انتقال قدرت خودرو

فهرست

مقدمه

فصل اول : کلاچ

- صفحه کلاچ
- آزاد شدن کلاچ
- درگیر شدن کلاچ
- ویژگیهای لحاظ شده در طراحی بهینه کلاچ
- انواع کلاچ ها
- کلاچ بدون لغزش
- کلاچ یکطرفه
- کلاچ های اصطکاکی
- کلاچ مخروطی (Con Clutch)
- کلاچ تک صفحه ای (Single Plate Clutch)
- کلاچ تک صفحه ای با فنر دیافراگمی (Diaphragm Spring Clutch)
- کلاچ چند صفحه ای (Multi Plate Clutch)
- کلاچ نیمه گریز از مرکز (Semi-Centrifugal Clutch)
- کلاچ گریز از مرکز (Centrifugal Clutch)
- عملکرد صفحه کلاچ
- فنرهای صفحه کلاچ
- فنرهای پری دمپر (Pridamper)

مبانی سیستم انتقال قدرت

- فنر S شکل
- فنرهای جذب ضربات
- کلاچ تر
- عملگرهای سیستم کلاچ
- اهرم بندی مکانیکی
- عملگر الکترومغناطیسی
- عملگر هیدرولیکی
- عملگر الکترونیکی
- عملگر نیوماتیک (خلاء)
- کلاچ هیدرولیک
- کوپلینگ هیدرولیک
- مبدل گشتاور (Torque converter)
- کلاچ Luck up

مقدمه

امروزه در بسیاری از فرایندهای صنعتی انتقال قدرت آن هم بصورت کم هزینه و با دقت زیاد مورد نظر است و این مسئله در صنعت خودروسازی هم بسیار مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. سیستم انتقال قدرت دو وظیفه را در اتومبیل به عهده دارد: انتقال قدرت از موتور به چرخ های محرک و تغییر مقدار گشتاور تولیدی. گشتاور تولیدی توسط موتور پس از انتقال توسط کلاچ به جعبه دنده می رسد. وظیفه جعبه دنده انتقال دور موتور با نسبت های گوناگون و رساندن آن به خطوط انتقال و میل گاردان در خودروهای دیفرانسیل عقب یا مستقیما از گیربکس به دیفرانسیل در خودروهای دیفرانسیل جلو است. سیستم جعبه دنده انتقال قدرت را می توان به دو گروه جعبه دنده دستی و جعبه دنده اتوماتیک تقسیم بندی کرد. در این تحقیق سعی شده تا در مورد سیستم کلاچ، جعبه دنده دستی و اتوماتیک انتقال قدرت و تفاوت های آنها، سیستم جامع انتقال قدرت متغیر CVT، دیفرانسیل و ترنسفر و... مطالبی عنوان شده و به بحث و بررسی در مورد آنها پرداخته شود.

فصل اول : کلاچ و مبدل گشتاور

کلاچ وسیله ایست برای انتقال گشتاور دورانی از یک شفت به شفت دیگر، کلاچ در واقع یک وسیله قطع کردن و وصل کردن نیرو است که در سیستم‌های انتقال نیرو بکار می‌رود. اصولا در سیستم‌های انتقال نیرو، توان و نیروی تولید شده در موتور برای استفاده به شکلی دیگر و یا استفاده در جایی دیگر نیاز به جابجایی و انتقال دارد. حال برای آنکه بتوان بر روی این انتقال نیرو کنترلی را اعمال کرد. ساده‌ترین راه استفاده از یک کلاچ است تا هر زمان که نیاز به توقف انتقال نیرو باشد، این عمل انجام پذیرد.

مبانی سیستم انتقال قدرت

کلاچ یک اتصال اصطکاکی میان موتور اتومبیل به عنوان منبع تولید توان و جعبه دنده اتومبیل برقرار می‌کند. در حالی که کلاچ اتومبیل درگیر است توان از موتور به جعبه دنده و از آنجا به چرخ ها انتقال می‌یابد. لیکن گاهی لازم می‌شود که دنده مورد استفاده در جعبه دنده خودرو بر حسب شرایط جاده و سرعت حرکت تغییر کند. برای آنکه بتوان این تغییر را به راحتی انجام داد، ابتدا لازم است که توان را از چرخ دنده‌های موجود در جعبه دنده قطع کرد. برای قطع کردن این ارتباط نیرو، میان جعبه دنده و موتور از کلاچ استفاده می‌شود. این کار برای راننده اتومبیل می‌تواند به‌راحتی فشاردادن یک پدال به کمک پای خویش باشد. لیکن فشار دادن پدال کلاچ باعث فاصله گرفتن محور جعبه دنده از صفحه در حال چرخش موتور (فلایویل) خواهد شد. بوجود آمدن فاصله، معادل با قطع شدن ارتباط و انتقال نیرو در مسیر می باشد. در این حالت راننده برای مدت کوتاهی پدال کلاچ را نگه می‌دارد 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 نیرو از موتور به جعبه دنده دوباره از سر گرفته خواهد شد.

مبانی سیستم انتقال قدرت

گشتاور حاصل از پیستون یک موتور احتراق داخلی در سرعت خیلی کم، صفر بوده و با زیاد شدن سرعت موتور زیاد می شود که تا در دور مشخصی به حداکثر میزان خود می رسد بنابراین برای وارد کردن گشتاور کافی به قسمت های به حرکت درآورنده خودرو (چرخ ها) در لحظه شروع به حرکت لازم است موتور قبل از انتقال نیروی خود چرخ‌ها با سرعت کم و بدون بار حرکت کند ضمن آنکه تعویض دنده ها برای یک راننده در هنگام ارتباط موتور با دستگاه انتقال نیرو تقریبا غیره ممکن است همچنین در هنگام راه اندازی موتور بهتر است که گشتاور اینرسی قسمت های دوار را که از موتور بدست می‌آورد به حداقل رساند این عمل با قطع کردن قسمت های مورد استفاده قرار دهنده نیرو از میل لنگ به وسیله کلاچ عملی می شود در نتیجه استفاده ازکلاچ باعث قطع شدن انتقال نیرو از موتور به قسمت های حرکت کننده شده و در نتیجه عوض کردن دنده آسان می شود و همچنین میزان گشتاور انتقال یافته از موتور به سایر قسمت ها تحت کنترل قرار می‌گیرد.

مبانی سیستم انتقال قدرت

کلاچ بطور عمومی از قطعات ریز تشکیل شده است:

۱- صفحه کلاچ

۲- دو شاخه کلاچ

۳- صفحه فلایویل

۴- بلبرینگ کلاچ

۵- اهرم و شاخک های فشار دهنده

۶- دیسک کلاچ

همانطور که گفته شد کلاچ وسیله ای برای جدا کردن دستگاه مولد نیرو (موتور) از سایر قسمت های استفاده کننده از نیروی تولید شده می باشد. کلاچ انواع مختلفی دارد:

۱- تک صفحه ای

۲- چند صفحه ای

۳-روغنی

۴- خشک

۵-کلاچ های اتوماتیک قطع کردن نیرو

مبانی سیستم انتقال قدرت

صفحه کلاچ:

این وسیله سبب به حرکت درآمدن محور خروجی کلاچ می‌گردد صفحه کلاچ شامل رویه‌های اصطکاکی (لنت‌های صفحه کلاچ) است که به یک صفحه فولادی فنری پرچ شده اند صفحه فولادی حرکت دورانی را توسط فنرهای پیچشی به صفحه داخلی منتقل می‌کند صفحه داخلی با محور خروجی از موتور که محور ابتدایی دستگاه انتقال حرکت است درگیر است رویه‌های اصطکاکی بین دو عضو محرک یعنی فلایویل و دیسک کلاچ (صفحه فشار دهنده) در اثر نیروی وارد شده از فنرهای دیسک کاملا تحت فشار قرار می‌گیرد.

آزاد شدن کلاچ:

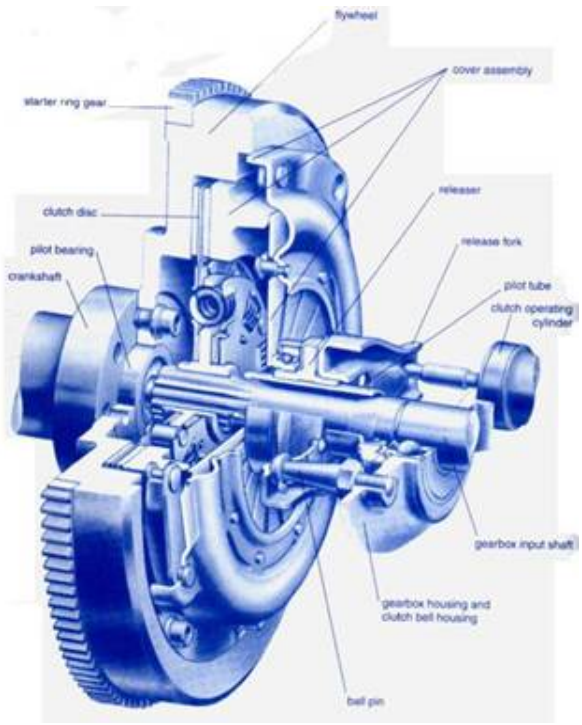
برای آزاد کردن کلاچ (جدا کردن دستگاه مولد نیرو از دستگاه انتقال نیرو) بلبرینگ کلاچ به وسیله زائده‌ای (دوشاخه کلاچ) که آن را به پدال کلاچ مربوط می‌کند به طرف دیسک کلاچ رانده می شود حرکت بلبرینگ باعث می شود که اهرم آزاد کننده مانع از فشار دادن دیسک شده و فنرهای دیسک را تحت فشار قرار دهد در این حالت رویه های اصطکاکی کلاچ (لنت‌های صفحه کلاچ) دیگر

بین فلایویل و صفحه فشار دهنده تحت فشار قرار نمی گیرد یعنی صفحه کلاچ آزاد خواهد بود که مستقل از اجزای متحرک یعنی فلایویل و دیسک می چرخد.

درگیر شدن کلاچ:

به منظور درگیر کردن کلاچ (متصل کردن دستگاه مولد نیرو به دستگاه انتقال نیرو) نیروی وارد به پدال کلاچ حذف می شود، فنرهای دیسک در این موقع سبب فشردن دیسک به رویه‌های صفحه کلاچ می شوند بنابراین صفحه کلاچ بین دو عضو متحرک (دیسک و فلایویل) تحت فشار قرار می گیرد. گشتاور حاصل از موتور که به طور مساوی بین فلایویل و دیسک تقسیم شده است بر اثر نیروی اصطکاکی مماسی از اعضای محرک به عضو متحرک دستگاه انتقال نیرو منتقل می شود.

مبانی سیستم انتقال قدرت



ویژگیهای لحاظ شده در طراحی بهینه کلاچ:

جهت طراحی بهینه کلاچ باید موارد گوناگونی را در نظر گرفت که در زیر به آنها اشاره می کنیم:

انتقال ماکزیمم گشتاور:

طراحی کلاچ باید بگونه‌ای باشد که بتواند ۱,۲۵ تا ۱,۵۰ برابر ماکزیمم گشتاور تولیدی موتور را منتقل کند.

مبانی سیستم انتقال قدرت

درگیری و خلاصی تدریجی:

کلاچ و سیستمهای عملگر آن باید بگونه ای طراحی شوند کـه حـین خلاصـی و درگیری صفحات کمترین تکان را به خودرو منتقل کند.

پخش سریع حرارت تولید شده:

حین درگیری کلاچ بعلت وجود لغزش در ابتدای امر، گرمای زیادی تولید می شود که باید به طرقی دفع شود.

بالانس دینامیکی:

چون کلاچ عضو دوار متحرک است، بنابراین در سرعت‌های زیاد جهت جلـوگیری از بوجود آمدن نیروهای جانبی باید از لحاظ دینامیکی بالانس باشد.

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 چرخ ها به موتور شود.

مبانی سیستم انتقال قدرت

ابعاد کلاچ:

از لحاظ ابعادی، کلاچ باید کمترین فضای ممکن را اشغال کند.

اینرسی:

قطعات متحرک کلاچ باید کمترین اینرسی ممکن را داشته باشند.

سادگی در تعویض و تعمیر:

تعویض قطعات و تعمیر آنها باید به سادگی صورت گیرد.

سهولت در عملکرد کلاچ نزد راننده:

عمل کلاچ گیری و تعویض دنده نباید برای راننده حالت خسته کننده و طاقت فرسایی داشته باشد.

مبانی سیستم انتقال قدرت

انواع کلاچ ها:

کلاچ دارای تنوع زیادی از نظر نحوه کاربرد و طراحی می باشد که به برخی از آنها در زیر می پردازیم:

کلاچ بدون لغزش:

این نوع کلاچ ها دو حالت دارند؛ حالت خلاصی کامل و حالتی که کلاچ کاملا درگیر است. بنابراین در این حالت لغزش یا سایش در کلاچ به هیچ عنوان مشاهده نمی شود.

کلاچ یکطرفه:

این کلاچ ها در گردش از یک طرف همانند کلاچ بدون لغزش عمل می کند، اما اگر چرخش در جهت مخالف صورت گیرد دو صفحه کاملا روی هم سر می خورند و هیچگونه انتقال نیرویی صورت نمی گیرد، بنابراین در این کلاچ ها، گشتاور تنها از یک طرف منتقل می شود.

کلاچ یکطرفه

کلاچ های اصطکاکی:

کلاچ های اصطکاکی به پنج نوع عمده زیر تقسیم می شوند:

کلاچ مخروطی

کلاچ تک صفحه ای

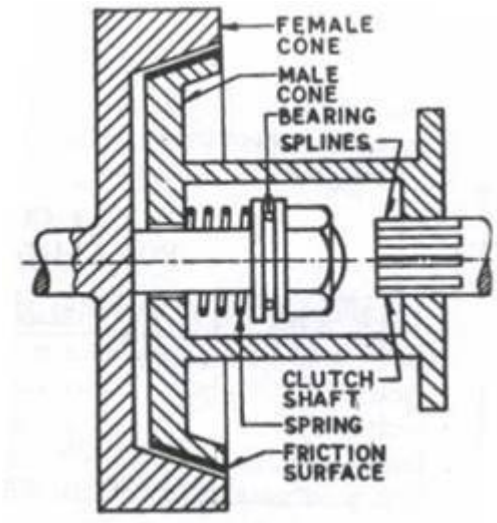
کلاچ چند صفحه ای

کلاچ نیمه گریز از مرکز

کلاچ گریز از مرکز

کلاچ مخروطی (Con Clutch) :

در این کلاچ ها همانگونه که از اسم آن پیداست سطوح اصطکاکی به شکل مخروطی هستند. هنگامی که کلاچ درگیر می شود، گشتاور از طریق فلایویل که سطح داخلی آن به شکل مخروطی است به سطح مخروطی دیگری که درون فلایویل جای می گیرد منتقل می شود. برای خلاص کردن کلاچ نیز سطح مخروط خارجی کمی از درون فلایویل بیرون کشیده می شود تا تماس دو سطح قطع شود.



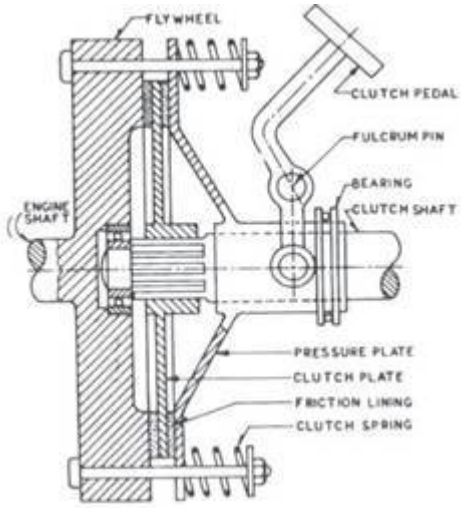
کلاچ مخروطی

مزایا: برای فشار یکسان وارده بر پدال، نیروی اعمالی برروی سطوح اصطکاکی در این حالت بزرگتر از نیروی محوری اعمال شده نسبت به کلاچ صفحه ای است.

معایب: اگر زاویه مخروط کوچکتر از حدود ۲۰ درجه انتخاب شود، ممکن است حالت خود قفلی پیش بیاید و جدا کردن دو سطحی که با هم در حالت چرخش هستند مشکل شود.

کلاچ تک صفحه ای (Single Plate Clutch) :

در این نوع کلاچ، صفحه اصطکاکی بین فلایویل و صفحه فشارنده نگهداشته می شود و نیروی اعمالی توسط صفحه فشارنده سطوح را به هم می چسباند. این نیروی اعمالی از طریق یک پدال که بوسیله پای راننده فشرده می شود بوجود می آید. این نیرو سبب فشرده شدن انگشتی متصل به صفحه فشارنده می شود و بدین ترتیب نیرو از پای راننده به صفحه اصطکاکی منتقل می شود.



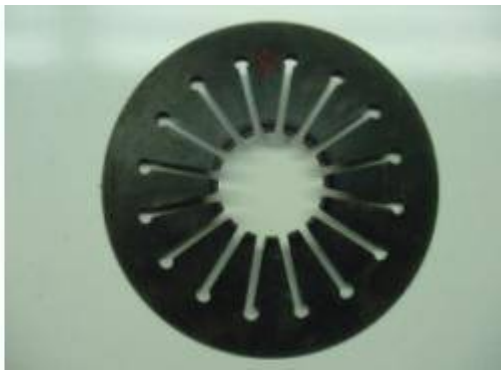
کلاچ تک صفحه ای

مزایا: در این نوع کلاچ تعویض دنده نسبت به کلاچ مخروطی آسانتر است، زیرا جابجایی پدال در این حالت کمتر است و همچنین مانند کلاچ مخروطی مشکل قفل شدن در این حالت وجود ندارد.

معایب: فنرها در این نوع کلاچ نسبت به حالت مخروطی باید سختی بیشتری داشته باشند و در نتیجه نیروی فشارنده بزرگتری مورد نیاز است.

کلاچ تک صفحه ای با فنر دیافراگمی (Diaphragm Spring Clutch) :

اساس کار این نوع کلاچ ها همانند کلاچ تک صفحه ای است با این تفاوت کـه در اینجا، بجای فنرهای پیچشی از فنر دیافراگمی استفاده می شود. ایـن فنرهـا در حالت عادی به شکل مخروط ناقص هستند، اما هنگامی کـه فـشرده مـی شـوند حالت تخت به خود می گیرند.



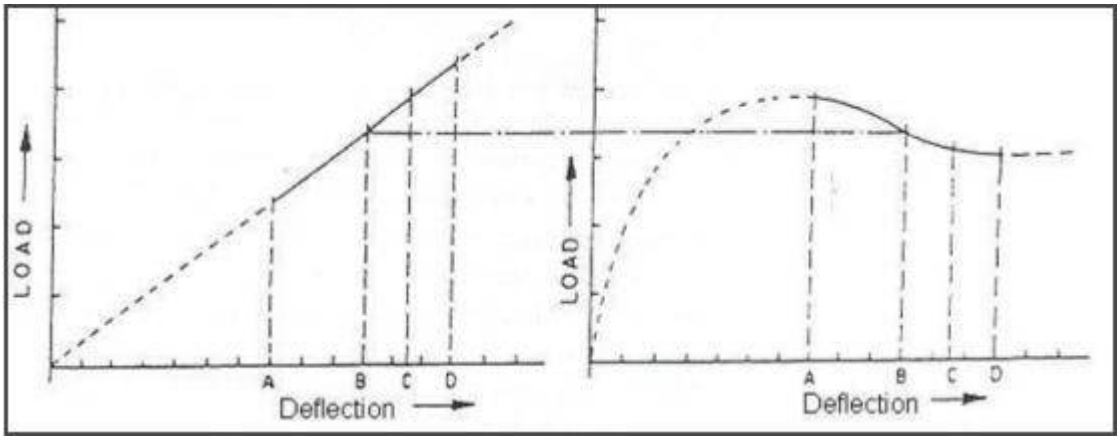
فنر دیافراگمی و نمونه ای از کلاچ دیافراگمی

مزایا: به علت ذخیره انرژی در امتداد شعاعی طرح نهایی ایـن کـلاچ در امتـداد محوری به مراتب کوچکتر و جمع و جورتر خواهد بود. فنر دیافراگمی در مقایـسه با فنرهای تخت کمتر تحت تاثیر نیروی گریز از مرکز قرار می گیرنـد، لـذا بـرای

استفاده در دورهای بالاتر مناسب تر می باشند. در این طرح فنر دیـافراگمی هـم بعنوان فنر فشارنده و هم بعنوان اهرم عمل می کند، لـذا ایـن قطعـات اضـافه از سیستم حذف شده اند و باعث کاهش وزن کل و سر و صدای سیستم می شـوند.

در مورد فنر مارپیچی رابطه نیرو و جابجایی فنر خطی است لذا با سایش صفحات اصطکاکی، به نسبت مقدار نیروی فشارنده آنها نیز کاهش می یابد. در حالیکه در مورد فنر دیافراگمی این رابطه غیر خطی بوده و می توان آن را به نحوی طراحـی نمود که حساسیت کمتری به سایش داشته باشد.

معایب: نیروی فنـر نـسبت فنرهـای پیچـشی کمتـر اسـت، بنـابراین فقـط در ماشین های سبک می تواند مورد استفاده قرار گیرد.



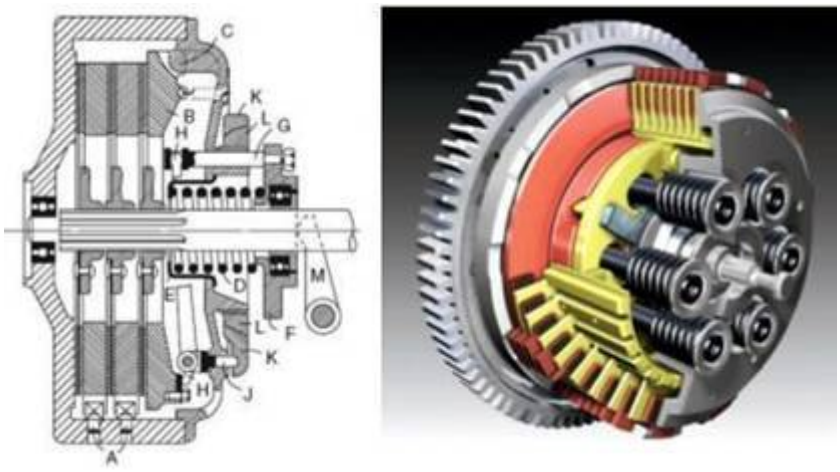
منحنی نیرو-جابجایی برای فنرهای مارپیچی و دیافراگمی

کلاچ چند صفحه ای (Multi Plate Clutch) :

عملکرد این کلاچ همانند کلاچ تک صفحه ای است با ایـن تفـاوت کـه در اینجـا بجای یک صفحه کلاچ، به تناسب گشتاور انتقالی مـورد نظـر از چنـدین صـفحه اصطکاکی استفاده می شود. این امر باعث می شـود کـه کـلاچ بتوانـد گـشتاور بزرگتری را منتقل کند. بنابراین این کـلاچ هـا بیـشتر در خودروهـای سـنگین، خودروهای مسابقه ای که به انتقال گشتاور بزرگتری نیـاز دارنـد و وسـایلی کـه محدودیت شدید مکانی وجود داشته باشد، مورد استفاده قرار می گیرد.

مزایا: با استفاده از چند صفحه با ابعاد کوچک می توان گشتاور نـسبتا بزرگـی را انتقال داد بنابر این قطر این دسته کلاچ ها به مراتب کمتر از انواع دیگر کلاچ هـا می باشد.

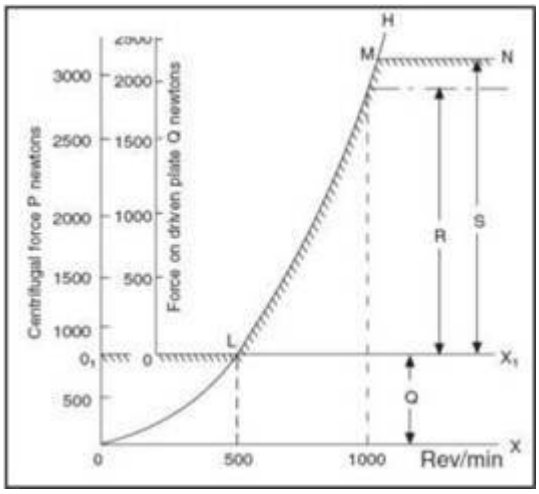
معایب: این کلاچ ها دارای قیمت نسبتا بالاتر به دلیل تعداد زیاد اجـزاء تـشکیل دهنده بوده و نیز طول بیشتری را در امتداد محور اشغال می کنند.



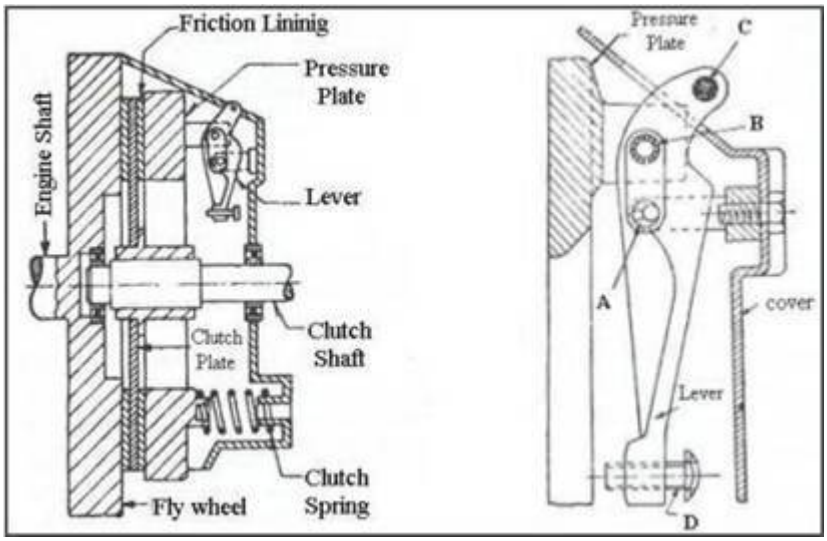
نمونه ای از کلاچ چند صفحه ای

کلاچ نیمه گریز از مرکز (Semi-Centrifugal Clutch) :

در این نوع کلاچ ها، فنرها برای انتقال گشتاور در سرعت های معمولی طراحی می شوند، در حالیکه در سرعت های بالاتر نیروی گریز از مرکز به انتقال گشتاور از طریق فشردن دیسک به صفحه کمک می کند. در این کلاچ ها نیروی گریز از مرکز از طریق وزنه هایی بوجود می آید که همراه سایر اجزاء دوار کلاچ می گردند.



نمودار نیروی وارده روی صفحه فشارنده در کلاچهای نیمه گریز از مرکز



مدلی از کلاچ نیمه گریز از

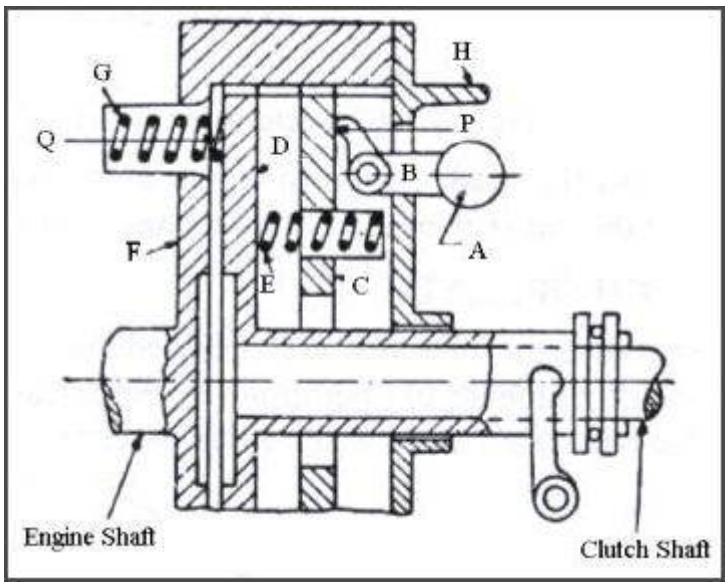
مبانی سیستم انتقال قدرت

کلاچ گریز از مرکز (Centrifugal Clutch) :

در این نوع از کلاچ ها بر خلاف کلاچ های نیمه گریز از مرکز، تنها از نیروی گریز از مرکز برای اعمال فشار بر روی صفحات و درگیر کردن کلاچ استفاده می شود. از مزایای این نوع کلاچ این است که به پدال کلاچ نیازی ندارد. کنترل کلاچ بصورت اتوماتیک و توسط دورموتور صورت می گیرد. خودروهایی که از این کلاچ ها استفاده می کنند، توانایی متوقف شدن با دنده درگیر را دارند، بدون اینکه خودرو خاموش شود. بنابراین در این حالت به مهارت کمتری از جانب راننده نیاز است.

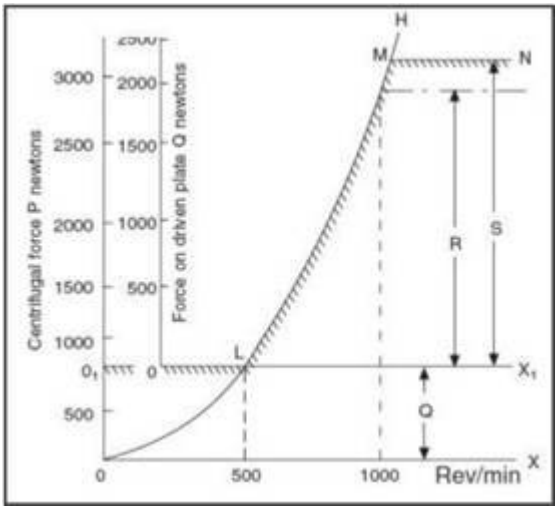
نمونه ای از این کلاچ ها را در شکل زیر مشاهده می کنید. طرز کار این سیستم بدینگونه است که هنگامی که سرعت خودرو افزایش می یابد، وزنه **A** در اثر افزایش نیروی گریز از مرکزبالا می رود، در نتیجه میله رابط **B** سبب اعمال نیرویی به صفحه **C** می شود. این نیرو توسط فنر **E** به صفحه **D** منتقل می شود. صفحه **D** شامل صفحه اصطکاکی است که توسط اعمال فشار با فلایویل **F** درگیر می شود. فنر **G** باعث عدم درگیری کلاچ در سرعت های پایین (نزدیک به دور **Idle**) می شود. زائده **H** مقدار نیروی گریز از مرکز را محدود می کند چرا که وزنه **A** نهایتا در این نقطه متوقف می شود. نیروی **p** متناسب با نیروی گریز از

مرکز در هر سرعت خاص است. در حالیکه نیروی Q اعمال شده بوسیله فنر G در همه سرعت ها ثابت می باشد. نموداری از نیـــروی گریـــز از مرکـــز را در دورهـــای مختلف موتور در شکل می توان مشاهده کرد.



اساس کارکلاچ گریز از مرکز

مبانی سیستم انتقال قدرت



عملکرد صفحه کلاچ:

صفحه کلاچ شامل یک توپی (**Hub**)، صفحه، فنرهای صفحه کلاچ و فنرهای لرزه گیر صفحه می باشد. لنت های صفحه کلاچ به فنرهای صفحه کلاچ اتصال دارند. وقتی کلاچ درگیر می شود، فنرهای صفحه کلاچ اندکی جمع می شوند و ضربه ناشی از درگیری را جذب می کنند.

در دو طرف لنت های صفحه کلاچ شیارهایی دیده می شود.در هنگام خلاص شدن کلاچ این شیارها مانع چسبیدن لنت به فلایویل یا صفحه فشارنده می شوند. به

سبب وجود این شیارها، ایجاد خلاء بین لنت و چرخ لنگریا صفحه فشارنده و در نتیجه چسبیدن لنت غیرممکن خواهد بود. این شیارها به خنک کردن لنت نیز کمک می کنند.

فنرهای صفحه کلاچ:

در صفحه کلاچ خوردوهای جدید سه نوع متفاوت از فنر جهت حذف ارتعاشات خفیف میل لنگ، جلوگیری و حذف ضربات ناشی از انتقال شدید گشتاور و جلوگیری از ضربات ناشی از رها سازی ناگهانی پدال کلاچ بکار می رود.

فنرهای پری دمپر (Pridamper) :

به علت فاصله زمانی بین احتراق های متوالی موتور و وجود آمدن نوسانات ریز بین ضربات ناشی از احتراق در میل لنگ ارتعاش های پیچشی به وجود می‌آید اگر این ارتعاش‌ها به اجزاء دوار گیربکس منتقل شود صدای شدیدی تولید شده و دنده‌ها نیز به زودی دچار آسیب دیدگی می شود برای جلوگیری از این وضع انواع طرح های حذف کننده ارتعاش بکار گرفته می شود که در بین آنها کلاچ

بهترین محل تعبیه حذف کننده این ارتعاشات می باشد. معمولا فنرهای لوله‌ای با ابعاد کوچک و ضریب فنریت کم به همراه واشرهای اصطکاکی تعبیه شده در صفحه کلاچ می تواند کمک شایانی به کاهش ارتعاشات میل لنگ داشته باشد بنابراین در هنگامی که میل لنگ به طور پیچشی ارتعاش دارد حرکت نسبی بین لنت های صفحه کلاچ و محور صفحه کلاچ به وسیله فنرهای لوله‌ای به میزان محدود امکان پذیر شده و نیروی ارتعاشی به وسیله واشر اصطکاکی حذف می شود.

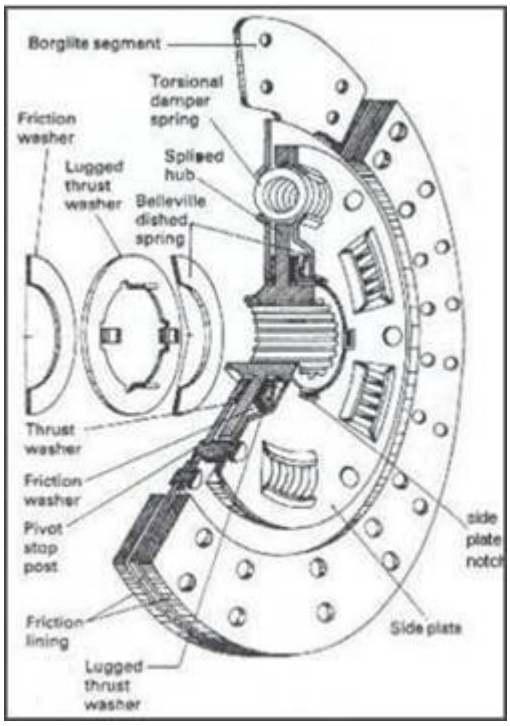
فنر S شکل:

همانگونه که پیشتر توضیح داده شد در زمان فشردن پدال کلاچ، بین دیسک کلاچ و فلایویل فاصله ایجاد شده و موجب آزاد شدن صفحه کلاچ می گردد و در زمان رهاسازی پدال کلاچ، صفحه کلاچ بین دیسک و فلایویل فشرده می شود. درصورتیکه حرکت محوری نسبی بین دیسک و فلایویل سریع باشد باعث ایجاد ضربه به صفحه کلاچ شده و باعث لهیدگی صفحه و خرابی آن می گردد لذا بین رویه های اصطکاکی کلاچ (لنت‌های صفحه کلاچ) نوعی فنر ورقه‌ای بشکل S قرار

داده می شود این فنر ها در زمان فشردن پدال و رها شدن صفحه موجب ایجاد فاصله بین رویه های اصطکاکی کلاچ شده و در زمان رها سازی پدال و فشرده شدن دیسک به صفحه باعث ایجاد اصطکاک ملایم و یکنواخت در طول مسیر حرکت محوری دیسک می گردد به این ترتیب باعث محافظت صفحه در مقابل ضربات ناشی از حرکت سریع دیسک می گردد.

فنرهای جذب ضربات:

فنرهای لرزه گیر صفحه یا فنرهای پیچشی فنرهای لول کلفتی هستند که روی دایره ای در پیرامون توپی نصب می شوند. توپی از طریق این فنرها به حرکت در می آید. این فنرها به کاهش ارتعاشات پیچشی، که ناشی از ضربه های توان موتور است کمک می کند، در نتیجه توان بصورت یکنواخت و نرم به جعبه دنده منتقل می شود.



نمونه کامل و باز شده صفحه کلاچ

در نسل اولیه کلاچ ها جنس لنت را از چرم انتخاب می کردند. پس از آن لنت های بسیاری از صفحه کلاچ ها از پنبه و الیاف آزبست (پنبه نسوز) که بهم بافته شده بودند، تشکیل می شدند. در بعضی از صفحه کلاچ ها سیم مسی را در لنت می بافند یا با فشار وارد آن می کنند تا استحکام بیشتری پیدا کند. اما آزبست آلوده کننده محیط زیست و برای سلامتی زیان آور است. امروزه از مواد دیگری بجای آنها استفاده می کنند Reybestos و Ferodo از بهترین جایگزین ها

هستند که بعلت ضریب انتقال بالای حرارت استفاده زیادی از آنها مـی شـود. از دیگر جایگزین های دیگری که امروزه استقبال از آن برای استفاده در لنت هـای ترمز زیاد آلیاژهای فلز و سرامیک هستند که استحکام زیـادی در برابـر سـایش دارند. واضح است که با توجه به جنس مواد بکار رفته در لنت صفحه کلاچ، ضریب اصطکاک صفحه نیز تغییر می کند. در شکل زیر نمونه ای از این ضـرایب را بـرای مواد گوناگون مشاهده می کنید.

Material	Coefficient of friction
Leather	۰/۲۷
Cork	۰/۳۷
Cotton Fabric	۰/۵ –۰/۴
Asbestos – base materials	۰/۳۵ –۰/۴

ضریب اصطکاک مواد مختلف استفاده شونده در صفحه کلاچ

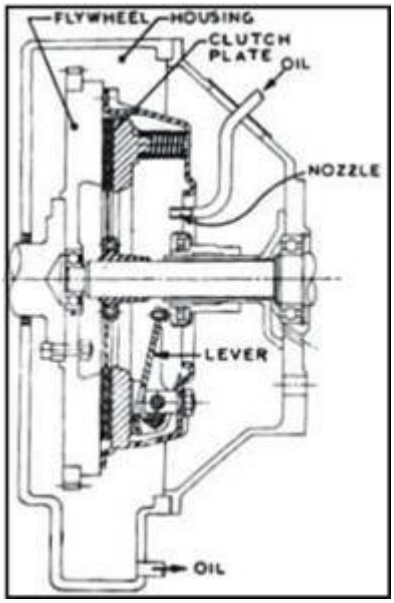
کلاچ تر:

ساختار کلی این کلاچ ها شبیه کلاچ های خشک می باشد، بجز اینکه در اینجا صفحات اصطکاکی همیشه توسط گردش روغن مرطوب است. اکثر این نوع کلاچ ها در کامیون ها و ماشین های سنگین و همچنین داخل گیربکس های اتوماتیک استفاده می شود. ساده ترین آن مدل پاششی است که شبیه کلاچ خشک می باشد، بجز نوع ماده اصطکاکی بکار رفته در صفحه کلاچ و استفاده از نازل هایی که برای پاشش روغن از آنها استفاده می شود. این نوع از کلاچ های تر فقط در کامیون های کوچک کاربرد دارند، جاییکه گشتاور مورد نیاز را تنها از

طریق یک صفحه می توان منتقل نمود. در این حالت به علت حـضور روغــن روی صفحات اصطکاکی ضریب اصطکاک کاهش می یابد.

مزایا: روغن دائما جریان دارد و انتقال حرارت سریعتر صورت می گیــرد. صــفحه کلاچ مدت زمان لغزش بیشتری را می تواند تحمل کند. کلاچ عمر بیشتری خواهد داشت و به تعمیر و نگهداری کمتری نیاز دارد. درگیری و خلاصی نرمتری خواهــد داشت.

معایب: به علت ضریب اصطکاک کمتر در شرایط یکسان، ظرفیت انتقال گــشتاور حدود ٪۳۵ کاهش می یابد. به همین دلیل صفحه کلاچ این کلاچ ها، کمــی آج دار ساخته می شود.



کلاچ تر پاششی

عملگرهای سیستم کلاچ:

عملگرهای کلاچ باید به نحوی عمل کند که نیروی اندکی را که توسط پای راننده به پدال وارد می شود به نیروی بزرگتری تبدیل نماید تا بتواند سبب جابجایی صفحه فشارنده (دیسک) و در نتیجه صفحه کلاچ گردد. انواع مختلف این عملگرهای مورد استفاده در کلاچ ها شامل اهرم بندی مکانیکی، الکترومغناطیس، هیدرولیک، الکترونیک و نیوماتیک (خلاء) می باشند.

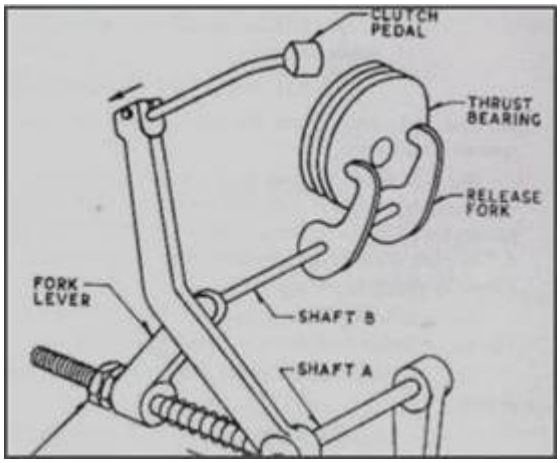
مبانی سیستم انتقال قدرت

اهرم بندی مکانیکی:

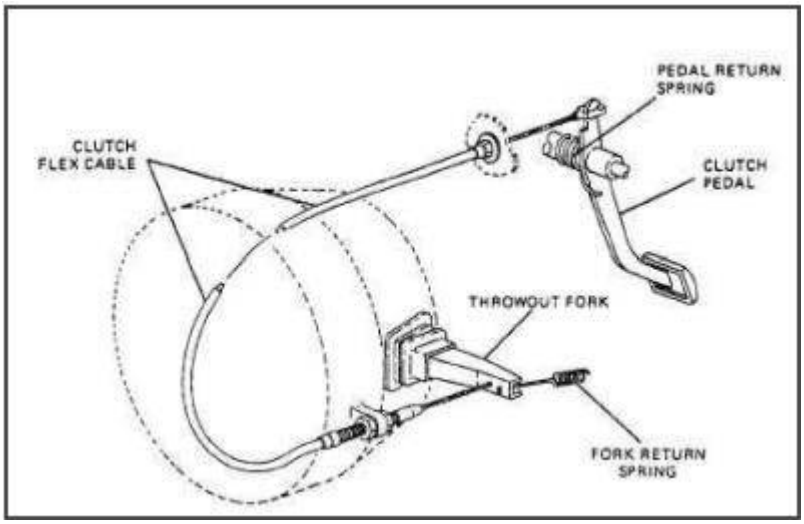
در این نوع از عملگرها بین پدال و انگشتی های محرک صفحه فشارنده (دوشاخه)یک اهرم بندی مکانیکی قرار می گیرد که عامل انتقال نیرو از پای راننده به صفحه کلاچ می باشد. این نوع میله بندی ها معمولا نیروی وارده توسط راننده را ۱۰-۱۲ برابر می کند. نیروی حاصل از کلاچ گیری بلافاصله پس از فشردن کلاچ توسط لنت ها احساس نمی شوند، زیرا در آنها حدود ۲۵ میلیمتر خلاصی در نظر گرفته می شود.

در بسیاری از خودروها که از سیستم های مکانیکی بعنوان عملگر استفاده می کنند، بجای سیستم میله بندی اهرمی از سیم استفاده می کنند. از نظر سازندگان، استفاده از کابل یا سیم راحت تر از استفاده از میله بندی اهرمی است. اکثر میله بندی های سیمی باید بوسیله دست تنظیم شود، اما میله بندی سیمی خود تنظیم نیز وجود دارد که در این نوع به تنظیم مرتب کلاچ نیازی نیست.

مبانی سیستم انتقال قدرت



اهرم بندی مکانیکی بعنوان عملگر کلاچ

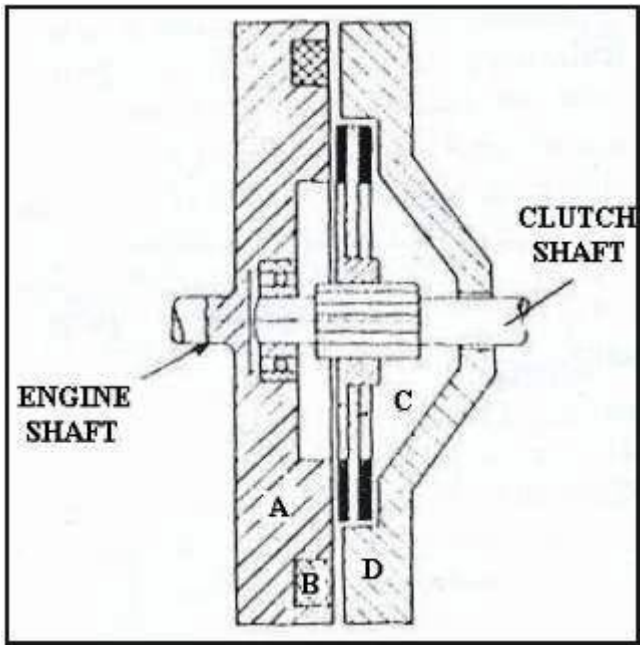


عملگر سیمی کلاچ

مبانی سیستم انتقال قدرت

عملگر الکترومغناطیسی:

این نوع عملگرها در برخی از اتومبیل ها مورد استفاده قرار گرفته است. نمایی از این نوع عملگر را در شکل ملاحظه می کنید. **A** چرخ لنگر و **B** سیم پیچی است که درون چرخ لنگر قرار گرفته است. **C** صفحه کلاچ و **D** صفحه فشارنده است. سیم پیچ **B** نیز بوسیله جریان باتری تغذیه می شود. وقتی که سیم پیچ تغذیه می شود، صفحه فشارنده را به طرف خود جذب می کند و بدین ترتیب کلاچ درگیر می شود. عمل خلاصی کلاچ جهت تعویض دنده نیز توسط سوییچی که در کنار دسته دنده جای دارد، صورت می گیرد، بدین ترتیب که راننده با قطع آن می تواند جریان ورودی به سیم پیچ را قطع و صفحه کلاچ را از فلایویل جدا کند تا عمل تعویض دنده صورت پذیرد.



کلاچ با عملگر مغناطیسی

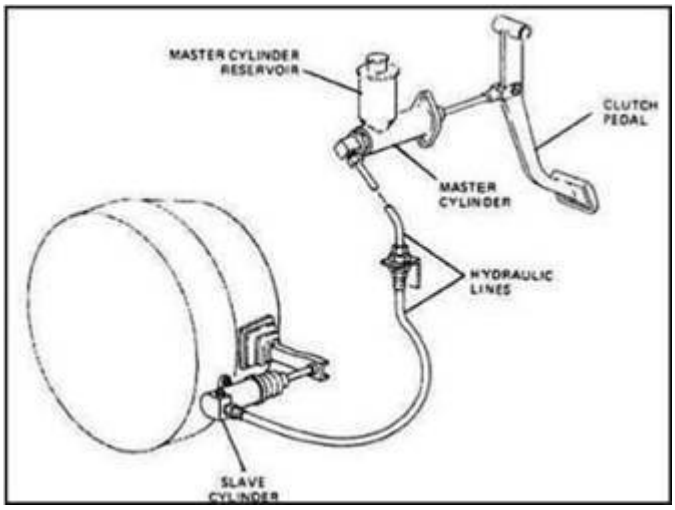
این نوع عملگرها از لحاظ مکانیزمی به مراتب سیستم ساده تری دارند. برای راننده نیز استفاده از آن بسیار ساده تر است چرا که دیگر به پدال نیازی ندارد. یکی دیگر از مهمترین مزایای این نوع از عملگرها استفاده از آنها در اتومبیل هایی است که فاصله کابین راننده از کلاچ زیاد است. از مهمترین معایب آنها نیز مشکل تولید حرارت زیاد در سیم پیچ است که در نتیجه انتقال چنین حجمی از حرارت مشکل خواهد بود. از طرفی علاوه بر هزینه سیم پیچ، بعلت نوع خاص این نوع کلاچ ها باید تغییراتی روی فلایویل آنها ایجاد شود که خود

مستلزم هزینه بالاتری می شود. شایان ذکر است این نوع عملگرهـا در کـلاچ راه انداز کمپرسور کولر بسیار مورد استفاده قرار می گیرد.

عملگر هیدرولیکی:

این نوع از عملگرها هنگامی بکار می روند که کلاچ در جایی نصب شده باشد کـه رساندن میله یا سیم به آن دشوار باشد و یـا هنگامیکـه اسـتفاده از عملگرهـای مکانیکی نتواند نیروی لازم برای جابجـایی صـفحه کـلاچ را فـراهم آورد ماننـد سیستم کلاچ اتومبیل های پرقدرت. زیرا در این حالت فنرهای مجموعـه صـفحه فشارنده بسیار قوی هستند و فشار دادن پدال کلاچ مستلزم وارد آوردن نیـروی زیاد است.

مبانی سیستم انتقال قدرت



عملگر هیدرولیکی مورد استفاده در کلاچ

در این نوع عملگر هنگامیکه راننده پدال را فشار می دهد، در نتیجه این کار پمپ هیدرولیک مخصوصی که پشت پدال قرار دارد عمل می کند و در نتیجه سیال تحت فشار از این پمپ و از طریق یک لوله وارد پمپی که پشت صفحه فشارنده قرار دارد می شود. این پمپ فشار هیدرولیکی را به حرکت مکانیکی تبدیل می کند. این سیستم را می توان بگونه ای طراحی نمود که با وارد شدن نیروی کمی به پدال کلاچ نیروی زیادی به صفحه فشارنده وارد شود، این امر با استفاده

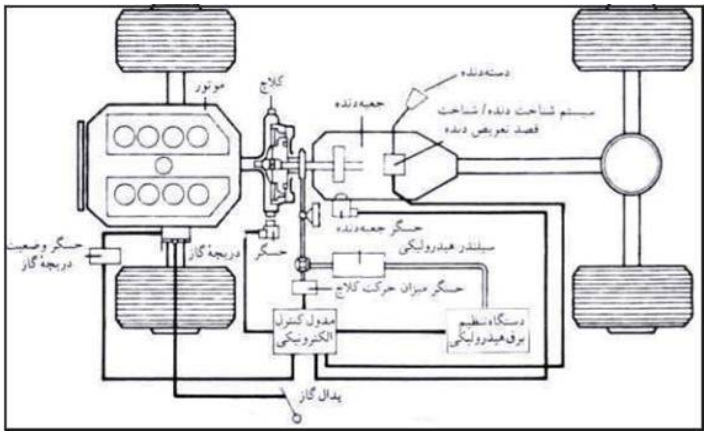
از پیستون کوچکی در داخل پمپ پشت پدال و به نسبت استفاده از پیستون بزرگتر در پمپ دوم می تواند صورت گیرد.

این نوع کلاچ ها تلفات اصطکاکی پدال های مکانیکی را ندارند و برای استفاده در خودروهایی که فاصله زیادی بین کابین راننده و کلاچ دارند مناسب می باشد. بزرگترین مزیت آن نیز همانطور که گفته شد امکان ایجاد نیروهای بزرگتر می باشد.

عملگر الکترونیکی:

این نوع عملگر در واقع عملگر هیدرولیکی است که به شیوه الکترونیکی کنترل می شود. این نوع کلاچ به پدال نیاز ندارد. حسگرها اطلاعات لازم درباره دریچه گاز، موتور، کلاچ و جعبه دنده را به یک مدول کنترل الکترونیکی می فرستند. وقتی راننده دنده را جابجا می کند، مدول کنترل الکترونیکی به دستگاه محرک هیدرولیکی سیگنال می فرستد. این دستگاه فشار سیال را در سیلندر هیدرولیکی کنترل می کند تا کلاچ را درگیر یا خلاص کند. کلاچ به سرعت خلاص می شود و در حالت خلاص می ماند تا راننده دسته دنده را رها کند.

کلاچ خودکار انواع دیگری هم دارد. همه این کلاچ ها هنگامی خلاص می شوندکه واحد کنترل سیگنال مقتضی را به یک کارانداز برقی، هیدرولیکی، بادی یا خـلاء بفرستد.



طرح کلاچ الکترونیکی در خودرو

عملگر نیوماتیک (خلاء):

در نوع از عملگرها قسمتی از خلاء موجود در منیفولد موتور برای عمـل کـلاچ در نظر گرفته می شود. در این سیستم همانطور از یک منبع که از یک طرف توسـط یک شیر یکطرفه به منیفولد ورودی متصل است و از طرفـی دیگـر توسـط یـک عملگر سلونوئیدی به یک سیلندر خلاء وصل می شود استفاده می گـردد. خـود

مبانی سیستم انتقال قدرت

سلونوئید نیز از طریق یک مدار الکتریکی و باتری تغذیه می شود. سیلندر خلاء شامل یک پیستون است که از یکطرف در معرض فشار اتمسفر قرار دارد. این پیستون توسط میله ای رابط به کلاچ متصل است و جابجایی پیستون سبب عمل کردن کلاچ می گردد. در حالت اختناق خلاء کافی در منیفولد ورودی موتور وجود دارد. وقتی شیر اختناق بازتر می شود، فشار منیفولد افزایش می یابد اما این افزایش فشار خود به افزایش فشار شیر یکطرفه در حالت بسته بستگی دارد. بنابراین همیشه مقداری خلاء وجود دارد.

در حالتی که سوئیچ باز باشد، شیر سلونوئیدی در پایین ترین حالت خود قرار می گیرد که در این حالت در هر دو طرف پیستون درون سیلندر، خلاء وجود دارد. هنگامی که راننده قصد تعویض دنده را داشته باشد، با فشردن عملگری در کابین خود در واقع سوئیچ این مدار الکتریکی را می بندد. بسته شدن سوئیچ سبب عمل کردن سلونوئید و بالا آمدن شیر سلونوئیدی می شود و در واقع فضای پشت پیستون در سیلندر خلاء به فضای منبع متصل می شود و در این حالت چون فشار پشت پیستون یکسان نیست، پیستون جابجا شده و کلاچ از فلایویل جدا می شود.

مبانی سیستم انتقال قدرت

کلاچ هیدرولیک:

از کلاچ های هیدرولیک 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 گیر بکس 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 گیر بکس منتقل می کنند. اما مبدل گشتاور قادر به افزایش گشتاور موتور است در حالی که کوپلینگ هیدرولیکی این توانایی را ندارد.

مبانی سیستم انتقال قدرت

کوپلینگ هیدرولیک:

یک کوپلینگ هیدرولیکی شامل یک پمپ (ایمپلر یا روتـور) و یـک تـوربین بـا پره های داخلی است که روبروی هم قرار گرفته اند. پمپ بوسیله یک صـفحه بـه فلایویل متصل است و توربین نیز به شافت ورودی گیربکس متصل می شود. پمپ عضو محرک و توربین عضو متحرک است.

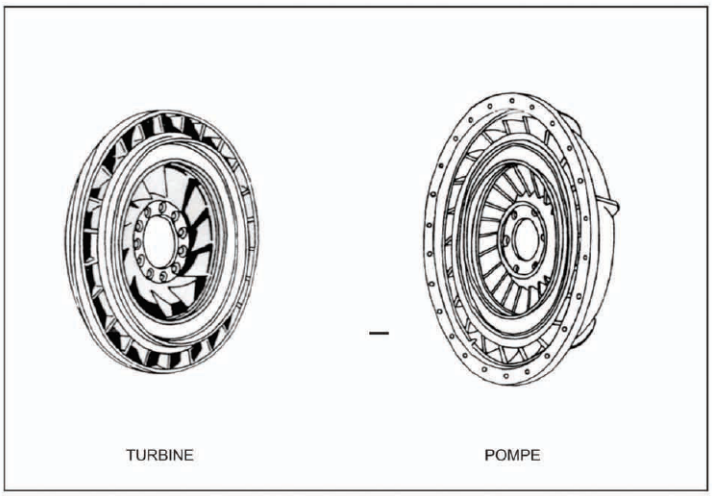
پمپ و توربین هر دو در یک محفظه آب بندی شده قرار دارند. روغن بوسیله پمپ داخل گیربکس به داخل محفظه کوپلینگ ارسال می شود. زمانی که روتور بوسیله

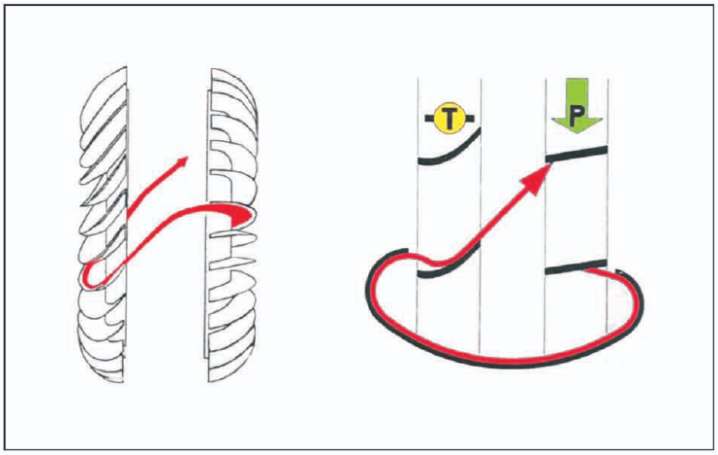
مبانی سیستم انتقال قدرت

موتور می چرخد پره هایش روغن را گرفته و به سوی توربین پمپ می کند. سیال در داخل کوپلینگ دو مسیر را طی می کند: جریان گردابی و جریان دورانی.

جریان دورانی سیال ، مسیر دایره ای است که در نتیجه چرخش روتور ایجاد می شود. به عبارت دیگر سیال حول دایره ای که محور آن میل لنگ و محور ورودی گیربکس است جریان می یابد. از طرفی هنگامی که سیال در مسیر دایره ای حرکت می کند، نیروی گریز از مرکز آن را به سوی کناره های روتور پرتاب می کند. بخاطر انحناء روتور هنگامی که سیال به کناره های خروجی روتور می رسد به دور خود می چرخد و به سوی توربین جاری می شود. سپس سیال در یک مسیر چرخشی ثانویه که با مسیر جریان دورانی اولیه زاویه ۹۰ درجه می سازد جاری می شود. جریان روغن در این مسیر را جریان گردابی می نامند.

مبانی سیستم انتقال قدرت



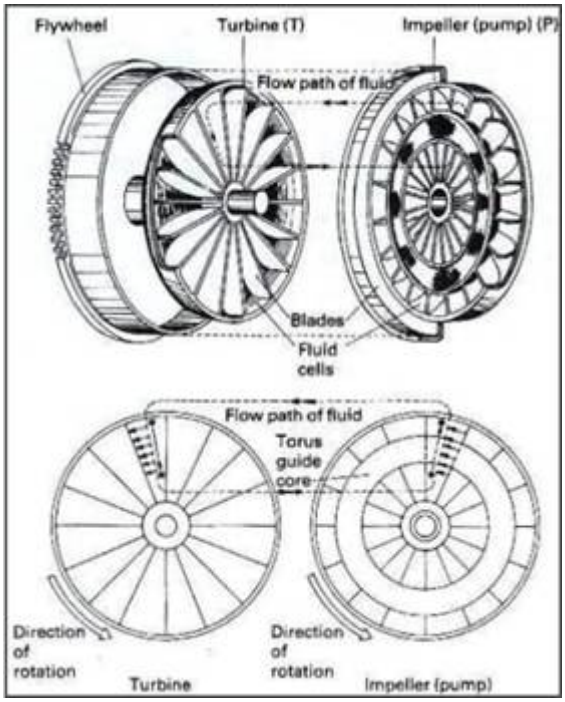


مبانی سیستم انتقال قدرت

سیال در کوپلینگ هیدرولیکی بطور همزمان هر دو مسیر دورانی و گردابی را می پیماید. جریان دورانی که به وسیله روتور ایجاد می شود گشتاور چرخشی موتور را حمل می کند. گشتاور بدون جریان گردابی که سیال را از روتور تا توربین حرکت می دهد نمی تواند به گیربکس منتقل شود.

نیروی چرخشی پره های روتور به صورت ترکیبی از جریان های گردابی و چرخشی سیال بر روی پره های توربین اعمال می شود. سیالی که روتور در حال چرخش را ترک می کند و به سوی توربین جاری می شود هنگام خروج تنها دارای حرکت گردابی و یا دورانی نیست بلکه دارای ترکیبی از هر دو حرکت است.

مبانی سیستم انتقال قدرت



اجزا و عملکرد کوپلینگ هیدرولیکی

مسیر جریان های ترکیب شده یک نیروی برآیند تولید می کند که از روتور تحت زاویه خاصی به سوی توربین خارج می شوند. هنگامی که نیروی سیال پرتاب شده به سوی توربین به قدر کافی باشد، توربین می چرخد و شافت ورودی گیربکس را می گرداند.

مبانی سیستم انتقال قدرت

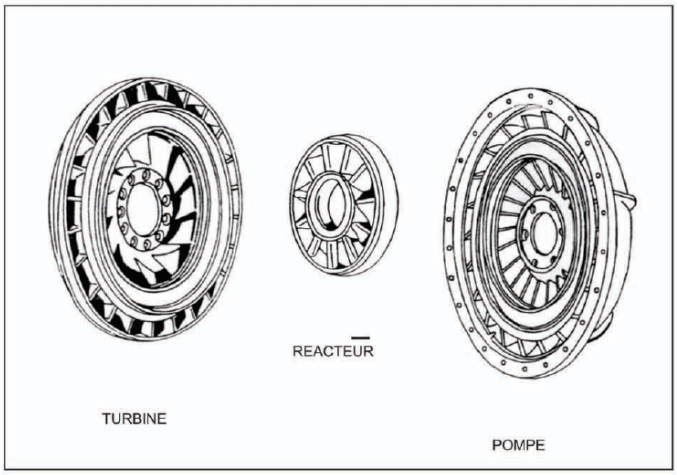
مبدل گشتاور (Torque converter) :

مبدل گشتاور شامل سه عضو است که در داخل محفظـه ای کـه بوسـیله پمـپ گیربکس پر از روغن می شود قرار دارند. این سه عضو عبارتند از:

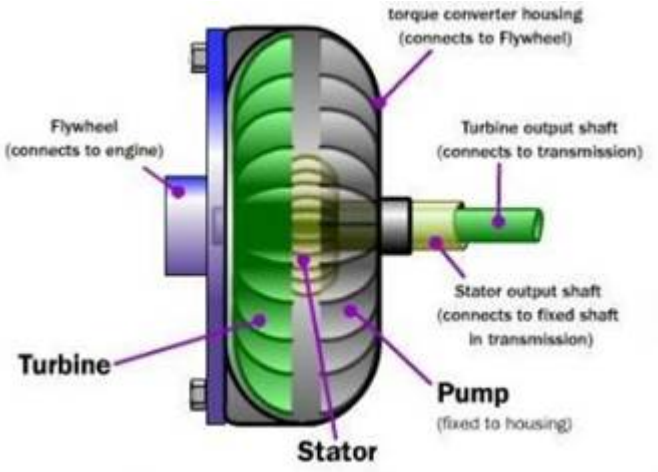
ایمپلر **Impler** یا روتور **Rotor** :

توربین **Turbine** یا پمپ **Pump** :

استاتور **Stator** :



تعداد پره های پمپ و توربین برابر نیستند و بـرای جلـوگیری از ایجـاد ضـربه و تشدید در چرخش آنها معمولا دو سه پره با هم اختلاف دارند.

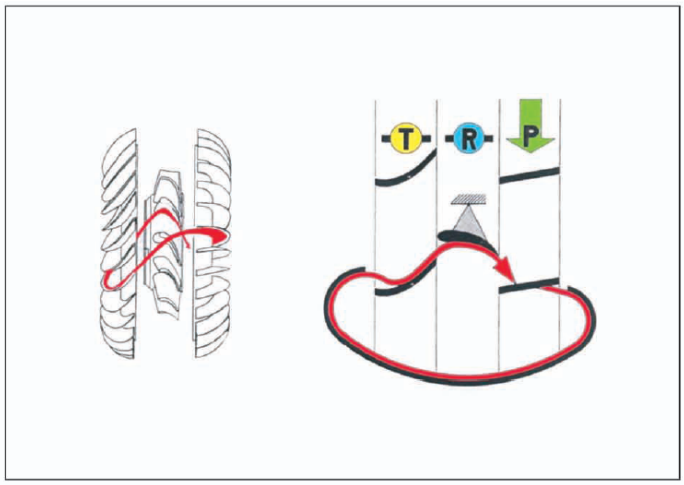


اجزای مختلف مبدل گشتاور

روغن هایی که بوسیله پمپ به مبدل ارسال مـی شـوند، بـه وسـیله پـره هـای روتورجذب شده و از طریق جریان گردابی و دورانی مشابه کوپلینگ هیدرولیکی به طرف توربین پرتاپ می شوند. بزرگترین اختلاف بین جریان روغن درون مبدل درمقایسه با کوپلینگ هیدرولیکی این است که در مبدل هنگام کم بودن سـرعت افزایش گشتاور ایجاد می شود. افزایش گشتاور هنگـامی کـه روغـن پـره هـای

توربین را ترک و به قسمت مقعر پره های استاتور برخورد می کند ایجاد می شود. این پره ها مسیر روغن خارج شده از توربین را اصلاح می کنند. بنابراین روغن های در حال پمپ شدن از سوی روتور را به تیغه بعدی توربین هدایت می کنند. نیروی جریان روغن از استاتور، با شتاب دادن به جریان روغن در حال ارسال از روتور مقدار گشتاور منتقل شده از روتور به توربین را افزایش می دهد. این حالت مرحله افزایش گشتاور نامیده می شود. افزایش گشتاور زمانی صورت می گیرد که جریان گردابی یک چرخش کامل از روتور به توربین و دوباره از طریق استاتور به روتور را انجام دهد. این حالت بدین معنی است که تورک کنورتور، گشتاور موتور را به تناسب نسبت سرعت بین روتور و توربین افزایش می دهد. در نسبت سرعت های پایین هنگامی که روتور به سرعت، اما توربین به آرامی می چرخد جریان گردابی شدید است، لذا افزایش گشتاور نیز زیاد خواهد بود. به محض اینکه توربین سریعتر بچرخد و به سرعت روتور برسد جریان دورانی افزایش می یابد. که در این صورت، هم جریان گردابی و هم افزایش گشتاور کاهش می یابد. هنگامی که نسبت سرعت به ۹۰٪ برسد افزایش گشتاور کمترین مقدار است. هنگامی که نسبت سرعت روتور و توربین به ۹۰٪ برسد، جریان روغن در مبدل تقریبا دورانی می شود و زاویه جریان روغن از توربین به استاتور به خط

مستقیم نزدیکتر می گردد. در نتیجه جریان روغنی که به قسمت محدب (پشت پره) استاتور برخورد می کند بیشتر از قسمت مقعر است. هنگامی که سرعت جریان روغن افزایش یابد بطوریکه بتواند استاتور رادر جهت عقربه های ساعت بگرداند آنگاه روتور، توربین و استاتور در یک جهت و تقریبا با یک سرعت می چرخند. این مرحله کوپلینگ مبدل نامیده می شود.



از مزایای مهم استفاده از مبدل های گشتاور نسبت به کلاچ های معمولی این است که انتقال گشتاور درخودروهای شامل مبدل ها به نرمی صورت می گیرد و نیاز به تنظیم خاصی ندارد. همچنین این خودروها می توانند با دنده درگیر نیز

متوقف شده و یا حرکت کنند، بنابراین در این زمینه به مهارت خاصی از جانب راننده نیاز ندارد. اما با این حال در دورهای بسیار پایین و در لغزش ٪ ۱۰۰ هم بعلت وجود لزجت، هنوز مقداری گشتاور روی محور خروجی وجود دارد.

شاید از بزرگترین معایب این مبدل ها این است که در دنده های درگیر نیز مقداری لغزش خواهیم داشت و همانند کلاچ های اصطکاکی در هنگام درگیری مداوم راندمان ۱۰۰٪ را نخواهیم داشت. راندمان یک کلاچ هیدرولیک را اینگونه می توان محاسبه نمود:

۱۰۰× توان محور ورودی کلاچ ÷ توان محور خروجی کلاچ = راندمان کلاچ هیدرولیک

کلاچ Luck up :

اخیرا برای جبران این نقیصه از مبدل گشتاور اصطکاکی استفاده می کنند. در این نوع مبدل ها از مزیای کلی مبدل ها استفاده می شود با این تفاوت که جهت رفع لغزش در هنگام درگیری دائمی، سیستم کلاچ اصطکاکی **Luck up** که در کنار مبدل گشتاور و بصورت موازی قرار دارد مورد استفاده قرار می گیرد، در واقع در

این حالت پمپ و توربین کلا به یک جسم صلب تبدیل شده و با هم شروع به چرخش می کنند.

از دیگر مزایای مبدل های گشتاور نسبت به کلاچ های اصطکاکی این است که تقریبا تمامی نوسانات سیستم انتقال قدرت یا موتور در این نوع سیستم مستهلک می شود و نیز بعلت عدم وجود سایش بر روی قطعات متحرک، نیاز به تعمیر و نگهداری کمتری دارد.