ای با صفحات سینوسی

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 ـ 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 ۲۷ـ۷، کلاچ مخروطـــی 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.

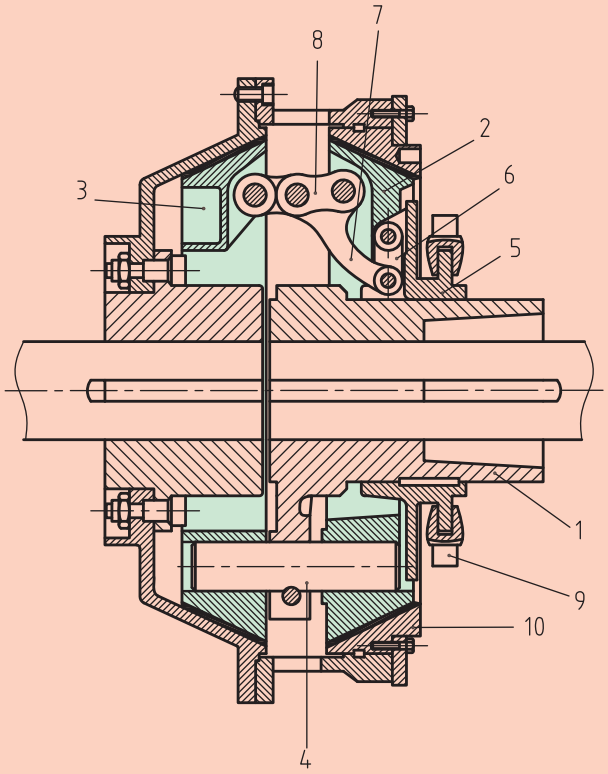


شکل ۲۷ـ ۷ کلاچ مخروطی یک‌صفحه‌ای

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.



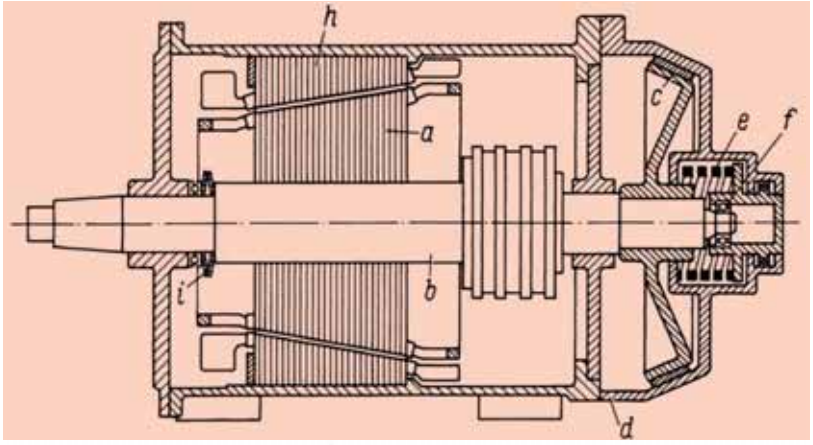
شکل ۲۸ـ۷ یک کلاچ مخروطی دوبل

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

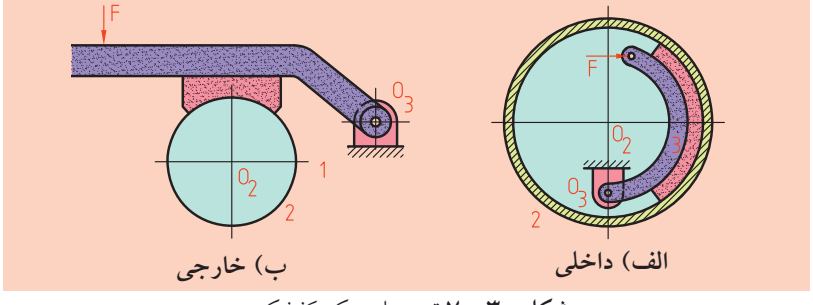
داخلی یا خارجی، دیسکی و نواری هستند. همچنین سیستم‌های کنترل آن‌ها مانند کلاچ‌ها به‌صورت مکانیکی، پنوماتیکی، هیدرولیکی و الکترومغناطیسی ساخته می‌شوند. ترمزها را برای منظورهای مختلفی به‌کار می‌برند. مثلاً برای پایین‌آوردن جسمی که سیستم ترمز آن انرژی پتانسیل را جذب کرده و به‌صورت انرژی حرارتی تبدیل می‌کند 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 ۲۹ـ۷ یک مدل از ترمزهای مخروطی را مشاهده می‌کنید که به یک موتور روتور کشویی با ترمز مخروطی مربوط است.



شکل ۲۹ـ۷ موتور ـ روتور کشویی با ترمز مخروطی

۱ـ۵ـ۷ 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 ۳۰ـ۷ 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 ـ ۷ ترمزهای یک کفشکی

کارکرد

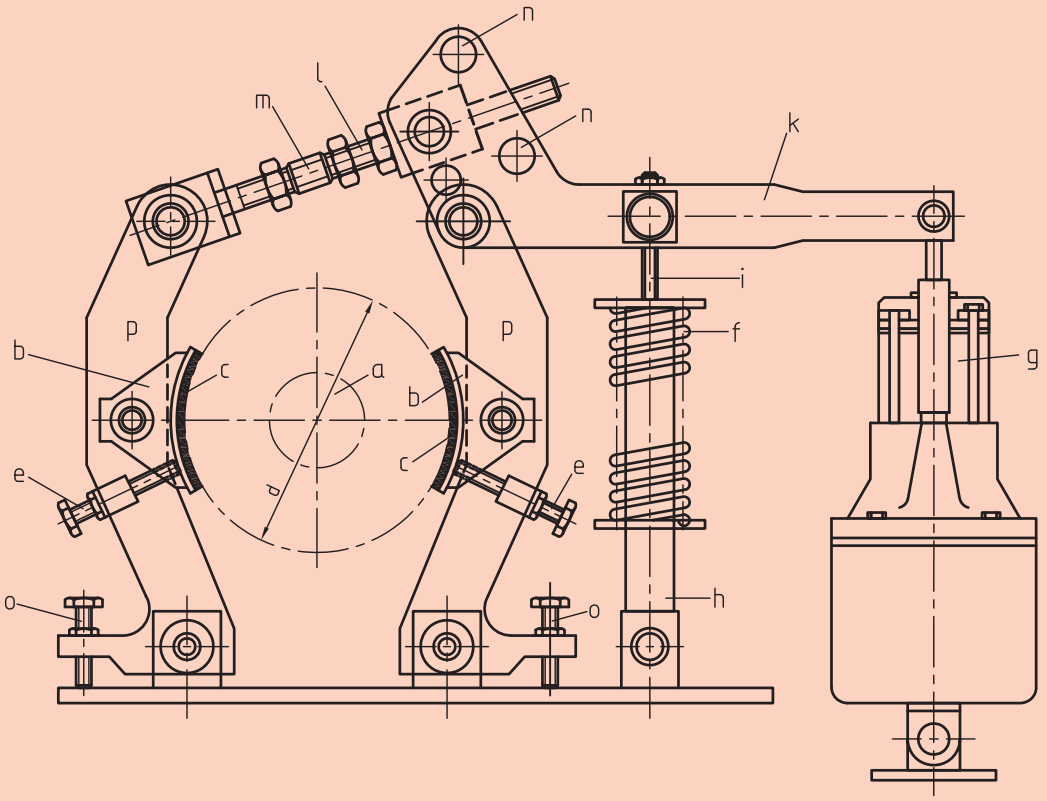
در حالت سکون، فنر (e) از طریق بلبرینگ (f) و دیسک (c) ترمز را به مخروط ترمز در محفظه (d) فشار می‌دهد و در نتیجه شافت b محکم نگه داشته می‌شود.

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.

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 ۳۰ـ۷ الف)

ترمزهای دو کفشـــکی، به‌ویژه در شـــرایط کاری ســـخت، مثـــلاً در جرثقیل‌ها، سیســـتم‌های انتقال مواد و سیستم‌های نوردکاری به‌کار می‌روند. در شکل ۳۱ـ۷ یک ترمز دوکفشکی را مشاهده می‌کنید که در جرثقیل‌ها به‌کار می‌رود.



(a) شـــافت موتور، (b) کفشـــک‌های ترمز (c) لنت‌ترمز اســـت. کفشـــک‌ها با پین در اهرم ترمز (p) یاتاقان‌بندی می‌شوند و پیچ‌های تنظیم (e) از واژگون‌شـــدن کفشـــک‌ها در اثر وزنشـــان، در حالتی‌که ترمز آزاد است، جلوگیری می‌کنند. فنر فشاری (f) اهرم ترمز را همراه با کفشـــک‌ها از طریق میله‌های (k,i,h,l) به طبلک ترمز فشـــار 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 یکســـان کفشـــک‌ها به‌کار می‌رود. پیچ‌های تنظیم نباید در کورس آهنربا مانع ایجاد کنند.

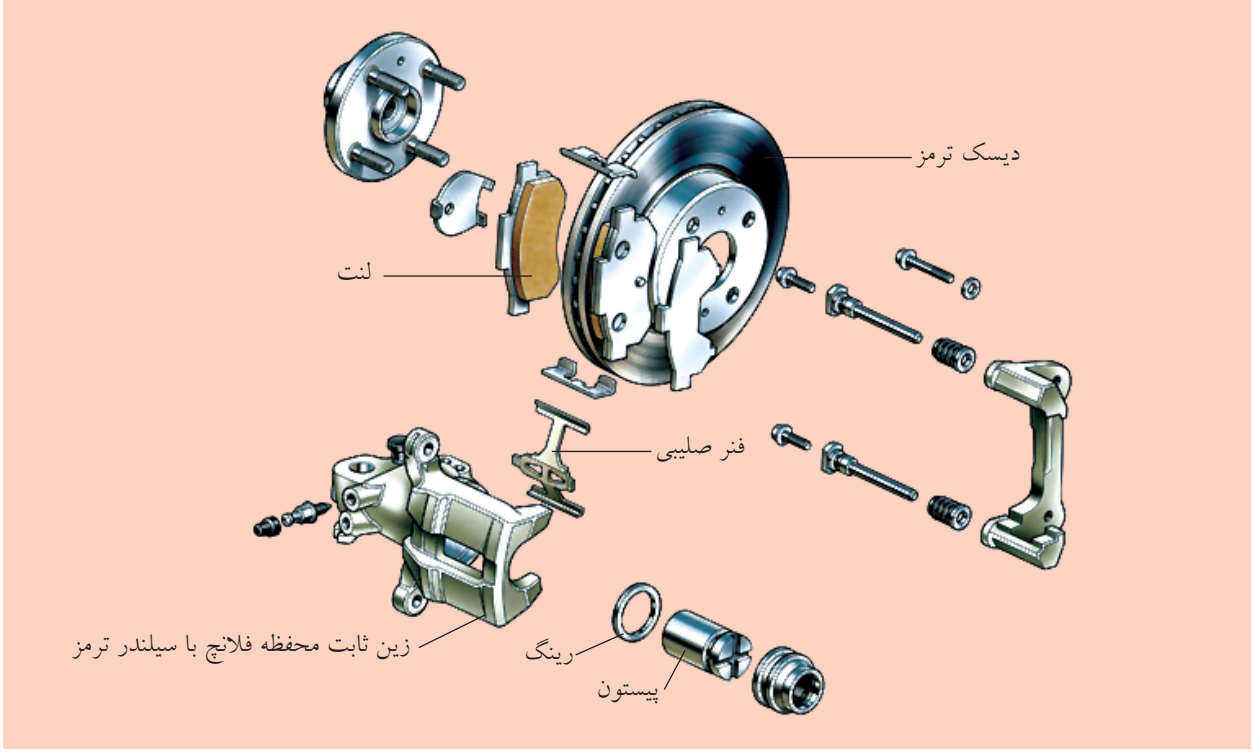
شکل ۳۱ ـ ۷ ترمز دو کفشکی خارجی به‌عنوان ترمز ایست‌کننده

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 ۳۲ـ۷ ترمز دیسکی با زین ثابت نشان داده شده است، که به انبر نیز معروف است.

شکل ۳۲ـ۷ 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.

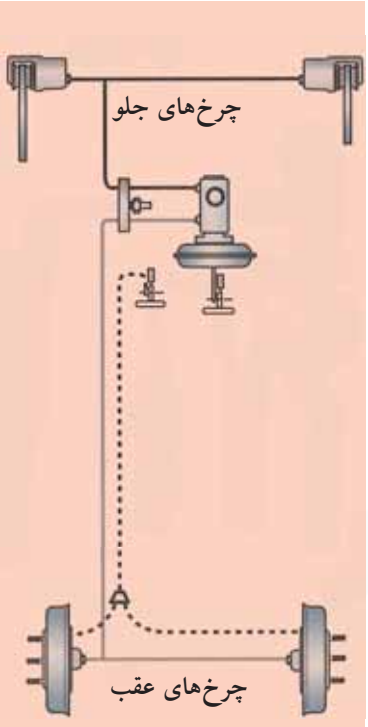
اجزاء یک زین را در شکل ۳۳ـ۷ مشاهده می‌کنید.

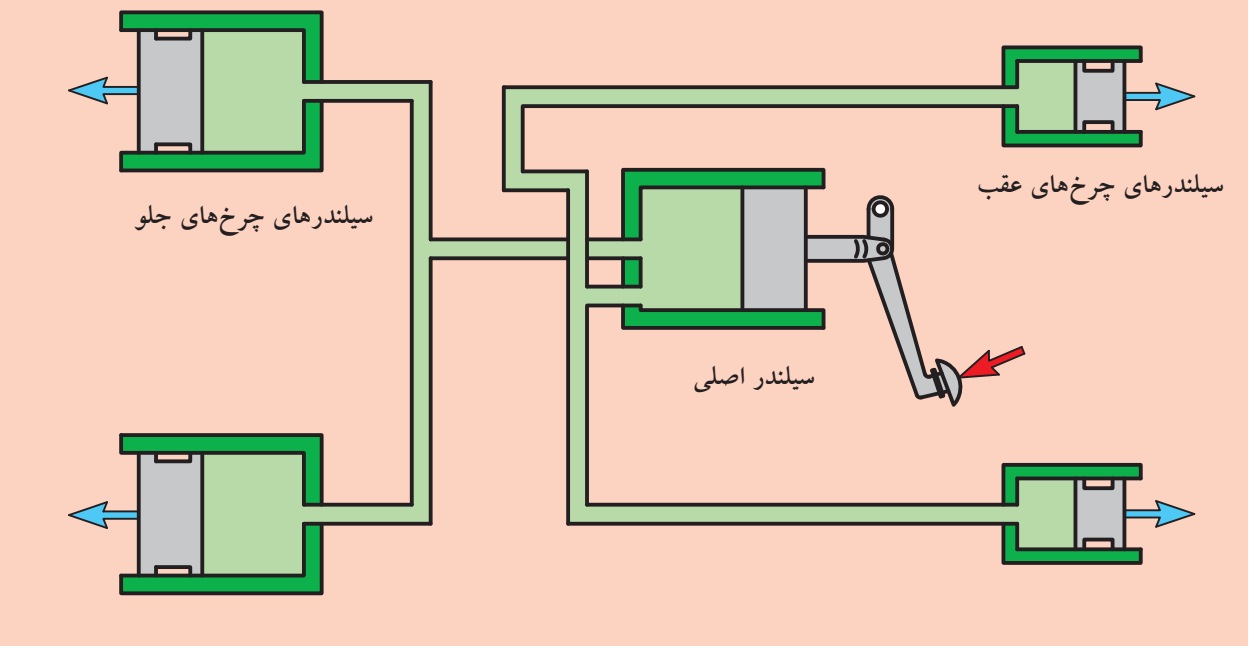


شکل ۳۳ـ۷ اجزاء زین ترمز دیسکی

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.

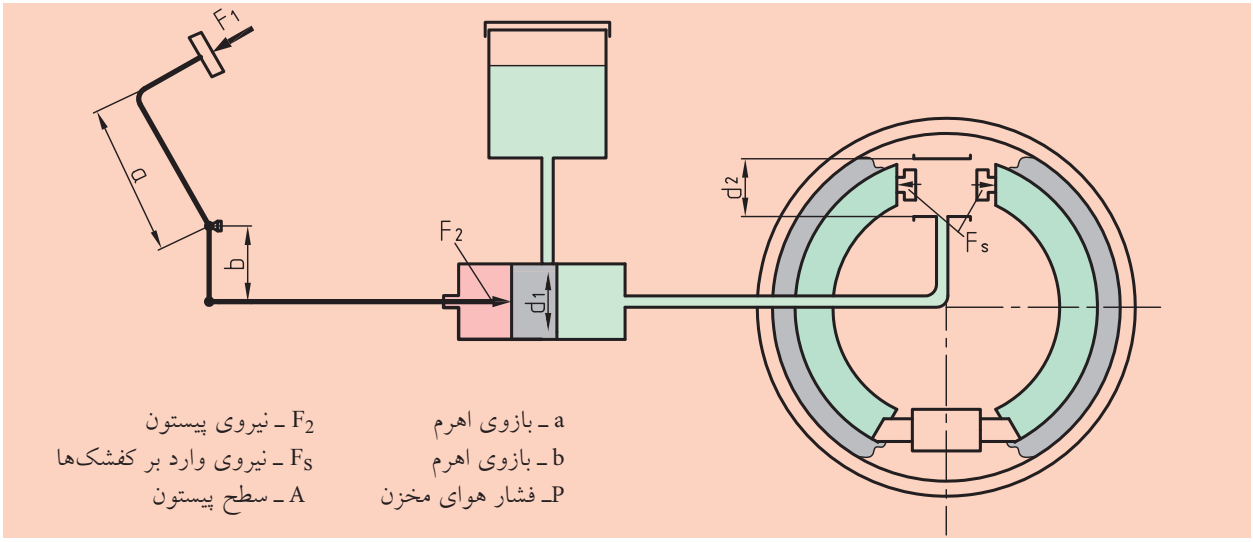
اما ترمزهای دو کفشکی داخلی از نظر کارکرد مشابه ترمزهای کفشکی خارجی هستند. در خودروهای سواری و کامیون‌ها، از این ترمزها استفاده می‌شود که بیشتر هیدرولیکی کار می‌کنند. به‌دلیل گشتاور اینرسی خودرو در زمان ترمز گرفتن، ۵۵٪ الی ۶۰٪ وزن خودرو به لاستیک‌های جلو گشتاور وارد می‌شود، درنتیجه، لاستیک‌های جلوی ماشین 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 ۳۴ـ۷ 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.





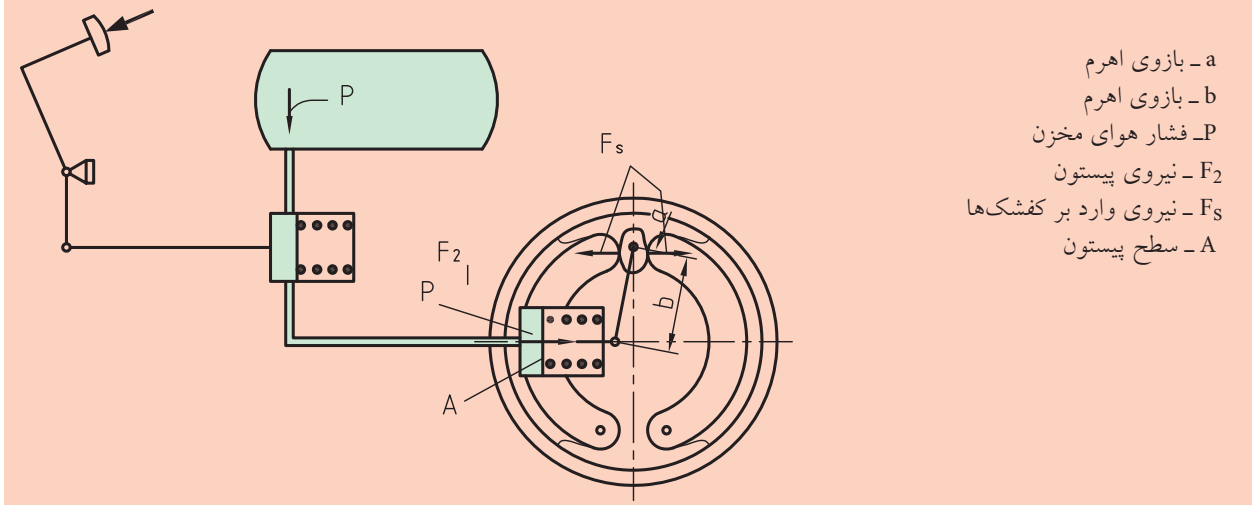
شکل ۳۴ـ۷ سیستم هیدرولیک ترمز در خودرو

در شکل ۳۵ـ۷ 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 ۳۵ـ۷ 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 ۳۶ـ۷ مدار پنوماتیکی سیستم ترمز را مشاهده می‌کنید.

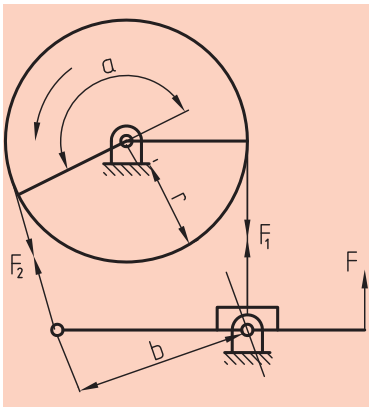


شکل ۳۶ـ۷ مدار پنوماتیکی سیستم ترمز

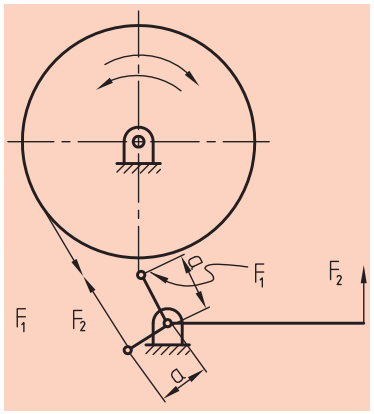
۷ـ۵ـ۲ ترمزهای نواری

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 ۷ـ۳۷ 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 ۷ـ۳۷ ترمز نواری



شکل ۷ـ۳۸ ترمز نواری

۷ـ۵ـ۳ لنت‌ها

لنت‌هـا، در کلاچ‌ها و ترمزها کاربرد دارند. در ترمزها، پوشـش کفشـک‌ها را لنت‌ها تشکیل می‌دهند (شکل ۷ـ۳۹).

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:

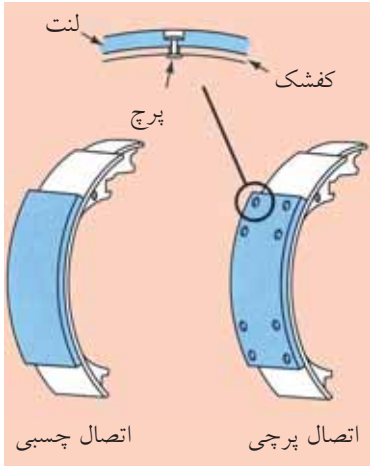
الف) ضریب مالشی بالا و یکنواختی داشته باشند.

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.



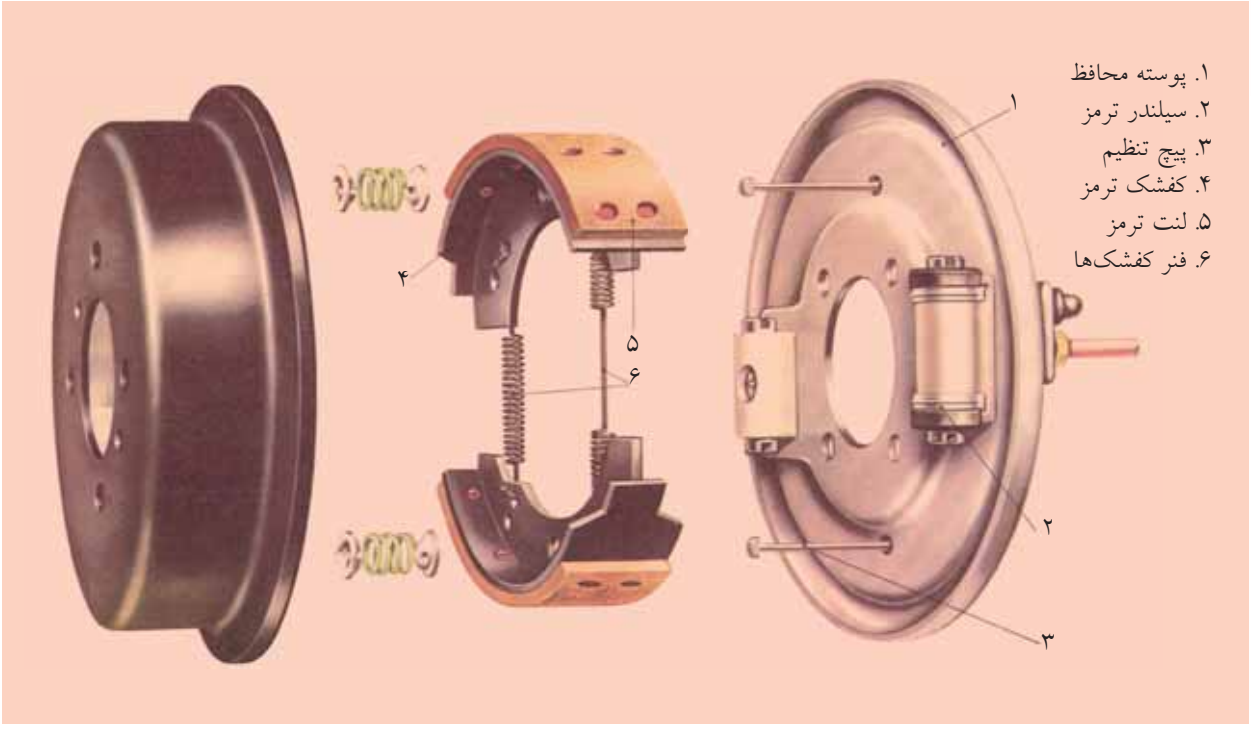
شکل ۷ـ۳۹ لنت‌های ترمز

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 ۴۰ـ۷ 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.

درست ☐ نادرست ☐

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