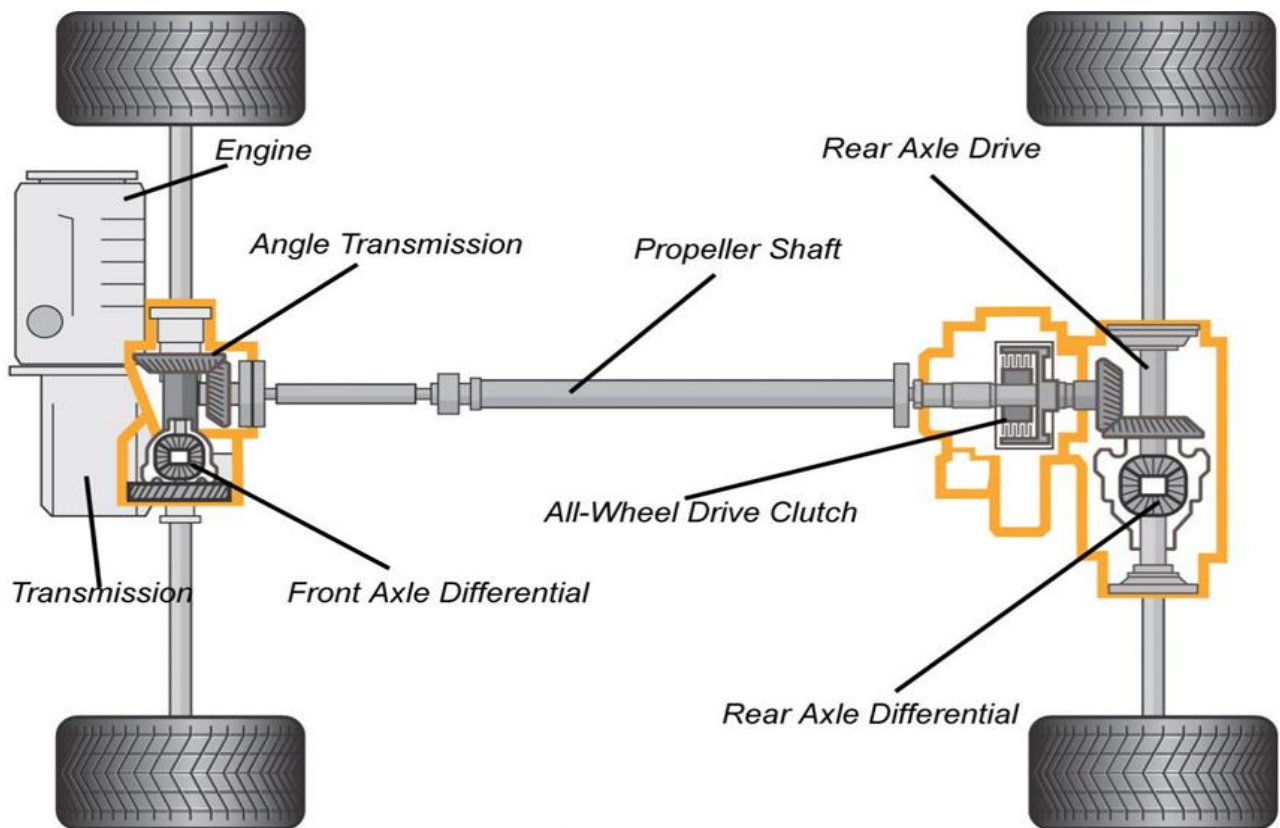




انتقال قدرت خودرو



تهیه و تنظیم: محمد رضا مرادی فراہانی

فهرست

عنوان	صفحه
فصل اول : مقدمه و یادآوری	۳
فصل دوم : چرخ دنده ها	۹
فصل سوم : جعبه دنده دستی	۱۶
فصل چهارم : جعبه دنده های نیمه اتوماتیک	۲۶
فصل پنجم : جعبه دنده های اتوماتیک	۳۷
فصل ششم : جعبه دنده متغیر پیوسته CVT	۶۴
فصل هفتم : دیفرانسیل	۸۱
فصل هشتم : سیستم چهار چرخ محرک	۸۸

فصل اول : یادآوری

۱-۱- مقدمه : سیستم انتقال قدرت ، ترکیبی از مجموعه قطعاتی است که نیروی خروجی از موتور را به چرخ ها انتقال می دهد ؛ در حالی که نقش و وظیفه اصلی سیستم انتقال قدرت در تمام خودروها یکسان است ولی قطعات سیستم و ترتیب قرار گرفتن آن ها به طراحی خودرو بستگی دارد .

موتور خودرو میتواند در جلو ، وسط و یا در عقب خودرو باشد . در هریک از حالت ها طراحی سیستم های انتقال قدرت متفاوت خواهد بود .

نصب موتور در عقب خودرو ، به خاطر کاهش فضای مورد نیاز سرنشینان و عدم دسترسی مناسب به موتور برای تعمیرات ، مرسوم نیست نصب موتور در وسط ، ویژه خودرو های مسابقه ای است که در این خودروها ، تقسیم وزن بر روی هر چهار چرخ یکنواخت است که سبب پایداری خودرو می شود . در مدل های چهار چرخ محرک نیز کشش بیشتر خودرو را در پی خواهد داشت .

نصب موتور در جلوی خودرو ، موجب انتقال صدا به داخل اتاق خودرو و در نتیجه سبب ناراحتی سرنشینان می شود ؛ ولی با توجه به مزایای دیگر آن ، نسبت به دو حالت قبل رایج تر است . در صورتی که کشش بیشتر خودرو مد نظر باشد ، نصب موتور بر روی چرخ های محرک مناسب تر است ، زیرا وزن وارد بر چرخ ها را افزایش می دهد و در جاده های یخی و برفی ، امکان کشش بیشتر را فراهم می کند .

امروزه نصب موتور در جلوی خودروهای سواری مرسوم است .

با توجه به محرک بودن چرخ های جلو و یا عقب ، خودروهای جدید را در سه گروه مورد بررسی قرار میدهم :

۱- خودروهای با چرخ های جلوی محرک که آن ها را به اختصار FWD می نامیم . در این مدل از سیستم انتقال قدرت ، به میل گاردان نیازی نیست .

۲- خودروهای با چرخ های عقب محرک که آن ها را به اختصار RWD می نامیم .

۳- خودروهای با چهار چرخ محرک که آن‌ها را به اختصار 4WD می‌نامیم .

باتوجه به مطالب گفته شده ، نصب موتور در جلوی خودرو و چرخ های جلوی محرک ، بهترین حالت برای خودروهای سواری است .

در مورد اتوبوس ها و کامیون ها ، باتوجه به طول زیاد و سطح بالای کف اتاق خودرو ، برای نصب موتور در قسمت عقب یا دیگر نقاط آن محدودیتی وجود ندارد

۱-۲- کلاچ : (clutch) در خودروها ، به عنوان اولین عضو سیستم انتقال قدرت ، کلید قطع و وصل قدرت از موتور به گیربکس است. با فشار دادن پدال کلاچ می توان ارتباط بین موتور و گیربکس را برای مدت کوتاهی قطع نموده، پس از رها کردن کلاچ مجدداً این ارتباط را برقرار نمود.

کلاچ یک اتصال اصطکاکی میان موتور اتومبیل به عنوان منبع تولید توان و جعبه دنده اتومبیل برقرار میکند. در حالتی که کلاچ اتومبیل درگیر است توان از موتور به جعبه دنده و از آنجا به چرخها انتقال می یابد. لیکن گاهی لازم می شود که دنده موتور مورد استفاده در جعبه دنده خودرو برحسب شرایط جاده و سرعت حرکت خودرو تغییر کند. برای آنکه بتوان این تغییر را به راحتی انجام داد، ابتدا لازم است که توان را از چرخ دنده های موجود در جعبه دنده قطع کرد. برای قطع کردن این ارتباط توانی میان جعبه دنده و موتور از کلاچ استفاده می شود. این کار برای راننده اتومبیل می تواند به راحتی فشار دادن پدال باشد. لیکن فشاردادن این پدال پایی منجر به فاصله گرفتن صفحه کلاچ روی محور ورودی جعبه دنده از صفحه در حال چرخش موتور (فلایویل) خواهد شد. بوجود آمدن فاصله، معادل است با قطع ارتباط و انتقال توان ، در این حالت راننده برای مدت کوتاهی پدال کلاچ را نگه می دارد و در حالی که جعبه دنده تحت هیچ نیروی خاصی قرار ندارد دنده مناسب را انتخاب کرده و جعبه دنده را در آن دنده مطلوب قرار میدهد و سپس پدال کلاچ را رها میکند. در این حالت انتقال توان از موتور به جعبه دنده دوباره از سر گرفته خواهد شد.

قطع انتقال نیرو و وصل آن از موتور به گیربکس می تواند به دلایل زیر انجام شود:

الف: روشن کردن موتور در حالت ایستاده: برای اینکه بتوان به راحتی موتورهای احتراقی را راه انداخت باید آنها را از بار آزاد نموده، موتور را با حداقل دور موتور لازم به کمک وسیله ای به دوران درآورد.

معمولا روشن کردن موتور اتومبیل‌های سواری در حالتی انجام می شود که کلاچ گرفته شده و گیربکس در حالت خلاص باشد.

ب- حرکت اتومبیل از حالت سکون باید به آرامی و به نرمی صورت گیرد. برای این منظور ارتباط بین موتور و گیربکس حتما باید به تدریج و به آرامی برقرار شود که این وظیفه مهم را نیز کلاچ به عهده دارد.

ج- تعویض دنده هنگام حرکت و یا خلاص کردن دنده به منظور توقف اتومبیل و روشن نگه داشتن موتور.

بعلاوه شرایط مخصوص و لحظه ای رانندگی ممکن است یک قطع ارتباط ناقص (نیم کلاچ) را ایجاب نماید.

د- حرکت آرام وسیله نقلیه به کمک نیم کلاچ

بکسباد کلاچ و قطع ارتباط در موارد اضطراری مثلا در مواقعی که کلاچ تحت تاثیر نیروهای غیرقابل تحمل قرار

میگیرد. در این حال کلاچ در حقیقت یک کلید اطمینان برای جلوگیری از اثر زیاد و پیش بینی نشده به قطعات موتور و همچنین دستگاههای انتقال قدرت است.

۱-۳- ویژگیهای لحاظ شده در طراحی کلاچ:

جهت طراحی بهینه کلاچ باید مواردی را در نظر گرفت که ذیلا به آنها اشاره می شود:

۱- انتقال ماکزیمم گشتاور: طراحی کلاچ باید بگونه ای باشد که بتواند حداقل $1/2$ تا $1/4$ برابر ماکزیمم گشتاور تولیدی

موتور را منتقل کند. به این نکته باید توجه داشت که اگر ظرفیت انتقال گشتاور کلاچ کمتر از گشتاور تولیدی موتور

باشد، احتمال لغزش صفحه کلاچ و سریع فرسوده شدن آن وجود خواهد داشت. در وضعیت عکس، یعنی زمانی که

ظرفیت انتقال گشتاور کلاچ بالا باشد، هنگام درگیری کلاچ، شوک وارده به موتور ممکن است موتور را متوقف کند.

به طور طبیعی ظرفیت کلاچ در خودروهای سواری بین $1/2$ تا $1/4$ برابر و در خودروهای باری یا کامیون ها $1/5$ تا

$2/5$ برابر ماکزیمم گشتاور موتور است.

- ۲- درگیری و خلاصی تدریجی: کلاچ و سیستمهای عملگر آن باید به گونه ای طراحی شوند که به تدریج و آهسته درگیر شده و حین خلاصی و درگیری صفحات ، کمترین تکان را به خودرو منتقل کند.
- ۳- دفع حرارت (انتقال حرارت تولید شده): حین درگیری کلاچ بعلت لغزش در ابتدای امر، گرمای زیاد تولید می شود. که باید به طریقی دفع شود. لذا سطوح تماسی باید دارای جرم و سطح کافی جهت جذب حرارت تولید شده باشند. در طراحی کلاچ بایستی تهویه یا خنک کاری آن مناسب باشد تا حرارت ایجاد شده منتقل و دفع گردد. از آنجا که کلاچ در حین درگیری دچار لغزش می شود، دمای کلاچ یکی از فاکتورهای محدودکننده ظرفیت آن می باشد. لازم است سطح کلاچ ضریب اصطکاک قابل قبولی را با سطح تماسی در تمامی شرایط کاری حفظ نماید. از آن بالاتر اینکه مواد اصطکاکی نبایستی تحت بارهای زیاد درگیری و در دماهای بالا خرد شود.
- ۴- بالانس دینامیکی: از آنجا که سیستم کلاچ یک جرم در حال دوران است ، بنابراین جهت جلوگیری از به وجود آمدن نیروهای جانبی در سرعتهای زیاد، باید از لحاظ دینامیکی بالانس باشد.
- ۵- استهلاک نوسانات: طراحی کلاچ باید به گونه ای باشد ، که سبب از بین رفتن نوسانات انتقالی از موتور به سیستم انتقال قدرت و نوسانات انتقالی از چرخها به موتور شود.
- ۶- ابعاد کلاچ: از لحاظ ابعادی، کلاچ باید کمترین فضای ممکن را اشغال کند.
- ۷- اینرسی: قطعات متحرک باید کمترین اینرسی را داشته باشند.
- ۸- سهولت در عملکرد: عمل کلاچ گیری و تعویض دنده نباید برای راننده حالت خسته کننده و طاقت فرسا داشته باشد.
- ۹- سادگی در تعمیر و تعویض : تعویض قطعات و تعمیر آنها باید به سادگی صورت گیرد .
- ۱۰- کلاچ مستقل از بازی پدال باشد: جهت کاهش بار درگیری روی یاتاقان کف گرد (ذغال یا بلبرینگ کلاچ) و استهلاک ناشی از آن ، کلاچ بایستی به گونه ای مطمئن ، مستقل از بازی پدال باشد.

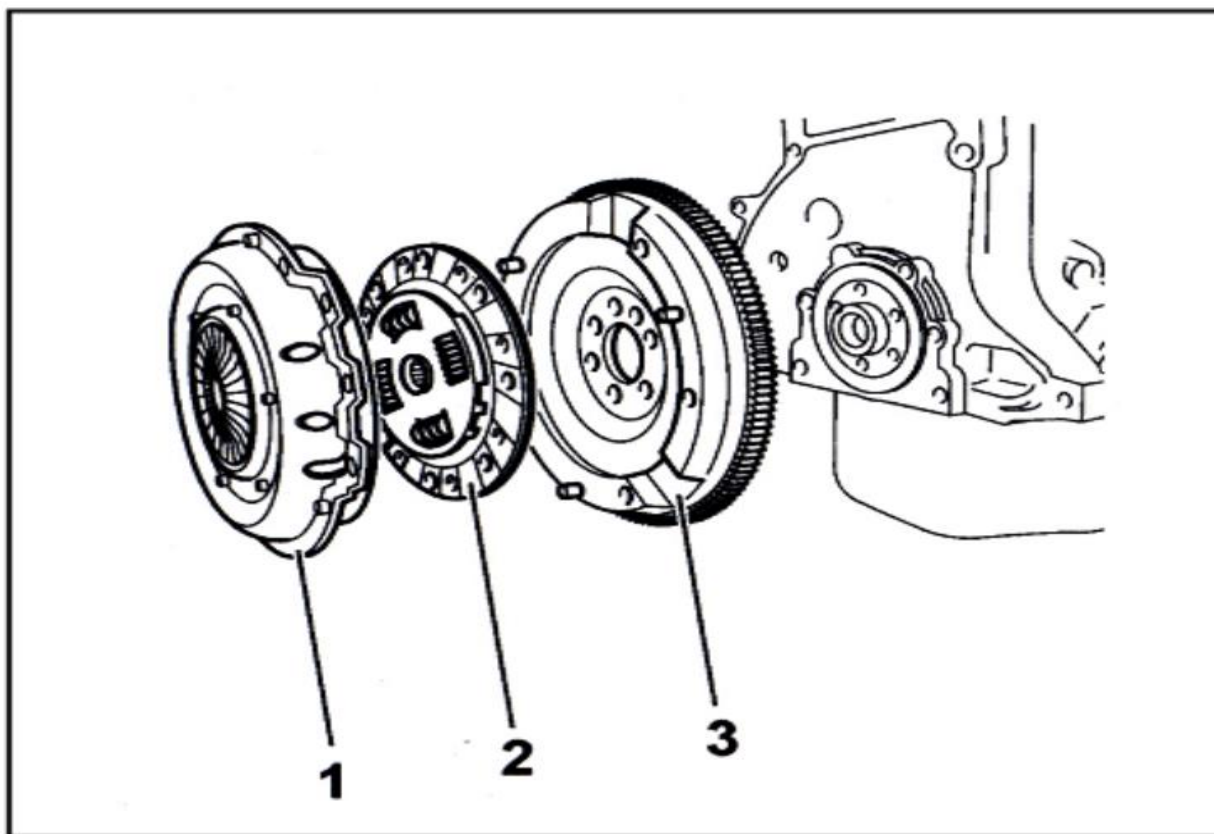
۱-۴-انواع کلاچ : مکانیکی؛ هیدرولیکی؛ الکتریکی

کلاچ مکانیکی که به چهار دسته تقسیم می‌شود : ۱- اصطکاکی ۲- یکطرفه ۳- قلاب شونده ۴- وزنه ای

کلاچ های اصطکاکی به سه دسته تقسیم می‌شوند : الف - صفحه ای ب- مخروطی ج- استوانه ای

کلاچ های صفحه ای نیز شامل کلاچ تک صفحه ای و کلاچ چند صفحه ای می‌شود .

اجزای کلاچ تک صفحه ای: ۱- دیسک فشاری ۲- صفحه کلاچ اصطکاکی ۳- فلاپیول



۱-۵-انواع جعبه دنده

انواع جعبه دنده در خودروهای سواری را، به طور کلی می‌توان به صورت ذیل دسته بندی نمود:

جعبه دنده‌ی دستی؛

جعبه دنده‌ی نیمه اتوماتیک؛

جعبه دنده‌ی اتوماتیک؛

انتقال توان هیبریدی (ترکیبی)؛

جعبه دنده‌ی متغیر پیوسته CVT؛

- ۱- گیربکس دستی (MT): تعویض دنده‌ی تمامی جعبه دنده‌هایی که در آنها دو عمل درگیری کلاچ اصلی خودرو برای شروع حرکت و تعویض دنده توسط راننده به صورت دستی انجام می‌گیرد جعبه دنده‌ی دستی محسوب می‌شود.
- ۲- گیربکس نیمه اتوماتیک (AMT): در برخی از جعبه دنده‌ها تنها یکی از دو عمل درگیری کلاچ اصلی خودرو برای شروع حرکت و تعویض دنده به صورت اتوماتیک انجام می‌شود که به آنها جعبه دنده‌های نیمه اتوماتیک گفته می‌شود.
- ۳- گیربکس اتوماتیک (AT): در جعبه دنده‌های اتوماتیک هر دو عملی که به آنها اشاره شد، به صورت اتوماتیک انجام می‌گیرد.

۴- در انتقال توان هیبریدی (ترکیبی)، خودرو دارای دو منبع تولید توان شامل موتور احتراق داخلی و موتور الکتریکی است.

در این خودروها، با ترکیب مشخصه‌های موتور الکتریکی و موتور احتراق داخلی، در زمینه‌ی بهبود عملکرد خودرو، کاهش مصرف سوخت و کاهش آلاینده‌گی نتایج مناسب‌تری به دست آمده است.

- ۵- گیربکس با دنده پیوسته (CVT): جعبه دنده‌های متغیر پیوسته CVT نوعی جعبه دنده هستند که در آنها تغییر نسبت دنده به صورت پیوسته انجام می‌گیرد.

فصل دوم : چرخ دنده ها



۲-۱- مقدمه : چرخ دنده ها قلب انتقال قدرت اتومبیل هستند. به طور کلی چرخ دنده ها را بر این مبنا ساخته اند که برای انتقال نیروهای بیشتر به کار برند. یکی از خواص مهم چرخ دنده این است که نیروی زیادی را می توان به وسیله آن انتقال داد و همچنین دستگاههای صنعتی را که قبلا به وسیله تسمه کار میکردند و فضای بیشتری اشغال می نمودند. بدین وسیله می توان با ساختن جعبه دنده ها فضای کمتری را اشغال کرد.

۲-۲- مزایای چرخ دنده ها:

انتقال نیروی بیشتر

اگر دو دستگاه تراش را که یکی با چرخ دنده کار میکند و دیگری با چرخ تسمه، مقایسه کنیم مشاهده می شود که در ماشین تراشی که با چرخ تسمه کار میکند. به محض بارگیری زیاد، تسمه سر می خورد و اگر بار زیادتر شود احتمال پاره شدن تسمه وجود دارد. یا برای اینکه خروجی های مختلفی از سیستم انتقال قدرت خودرو بگیریم (تغییر سرعت خودرو) باید اتومبیل دارای چندین پولی چند پله ای باشد و لذا به مقدار قابل ملاحظه ای بر ابعاد خودرو افزوده خواهد شد. ولی در

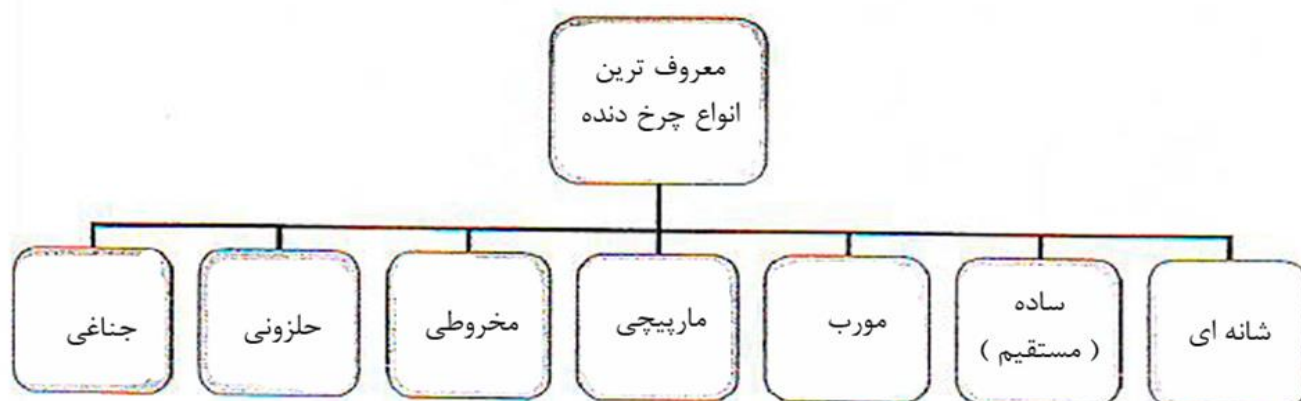
خودرویی که به چرخ دنده مجهز باشد می‌توان تنوع سرعت بیشتری ایجاد کرد و به وسیله جعبه دنده نیروی بیشتری را انتقال داد. به طور کلی چرخ دنده ها دوام به مراتب بیشتری نسبت به چرخ تسمه هادارند.

انتقال نیرو ، روی محورهای مختلف

از چرخ دنده هامی توان برای انتقال نیرو در محورهای موازی و متتافر و متقاطع استفاده کرد. و نیز می توان از آن برای تبدیل حرکت دورانی به خطی بهره جست.

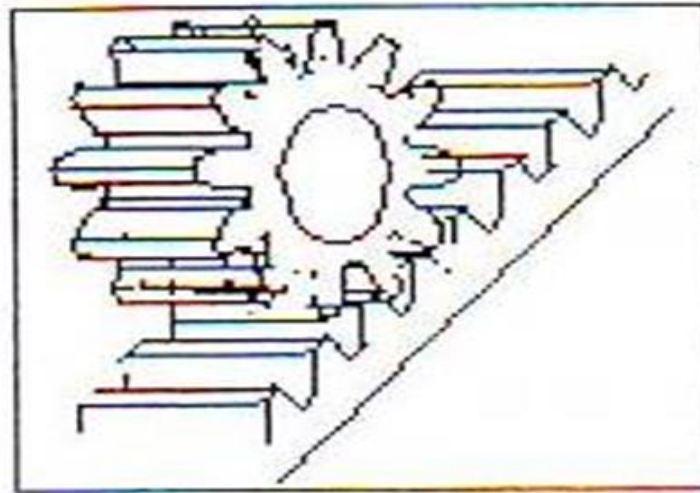
۲-۳- انواع چرخ دنده :

چرخ دنده ها را به چند صورت می توان طبقه بندی کرد : برحسب شکل ظاهری ، نوع کاربرد؛ و یا روش ساخت آنها. اما در اکثر مواقع این طبقه بندی بر اساس شکل ظاهری آنها انجام میگیرد:



۱- چرخ دنده های شانه ای (Rack & pinion)

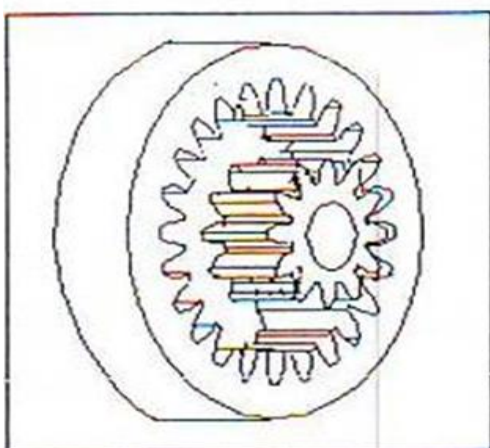
این نوع چرخ دنده ها در مواردی که بخواهیم حرکت دورانی را به حرکت مستقیم تبدیل کنیم (و یا بالعکس) کاربرد دارند. که خود در انواع دنده مستقیم و مورب و مارپیچ ساخته می شوند.



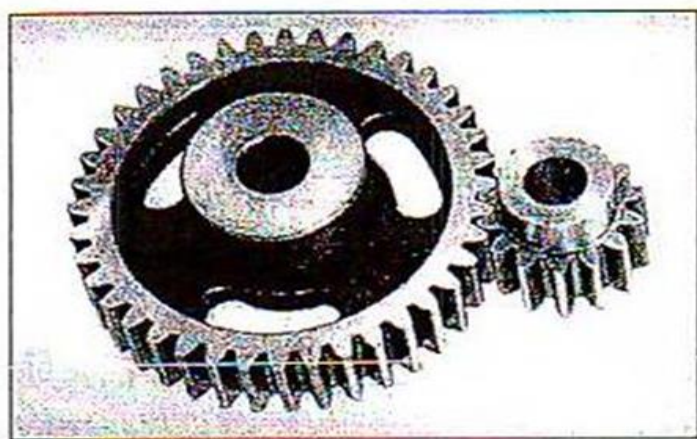
شکل ۱-۲: چرخ دنده نوع شانه‌ای

۲- چرخ دنده های ساده (مستقیم) (spur gear)

از این چرخ دنده ها برای انتقال حرکت در محورهای موازی استفاده می شود. دنده های این چرخ دنده موازی محور چرخ دنده بوده و بر روی محیط استوانه ای ایجاد میگردد. طرح چرخ دنده های مستقیم به گونه ای است که در هر لحظه فقط یک جفت دندانه با هم درگیر می شوند و همین عامل ظرفیت حمل بار این نوع دنده ها را کاهش داده و در حین کار موجب تولید صدای ناهنجار می شود.



شکل ۲-۲: چرخ دنده مستقیم (درگیری داخلی)



شکل ۲-۳: چرخ دنده مستقیم (درگیری خارجی)

۳- چرخ دنده های مورب (*helical gear*): در این نوع از چرخ دند ها، دنده های چرخ دنده موازی محور چرخ دنده نبوده و نسبت به آن دارای زاویه هستند. دو چرخ دنده مورب بایکدیگر درگیری دائمی داشته و نمی توانند به صورت

کشویی با هم درگیر شوند. ضمناً به دلیل درگیری بیش از یک دندانه از هر چرخ دنده با چرخ دنده دیگر، ظرفیت انتقال گشتاور در این نوع دنده‌ها بیشتر و سرو صدا کمتر است

۴- چرخ دنده‌های مارپیچی (*helical bevel gear*): فرم دندانه این چرخ دنده‌ها اریب (به شکل منحنی نه به شکل خط) است. وقتی یکی از آنها می‌چرخد، ابتدا نوک دندانه با هم تماس پیدا میکنند. سپس به تدریج دو دندانه کاملاً در هم جفت می‌شوند. این درگیری تدریجی همان چیزی است که هم سر و صدا را کم میکند و هم باعث می‌شود که این چرخ دنده‌ها نرم‌تر کار کنند ولی نیروی زیادی بر محور ایجاد می‌شود. از چرخ دنده‌های مارپیچی اکثراً برای انتقال نیرو در محورهایی که دارای زاویه بوده و نسبت به هم متنافر باشند استفاده می‌شود.



۵- چرخ دنده‌های مخروطی (*bevel gear*): از این نوع چرخ دنده برای انتقال نیرو در محورهای عمود بر هم و یا محورهایی که با هم متقاطع بوده و زاویه آنها کمتر از ۹۰ درجه یا بیشتر از ۹۰ درجه است استفاده میشود. دندانه این نوع چرخ دنده روی محیط یک مخروط ناقص به صورت ساده یا مارپیچ طراحی میشود.



۶- چرخ دنده های حلزونی (worm gear): این چرخ دنده ها زمانی مورد استفاده قرار میگیرند که تقلیل سرعت زیادی روی دو محور عمود بر هم نیاز باشد. این چرخ دنده ها یک خاصیت جالب هم دارند و آن این است که چرخ بالایی (پیچ حلزون) میتواند به راحتی چرخ دیگر (چرخ دنده حلزونی) را حرکت دهد، ولی چرخ پایینی معمولاً نمی تواند پیچ حلزون را بچرخاند زیرا زاویه دنده های روی حلزون آن قدر کوچک است که وقتی چرخ پایینی بخواهد آن را بچرخاند، اصطحکاک به حدی زیاد می شود که از حرکت حلزون جلوگیری میکند. این ویژگی به ما امکان استفاده از این چرخ دنده ها را در جاهایی که به یک قفل خودکار نیاز داریم میدهد. فرض کنید از این چرخ دنده در یک بالابراستفاده کنیم؛ وقتی موتور بالابر از کار بیفتد، چرخ دنده ها قفل شده و نمیگذارند بار پایین بیاید. معمولاً در دیفرانسیل کامیون ها و خودروهای سنگین از این چرخ دنده ها استفاده شده است. بیشترین کاربرد خودرویی دنده حلزونی در برخی جعبه فرمان ها و نیز مکانیزم محرک سیستم سرعت سنج است.



۷- چرخ دنده های جناغی : برای این که بتوان از مزایای چرخ دنده های مارپیچی استفاده کرد و مهمترین عیب آن یعنی ایجاد نیروی زیاد در امتداد محور را برطرف نمود از چرخ دنده های جناغی استفاده می شود. چرخ دنده های جناغی نیروی محوری را خنثی کرده و نسبت به انواع دیگر چرخ دنده ها نیروی بیشتری رامیتوانند منتقل نمایند.

۲-۴- سماتسیون یا سخت کردن سطحی فولاد :

برای اینکه بتوان فولادها را بهتر تراشید یا به اصطلاح فولاد قابل تراشکاری باشد، باید فولادی را انتخاب کرد که مقدار کربن آن کم باشد و سپس برای آن که کار حاصله یا چرخ دنده تراشیده شده بتواند مقاومت در برابر سایش و غیره را داشته باشد باید آن را به وسیله آبکاری سخت نمود.

برای سخت کاری چرخ دنده های فولادی ریخته شده معمولا از آب یا روغن استفاده می شود که ممکن است در ضمن عملیات آبکاری جنس ساخته شده، پیچیدگی و یا ترک در آن ایجاد شود. چون در آب دادن کل چرخ دنده امکان پیچیدگی در آن وجود دارد، لذا فقط قسمتهای مخصوص از آن را که درگیر است سخت می نماید که این نوع سختی را سماتسیون یا سخت کردن سطحی گویند.

۲-۵- درگیری چرخ دنده ها :

شرط لازم برای درگیری دو چرخ دنده ، برابر بودن سرعت خطی آن دو است. چرخ دنده هایی که سطح داخلی آنها دندانه دار است چرخ دنده های داخلی و چرخ دنده هایی که سطح خارجی آنها دندانه دار است چرخ دنده های خارجی میگویند.

هنگامی که دو چرخ دنده خارجی با هم درگیر میشوند، جهت گردش هریک از آن ها عکس دیگری است. در زمان درگیری یک چرخ دنده خارجی با یک چرخ دنده داخلی، جهت گردش این دو چرخ دنده یکسان خواهد بود.

۲-۶- چرخ دنده های هرز (هرزگردها) :

هرزگردها (دنده واسطه) همان چرخ دنده های ساده یا مارپیچی هستند که در چرخه انتقال قدرت به کار رفته اند و تاثیری در نسبت دنده و دور ندارند و فقط جهت دوران را عوض میکنند. وجود یک چرخ دنده هرز در بین دو چرخ دنده خارجی، جهت گردش آن دو را یکی خواهد کرد.

چون نمی توان موتور را به گردش در جهت عکس واداشت، از چرخ دنده های هرز معمولا در سیستم دنده عقب خودروها استفاده می شود.

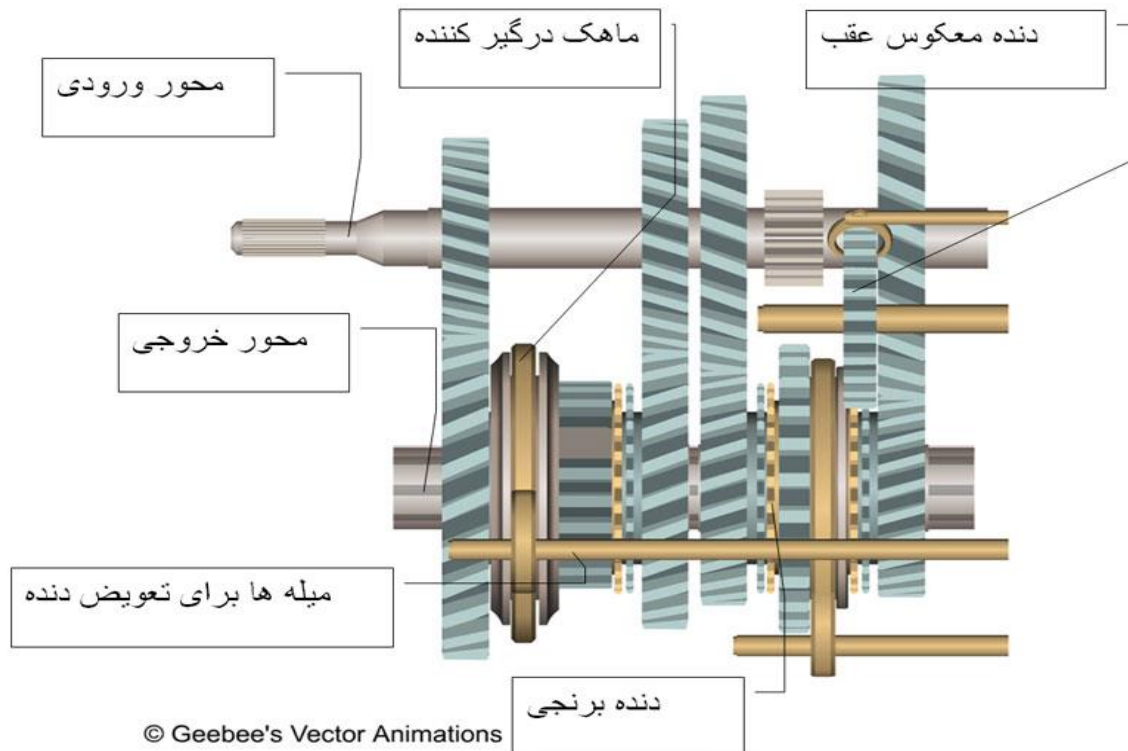
۲-۷- نسبت دنده :

چرخ دنده ها، گشتاور و دور را منتقل کرده و در حین انتقال میتوانند بر مقدار آن نیز تاثیر گذاشته و آن را تغییر دهند. از آنجایی که معمولا چرخ دنده هایی با مشخصات متفاوت (قطر، تعداد دندانه، ...) با هم درگیر می شوند هریک با سرعت و گشتاور متفاوتی می چرخد. معمولا در محاسبات مربوط به درگیری دو چرخ دنده دو رابطه مدنظر است:

$$i = \frac{N_a}{N_b} = \frac{Z_b}{Z_a}$$

N_a : تعداد دور ورودی N_b : تعداد دور خروجی Z_a : تعداد دندانه محرک Z_b : تعداد دندانه متحرک

فصل سوم: جعبه دنده دستی



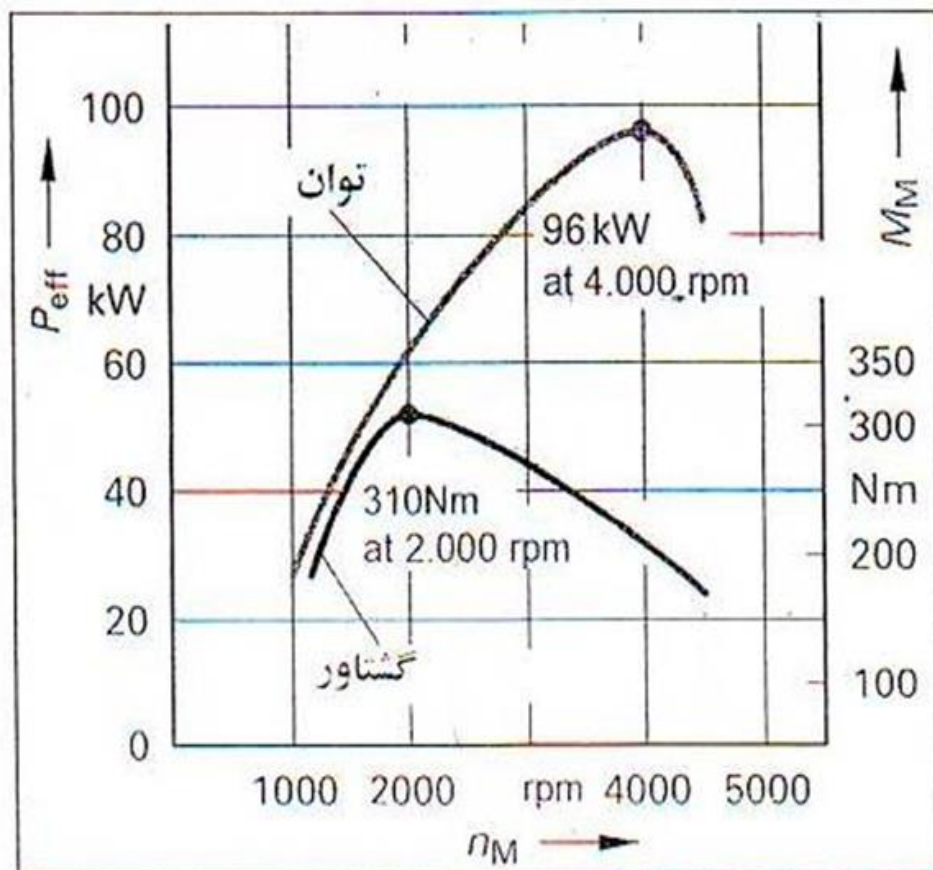
۳-۱- مقدمه: لزوم استفاده از جعبه دنده در خودروها

به طور کلی در موتورهای احتراقی با ازدیاد دور به تدریج قدرت آن نیز افزایش می‌یابد و در یک دوره معین که آن را دور مفید می‌نامند قدرت به حداکثر مقدار خود می‌رسد. از این دور به بعد با وجود اینکه ممکن است دور موتور زیاد شود دیگر قدرت نه تنها زیاد نشده بلکه کمتر هم می‌شود. به علت کاهش زمان مکش و کاهش زمان اشباع کوئل. به همین ترتیب گشتاور موتور نیز در دور معینی به مقدار حداکثر و مطلوب خود می‌رسد. بنابراین برای اینکه بتوان از حداکثر قدرت موتور با شرایط اقتصادی مطلوب استفاده نمود باید سعی شود که موتور همیشه در محدوده معینی کار کند.

برای برطرف کردن مقاومت جاده، موتور نه تنها باید آن قدر نیرو تولید نماید که صرف برطرف کردن مقاومت جاده شود بلکه باید اضافه بر آن قدرت لازم برای شتاب دادن به اتومبیل را نیز در اختیار چرخ‌های محرک قرار دهد.

مقاومت جاده به وسیله گشتاور موتور برطرف می شود که این گشتاور نیز در حد معینی از دور که آن را (خود تنظیمی) می نامند (فاصله بین نقطه حداکثر قدرت و حداکثر گشتاور، مطابق شکل ۱-۴) قابل استفاده است که متأسفانه این دور نیز به تناسب کیفیت موتور و با توجه به مشخصات موتور مخصوصاً الاستیسیته آن کاملاً محدود است (هر قدر حدود گشتاور قابل استفاده در یک موتور بیشتر باشد موتور دارای الاستیسیته بیشتری است).

حال اگر مقاومت جاده بیشتر شود به علت اینکه بار موتور زیاد می شود دور آن به تدریج کم می‌گردد که در ابتدا چون افت دور هنوز در منطقه (خود تنظیمی) است گشتاور، کمی زیاد شده (در حدود ۱۵ تا ۲۰٪ گشتاور در دور کامل) و نیازی به تعویض دنده نیست. ولی اگر باز هم به علت ازدیاد مقاومت جاده، دور افت نماید و از حد مذکور نیز کمتر شود دیگر گشتاور کافی در اختیار چرخ نیست و در این حالت است که باید دنده عوض شود و بدین وسیله مجدداً به موتور اجازه داده می شود که به دور مطلوب برسد.



شکل ۱-۲: منحنی قدرت و گشتاور موتور

بنابراین گیربکس چیزی جز یک دستگاه مبدل گشتاور نیست که در آن به کمک نسبت چرخ دنده ها، گشتاور موتور به گشتاوری تبدیل می شود که به چرخ ها منتقل می شود (گشتاور چرخ). مثلاً هرگاه گیربکس را از دنده ۴ به دنده ۳ برگردانیم (دنده معکوس) باز هم همین تبدیل را انجام داده ایم. زیرا دور موتور را که در اثر مقاومت جاده خیلی کم شده است به کمک یک نسبت تبدیل بزرگتر مجدداً بالا می بریم و بدین ترتیب دور موتور را به حد خود تنظیمی باز میگردانیم (شکل ۲-۴).

چون قدرت موتور صرف نظر از بازده گیربکس و دیفرانسیل همان قدرتی است که به چرخ ها منتقل می شود می توانیم بنویسیم :

$$P_M = P_R \text{ قدرت چرخ} = \text{قدرت موتور}$$

$$P_R = \frac{M_{pl} \times n_{pl}}{9550} \quad \text{و} \quad P_m = \frac{M_m \times n_m}{9550} \quad \text{از رابطه بین قدرت و گشتاور داریم}$$

که: M_m گشتاور موتور n_m دور موتور M_{pl} گشتاور چرخ و n_{pl} دور چرخ است.

اگر در طرفین معادله ۹۵۵۰ را حذف کنیم خواهیم داشت.

$$M_m \cdot n_m = M_{pl} \cdot n_{pl}$$

از رابطه بالا می توان نتیجه گرفت که :

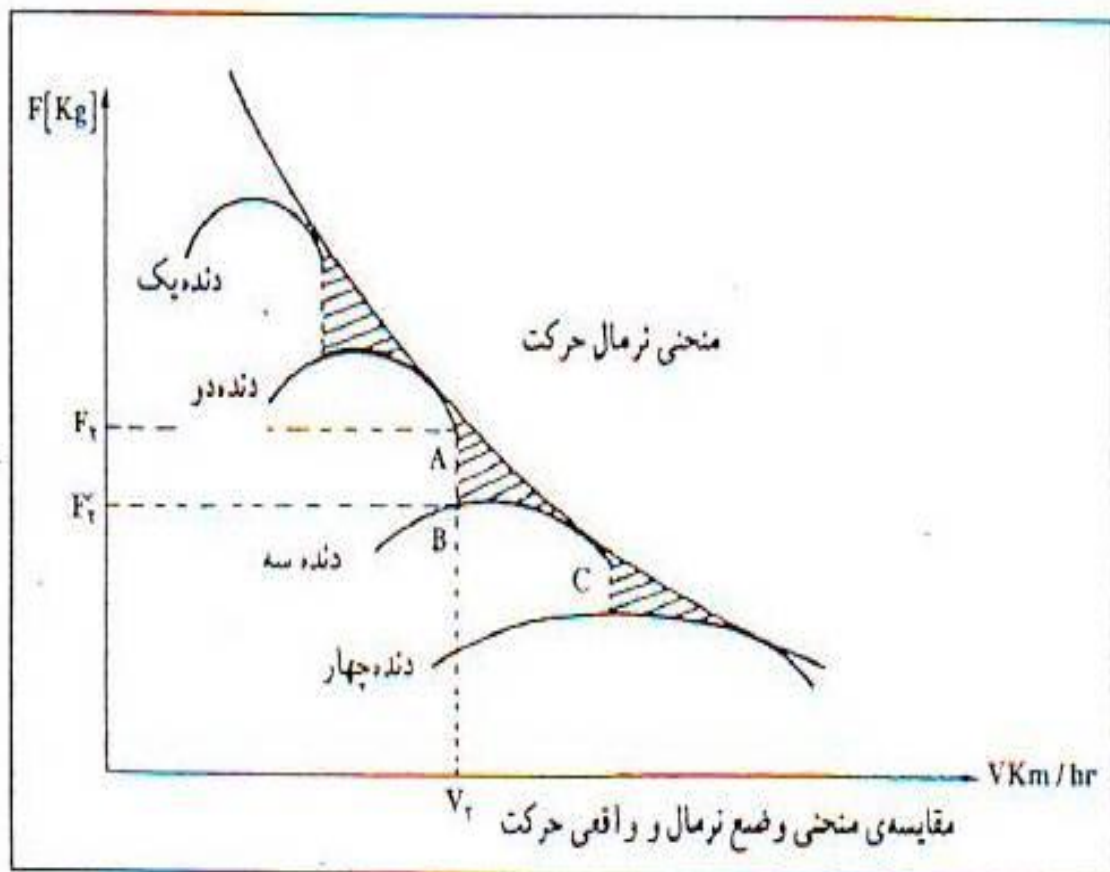
هر قدر گشتاور چرخ در مقابل گشتاور موتور بیشتر باشد به همان نسبت دور چرخ در مقابل دور موتور کمتر خواهد بود و در نتیجه اتومبیل آهسته تر حرکت خواهد کرد.

از طرفی چون ما مجبور هستیم دور موتور را در حد بالا نگه داریم (زیرا فقط در اینصورت است که می توانیم قدرت کافی بگیریم) پس از هر ازدیاد و تبدیل گشتاوری به وسیله گیربکس بالاجبار باید همراه با تقلیل دور چرخ باشد. بنابراین باز هم ثابت می شود که گیربکس یک مبدل گشتاور و دور است.

یکی دیگر از وظایف گیربکس در وسائط نقلیه فراهم آوردن امکان حرکت اتومبیل به عقب است زیرا موتورهای احتراقی فقط می توانند در یک جهت دوران نمایند و تغییر جهت دوران آنها میسر نیست و برای تغییر جهت دادن به

اتومبیل از دنده واسطه ای در گیربکس استفاده می شود. مطابق قوانین بین المللی وسائط نقلیه ای که وزنی بیش از ۴۰۰ کیلوگرم دارند حتما باید مجهز به دنده عقب باشند.

۲-۳- گیربکس ایده ال : گیربکسی است که در آن تبدیل دور و گشتاور به آرامی و بدون مرحله مشخص صورت میگیرد. به این ترتیب امکان ثابت نگه داشتن دور موتور در حد خود تنظیمی وجود خواهد داشت و دائما حداکثر قدرت با گشتاور موتور در اختیار چرخ قرار خواهد گرفت. این حالت را میتوان در نمودار سرعت و نیروی کششی هر گیربکس با وصل نقاط ماکزیمم سرعت هر دنده به یکدیگر به کمک یک سهمی مشخص نمود (شکل ۲-۴) که این سهمی را هیپربل تمام بار یا تمام گاز یک گیربکس گویند. در شکل مذکور وضعیت تغییرات سرعت و کشش یک گیربکس ۴ دنده در دنده های مختلف نشان داده شده است. منحنی مربوط به هر دنده ، حد نیروی کششی و سرعت اتومبیل را در آن دنده مشخص میکند. همانطور که گفته شده این حد بستگی کامل به کیفیت موتور و خصائص مشخصه آن (الاستیته - دور-گشتاور و غیره) و نسبت تبدیل دنده دارد.



شکل ۲-۴: دیاگرام نیروی کششی و سرعت (هیپر بل نیروی کششی)

سطوح هاشور زده کار غیر قابل استفاده را در گیربکس که در اثر فاصله بین تعویض دنده بوجود می آید (مکث دنده) مشخص نموده است به علاوه این سطوح ، انحراف گیربکس را از حد یک گیربکس ایده آل مشخص می کند بدین ترتیب که هر قدر این سطوح کمتر باشند می توان از قدرت موتور به نحو بهتری استفاده کرد زیرا در یک گیربکس ایده آل و بدون دنده (مانند گیربکس های اتوماتیک) مکث موجود در لحظه تعویض دنده از بین می رود. عملا نیز این گونه گیربکس ها از سالها قبل به کمک صفحات اصطکاکی و چرخ تسمه هایی که قطر آن به تناسب دور قابل تغییر است ساخته شده اند و امروزه این خاصیت را گیربکس های واریوماتیک (مثلا گیربکسی اتومبیل داف) و گیربکس های هیدرولیک ارائه می دهند.

گیربکس های دنده ای معمولی دارای این عیب هستند که چون در آنها دنده ها تحت تاثیر بار، قابل تعویض نیستند .

برای تعویض دنده باید ارتباط بین موتور و گیربکس به وسیله کلاچ قطع شود که خود این عمل ، مکث تعویض دنده را بیشتر میکند.

به دلایل اقتصادی و ایمنی و نیز برخی سلائق رانندگی امروزه نیز گیربکس های دنده ای ارجحیت خود را حفظ کرده اند. در گیربکس های دنده ای چون هر زوج دنده فقط یک نسبت را ممکن می سازد برای بدست آوردن نسبت تبدیل های مختلف باید از چندین زوج دنده استفاده کرد که هر زوج دنده را اصطلاحاً یک دنده گویند. مثلاً موقعی که از گیربکس ۳ دنده صحبت می شود منظور گیربکسی است که غیر از دنده عقب، سه زوج دنده دارد و سه نسبت تبدیل مختلف را ممکن می سازد (۳ دنده رو به جلو)..

هر قدر تعداد دنده های گیربکس بیشتر باشد ، به همان نسبت می توان از قدرت موتور به نحو کامل تری استفاده کرد. قابل توجه است که در تعیین دنده های گیربکس ، مجموعه مشخصات و کیفیت موتور (کاراکتر موتور) نقش اساسی را دارد. یک موتور با الاستیسیته کم که منحنی گشتاور آن دارای انحنا زیاد و اختلاف گشتاور در دوره های گوناگون زیاد است ، نسبت به موتور هم قدرت آن که منحنی گشتاور آن دارای انحنا کمتری است احتیاج به گیربکس با تعداد دنده های بیشتری دارد. باید توجه نمود که با اضافه شدن دنده های گیربکس علاوه بر ازدیاد مخارج ساخت آن، مقدار زیادی نیز از راحتی رانندگی اتومبیل کم می شود.

چرخ دنده های گیربکس از نوع بهترین فولاد آلیاژی و با ماشین های مخصوصی ساخته می شود. محورهای مختلف گیربکس که دنده ها روی آن ها سوار شده اند به صورت هزار خاری با ساده و از جنس فولادهای عالی آلیاژی و بسیار دقیق ساخته شده اند و برای افزایش مقاومت سایشی آنها، ابتدا آنها را آب می دهند و سپس سنگ می زنند. معمولاً نقاط اتکا محورهای جعبه دنده، یاتاقان های ساچمه ای (بلبرینگ یا رولبرینگ) است زیرا با استفاده از این یاتاقان ها اصطکاکی به حداقل رسیده و راندمان گیربکس بالا می رود . از طرفی یاتاقان های ساچمه ای احتیاج به مراقبت زیادی ندارند.

۳-۳- سیستم درگیرشونده سنکرونیزه :

در جعبه دنده های سنکرونیزه تنها عیب عدم تساوی دور که در نوع چنگکی وجود داشت ، مرتفع گردید و شرایط ایده آل تساوی سرعت خطی دو چرخ دنده محقق گردید. این گیربکس ها در حقیقت نوع تکمیل شده گیربکس های چنگکی هستند .

برای اینکه در زمان درگیری دو چرخ دنده، دور آنها یکسان شود، در قسمت مرکزی یک سمت از چرخ دنده مورب، یک سطح مخروطی ایجاد شده است . کشویی هم دارای همین سطح مخروطی اصطکاکی است . در موقع تعویض دنده کشویی با دنباله مخروطی چرخ دنده مورب درگیر شده و دور آن با دور خود برابر میکند. وقتی دور چرخ دنده با دور کشویی یکسان شد، پوسته خارجی (کشویی بیرونی) در روی قسمت داخلی توپی (تودلی)، حرکت کشویی کرده و چنگک های چرخ دنده درگیر می شود.

دستگاه هم سرعت کننده و قسمت درگیر شونده، در یک مجموعه ساخته شده اند. قسمت هم سرعت کننده داخل کشویی قرار داشته و به وسیله اتصال هزار خاری (کشویی) روی محور اصلی حرکت لغزشی می نماید. قسمت درگیر شونده در خارج دستگاه قرار داشته و از داخل توسط اتصال هزار خار با هم سرعت کننده درگیر است و از خارج نیز دارای یک شیار یا برجستگی برای درگیری با ماهک است. بین هم سرعت کننده و درگیرشوند، ساچمه و فنر با خارهای موشکی قرار دارد که در حالت عادی از حرکت بی مورد آن جلوگیری میکند.

۳-۴- طرز کار هم سرعت کننده :

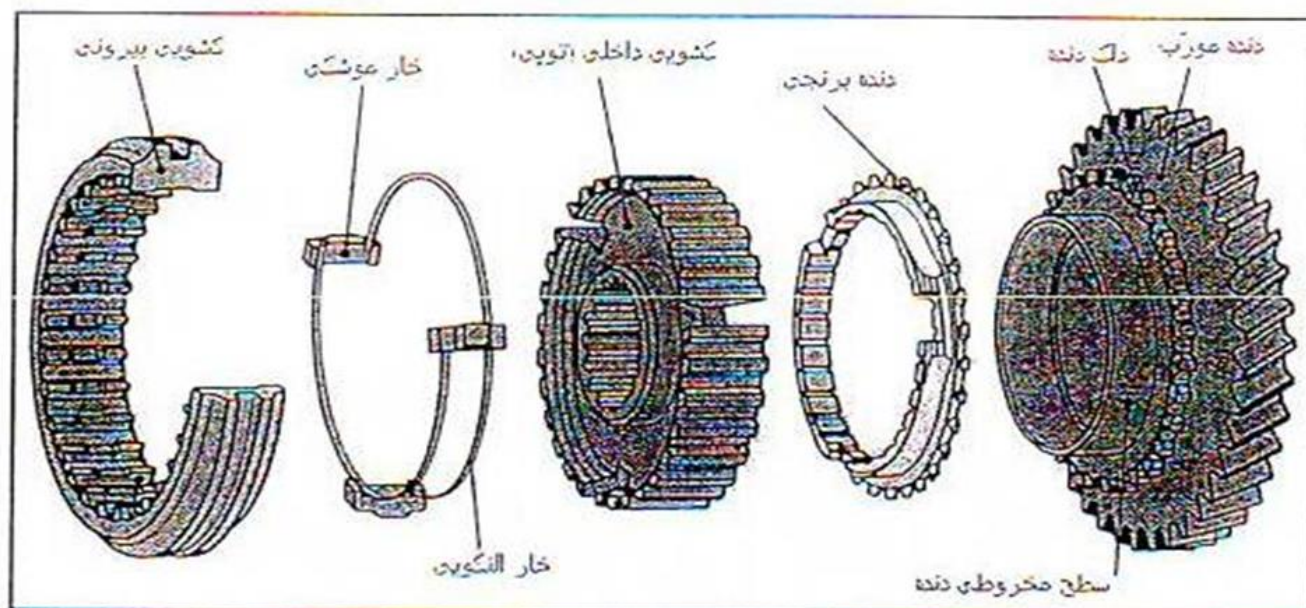
در موقع تعویض دنده، پس از گرفتن کلاچ با وجود قطع ارتباط بین موتور و گیربکس ، دندانه های همیشه گرد جعبه دنده با سرعت اولیه ای که اینرسی قطعات گردنده بر آن تحمیل میکند در حال چرخش هستند/ با این دوران دنده های مورب واقع بر روی محور اصلی نیز در حال چرخش هستند. راننده پس از خلاص کردن دنده قبلی، اهرم دنده را در جهت درگیری دنده بعدی حرکت می دهد. با این عمل نیرو از ماهک به کشویی خارجی وارد شده و سپس به وسیله ساچمه یا خار به توپی (کشویی داخلی) نیروی وارد شده و آن را به سمت چرخ دنده هدایت می کند. با چنین حرکتی

سطح مخروطی توپی با دنباله مخروطی چرخ دنده درگیر شده و در اثر اصطکاکی، دور چرخ دنده ای که به طور هرز می‌گردد با توپی برابر می‌شود و در لحظه ای که سرعت خطی این دو عضو یکسان شد، کشویی بیرونی با چنگک‌های دنده (داگ دنده) درگیر شده و با آن یکپارچه می‌شود و چون مجموعه سنکرونیزور روی شفت خروجی هزار خار است شفت خروجی همان دوری را خواهد زد که سیستم سنکرونیزور مربوط (یا به عبارتی دنده مورب درگیر با آن) می‌زند.

۳-۵- سنکرونیزور برنجی :

برای ایجاد اصطکاکی ملایم و برای جلوگیری از ساییدگی قطعات سخت و گران قیمت، سطح مخروطی مربوط به هم سرعت کننده را حذف کرده و کار آن را به قطعه ای جداگانه و قابل تعویض از جنس فلزبرنج آلومینیوم معروف به دنده برنجی واگذار نموده‌اند. در روی حلقه هم سرعت کننده برنجی (دنده برنجی) شیار و در پوسته درگیر شونده نیز خاری وجود دارد که موجب درگیری آن دو می‌شود. شیار بزرگ تر از خار است تا دنده برنجی در حین پیشروی نیز چند درجه چرخش آزاد بنمایند. همین چرخش آزاد، عمل هم سرعت نمودن را به تاخیر می‌اندازد و راننده مجبور است پس از کمی تامل دنده را تعویض کند.

سطح داخلی دنده برنجی مخروطی بوده و با مخروط روی دنده مورب، یک کلاچ اصطکاکی مخروطی را به وجود می‌آورد. وظیفه دنده برنجی همدور کردن دنده سرعت و کشویی و در نتیجه شفت خروجی باهمدیگر است. معمولاً روی دنده برنجی ۳ شیار برای نشستن خار موشکی‌ها تعبیه شده است.



شکل ۴-۹: سیستم سنکرونیزور برنجی

در سنکرونیزور برنجی قطعات سیستم در سه مرحله عمل میکنند.

در مرحله اول و پس از حرکت دسته دنده ، کشویی بیرونی توسط ماهک به سمت دنده موردنظر حرکت میکند. کشویی بیرونی روی شیارهای توپی (کشویی داخلی) حرکت و ضمن جلو رفتن ، خارهای موشکی [معمولاً ۳ عدد] را در شیار توپی با خود به سمت دنده مربوطه حرکت می دهد.

در مرحله دوم خارهای موشکی از طریق شیار خار موشکی (روی دنده برنجی) به دنده برنجی فشار وارد آمده و آن را به سمت قسمت مخروطی یا کونیک دنده مربوطه جلو میرانند.

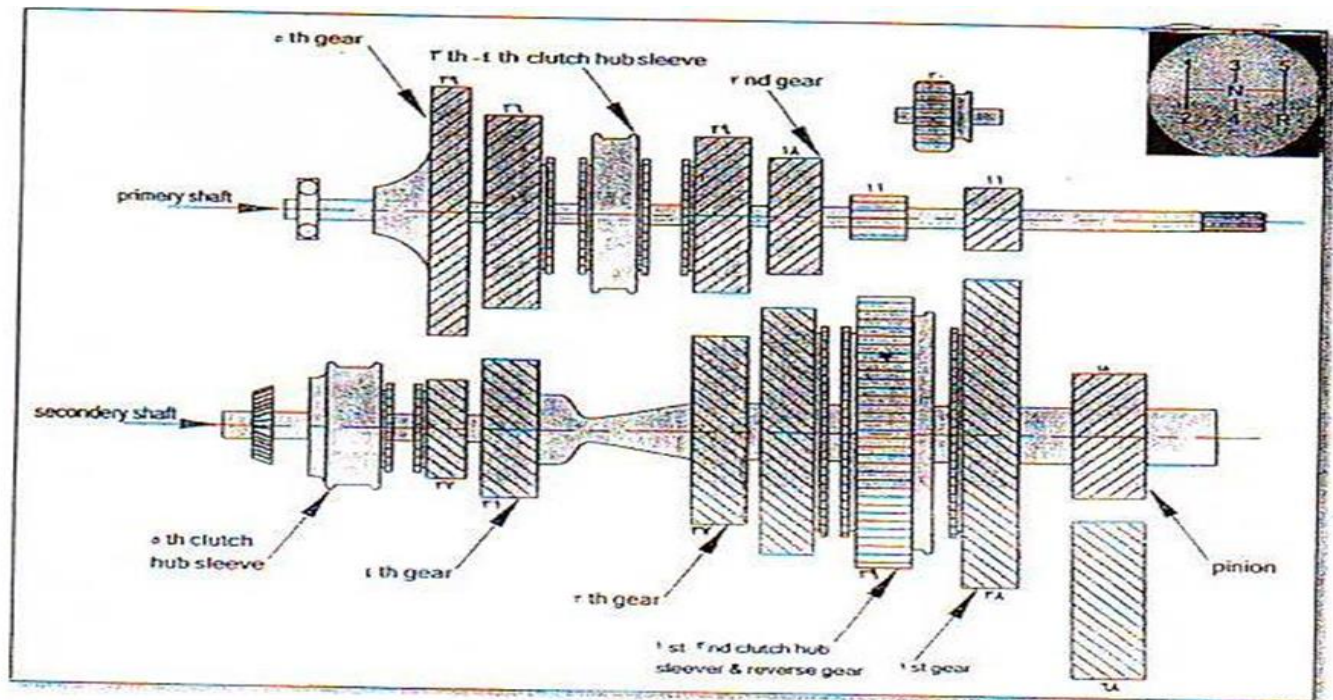
در مرحله سوم و با جلو رفتن بیشتر کشویی بیرونی به سمت دنده ، اصطکاکی حاصل از تماس دنده برنجی و قسمت مخروطی دنده مورب افزایش یافته به نحوی که باعث می شود هر دو با یک سرعت دوران نمایند. آخرین حرکت کشویی باعث درگیری دنده های داخلی کشویی بیرونی با دنده های ریز کوچک بغل دنده مورب (داگ دنده) می شود. فنرهای حلقوی (خارالنگویی) موجود در هر سنکرونیزور دو عدد هستند که در طرفین کشویی داخلی قرار میگیرند. انتهای فنرها در داخل گودی خار موشکی تکیه میکند ولی نوک آنها باید از کف خار موشکی کمی فاصله داشته باشد

لازم به ذکر است که درگیربکس سنکرونیزه نیز هرگاه عمل درگیری دنده‌ها خیلی سریع و بدون وقفه لازم انجام شود ممکن است دنده‌ها هنگام درگیری با هم صدا کنند. زیرا در این حال فرصت کافی برای هماهنگ شدن سرعت دنده‌ها وجود ندارد و از طرفی هنگامی ضامن کشویی به کشویی روئی اجازه حرکت می‌دهد که سرعت کشویی و دنده مربوط یکی شده باشد. بنابراین زمان کوتاهی برای هماهنگ شدن سرعت آنها لازم است. به علت وجود همین ضامن این نوع گیربکس‌ها را گیربکس سنکرونیزه ضامن دار نیز می‌گویند.

علاوه بر دستگاه سنکرونیزاسیون برنجی دار ذکر شده، انواع دیگری از این سیستم نیز وجود دارد که عبارتند از:

سنکرونیزه ساچمه و فنر، سنکرونیزه پین دار و سنکرونیزه دابل

دنده عقب در گیربکس‌های سنکرونیزه می‌تواند از نوع کشویی یا مورب (مجهز به سیستم سنکرونیزه) باشد. دنده عقب پراید، پژو ۴۰۵، پژو ۲۰۶ و ... از نوع کشویی و گیربکس پژو RD آلمانی GETRAG از نوع سنکرونیزه می‌باشد.



شکل ۱۱-۴: چرخ دنده‌های گیربکس و دیفرانسیل خودروی پراید

فصل چهارم : جعبه دنده های نیمه اتوماتیک

۴-۱- مقدمه :

-در این نوع از گیربکس ها، کلاچ خودرو بصورت اتوماتیک کار می کند اما همچنان راننده می تواند دنده را بصورت دستی تعویض کند.

-این نوع گیربکس ها به گیربکس های دستی بدون پدال کلاچ یا گیربکس های دستی اتوماتیک شده (AMT) معروف هستند.

-در بسیاری از این نوع گیربکس ها راننده می تواند تعویض دنده را نیز برعهده کامپیوتر قرار دهد.

۴-۲- انواع گیربکس های نیمه اتوماتیک :

۱- گیربکس های هیدروالکترولیکی

۲- گیربکس های SMG

۳- گیربکس EAZYTRONIC

۴- گیربکس های دوکلاچه (DCT)

۵- گیربکس DSG

نامگذاری گیربکس الکتروهیدرولیک در خودرو سازی های مختلف:

- BMW : Sequential Manual Gearbox (SMG)
- Toyota : Sequential Manual Transmission (SMT)
- Lamborghini : E gear
- Ferrari : F1
- Audi R8 : R tronic
- BMW has since switched over to a dual clutch transmission in the latest M3, and Ferrari as well in 2009 with the California and 458 Italia

۴-۳- گیربکس دستی متوالی :

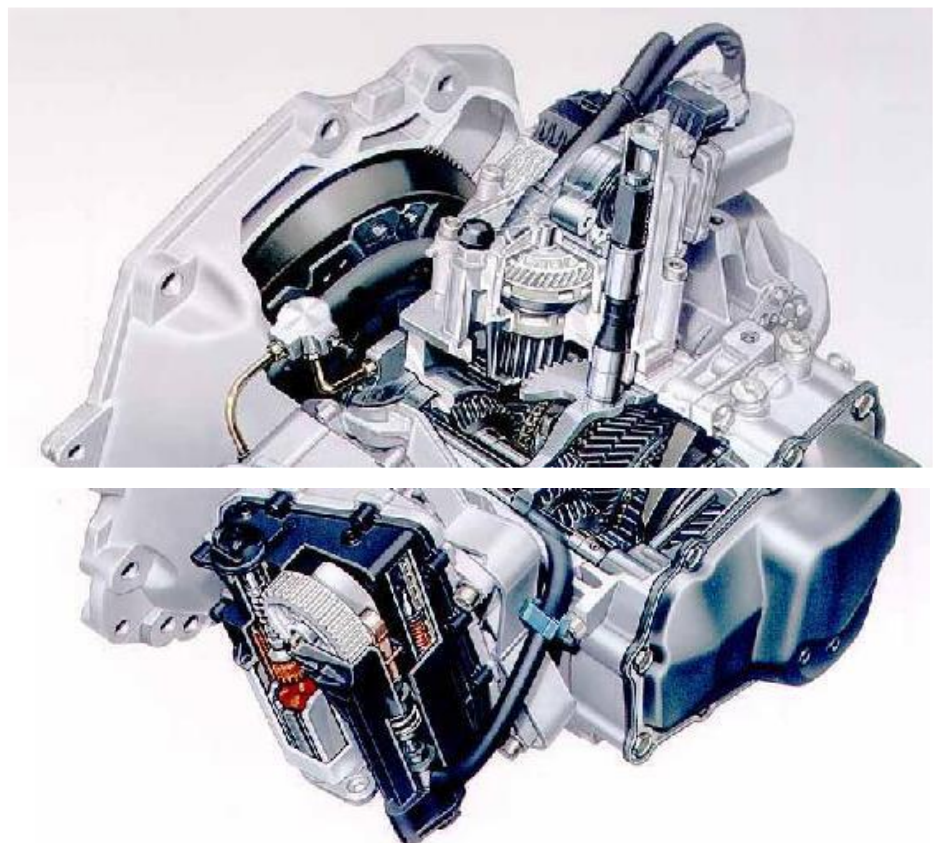
گیربکس دستی متوالی نوعی از گیربکس دستی الکتروهیدرولیکی است که در خودروهای مسابقه ای استفاده می شود و در آن دنده ها بصورت متوالی تعویض می شود و دسترسی مستقیم به یک دنده خاص ممکن نمی باشد.



۴-۴- گیربکس EAZYTRONIC

- این نوع گیربکس توسط شرکت اپل برای ساخت گیربکس AMT آن شرکت نامگذاری شده است.

- این گیربکس توسط سه موتور الکتریکی خطی کار می کند: یکی از موتورهای کلاچ را درگیر می کند، دیگری دنده بعدی را انتخاب می کند و آخری دنده را انتخاب می کند.



۴-۵- کلاچ های چند صفحه ای :

از آنجایی که سیستم دو کلاچه شبیه سیستم اتوماتیک است شاید فکر کنید که این سیستم به مبدل گشتاور نیاز داشته باشد چیزی که در سیستم اتوماتیک مورد نیاز است تا قدرت به چرخ ها منتقل شود در حالی که DCT به مبدل گشتاور نیاز ندارد. به جای آن DCT هایی که هم اکنون در بازارند از کلاچ های چند صفحه ای خیس استفاده می کنند. کلاچ خیس کلاچی است که اجزای کلاچ را در مایعی شست و شو می دهد تا هم اصطکاک کم شود هم از گرمای تولید شده بکاهد. تولید کنندگان در حال طراحی DCT های با کلاچ خشک هستند درست مانند سیستم های دستی. اما در حال حاضر ماشین هایی که مجهز به DCT هستند از کلاچ خیس استفاده می کنند. بسیاری از موتور سیکلت ها از یک کلاچ چند صفحه ای استفاده می کنند. درست همانند مبدل گشتاور، کلاچ چند صفحه ای از فشار هیدرولیکی برای به حرکت در آوردن چرخ دنده ها استفاده می کند. مایع کار خود را در داخل پیستون کلاچ انجام می دهد _ در شکل بالا مشخص است _ وقتی که کلاچ درگیر می شود فشار هیدرولیکی داخل پیستون فنر های حلقه شده را تحت فشار قرار می دهد. با این کار یک دسته از صفحه های کلاچ و دیسکهای اصطکاکی به صفحه فشار که ثابت است فشرده می شوند. دیسکهای اصطکاکی دارای دندانه های داخلی هستند و به گونه ای طراحی شده اند که با دندانه های هزار خار روی شفت کلاچ درگیر شوند و این شفت ها هم به نوبه خود، با چرخ دنده هایی که نیرو را انتقال می دهند درگیر می شوند. سیستم انتقال قدرت دو کلاچه خشک آ ثو دی ((Audi ، هم یک فنر حلقه ای کوچک هم ، یک فنر بزرگ میانی دارد. به منظور آزاد کردن کلاچ، از فشار روغن درون پیستون کاسته می شود. با این کار فنر های پیستون که اعمال فشار روی مجموعه کلاچ و صفحات فشار را ممکن می کنند به حالت آزاد بر می گردد

۶-۴- انتقال قدرت دو کلاچه Dual Clutch Transmission

سیستم انتقال قدرت از نظر نوع تعویض دنده به دو دسته معمولی و اتوماتیک تقسیم بندی می شوند. در سیستم انتقال قدرت معمولی ، راننده با فشار دادن پدال کلاچ و با استفاده از دسته دنده ، دنده را تعویض می نماید. در سیستم انتقال قدرت اتوماتیک که با استفاده از یک مبدل گشتاور (به جای کلاچ) و یک یا چند مجموعه چرخ دنده سیاره ای، همه

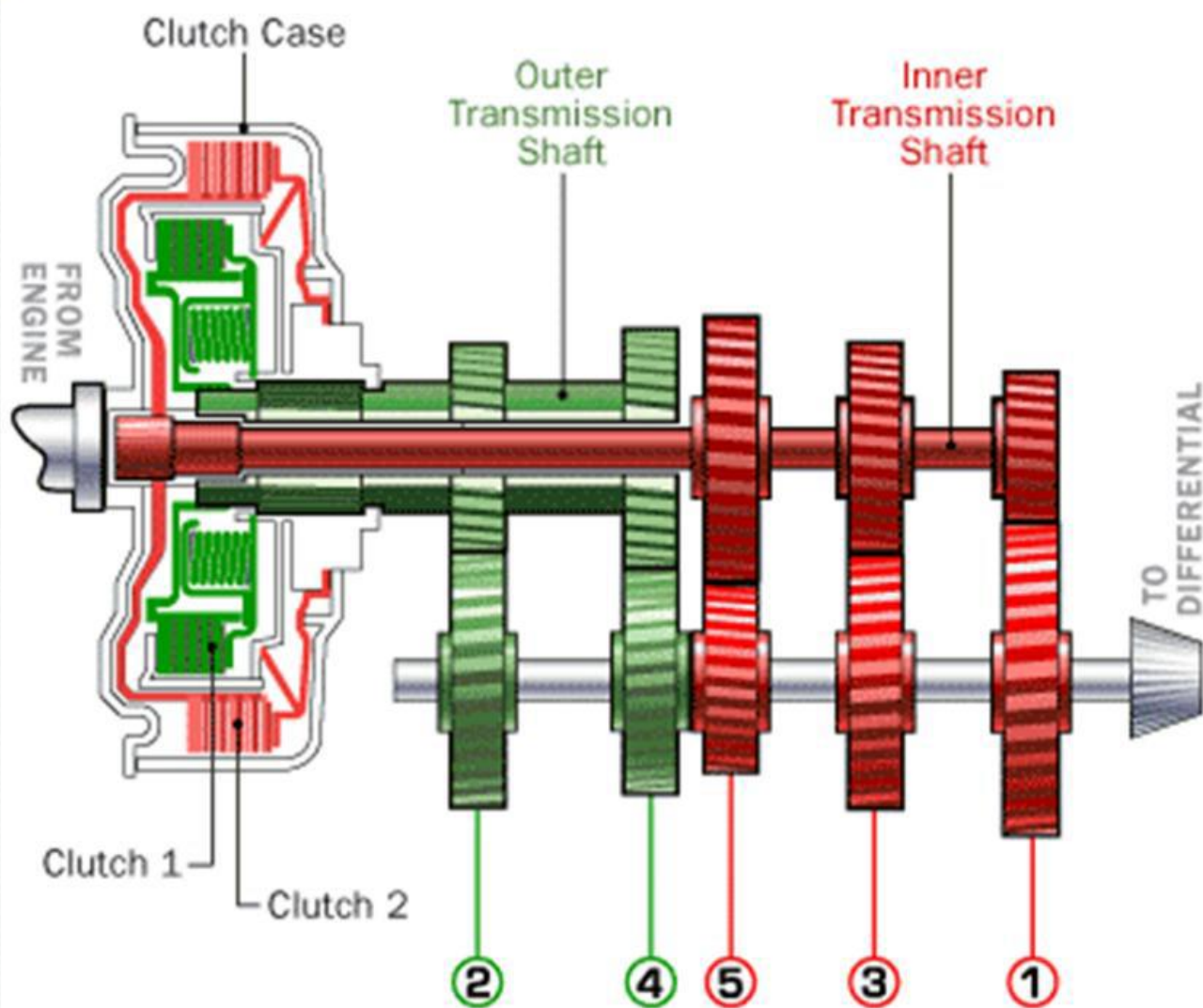
کارهای تعویض دنده به صورت خودکار انجام می‌گیرد. اما سیستم دیگری مابین این دو سیستم وجود دارد که ترکیبی از بهترین ویژگی‌های هر دو سیستم را دارا می‌باشد و آن سیستم انتقال قدرت دو کلاچه است که به آن، سیستم انتقال قدرت شبه اتوماتیک، سیستم دستی بدون کلاچ یا سیستم دستی انتقال قدرت اتوماتیک شده هم گفته می‌شود. البته در زمینه ماشین‌های مسابقه سیستم‌های شبه اتوماتیک مانند گیربکس دستی متوالی همواره استفاده شده‌اند اما در ماشین‌های معمولی تکنولوژی نسبتاً جدیدی است.

۴-۷- عملکرد سیستم بطور خلاصه :

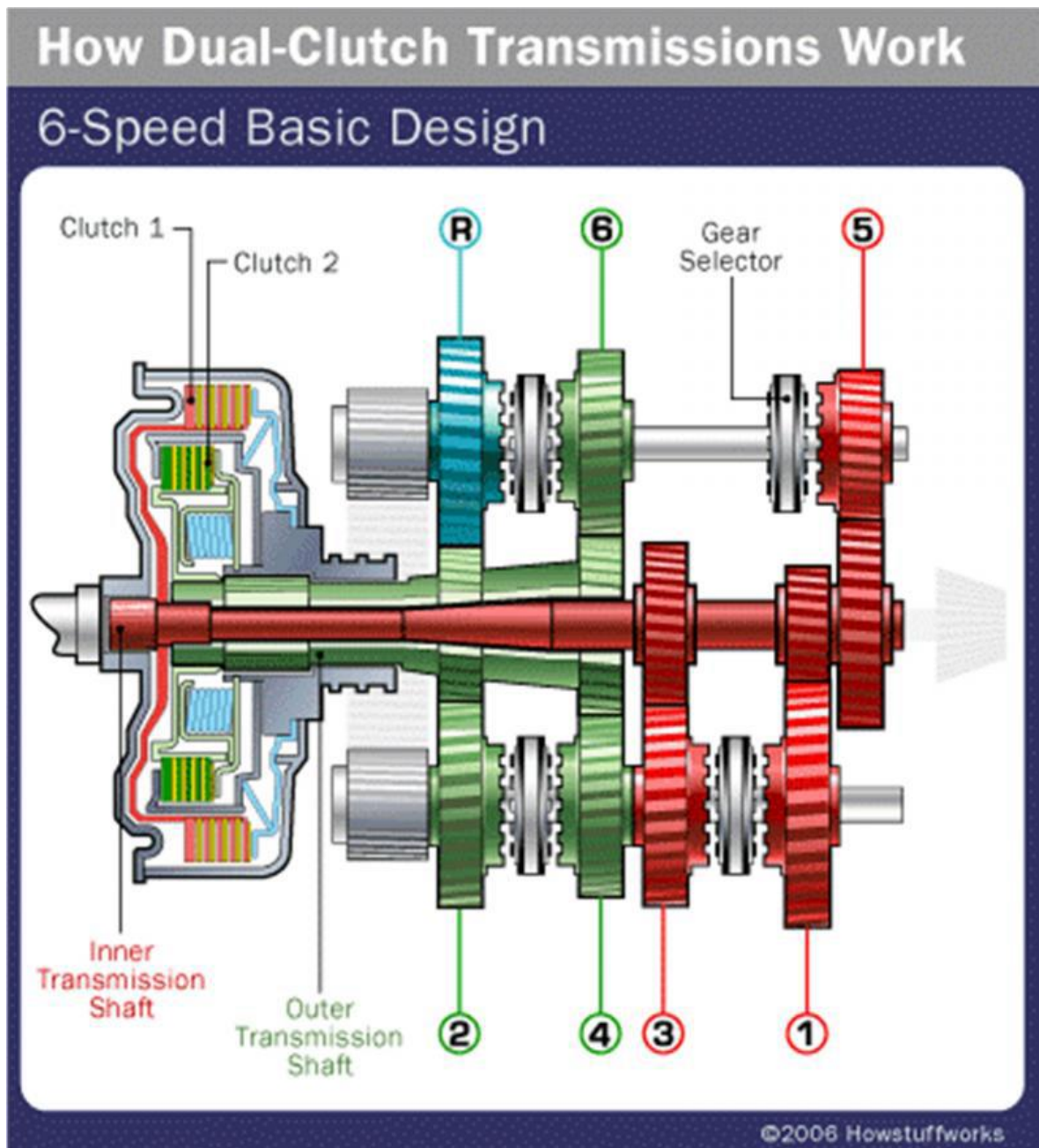
یک گیربکس دو کلاچه مانند گیربکس (DSG) Gearbox Shift Direct از دو کلاچ استفاده می‌کند و در عین حال پدال کلاچ ندارد، کنترل‌کننده‌های الکترونیکی و هیدرولیکی پیچیده‌ای کلاچ‌ها را کنترل می‌کنند. در سیستم DCT (انتقال قدرت دو کلاچه) کلاچ‌ها مستقل از هم عمل می‌کنند. یک کلاچ چرخ دنده‌های فرد را کنترل می‌کند و دیگری چرخ دنده‌های زوج را. با استفاده از این شیوه دنده بدون قطع جریان نیرو از موتور به چرخ‌ها عوض می‌شود.

How Dual-Clutch Transmissions Work

Basic Arrangement



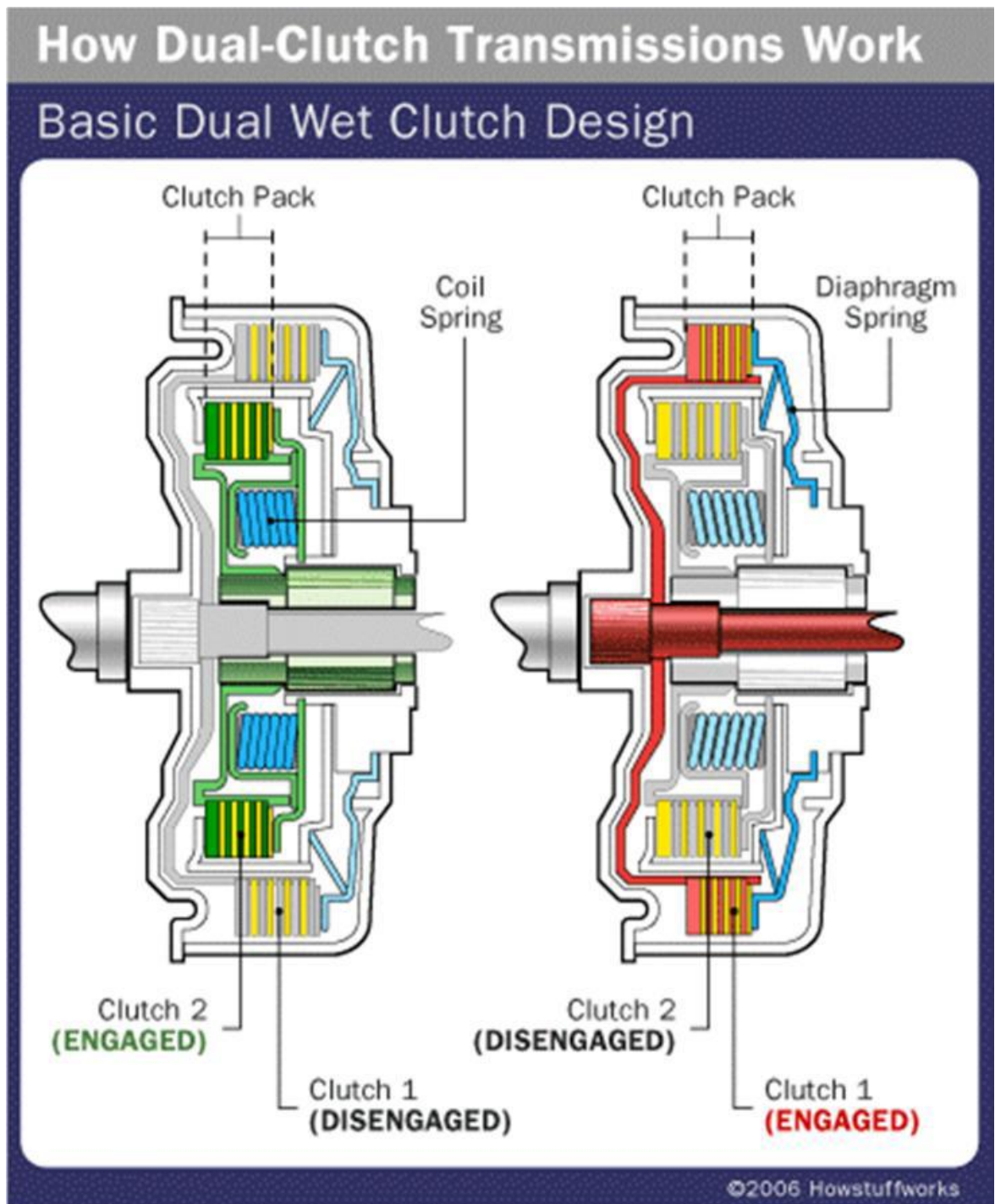
©2006 Howstuffworks



۴-۸- طرز کار سیستم انتقال قدرت دو کلاچه :

یک شفت دو قسمتی در مرکز DCT قرار دارد. بر خلاف گیربکس‌های دستی معمولی که همه چرخ دنده‌ها روی یک شفت ورودی قرار دارند DCT، چرخ دنده‌های زوج و فرد را به وسیله دو شفت ورودی از هم جدا می‌کند. این چگونه ممکن است؟ شفت خارجی به صورتی سوراخ شده که محفظه‌ای را برای شفت داخلی فراهم می‌کند و شفت داخلی در آن جا می‌گیرد. شفت خارجی به چرخ دنده‌های دو و چهار وصل است و شفت داخلی به چرخ دنده

های اول، سوم و پنجم متصل است. تصویر زیر ترتیب قرار گیری اجزا را در یک سیستم پنج دنده DCT نشان می دهد. توجه کنید که یک کلاچ چرخ دنده های دوم و چهارم را کنترل می کند و کلاچ دیگر به صورت مستقل چرخ دنده های اول و سوم و پنجم را کنترل می کند. این همان چیزی است که تعویض برق آسای دنده ها را ممکن می کند و در عین حال قدرت همواره به صورت ثابت به چرخ ها منتقل می شود. سیستم انتقال قدرت اتوماتیک استاندارد نمی تواند این نیاز را برطرف کند زیرا در این سیستم برای تمام چرخ دنده ها از یک کلاچ استفاده می شود.



۴-۹- مزایای سیستم انتقال قدرت دو کلاچه :

۱- مصرف سوخت کمتر تا ۱۵ درصد نسبت به گیربکس های اتوماتیک

۲- عدم قطع توان موتور در هنگام تعویض دنده-تعویض دنده تحت نیرو انجام می گیرد یعنی یک جریان قدرت

ثابت و پایدار بین موتور و چرخ ها وجود خواهد داشت.

۳- تعویض دنده بسیار نرم

۴- چون DCT به ترتیب یک چرخ دنده را خارج و دیگری را درگیر می کند شوک هنگام تعویض دنده

(shift shock) کاهش می یابد.

۵ - تعویض دنده بسیار سریع با توجه به اینکه رفتن به دنده بالاتر ظرف ۶۰۰ میلی ثانیه انجام می گیرد پس رانندگان در

ضمن تعویض دنده یکی از چندین محاسن DCT ها را تجربه خواهند کرد و آن هم شتابگیری دینامیک و پیوسته آن

است

۴-۱۰- معایب سیستم انتقال قدرت دو کلاچه :

۱- بازده کلی پایین تر نسبت به گیربکس های معمولی به دلیل استفاده از کلاچهای خیس و سیستم های الکتریکی و

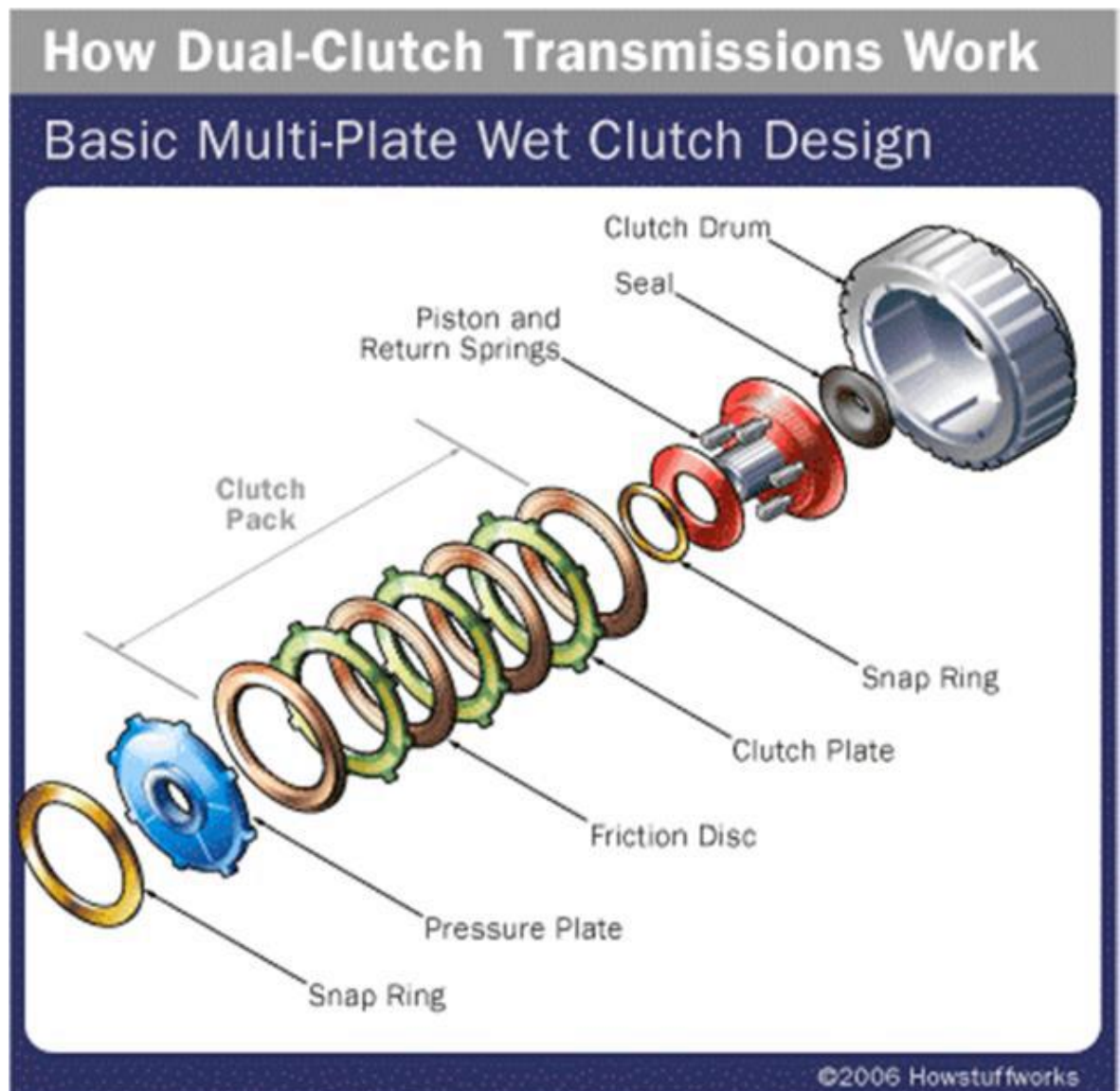
هیدرولیکی

۲- ظرفیت انتقال گشتاور محدود

۳- پیچیدگی زیاد و امکان زیاد خرابی در سیستم های آن

۴- سنگین تر بودن نسبت به گیربکس های معمولی

۵- گران تر بودن نسبت به گیربکس های معمولی



فصل پنجم : جعبه دنده های اتوماتیک

۵-۱- مقدمه : امروزه بسیاری از خودروهای سواری به جعبه دنده های اتوماتیک مجهز هستند و استفاده از این

نوع جعبه دنده ها به دلایل زیر در حال افزایش است:

- ۱ - خودروهای مجهز به جعبه دنده ی اتوماتیک، فاقد پدال کلاچ است و راننده در انجام تعویض دنده دخالت مستقیم ندارد. از این رو با جلوگیری از استفاده ی مکرر کلاچ و تعویض دنده های متوالی، به خصوص در ترافیک و جاده های شلوغ، راحتی و آسایش راننده افزایش یافته و آلاینده‌گی ناشی از سایش ذرات معلق لنت کلاچ نیز کاسته شده است.
- ۲ - جعبه دنده‌ی اتوماتیک با دریافت اطلاعات مختلف از شرایط عملکردی خودرو از قبیل بار موتور، سرعت خودرو و غیره بهترین و مناسب ترین دور موتور را برای تعویض دنده انتخاب می کند. از این رو شرایط عملکردی خودرو به وضعیت ایده آل نزدیک می گردد که باعث افزایش راحتی سرنشین، عملکرد بهتر موتور و کاهش مصرف سوخت می شود البته لغزش بین ایمپلر و توربین تورک کانورتور یا مبدل گشتاور نسبت به عملکرد کلاچ خشک در جعبه دنده دستی، به افزایش مصرف سوخت منجر می شود .

۵-۲- ساختمان جعبه دنده اتوماتیک :

جعبه دنده های اتوماتیک از چهار بخش اصلی به شرح زیر تشکیل شده اند:

- ۱- مبدل گشتاور، که وظیفه ی انتقال دور و گشتاور از موتور به شفت ورودی جعبه دنده را به صورت اتوماتیک بر عهده دارد.
- ۲- اجزای مکانیکی، که شامل مجموعه ی چرخ دنده سیاره ای، کلاچ های چند صفحه ای، کلاچ های یک طرفه و باند ترمزی است.
- ۳- مدارهای هیدرولیکی، که شامل بلوک هیدرولیک (صفحه ی سوپاپ) شیرهای هیدرولیکی، سروو Servo و آکومولاتور است.

۴- اجزای الکترونیکی، که شامل واحد کنترل الکترونیکی، حسگرها و شیرهای برقی ست.

۳-۵- مبدل گشتاور Torque converter

در خودروهای مجهز به جعبه دنده‌ی اتوماتیک برای انتقال دور و گشتاور موتور به شفت ورودی جعبه دنده، بدون دخالت مستقیم راننده، از نوعی کوپلینگ هیدرولیکی خاص به نام مبدل گشتاور استفاده می‌شود. شکل‌های ۱- ۵ و ۲- ۵ به ترتیب نمای ظاهری و اجزای داخلی مبدل گشتاور را نشان می‌دهند.

۴-۵- اجزای مبدل گشتاور :

مطابق شکل ۳- ۵، مبدل گشتاور شامل سه عضو اصلی : ایمپلر Impeller یا پمپ Pump توربین Turbine و استاتور Stator است.

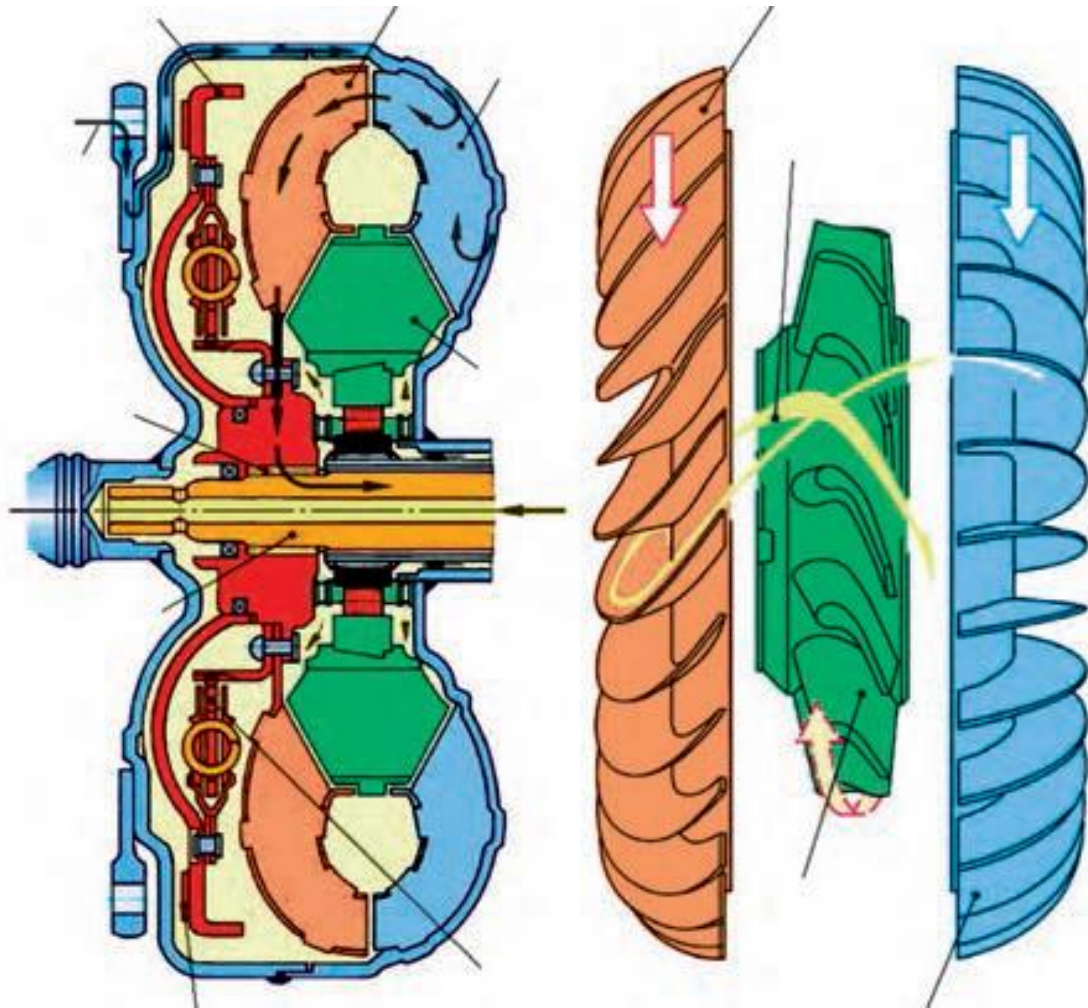
همه‌ی اعضای مبدل گشتاور در داخل یک پوشش فلزی قرار می‌گیرند و اطراف این پوشش فلزی برای آب بندی کامل جوشکاری می‌شود. داخل این مجموعه با روغن تغذیه شده از پمپ روغن جعبه دنده اتوماتیک پر می‌شود. زمانی که مبدل گشتاور به همراه میل لنگ شروع به دوران می‌کند، روغن در داخل آن جریان می‌یابد و انتقال دور و گشتاور از موتور به شفت ورودی جعبه دنده صورت می‌گیرد.



شکل ۱- ۵ نمای ظاهری مبدل گشتاور



شکل ۲-۵ اجزای داخلی مبدل گشتاور

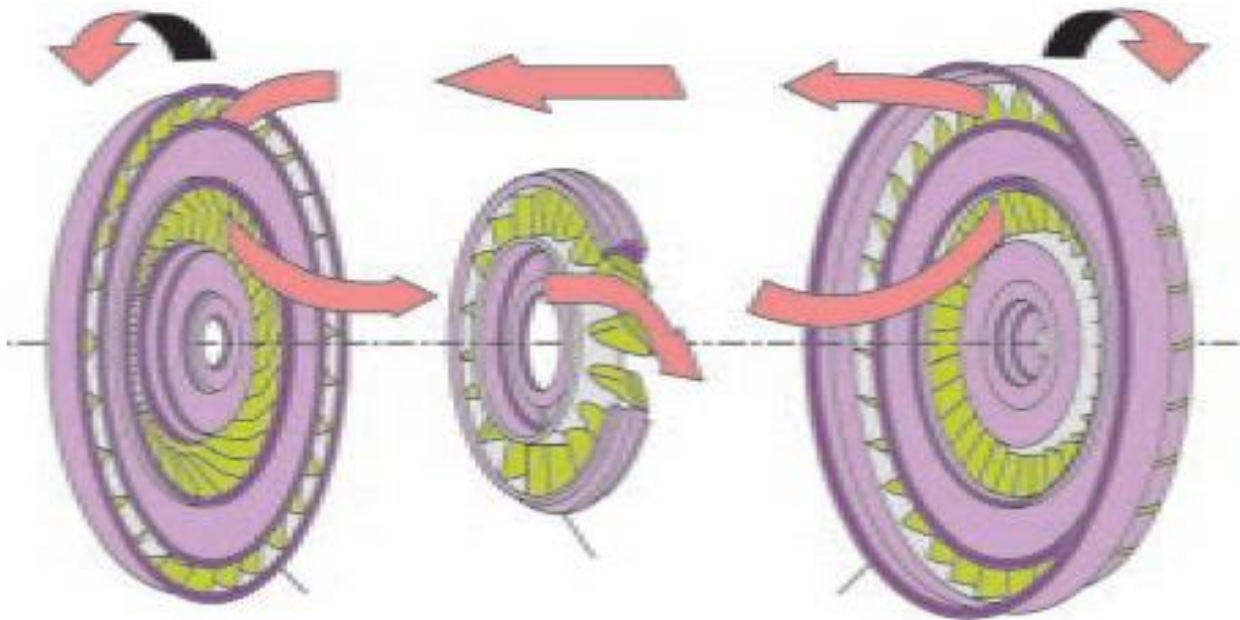


شکل ۳-۵ اعضای مبدل گشتاور

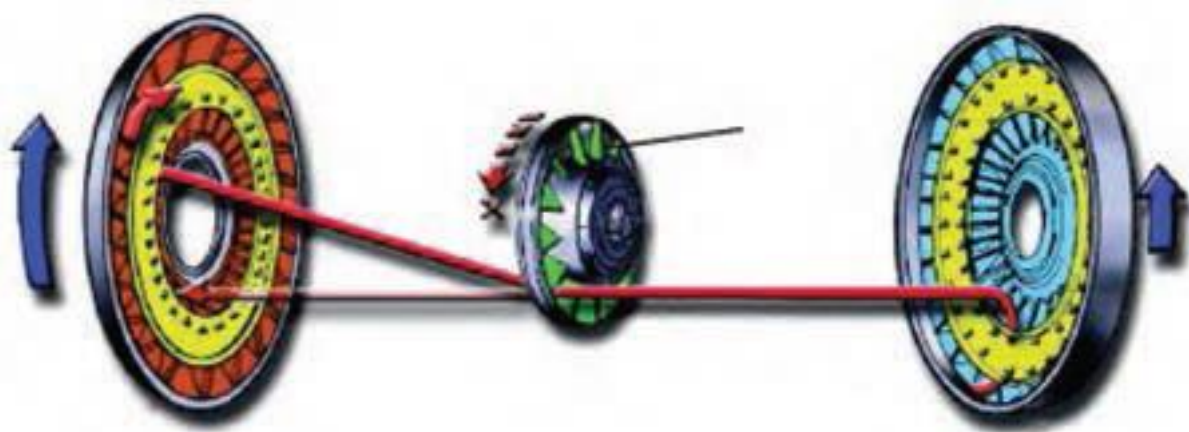
۵-۵- نحوه عملکرد مبدل گشتاور :

شکل ۴-۵، مسیر جریان روغن داخل مبدل گشتاور را هنگام دوران آن، نشان می‌دهد. با شروع به کار موتور، دوران میل لنگ به پوسته‌ی مبدل گشتاور منتقل می‌شود و ایمپلر را دوران میده‌د. با دوران ایمپلر، روغن داخل مبدل گشتاور با توجه به دخالت نیروی جانب مرکز (نیروی جانب مرکز از جرم سیال و شعاع دوران ایمپلر ایجاد می‌شود) به سمت لبه‌ی خارجی ایمپلر به حرکت درمی‌آید و انرژی جنبشی را ذخیره می‌کند. از آنجا روغن به سمت پره‌های توربین

پرتاب می شود و با برخورد به پره های آن، انرژی جنبشی خود را صرف دوران توربین می کند. از این رو شفت ورودی جعبه دنده نیز دوران خواهد کرد. سپس روغن به سمت مرکز توربین جریان می یابد و طی این حرکت به پره های توربین نیز، نیرو وارد می کند تا از لبه‌ی داخلی توربین خارج شود. بعد از اینکه جریان روغن از توربین خارج می شود به پره های استاتور برخورد می کند. جریان روغن در جهتی به پره های استاتور برخورد می کند که استاتور روی کلاچ یکطرفه قفل می شود. در این حالت، پره های استاتور مسیر جریان روغن را به گونه ای تغییر می دهند که جریان روغن در جهت دوران ایمپلر به پره های آن برخورد کند. شکل ۵-۵، عملکرد استاتور را نشان می دهد.



شکل ۵-۴ مسیر جریان روغن داخل مبدل گشتاور



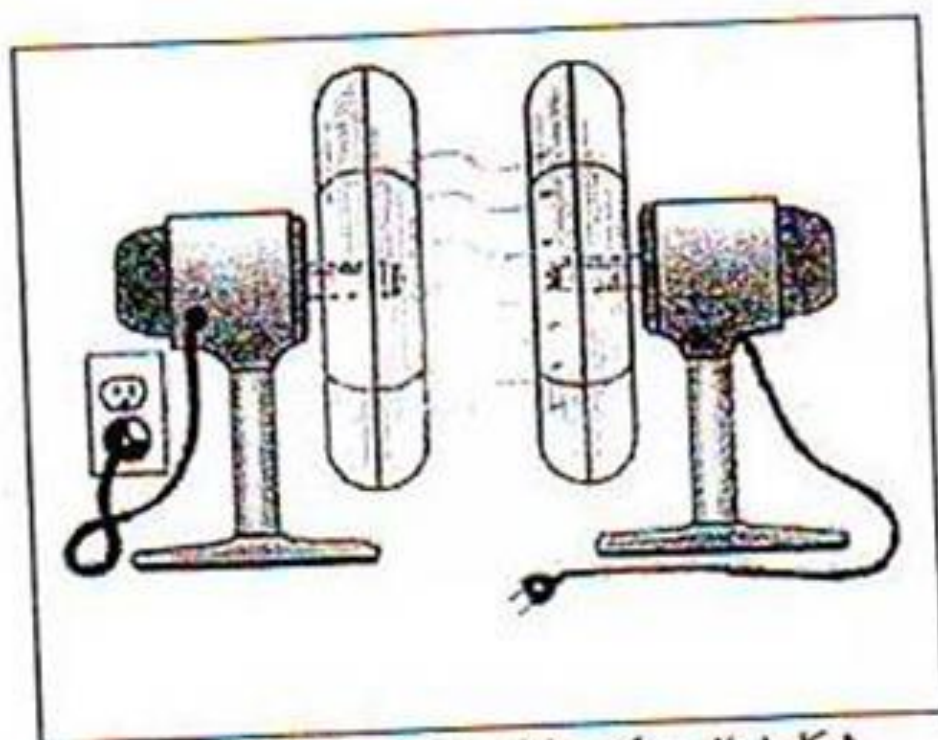
شکل ۵-۵ تغییر مسیر سیال خروجی از توربین به سمت ایمپلر توسط استاتور

از کلاچ های روغنی (هیدرولیک) اکثرا در گیربکس های اتوماتیک استفاده می شود. یک گیربکس به تنهایی تمام اتوماتیک نیست. مگر اینکه شامل مکانیزمی باشد که بتواند بطور اتوماتیک ارتباط موتور و گیربکس را قطع و وصل کند. وسایلی که این کار را انجام می دهند کوپلینگ های هیدرولیکی و مبدل های گشتاور هستند که هر دو گشتاور موتور را به گیربکس منتقل می کنند. اما مبدل گشتاور (تورک کنورتور) قادر به افزایش گشتاور موتور است در حالی که کوپلینگ هیدرولیکی این توانایی را ندارد.

در گیربکس معمولی، میل لنگ به طور مکانیکی به شافت ورودی گیربکس وصل می شود و برای قطع ارتباط بین میل لنگ و گیربکس باید کلاچ گرفت. در حالیکه در گیربکس اتوماتیک، این اتصال، مکانیکی نیست و گردش روغن، گشتاور موتور را بطور هیدرولیکی به گیربکس منتقل می کند. در گیربکس دستی، قسمت جلوی شافت ورودی گیربکس در داخل بوش انتهای میل لنگ تکیه دارد، در حالی که در اتومات زائده جلوی توروس (دیگ) در داخل بلبرینگ یا بوش میل لنگ قرار میگیرد.

هرگاه دو پنکه را روبروی هم در فاصله کمی از یکدیگر قرار دهیم، و یکی از آنها را به وسیله برق به دوران در آوریم در صورت مناسب بودن فاصله بین آن دو و نیز زاویه پره هایشان، پنکه دیگر به کمک جریان هوای پنکه اول ابتدا به آرامی و سپس به تندی به حرکت در می آید و بالاخره تعداد دوران آن با پنکه اول تقریباً مساوی می شود. حال اگر

جریان هوا را از یک تونل عبور دهیم بطوریکه هوا را از مسیر دلخواهی هدایت کنیم، بهتر توانسته ایم قدرت را به پمپه خاموش برسانیم. از این خاصیت در طراحی کلاچ های هیدرولیکی استفاده شده است که به جای هوا، وسیله انتقال گشتاور، روغن است.



شکل ۱-۲: حرکت پمپه ساکن توسط پمپه دیگر

در سال ۱۹۳۸، کمپانی کرایسلر اولین کوپلینگ را برای گیربکس های خود ارائه کرد. در اوایل قرن بیستم تورک کنورتور توسط مهندسين دریایی بکار برده شد. که در توربین های کشتیها کاربرد داشت. کاربرد تورک کنورتور در خودروهای آمریکایی از سال ۱۹۸۴ آغاز گردید و از سال ۱۹۶۴ تمام خودروهای اتوماتیک، مجهز به تورک کنورتور شدند (کوپلینگ هیدرولیکی منسوخ شد)

۵-۶- مزایای کوپلینگهای هیدرولیکی نسبت به کلاچ مکانیکی :

۱- ایجاد درگیری ملایم خط انتقال قدرت

۲- جذب ضربه های ناگهانی ایجاد شده توسط مولد قدرت (استهلاک ارتعاشات موتور)

۳- جلوگیری از افزایش ناگهانی گشتاور و ضربه و به تبع آن افزایش عمر قطعات (کاهش استهلاک)

۵-۷- ساختمان و طرز کار کوپلینگ هیدرولیکی ساده (fluid coupling)

یک کوپلینگ هیدرولیکی از دو عضو کاسه ای شکل شامل یک پمپ یا ایمپلر (impler) عضو محرک و یک توربین (turbin) عضو متحرک تشکیل شده است که داخل هر دو عضو تعدادی پره های رادیالی (شعاعی) وجود دارد. این دو در داخل محفظه ای به نام توروس (دیگ) قرار دارند که به فلائیویل پیچ می شوند. پمپ توسط یک صفحه به فلائیویل متصل است و هر دوری که موتور بزند با همان دور خواهد چرخید. روغن بوسیله اوایل پمپ داخل گیربکس ، به داخل محفظه کوپلینگ ارسال می شود. با چرخش ایمپلر توسط موتور (میل لنگ) پره های آن روغن را گرفته و به طرف توربین ارسال می نماید. سیال در داخل کوپلینگ دو مسیر را طی میکند (دو نوع جریان داریم):

جریان دورانی (rotary flow) حول میل لنگ

جریان گردابی (vertex flow) از پمپ به توربین

جریان دورانی روغن توسط پره های ایمپلر ، در جهت عقربه های ساعت (جهت چرخش موتور) و حول محور میل لنگ انجام میگیرد.

از طرفی حین انجام این حرکت و طبق این اصل که هر جسمی که به دوران درآید می خواهد از مرکز دوران خود دور شود (در اثر نیروی گریز از مرکز) ، روغن به سمت کناره ها پرتاب می شود. بخاطر انحنا کناره های پمپ، هنگامی که سیال به کناره های خروجی پمپ رسید، به دور خود چرخیده و به سوی توربین جاری شده و در یک مسیر چرخشی ثانویه در توربین چرخش میکند. این جریان (گردابی) تا وقتی وجود دارد که $n_p > n_t$ باشد. در این صورت نیروی

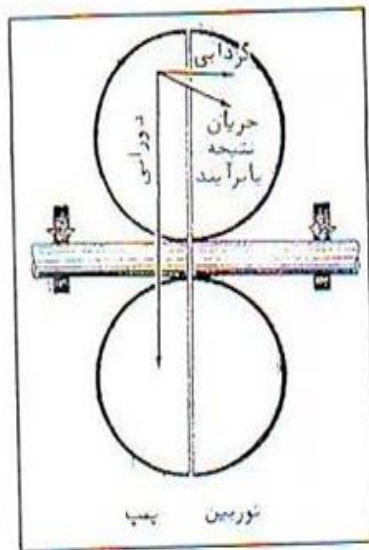
گریز از مرکز پمپ بزرگتر از نیروی گریز از مرکز توربین بوده و حرکت نسبی به وجود می‌آید با به طور خلاصه تر می‌توان گفت:

جریان گردش روغن بین دو عضو پمپ و توربین تا وقتی ادامه دارد که اختلاف فشاری بین دو عضو وجود داشته باشد. یعنی وقتی که روغن در توربین به همان فشاری برسد که روغن پمپ آن فشار را دارد، روغن دیگر مجبور نخواهد بود از پمپ به توربین جریان یابد. حال اگر فرضاً توربین عیناً همان دوری را بزند که پمپ می‌زند، فشار روغن بین پمپ و توربین یکسان نخواهد بود یعنی راندمان کلاچ ۱۰۰٪ نمی‌باشد.

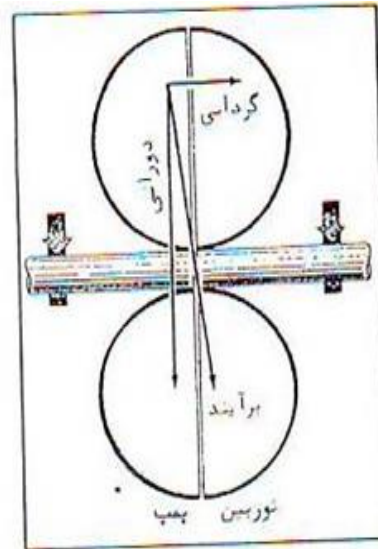
نکته‌ای که باید توجه داشت این است که سیال هنگام ترک پمپ به سوی توربین، تنها دارای یک نوع حرکت گردابی یا دورانی نیست، بلکه ترکیبی از هر دو حرکت است. این دو جریان (دو نیرو) یک نیروی برآیند تولید میکنند که از پمپ تحت زاویه خاصی به سوی توربین خارج می‌شود. هرگاه که نیروی سیال پرتاب شده به سوی توربین به قدر کافی زیاد شد، توربین چرخیده و شافت ورودی گیربکس را می‌چرخاند.

در این حالت، جریان گردابی بزرگی از بین پره‌های توربین عبور کرده و در بین پره‌های توربین و پمپ یک گردش عرضی انجام میدهد. در این حالت هم توربین ثابت و هم حجم بالای جریان گردابی، در برابر جریان دورانی مقاومت کرده و برآیند جریان دورانی و گردابی به سمت جریان گردابی متمایل است.

با افزایش دور موتور، دور پمپ و جریان دورانی افزایش یافته و جهت نیروی برآیند ایجاد شده به وسیله روغن، به بردار جریان دورانی نزدیکتر می‌شود. در نتیجه توربین شروع به حرکت کرده و با نزدیکتر شدن سرعت توربین به سرعت پمپ، نسبت سرعت افزایش می‌یابد. و برآیند دو جریان دورانی نزدیک می‌شود.



شکل ۲-۲: زاویه برخورد جریان‌های گردابی و دورانی با توربین ثابت



شکل ۲-۳: برخورد جریان‌های گردابی و دورانی با توربین در نقطه کویلینگ

۵-۸- نسبت سرعت کوپلینگ هیدرولیکی (Ratiospeed)

عبارت است از درصد نسبت دور توربین به دور پمپ:

$$\text{نسبت سرعت} = n_1/n_p \times 100\%$$

مثلا اگر دور توربین در یک لحظه ۹۰ rpm باشد نسبت سرعت عبارت است از :

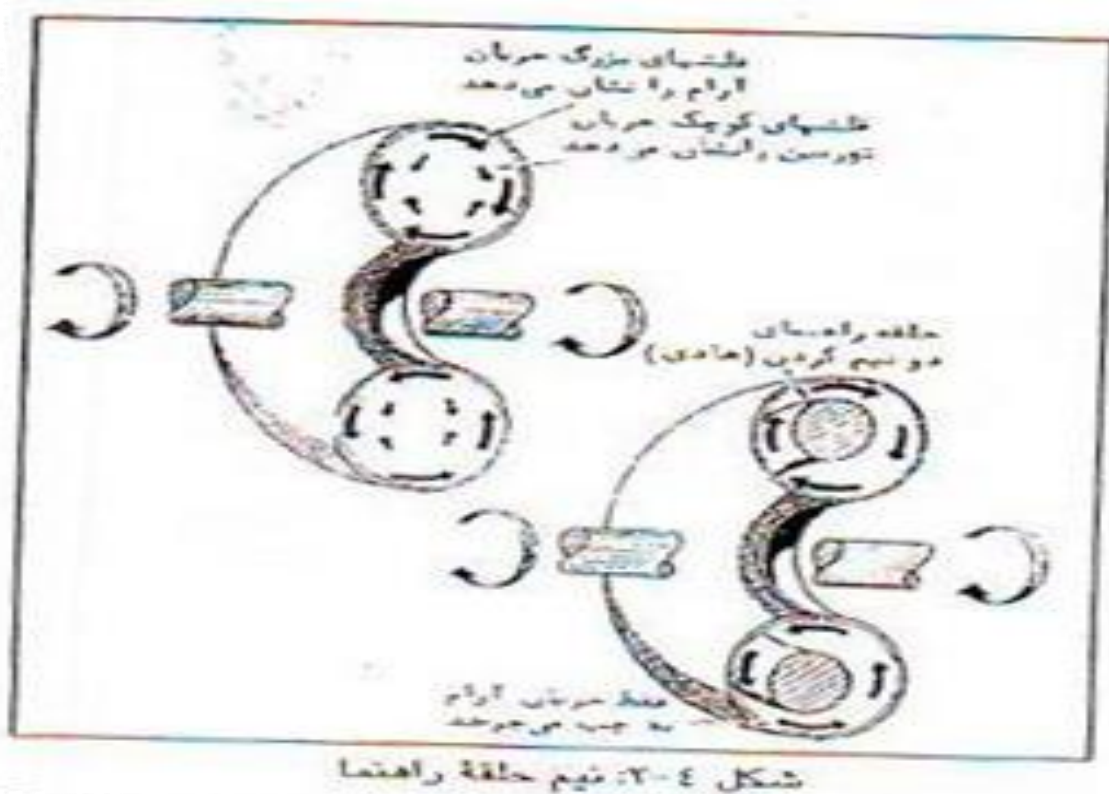
$$\text{نسبت سرعت} = n_1/n_p \times 100\% = 90/100 \times 100\% = 0.9 = 90\%$$

با اینکه در دور آرام که خودرو متوقف است و توربین نمی چرخد ولی پمپ توسط موتور گردانده می شود :

$$\text{نسبت سرعت} = n_1/n_p \times 100\% = 0/n_p \times 100\% = 0$$

۹-۵- نیم حلقه راهنما :

با بالا رفتن دور، مقداری از روغن ارسال شده به توربین، به طرف پمپ پاشیده شده و در تضاد با حرکت روغن ارسالی از پمپ قرار گرفته و ایجاد اغتشاش میکند. برای جلوگیری از این کار، در طراحی، راه حلهایی وجود دارد که از آن جمله می توان به استفاده از حلقه راهنما اشاره کرد:



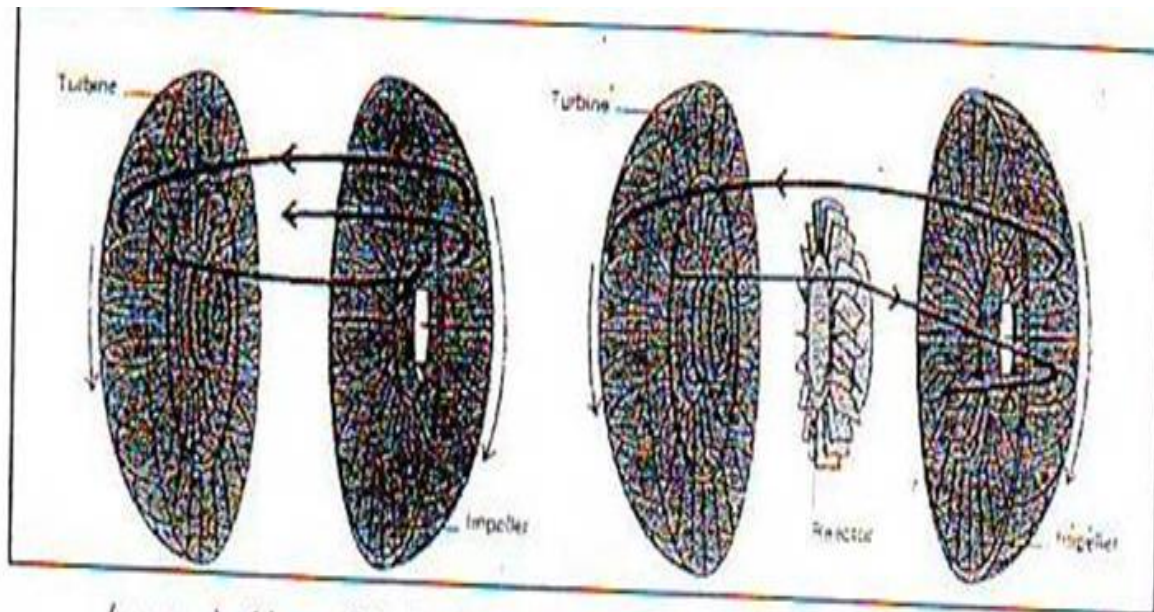
همانطور که گفته شد، جریان روغن نمیتواند حرکت دورانی خالص داشته باشد. چون بدون مقداری جریان گردابی، انتقال گشتاور از طریق کوپلینگ میسر نخواهد شد.

نتیجه : پس حالتی مختلف عملکرد کوپلینگ هیدرولیکی به شرح زیر است (شکل ۵-۲) :

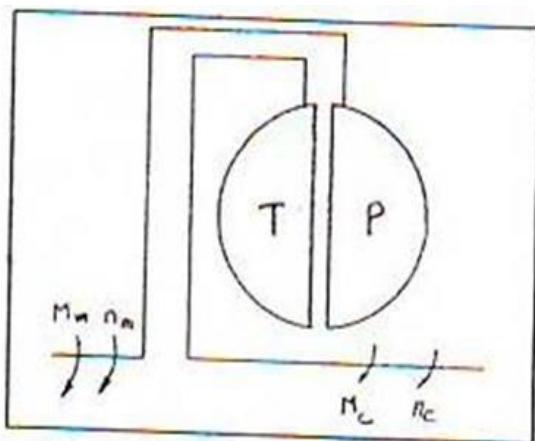
حالت دور آرام (آزاد گردی موتور) : در دور آرام، پمپ جریان کافی برای چرخاندن توربین و انتقال گشتاور موتور به گیربکس تولید نمی کند و در نتیجه ارتباط بین موتور و گیربکس بطور اتومات قطع است. در این حالت جریان گردابی زیاد و جریان دورانی کم است.

از دور آرام تا دور متوسط: با افزایش دور، جریان تولیدی توسط پمپ افزایش یافته و نیروی برآیند حاصل از جریان دورانی و گردابی به دورانی نزدیکتر شده و فشار روغن روی پره های توربین زیاد تر شده و توربین را می چرخاند. ولی هنوز لغزش بین پره های پمپ و توربین زیاد است. بنابراین، دور توربین از دور پمپ کمتر است.

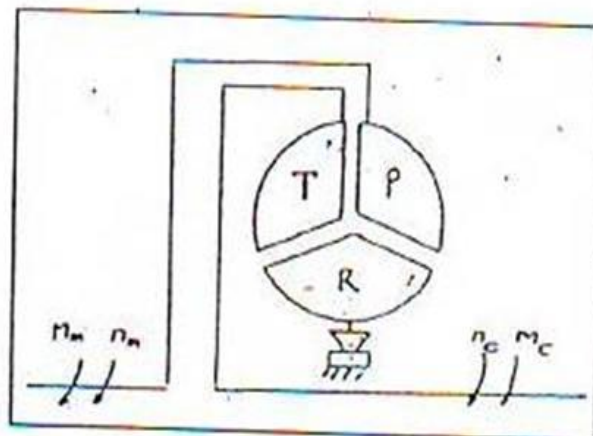
از دور متوسط تا دور زیاد: با زیاد شدن دور موتور، نیروی گریز از مرکز روغن نیز زیادتر می شود تا حدی که حداکثر قدرت به توربین منتقل شود. دو دورهای بالا، دور توربین ۹۸٪ دور پمپ است و فقط ۲٪ لغزش بین پره های توربین وجود دارد.



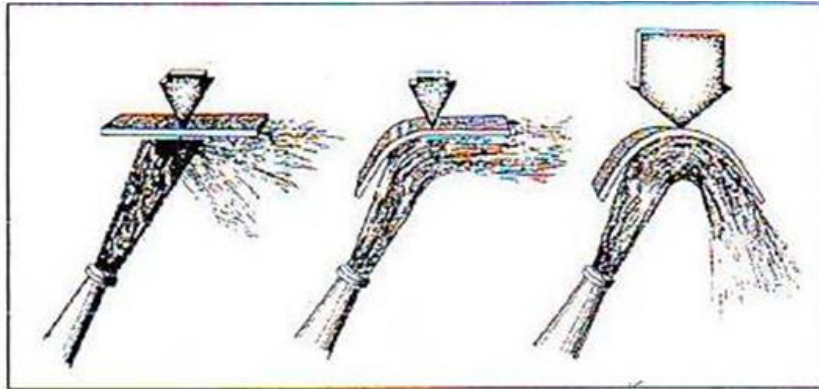
شکل ۶-۲: تفاوت ظاهری تورک کنورتور (سمت راست) و کوپلینگ هیدرولیکی (سمت چپ)



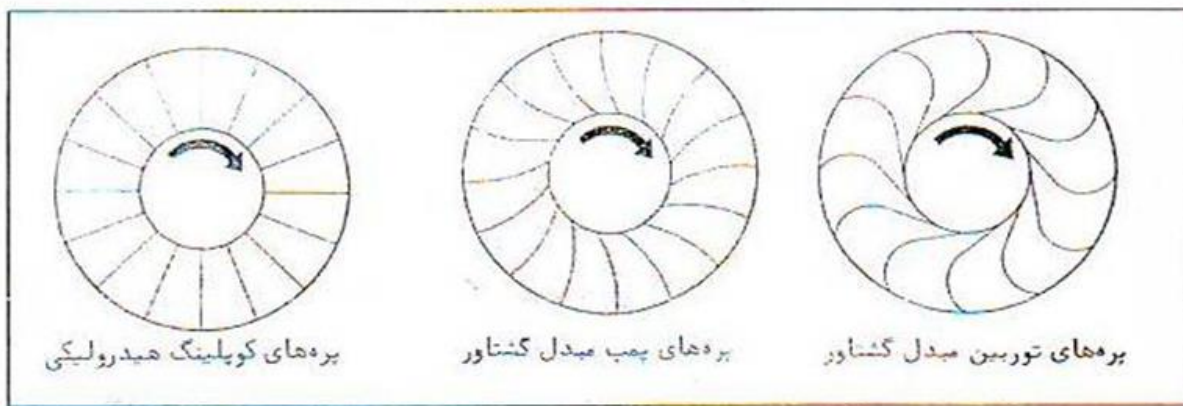
شکل ۷-۲: علامت اختصاری کوپلینگ هیدرولیکی



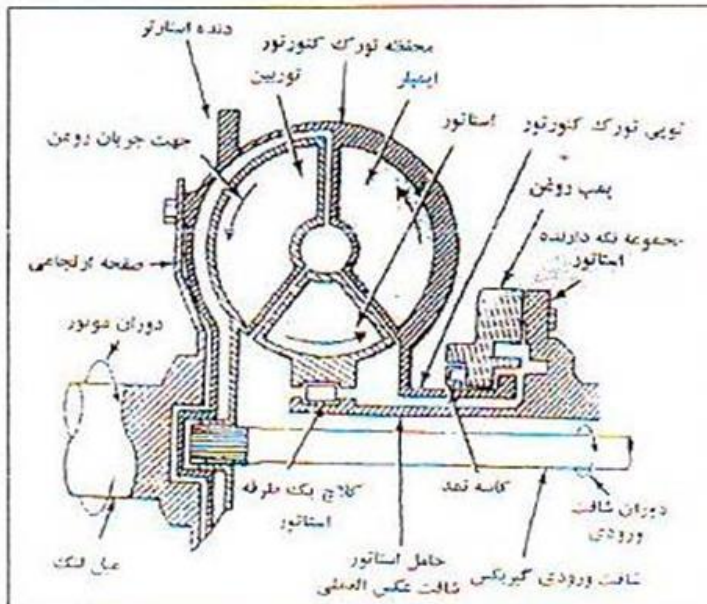
شکل ۸-۲: علامت اختصاری تورک کنورتور



شکل ۱۳-۲: تغییر جهت مایع در حالات مختلف



شکل ۱۴-۲: مقایسه پره‌های پمپ و توربین تورک‌کنورتور با پره‌های عضوهای کوپلینگ هیدرولیکی



شکل ۱۵-۲: موقعیت اجزاء تورک‌کنورتور

هنگام ترمز کردن خودرو، توربین مانند پمپ عمل کرده و روغن را در مقابل پره های پمپ واقعی که اکنون نقش توربین را دارد به عقب می فرستد. در این حالت گشتاور منتقل شده از طریق کوپلینگ (کلاچ هیدرولیکی) مخالف گردش میل لنگ عمل میکند.

کوپلینگ هیدرولیکی ساده قادر به تولید جریان کافی برای انتقال موثر گشتاور در دوره های پایین تر نبود برای حل این مشکل تورک کنورتور جایگزین آن شد.

۱۰-۵- تفاوت های عمده ظاهری کوپلینگ هیدرولیکی و تورک کنورتور:

- ۱- پره های کوپلینگ ساده صاف و پره های تورک کنورتور مارپیچی (منحنی گون) است.
- ۲- کوپلینگ هیدرولیکی دارای دو عضو داخلی (پمپ و توربین) است ولی تورک کنورتور علاوه بر این دو، دارای قطعه سومی به نام استاتور (راکتور) نیز می باشد. شکل ۶-۲- تفاوت ظاهری تورک کنورتور و کوپلینگ ساده هیدرولیکی
- ۵-۱۱- (مبدل گشتاور):

روغن هایی که بوسیله پمپ به مبدل ارسال می شوند، به وسیله پره های ایمپلر جذب شده و از طریق جریان گردابی و دورانی مشابه کوپلینگ هیدرولیکی به طرف توربین پرتاب می شوند. بزرگترین اختلاف بین جریان روغن درون مبدل گشتاور در مقایسه با کوپلینگ این است که در مبدل هنگام کم بودن دور، افزایش گشتاور ایجاد می شود. یعنی تورک کنورتور می تواند گشتاور را علاوه بر انتقال، افزایش دهد. (حداکثر تا ۲/۵ برابر)

افزایش گشتاور هنگامیکه روغن پره های توربین را ترک و به قسمت مقعر پره های استاتور برخورد میکند ایجاد می شود. این پره ها مسیر روغن خارج شده از توربین را اصلاح میکند.

همان گونه که گفته شد در مبدل گشتاور، علاوه بر دو عضو قبلی یعنی پمپ و توربین، عضو سومی به نام استاتور نیز وجود دارد. وظیفه استاتور کنترل و اصلاح مسیر روغن برگشتی از توربین به پمپ می باشد. در تورک کنورتور (مشابه کوپلینگ هیدرولیکی)، روغن در پمپ از سمت مرکز بطرف بیرون پمپ و در توربین برعکس از بیرون به طرف مرکز حرکت میکند. هنگام خروج از توربین و ارسال دوباره به پمپ، توسط استاتور (راکتور) اصلاح مسیر داده می شود.

استاتور روی پوسته خارجی یک کلاچ یک طرفه سوار شده قسمت داخلی کلاچ یکطرفه به بدنه محکم شده است. اگر به استاتور نیرویی در جهت دوران پمپ و توربین وارد شود روی کلاچ هرز می‌گردد ولی اگر این نیرو در خلاف حرکت فوق باشد، استاتور مقاومت کرده و ثابت می‌ایستد.

در حالت افزایش گشتاور، روغن خارج شده از توربین به ناحیه جلویی تیغه های استاتور اصابت می‌کند و به سوی پمپ اصلاح مسیر داده شود. در این حالت کلاچ یکطرفه مانع از گردش استاتور می‌شود.

حالت کوپل زمانی است که روغن خارج شده از توربین به ناحیه پشت تیغه های استاتور اصابت کند و موجب خلاص شدن کلاچ استاتور و گردش آن همراه پمپ و توربین می‌شود. با گردش استاتور در جهت پمپ، تورک کنورتور تبدیل به یک کوپلینگ هیدرولیکی معمولی می‌شود. (در این مرحله افزایش گشتاور نداریم).

اگر کلاچ یکطرفه در هنگام کوپل آزاد نمی‌شد (یعنی کلاچ یکطرفه نبود و استاتور بر روی شفت مربوطه ثابت می‌شد)، هنگامی که زاویه مناسب در جریان روغن برای استاتور در جهت عقربه های ساعت فراهم می‌گردید، روغن نمی‌توانست استاتور را بچرخاند و جهت حرکت روغن خارج شده از توربین طوری بود که با جریان روغن از پمپ به توربین مخالفت می‌کرد و مبدل مخالف خود عمل کرده و راندمان کاهش می‌یافت

طبق قانون نیوتن برای هر عملی عکس العملی است مساوی و در خلاف جهت آن. عکس العمل پره های توربین به روغن باید با مجموع گشتاور پمپ و استاتور برابر باشد بنابراین گشتاور توربین به اندازه عکس العمل گشتاور از گشتاور به پمپ بیشتر می‌شود:

$$M_t = M_p + M_S = M_P = M_T - M_S$$

نکته: در دورهای پایین، روغن هم به پشت استاتور برخورد میکند و هم به جلوی آن. ولی نیروی جریان روغنی که به جلوی آن برخورد میکند بیشتر است که استاتور تمایل دارد در خلاف جهت پمپ و توربین حرکت کند ولی کلاچ یکطرفه مانع اینکار می‌شود.

۵-۱۲- انحنا پره های توربین : طبق یکی از اصول هیدرولیک، هرگاه مسیر یک مایع در حال حرکت به یک سطح منحنی شکل برخورد کرده و برگردانده شود، نیروی بیشتری را به سطح منحرف کننده منحنی شکل نسبت به سطح صاف اعمال میکند. در طراحی پره های توربین از این اصل برای افزایش گشتاور استفاده شده و پره ها را به صورت منحنی شکل ساخته اند.

مماسبات مربوط به کوپلینگ های هیدرولیکی

گشتاور تولیدی در پمپ برابر است با:

$$M_p = \lambda \rho \omega_p^2 D^5$$

که در آن:

λ ضریب مخصوص که بستگی به مقدار لغزش دارد

ω_p سرعت زاویه ای پمپ بر حسب $1/s$

D قطر متوسط کاسه کلاچ بر حسب متر

ρ وزن مخصوص روغن که برابر است با 830 kg/m^3

همانطور که از فرمول گشتاور مشخص است گشتاور کلاچ با توان دوم دور افزایش پیدا می کند. در دور آرام، گشتاور کم بوده و قادر به حرکت در آوردن چرخ های خودرو نیست. ولی با افزایش دور موتور، گشتاور با توان دوم در خط انتقال قدرت افزایش می یابد.

توان پمپ نیز از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$P = M \times \omega \Rightarrow P_p = \lambda \rho \omega_p^3 D^5$$

راندمان کلاچ هیدرولیکی:

اگر گشتاور پمپ در کوپلینگ هیدرولیکی را با M_p و گشتاور توربین را با M_t نشان دهیم و از تلفات ناشی از اصطکاک صرف نظر شود:

$$\text{راندمان} = \frac{\text{قدرت توان خروجی}}{\text{قدرت توان ورودی}} = \frac{P_t}{P_p} = \frac{M_t \omega_t}{M_p \omega_p} = \frac{2\pi n_t}{2\pi n_p} = \frac{n_t}{n_p} \Rightarrow \eta_{coupling} = \frac{n_t}{n_p}$$

نسبت لغزش:

$$S = \frac{n_p - n_t}{n_p} \Rightarrow \text{نسبت لغزش (S)} = \frac{\text{دوران توربین} - \text{دوران پمپ}}{\text{دوران پمپ}}$$

برای محاسبه درصد لغزش، از رابطه فوق درصد می گیریم. به عنوان مثال:

$$S = \frac{n_p - n_t}{n_p} = \frac{n_p - 0}{n_p} = 1 = 100\% \quad \text{در حالت ساکن بودن توربین مقدار درصد لغزش:}$$

$$S = \frac{n_p - n_t}{n_p} = \frac{n_p - n_p}{n_p} = 0 = 0\% \quad \text{در حالت کوپل پمپ و توربین:}$$

رابطه بین راندمان و لغزش کوپلینگ:

$$S = \frac{n_p - n_t}{n_p} = 1 - \frac{n_t}{n_p} \xrightarrow{\eta_{coupling} \text{ همان}} S = 1 - \eta \quad \text{یا} \quad \eta = 1 - S$$

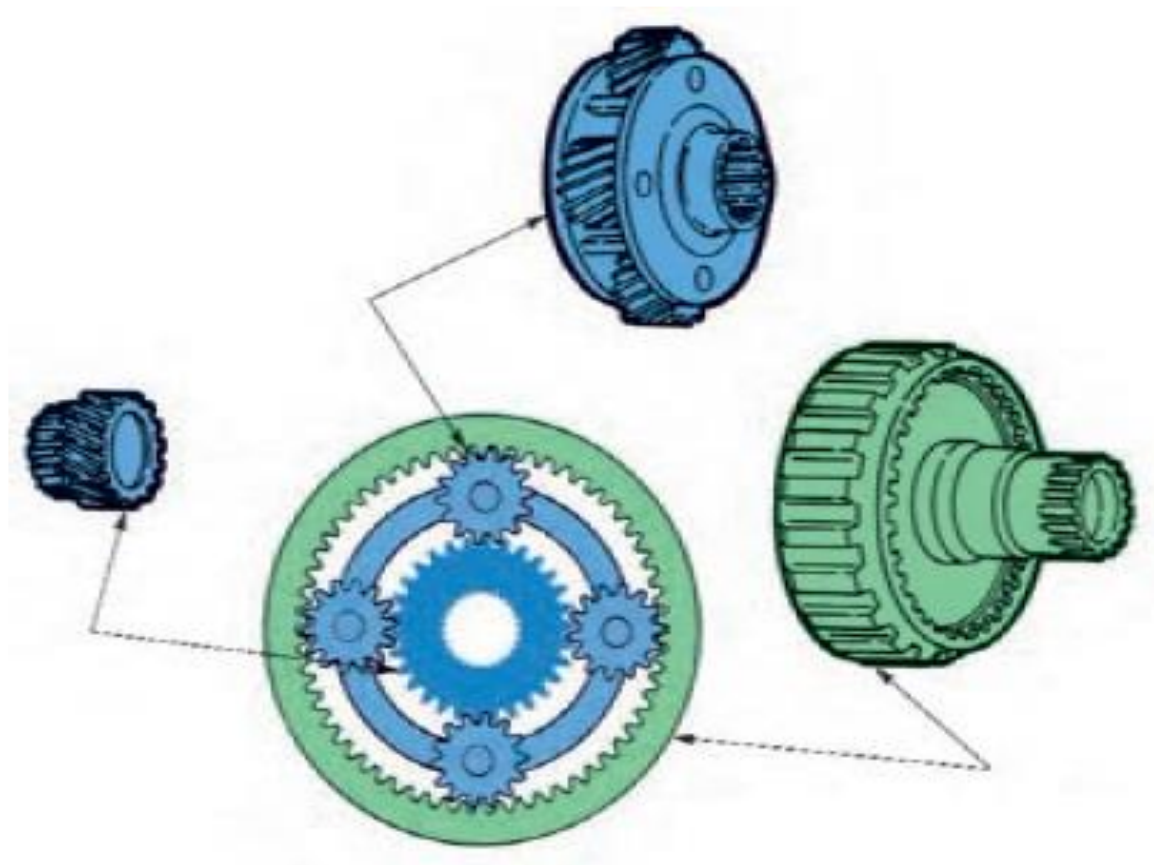




۵-۱۳- اجزای مکانیکی جعبه دنده اتوماتیک :

۱- مجموعه چرخ دنده سیاره ای

برای ایجاد نسبت دنده های مختلف به صورت اتوماتیک در جعبه دنده اتوماتیک از مکانیزم خاصی از چرخ دنده ها استفاده می شود که به آن مجموعه ی چرخ دنده ی سیاره ای گفته می شود (شکل ۷-۵). این مجموعه بخش اصلی اجزای مکانیکی یک جعبه دنده اتوماتیک را تشکیل می دهد.



شکل ۷-۵ مجموعه چرخ دنده سیاره ای

مطابق شکل ۷-۵، یک مجموعه ی چرخ دنده سیاره ای شامل سه عضو اصلی به شرح ذیل است:

۱- چرخ دنده خورشیدی Sun gear : چرخ دنده خورشیدی دارای دندانه های خارجی است و در وسط مجموعه

قرار گرفته است. چرخ دنده خورشیدی دائما با چرخ دنده پینیون ها درگیر است.

۲- چرخ دنده رینگ Ring gear : چرخ دنده رینگ دارای دندانه‌های داخلی است و دائماً با چرخ دنده پینیون‌ها درگیر است. این عضو، مجموعه‌ی چرخ دنده سیاره‌ای را احاطه کرده است.

۳- قفسه و چرخ دنده پینیون Carrier and pinion gear: قفسه یک قاب یا بدنه است که می‌تواند از آلومینیوم یا فولاد ساخته شود. روی قفسه محورهای قرار گرفته‌اند که چرخ دنده پینیون‌ها روی آنها سوار می‌شوند. چرخ دنده پینیون‌ها از سمت داخل قفسه با چرخ دنده خورشیدی و از سمت بیرون قفسه با چرخ دنده رینگ درگیر هستند.

چرخ دنده پینیون‌ها در مجموعه‌ی چرخ دنده سیاره‌ای دارای دو حرکت است:

۱- دوران حول محور خودشان که حرکت وضعی^۱ نامیده می‌شود.

۲- حرکت روی دندانه‌های چرخ دنده خورشیدی یا چرخ دنده رینگ که حرکت انتقالی نامیده می‌شود.

۵- ۱۴- وضعیت‌های عملکردی مجموعه چرخ دنده سیاره‌ای :

به وسیله‌ی یک مجموعه‌ی چرخ دنده سیاره‌ای می‌توان پنج حالت رو به جلو، دو حالت معکوس و یک وضعیت خلاص به دست آورد.

پنج حالت رو به جلو شامل: دو نسبت آندردرایو $i < 1$ ، یک نسبت مستقیم $i = 1$ و دو نسبت اوردرایو $i > 1$ و

و حالت معکوس نیز شامل: یک نسبت آندردرایو $i < 1$ و یک نسبت اوردرایو $i > 1$ است.

برای ایجاد هر یک از این وضعیت‌ها به جز حالت مستقیم و حالت خلاص باید در حالی که یکی از اعضای مجموعه چرخ دنده سیاره‌ای ثابت است، دور و گشتاور به یکی از اعضای مجموعه منتقل شود تا عضو سوم مجموعه شروع به دوران کند. به عضو ثابت مجموعه عضو واکنشی، عضوی که دور و گشتاور را دریافت می‌کند، عضو ورودی یا عضو محرک و به عضو سوم مجموعه عضو خروجی یا عضو متحرک گفته می‌شود.

ترکیب‌های مختلف از ورودی، ثابت و خروجی بودن اعضای مجموعه‌ی چرخ دنده سیاره‌ای، وضعیت‌های مختلف را ایجاد می‌کند.

۵-۱۵- کنترل مجموعه چرخ دنده سیاره ای :

همان گونه که ذکر شد، برای ایجاد وضعیت های مختلف، ($i=1$ غیر از وضعیت مستقیم) باید در حالی که یکی از اعضای مجموعه ثابت است، دور و گشتاور به یک عضو منتقل شود تا مجموعه ی چرخ دنده ی سیاره ای دارای یک عضو خروجی باشد. منظور از (کنترل مجموعه ی چرخ دنده ی سیاره ای) ثابت نگه داشتن یکی از اعضای مجموعه و انتقال توان به یک عضو دیگر است تا با توجه به شرایط رانندگی، وضعیت مورد نظر ایجاد گردد و نسبت دنده ی مناسب در شفت خروجی جعبه دنده به دست آید. باندهای ترمزی، کلاچ های چندصفحه ای اصطکاکی و کلاچ های یک طرفه اجزائی هستند که در جعبه دنده های اتوماتیک این وظیفه را بر عهده دارند.

۵-۱۶- گیربکس تیپ ترونیک :

- تیپ ترونیک یک مارک تجاری است که توسط شرکت پورشه ابداع گردید و سپس توسط دیگر خودروسازان مانند گروه خودروسازی فولکس واگن مورد استفاده قرار گرفت.
- گیربکس تیپ ترونیک می تواند مانند یک گیربکس اتوماتیک کار کند و راننده می تواند با حرکت دسته دنده بصورت دستی دنده را سبک یا سنگین کند.





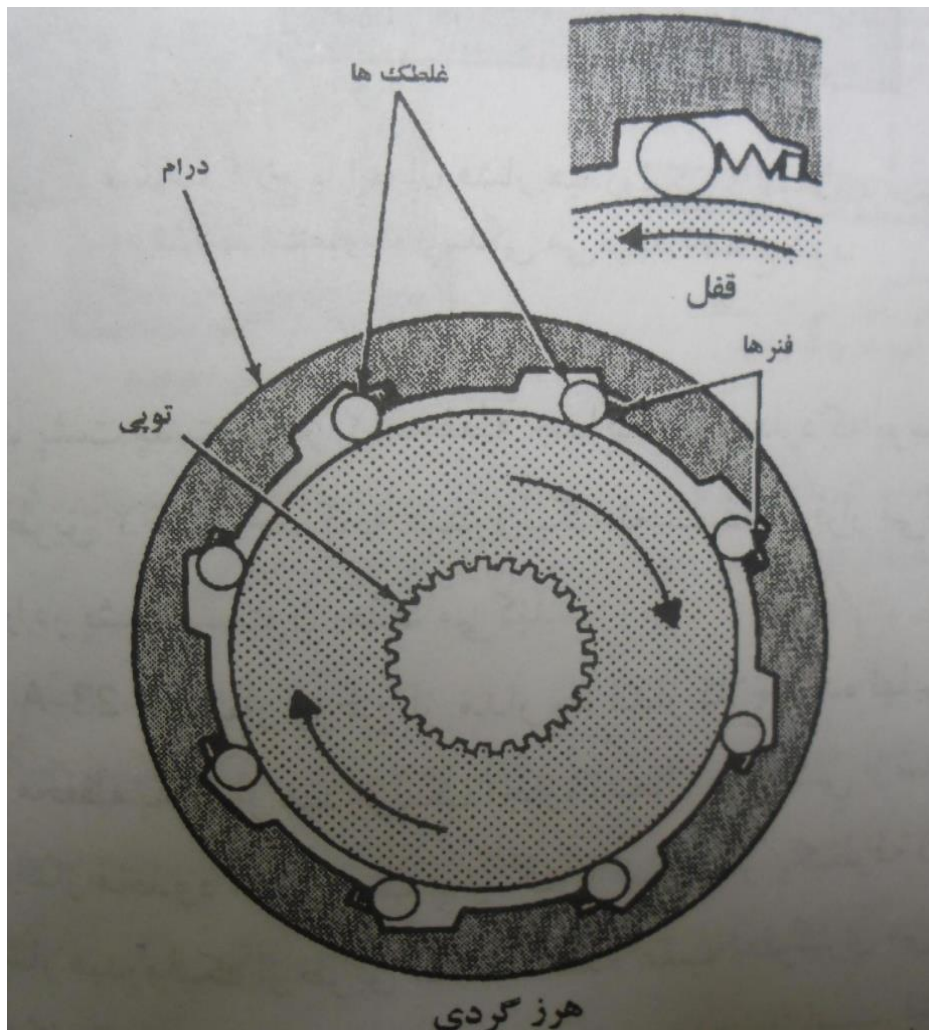
۵-۱۷- کلاچ یکطرفه: (one way clutch)

در کنار باند های گیربکس و کلاچ های چند صفحه ای ؛ کلاچ یکطرفه یک نوع کار انداز است . کلاچ یکطرفه مانند یک باند همیشه یک وسیله ترمز کننده است . کلاچ های یکطرفه یا از نوع غلتکی است و یا از نوع بادامکی که نوع غلتکی معمول تر است .

۵-۱۸- کلاچ های یکطرفه غلتکی: (one way roiler clutch)

کلاچ یکطرفه غلتکی شامل یک توپی ، تعدادی غلتک و تعدادی فنر است . این مجموعه بوسیله یک درام که از داخل دارای چند شکاف است احاطه شده اند . هنگامی که توپی کلاچ در جهت عقربه ساعت بچرخد غلتک ها به طرف قسمت بزرگ شکاف حرکت کرده و فنر ها را متراکم می کند . این امر کلاچ را خلاص کرده و به توپی اجازه می دهد آزادانه بچرخد . مجموعه کلاچ یکطرفه همواره به توپی اجازه می دهد در جهت عقربه ساعت بچرخد .

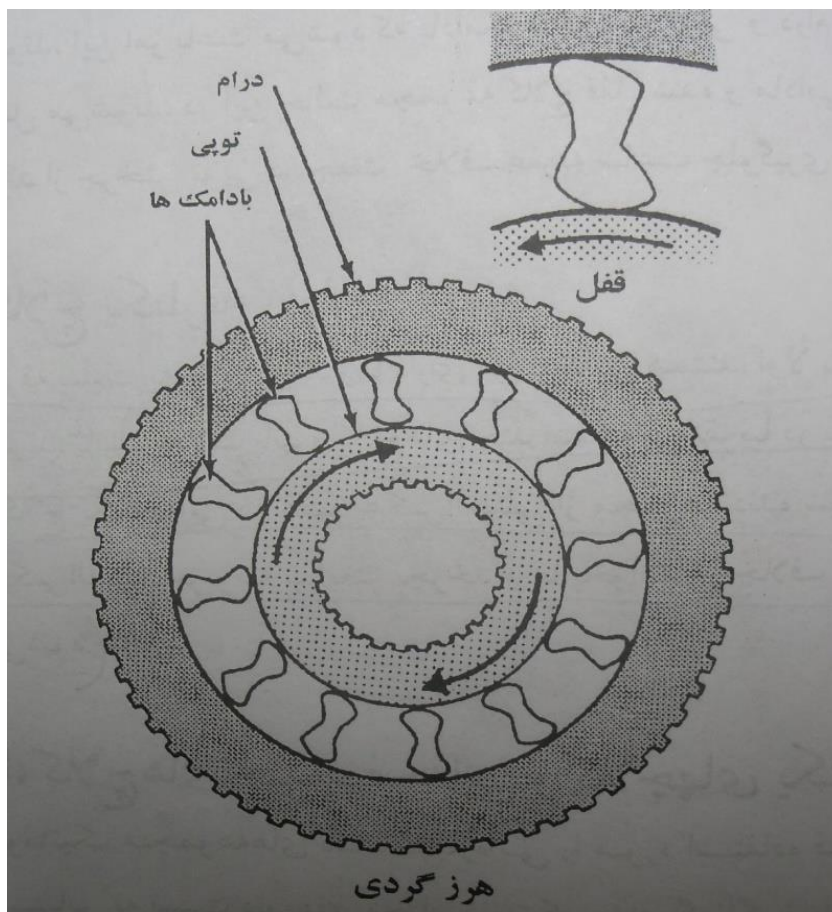
اگر درام نگه داشته شود در لحظه‌ای که توپی خلاف عقربه ساعت بچرخد غلتک را در قسمت کوچک شکاف‌های ایجاد شده در درام می‌کنند و لذا درام و توپی را به هم قفل می‌کنند. فنرها نیز به گیر کردن غلطک‌ها کمک می‌کنند. کلاچ یکطرفه مادامی که غلتک‌ها را در داخل شکاف‌ها گیر کرده باشند قفل بوده و از چرخش توپی جهت خلاف عقربه ساعت جلوگیری می‌کند.



در این کلاچ یکطرفه هرگاه توپی در خلاف جهت عقربه های ساعت بچرخد قفل می شود و زمانی که جهت عقربه های ساعت بچرخد ، آزاد می شود . در واقع کلاچ زمانی قفل می شود که غلتک ها در بین درام و توپی کلاچ گیر کنند .

۱۹-۵- کلاچ یکطرفه بادامکی (one way sprag clutch)

کلاچ یکطرفه بادامکی شامل یک توپی و یک درام است و بوسیله قطعات فلزی به شکل ۸ انگلیسی که بادامک نام دارد از هم جدا می شوند. بادامک ها عمل قفل و آزاد کردن کلاچ را به روشی مشابه غلتک ها در کلاچ یکطرفه غلتکی انجام می دهند.



در این کلاچ یکطرفه بادامکی ، هنگامی که توپی در جهت عکس عقربه ساعت بچرخد ، قفل می گردد . و زمانی که در جهت عقربه ساعت بچرخد آزاد می شود . در واقع کلاچ زمانی قفل می شود که بادامک ها در جای خود بچرخند و در بین توپی و درام گیر کنند.

۲۰-۵- مزایا و کاربرد کلاچ یکطرفه :

کلاچ های یکطرفه نسبت به سایر کارانداز ها دارای مزیت های زیر هستند :

- ۱- برای کار احتیاجی به نیروی هیدرولیک ندارند . ۲- بر خلاف باند و کلاچ های چند صفحه ای تقریباً در یک لحظه قفل و آزاد می شود . ۳- کلاچ یکطرفه که عضو عکس العملی از مجموعه دنده سیاره ای را نگه داشته است هر گاه عضو عکس العملی مربوطه سریعتر بچرخد بطور اتوماتیک خلاص می شود .

۲۱-۵- طرز کار جعبه دنده های اتوماتیک

به طور کلی دارای یک مبدل گشتاور هیدرولیکی و یک مجموعه خورشیدی با نسبت دنده های مختلف می باشد که به وسیله یک سیستم کنترل هیدرولیک به طور خودکار تعویض دنده ها را انجام می دهد .

یکی از بزرگترین مزیت های دنده های اتوماتیک این است که به طور خودکار دنده ها را تعویض می کند و وظایف راننده را کاهش می دهد و در نتیجه او مجبور نخواهد بود که در تعویض دنده ها مهارت خاص رانندگی را دارا باشد و متناسب با مقاومت مسیر که بستگی به وزن " سرعت و موقعیت خودرو دارد به طور کلی خودکار در مواقع لزوم تعویض دنده ها انجام می گردد .

در جعبه دنده های معمولی بر اثر سرعت بیش از حد معمول و یا عدم انجام هماهنگی بین سرعت چرخ دنده ها هنگام درگیر شدن توسط یک راننده غیر ماهر باعث استهلاک سریع قطعات خواهد شد . در صورتی که در جعبه دنده ها اتوماتیک راننده به اهرم تغییر وضعیت دنده ها و پدال گاز احتیاج دارد .

۲۲-۵- سیستم کنترل کننده : Control system

جعبه دنده های اتوماتیک دارای سیستم های کنترل کننده ای می باشند که اولاً جعبه دنده ها را با موتور مربوط می سازد بدین ترتیب که هر گونه تغییرات موتور را عیناً به جعبه دنده منتقل می سازد و باعث تعویض دنده ها می گردند . ثانیاً

ارتباط راننده با جعبه دنده را به وسیله اهرم تغییر وضعیت به طور دستی بر قرار می سازد که هر کدام به نوبه خود دارای وظایفی می باشند :

۵-۲۳- سیستم کنترل دستی :

ارتباط راننده و جعبه دنده را بر قرار می سازد و تغییر وضعیت اهرم تعویض دنده ها را وسیله اتصالات آن به سوپاپ دستی واقع در بدنه ی سوپاپ سیستم کنترل هیدرولیکی منتقل می نماید .

پارک: P عقب: R خلاص: N حرکت به جلو: D دنده سنگین: L

۵-۲۴- سیستم کنترل درجه گاز :

این سیستم گشتاور موتور را احساس می کند و شامل مجموعه سوپاپ تعدیل فشار در بدنه ی سوپاپ سیستم کنترل هیدرولیکی می باشد و این گشتاور ورودی را از پدال گاز به جعبه دنده و یا به وسیله یک اثر خلایی از زیر دریچه گاز به یک واحد کنترل کننده خلایی در بدنه جعبه دنده دریافت می کند .

اگر در تعویض خودرکار دنده ها اشکالی پیش بیاید علاوه بر موارد فوق یک ارتباط دهنده دیگری برای جعبه دنده است و بدین منظور یک سیستم گاورنر پیش بینی شده است تا تغییرات جاده ای اتومبیل را به جعبه دنده منتقل نماید .

۵-۲۵- سیستم کنترل گاورنر :

این سیستم تغییرات سرعت اتومبیل را از دور خروجی جعبه دنده احساس می کند و مانند سیستم کنترل دریچه گاز اثر فشار هیدرولیکی را به بدنه سوپاپ کنترل هیدرولیک می فرستد این سیستم مجهز به مجموعه ی سوپاپ تنظیم می باشد . سیستم های کنترل دستی " کنترل دریچه گاز و کنترل گاورنر قسمت هایی از سیستم کنترل هیدرولیکی می باشد . "

۵-۲۶- سیستم کنترل هیدرولیکی :

این سیستم شامل یک پمپ هیدرولیک جلو و سوپاپ تعدیل فشار برای تکمیل و پر کردن روغن مورد نیاز مبدل گشتاور مربوطه و ارسال روغن به بدنه سوپاپ جهت تقسیم نمودن به مدارات راه انداز کلاچ و باند (نوار ترمز) می باشد . بدنه

سوپاپ مغز سیستم هیدرولیکی و به طور معمول جایگاه سوپاپ دستی ، سوپاپ کنترل دریچه گاز و یک سوپاپ کنترل دستی برای ایجاد درگیری دنده یک توسط راننده و مجموعه ی سوپاپ تعویض دنده به طور خودکار می باشد .

وضعیت پارک و راه اندازی خودرو :

برای راه اندازی و روشن نمودن موتور اهرم تعویض دنده بایستی در وضعیت پارک یا خلاص باشد . یک کلید اطمینان از استارت زدن در وضعیت های دنده عقب " حرکت به جلو و وضعیت دنده یک جلوگیری می نماید .

فصل ششم : جعبه دنده متغیر پیوسته CVT

Transmission variable Continuously

۶-۱- مقدمه : همان گونه که بیان شد، جعبه دنده های دستی شامل چرخ دنده هایی هستند که وظیفه‌ی ایجاد نسبت دنده های مختلف را (به منظور فراهم کردن نیروی کششی و سرعت مناسب خودرو) بر عهده دارند. هنگامی که اهرم تعویض دنده در وضعیت خاصی قرار می گیرد، دور و گشتاور خروجی موتور (برای مثال دنده ی ۲) از طریق چرخ دنده های مربوط به آن وضعیت از شفت ورودی به شفت خروجی منتقل می شود. در این جعبه دنده ها، با توجه به ملاحظات، از قبیل محدود بودن فضا و ابعاد جعبه دنده، وزن خودرو و غیر آنها، از تعداد محدودی چرخ دنده می توان استفاده نمود و همین سبب شده است که خودروها دنده های محدودی داشته باشند (برای مثال سه ، چهار یا پنج). تعویض دهنده در این جعبه دنده ها، با توجه به محدود بودن تعداد دنده ها، به صورت مرحله ای یا گسسته انجام می شود. به عبارت دیگر، هنگامی که تعویض دنده از دنده ۱ (با نسبت ۱ : ۳/۸) به دنده ۲ (با نسبت ۱ : ۲/۱) انجام می گیرد، نسبت دنده‌ی مسیر انتقال توان ، از ۱ : ۳/۸ به ۱ : ۲/۱ تبدیل می شود. از آنجایی که هر نسبت دنده نیروی کششی و سرعت خاصی را برای خودرو فراهم می کند (برای هر نسبت دنده تغییرات دور و گشتاور خاصی وجود دارد) تغییر نیروی کششی و سرعت برای سرنشینان خودرو مشهود است، به طوری که همراه با ضربه ای توسط آنها حس می شود. این تغییر در خصوص جعبه دنده های اتوماتیک نیز تا حدودی صادق است. امروزه در سیستم انتقال قدرت برخی از خودروها از جعبه دنده متغیر پیوسته یا سی وی تی (CVT) استفاده می شود که در آن دیگر جعبه دنده شامل تعداد محدودی دنده نیست. در این جعبه دنده ها بین بزرگ ترین نسبت دنده (برای مثال ۱ : ۲/۴) و کوچک ترین نسبت دنده (برای مثال ۱ : ۰/۴) بی نهایت نسبت دنده ایجاد شده و عمل تعویض بین این بی نهایت دنده نیز کاملاً

اتوماتیک و به صورت پیوسته (بدون گسستگی) انجام می گیرد و عملکرد خودرو را بسیار مطلوب ساخته است.

نکته: یکی از معایب سیستم سی وی تی (CVT) محدودیت در نسبت انتقال آنهاست. به عبارت دیگر، میزان تغییر دور و گشتاور آنها محدود است. لذا در برخی خودروها نمونه هایی از این سیستم را با جعبه دنده‌ی اتوماتیک به صورت سری مورد استفاده قرار می دهند.

۶-۲- انواع سیستم سی وی تی CVT

- Variable Diameter Pulley (VDP) or Reeves drive
- Toroidal or roller-based CVT
- Hydrostatic
- Traction-drive CVT

انواع مختلفی از سیستم های سی وی تی ابداع شده و بعضاً در خودروها نیز مورد استفاده قرار گرفته اند. این سیستم ها عبارت اند از:

۱- سی وی تی مجهز به پولی با شعاع متغیر (VDP) Variable diameter pulley ؛

۲- سی وی تی نوع غلتکی Roller based CVT یا چنبری Toroidal CVT ؛

۳- سی وی تی هیدرواستاتیک Hydrostatic CVT

رایج ترین نوع این سیستم، سی وی تی مجهز به پولی با شعاع متغیر است که در ادامه به تشریح ساختار و طرز کار آن پرداخته می شود.

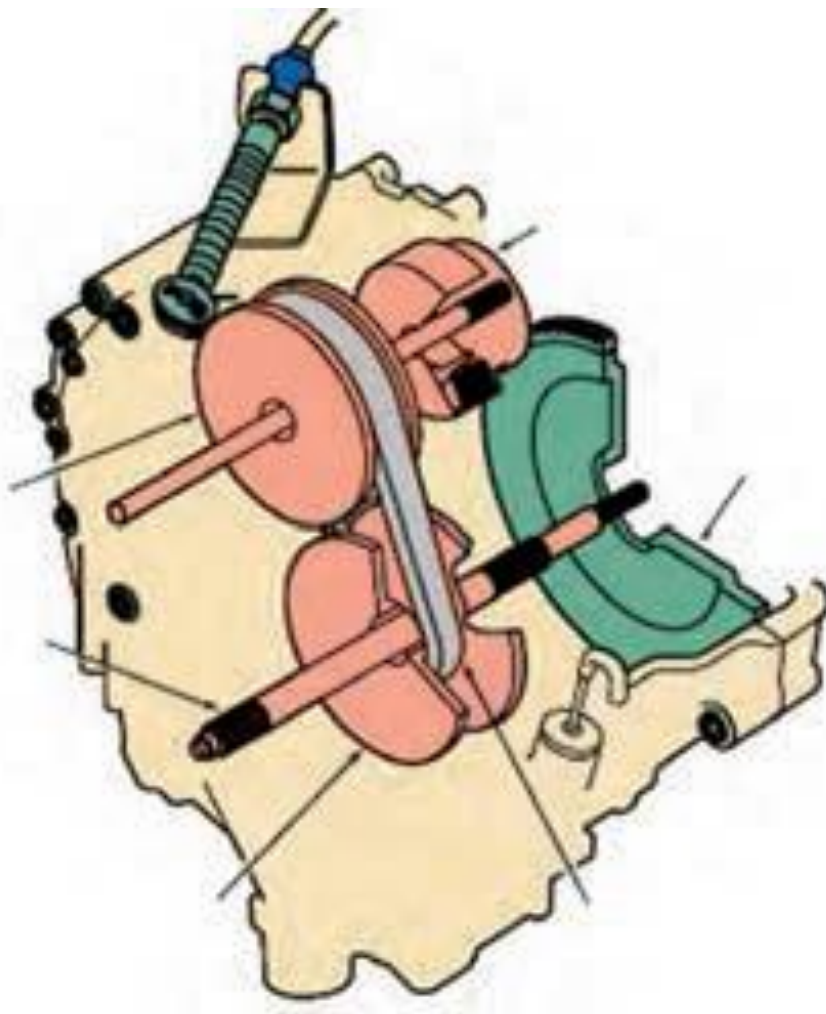
نکته : مبدل گشتاور که وظیفه‌ی انتقال دور و گشتاور موتور به شفت ورودی جعبه دنده اتوماتیک را بر عهده دارد نیز نوعی سی وی تی است. بزرگ ترین نسبت تبدیل این سیستم دو و کوچک ترین نسبت تبدیل آن حدود یک است.

۶-۳- سی وی تی مجهز به پولی با شعاع متغیر

همان گونه که در شکل ۶-۱ و ۶-۲ ملاحظه می شود، این نوع سی وی تی از دو مجموعه‌ی پولی محرک و متحرک تشکیل شده است. پولی محرک روی شفت ورودی قرار می گیرد و دور و گشتاور موتور توسط یک مجموعه‌ی چرخ دنده سیاره ای به آن منتقل می شود. پولی متحرک نیز روی شفت خروجی قرار می گیرد و دور و گشتاور را از پولی محرک دریافت می کند. انتقال دور و گشتاور از پولی محرک به پولی متحرک می تواند توسط زنجیر یا تسمه‌ی فولادی انجام شود



شکل ۶-۱ سی وی تی مجهز به پولی با شعاع متغیر



شکل ۶-۲ سی وی تی مجهز به پولی با شعاع متغیر

شکل ۶-۲، نحوه ارتباط پولی محرک و متحرک توسط تسمه فولادی را نشان داده است. شکل ۶-۳، مقطع برش خورده‌ی یک سی وی تی مجهز به پولی با شعاع متغیر را نشان می‌دهد که در آن انتقال دور و گشتاور بین پولی‌های محرک و متحرک توسط تسمه فولادی انجام می‌شود. همان گونه که ملاحظه می‌شود، هر پولی از دو نیم پولی ساخته شده است. یکی از نیم پولی‌ها روی شفت ثابت است در حالی که نیم پولی دیگر می‌تواند روی شفت حرکت محوری داشته باشد و هر دو نیم پولی با شفت دوران می‌کنند. هنگامی که دو پولی از هم فاصله می‌گیرند قطر مؤثر پولی کاهش می‌یابد و هنگامی که به هم نزدیک می‌شوند قطر مؤثر پولی افزایش می‌یابد.

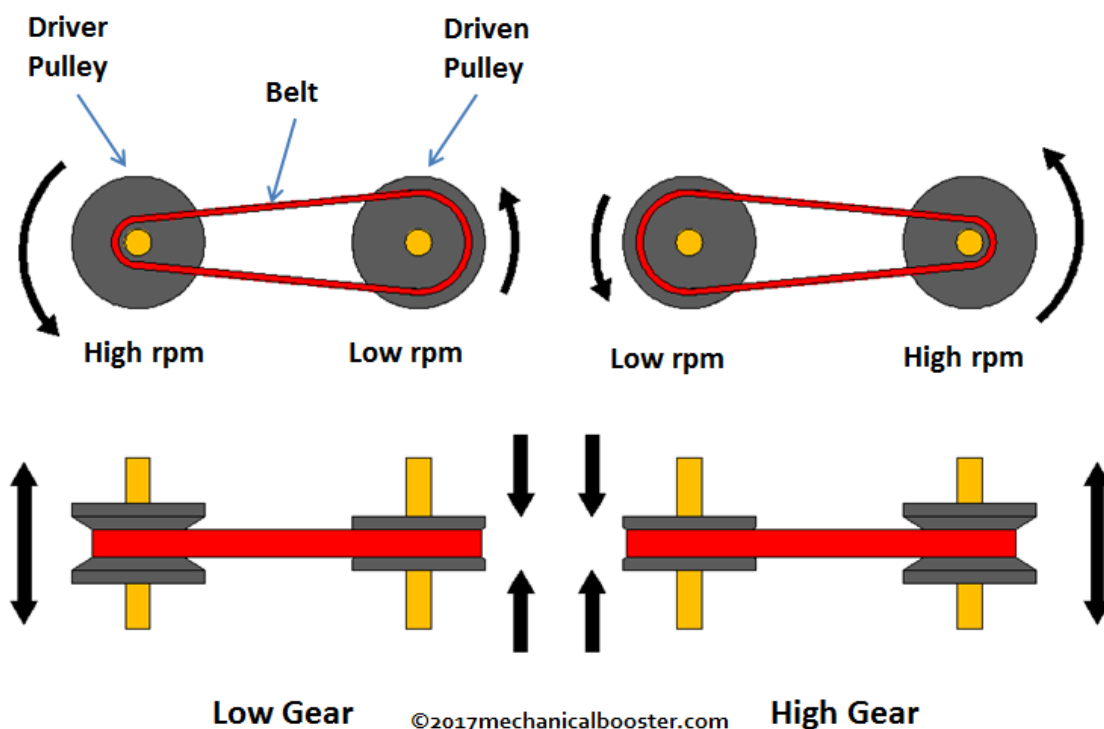


۶-۴- نحوه عملکرد سی وی تی مجهز به پولی با شعاع متغیر

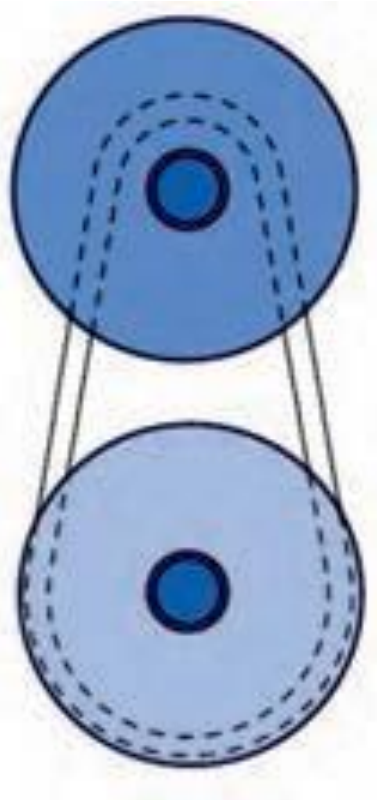
همان گونه که ذکر شد، با دور یا نزدیک کردن نیم پولی های محرک و متحرک، قطر مؤثر پولی ها تغییر می کند. عملکرد این نوع سی وی تی نیز بر اساس همین تغییر قطر مؤثر پولی های محرک و متحرک است. شکل ۱۱ - ۵، وضعیت افزایش گشتاور و کاهش دور را نشان می دهد. در این حالت دو نیم پولی محرک از هم فاصله می گیرند و قطر مؤثر پولی محرک کاهش می یابد. از طرف دیگر دو نیم پولی متحرک به یکدیگر نزدیک می شوند و قطر مؤثر آن افزایش می یابد و یک نسبت آندردرایو را ایجاد می کند. ($i > 1$) یعنی گشتاور پولی متحرک بیشتر و دور آن از پولی محرک کمتر است. شکل ۱۲ - ۵، وضعیت کاهش گشتاور و افزایش دور را نشان می دهد. در این حالت دو نیم پولی محرک به هم نزدیک می شوند و قطر مؤثر آن افزایش می یابد. از طرف دیگر دو نیم پولی متحرک از یکدیگر فاصله می گیرند و قطر مؤثر پولی متحرک کاهش می یابد در این وضعیت یک نسبت اوردرایو ایجاد می شود ($i < 1$) به طوری که

با یک بار دوران پولی محرک، پولی متحرک چند بار دوران می‌کند و دور شفت خروجی از دور شفت ورودی بیشتر خواهد شد.

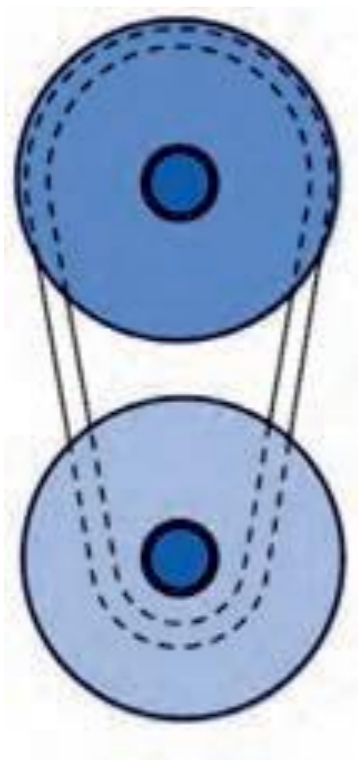
باید توجه نمود هنگامی که قطر مؤثر دو پولی محرک و متحرک برابر باشد، نسبت انتقال $i=1$ ایجاد می‌شود. از این رو دور و گشتاور شفت ورودی با دور و گشتاور شفت خروجی برابر است. با توجه به مطالب فوق، در این سیستم نسبت انتقال دور بین بزرگ‌ترین نسبت انتقال و کوچک‌ترین نسبت انتقال به صورت پیوسته تغییر می‌کند. از این رو تغییر دور و گشتاور نیز کاملاً تدریجی و پیوسته است. عمل دور یا نزدیک شدن نیم پولی‌ها به صورت هیدرولیکی و به وسیله‌ی سیستم کنترل الکترونیکی صورت می‌پذیرد



CVT – Continuously Variable Transmission



شکل ۱۱ - ۵ وضعیت افزایش گشتاور و کاهش دور



شکل ۱۲ - ۵ وضعیت کاهش گشتاور و افزایش دور

گیربکس CVT از دوپولی و یک تسمه که بین این دوپولی قرار گرفته، تشکیل شده است؛ محور مرکزی پولی اول به موتور و محور پولی دوم به دیفرانسیل متصل است؛ هر کدام از این پولی ها در حقیقت دو نیم پولی هستند که یکی ثابت و دیگری متحرک است؛ نیم پولی متحرک به وسیله یک جک هیدرولیک، قابلیت نزدیک شدن و دور شدن از نیم پولی ثابت را دارد، با توجه به اینکه هر کدام از این پولی ها، یک مخروط ناقص را تشکیل می دهند؛ نزدیک شدن دو نیم پولی به یکدیگر به معنی افزایش قطر پولی است. که این کار دوپولی، عکس یکدیگر انجام می شود یعنی قطر پولی محرک، افزایش می یابد و پولی دوم با کاهش قطر روبه رو خواهد بود. این عمل، باعث می شود ضریب تبدیل جعبه دنده در محدوده وسیعی به صورت پیوسته تغییر کند، بنابراین دور و قدرت به صورت اتوماتیک دقیقاً باید آن چیزی باشد که لازم است. بنابراین مصرف سوخت کاهش و قدرت بهینه می شود، حرکت جک های هیدرولیک به فرمان واحد نظارت الکترونیک موتور ECU و براساس تابعیت از دور موتور و وضعیت دریچه گاز صورت می گیرد.

کنترل فشار جک های هیدرولیک در این نوع جعبه دنده کار ب برای کنترل سیار حساس و دقیقی است. با توجه به این نکته که فشار جک ها از طریق دیوارهای پولی ها مستقیماً به تسمه وارد می شود، کنترل دقیق فشار ضروری است، برای انجام دقیق این عمل، رگلاتورهائی در مسیر روغن هر دو جک قرار داده می شود که فشار را به اندازه موردنظر، تنظیم می کند؛ تأمین فشار اولیه را تلمبه روغنی برعهده دارد که باید با بهترین عملکرد کار کند که حداکثر قدرت را از موتور احتراقی بکاهد. در گذشته، به دلیل مشکل تسمه و پاره شدن این طرح با اقبال مواجه نبود و تا اواخر دهه ی ۹۰ این سیستم به خواب زمستانی فرو رفته بود؛ اما مهندسان با استفاده از تسمه فلزی بر این مشکل فائق شدند.

جالب است که هم اکنون موتور نیسان مورانو با قدرت ۲۴۵ اسب بخار از این سیستم انتقال قدرت بهره می گیرد؛ در حالی که اگر به جای تسمه فلزی، تسمه ی لاستیک به کار ببریم پس از چند دقیقه، تسمه پاره می شود. در سیستم CVT برای کنترل سامانه، احتیاج به سه نوع کنترل آن هم از نوع الکترونیکی است که این سه مورد شامل کنترل ضریب دنده، کنترل شتاب و کنترل فشار جانبی است.

برای اینکه جک های هیدرولیکی، فشار بیش از فشار موردنیاز را به پولی ها وارد نکنند و باعث آسیب رسیدن به تسمه و سازوکارهای متحرک نشوند، مدار روغنی به صورت الکترونیکی و به وسیله چند سنسور از طرف ECU کنترل می شود، این موضوع نه تنها اصطکاک بین تسمه و پولی را کم می کند بلکه از مصرف شدن قدرت بیش از نیاز توسط جک ها جلوگیری میکند.

۶-۵- مجموعه دسته دنده

طراحی این نوع دسته دنده ها با دسته دنده های جعبه دنده های اتوماتیک متعارف یکی است و شامل :

D حالت اتومات R دنده عقب M دستی یا ورزشی P پارک و N موقعیت خلاص می باشد که در حالت دستی سلکتور + و - دارد

۶-۶- صفحه نمایش داشبورد

این صفحه نمایش در کنار نشان دهنده های داشبورد جاسازی شده است و می تواند موقعیت های گیربکس CVT را در شرایطی که قرار دارد به راننده نشان دهد

۶-۷- دمپر پیچشی

در گیربکسهای CVT به جای مبدل گشتاور (Torque convertor) از دمپر پیچشی استفاده می کنند . از این نوع کلاچ برای جلوگیری از لغزش تسمه فولادی در هنگام شتاب گیری یا هنگام ترمز گیری با شتاب منفی استفاده می شود .

به جعبه دنده اتوماتیک توجه کنید، در آن دنیایی از چرخ دنده ها، ترمز ها، کلاچ ها و دستگاه های کنترل را خواهید دید در مقابل CVT به سادگی قابل مطالعه است، CVT ها بیشتر فقط سه جزء اساسی دارند :

۱. یک پولی متغیر محرک (ورودی)

۲. یک تسمه محکم فلزی یا لاستیکی

۳. یک پولی خروجی

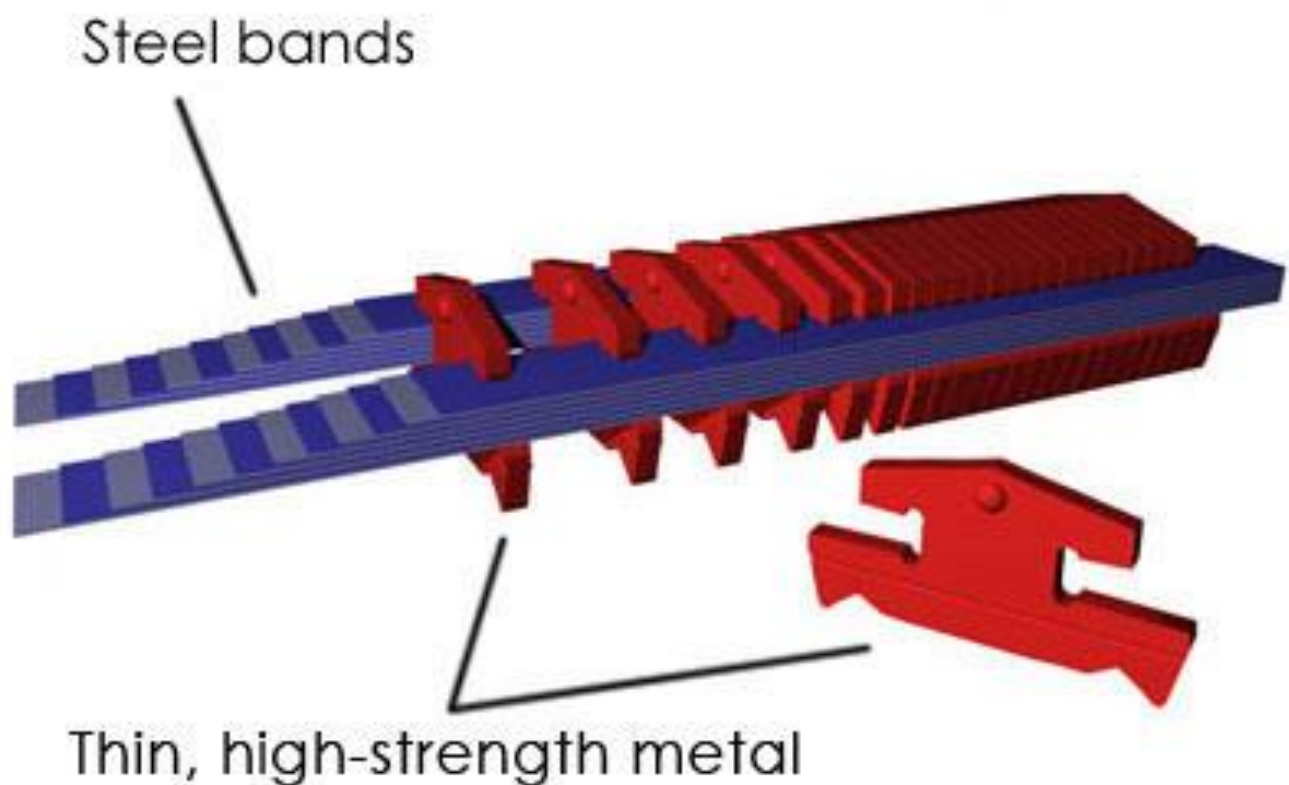


طبیعت ساده و بدون گسستگی CVT ها آنها را به یک سیستم انتقال قدرت ایده آل ، برای تمام ماشین ها و وسایل، نه فقط خودرو ها، تبدیل کرده است . CVT ها سالهای زیادی در ابزار های قدرتی و مته ها بکار می رفتند، همچنین از آنها در وسایل نقلیه مختلفی اعم از تراکتور ها و ماشین های برف رو و اسکوتر های موتوری استفاده می شود، در تمام این کاربردها این در نوع سیستم انتقال قدرت از تسمه هایی با لاستیک فشرده استفاده می شود که می تواند کشیده شده یا سر بخورد و در نتیجه باعث هدر رفتن انرژی و کاهش کارایی شود .

اختراع ماده های جدید CVT ها را مطمئن تر و کارآمد تر از قبل می سازد، یکی از مهمترین پیشرفت ها طراحی و توسعه ی تسمه های فلزی برای متصل کردن دو پولی بوده است، این تسمه های انعطاف پذیر از چندین ، عموماً ۹ یا ۱۲ ، نوار نازک فولادی که تکه های فلزی پاپیونی شکل بسیار مقاوم را کنار هم نگه می دارد ساخته شده است تسمه های فلزی سر نمی خورند و بسیار با دوام اند که به CVT اجازه ی انتقال گشتاور بیشتری را می دهند، در ضمن آرام تر از تسمه های لاستیکی هستند

تسمه ای که وظیفه ی انتقال قدرت را به عهده دارد از الیاف فلزی بافته شده است . برای برقرار کردن ارتباط جعبه دنده ی

CVT با موتور در سامانه های استاندارد، یک کلاچ شتاب دهنده الکترومغناطیسی بر روی پولی محرک نصب شده است. در برخی از این سامانه ها، نظیر نمونه ای که فیات بر روی خودروی پونتو خود نصب کرده Speed Gear به بازار می فرستد، در نسبت های خاصی از قطر پولی ها، قفل هائی نصب شده که در صورت تمایل راننده، میتوان نسبت ها را به صورت دستی تغییر داد تا لذت با جعبه دنده دستی نیز تجربه شود.

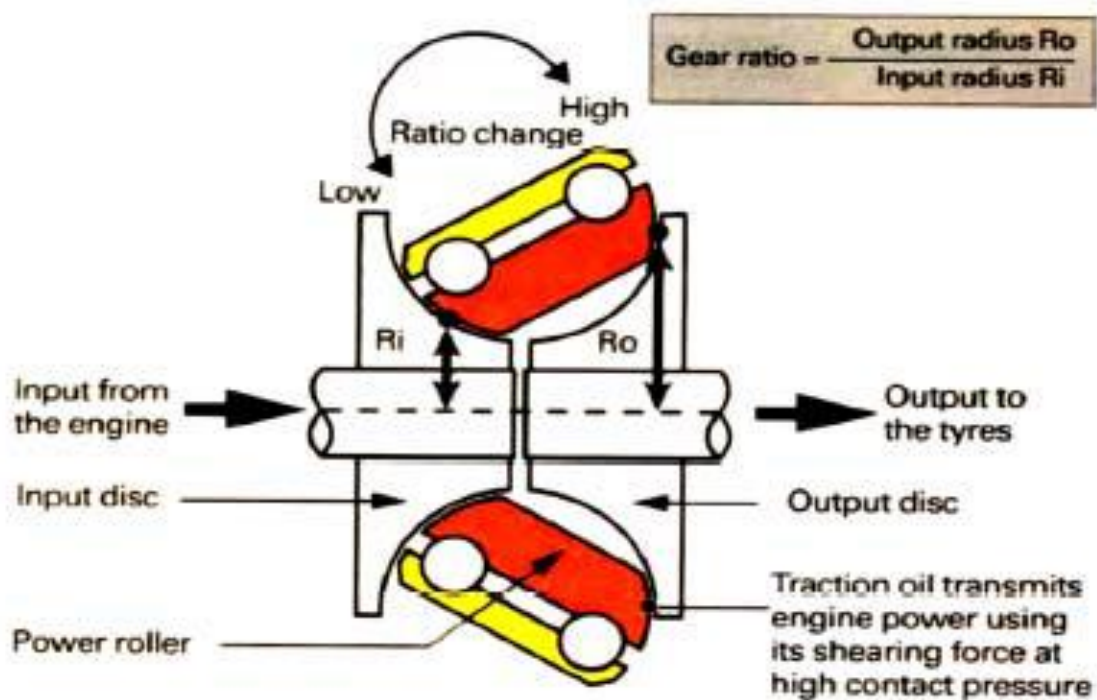


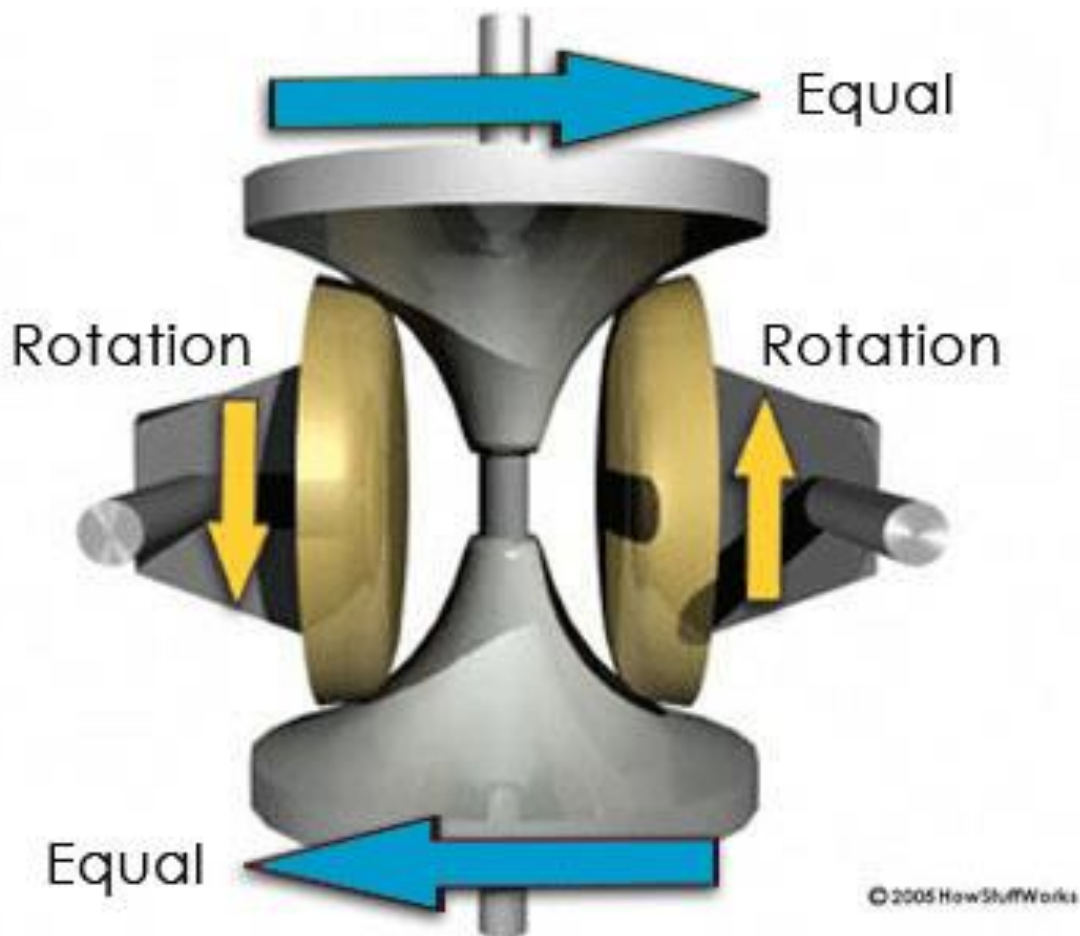
© 2005 HowStuffWorks

۶-۸- سی وی تی چنبری

نوع دیگری از CVT است که در آن تسمه و پولی ها با دیسک ها و غلطک ها جایگزین شده است. اگر چه چنین سیستمی خیلی متفاوت به نظر می رسد همه اجزای آن قابل مقایسه با تسمه و پولی است و نتیجه ی یکسانی می دهد. طرز کار آن در ذیل بیان شده است: یک دیسک به موتور متصل است که معادل پولی محرک است. دیسک دیگری به میل گاردان متصل است که معادل پولی مقاوم است. غلطک ها و یا چرخ ها بین دو دیسک واقع شده اند و مانند تسمه

نیرو را از یک دیسک به دیگری منتقل می‌کنند چرخ‌ها می‌توانند در دو جهت بچرخند. حول محور افقی می‌چرخند و به سمت بالا و پایین حرکت می‌کنند که این به چرخ‌ها اجازه می‌دهد در وضعیت‌های مختلف با دیسک در تماس باقی بماند



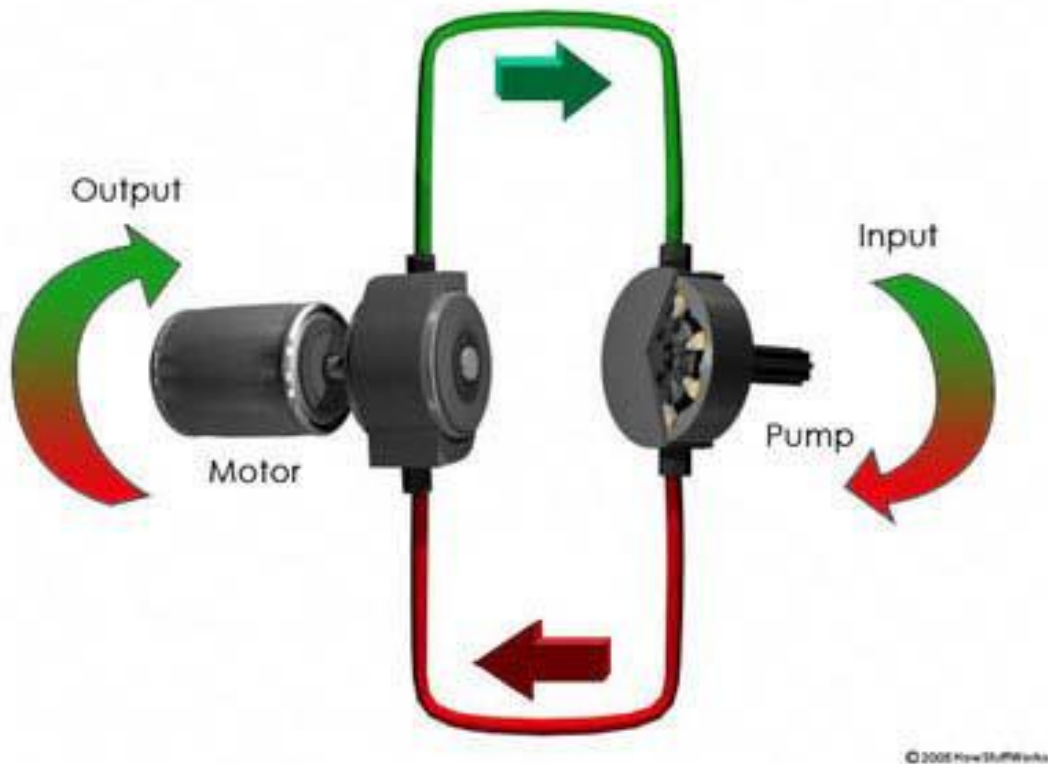


۶-۹-سی وی تی های هیدرواستاتیکی

نوع دیگری از CVT ها وجود دارد که به عنوان CVT ی هیدرواستاتیکی شناخته شده است. در آن از پمپ های جا به جایی متغیر استفاده شده تا جریان مایع ورودی به موتور هیدرواستاتیکی را تغییر دهد. در این نوع انتقال قدرت، حرکت چرخشی موتور، یک پمپ هیدرواستاتیکی را در طرف محرک به کار می اندازد. پمپ حرکت چرخشی را به جریان سیال تبدیل می کند آنگاه با یک موتور هیدرواستاتیکی که در طرف مقاوم قرار دارد، جریان سیال دوباره به حرکت چرخشی تبدیل می شود.

اغلب انتقال قدرت هیدرواستاتیکی با یک گروه دنده ی سیاره ای و کلاچ ها ترکیب می شود تا یک سیستم دوگانه به نام انتقال قدرت هیدرومکانیکی را تشکیل دهد. انتقال قدرت هیدرومکانیکی نیرو را با سه روش به چرخ ها منتقل می

کند. در سرعت های پایین به صورت هیدرولیکی و در سرعت های بالا به صورت مکانیکی نیرو را منتقل می کند و بین این دو حد، از هر دو روش برای انتقال استفاده می کند. انتقال قدرت هیدرومکانیکی برای کارهای سنگین مناسب است و به همین علت معمولاً در تراکتورهای کشاورزی و وسایل نقلیه ای که روی هر سطحی حرکت می کنند به کار می رود.



مهمترین مزیت این جعبه دنده، کاهش مصرف سوخت خودرو به میزان قابل توجه است، موتور با استفاده از این جعبه دنده، در محدوده‌ی بهینه قدرت کار می کند که این موضوع باعث می شود ۸ درصد مصرف سوخت کاهش یابد و بازده موتور نیز با استفاده از این سیستم، افزایش یابد. یکی دیگر از مزایای این سیستم شتاب گیری نرم و مطلوب خودرو است، در صورتی که در اکثر خودروها، با جابه جا شدن دنده، تکان هایی به خودرو وارد می شود، از طرفی به دلیل اینکه موتور دچار تغییرات ناگهانی نمی شود و زمان هدر رفتن کلاچ گیری وجود ندارد؛ شتاب خودرو مجهز به این جعبه دنده نیز بهتر صورت می گیرد. کاهش سطح آلاینده‌گی از دیگر مزایای این سیستم است.

۱۰-۶- مزایای سی وی تی :

• شتاب ثابت و بدون قطع از حالت سکون تا سرعت نهایی

• راحتی سفر بیشتر

• کارکرد موتور در حالت بهینه جدا از سرعت خودرو

• بهبود مصرف سوخت

• افت توان کمتر نسبت به گیربکس های اتوماتیک

• کاهش آلایندگی موتور

۱- ارسال قدرت بهینه به چرخها

خودروی مجهز به گیربکس CVT همیشه در ضریب دنده صحیح حرکت خواهد کرد ، مشکلی که در جعبه دنده های دستی و حتی اتوماتیک وجود دارد. CVT ها برای تنظیم دور موتور در بهترین حالت برنامه ریزی شده اند .از همین رو مالک خودرو می تواند کارایی بالای این خودرو را مخصوصا در زمان شتاب گیری احساس کند.

۲- مصرف سوخت کمتر

گیربکس های CVT همیشه ضریب دنده ها را با توجه به بهترین حالت ممکن تنظیم می کنند تا دور موتور در بهینه ترین حالت باشد از همین رو باعث کاهش قابل توجه مصرف سوخت خواهند شد. این موضوع را می توانید در هنگام رانندگی در بزرگراه با سرعت یکنواخت مشاهده نمایید چرا که عقربه دورسنگ همواره روی عددهای پایین سیر می کند . در صورتی که در جعبه دنده ای دستی و اتوماتیک معمولا به دلیل محدودیت ضریب دنده دور موتور دائما در حال بالا رفتن است تا راننده یا جعبه دنده اتوماتیک دستور تعویض را صادر نماید.

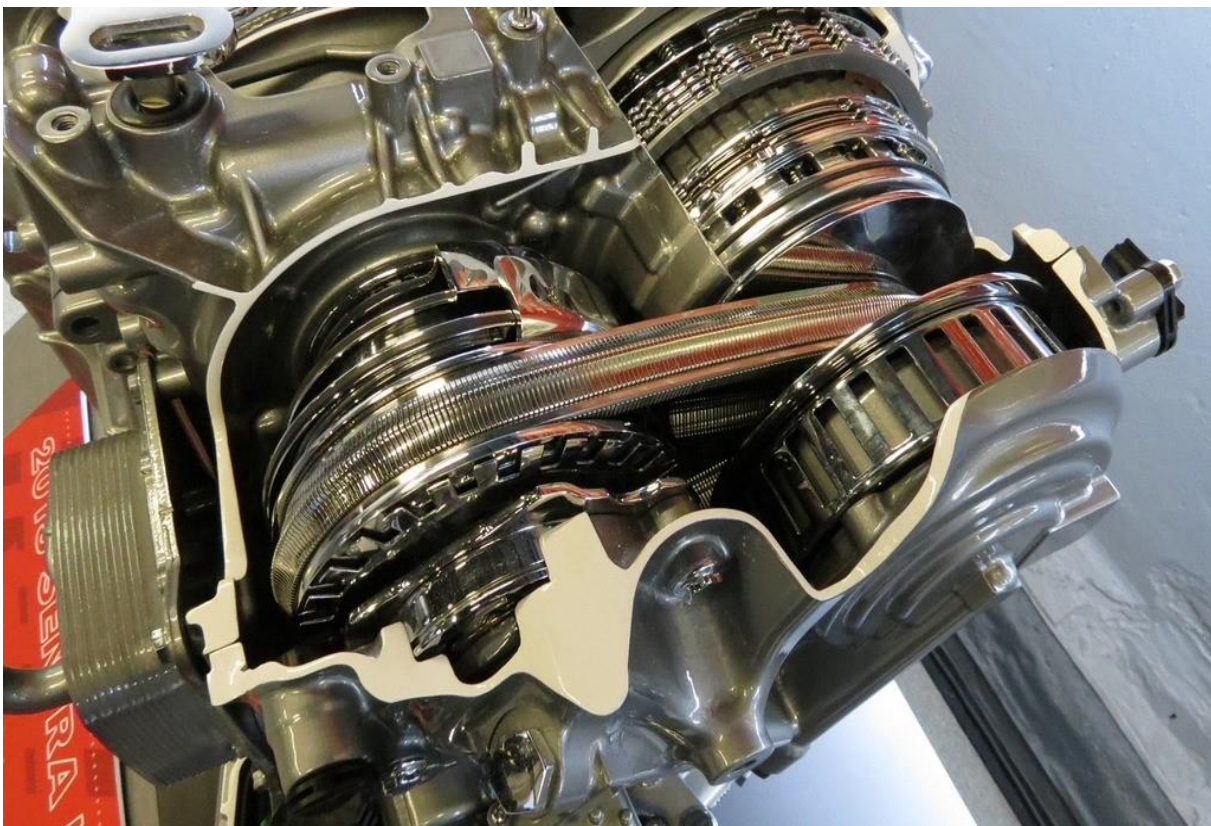
۳- تعویض دنده نرم تر

شاید استفاده از واژه تعویض دنده برای گیربکس های CVT چندان صحیح نباشد چرا که عملا هیچ تعویض دنده ای در این گیربکس ها اتفاق نمی افتد. اما به هر حال در جعبه دنده دستی و اتوماتیک در هنگام تعویض دنده تکان هایی

هر چند جزیی را احساس خواهید نمود اما در CVT ها وقتی قطر پولی ها در حال زیاد و کم شدن است اصلا هیچ نشانه، صدا و ضربه ندارد و بطور کلی راننده متوجه این موضع نخواهد شد.

۴- وزن کمتر

حذف چرخ دنده ها باعث شده که وزن گیربکس ها CVT به شدت کاهش باید. همانطور که مطلع هستید امروز یکی از چالش های مهندسان کاهش وزن خودرو به منظور راندمان بیشتر در قبال مصرف سوخت کمتر است. از همین رو خودروهای مجهز به گیربکس های CVT از مصرف سوخت کمتری سود می برند.



و اما می پردازیم به دلایلی که باعث کاهش استفاده از گیربکس های CVT شده است

۶-۱۱- معایب گیربکس های CVT

۱- سرو صدای زیاد

بسیاری از رانندگان درباره ماندن دور پیشرانه در بالاترین حد و به پا خاستن فریاد آن گلایه کرده‌اند. این موضوع در تمامی گیربکس‌های CVT حتی آن‌هایی که با دنده‌های سنتی شبیه‌سازی عرضه می‌شوند دیده می‌شود. صدای بیشتر معمولاً خوشایند خریداران نیست مگر تا زمانی که یک پیشرانه قدرتمند در بطن خودرو وجود داشته باشد.

۲- عملکرد نه چندان اسپرت

قطعا رانندگی با خودروهای CVT هیجان‌انگیز نیست چرا که در عمل تعویض دنده ای صورت نمی‌گیرد و همه چیز در بهترین حالت ممکن است. اما یک راننده احتیاج دارد در برخی مواقع به منظور هیجان بیشتر دور موتور را به خطوط قرمز برساند تا از صدای جیغ موتور لذت ببرد. از این رو CVT ها به هیچ وجه اسپرت نیستند

۳- هزینه نگه داری زیاد

گیربکس‌های CVT در صورت استفاده صحیح کاملاً مقرون به صرف هستند اما زمانی که خراب شوند هزینه تعمیر آنها بدلیل گران بودن قطعات یدکی بسیار سرسام آور است. همچنین یافتن یک مکانیک متبحر هم بسیار کار سختی است.

۴- پیش‌فرض‌های مربوط به عدم اطمینان:

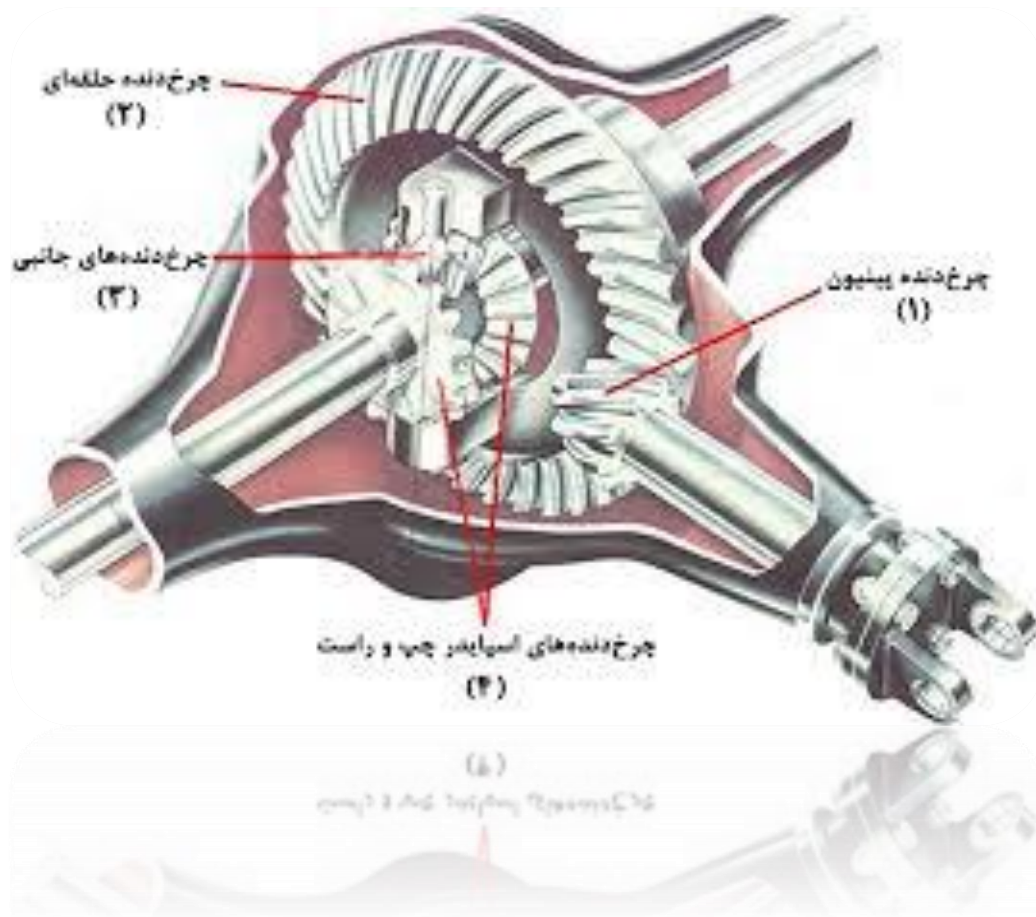
گیربکس‌های CVT نیز طبیعتاً برخی نقص‌ها را دارند که برخی از آن‌ها به گونه‌ای برنامه‌ریزی شده‌اند که باعث می‌شوند مشتری فکر کند گیربکس به صورت صحیح کار نمی‌کند. نبود هرگونه دنده‌ی سنتی این احساس را در راننده ایجاد می‌کند که شاید عملکرد CVT ها درست نبوده و مالک خودرو این را نشانه‌ای از عدم اطمینان می‌داند.

در نهایت باید گفت چه دوست داشته باشیم چه نداشته باشیم صنعت خودروی امروزه جهان روی خوشی به گیربکس‌های CVT نشان داده است و هر روز شاهد استفاده بیشتر از آنها در محصولات مدرن هستیم. البته مهندسان در حال برطرف کردن ایراد‌های این نوع از گیربکس‌ها هستند. بعنوان مثال برای ایجاد هیجان بهتر تعویض دنده مصنوعی را به گیربکس‌های CVT اضافه نموده‌اند. از این رو بهتر است که به استفاده از این گیربکس عادت نمایید.

فصل هفتم : دیفرانسیل

۷-۱- مقدمه : قدرت خروجی موتور در آخرین مرحله گذر خود و قبل از رسیدن به چرخ ها از دیفرانسیل عبور میکند.

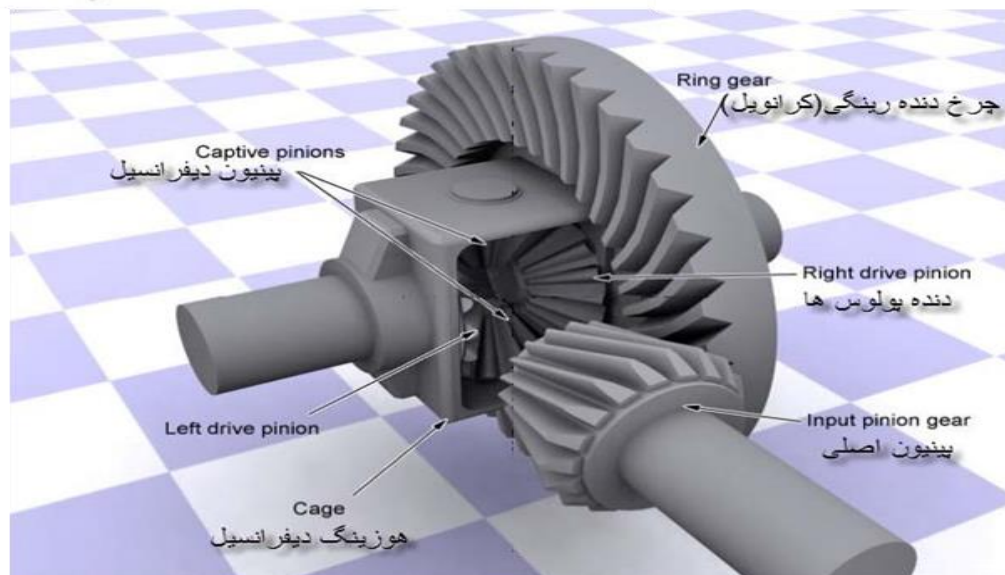
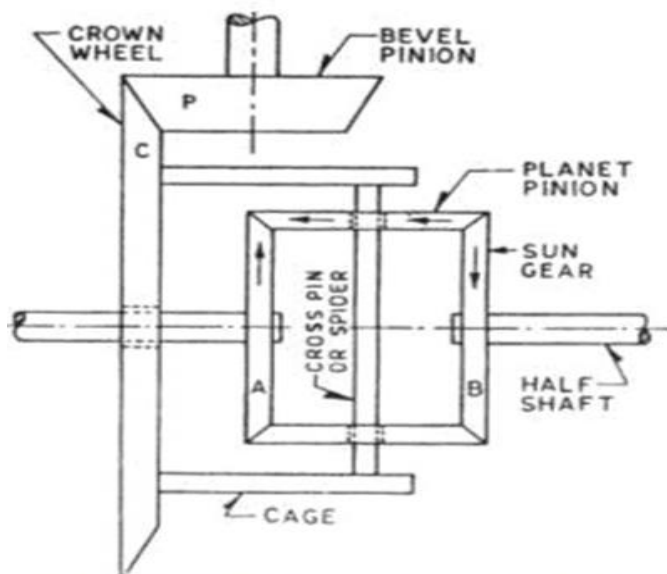
مجموعه دیفرانسیل دارای سه وظیفه است:



۱- دورمیل کاردان را به دور لازم برای چرخ ها کاهش (و به تبع آن گشتاور را افزایش) می دهد.

۲- هنگام دور زدن اتومبیل در سر پیچ ها امکان میدهد که چرخ داخلی روی اکسل محرک، آهسته تر از چرخ دیگر بچرخد. این عمل دیفرانسیل را اصطلاحاً تفریق میگویند. نام دیفرانسیل از همین وظیفه گرفته شده است (یعنی عامل ایجاد اختلاف)

۳- به جز مواقعی که موتور در عرض اتومبیل نصب شده است نیروی محرک را به اندازه ۹۰ درجه تغییر جهت داده و به چرخ های محرک می رساند.



۷-۲- دیفرانسیل معمولی (باز)

دیفرانسیل باز، از نظر ساختمان ساده ترین نوع دیفرانسیل است که بر روی خودروها مورد استفاده قرار گرفته است. این دیفرانسیل از یک چرخ دنده کوچک محرک به نام پینیون، یک چرخ دنده بزرگ به نام کرانویل، محفظه هرزگردها، دو (بعضاً ۴) دنده هرزگرد، یک محور هرزگرد و دو دنده سرپولوس تشکیل شده است.

اولین وظیفه گفته شده (عمل تقلیل دور و افزایش گشتاور) در دیفرانسیل توسط دو چرخ دنده پینیون و کرانویل انجام می شود. مقدار این تقلیل دور به تعداد دندانه های پینیون و کرانویل بستگی دارد. هرچه نسبت دنده در دیفرانسیل بیشتر باشد تقلیل دور و افزایش گشتاور بیشتری خواهیم داشت.

به عنوان مثال ، اگر در دیفرانسیل خودرویی تعداد دندانه های پینیون ۹ عدد و تعداد دندانه های کرانویل ۳۸ عدد باشد، نسبت دنده در این دیفرانسیل برابر است با :

$$I_D = \frac{\text{تعداد دندانه های کرانویل}}{\text{تعداد دندانه های پینیون}} = \frac{Z_C}{Z_P} = \frac{38}{9} = 4/22 : 1$$

یعنی این دیفرانسیل ، دورکاردان را به اندازه ۴/۲۲ برابر کاهش و گشتاور کاردان را به همان میزان افزایش داده و به پولوس ها و چرخ ها می رساند.

$$M_{pl} = M_k \times I_D \quad \text{و} \quad n_{pl} = \frac{n_k}{I_D} \quad \text{دور پولوس (چرخ)}$$

نسبت تبدیل دیفرانسیل معمولاً در خودروهای سواری بین ۳:۱ تا ۵:۱ و در کامیون ها و خودروهای سنگین ۵:۱ تا ۱۰:۱ است

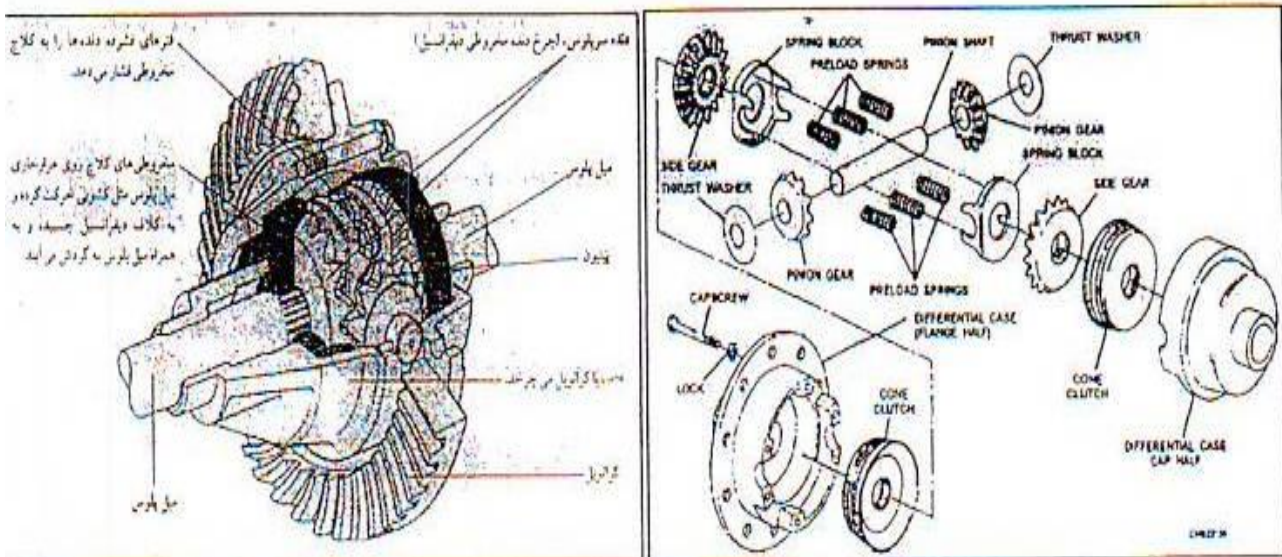
۳-۷- دیفرانسیل های لغزش محدود

همانطور که در مورد دیفرانسیل های معمولی توضیح داده شد، در اصطکاک مساوی دو چرخ محور محرک ، دیفرانسیل مقدار مساوی گشتاور را به دو چرخ محرک منتقل میکند. ولی چنانچه روی جاده، یک چرخ اصطکاک کمتری نسبت به چرخ دیگر محور دیفرانسیل داشته باشد (مثلاً در جاده یخ زده) با بکسواد یک چرخ، چرخ دیگر نمی تواند هیچ گونه گشتاوری را منتقل نماید. در این حالت تمامی گشتاور، به چرخ در حال بکسواد منتقل می شود و خودرو نمیتواند حرکت کند.

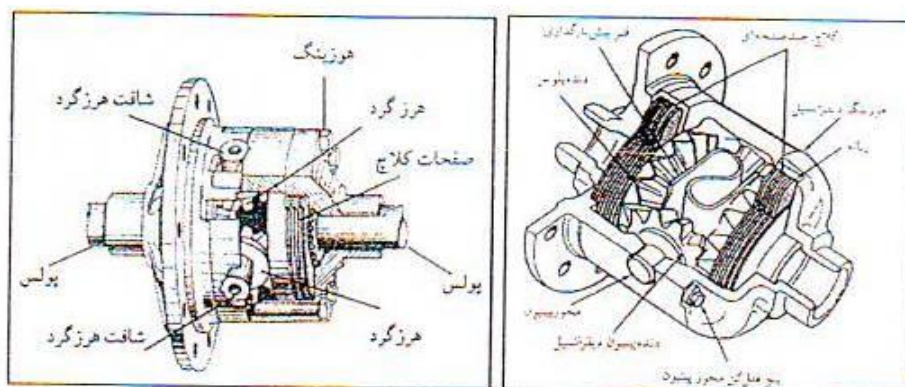
در بسیاری از خودروها به منظور ایجاد اصطکاک لازم بین چرخ و جاده در حالی که یک چرخ در حال بکسواد است با این تفاوت که به منظور جلوگیری از بکسواد و کاهش اصطکاک چرخ، دو کلاچ مخروطی و یا دوسری صفحه کلاچ در آن نصب شده است.

در یک نوع متداول (نوع کلاچ مخروطی (شکل ۱۵-۸)) بین دنده سر پولوس ها و محفظه هرزگردها از کلاچ مخروطی استفاده می شود. فنر بین چرخ دنده ها، سطوح مخروطی را به یکدیگر می فشارد و نیروی اصطکاک ایجاد شده، در مقابل هرگونه تغییر سرعت بین دنده های سر پولوس و محفظه هرزگردها مقاومت میکند. این مقاومت در حالت عادی به

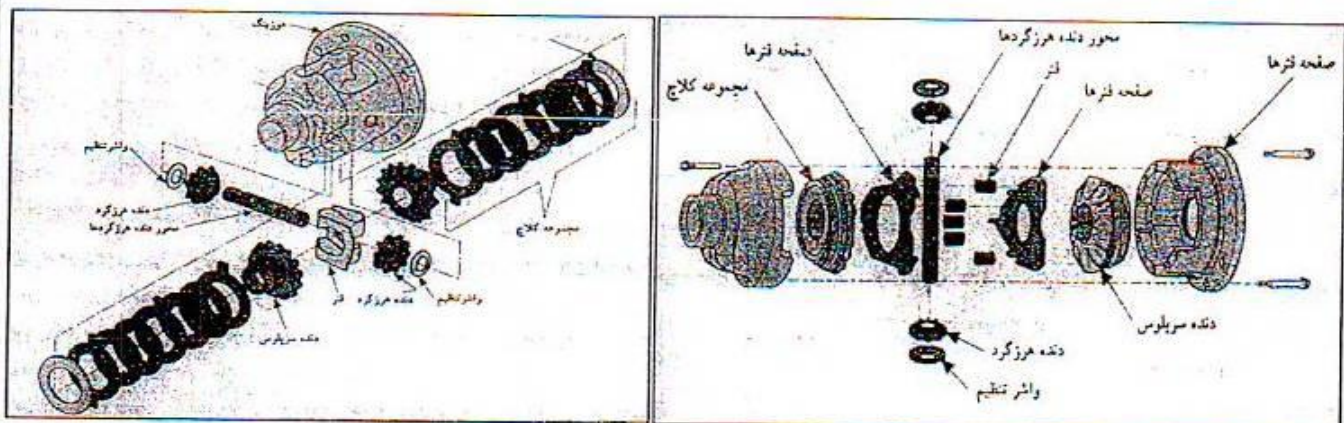
اندازه ای نیست که بتواند در هنگام دور زدن ، کار دیفرانسیل را متوقف سازد، بلکه با زیاد شدن گشتاور دیفرانسیل ، افزایش خواهد یافت. مثلاً حالت تمام گاز دنده سبک و یا لغزیدن یک چرخ.



شکل ۱۵-۸: دیفرانسیل لغزش محدود با کلاچ مخروطی



شکل ۱۶-۸: دیفرانسیل لغزش محدود با دو سری کلاچ چند صفحه‌ای



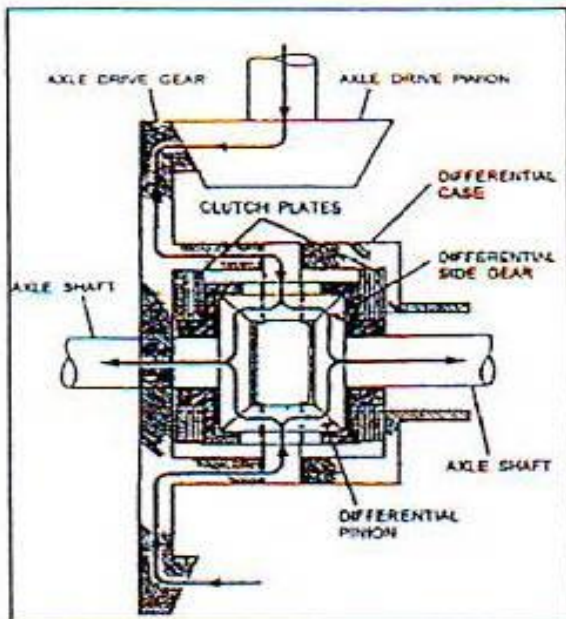
شکل ۱۷-۸: دیفرانسیل لغزش محدود با کلاچ چند صفحه‌ای و فنر برقی

شكل ١٨-٨: ديفر انسيل لغزش محدود با كلاج مخروطي و فنر لول

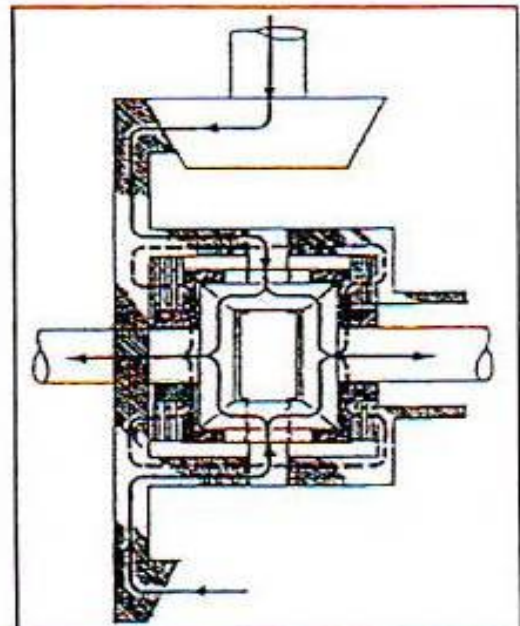
گشتاور موجود گرایش دارد که دنده‌های سر پولوس را از یکدیگر دور سازد، در نتیجه به بار مخروطی کلاچ افزوده شده و مقاومت آنها را در برابر اختلاف سرعت بین پولوس‌ها افزایش می‌دهد. این کار از بکسواد و سر خوردن چرخ‌ها جلوگیری می‌کند.

شکل ۸-۱۶ یکی دیگر از انواع دیفرانسیل لغزش محدود را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود این نوع هوزینگ دیفرانسیل، دارای دو سری صفحه کلاچ است که صفحات، در شیارهای هوزینگ متصل به پولوس می‌باشند.

هنگام سوار کردن مجموعه صفحات، یک فنر S شکل آنها را با پیش فشار معینی جمع کرده و به صفحات نیروی محوری وارد می‌کند. به جای این فنر S شکل بعضاً فنر لول استفاده می‌شود. با این طرح صفحات به حالت فشرده بین رینگ‌های جانبی (که به طور هزاخلاری با پولوس درگیر هستند) و بدنه دیفرانسیل قرار گرفته و پولوس‌ها عملاً با بدنه دیفرانسیل یکپارچه می‌شوند.



شکل ۸-۱۹: دیفرانسیل لغزش محدود در جاده مستقیم



شکل ۸-۲۰: دیفرانسیل لغزش محدود در سربلج

هنگام رانندگی در مسیر جاده مستقیم، نیروی پیچشی از پینیون محرک عبور کرده و پس از گذشتن از دنده کرانویل و بدنه دیفرانسیل به شفت های دنده هرزگرد و دنده های سر پولوس منتقل می شود. صفحات کلاچ، هر دو پولوس را به بدنه دیفرانسیل قفل و با آن همدور میکند. حال اگر یکی از چرخ ها روی زمین یخ زده یا گل آلود قرار گیرد، این چرخ دچار لغزش و سر خوردن نخواهد شد زیرا نخواهد توانست سریعتر از چرخ دیگر بگردد.

در موقع عبور از سرپیچ ها، این دیفرانسیل های معمولی عمل میکند تا اجازه دهد چرخ بیرونی کمی سریعتر از چرخ داخلی بچرخد. برای انجام این عمل، صفحات کلاچ کمی روی هم می لغزند (شکل ۲۰-۸)

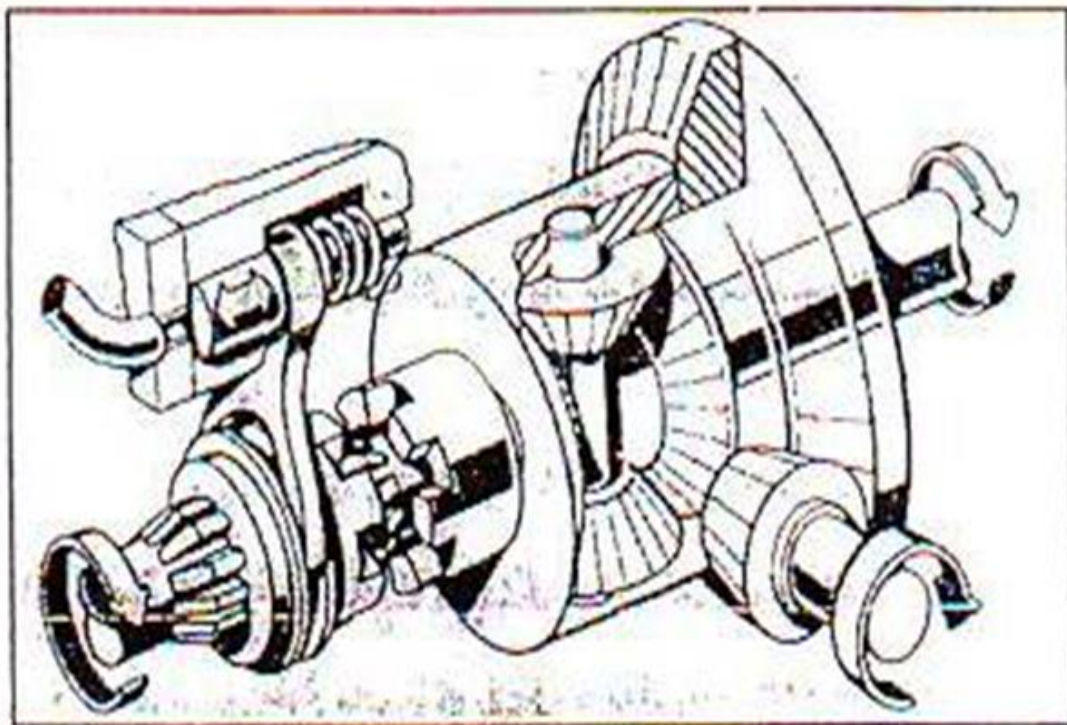
۷-۴- قفل دیفرانسیل :

در برخی از خودروها و نیز تراکتورها برای جلوگیری از سر خوردن چرخ در سطح لغزنده و یا زمانی که چرخ در گل فرو رفته باشد، به جای استفاده از دیفرانسیل های لغزش محدود، از سیستم قفل دیفرانسیل استفاده شده است.

وظیفه قفل دیفرانسیل مساوی نمودن سرعت چرخش پولوس ها با هم است. با فشار دادن پدال و یا اهرم قفل دیفرانسیل، طوقه قفل کننده، یکی از میل پولوس ها را با پوسته هرزگردها (هوزینگ) درگیر و یکپارچه میکند (شکل ۲۱-۸). در این حالت چون قفل کننده، یکی از میل پولوس ها را با پوسته هرزگردها (هوزینگ) درگیر و یکپارچه میکند (شکل ۲۱-۸). در این حالت چون سرعت دو چرخ محرک مساوی می شود، هرزگردها به هنگام قفل نمودن دیفرانسیل فقط حرکت انتقالی خواهند داشت.

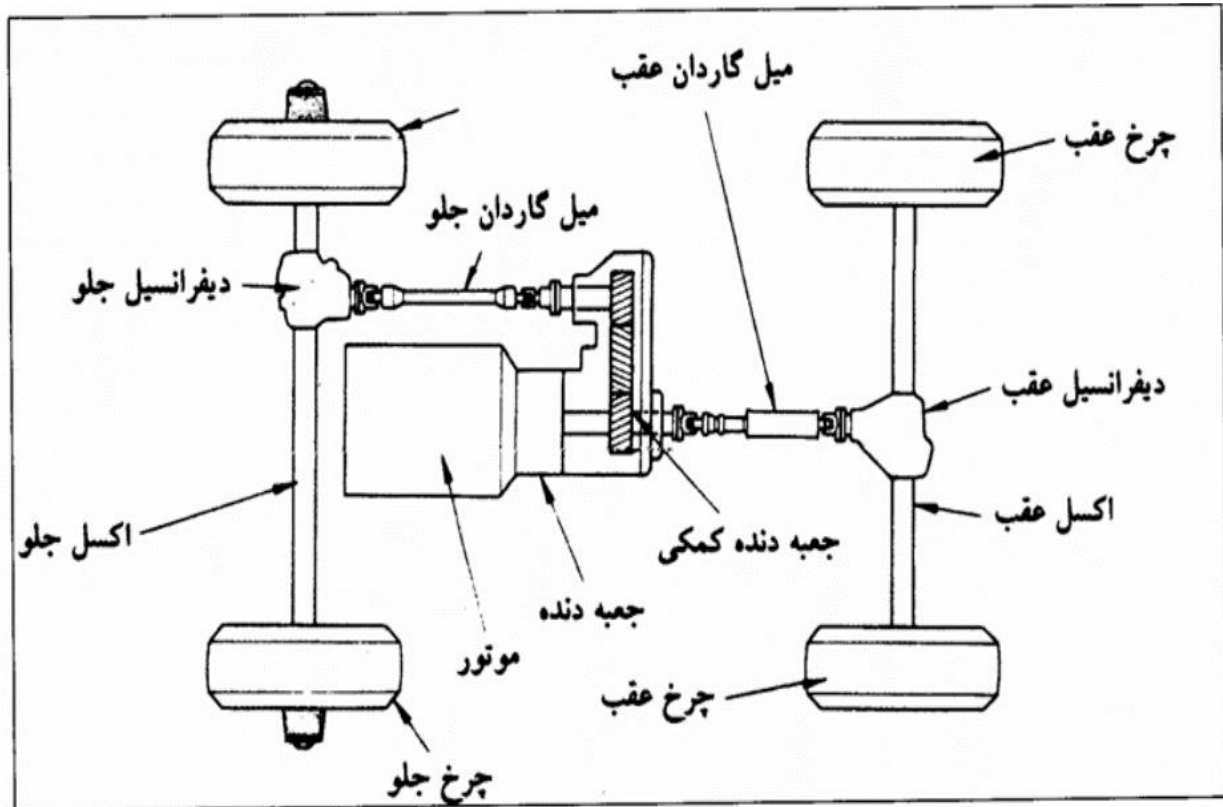
در تراکتورها، پدال قفل دیفرانسیل اغلب در زیر صندلی راننده قرار دارد که با فشار دادن آن، نیرو به صورت مکانیکی یا هیدرولیکی به مکانیزم قفل کننده منتقل می شود.

در هنگام حرکت در جاده معمولی و نیز مخصوصا دور زدن در سر پیچ حتما باید دیفرانسیل را از حالت قفل خارج نمود زیرا در غیر اینصورت دیفرانسیل، آسیب دیده و حتی الامکان واژگونی خودرو یا تراکتور وجود دارد.



شکل ۸-۲۱: قفل دیفرانسیل (دیفرانسیل قفل دار)

فصل هشتم : سیستم چهار چرخ محرک



۸-۱- مقدمه :

خودرویی که چهار چرخ آن در حرکت است سیستم محرکی دارد که می تواند توان آنرا به هر چهار چرخ بفرستد . این سیستم حداکثر کشش را برای رانندگی بیرون از جاده تامین می کند. این سیستم در صورت لغزنده بودن سطح جاده یا از برف و یخ پوشیده بودن آن نیز حداکثر کشش را ایجاد میکند. در بعضی از خودروهای سیستم چهار چرخ محرک به طور خودکار درگیر میشود، یا همواره درگیر است. در بعضی خودروهای دیگر راننده می تواند در هنگام لزوم از حالت دو چرخ محرک به حالت چهار چرخ محرک برود و بالعکس . ممکن است جلوی داشبورد یا کنسول ، چراغ یا نمایش گری وجود داشته باشد که نشان دهد چه وقت خودرو در حالت چهار چرخ محرک است.

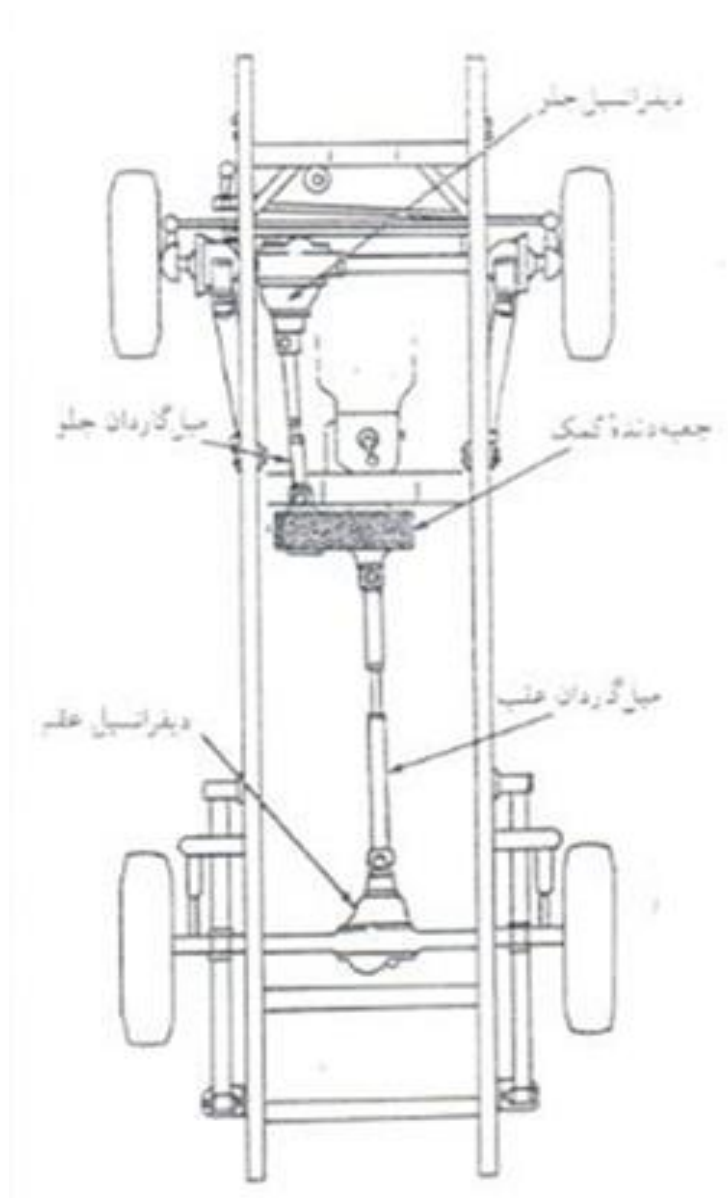
بسیاری از خودروهای چهار چرخ محرک ، اساساً کامیون های سبک دیفرانسیل عقب هستند. این خودروها یک دیفرانسیل کمکی هم در جلو دارند. یک گیربکس دو سرعته (یا جعبه دنده کمک) اکسل جلو را درگیر و خلاص میکند و در عین حال سرعتهای زیاد و کم را تامین میکند. در خودروهای دیگر ، اکسل محرک اصلی ، اکسل جلو است. برای دستیابی به حالت چهار چرخ محرک معمولاً جعبه دنده کمک ، اکسل عقب را تامین میکند. و این اکسل نقش اکسل محرک کمکی را دارد. خودروهای چهار چرخ محرک معمولاً با زمین فاصله ی بیشتری دارند ، زیر بندی و سینی کارتر آنها دارای محافظ و آج لاستیکهای آنها برای حرکت در بیرون جاده ها مناسب است (OFF ROAD)

۸-۲- سیستم چهار چرخ محرک 4WD

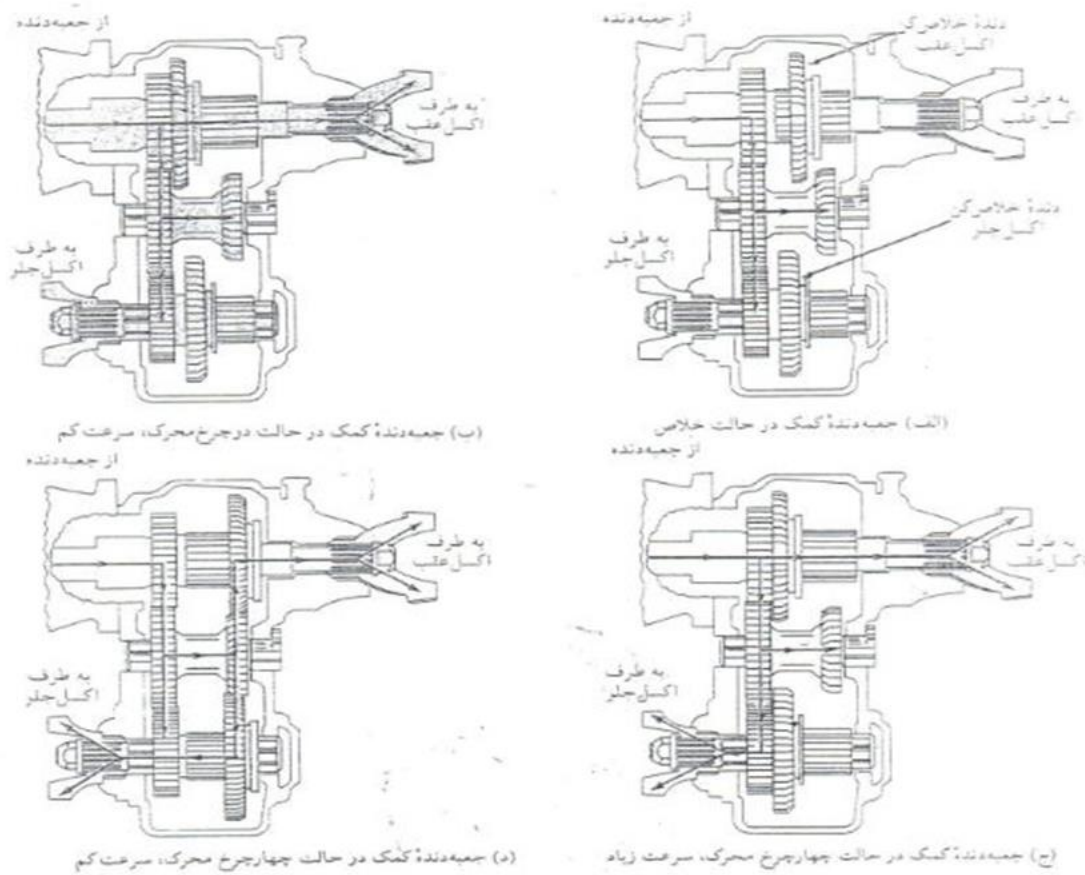
هدف از به کار گیری جعبه دنده کمک چیست ؟

جعبه دنده ی کمک معمولاً پشت جعبه دنده اصلی ، به جای گلدانی عقب بسته می شود . توان موتور از طریق محور خروجی جعبه دنده به محور ورودی جعبه دنده ی کمک میرسد. اگر خودرو همواره چهار چرخ محرک نباشد ، راننده میتواند یکی از دو حالت خودرو ، دو چرخ محرک یا چهار چرخ محرک را انتخاب کند. سپس با استفاده از دنده کمک توان را فقط به اکسل های عقب ، «دوچرخ محرک» یا به اکسل های عقب و جلو «چهار چرخ محرک» میفرستد. بعضی از خودروها همواره چهار چرخ محرکند. در این خودروها جعبه دنده ی کمک در حالت چهار چرخ محرک می ماند، و به محض بکسواد کردن چرخ های عقب، اکسل جلو به طور خودکار درگیر میشود.

جعبه دندهای کمک خودکار را ، به دو دسته ی یک سرعته و دو سرعته تقسیم میکنند. جعبه دنده ی کمک یک سرعته میتواند توان را تقسیم کند و آن را به یک اکسل یا هر دو اکسل برساند. به علاوه ، جعبه دنده کمک دو سرعته دو محدوده ی سرعت ، یکی کم و دیگری زیاد دارد، راننده میتواند هریک از حالت های دو چرخ محرک یا چهار چرخ محرک در گستره ی سرعت زیاد ، خلاص ، یا گستره ی سرعت کم با چهار چرخ محرک انتخاب کند. چهار حالت کاری جعبه دنده کمک با به حرکت در آوردن دو دنده ی خلاص کن قابل حصول است. این دنده ها با هزار خار به محور های خروجی جعبه دنده ی کمک، برای اکسل جلو و عقب ، متصل میشوند.



گستره‌ی سرعت زیاد در جعبه دنده کمک نسبت چرخ دنده‌ی ۱:۱ دارد. در گستره‌ی سرعت کم معمولاً نسبت چرخ دنده ۲/۵:۱ است. در نتیجه سرعت خودرو کاهش و گشتاور قابل حصول در سرعت کم به شدت افزایش می‌یابد.



«انتقال توان در جعبه دنده کمک دو سرعته در وضعیت های مختلف دسته و دنده»

۸-۳- در جعبه دنده کمک دار، سه حالت زیر وجود دارد:

الف) حالت عادی : قدرت، بدون تبدیل نسبت در جعبه دنده کمک، فقط به دیفرانسیل عقب میرسد.

ب) حالت کمک سبک : قدرت، با نسبت تبدیل مناسب به دیفرانسیل عقب و جلو انتقال داده می شود.

ج) حالت کمک سنگین : قدرت، با نسبت تبدیل بیشتر «تقلیل دور زیاد» به دو دیفرانسیل انتقال داده می شود.

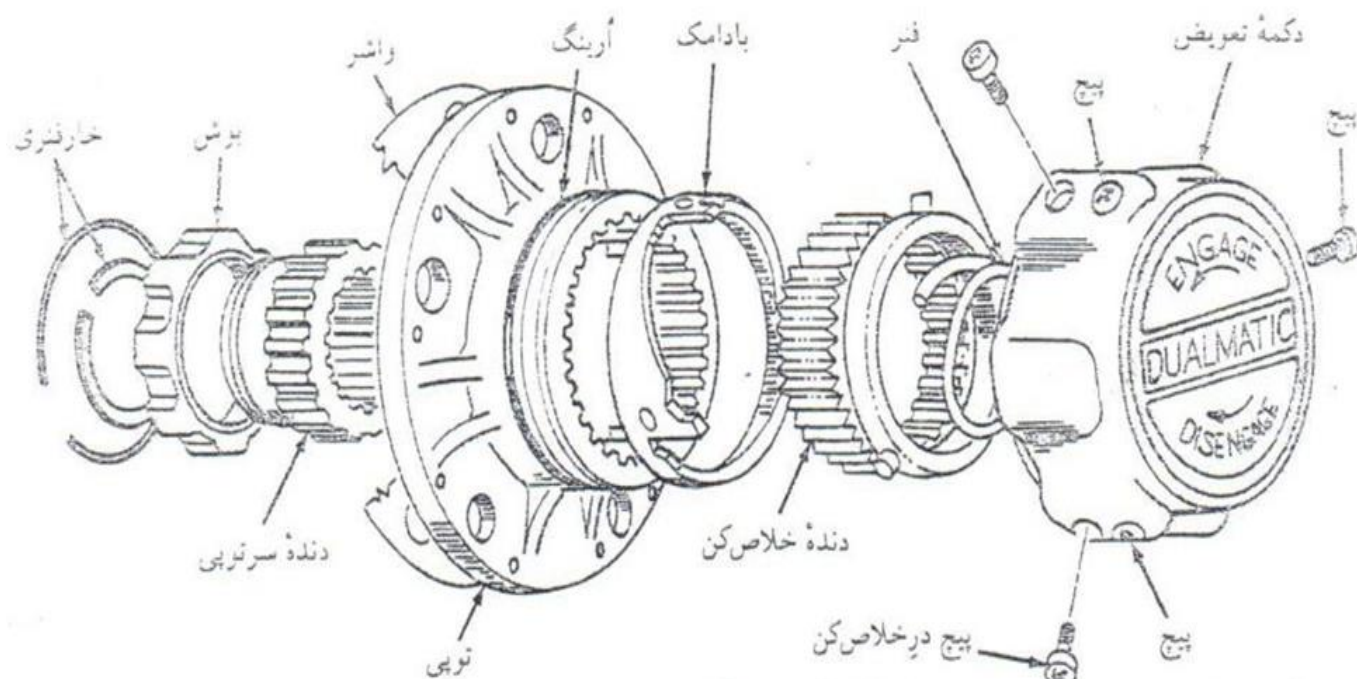
۸-۴- خلاص کن

در خودرو های چهار چرخ محرک، توان همواره به یک اکسل، اکسل محرک اصلی میرسد. اکسل دیگر یا اکسل محرک کمکی با استفاده از جعبه دنده کمک درگیر میشود. اگر تویی چرخ ها مستقیماً با هزار خار بر میل سگدست های واقع بر سر خارجی میل پولوس های بلند متصل شده باشند، با تغییر وضعیت جعبه دنده کمک میتوان خودرو را به حالت چهار چرخ محرک برد. اما به ندرت از این حالت چهار چرخ محرک پاره وقت استفاده میشود. در حالت دو چرخ محرک

، میل پلوس های بلند جلو ، کرانویل و پنیون و میل گاردان اکسل جلو را در جهت عکس میچرخانند. در نتیجه مصرف سوخت افزایش و عمر لاستیک ها کاهش میابد.، به علاوه موتور و جعبه دنده کمک هم زودتر فرسوده میشوند. یکی از راه های اتصال میل پولوس های بلند محرک به چرخ های محرک با استفاده از خلاص کن است.

۸-۵- خلاص کن دستی :

از این نوع خلاص کن در خودرو ها با سیستم چهار چرخ محرک پاره وقت استفاده می شود. این نوع خلاص کن را راننده به کار می اندازد. برای درگیر کردن چرخ های جلو ، راننده خودرو را متوقف می کند، پیاده می شود و دکمه تعویض روی چرخ را می چرخاند و آن را به وضعیت درگیر میبرد. در نتیجه این کار بادامک می چرخد و فنر به دنده خلاص کن فشار وارد می آورد و آن را با چرخ دنده ای که بوسیله هزار خار به سر خارجی میل پلوس بلند متصل است درگیر میکند. در این حالت، هنگامی که راننده سوار خودرو می شود با وضعیت جعبه دنده کمک را به چهار چرخ محرک تغییر می دهد، چرخ های جلو، همراه با چرخ های عقب محرک می شوند. برای خلاص کردن چرخ های جلو از درگیری، راننده خودرو را متوقف میکند و پیاده میشود و دکمه ها را به وضعیت خلاص بر می گرداند.



۸-۶- خلاص کن خودکار :

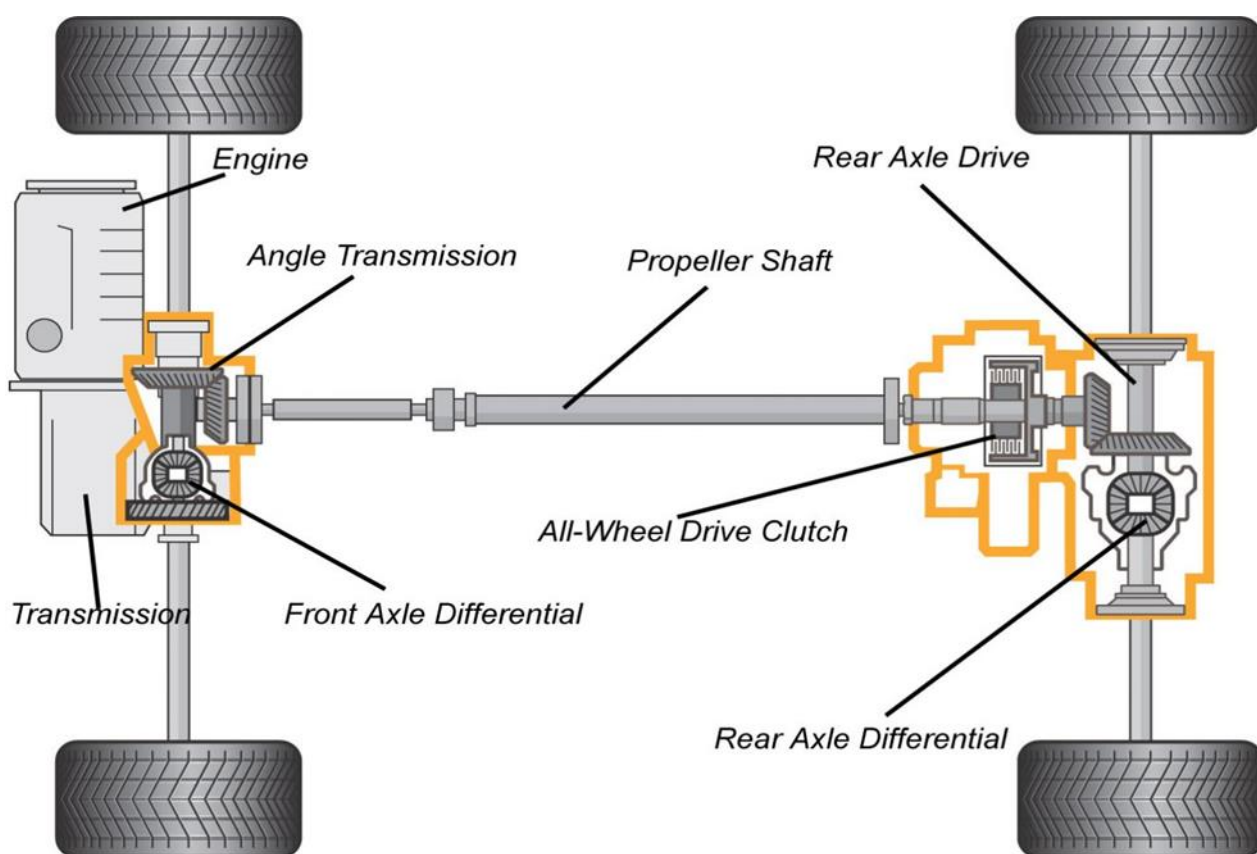
بعضی خودرو ها خلاص کن خودکار دارند تا برای درگیر و خلاص کردن تویی ها به متوقف کردن خودرو نیاز نباشد. وقتی جعبه دنده کمک در وضعیت چهار چرخ محرک است، با انتقال توان از طریق اکسل های چرخ جلو، تویی ها به صورت خودکار قفل میشوند. برای خلاص کردن تویی ها باید خودرو را متوقف کنید و وضعیت جعبه دنده کمک را به حالت دو چرخ محرک تغییر دهید. در بعضی مدل ها پس از این کار باید چند متری دنده عقب برانید.



۷-۸- سیستم‌های همه چرخ محرک :

بعضی از خودروهای سواری سیستم همه چرخ محرک دارند. سیستم‌های همه چرخ محرک صورتی از سیستم‌های چهار چرخ محرک است که عمدتاً برای حرکت درجا به کار می‌رود. این سیستم کشش چرخ‌ها را، به ویژه روی سطوح لغزنده یا پوشیده از برف و یخ بهبود می‌بخشد. در این سیستم‌ها از جعبه دنده‌ی کمک دو سرعته استفاده نمی‌شود، بنابراین گستره‌ی سرعت برای حرکت در بیرون جاده‌ها ندارد.

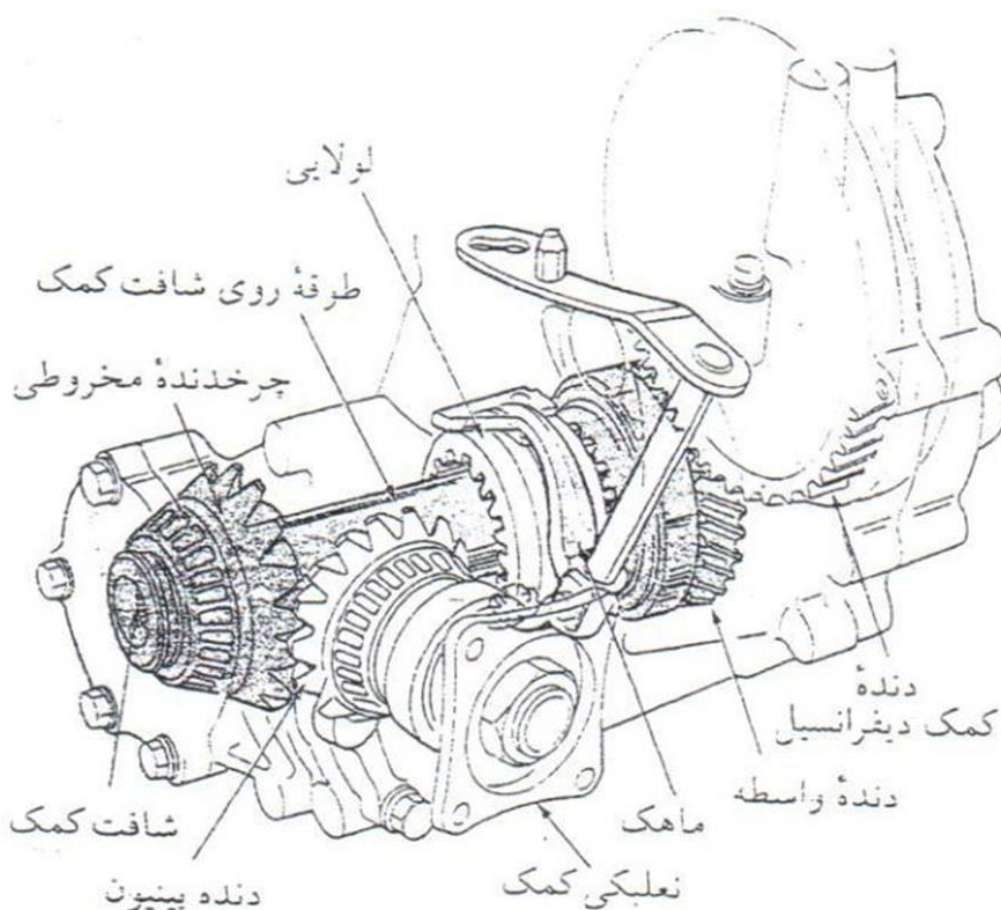
در شکل زیر، اتومبیل با سیستم همه چرخ محرک نشان داده شده است. در حالت عادی هر دو اکسل عقب و جلو آن به اندازه هم در حرکت اتومبیل نقش دارند. وقتی چرخ‌های سوار بر یک اکسل بکسواد میکنند، سیستم به طور خودکار گشتاور را به اکسل دیگر که کشش بهتری دارد، انتقال می‌دهد. در سایر خودروهای همه چرخ محرک، اکسل جلو اصلی و اکسل عقب محرک کمکی است، یا اکسل عقب محرک اصلی و اکسل جلو محرک کمکی است. بعضی از خودروهای همه چرخ محرک یک جعبه دنده کمک یک سرعته دارند. بعضی دیگر از آن‌ها در جعبه دنده یا جعبه دنده‌ی دیفرانسیل سر خود چرخ دنده‌هایی دارند که اکسل کمکی را فعال میکنند.



از انواع آرایش مختلف چرخ دنده ها، محورها، قفل گاردان ها، و دیفرانسیل ها برای دستیابی به وضعیت همه چرخ محرک استفاده میشود. این سیستم به سیستم چهار چرخ محرک شبیه است، اما خودروی همه چرخ محرک معمولاً جعبه دنده کمک دو سرعته ندارد و برای حرکت در بیرون جاده طراحی نشده است. در بسیاری از خودروهای همه چرخ محرک چرخ های جلو محرک اند و فقط در صورت لزوم توان به چرخ های عقب انتقال می یابد. سیستم های همه چرخ محرک به دو دسته تمام وقت و پاره وقت تقسیم میشوند.

۸-۸- سیستم های همه چرخ محرک پاره وقت

در شکل صفحه بعد اتومبیلی نشان داده شده است که چرخ های جلو آن محرک اند. و به سیستم همه چرخ محرک مجهز است. این اتومبیل یک جعبه دنده ی کمک تک سرعته دارند. که زیر جعبه دنده ی دیفرانسیل سرخود نصب می شود. دنده پینیون محور محرک اکسل عقب به وسیله ی دنده کرانویل دیفرانسیل جعبه دنده ی دیفرانسیل سرخود به حرکت در می آید. راننده برای استفاده از سیستم همه چرخ محرک کلیدی را که روی جلو داشبورد قرار دارد می زند. در نتیجه موتور مکشی تحت خلا قرار میگیرد. این موتور یک لولایی را به حرکت در می آورد، در نتیجه چرخ دنده ای به محور قفل می شود و دنده پینیون مربوط به محور محرک اکسل عقب را به چرخش در می آورد.



«با حرکت لولایی، دنده‌ی واسطه به شافت کمک قفل می‌شود. در نتیجه توان به دنده پینیون محور محرک اکسل عقب انتقال می‌یابد و خودرو در وضعیت همه چرخ محرک قرار می‌گیرد.

۸-۹- سیستم همه چرخ محرک تمام وقت

استفاده از کوپلینگ روغنی برای کنترل لغزش بین دومحور، ساخت سیستم‌های مختلف انتقال توان را امکان پذیر کرده است. در شکل صفحه بعد نحوه به حرکت در آوردن اکسل جلو در اتومبیلی با سیستم همه چرخ محرک نشان داده شده است. در این خودرو یک جعبه دنده‌ی کمک با مجموعه چرخ دنده سیارهای پشت یک جعبه دنده‌ی دستی شش دنده نصب شده است. کوپلینگ روغنی جلو مجموعه چرخ دنده سیاره‌ای واقع است انتقال توان به اکسل جلو را کنترل می‌کند

۸-۱۰- دیفرانسیل وسط

بعضی خودروهای چهارچرخ محرک دیفرانسیل سومی دارند که دیفرانسیل وسط نامیده می‌شوند و در جعبه دنده‌ی کمک قرار دارند. این دیفرانسیل مرکزی هر نوع اختلاف در حرکت چرخ‌های جلو و عقب را جبران می‌کند. وجود این دیفرانسیل به چرخ‌های جلو و عقب امکان می‌دهد که هر یک با سرعت مناسب خود بچرخند بدون اینکه چرخ‌ی در حین رانندگی عادی روی سطوح خشک بکسواد کند.

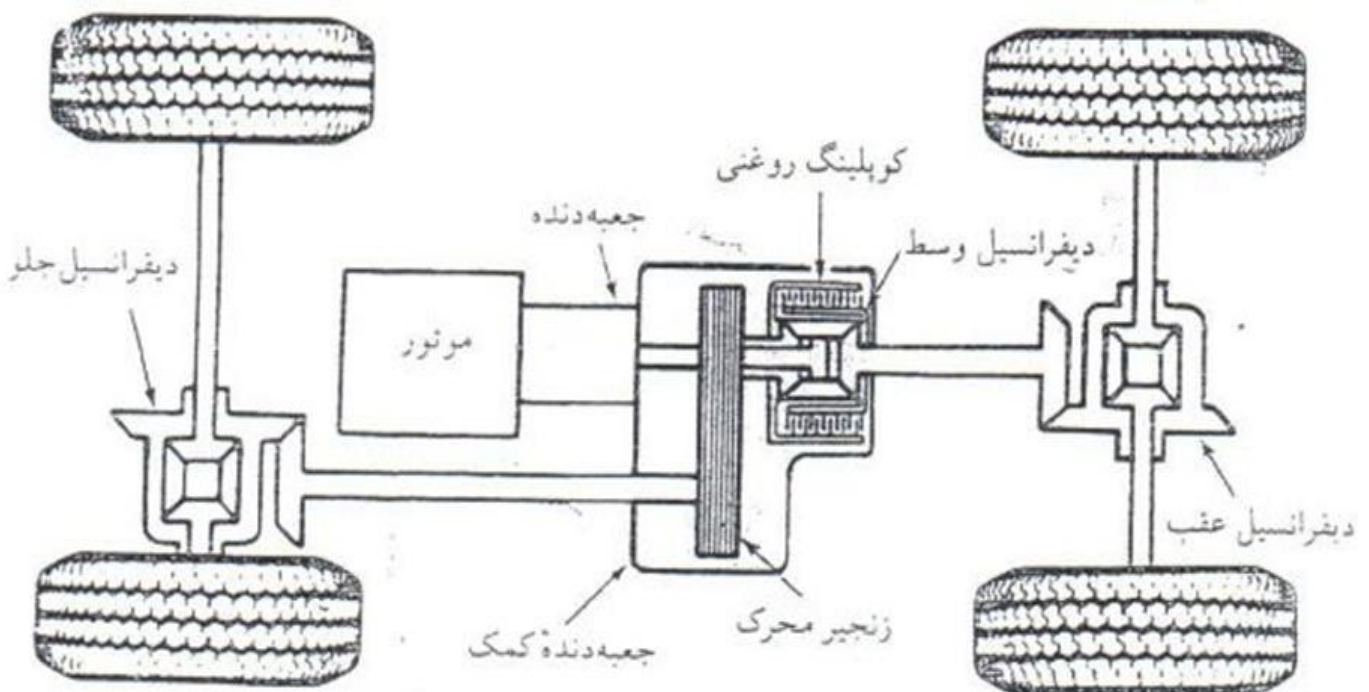
اما وجود یک چرخ دنده‌ی مخروطی ساده یا هوزینگ معمولی در جعبه دنده‌ی کمک عیبی مهم دارد. فرض کنید که چرخ‌های سوار بر یکی از دو اکسل، کشش خود را از دست بدهند و بکسواد کنند. در این حالت دیفرانسیل جعبه دنده کمک بیشترین گشتاور را به چرخ‌ی منتقل می‌کند که کمترین کشش «اصطکاک» را دارد. در نتیجه ممکن است چرخ‌هایی که کشش دارند به اندازه کافی گشتاور دریافت نکنند که بتوانند خودرو را به حرکت در آورند.

برای غلبه بر این مشکل اغلب جعبه دنده‌های کمک تمام وقت نوعی اکسلی هوزینگ قفل دار یا دیفرانسیل با لغزش محدود دارند. وسیله‌ی محدود کننده‌ی لغزش ممکن است صفحه کلاچ، مخروط تمیز کننده یا کوپلینگ روغنی باشد. همه‌ی این وسایل گشتاور را از اکسلی که چرخ‌های آن بکسواد می‌کنند، به سوی اکسلی که چرخ‌های آن کشش بیشتری دارند هدایت می‌کند.

۸-۱۱- کوپلینگ روغنی

کوپلینگ روغنی نوعی کوپلینگ هیدرولیکی است که خود به خود به کار می‌افتد. از این نوع کوپلینگ در سیستم انتقال توان بین جعبه دنده ی کمک و اکسل کمک استفاده میشود. اگر چرخ های عقب محرک باشند و کشش آن ها عادی باشند توان اصلا به چرخ های جلو انتقال نمی یابد. وقتی چرخ های عقب کشش خود را از دست می دهند و سریعتر از چرخ های جلو میچرخند کوپلینگ روغنی قفل میکند. در این حالت جعبه دنده کمک توان را به چرخ های جلو وارد میکند. وقتی چرخ های عقب کشش خود را باز می یابند و دوباره با سرعتی معادل با سرعت چرخش چرخ های جلو به چرخش در می آیند، کوپلینگ روغنی خلاص میشود. در نتیجه خودرووضعیت عادی خود را باز می دارد و توان را فقط به چرخ های عقب انتقال میدهد.

پوسته ی کوپلینگ روغنی به محور ورودی متصل است و از آن توان میگیرد. این پوسته حاوی تعدادی صفحه نازک است که ، به صورت یکی در میان، با هزار خار به پوسته و محور خروجی متصل اند. کوپلینگ روغنی با ۹۰ درصد سیلیکون مایع و ده درصد هوا پر میشود. سیلیکون مایع بسیار غلیظ است و به روغن خیلی غلیظ شباهت دارد. پوسته ی کوپلینگ روغنی درزبندی شده است تا نشت نکند و فشاری که سبب قفل کردن کوپلینگ می شود در آن بماند



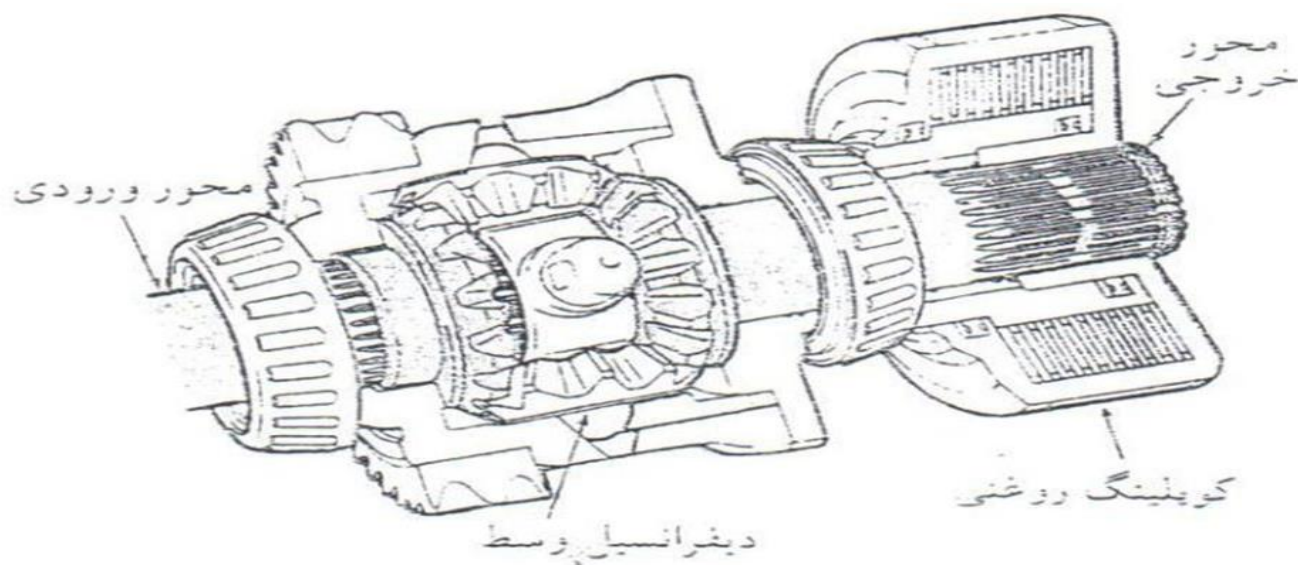
«طرح یک سیستم چهار چرخ محرک تمام وقت ، که جعبه دنده ی کمکی با کوپلینگ روغنی و دیفرانسیل وسط دارد»

وقتی چرخ خودرو بکسواد می‌کند، دو دسته صفحه با سرعت‌های متفاوت می‌چرخند. اصطکاک درون سیلیکون مایع آن را، تقریباً بلافاصله گرم می‌کند. دمای سیلیکون مایع ممکن است در عرض $0/2$ ثانیه یا کمتر به 100 درجه سانتیگراد برسد. گرما سبب انبساط سیلیکون می‌شود و فشار ناشی از این انبساط صفحه‌ها را به هم می‌چسباند. وقتی چرخ‌های که بکسواد می‌کند کشش عادی خود را پیدا می‌کند، سیلیکون سرد می‌شود و فشار کاهش می‌یابد. در نتیجه کوپلینگ روغنی خلاص می‌شود. وقتی کوپلینگ روغنی خلاص است، دو دسته صفحه‌ها سرعت تقریباً برابر می‌چرخند. مقداری لغزش ممکن است رخ دهد. این لغزش سبب می‌شود که عمل دیفرانسیل برای متعادل کردن اختلاف مسافتی که چرخ‌های جلو و عقب، در هنگام عبور از پیچ‌ها، طی می‌کنند انجام شود.

۸-۱۲- دیفرانسیل‌های از نوع کوپلینگ روغنی

بعضی خودروها سه کوپلینگ روغنی دارند. یکی از آن‌ها به صورت دیفرانسیل وسط در خط انتقال، بین اکسل‌های عقب و جلو قرار می‌گیرد. کوپلینگ روغنی دوم در اکسل جلو قرار دارد و به منزله هوزینگ قفل‌دار برای میل‌پلوس‌های کوتاه اکسل جلو عمل می‌کند. اگر یکی از چرخ‌های جلو بکسواد کند، کوپلینگ روغنی قفل می‌کند. در نتیجه دو میل‌پلوس بلند جلو به یک دیگر قفل می‌شوند و چرخ‌های جلو با یک سرعت می‌چرخند. سومین کوپلینگ روغنی در اکسل عقب است. این کوپلینگ روغنی به منزله هوزینگ قفل‌دار کار می‌کند. اگر یکی از چرخ‌های عقب بکسواد کند، کوپلینگ روغنی قفل می‌کند و هر دو میل‌پلوس بلند عقب با هم می‌چرخند.

بعضی از اکسل‌های عقب کوپلینگ روغنی دو قلو دارند این کوپلینگ‌ها سه کار مهم انجام می‌دهند: ۱- گشتاور را تقسیم می‌کنند و اگر چرخ‌های جلو بکسواد کنند، بخشی از گشتاور را به چرخ‌های عقب انتقال می‌دهند. ۲- به عنوان دیفرانسیل عقب کار می‌کند. ۳- به عنوان هوزینگ قفل‌دار کار می‌کنند. در این خودروها اکسل عقب دیفرانسیل مکانیکی ندارد.



ساختمان دیفرانسیل وسط در کوپلینگ روغنی در سیستم همه چرخ محرک»

پایان