فصل اول
اتصالات جدا نشدنی

مفاهیم اصلی اجزای ماشین

تعریف اجزای ماشین:
اجزای ماشین به قطعاتی از ماشین گفته می‌شود که هر کدام بنابر وظیفه و کار خود، دارای شکل معین بوده، می‌توانند ثابت یا متحرک باشند.

تعریف مکانیسم:
از به هم پیوستن تعدادی از اجزای ماشین که نحوه ارتباط آن‌ها با هم حرکت معینی را بوجود می‌آورد «مکانیسم» ایجاد می‌شود.

تعریف ماشین:
ماشین از به هم پیوستن مکانیسم‌ها بوجود می‌آید و وسیله‌ای برای تبدیل یا انتقال کار و انرژی است. بعبارت دیگر هنگامی که مکانیسم برای انتقال انرژی در عمل مشخصی مورد استفاده قرار می‌گیرد، مکانیسم به ماشین تبدیل می‌گردد لذا می‌توان گفت ماشین مکانیسمی است که نیرو و حرکت را انتقال می‌دهد و کار مفید انجام می‌دهد.

مثال ۱ ـ کدام تعریف در مورد «مکانیسم» صحیح است؟

۱) قطعاتی از ماشین که هر یک بنابر وظیفه خود دارای شکل خاص و معینی می‌باشند.

۲) از بهم پیوستن تعدادی از اجزای ماشین که نحوه ارتباط آن‌ها با هم حرکت معینی را بوجود می‌آورد.

۳) وسیله‌ای است برای تبدیل یا انتقال کار و انرژی.

۴) نحوه اتصال اجزای ماشین به یکدیگر

☑ **پاسخ :** گزینه «۲»

طبقه‌بندی اجزای ماشین:

۱ـ اجزا اتصال دهنده: پیچ و مهره، پرچ، خار ، گوه ، پین و ...

۲ـ اجزا و قطعات تولیدکننده قدرت: سیلندر، پیستون، اجزای موتورهای الکتریکی، دینام و ...

۳ـ اجزا انتقال دهنده قدرت و حرکت ـ اجزای ارتباطی: چرخ دندانه، چرخ تسمه، چرخ زنجیر، کوپلینگ، کلاچ و ...

۴ـ اجزا هدایت کننده جهت حرکت : فرمان‌ها، بادامک‌ها، خارج از مرکزها و ...

۵ـ اجزا ضربه‌گیر و آرام کننده ارتعاشات: فنرها، ارتعاش‌گیرها و ...

۶ـ اجزا تکیه گاهی: یاتاقان‌ها، سطوح راهنما و ...

۷ـ اجزا حامل: محورها، اکسل‌ها و ...

۸ـ اسکلت و چهارچوب دستگاه: شاسی، بدنه ، دیواره ، قاب و ...

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال ۲ ـ «چرخ دنده و چرخ تسمه » در کدام گروه اجزای ماشین قرار می‌گیرند؟

۱) انتقال دهنده قدرت و حرکت
۲) اتصال دهنده قطعات به یکدیگر
۳) ماشین‌های تولیدکننده قدرت
۴) هدایت‌کننده جهت حرکت

☑ **پاسخ :** گزینه «۱»

مثال ۳ ـ «خار و گوه» در کدام گروه از طبقه‌بندی اجزای ماشین قرار دارند؟

۱) اجزا اتصال
۲) اجزا هدایت کننده جهت حرکت
۳) اجزا انتقال دهنده قدرت و حرکت
۴) اجزا تولیدکننده قدرت

☑ **پاسخ :** گزینه «۱» اجزا اتصال دو یا چند قطعه را به یکدیگر و یا ماشین را به فوندانسیون اتصال می‌دهند.

اتصالات:

محصولات اولیه فلزی که در اختیار سازندگان و تولیدکنندگان قرارمی‌گیرد و از آن‌ها فرآورده‌های صنعتی تولید می‌شود بصورت فلزات ریختگری شده و یا آهنگری شده (نورد) است. برای ساختن یک محصول صنعتی فلزی، پس از بریدن قطعات و اجزای آن، لازم است این اجزا به یکدیگر پیوند خورده و به هم متصل شوند تا ساختار مورد نظر به وجود آید. برای رسیدن به این هدف روش‌های مختلف اتصالات مورد بحث می‌باشد. مهمترین روش اتصالات قطعات عبارتند از: اتصالات دائم، نیمه موقت و موقت.

اتصالات دائم:

به اتصالاتی گفته می‌شود که پس از جداسازی آن‌ها وسیله اتصال و قسمتی از قطعات متصل شده یا تمامی آن‌ها آسیب ببینند لذا در اتصال قطعات صنعتی هنگامی از این روش استفاده می‌شود که نیاز به جداسازی آن‌ها نباشد. بعبارت دیگر هنگامی که بخواهند دو یا چند قطعه را بصورت دائم و همیشگی به یکدیگر متصل کنند از اتصالات دائم استفاده می‌شود مانند جوشکاری ـ لحیم‌کاری سخت ـ چسباندن (جوشکاری بدلیل استحکام قابل توجه و سرعت عمل زیاد استفاده فراوان‌تری دارد).

اتصالات نیمه موقت:

وقتی قطعات یک سازه را نتوان به سهولت جوشکاری نمود (مانند ورق‌های نازک قطعات آلومینیومی و ...) و یا قطعات از نوع تعویضی باشند (مانند گلگیر و بدنه بعضی از خودروها) در این گونه موارد از اتصالات نیمه موقت استفاده می‌شود. مهمترین اتصالات نیمه موقت پرچکاری و لحیم‌کاری نرم است.

اتصالات موقت:

اتصالات موقت (جدا شدنی) به اتصالاتی اطلاق می‌شوند که در صورت لزوم بتوان قطعات متصل شده را به راحتی از هم جدا نمود. در این روش وسیله اتصال و قطعات اتصال در هنگام جداکردن از بین نرفته و مجدداً قابل استفاده می‌باشند مانند پیچ و مهره، خار ، گوه، پین و ...

مثال ٤ ـ «اتصال دائم» اتصالی است که پس از جداسازی:

۱) قطعات اتصال سالم بوده و عامل اتصال از بین برود.
۲) قطعات اتصال و عامل اتصال هر دو سالم باشند.
۳) قطعات اتصال و عامل اتصال هر دو خراب شوند.
۴) قطعات اتصال از بین برود و عامل اتصال سالم باشد.

☑ **پاسخ :** گزینه «۳» اتصالات دائم (همیشگی) به اتصالاتی گفته می‌شود که پس از جداسازی آن‌ها وسیله اتصال و قسمتی از قطعات اتصال یا تمامی آن‌ها آسیب ببینند.

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال ۵ ـ برای اتصال اجزا و قطعات دستگاهی که به طور مکرر باز و بسته می‌شوند کدام اتصال مناسب است؟

۱) جوش ۲) پیچ و مهره ۳) لحیم نرم ۴) پرچ

☑ **پاسخ :** گزینه «۲»

مثال ٦ ـ به کدام دلیل جوشکاری رواج بیشتری در تولیدات صنعتی پیدا کرده است؟

۱) سهولت باز و بسته کردن قطعات ۲) مناسب برای اتصال قطعات ظریف و حساس

۳) کیفیت اتصال نسبت به سایر روش‌ها ۴) سرعت عمل و استحکام زیاد

☑ **پاسخ :** گزینه «۴» در بین اتصالات دائم، جوشکاری بدلیل آسانی و سرعت عمل و هم چنین استحکام بخشیدن به قطعات اتصال رواج بیشتری در تولیدات صنعتی پیدا کرده است.

نکته: اتصالات اجزای ماشین در اجرا به سه دستهٔ زیر تقسیم بندی می‌شوند:

۱) **اتصالات مکانیکی:** این اتصالات با استفاده از عوامل مکانیکی صورت می‌گیرد. مانند: پیچ و مهره، گوه، خار، پین و ....

۲) **اتصالات شیمیایی:** این اتصالات با استفاده از مواد شیمیایی (چسبهای معدنی و آلی) صورت می‌گیرد.

۳) **اتصالات متالورژیکی:** چنانچه قطعات در محل اتصال دچار تغییر خواص گردند، در اینصورت «اتصال متالورژیکی» صورت گرفته است. مانند: جوشکاری و لحیم‌کاری سخت.

مثال ۷ ـ فرایندچسبکاری جزو کدام گروه اتصالات اجزای ماشین در اجرا محسوب می‌شود؟

۱) متالورژیکی ۲) مکانیکی ۳) فیزیکی ۴) شیمیایی

☑ **پاسخ :** گزینه «۴»

جوشکاری WELDING

اتصال دو قطعه هم جنس را در صورتی که به یکی از روش‌های زیر انجام شود، **جوشکاری** گویند:

الف) در حالت مذاب یا جامد

ب) با استفاده از واسطه (از جنس قطعات اتصال) یا بدون واسطه (مواد کمکی)

ج) با ایجاد فشار یا بدون استفاده از فشار

جوشکاری عبارت است از یکپارچه کردن مواد فلزی و یا مصنوعی، که با بکاربردن حرارت تنها (جوش ذوبی) و یا حرارت و فشار (جوش پرسی) صورت می‌گیرد.

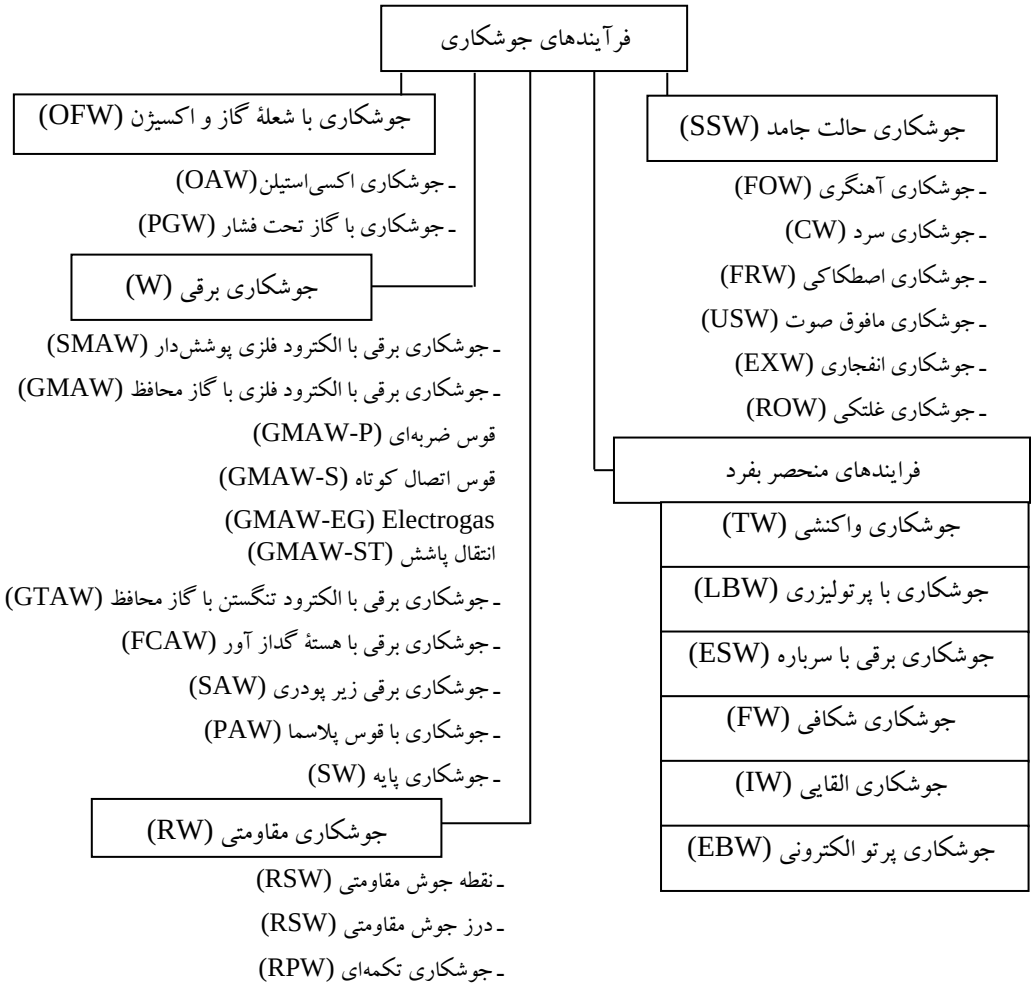
جوشکاری ذوبی:

در این روش جوشکاری لبه‌های مورد اتصال ذوب و با استفاده یا بدون استفاده از مفتول پرکننده درز (Filler metal) درهم آمیخته و پس از انجماد قطعات بهم اتصال می‌یابند مانند جوشکاری با قوس الکتریکی و الکترود فلزی، جوشکاری زیر پودری، جوشکاری با قوس الکتریکی و حفاظت با گاز، جوشکاری با شعله گاز و ...

www.modaresanesharif.ac.ir

جوشکاری فشاری:

فرایندی است که در آن لبه‌های مورد اتصال، تحت فشار و با استفاده از حرارت یا بدون آن درهم ادغام می‌شوند و قطعات به هم متصل می‌گردند. مانند جوشکاری آهنگری، اصطکاکی، القایی، مقاومتی و ...



طبقه‌بندی فرآیندهای معمول جوشکاری

جوشکاری با قوس الکتریکی و الکترود فلزی روپوش‌دار (SMAW)

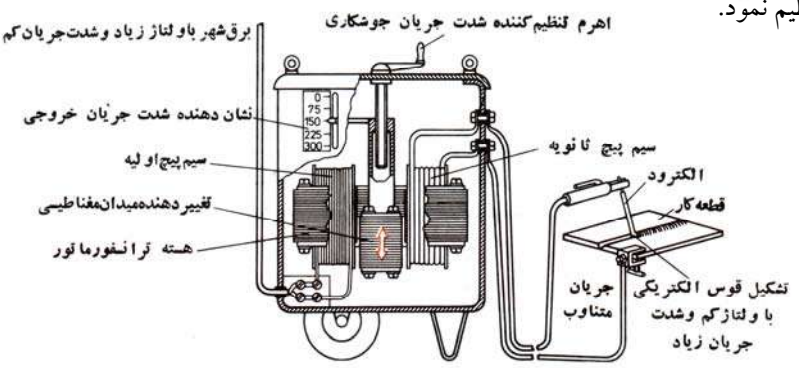
در این روش جوشکاری انرژی لازم از تشکیل قوس الکتریکی که بین دو قطب صورت می‌گیرد بدست می‌آید.

قوس الکتریکی عبارت است از تخلیهٔ بار الکتریکی بین دو قطب و یونیزه شدن گاز موجود در منطقه قوس. بعبارت دیگر قوس الکتریکی در نتیجه عبور جریان الکتریسیته از یک فاصله هوایی بین الکترود و قطعه‌کار ایجاد می‌گردد.

برای تشکیل قوس الکتریکی می‌توان از جریان مستقیم و یا متناوب استفاده نمود. در مواردی که از جریان مستقیم برای این منظور استفاده می‌شود معمولاً قطب مثبت به قطعه‌کار و قطب منفی به الکترود متصل می‌گردد. در این حالت درجه حرارت در قطب مثبت (قطعه‌کار) در حدود 600 درجه سانتی‌گراد بیشتر از قطب منفی (الکترود) می‌باشد. از این روش در جوشکاری قطعات ضخیم‌تر استفاده می‌گردد. در جوشکاری ورق‌های نازک بهتر است که قطب مثبت را به الکترود و قطب منفی را به قطعه‌کار وصل کنند تا حوضچه مذاب کم عمق‌تر بوده و قطعه‌کار را سوراخ نکند. این روش در جوشکاری فولادهای آلیاژی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

www.modaresanesharif.ac.ir

جهت تشکیل قوس‌الکتریکی، ولتاژ کم (15 تا 50 ولت) و شدت جریان زیاد (60 تا 300 آمپر) مورد نیاز بوده و برای تأمین آن لازم است که جریان برق شهر را که ولتاژ آن 220 ویا 380 ولت می‌باشد به ولتاژ مورد لزوم تبدیل نمود. وسیله تبدیل جریان ممکن است که ترانسفورماتور، یکسوکننده و یا یک موتور ژنراتور باشد که معمولاً بنام دستگاه جوشکاری معروف می‌باشد. در این میان موتور ژنراتورها و یکسوکننده‌ها جریان برق مستقیم عرضه کرده و در حقیقت یک نوع مبدل نیز می‌باشند ولی ترانسفورماتورها وظیفه تقلیل ولتاژ برق شهر و تأمین شدت جریان مورد لزوم برای تشکیل قوس‌الکتریکی را بعهده دارند، در تمام وسایل فوق جریان خروجی قابل تنظیم بوده و مقدار آن را می‌توان برحسب نوع کار تنظیم نمود.



مثال ۸ ـ *کدام مطلب درباره قوس الکتریکی صحیح است؟*

۱) هر چه قوس الکتریکی کوتاهتر باشد، جریان الکتریکی ایجاد شده بیشتر است.

۲) هر چه قوس الکتریکی بلندتر باشد، جریان الکتریکی ایجاد شده بیشتر است.

۳) قوس الکتریکی طولانی‌تر نسبت به قوس الکتریکی کوتاهتر به ولتاژ کمتر نیاز دارد.

۴) در قوس الکتریکی، الکترونها از قطب مثبت به طرف قطب منفی جریان می‌یابند.

☑ **پاسخ :** گزینه «۱»

مثال ۹ ـ *وظیفه «ترانسفورماتور جوشکاری» چیست؟*

۱) قابل تنظیم‌کردن ولتاژ جوشکاری
۲) کاهش شدت جریان و افزایش ولتاژ
۳) تبدیل جریان متناوب به جریان مستقیم
۴) کاهش ولتاژ و افزایش شدت جریان

☑ **پاسخ :** گزینه «۴» ترانس جوش وظیفه تقلیل ولتاژ برق شهر و تأمین شدت جریان مورد لزوم برای تشکیل قوس الکتریکی را بر عهده دارد.

مثال ۱۰ ـ *کدامیک از موارد زیر، جزو خصوصیات جوشکاری با برق Ac نمی‌باشد؟*

۱) قوس قوی و خوب
۲) مناسب برای جوشکاری قطعات نازک
۳) نگهداری قوس و ادامه جریان جوشکاری
۴) عدم وجود دمش یا ضربه مغناطیسی

☑ **پاسخ :** گزینه «۲» دستگاههایی که با جریان Ac کار می‌کنند مناسب برای جوشکاری قطعات فولادی ضخیم می‌باشند.

مثال ۱۱ ـ *در کدام حالت، حرارت جوشکاری با قوس الکتریکی بیشتر است؟*

۱) در قطب منفی با جریان متناوب
۲) در قطب منفی با جریان مستقیم
۳) در قطب مثبت با جریان متناوب
۴) در قطب مثبت با جریان مستقیم

☑ **پاسخ :** گزینه «۴» در فرآیند جوشکاری با قوس الکتریکی در قطب مثبت با جریان مستقیم بیشترین حرارت را خواهیم داشت.

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال ۱۲ ـ چرا در جوشکاری ورقهای نازک، قطب مثبت را به الکترود وصل می‌نمایند؟

۱) تا حوضچه مذاب کم عمق‌تر بوده و قطعه سوراخ نشود.
۲) زیرا سرباره بسیار کمتری ایجاد می‌شود.
۳) زیرا الکترودها بسیار سریعتر ذوب می‌شوند.
۴) تا اثر دمش کاهش یابد.

☑ **پاسخ :** گزینه «۱» در جوشکاری ورق‌های نازک بهتر است که قطب منفی را به قطعه کار و قطب مثبت را به الکترود وصل نمایند تا حوضچه مذاب کم عمق‌تر بوده و قطعه را سوراخ نکند. این روش در جوشکاری فولادهای آلیاژی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

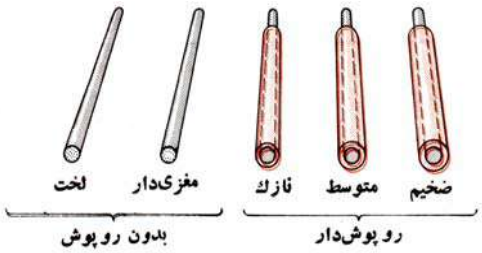
مثال ۱۳ ـ در جوشکاری با الکترود 4 میلی‌متری، طول قوس الکتریکی تقریباً چقدر باید باشد؟

۱) بیشتر از دو برابر قطر الکترود
۲) حدود 4 میلی‌متر
۳) حدود 2 میلی‌متر
۴) هر چقدر کوتاهتر باشد بهتر است

☑ **پاسخ :** گزینه «۲» طول قوس الکتریکی بایستی تقریباً به اندازه قطر الکترود تنظیم شود. در صورت زیاد بودن طول قوس، عمق نفوذ جوش کم، گُردهٔ جوش نامنظم و پاشیدگی مذاب و جرقه‌ها به اطراف، افزایش خواهد یافت.

الکترودها:

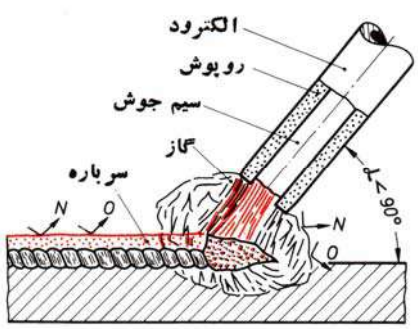
الکترودهای جوشکاری قطعاتی هستند هادی جریان الکتریسیته که در مجاورت قوس الکتریکی ذوب شده و بعنوان سیم جوشکاری وظیفه پرکردن فضای بین قطعات (درز جوش) را برعهده دارند.



جنس الکترودها بستگی به جنس قطعات اتصال داشته و آن‌ها را می‌توان به دو گروه بدون روپوش و روپوش‌دار تقسیم‌بندی نمود. الکترودهای بدون روپوش نیز به دو دسته الکترودهای لخت و الکترودهای مغزی‌دار تقسیم‌بندی می‌شوند.

در موقع جوشکاری با الکترودهای لخت بدلیل تماس مستقیم مذاب با هوای محیط، اکسیژن و ازت موجود در هوا با مذاب ترکیب شده و علاوه بر آن تولید جرقه زیاد نیز می‌نمایند بنابراین به کمک این الکترودها فقط می‌توان با جریان مستقیم جوشکاری نمود.

در داخل الکترودهای مغزی‌دار مواد معدنی‌ای قرار داده‌اند که باعث تثبیت بهتر قوس‌الکتریکی گردیده و به مقدار زیادی از نفوذ اکسیژن و ازت به داخل درز جوش، جلوگیری می‌نماید. این الکترودها درز جوش بهتری را نسبت به الکترودهای لخت عرضه کرده و از جریان متناوب می‌توان برای جوشکاری با آن‌ها استفاده نمود.



الکترودهای روپوش‌دار را در سه نوع و با روپوش نازک، متوسط و ضخیم تولید می‌کنند. وظیفه کلی روپوش الکترودها یکنواخت‌کردن و تثبیت قوس الکتریکی، تشکیل سرباره بر روی درز جوش، محافظت از تأثیر گازهای موجود در هوا بر روی مواد مذاب و جلوگیری از چسبیدن الکترود به سطح کار در هنگام جوشکاری بوده و علاوه بر آن می‌توان با افزودن فلزات معینی به آن‌ها، درصد فلز مورد نظر را در محل درز جوش تغییر داد.

www.modaresanesharif.ac.ir

انواع الکترود:

طبقه‌بندی الکترودها براساس نوع پوشش آنها می‌باشد که عبارتند از:

۱) الکترود با پوشش سلولزی:

مقدار زیادی از پوشش این الکترود سلولز می‌باشد که در هنگام سوختن با تولید هیدروژن و دی‌اکسیدکربن حوضچه جوش را از اتمسفر محافظت می‌کند و نیز با این پوشش نفوذ جوش بهبود می‌یابد. قوس‌الکتریکی حاصل از این نوع الکترودها بسیار نافذ بوده و اغلب برای جوشکاری خطوط لوله استفاده می‌شوند.

۲) الکترود با پوشش رتیلی:

حالت طبیعی اکسید تیتانیوم (رتیل) پوشش اصلی این الکترود است. استفاده از این الکترودها نسبتاً آسان بوده لذا معمولاً درهر حالتی مورداستفاده قرار می‌گیرند. الکترودهای رتیلی به «الکترودهای همه کاره» نیز معروفند.

۳) الکترود با پوشش اسیدی:

پوشش این الکترود شامل اکسیدها و کربنات‌های منگنز، آهن و مقداری سیلیسیم است. سرباره جوش حاصل از جوشکاری با این الکترود حجیم بوده، ظاهری بسیار صاف و تمیز دارد. با این الکترود می‌توان از جریان مستقیم و متناوب استفاده کرد.

٤) الکترود با پوشش اکسیدی:

اکسیدآهن در پوشش این الکترود به مقدار زیادی وجود دارد و بخاطر سربارهٔ سنگین آن نفوذ جوش کم بوده و استحکام کمتری دارد.

۵) الکترود با پوشش قلیایی (بازی):

پوشش این الکترود دارای مقدار قابل ملاحظه‌ای کربنات کلسیم، فلوراید، آهک و ... است. جوش حاصل از جوشکاری با این الکترود دارای خواص مکانیکی خوب بویژه مقاومت ضربه‌ای است.

نکته: بعلت تولید فلز جوش با هیدروژن کم الکترودهای قلیایی، از آن‌ها در جوشکاری فولادهای حساس به هیدروژن و جوشکاری فولادهای ضخیم با کربن زیاد (بخاطر استحکام مناسب در مقابل ترک گرم) استفاده می‌کنند. در پوشش این الکترودها جهت افزایش نرخ رسوب و بهبود رفتار قوس، پودر آهن اضافه می‌کنند.

جدول تیپ و خصوصیات الکترودها

تیپ	علامت اختصاری	نوع جریان	حالت جوشکاری	کیفیت درز جوش	کاربرد
بازی (قلیایی)	Kb	مستقیم	تمام حالات	بیشترین استحکام	فولادهای ضخیم
اسیدی	Es	مستقیم یا متناوب	افقی و تقریباً تمام حالات	استحکام خیلی زیاد	فولادهای غیرحساس
دی‌اکسیدتیتان (رتیلی)	Ti	مستقیم یا متناوب	تمام حالات	استحکام خوب	متعدد، فولادهای حساس، ورقهای نازک
اکسیدی	Ox	مستقیم یا متناوب	افقی	استحکام کم	گروه جوش صاف و خوش‌نما
سلولزی	Ze	مستقیم یا متناوب	تمام حالات	استحکام خوب، سرباره کم	قطعات غیریکنواخت

مثال ١٤ ـ در جوشکاری لوله‌های گاز ترجیحاً از چه نوع الکترودی استفاده می‌شود؟

۱) قلیایی ۲) اسیدی ۳) سلولزی ۴) روتیلی

☑ **پاسخ :** گزینه «۳» در جوشکاری لوله‌ها که تنها می‌توان از طرف خارج لوله آن را جوشکاری نمود و به داخل لوله دسترسی وجود ندارد، بایستی از الکترود با نفوذ بالا استفاده کرد. بنابراین از الکترودهای سلولزی استفاده می‌شود.

مثال ۱۵ ـ برای جوشکاری فولادهای ضخیم که نیاز به پیش گرمایی دارند، از چه نوع الکترودی استفاده می‌شود؟

۱) قلیایی ۲) روتیلی ۳) اکسیدی ۴) سلولزی

☑ **پاسخ :** گزینه «۱»

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال ۱۶ ـ *وظیفه پوشش الکترود ... ...*

۱) افزایش نفوذ جوش
۲) افزایش شدت جریان
۳) دورکردن هوا از حوضچه جوش
۴) جلوگیری از تغییر شکل قطعات

☑ **پاسخ :** گزینه «۳»

مثال ۱۷ ـ *استحکام جوش در کدام یک از الکترودهای زیر کمتر است؟*

۱) بازی ۲) اسیدی ۳) رتیلی ۴) اکسیدی

☑ **پاسخ :** گزینه «۴» پوشش اکسیدی الکترودها از درصد زیادی اکسید آهن تشکیل شده است و استحکام کمتری نسبت به بقیه روکش‌ها دارد.

انتخاب شدت جریان مناسب:

انتخاب شدت جریان مناسب، تعیین‌کننده عمق نفوذ جوش در سطح لبه‌های اتصال بوده و استحکام محل اتصال نیز به مقدار زیادی به این عمق بستگی دارد. شدت جریانی که برای جوشکاری تنظیم می‌شود به مقدار زیادی بستگی به **ضخامت قطعات اتصال** و **قطر الکترود** دارد.

ضخامت قطعه به میلیمتر		1.5 تا 0.8	2 تا 1.5	4 تا 2	8 ـ 4	10 ـ 8	بیش از 10
شدت جریان بر حسب آمپر	جوش سطحی	—	50	70	115	210	260
	جوش پخدار	25	60	80	130	230	290
قطر الکترود به میلیمتر		1.5	2	2.5	3.25	5	6

مثال ۱۸ ـ *شدت جریان انتخابی برای جوشکاری، به چه عواملی بستگی دارد؟*

۱) قطر الکترود و ضخامت قطعات اتصال
۲) جنس قطعات جوشکاری
۳) نوع و حرکت الکترود و قطعه‌کار
۴) استحکام و قدرت جوش

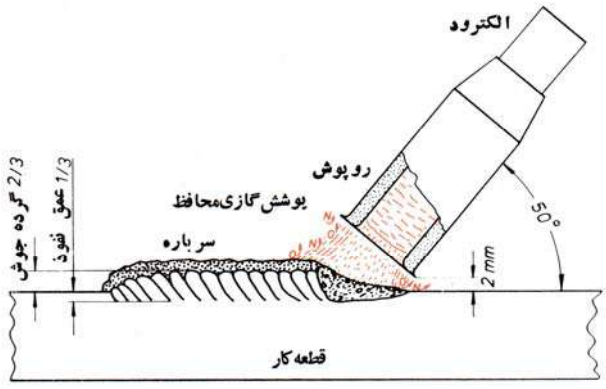
☑ **پاسخ :** گزینه «۱» شدت جریان انتخابی برای جوشکاری به قطر الکترود و ضخامت قطعات اتصال بستگی دارد.

مثال ۱۹ ـ *کدام یک از کمیت‌های زیر در تعیین جریان جوشکاری تنظیم شده، مهم نیست؟*

۱) ضخامت قطعه کار ۲) ضخامت الکترود ۳) نوع روکش الکترود ۴) طول الکترود

☑ **پاسخ :** گزینه «۴»

زاویه نگهداری و هدایت الکترود:



زاویه صحیح نگهداشتن امتداد الکترود نسبت به درز جوش به عوامل متعددی مانند حالت جوشکاری، عمق درز جوش، عمق نفوذ جوش، جنس قطعه‌کار، جهت هدایت الکترود و هم چنین اثر دمش قوس الکتریکی بستگی دارد. اما در جوشکاری درزهای ساده افقی، مخصوصاً زمانی که از جریان متناوب استفاده می‌شود، می‌توان الکترود را نسبت به سطح‌کار با زوایه‌ای در حدود 50 درجه هدایت کرد.

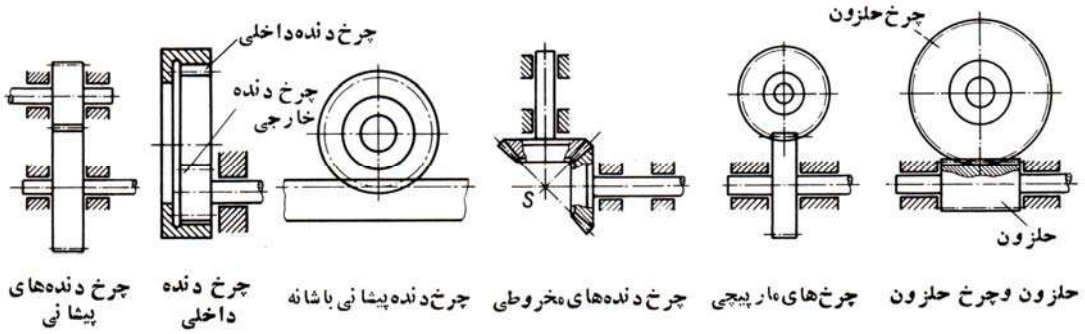
www.modaresanesharif.ac.ir

فصل چهارم

اجزاء انتقال دهنده قدرت و حرکت ـ اجزای ارتباط

چرخ دنده GEAR

بوسیله چرخ‌دنده‌ها می‌توان حرکت دورانی و گشتاور گردشی را بدون لغزش و بدون افت دور با نسبت دقیق از محوری به محور دیگر (در فاصله محورهای کم) منتقل نمود. هم چنین به کمک آن‌ها می‌توان نسبت انتقال و جهت گردش مورد لزوم را بدست آورد. برای این منظور از چرخ دنده‌های مختلفی استفاده می‌شود که نمونه‌هایی از آنها را در زیر مشاهده می‌نمائید.



انتقال نیرو و گشتاور در محورهای موازی به کمک چرخ‌دنده‌های پیشانی، در محورهای متقاطع توسط چرخ دنده‌های مخروطی و در محورهای متنافر بوسیله پیچ و چرخ حلزون و یا چرخ دنده‌های مارپیچی انجام می‌گیرد. به کمک چرخ و شانه نیز می‌توان حرکت دورانی را به حرکت مستقیمی (خطی) و یا بالعکس تبدیل نمود.

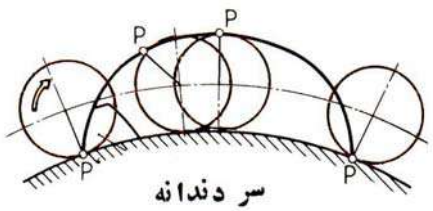
به منظور افزایش دقت و کاهش صدا و فرسودگی، سطح دندانه‌ها را ابتدا سخت‌کاری سطحی نموده و سپس سنگ می‌زنند و همواره آن‌ها را در محفظه‌ای از روغن غوطه‌ور می‌نمایند. هم چنین برای جلوگیری از سوانح و ورود گرد و غبار، روی چرخ‌دنده‌ها را با محافظ مناسبی می‌پوشانند.

فرم دندانه‌ها:

برای آن‌که در هنگام انتقال حرکت دندانه‌های درگیر با هم بدون ضربه و سر و صدا کار کرده و اصطکاک کمتری داشته باشند، بایستی فرم دندانه‌ها طبق یک منحنی معینی ایجاد شده باشد. منحنی‌های مورد استفاده در تولید دندانه‌های چرخ‌دنده‌ها معمولاً منحنی‌های اینولوت و یا سیکلوئید می‌باشند.

منحنی سیکلوئید:

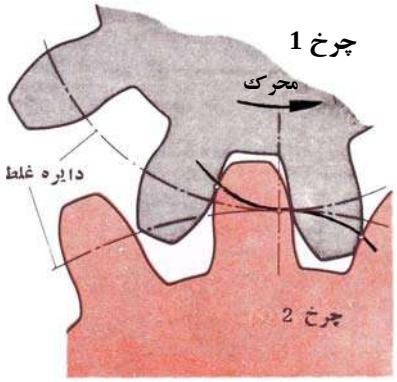
منحنی سیکلوئید از غلطیدن یک دایره روی دایره دیگر حاصل می‌گردد. قسمتی از این منحنی فرم دندانه چرخ دنده‌های سیکلوئیدی را تشکیل می‌دهد.



www.modaresanesharif.ac.ir

چرخ دنده‌های سیکلوئیدی دقیق‌تر کار کرده و در مقابل تغییرات فاصله محوری حساس می‌باشند و از آنها در مکانیک ظریف و ساعت‌سازی استفاده می‌شود.

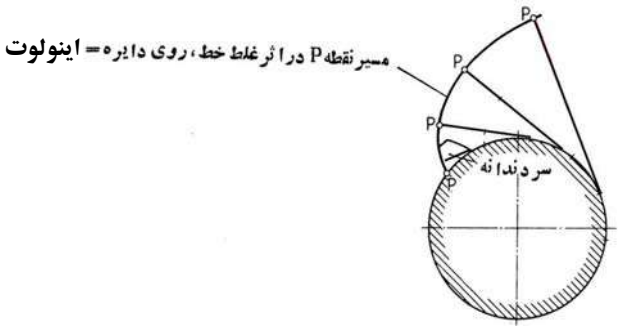
در چرخ‌دنده‌های سیکلوئیدی نقاط تماس دندانه‌ها روی خط مستقیمی قرار نمی‌گیرد و خط درگیری را دو کمان بوجود می‌آورند. ساخت این چرخ‌دنده‌ها مشکل بوده و گران تمام می‌شوند.



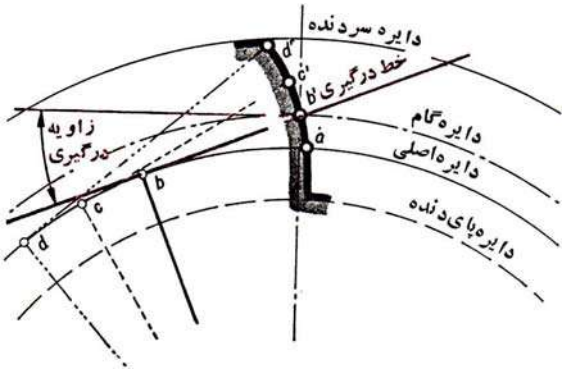
چرخ دنده سیکلوئیدی

منحنی اینولوت:

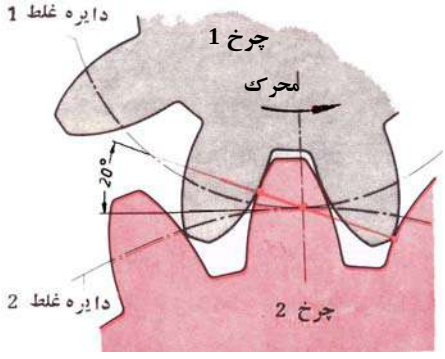
در ماشین‌سازی معمولاً از چرخ دنده‌های اینولوت استفاده می‌کنند. فرم دندانه چرخ دنده‌های اینولوتی از غلطیدن یک خط مستقیم روی دایره اصلی بوجود می‌آید.



از بهم پیوستن نقاط تماس سطوح دندانه‌های دو زوج دنده، خطی حاصل می‌شود که آن را **خط درگیری** نامند. این خط درگیری همان خط عمود بر پروفیل دندانه‌ها بوده و با خط مماس بر نقطه تماس قطرهای تقسیم زاویه حاده‌ای بنام زاویه درگیری (زاویه فشار) را بوجود می‌آورد. مقدار این زاویه در چرخ‌دنده‌هایی که پروفیل دندانه‌های آن‌ها از منحنی اینولوت تبعیت می‌کنند معمولاً 20 درجه است.



نکته: چرخ دنده‌های اینولوتی درگیر با هم علاوه بر داشتن مدول‌های مساوی بایستی دارای زاویه فشار برابری نیز باشند.



چرخ دنده اینولوتی

www.modaresanesharif.ac.ir

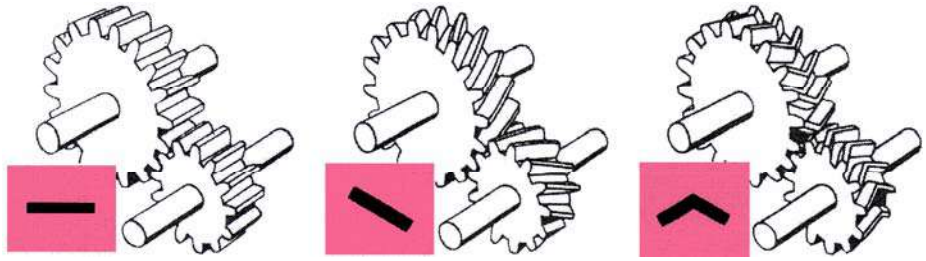
توجه : چرخ دنده‌های اینولوتی در مقابل تغییر جزیی فاصله بین دو محور حساس نمی‌باشند. پای دندانه این چرخ‌دنده‌ها نسبت به چرخ‌دنده‌های سیکلوئیدی قوی‌تر بوده و استحکام آن‌ها در مقابل برش زیاد می‌باشد.

انواع چرخ‌دنده‌ها:

نوع چرخ دندانه مورد استفاده در یک دستگاه به نحوهٔ قرارگرفتن محورها، مقدار قدرت قابل انتقال و شرایط کار بستگی دارد. انواع چرخ‌دنده‌ها به شرط زیر می‌باشند:

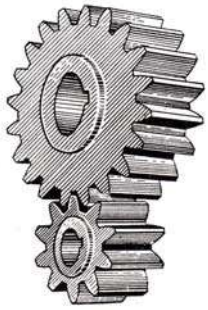
۱ـ چرخ دنده‌های پیشانی:

برای انتقال قدرت بین محورهای موازی از چرخ‌دنده‌های پیشانی استفاده می‌شود. دندانه‌های چرخ‌دنده‌های پیشانی بر حسب قدرت انتقالی و کیفیت کار بصورتهای ساده، مارپیچ (دندانه کج) و جناغی طراحی می‌شوند.



چرخ دنده ساده — چرخ دنده مارپیچ — چرخ دنده جناغی

الف) چرخ دنده‌های ساده:



برای انتقال قدرت کم ما بین دو محور موازی از چرخ دندانه ساده استفاده می‌شود.

خصوصیات چرخ دندانه ساده:

۱) در هر لحظه یک دندانه از هر چرخ‌دنده با یک دندانه از چرخ دنده دیگر درگیری دارد بنابراین برای انتقال قدرت زیاد مناسب نیست.

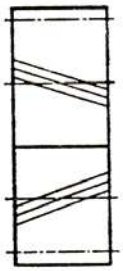
۲) درگیری دندانه‌ها ناگهانی بوده و همراه با سر و صدا و اصطکاک و استهلاک زیاد است.

۳) فقط توانایی انتقال نیروهای شعاعی را داشته و از انتقال نیروهای محوری ناتوان است.

۴) این چرخ دندانه اگر روی محور ثابت باشد، با چرخ دندانه دیگر درگیری دائم داشته و امکان جداشدن ندارد و اگر روی محورش به طور هزار خاری حرکت کند نسبت به محور لغزنده بوده و امکان جدا شدن و درگیری پیدا می‌کند.

۵) نداشتن حرکت خلاص دورانی نسبت به محور و درگیری دائم با آن (هم به صورت ثابت و هم به صورت هزار خاری) و نداشتن لغزش نسبت به محور.

ب) چرخ دنده‌های مارپیچی (دندانه کج)



از چرخ‌دنده‌های مارپیچی برای انتقال قدرت ما بین محورهای موازی و نزدیک به هم استفاده می‌شود. در این چرخ دندانه، دندانه‌ها تحت زاویه نسبت به محور چرخ‌دنده تراشیده می‌شوند. در دو چرخ‌دنده مارپیچ که با هم درگیر هستند اندازه زاویه دندانه‌ها با یکدیگر برابر و قرینه هستند.

خصوصیات چرخ دنده مارپیچ:

۱) در چرخ دنده‌های مارپیچی بعلت آن که امتداد دندانه‌ها نسبت به محور مایل است خط درگیری دندانه‌ها مستقیم نبوده و در یک لحظه بیش از یک دندانه از هر چرخ دنده‌ای با چرخ دنده دیگر درگیری داشته و لذا ظرفیت انتقال قدرت در آن‌ها زیاد است.

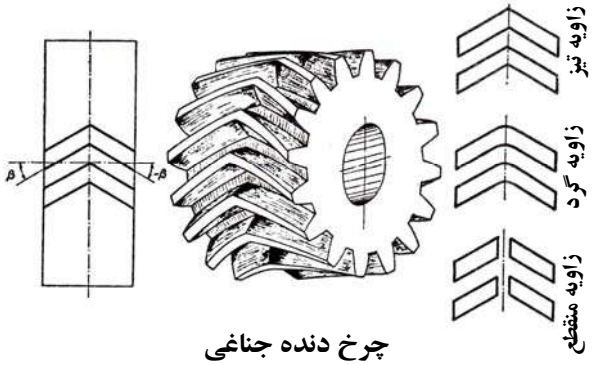
۲) درگیری دندانه‌ها با یکدیگر تدریجی و ملایم بوده و لذا در هنگام کار دندانه‌ها بی‌سر و صدا و با استهلاک کم قدرت را انتقال می‌دهند.

www.modaresanesharif.ac.ir

نکته: وقتی دندانه‌های چرخ‌دنده‌ای، مارپیچ طراحی شوند، در هنگام کار به علت زاویه‌دار بودن دندانه‌ها نیروی محوری تولید می‌شود که برای جذب آن نیاز به یاتاقان‌های کف گرد مناسب است.

ج) چرخ دنده‌های جناغی:

هرگاه مقدار نیروی محوری زیاد باشد از چرخ دندانه جناغی استفاده می‌شود. چرخ دندانه جناغی مانند چرخ دندانه مارپیچی است با این تفاوت که دو طرفه دنده شده است و در اثر جناغی بودن دندانه‌ها نیروی محوری قرینه در محور ایجاد شده و یکدیگر را خنثی می‌کنند و نیاز به نصب یاتاقان کف گرد در محور نمی‌باشد. چرخ دنده‌ها جناغی در جعبه دنده‌های پرقدرت کاربرد دارند.

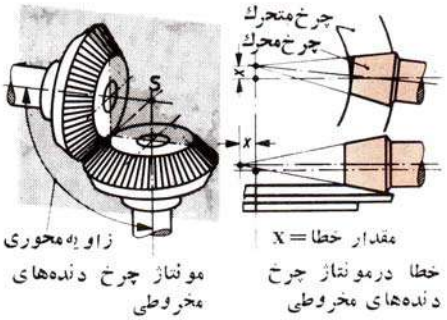


چرخ دنده جناغی

۲ـ چرخ دنده‌های مخروطی

چرخ‌دنده‌های مخروطی برای انتقال قدرت و حرکت در محورهای متقاطع بکار می‌روند. در این چرخ‌دنده‌ها زاویه بین دو محور معمولاً ۹۰ درجه می‌باشد.

در چرخ‌دنده‌های مخروطی تماس دندانه‌ها روی مخروط‌های متوسط دو چرخ دنده انجام گرفته و عمل انتقال در اثر غلتیدن دندانه‌ها روی یکدیگر انجام می‌گیرد. رئوس مخروط‌های متوسط دو چرخ‌دنده بایستی در نقطه‌ای مانند S (محل تلاقی دو محور) قرار گیرند. در غیر اینصورت انتقال حرکت بصورت نقطه‌ای انجام می‌شود که نتیجه آن خوردگی سریع لبه دندانه‌های چرخ دنده کوچک خواهد بود. بهمین دلیل است که مونتاژ آن‌ها به دقت زیادی نیاز داشته و در هنگام مونتاژ لازم است که محل یاتاقان بندی آن‌ها از نظر فاصله و زاویه محوری دقیقاً کنترل شوند.

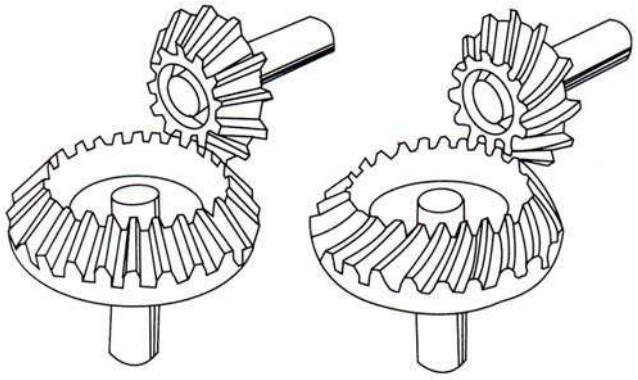


مونتاژ چرخ دنده‌های مخروطی — خطا در مونتاژ چرخ دنده‌های مخروطی

پروفیل دندانه‌های چرخ‌دنده‌های مخروطی به طرف رأس مشترک کوچکتر می‌شوند، لذا مدول آن‌ها در طول دندانه متغیر بوده و تولید آن‌ها مشکل‌تر می‌باشد.

لازم به تذکر است که در هر زوج چرخ دنده‌های مخروطی معمولاً چرخ دنده کوچک **محرک** می‌باشد.

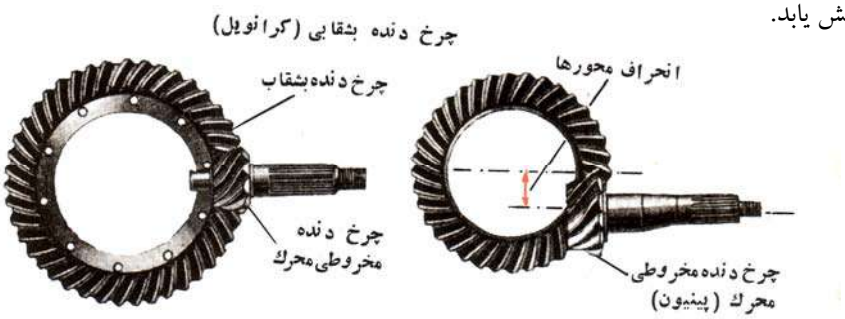
چرخ دنده‌های مخروطی را با دندانه‌های مستقیم و یا مارپیچ می‌سازند. در مواردی که انتقال نیروی زیادی مورد نظر بوده و لازم باشد چرخ‌دنده‌ها آرامتر و بدون سر و صدا کار کنند از چرخ دنده‌های مخروطی مارپیچی استفاده می‌کنند چون در این نوع چرخ دنده‌ها حداقل دو دندانه بطور همزمان درگیر بوده و عمل درگیری به تدریج انجام می‌شود.



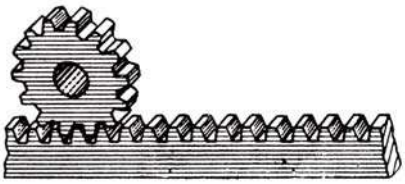
چرخ‌دنده مخروطی با دندانه مارپیچ — چرخ‌دنده مخروطی با دندانه مستقیم

www.modaresanesharif.ac.ir

* در دیفرانسیل خودروها برای پایین بردن نقطه ثقل خودرو (موتور و جعبه دنده) از چرخ دنده‌های مخروطی با دندانه‌های مارپیچ (هیپوئید) استفاده می‌شود. در اینجا برای آن که چرخ دنده فضای داخلی کمتری را اشغال نماید محور چرخ دنده کوچک (پینیون) در حدود $\frac{1}{8}$ قطر دایره تقسیم چرخ دنده بزرگتر (کرانویل) در سطح پایین‌تری قرار داده شده است. در این حالت محورها بر همدیگر عمود بوده ولی همدیگر را قطع نمی‌کنند. در چرخ دنده‌های هیپوئید نیروی زیادی بین دندانه‌ها تبادل می‌شود و لذا روغن مخصوص هیپوئید در آن به کار می‌برند تا استهلاک دندانه‌ها کاهش یابد.



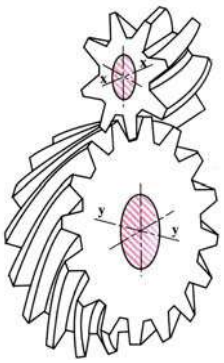
۳ـ چرخ دنده‌های شانه‌ای



از سیستم چرخ دنده شانه‌ای جهت تبدیل حرکت دورانی به مستقیمی (خطی) استفاده می‌شود.

٤ـ چرخ دنده‌های مارپیچی:

چرخ دنده‌های مارپیچی برای انتقال حرکت و گشتاور در محورهای متنافر (معمولاً با زاویه محوری 90 درجه) بکار می‌روند. از این چرخ دنده‌ها فقط می‌توان در انتقال نیروهای کم استفاده کرد زیرا تماس دندانه‌های آن‌ها با یکدیگر بصورت نقطه‌ای است. راندمان این چرخ‌دنده‌ها مناسب نیست و بهمین دلیل کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. بعلت بار متمرکز زیاد بر روی دندانه‌ها، محل تماس کوچک، سرعت لغزش زیاد و فشار تماس بالا موجب ساییدگی سریع دندانه‌های چرخ دنده می‌گردد.



چرخ دنده‌های مارپیچی در انتقال نیروهای کم، نسبت انتقال کم $(i = 5:1)$ و تعداد دورهای متوسط مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نوع چرخ‌دنده‌ها در وسایل تنظیم‌کننده حرکت مانند میل بادامک، محور دلکو و میله کیلومتر شمار و هم چنین مکانیک ظریف بکار می‌روند.

٥ ـ پیچ و چرخ دنده حلزونی:

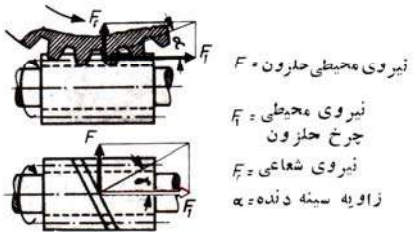
از حلزون و چرخ حلزون (مانند چرخ دنده‌های مارپیچی) برای انتقال گشتاور و حرکت در محورهای متنافر با زاویه محوری 90 درجه استفاده می‌گردد. با این تفاوت که در این سیستم امکان انتقال حرکت با نسبت‌های زیاد نیز امکان پذیر می‌باشد.

در این سیستم معمولاً پیچ حلزون محرک و چرخ حلزون متحرک می‌باشد و مناسب تقلیل دور بوده و از نظر انتقال قدرت نیز دارای راندمان خوبی است.

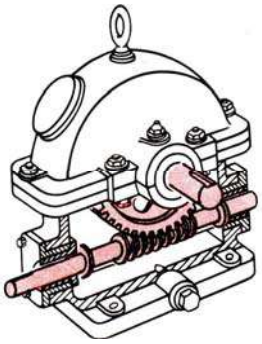
از محاسن این سیستم می‌توان یک طرفه بودن حرکت از پیچ حلزون به چرخ حلزون را نام برد که در مواردی مانند جرثقیل‌ها و آسانسورها و ..... کاربرد دارند. از دیگر مزایای این سیستم می‌توان آرام کارکردن آن‌ها و خفه‌کردن ارتعاشات را نام برد.

www.modaresanesharif.ac.ir

* یکی از معایب سیستم پیچ و چرخدنده حلزونی تولید نیروی محوری زیاد می‌باشد که باید با یاتاقان‌های مناسب خنثی گردد.



نیروها در حلزون و چرخ حلزون



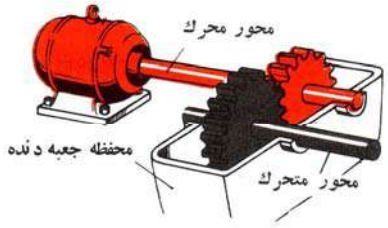
دستگاه مجهز به حلزون و چرخ حلزون

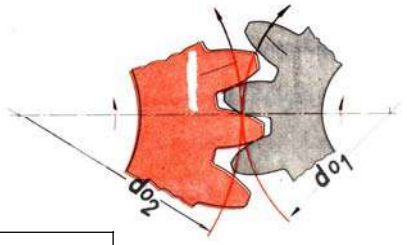
تغییرات عده دوران به کمک چرخ‌دنده‌ها:

به کمک چرخ‌دنده‌ها می‌توان علاوه بر انتقال حرکت، در مقدار تعداد دوران نیز تغییر بوجود آورد. دستگاههایی که برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند را می‌توان برحسب تعداد و ترتیب قرارگرفتن چرخ دنده‌هایی که در آنها بکار رفته‌اند، بشرح زیر تقسیم‌بندی نمود:

۱) انتقال حرکت با دو چرخ دنده (ساده):

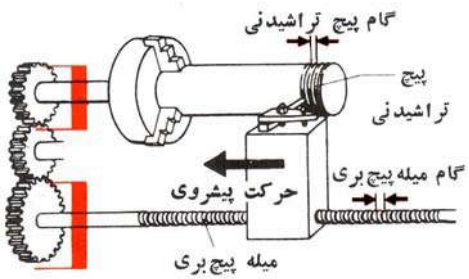
در این حالت هر یک از چرخ‌دنده‌ها روی یکی از محورهای محرک و متحرک سوار شده و حرکت را منتقل می‌کند. در اینصورت نسبت انتقال حرکت (ضریب تبدیل) متناسب با قطر درگیری آنها (قطر دایره تقسیم do) بوده و بصورت زیر محاسبه می‌شود:





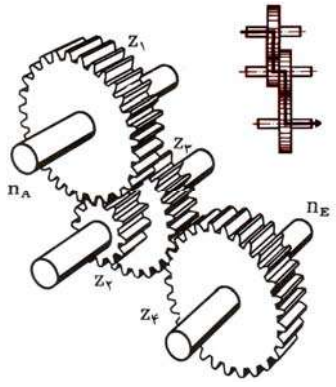
$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{do_2}{do_1} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

در رابطه مذکور n تعداد دوران چرخ‌دنده، z تعداد دندانه، do قطر دایره گام و ω سرعت زاویه‌ای بوده و اندیس‌های (I) چرخ‌دنده محرک و (II) چرخ‌دنده متحرک را مشخص می‌سازند.



در مواردی که فاصله بین دو محور زیاد بوده و یا لازم باشد که جهت گردش محور متحرک تغییر یابد می‌توان از یک یا چند چرخ‌دنده واسطه استفاده کرد. بدیهی است که چرخ‌دنده واسطه نباید با محور خود درگیر باشد و بایستی به صورت هرزگرد عمل کند. لازم به توضیح است که تعداد دندانه‌های چرخ‌دنده واسطه و همچنین تعداد دوران آن، تأثیری در نسبت انتقال حرکت ندارد.

۲) انتقال حرکت بصورت دوبل ـ مرکب:



در مواردی که نسبت انتقال حرکت بزرگ بوده و صرفه‌جویی در مکان قرارگیری چرخ‌دنده‌ها نیز مورد نظر باشد، می‌توان با استفاده از چند زوج چرخ دنده حرکت را منتقل نمود. نسبت انتقالی که در این حالت بوجود می‌آید نسبت مرکب نامیده می‌شود (و اگر تعداد 4 چرخ‌دنده داشته باشیم به آن نسبت دوبل نیز می‌گوئیم) و مقدار آن از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$i = \frac{n_A}{n_E} = \frac{Z_2 \times Z_4 \times \cdots}{Z_1 \times Z_3 \times \cdots} \rightarrow \begin{cases} n_A = \text{تعداد دوران ورودی سیستم} \\ n_E = \text{تعداد دوران خروجی سیستم} \end{cases}$$

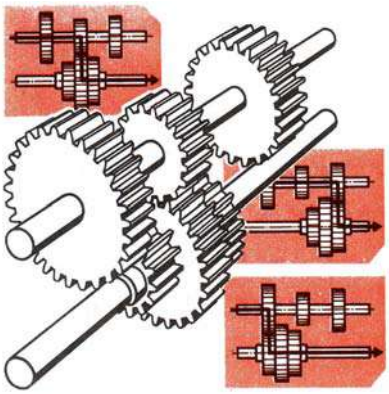
www.modaresanesharif.ac.ir

تغییرات عده دوران به کمک چرخ‌دنده‌ها بصورت پله‌ای:

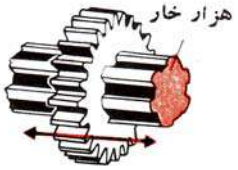
در مواردی که تعداد دورانهای متعددی در روی محور متحرک نیاز باشد از جعبه دنده‌هایی که نسبت‌های مختلفی را بوجود می‌آورند، استفاده می‌شود. در این دستگاهها تنظیم عده دوران قابل انتخاب، سریع‌تر و مطمئن‌تر انجام شده و این عمل با استفاده از اهرم‌هایی انجام می‌گیرد که چرخ‌دنده‌ها را از درگیری خارج کرده و یا محل درگیری آنها را برای تأمین نسبت لازم، تغییر می‌دهند.

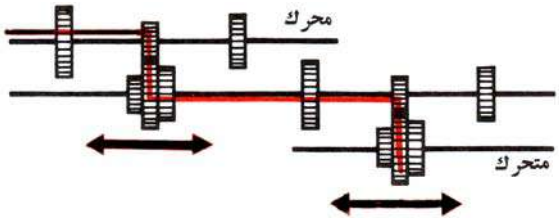
از آنجائیکه تغییرات عده دوران در این نوع دستگاههای انتقال حرکت، پله‌ای بوده و مجموعه آن در داخل محفظه‌ای بنام «جعبه دنده» قرار دارد آنها را **جعبه دنده‌های پله‌ای** نیز می‌نامند که بر حسب نوع اهرم‌بندی و ترتیب انتقال حرکت از چرخ‌دنده‌ها به محورها و یا بالعکس ممکن است که دارای مکانیزم‌های گوناگونی باشند:

الف) تغییر عده دوران به کمک چرخ‌دنده‌های لغزان:



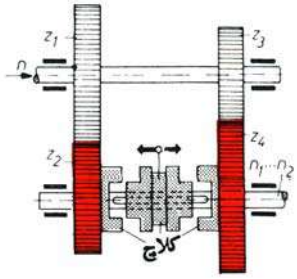
در این نوع جعبه دنده‌ها در روی یکی از محورها دو یا سه چرخ دندانه قرارگرفته‌اند که می‌توان آنها را به کمک یک اهرم، در حالات گوناگونی با چرخ‌دنده‌های نصب شده بر روی محور دیگر درگیر نمود. با توجه به متفاوت بوده تعداد دندانه چرخ‌دنده‌هایی که در هر مرحله با هم درگیر می‌شوند می‌توان نسبت‌های مختلفی را بدست آورد. بدیهی است که عده دوران‌های قابل انتخاب، متناسب با تعداد زوج چرخ دنده‌های موجود در جعبه دنده خواهد بود بعنوان مثال اگر از سه زوج چرخ‌دنده استفاده شده باشد امکان انتخاب 3 عده دوران وجود داشته و از ترکیب دو سری از آن‌ها می‌توان به 9 و هم چنین از ترکیب سه سری می‌توان به 27 دور مختلف نیز رسید.





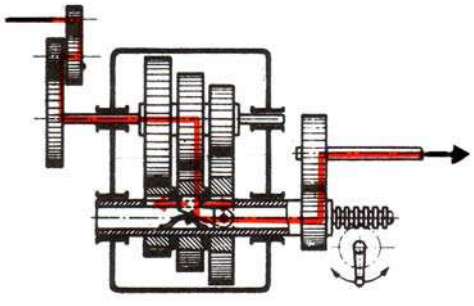
بایستی توجه داشت که در این جعبه دنده‌ها تعویض دور در حالت سکون چرخ‌دنده‌ها انجام می‌گیرد.

ب) تغییر عده دوران به کمک کلاچ:



در این وسایل چرخ‌دنده‌های سوار شده روی محور محرک، لغزان نبوده و به آن متصل می‌باشند. در عوض چرخ‌دنده‌های سوارشده روی محور متحرک به محور متصل نبوده و بطور هرزگرد در حال گردش می‌باشند. در فضای بین دو چرخ‌دنده متحرک کلاچی نصب شده است که با محور از طریق خاری درگیر بوده و در امتداد آن نیز قابل حرکت می‌باشد. با حرکت کشویی کلاچ و درگیری آن با هر یک از نیمه‌های نصب شده بر روی چرخ‌دنده‌های متحرک، می‌توان تعداد دوران معینی را از طریق کلاچ به محور متحرک منتقل نمود.

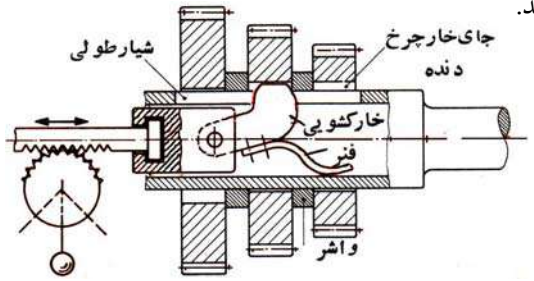
ج) تغییر عده دوران به کمک خار کشویی:



جعبه دنده‌های مجهز به خار کشویی از دو گروه چرخ دندانه که با داشتن تعداد دندانه‌های متفاوت، فاصله محوری ثابتی دارند تشکیل شده‌اند. گروهی که روی محور محرک سوار شده‌اند به محور خود متصل بوده و بهمراه آن دوران می‌کنند ولی گروه دیگر چرخ‌دنده‌ها که در روی محور متحرک قرارگرفته‌اند با وجود درگیری آنها با تمام چرخ دنده‌های محور محرک با محور خود درگیر نبوده و فقط می‌توانند از طریق یک خار که بصورت کشویی در داخل محور متحرک قابل حرکت می‌باشد، حرکت خود را به آن منتقل نمایند.

www.modaresanesharif.ac.ir

از آنجائیکه پهنای خار فقط به اندازه پهنای یکی از چرخ‌دنده‌ها در نظر گرفته شده است، فقط چرخ دندانه درگیر با خار، حرکت را به محور متحرک منتقل کرده و بقیه آنها بصورت هرزگرد در حال گردش می‌باشند.



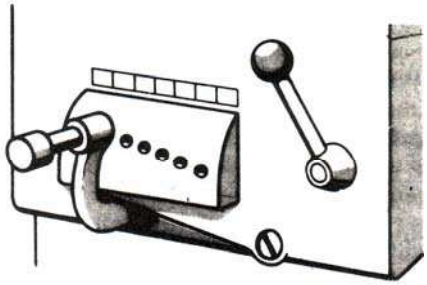
برای آنکه خار کشویی این دستگاهها براحتی با چرخ‌دندانه‌ها درگیر شود، لازم است که زیر آن فنری تعبیه شده و برای جلوگیری از حرکت غیرضروری آن از واشرهایی که در بین چرخ‌دنده‌های محور متحرک قرار می‌گیرند استفاده گردد. این واشرها بدلیل نداشتن جای خار، از حرکت طولی خار کشویی جلوگیری می‌نمایند.

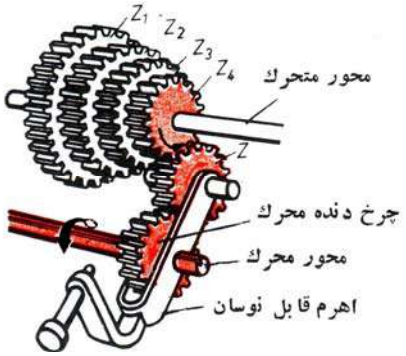
از این جعبه دنده‌ها در مواردی که مقدار نیرو و تعداد دوران کم باشد، استفاده می‌کنند. از مزایای این جعبه دنده‌ها نیاز به فضای کم و امکان تغییر تعداد دوران در حین حرکت را می‌توان نام برد.

د) تغییر عده دوران بوسیله دستگاه نورتن:

در روی محور محرک این دستگاهها چرخ‌دنده‌ای سوار شده است که در طول آن قابل حرکت بوده و می‌تواند حرکت محور را از طریق خاری دریافت نماید. بهمراه این چرخ‌دنده اهرم نوسان‌کننده‌ای وجود دارد که از طریق چرخ‌دنده واسطه‌ای و به کمک آن می‌توان حرکت را به یکی از چرخ دنده‌های مختلف القطری که در روی محور متحرک وجود دارند منتقل نموده و بدین ترتیب عده دوران‌های مختلفی را در محور متحرک پدید آورد.

برای آن که اهرم نوسان‌کننده در هر یک از حالات درگیری وضعیت خود را حفظ کند، در انتهای آن سوزنی تعبیه شده است که با قراردادن آن در سوراخ مربوطه، می‌توان وضعیت درگیری را تثبیت نمود.





از این دستگاهها در مواردی که عده دوران و نیروی انتقالی کم بوده و در یک فضای کم تعداد دورهای زیادی مورد نظر باشد، استفاده می‌نمایند.

مثال ۱ ـ *کدام یک از سیستم‌های زیر تغییر دور پله‌ای ایجاد نمی‌کنند؟*

۱) چرخ‌دنده لغزان
۲) جعبه‌دنده نورتن
۳) پولک‌های قابل تنظیم PIV
۴) جعبه دنده‌های مجهز به خار کشویی

☑ **پاسخ :** گزینه «۳»

جنس چرخ‌دنده‌ها:

چرخ دنده‌ها از مواد مختلفی مانند چدن خاکستری و آلیاژی، فولادهای (ریختگی آلیاژی و ساختمانی)، برنج، برنز و مواد مصنوعی تهیه می‌شوند.

چرخ دنده‌هایی که نیروی کمی را منتقل می‌کنند از جنس چدن ، فولاد ریختگی و یا فولادهای ساختمانی (St50 یا St60) ساخته می‌شوند.

چرخ‌دنده‌هایی که نیروی زیادی را انتقال می‌دهند از جنس فولادهای قابل سخت‌کاری سطحی، چدن خاکستری و یا مواد مصنوعی تهیه می‌شوند.

بالا بردن کیفیت سطح دندانه‌ها و هم چنین روغن‌کاری مناسب آن‌ها باعث می‌شود که چرخ دنده با کمترین سر و صدا عمل انتقال را انجام دهد.

*** سخت‌کاری سطح دندانه‌ها مقاومت آنها را در مقابل سایش افزایش می‌دهد.**

www.modaresanesharif.ac.ir

روغن‌کاری چرخ دنده‌ها:

چرخ دنده‌ها در شرایط مختلفی کار می‌کنند و بهمین دلیل روش‌های روانکاری آن‌ها نیز متفاوت خواهد بود. در چرخ دنده‌های غیر محصور (روباز) ماده روانکاری با روغن‌دان یا روغن چکان یا بصورت بارشی به داخل چرخ دنده‌ها زده می‌شوند. اگر چرخ‌دنده‌ها با آب یا اسید در تماس باشند، باید از یک نوع مادهٔ روانکاری چسبناک (چسبنده به فلز) استفاده گردد. زمانی که چرخ‌دنده‌ها در یک محفظه بسته کار می‌کنند معمولاً چرخ دندهٔ بزرگتر در داخل روغن فرو رفته و روغن را به سطوح دندانه‌ها می‌رساند.

هنگامی که فشار تماس خیلی زیاد است از مواد روانکاری پر فشار استفاده می‌کنند، بدین وسیله از گسیخته شدن ماده روانکاری و در نتیجه از بوجود آمدن تماس فلزی میان قطعات جلوگیری بعمل می‌آید.

سیستم انتقال قدرت چرخدنده‌ای

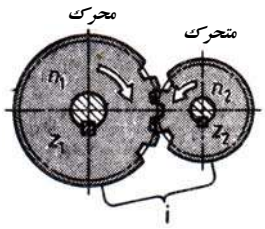
پولی محرک: قطر	$z_1, z_3, z_5 \dots$
پولی محرک: دور	$n_1, n_3, n_5 \dots$
پولی متحرک: قطر	$z_2, z_4, z_6 \dots$
پولی متحرک: دور	$n_2, n_4, n_6 \dots$
دور اولین چرخدنده	n_a
دورآخرین چرخدنده	n_e
نسبت انتقال کل	i
نسبت انتقال تکی (جزء)	$i_1, i_2, i_3 \dots$

نسبت انتقال

$$n_1.z_1 = n_2.z_2$$

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

انتقال حرکت ساده

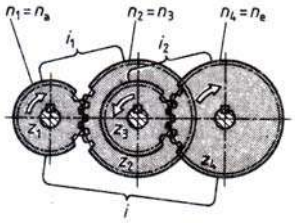


نسبت انتقال کل

$$i = \frac{n_a}{n_e} = \frac{z_2.z_4.z_6\dots}{z_1.z_3.z_5\dots}$$

$$i = i_1.i_2.i_3\dots$$

انتقال حرکت مرکب

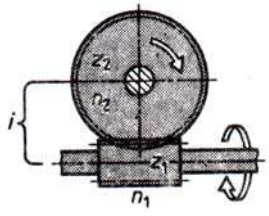


سیستم انتقال قدرت چرخ حلزونی

تعداد راه (نخ) حلزون	z_1
دور حلزون	n_1
تعداد دندانه چرخ حلزون	z_2
دور چرخ حلزون	n_2
نسبت انتقال	i

$$n_1.z_1 = n_2.z_2$$

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{n_1}{n_2}$$



مثال ۲ ـ *کدامیک از مطالب زیر دربارهٔ جعبه دنده با چرخدنده‌های دندانه مایل درست است؟*

۱) نسبت به جعبه دنده‌های دنده مستقیم سر و صدای کمتری داشته و نرمتر می‌باشند.

۲) نسبت انتقال به زاویهٔ دندانه‌ها بستگی دارد.

۳) اگر چرخدنده بزرگتر متحرک باشد، چرخدنده کوچکتر امکان دارد گیر کند.

۴) محور چرخدنده‌ها در یک نقطه همدیگر را قطع می‌کنند.

☑ **پاسخ:** گزینه «۱»

مثال ۳ ـ *خصوصیات «درگیری یک دندانه از هر چرخ‌دنده، درگیری ناگهانی، جذب نیروهای شعاعی و نداشتن حرکت خلاص دورانی نسبت به محور» مربوط به کدام نوع چرخ دندانه است؟*

۱) پیشانی ساده ۲) جناغی ۳) مخروطی ۴) پیشانی مارپیچی

☑ **پاسخ :** گزینه «۱»

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال ٤ ـ «ضریب تبدیل» درچرخ‌دنده‌ها از کدام یک از روابط زیر محاسبه می‌شود؟

۱) $i=\frac{n_1}{n_2}=\frac{z_2}{z_1}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{do_2}{do_1}$

۲) $i=\frac{n_1}{n_2}=\frac{z_1}{z_2}=\frac{\omega_2}{\omega_1}=\frac{do_1}{do_2}$

۳) $i=\frac{n_1}{n_2}=\frac{z_2}{z_1}=\frac{\omega_2}{\omega_1}=\frac{do_1}{do_2}$

۴) $i=\frac{n_1}{n_2}=\frac{z_1}{z_2}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{do_1}{do_2}$

☑ **پاسخ :** گزینه «۱» هرگاه n تعداد دوران، z تعداد دندانه چرخ‌دنده، ω سرعت زاویه‌ای و do قطر دایره گام چرخ دنده باشد چنانچه چرخ دنده محرک (I) و چرخ‌دنده متحرک (II) در نظر گرفته شود، در اینصورت نسبت انتقال حرکت در چرخ‌دنده‌ها (ضریب تبدیل) برابرست با :

$$\boxed{i=\frac{n_1}{n_2}=\frac{z_2}{z_1}=\frac{do_2}{do_1}=\frac{\omega_1}{\omega_2}}$$

مثال ٥ ـ «بلبرینگ‌های کف گرد» در جعبه دنده‌هایی که چرخ دنده‌های مارپیچ دارند، چه وظیفه‌ای دارند؟

۱) جذب نیروهای شعاعی ۲) درگیری تدریجی ۳) جذب نیروهای محوری ۴) درگیری و خلاص کردن دنده‌ها

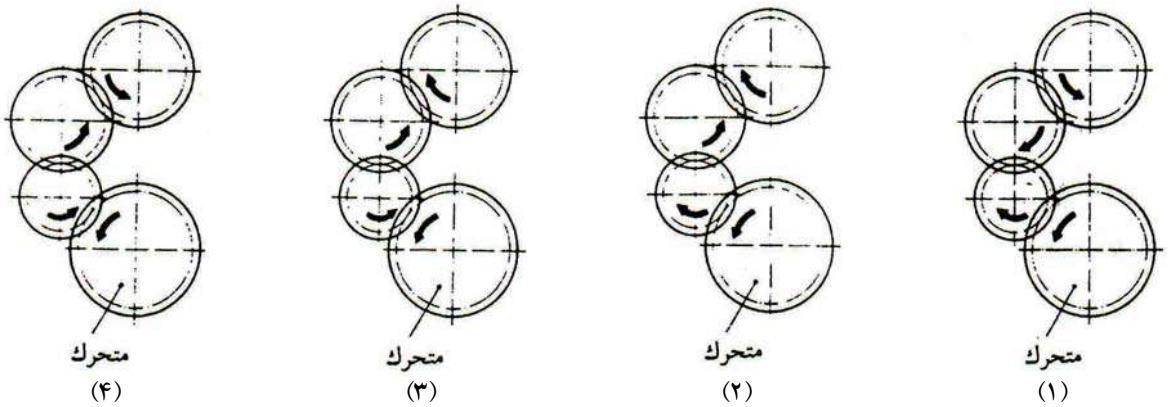
☑ **پاسخ :** گزینه «۳» زاویه دار بودن دندانه‌های چرخ دنده‌های مارپیچی باعث ایجاد نیروی محوری بر محور چرخ دنده‌ها می‌گردد که برای جذب (خنثی کردن) نیروهای محوری، یاتاقان کف گرد مناسب بکار می‌رود.

مثال ٦ ـ چرخ دنده‌های مخروطی جهت انتقال حرکت ما بین محورهای ..... بکار می‌روند.

۱) موازی ۲) متقاطع ۳) دور از هم ۴) متنافر

☑ **پاسخ :** گزینه «۲» جهت انتقال قدرت و حرکت ما بین محورهای متقاطع (و معمولاً متعامد) از چرخ دنده‌های مخروطی استفاده می‌شود.

مثال ۷ ـ جهت چرخش در کدام یک از چرخ‌دنده‌های زیر صحیح است؟



(۱) (۲) (۳) (۴)

☑ **پاسخ :** گزینه «۲»

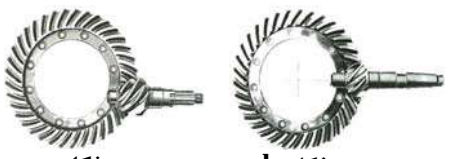
مثال ۸ ـ معایب سیستم انتقال قدرت شکل a نسبت به سیستم انتقال قدرت شکل b چیست؟

۱) سر و صدای آن بیشتر است.

۲) در توان مساوی لازم است که از چرخدنده بشقابی با قطر بزرگتر استفاده کرد.

۳) در ابعاد کوچکتر نیروی کمتری انتقال داده می‌شود.

۴) باید از روغن مخصوص جعبه دنده استفاده کرد.



« شکل b » « شکل a »

☑ **پاسخ:** گزینه «۴»

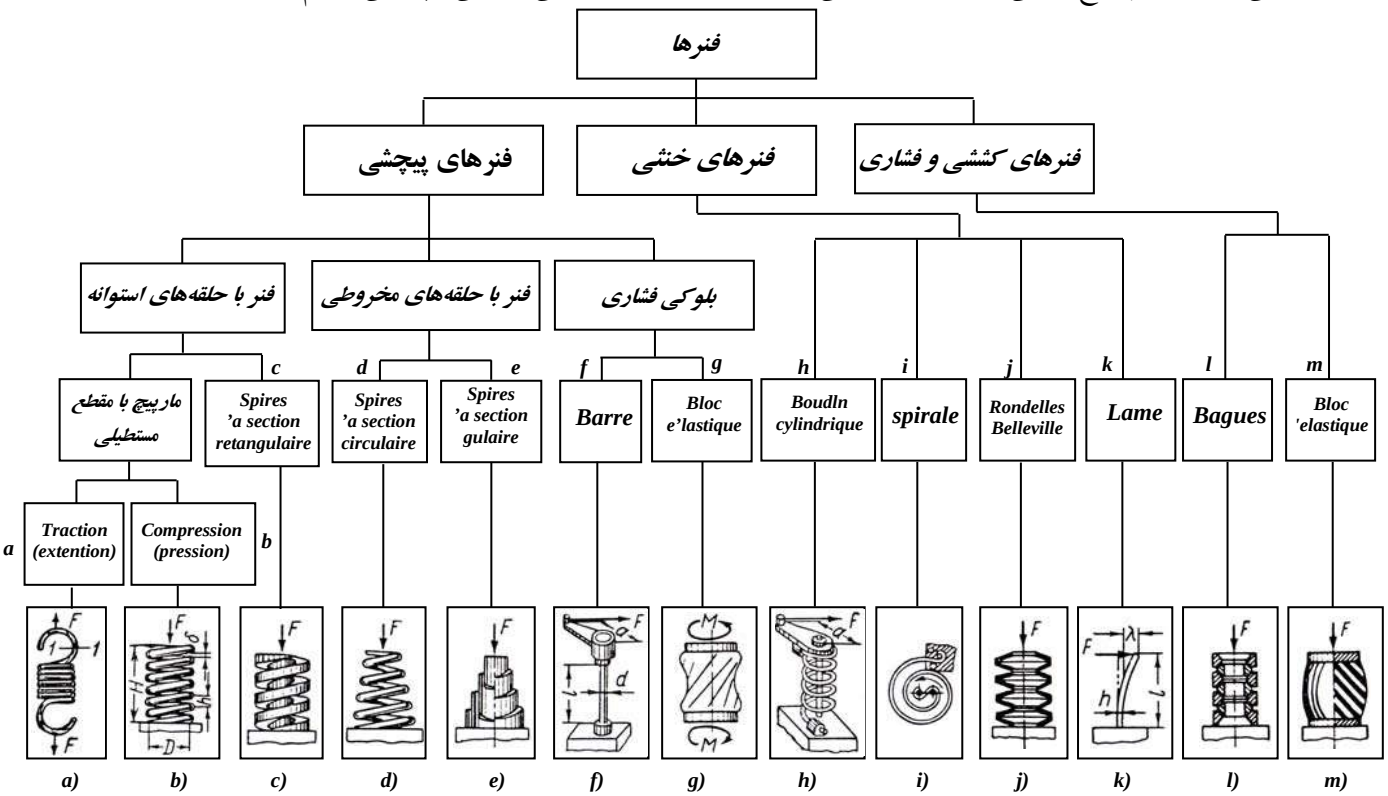
www.modaresanesharif.ac.ir

فصل پنجم
اجزای خصوصی

فنر SPRING

فنرها عامل واردکننده نیرو یا گشتاور در قطعات مکانیکی بوده و در آنها یک اتصال الاستیکی را بوجود می‌آورند. بعلاوه فنرها وظیفه خنثی کردن ارتعاشات، ضربه ها و نوسانات در وسایل نقلیه و هم چنین وظیفه جذب انرژی در محرک دستگاهها را بعهده دارند. بعبارت دیگر فنرها اجزایی از ماشین هستند که در اثر نیروی وارد شده، ضمن تغییر شکل یافتن، انرژی مکانیکی زیادی را بصورت انرژی پتانسیل ذخیره می‌کنند و همین انرژی جذب شده باعث برگشت بحالت اولیه آنها می‌گردد که ممکن است از آن برای انجام کار (مانند فنر ساعت) و یا کنترل حرکت (مانند کلاچ) و یا گرفتن ضربه (مانند فنر اتومبیل) استفاده کرد.

فنرها را می‌توان بر حسب نوع نیرویی که به آن‌ها وارد می‌شود به فنرهای فشاری، کششی، خمشی و پیچشی تقسیم‌بندی نمود.



a = کششی (انبساطی) مارپیچی **b = فشاری مارپیچی** **c = مارپیچی استوانه‌ای با مقطع مستطیلی**

d = مارپیچی مخروطی با مقطع گرد **e = مارپیچی مخروطی با مقطع مستطیلی**

f = میله‌ای پیچشی **g = بلوکی پیچشی** **h = پیچشی مارپیچی** **i = حلزونی پیچشی**

j = صفحه‌ای فشاری (بل ویل) **k = برگی خمشی** **l = حلقه‌ای فشاری** **m = بلوکی فشاری**

« انواع فنرها »

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال ۱ ـ *وظیفه اصلی فنر در دستگاههای مختلف کدام است؟*

۱) تقویت سیستم‌های تولیدکننده قدرت و انرژی ۲) کاهش مقاومت دستگاهها

۳) افزایش نیرو در دستگاهها ۴) ذخیره انرژی و باز پس دادن آن در موقع نیاز

☑ **پاسخ :** گزینه «۴» فنر برای ذخیره‌سازی انرژی و باز پس دادن آن در موقع نیاز و نیز برای ضربه پذیری و ایجاد نرمش در دستگاهها بکار می‌رود.

مثال ۲ ـ *کدام یک از فنرهای زیر در گروه فنرهای خنثی قرار دارد؟*

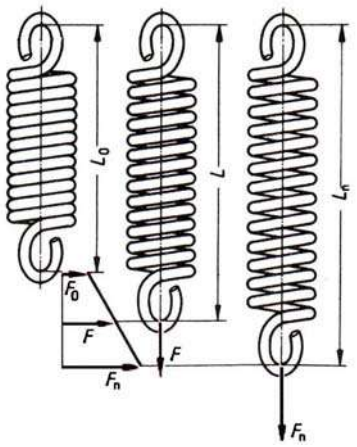
۱) فشاری مارپیچی ۲) کششی مارپیچی ۳) حلزونی پیچشی ۴) مارپیچی مخروطی

☑ **پاسخ :** گزینه «۳» فنرهای خنثی عبارتند از: فنرهای «پیچشی مارپیچی، حلزونی پیچشی، صفحه‌ای فشاری و برگی خمشی»

فنرهای کششی مارپیچی:

این فنرها را از پیچاندن مفتول فنری به دور استوانه‌ای بوجود می‌آورند. گام حلقه‌های این نوع فنرها برابر با قطر مفتول آن‌ها می‌باشد بنابراین بین حلقه‌های آن‌ها در حالت بدون بار فاصله‌ای وجود نخواهد داشت. حلقه‌های این فنرها با اعمال نیروی کششی از هم باز شده و انرژی را در خود ذخیره می‌سازند و پس از حذف نیرو بحالت اولیه خود باز می‌گردند.

در فنرهای کششی مارپیچی نسبت نیرو وارده به مقدار باز شدن فنر مقدار ثابتی است.

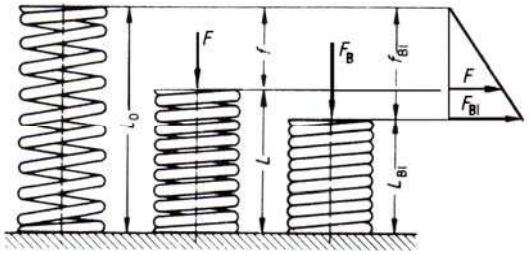


$$\frac{F}{f} = \frac{F_{Bl}}{f_{Bl}}$$

فنرهای کششی در نیروسنج‌ها و نگهدارنده ورق در گیوتین‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

فنرهای فشاری مارپیچی:

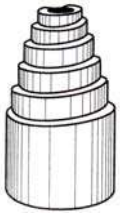
این فنرها از پیچاندن مفتول فنری با مقطع گرد (و یا مقطع چهارگوش) به دور استوانه‌ای ایجاد می‌شوند. گام این فنرها را به گونه‌ای در نظر می‌گیرند که بین حلقه‌ها فاصله‌ای وجود داشته باشد. حلقه‌های فنرهای فشاری وقتی زیر با قرار می‌گیرند بهمدیگر نزدیک شده و طول فنر کوتاه می‌گردد در این حال فنر انرژی را در خود ذخیره می‌کند لازم به تذکر است که نسبت نیروی وارده به مقدار جمع شدن فنر مقدار ثابتی است که بنام ضریب فنر (c) معروف است.



$$\frac{F}{f} = \frac{F_{Bl}}{f_{Bl}} = c$$

ـ فنرهای فشاری در بیرون انداز قالب، کمک فنر اتومبیل، صفحه کلاچ‌ها، سوپاپ اطمینان، مخازن تحت فشار و ..... بکار می‌روند.

www.modaresanesharif.ac.ir

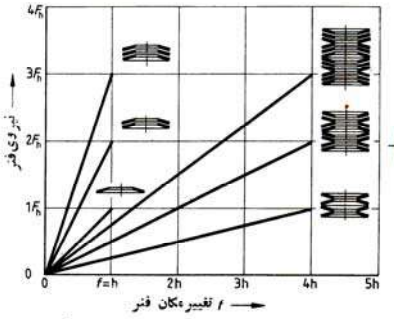


فنرهای فشاری مخروطی:

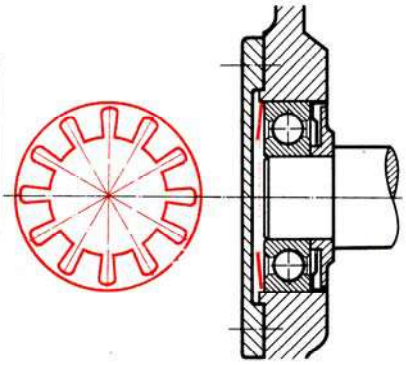
فنرهای فشاری مخروطی اثر ضربه‌گیری فراوانی دارند و در هنگام جمع شدن فضای کمی را اشغال می‌کنند.

فنرهای صفحه‌ای فشاری (بشقابی):

فنرهای بشقابی در امتداد محور تحت تأثیر نیرو قرار می‌گیرند و در مقایسه با فنرهای فشاری مارپیچی نیروی بیشتری را تحمل کرده و به تغییر مکان کمتری نیاز دارند، هم چنین فضای کمتری را نیز اشغال می‌کنند. با ترکیب تعدادی از فنرهای بشقابی می‌توان نیروی لازم را ذخیره و تغییر مکان مورد نظر را بدست آورد. دیاگرام زیر نشان می‌دهد که اگر تعدادی از آن‌ها به طور موافق روی هم قرارگیرند تغییر مکان ثابت و نیروی آن‌ها با هم جمع می‌شود و در صورتی که تعدادی از آن‌ها مخالف هم روی یکدیگر قرارگیرند مقدار نیرو ثابت و تغییر مکان آن‌ها با جمع می‌گردد و با ترکیب آن‌ها بحالت موافق و مخالف، هم مقدار نیرو و هم مقدار تغییر مکان افزایش خواهد یافت.



دیاگرام تغییرمکان ونیرو درفنرهای بشقابی مرکب



مثالی از مورد استفاده فنرهای بشقابی

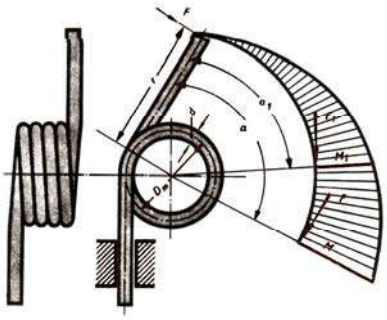
فنرهای بشقابی در قالب‌سازی، صنایع اتومبیل، سختی سنج‌ها و ..... مورد استفاده دارند.

فنرهای پیچشی:

این نوع فنرها نیروی پیچشی را در خود ذخیره کرده و در موقع لزوم به قطعه دیگری منتقل می‌نمایند. از پر مصرف‌ترین فنرهای پیچشی، فنر پیچشی **استوانه‌ای** و فنر پیچشی **حلزونی** را می‌توان نام برد.

فنرهای پیچشی استوانه‌ای (پیچشی مارپیچی):

از پیچاندن مفتول فنری به دور استوانه‌ای بوجود می‌آیند. در قسمت ابتدا و انتهای این گونه فنرها به منظور استقرارشان در محل مورد نظر طول اضافی پیش بینی شده است. در حالت زیر بار هر چه زاویه طی شده توسط بازوی محرک بیشتر باشد، انرژی بیشتری در فنر ذخیره شده و در نتیجه گشتاور بیشتری را می‌تواند منتقل نماید. از این گونه فنرها در گیره لباس، درب بخاری، درب داشبورت اتومبیل‌ها و ... استفاده شده است.

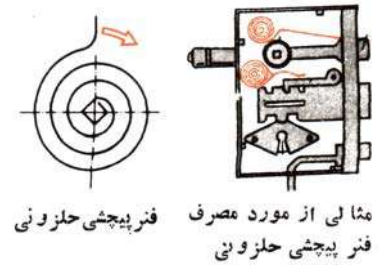


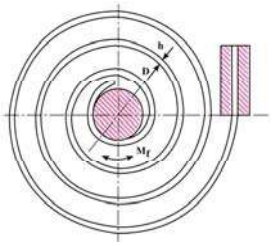
فنر پیچشی استوانه‌ای

www.modaresanesharif.ac.ir

فنرهای حلزونی پیچشی:

در این نوع فنرها یکی از سرهای فنر ثابت است و سر دیگر آن حول یک محور پیچیده شده است. فنر، بار را بوسیله میله‌ای که در وسط قرارگرفته و ابتدای فنر به آن متصل است در خود ذخیره کرده، جمع می‌شود در حالیکه در موقع پس دادن کار، فنر به تدریج باز می‌شود. از فنرهای حلزونی پیچشی بعنوان محرک در ساعت‌ها، اسباب بازی‌ها، جاروبرقی و به منظور برگرداندن میله‌های لمس‌کننده در وسایل اندازه‌گیری (مانند ساعت اندازه‌گیری) و همچنین زبانه قفل ها به محل خود استفاده می‌گردد.

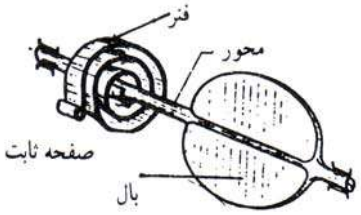




فنر حلزونی پیچشی

فنرهای حرارتی (ترموستاتیک):

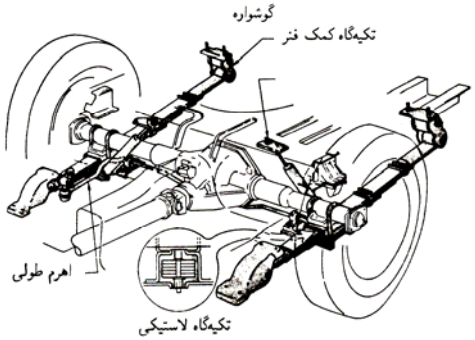
در این نوع فنرها اختلاف درجه حرارت سبب تغییر طول فنر می‌شود و چون یک انتهای آن ثابت است، تغییر طول با گردش محور همراه می‌باشد، این فنرها از موادی با ضریب انبساط زیاد ساخته شده‌اند تا حساسیت فنر را افزایش دهند.

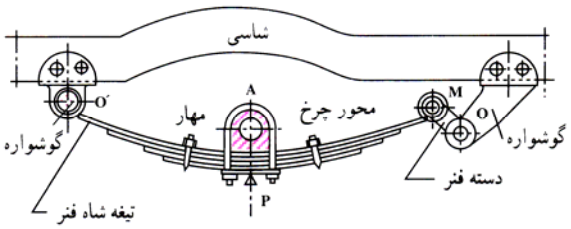


فنرهای خمشی:

فنرهای خمشی از تسمه‌های فنری ساخته شده‌اند و به عنوان فنرهای اتصال دهنده در کنتاکت‌ها و به عنوان ضربه‌گیر در وسایل نقلیه و به عنوان مرتعش‌کننده در زنگ اخبارها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

از ترکیب چند فنر خمشی، فنرهای شمش مطبق (فنرهای شاخه‌ای خمشی چند لایه) بوجود می‌آیند که در وسایل نقلیه بکار می‌روند.





مثال ۳ ـ *برای جذب ضربه کدام یک از فنرهای زیر مناسب است؟*

۱) کششی مارپیچی ۲) فشاری مخروطی ۳) پیچشی مارپیچی ۴) حلزونی پیچشی

☑ **پاسخ :** گزینه «۲» فنرهای فشاری مخروطی اثر ضربه‌گیری فراوانی دارند.

مثال ٤ ـ *یک فنر فشاری مارپیچی را از چه خصوصیاتی می‌توان تشخیص داد؟*

۱) حلقه‌های باز و تکیه‌گاههای صاف ۲) حلقه‌های بسته و تکیه‌گاههای قلابدار

۳) حلقه‌های بسته و تکیه‌گاههای صاف ۴) حلقه‌های باز و تکیه‌گاههای قلابدار

☑ **پاسخ :** گزینه «۱» گام فنرهای فشاری مارپیچی را به گونه‌ای در نظر می‌گیرند که بین حلقه‌ها فاصله وجود داشته باشد هم چنین حلقه آخر را به وسیله سنگ سنباده صاف می‌کنند تا هنگام تکیه فنر محور آن عمود بر تکیه‌گاه قرارگیرد.

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال ۵ ـ زیرنویس کدام فنر نادرست است؟

(۱) فنر کششی

(۲) فنر فشاری

(۳) فنر خمشی

(۴) فنر حلزونی

☑ **پاسخ :** گزینه «۳» شکل گزینه (۳) مربوط به فنر فشاری مخروطی می‌باشد.

جنس فنرها:

برای تولید فنرها از موادی استفاده می‌شود که دارای خاصیت الاستیسیته باشند. این مواد بایستی محکم، سخت و در عین حال سفت باشند. استحکام فولادهای فنر را با روش غلطک زدن، کشیدن و چکش‌خواری سرد بالا برده و به آنها خاصیت الاستیسیته می‌دهند.

موادی که معمولاً برای ساخت فنرها بکار می‌روند، عبارتند از: برنج و برنز، فولادهای آلیاژی (سیلیسیم منگنزدار ـ سیلیسیم کرم‌دار) و .....

فنریت (سختی فنرها):

نسبت نیروی وارد شده به فنر به راه فنر (مقدار جمع شدن آن در فنرهای فشاری و یا مقدار بازشدن آن در فنرهای کششی) را «سختی فنر» می‌نامند. این نسبت معمولاً مقدار ثابتی است و بهمین دلیل به آن فنریت (سختی فنر) گفته می‌شود.

C : فنریت
F : نیروی وارد شده فنر
f : مقدار تغییر مکان فنر

$$\longrightarrow \boxed{C=\frac{F}{f}}$$

ترمز BRAKE

ترمزها دستگاههایی هستند که سرعت حرکت اجسام را کم کرده یا آنها را از حرکت باز می‌دارند. برای این‌کار، انرژی جنبشی و یا پتانسیل موجود را تبدیل به انرژی حرارتی می‌کنند. انجام هر چه بهتر عمل ترمز، به فشار ایجاد شده در واحد سطح ترمز، ضریب اصطکاک و قابلیت ترمز برای تبدیل انرژی موجود به انرژی حرارتی بستگی دارد.

ترمزها مشابه کلاچ‌ها هستند با این تفاوت که کلاچ‌ها حرکت دورانی یک محور را به محور دیگر منتقل نموده، سرعت آن‌ها را به یک سرعت، تبدیل می‌کنند در صورتی که ترمزها آنها را از حرکت باز می‌دارند.

طبقه‌بندی ترمزها:

ترمزها بیشتر بصورت کفشکی، نواری و دیسکی ساخته می‌شوند و سیستم‌های کنترل آن‌ها نیز مانند کلاچ‌ها به صورت مکانیکی، پنوماتیکی، هیدرولیکی و الکترومغناطیسی می‌باشد.

ترمزها بدلایل مختلفی بکار می‌روند مثلاً برای پایین آوردن جسمی، سیستم ترمز انرژی پتانسیل را به انرژی حرارتی تبدیل می‌کند و یا در جسمی مانند اتومبیل، انرژی جنبشی را به انرژی حرارتی تبدیل می‌نماید و باعث توقف آن می‌شود و یا جسمی مثل آسانسور را در حالت آویزان نگه می‌دارند.

مثال ٦ ـ در سیستم ترمز، برای پایین آوردن جسمی، انرژی موجود به چه نوع انرژی تبدیل می‌شود و باعث توقف می‌شود؟

۱) حرارتی ـ پتانسیل ۲) حرارتی ـ جنبشی ۳) جنبشی ـ حرارتی ۴) پتانسیل ـ حرارتی

☑ **پاسخ :** گزینه «۴» برای پایین آوردن جسمی، سیستم ترمز انرژی پتانسیل را به انرژی حرارتی تبدیل می‌کند و در اتومبیل، سیستم ترمز انرژی جنبشی را به انرژی حرارتی تبدیل می‌نماید و باعث توقف آن می‌شود.

www.modaresanesharif.ac.ir