

کلاچ

مقدمه (نویسنده و گردآورنده علی شمسی)

کلاچ وسیله ایست برای انتقال حرکت چرخشی از یک شفت به شفت دیگر. کلاچ در واقع یک وسیله قطع کردن و یا وصل کردن است که در سیستم‌های انتقال نیرو بکار می‌رود. اصولاً 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.

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 چرخها انتقال می‌یابد. لیکن گاهی لازم می‌شود که دنده مورد استفاده در جعبه دنده ماشین بر حسب شرایط جاده و سرعت حرکت ماشین 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 توانی میان جعبه دنده و موتور از کلاچ استفاده می‌شود. این کار برای راننده اتومبیل می‌تواند به راحتی فشاردادن یک پدال به کمک پای خویش باشد. لیکن فشار دادن این پدال پایی باعث فاصله گرفتن محور 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 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 توان از موتور به جعبه دنده دوباره از سر گرفته خواهد شد.

ویژگیهای لحاظ شده در طراحی بهینه کلاچ

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

- انتقال ماکزیمم گشتاور : طراحی کلاچ باید بگونه ای باشد که بتواند ۱۲۵ تا ۱۵۰ درصد ماکزیمم گشتاور تولیدی موتور را منتقل کند.

- درگیری و خلاصی تدریجی : کلاچ و سیستمهای عملگر آن باید بگونه ای طراحی شوند که حین خلاصی 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 جلوگیری 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 چرخها به موتور شود.

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

- اینرسی : قطعات متحرک کلاچ باید کمترین اینرسی ممکن را داشته باشند.

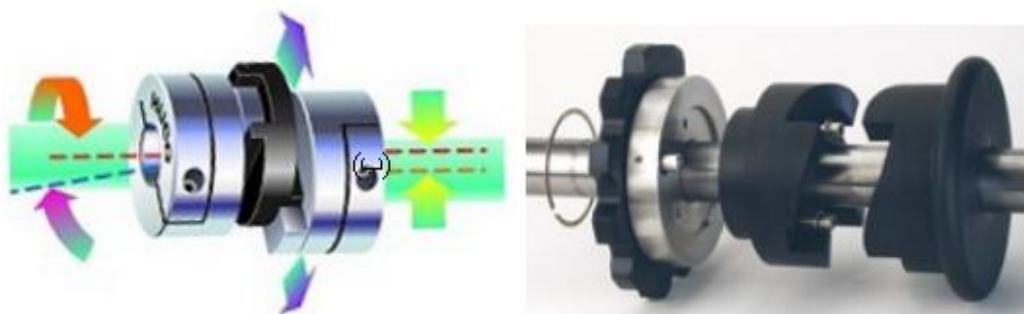
- سادگی در تعویض و تعمیر : تعویض قطعات و تعمیر آنها باید به سادگی صورت گیرد.

- سهولت در عملکرد کلاچ نزد راننده : عمل کلاچ گیری و تعویض دنده نباید برای راننده حالت خسته کننده و طاقت فرسایی داشته باشد.

انواع کلاچ

بدون لغزش : این نوع کلاچها دو حالت دارند؛ حالت خلاصی و حالتی که کلاچ کاملاً درگیر است. بنابراین در این حالت لغزش یا سایش در کلاچ به هیچ عنوان مشاهده نمی شود. (شکل ۱-۱)

یکطرفه : این کلاچها در گردش از یک طرف همانند کلاچ بدون لغزش عمل می کنند، اما اگر چرخش در جهت مخالف صورت گیرد دو صفحه کاملاً روی هم سر می خورند و هیچگونه انتقال نیرویی صورت نمی گیرد؛ بنابراین در این کلاچها گشتاور تنها از یک طرف منتقل می شود. (شکل ۱-۱)



شکل ۱-۱ الف) کلاچ بدون لغزش (ب) کلاچ یکطرفه

اصطکاک: اساس عملکرد این کلاچها درگیری دو صفحه دارای ضریب اصطکاک نسبتاً بالاییست که این درگیری سبب انتقال نیرو از یکی از صفحات به صفحه دیگر می شود. انواع مورد استفاده این نوع کلاچها شامل دیسکی، مخروطی، صفحه ای و تسمه ای می باشد.

هیدرولیک: در این نوع کلاچها نیرو از یکی از صفحات به سیال و سپس از سیال به صفحه متحرک مورد نظر منتقل می شود.

از میان انواع کلاچهای فوق تنها دو نوع آخر در خودروهای امروزی مورد استفاده قرار می گیرد .

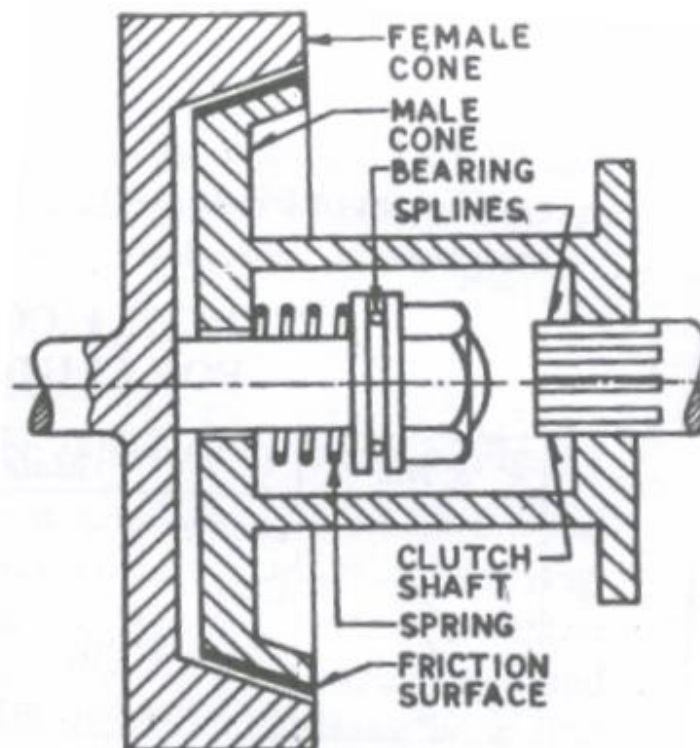
کلاچ اصطکاک

این نوع کلاچها 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 کلاچها همانگونه که از اسم آن پیداست سطوح اصطکاک به شکل مخروطی هستند. هنگامی که کلاچ درگیر می شود، گشتاور از طریق فلاپویل که سطح داخلی آن به شکل مخروطی است به سطح مخروطی دیگری که درون فلاپویل جای می گیرد منتقل می شود. (شکل ۱-۲) برای خلاص کردن کلاچ نیز سطح مخروط خارجی کمی از درون فلاپویل بیرون کشیده می شود تا تماس دو سطح قطع شود.



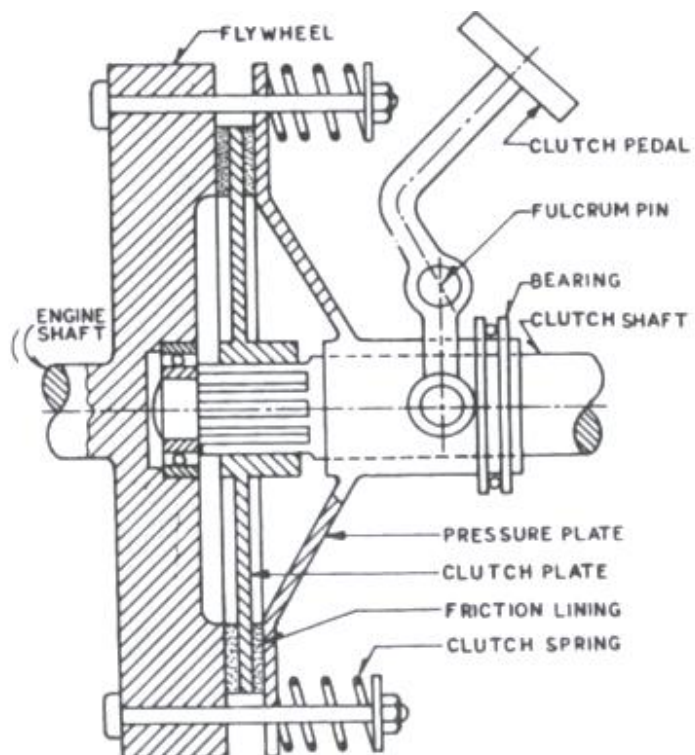
شکل ۱-۲ کلاچ مخروطی

مزایا : برای فشار یکسان وارده بر پدال، نیروی اعمالی بر روی 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 فلاپویل 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. (شکل ۱-۳) 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. (شکل ۱-۴)



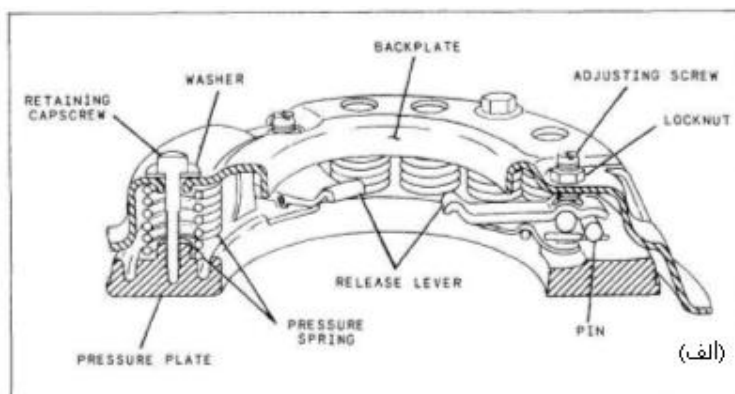
شکل ۱-۳ کلاچ تک صفحه ای

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.



(ب)



(الف)

شکل ۱-۴ (الف) اجزا یک کلاچ تک صفحه ای (ب) نمونه یک کلاچ تک صفحه ای با فنر فشاری

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

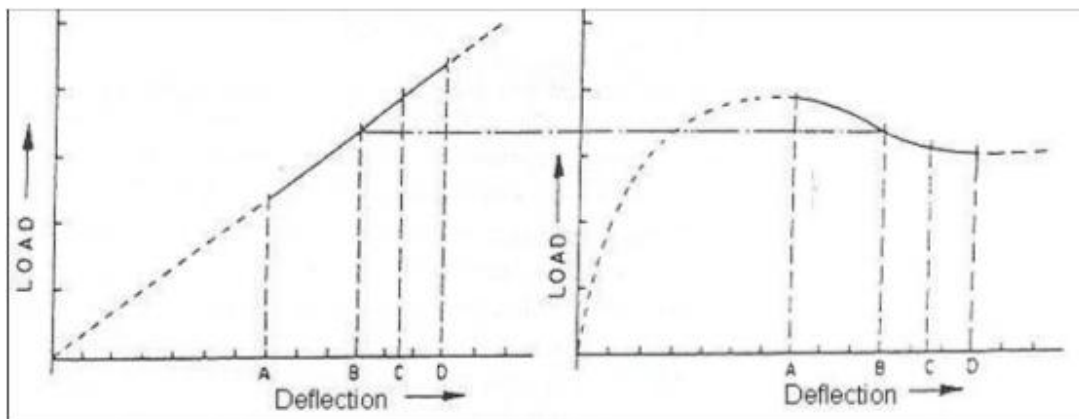
اساس کار این نوع کلاچها همانند کلاچ تک صفحه ای است با این تفاوت که در اینجا بجای فنرهای پیچشی از فنر دیافراگمی استفاده می شود؛ این فنرها در حالت عادی به شکل مخروط ناقص هستند، اما هنگامی که فشرده می شوند حالت تخت به خود می گیرند. (شکل ۱-۵)



شکل ۱-۵ فنر دیافراگمی و نمونه ای از کلاچ دیافراگمی

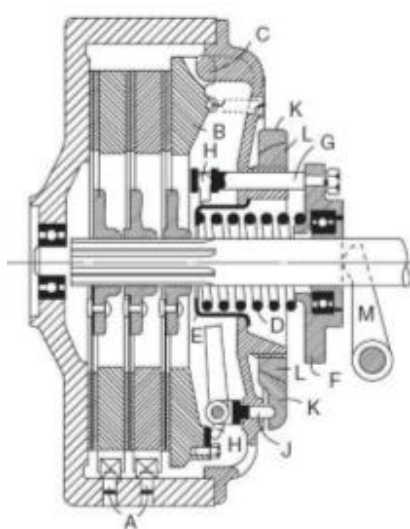
مزایا : به علت ذخیره انرژی در امتداد شعاعی طرح نهایی این کلاچ در امتداد محوری به مراتب کوچکتر و جمع و جورتر خواهد بود. فنر دیافراگمی در مقایسه با فنرهای تخت کمتر تحت تاثیر نیروی گریز از مرکز قرار می گیرند، لذا برای استفاده در دوره‌های بالاتر مناسب تر می باشند. در این طرح فنر دیافراگمی هم بعنوان فنر فشارنده و هم بعنوان قطعه ناخنی عمل می کند، لذا این قطعات از سیستم حذف شده اند و باعث کاهش وزن کل و سر و صدای سیستم می شوند. 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 طراحی نمود که حساسیت کمتری به سایش داشته باشد. (شکل ۱-۶)

معایب: نیروی فنر دیافراگمی نسبت فنرهای پیچشی کمتر است، بنابراین فقط در ماشینهای سبک می تواند مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۶-۱ منحنی نیرو-جابجایی برای فنرهای مارپیچی و دیافراگمی

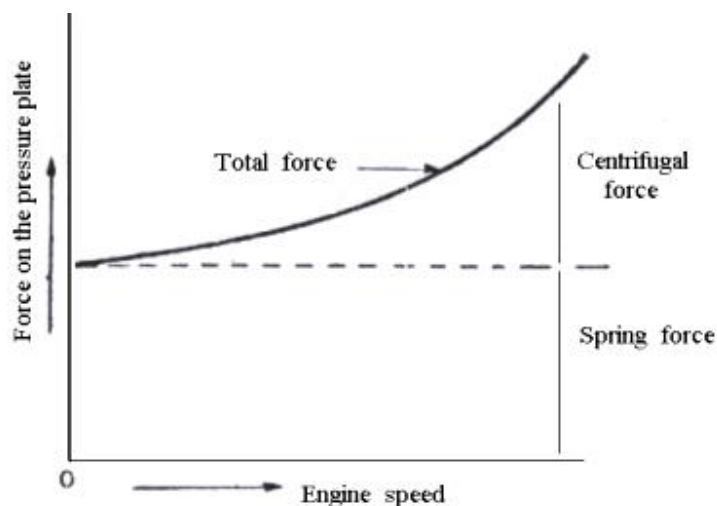
عملکرد این کلاچ همانند کلاچ تک صفحه ای است با این تفاوت که در اینجا بجای یک صفحه کلاچ، به تناسب گشتاور انتقالی مورد نظر از چندین صفحه اصطکاکی استفاده می شود. (شکل ۷-۱) این امر باعث می شود که کلاچ بتواند گشتاور بزرگتری را منتقل کند. بنابراین این کلاچها بیشتر در خودروهای سنگین یا خودروهای مسابقه ای که به انتقال گشتاور بزرگتری نیاز دارند، مورد استفاده قرار می گیرد.



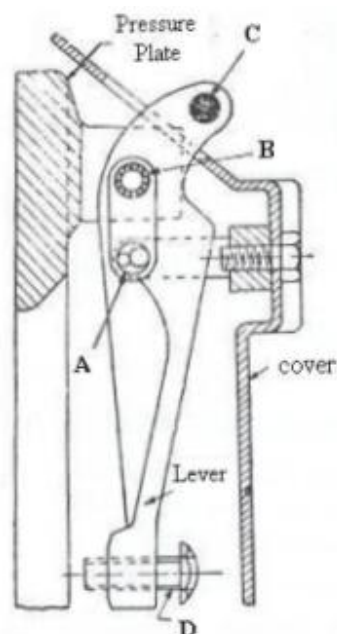
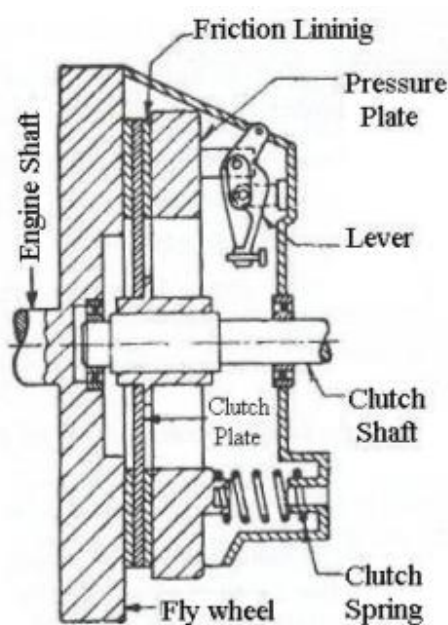
شکل ۷-۱ نمونه ای از کلاچ چند صفحه ای

کلاچ نیمه گریز از مرکز (Semi-Centrifugal Clutch)

در این نوع کلاچها، فنرها برای انتقال گشتاور در سرعتهای معمولی طراحی می شوند، در حالیکه در سرعتهای بالاتر نیروی گریز از مرکز به انتقال گشتاور کمک می کند. (شکل ۸-۱) در این کلاچها نیروی گریز از مرکز از طریق وزنه هایی بوجود می آید که همراه سایر اجزا دوار کلاچ می گردند. (شکل ۹-۱)



شکل ۸-۱ نمودار نیروی وارده روی صفحه فشارنده در کلاچهای نیمه گریز از مرکز

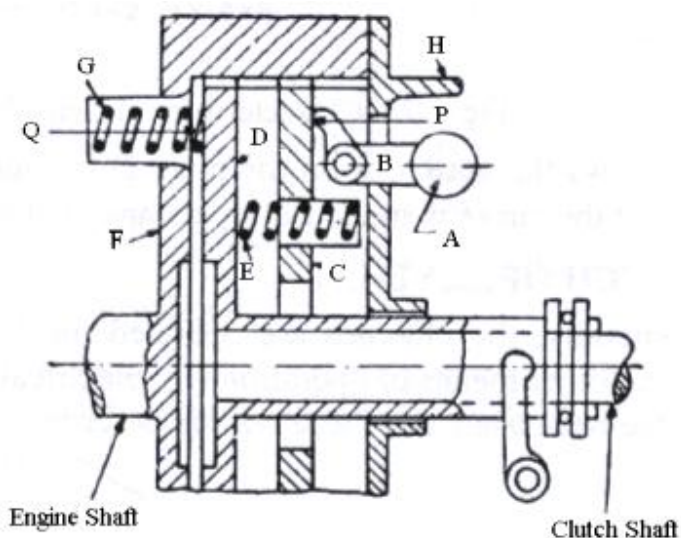


شکل ۹-۱ مدلی از کلاچ نیمه گریز از مرکز

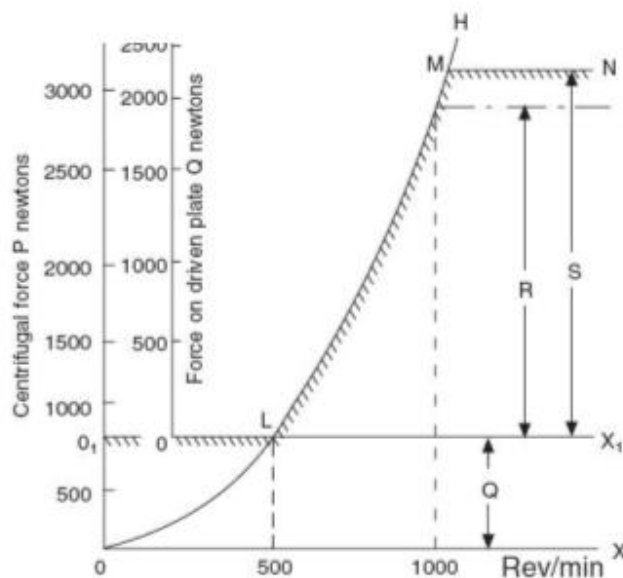
کلاچ گریز از مرکز (Centrifugal Clutch)

در این نوع از کلاچها بر خلاف کلاچهای 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 کلاچها 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 کلاچها را در شکل ۱-۱۰ 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 مرکز بالا 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 سرعتهای پایین و حدود ۵۰۰ rpm می شود. زائده **H** مقدار نیروی گریز از مرکز را محدود می کند چرا که وزنه **A** نهایتاً 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 سرعتها ثابت می باشد. نموداری از نیروی گریز از مرکز را در دورهای مختلف موتور در شکل ۱-۱۱ می توان مشاهده کرد.



شکل ۱-۱۰ اساس کار کلاچ گریز از مرکز

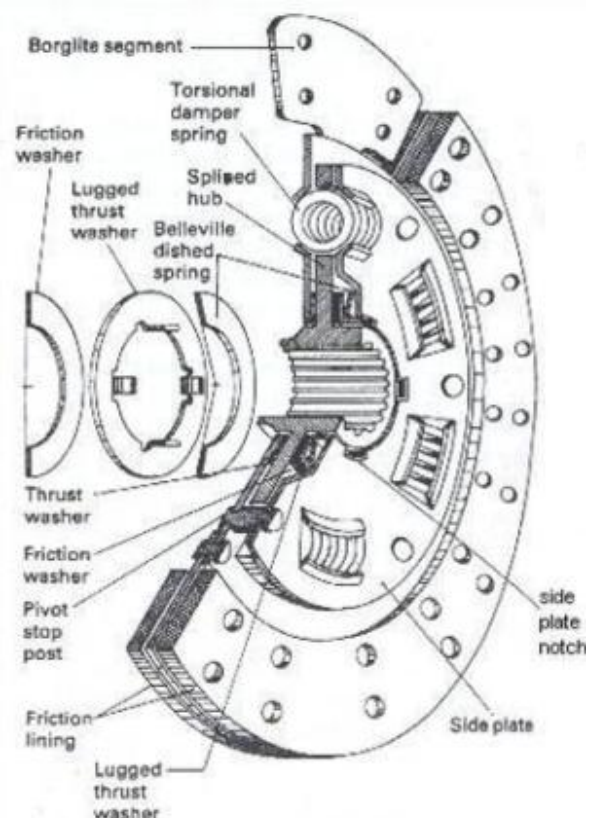


شکل ۱۱-۱ نمودار نیرو-دور در کلاچهای گریز از مرکز

صفحه کلاچ

صفحه کلاچ شامل یک توپی، صفحه، فنرهای صفحه کلاچ و فنرهای لرزه گیر صفحه می باشد. لنتهای 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.

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. در دو طرف لنتهای صفحه کلاچ شیارهایی دیده می شود. در هنگام خلاص شدن کلاچ این شیارها مانع چسبیدن لنت به چرخ لنگر یا صفحه فشارنده می شوند. به سبب وجود این شیارها، ایجاد خلاء بین لنت و چرخ لنگر یا صفحه فشارنده و در نتیجه چسبیدن لنت غیرممکن خواهد بود. این شیارها به خنک کردن لنت نیز کمک می کنند. (شکل ۱-۱۲)



شکل ۱-۱۲ نمونه کامل و باز شده صفحه کلاچ

در نسل اولیه کلاچها جنس لنت را از چرم انتخاب می کردند. پس از آن لنتهای بسیاری از صفحه کلاچها از پنبه و الیاف آزبست (پنبه نسوز) که بهم بافته شده بودند، تشکیل می شدند. در بعضی از صفحه کلاچها 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. **Ferodo** و **Reybestos** از بهترین جایگزینها هستند که بعلاوه ضریب انتقال بالای حرارت استفاده زیادی از آنها می شود. از دیگر جایگزینهای دیگری که امروزه استقبال از آن برای استفاده در لنتهای ترمز زیاد شده آلیاژهای فلز و سرامیک هستند که استحکام زیادی در برابر سایش دارند. واضح است که با توجه به جنس مواد بکار رفته در لنت صفحه کلاچ، ضریب اصطکاک صفحه نیز تغییر می کند. در شکل ۱-۱۳ نمونه ای از این ضرایب را برای 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

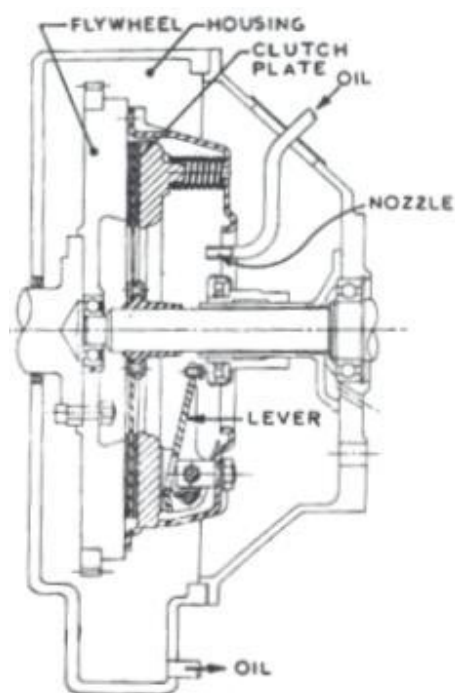
شکل ۱-۱۳ ضریب اصطکاک مواد مختلف استفاده شونده در صفحه کلاچ

کلاچ تر

ساختار کلی این کلاچها شبیه کلاچهای خشک هستند، بجز اینکه در اینجا صفحات اصطکاکی همیشه توسط گردش روغن مرطوب است. اکثر این نوع کلاچها در کامیونها و ماشینهای سنگین 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 نازلهایی که برای پاشش روغن از آنها استفاده می شود. (شکل ۱-۱۴) این نوع از کلاچهای تر فقط در کامیونهای کوچک کاربرد دارند، جاییکه گشتاور مورد نیاز را تنها از طریق یک صفحه می توان منتقل نمود. در این حالت به علت حضور روغن روی صفحات اصطکاکی ضریب اصطکاک کاهش می یابد.

مزایا : روغن دائماً جریان دارد و انتقال حرارت سریعتر صورت می گیرد. صفحه 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 خواهد داشت .

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



شکل ۱-۱۴ کلاچ تر پاششی

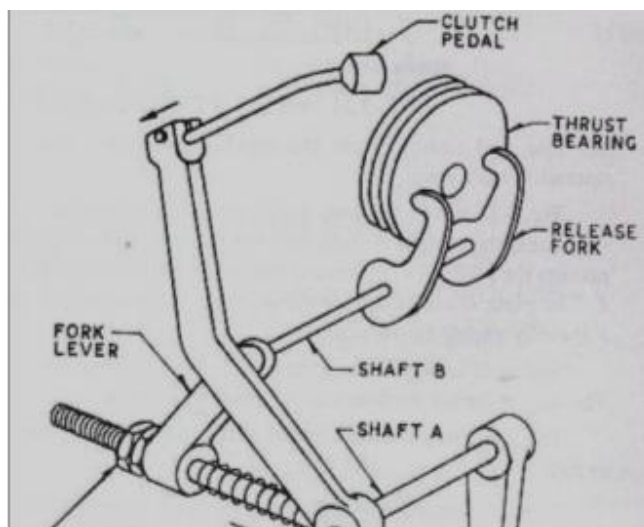
عملگرهای سیستم کلاچ

عملگر کلاچ باید به نحوه ای 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 و در نتیجه صفحه کلاچ گردد. انواع مختلف این عملگرهای مورد استفاده در کلاچها شامل اهرم بندی مکانیکی، الکترومغناطیس، هیدرولیک، الکترونیک و نیوماتیک (خلاء) می باشند.

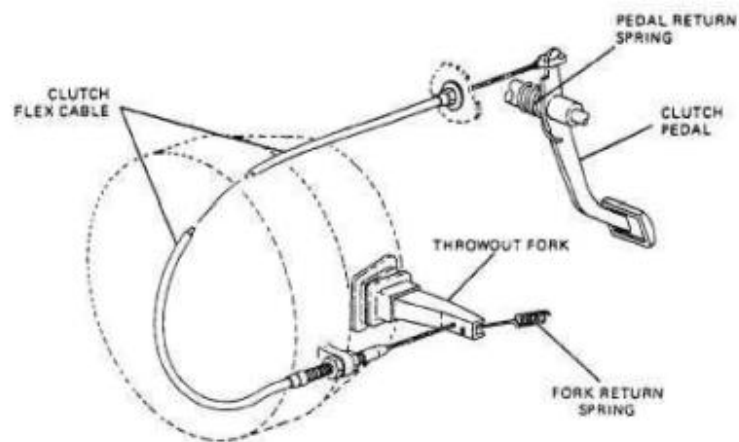
اهرم بندی مکانیکی

در این نوع از عملگرها بین پدال و انگشتیهای محرک صفحه فشارنده یک اهرم بندی مکانیکی قرار می گیرد که عامل انتقال نیرو از پای راننده به صفحه کلاچ می باشد. این نوع میله بندیها معمولاً نیروی وارده توسط راننده را ۱۰-۱۲ برابر می کند. نیروی حاصل از کلاچ گیری بلافاصله پس از فشردن کلاچ توسط لنتها احساس نمی شوند، زیرا در آنها حدود ۲۵ میلیمتر خلاصی در نظر گرفته می شود. (شکل ۱-۱۵)

در بسیاری از خودروها که از سیستمهای مکانیکی بعنوان عملگر استفاده می کنند، بجای سیستم میله بندی اهرمی از سیم استفاده می کنند. (شکل ۱-۱۶) از نظر سازندگان، استفاده از میله بندی سیمی راحت تر از استفاده از میله بندی اهرمی است. اکثر میله بندیهای 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.



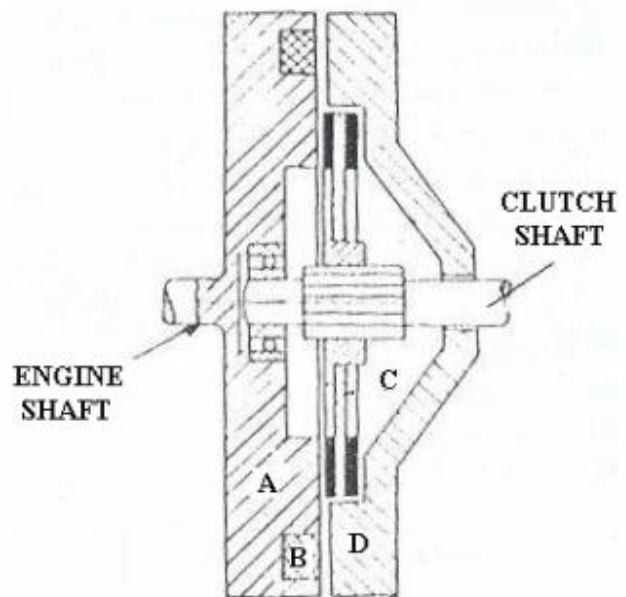
شکل ۱-۱۵ اهرم بندی مکانیکی بعنوان عملگر کلاچ



شکل ۱۶-۱ عملکرد سیمی کلاچ

عملگر الکترومغناطیسی

این نوع عملگرها در برخی از اتومبیلها مورد استفاده قرار گرفته است. نمایی از این نوع عملگر را در شکل ۱۷-۱ 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 فلاپویل جدا کند تا عمل تعویض دنده صورت پذیرد.

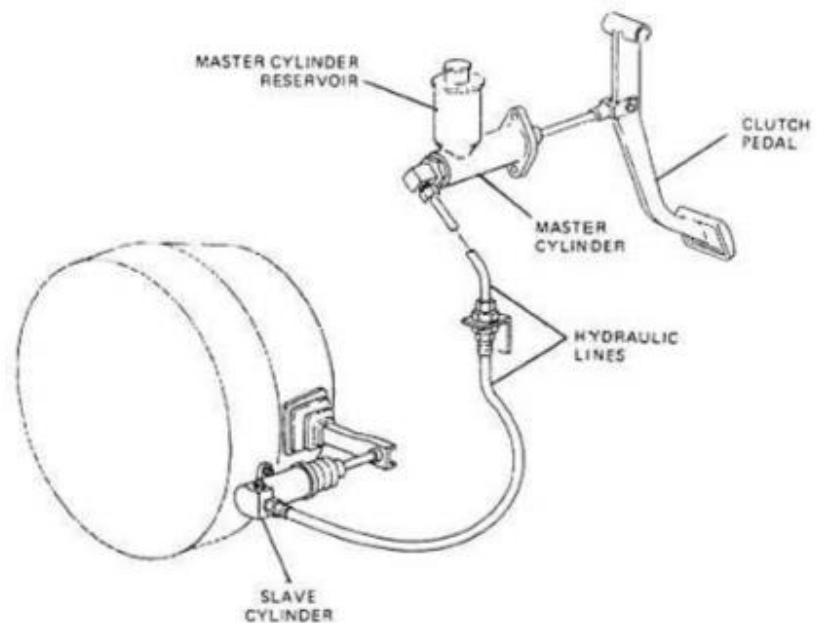


شکل ۱-۱۷ کلاچ با عملگر مغناطیسی

این نوع عملگرها از لحاظ مکانیزی 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 اتومبیلهایی 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 کلاچها باید تغییراتی روی فلایویل آنها ایجاد شود که خود مستلزم هزینه بالاتری می شود.

عملگر هیدرولیکی

این نوع از عملگرها هنگامی بکار می روند که کلاچ در جایی نصب شده باشد که رساندن میله یا سیم به آن دشوار باشد و یا هنگامیکه استفاده از عملگرهای مکانیکی نتواند نیروی لازم برای جابجایی صفحه کلاچ را فراهم آورد مانند سیستم کلاچ اتومبیلهای پر قدرت. زیرا در این حالت فنرهای مجموعه صفحه فشارنده بسیار قوی هستند و فشار دادن پدال کلاچ مستلزم وارد آوردن نیروی زیاد است.



شکل ۱-۱۸ عملگر هیدرولیکی مورد استفاده در کلاچ

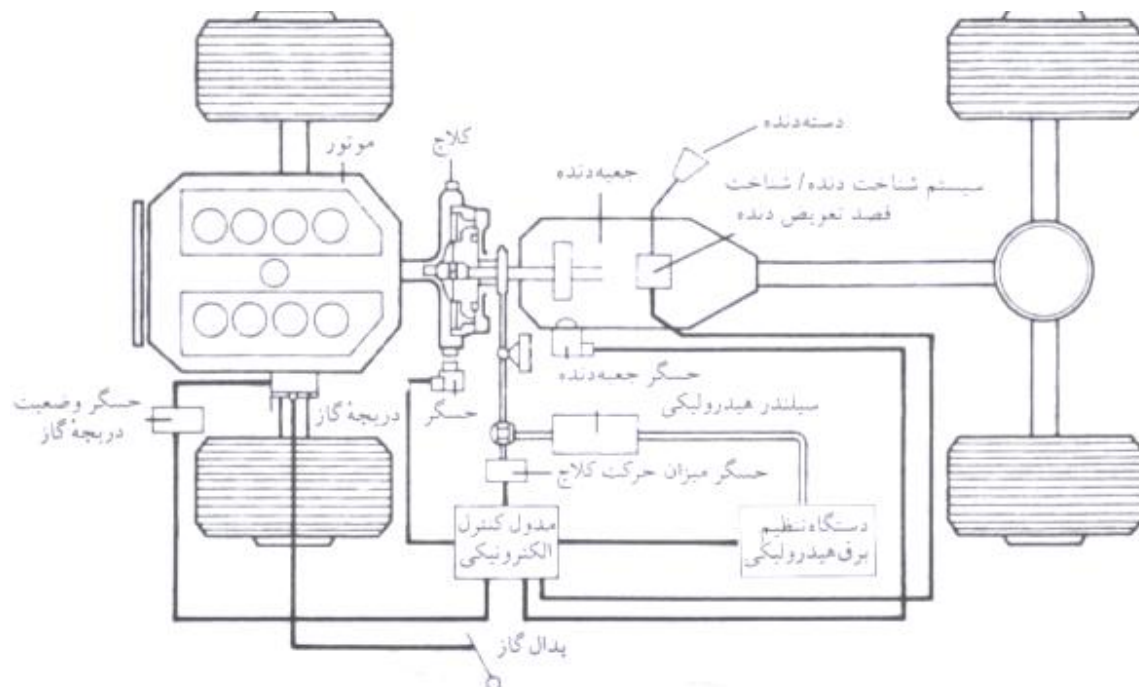
در این نوع عملگر هنگامیکه راننده پدال را فشار می دهد، در نتیجه این کار پمپ هیدرولیک مخصوصی که پشت پدال قرار دارد عمل می کند و در نتیجه سیال تحت فشار از این پمپ و از طریق یک لوله وارد پمپی که پشت صفحه فشارنده قرار دارد می شود. این پمپ فشار هیدرولیکی را به حرکت مکانیکی تبدیل می کند. (شکل ۱-۱۸) این سیستم 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 کلاچها تلفات اصطکاکی پدالهای 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. (شکل ۱-۱۹)

کلاچ خودکار انواع دیگری هم دارد. همه این کلاچها هنگامی خلاص می شوند که واحد کنترل سیگنال مقتضی را به یک کارانداز برقی، هیدرولیکی، بادی یا خلاء بفرستد.



شکل ۱۹-۱ طرح کلاچ الکترونیکی در خودرو

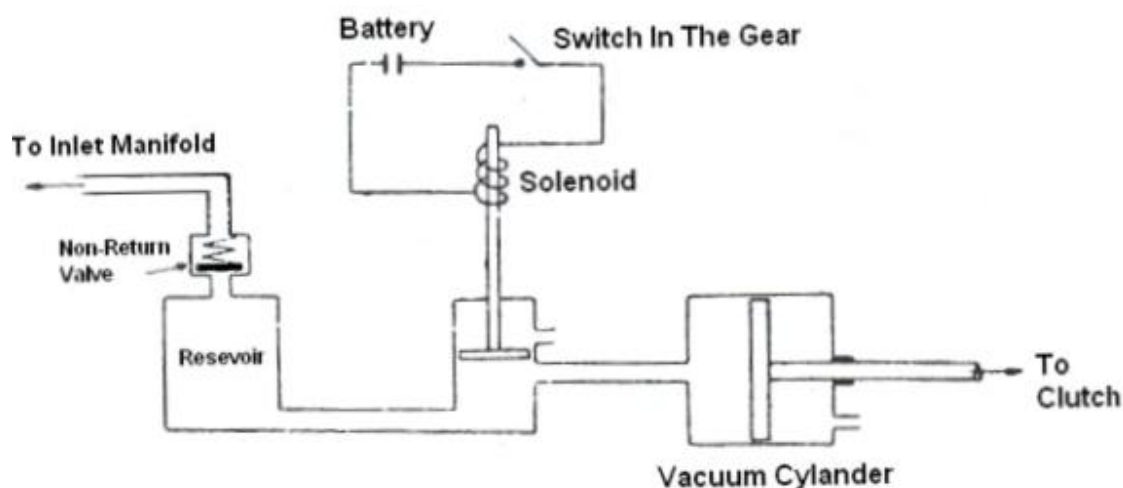
عملگر نیوماتیک (خلاء)

در نوع از عملگرها قسمتی از خلاء موجود در منیفولد موتور برای عمل کلاچ در نظر گرفته می شود. در این سیستم همانطور که مشاهده می شود یک منبع توسط یک شیر یکطرفه به منیفولد ورودی متصل است و از طرفی دیگر توسط یک عملگر سلنوئیدی به یک سیلندر خلاء وصل می شود. خود سلنوئید 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 سلنوئیدی 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 سلنوئید و بالا آمدن شیر سلنوئیدی 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 فلاپویل جدا می شود. (شکل ۲۰-۱)



شکل ۲۰-۱ شماتیکی از عملکرد نیوماتیک کلاچ

کلاچ هیدرولیک

از کلاچهای هیدرولیک در گیربکسهای 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.

کوپلینگ هیدرولیک

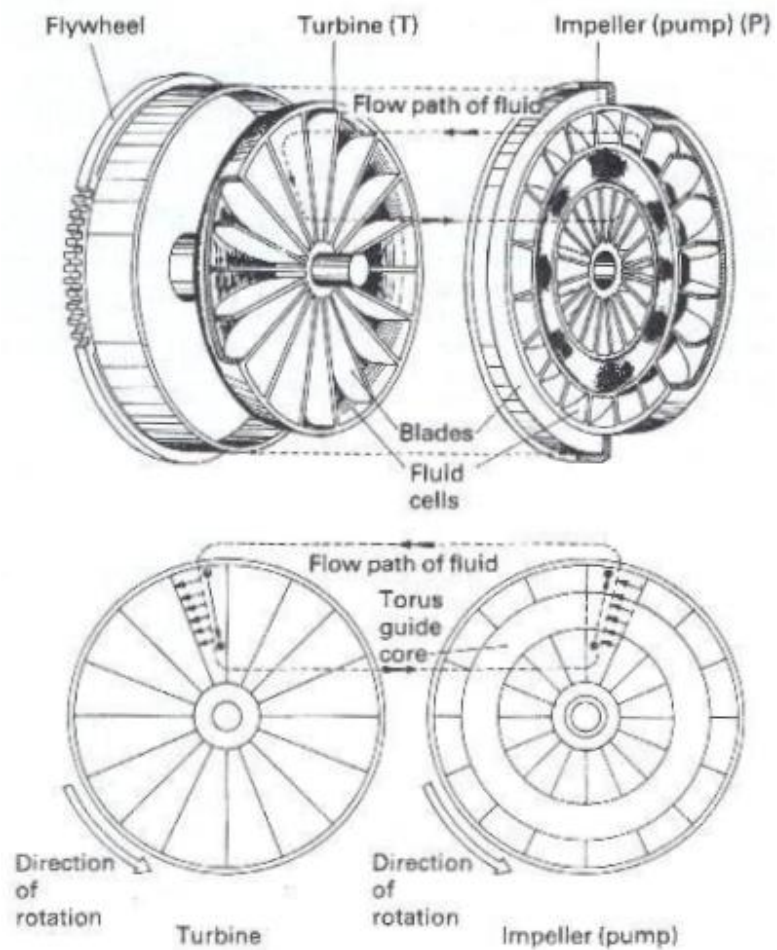
یک کوپلینگ هیدرولیکی شامل یک پمپ (ایمپلر) و یک توربین با پره های داخلی است که روبروی هم قرار گرفته اند. پمپ بوسیله یک صفحه به فلاپویل متصل است و توربین نیز به شافت ورودی گیربکس متصل می شود. پمپ عضو محرک و توربین عضو متحرک است. (شکل ۲۱-۱)

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 ایمپلر بوسیله 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 ایمپلر ایجاد می شود. به عبارت دیگر سیال حول دایره ای که محور آن میل لنگ و محور ورودی گیر بکس 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 ایمپلر پرتاب می کند. بخاطر انحناء ایمپلر هنگامی که سیال به کناره های خروجی ایمپلر 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.

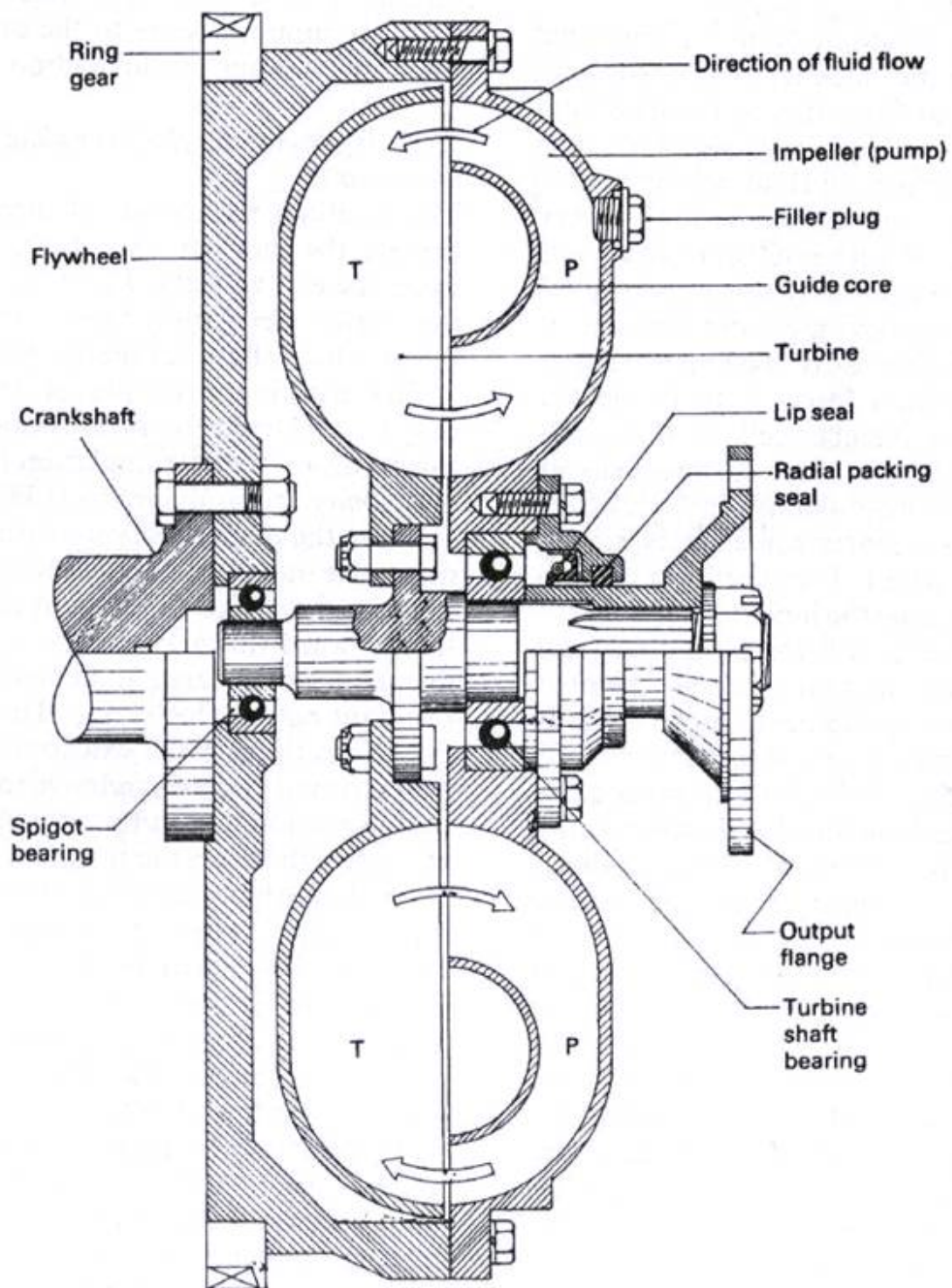
سیال در کوپلینگ هیدرولیکی بطور همزمان هر دو مسیر دورانی و گردابی را می پیماید. جریان دورانی که به وسیله ایمپلر ایجاد می شود گشتاور چرخشی موتور را حمل می کند. گشتاور بدون جریان گردابی که سیال را از ایمپلر تا توربین حرکت می دهد نمی تواند به گیر بکس منتقل شود.

نیروی چرخشی پره های ایمپلر به صورت ترکیبی از جریان های گردابی و چرخشی سیال بر روی پره های توربین اعمال می شود. سیالی که ایمپلر 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.



شکل ۱-۲۱ اجزا و عملکرد کوپلینگ هیدرولیکی

مسیر جریانهای ترکیب شده یک نیروی برآیند تولید می کند که از ایمپلر 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. (شکل ۱-۲۲)



شکل ۲۲-۱ نمای کلی از یک کوپلینگ هیدرولیکی

مبدل گشتاور

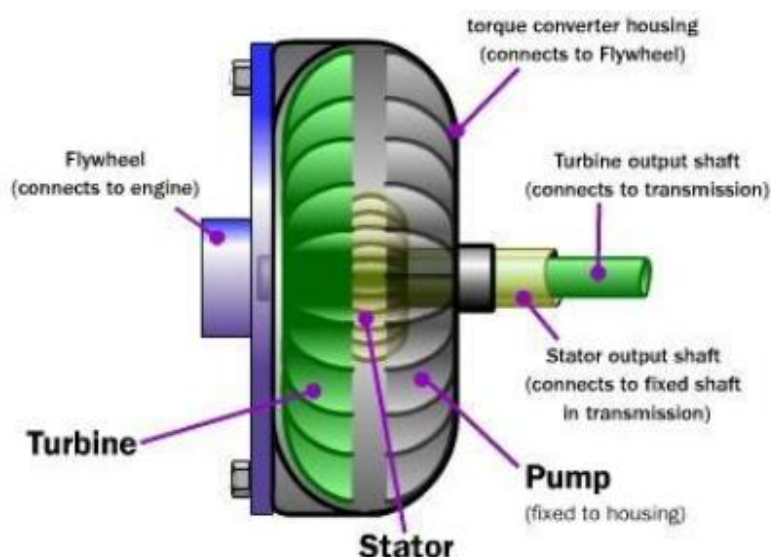
مبدل گشتاور شامل سه عضو است که در داخل محفظه ای که بوسیله پمپ گیربکس پر از روغن می شود قرار دارند. این سه عضو عبارتند از :

- ایمپلر Impler

- توربین Turbine

- استاتور Stator

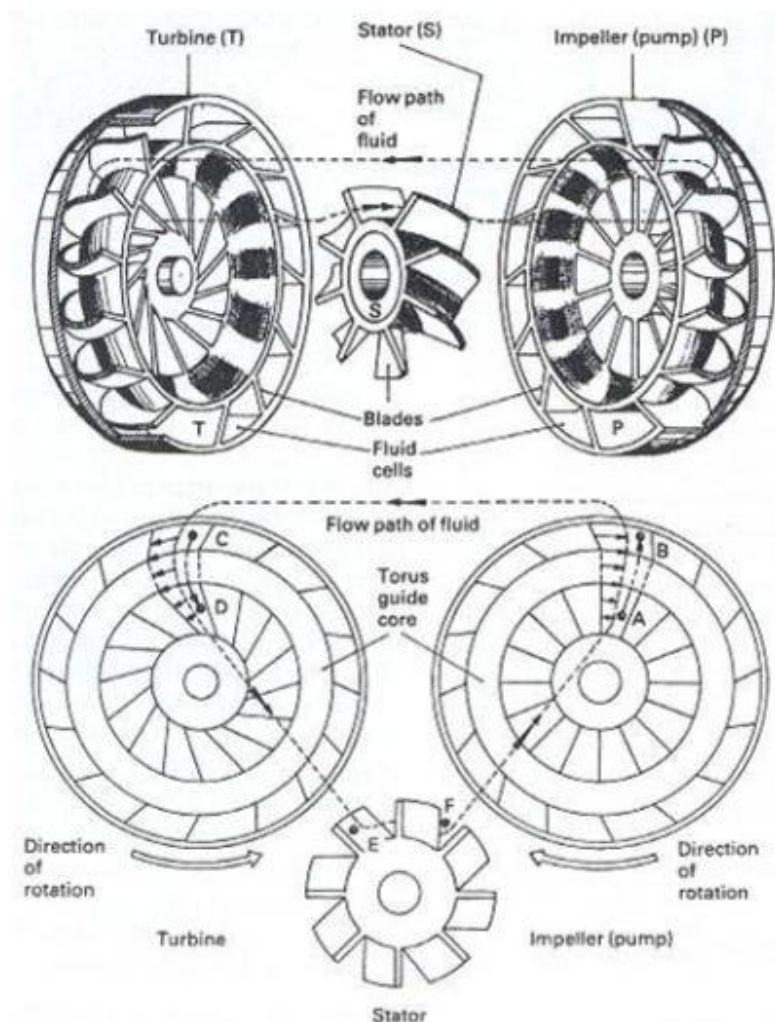
تعداد پره های پمپ و توربین برابر نیستند و برای جلوگیری از ایجاد ضربه و تشدید در چرخش آنها معمولاً دو سه پره با هم اختلاف دارند. (شکل ۱-۲۳)



شکل ۱-۲۳ اجزای مختلف 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 کویلینگ هیدرولیکی به طرف توربین پرتاب می شوند. بزرگترین اختلاف بین جریان روغن درون مبدل درمقایسه با کویلینگ این است که در مبدل هنگام کم بودن سرعت افزایش گشتاور ایجاد می شود. افزایش گشتاور هنگامی که روغن پره های 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 ایمپلر را به تیغه بعدی توربین هدایت می کنند. نیروی جریان

روغن از استاتور، با شتاب دادن به جریان روغن در حال ارسال از ایمپلر مقدار گشتاور منتقل شده از ایمپلر به توربین را افزایش می دهد. این حالت مرحله افزایش گشتاور نامیده می شود. (شکل ۱-۲۴)



شکل ۱-۲۴ اجزا و عملکرد عملکرد مبدل گشتاور

افزایش گشتاور زمانی صورت می گیرد که جریان گردابی یک چرخش کامل از ایمپلر به توربین و دوباره از طریق استاتور به ایمپلر انجام دهد. این حالت بدین معنی است که تورک کنورتور، گشتاور موتور را به تناسب نسبت سرعت بین ایمپلر و توربین افزایش می دهد. در نسبت سرعت های پایین هنگامی که ایمپلر 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 ایمپلر 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

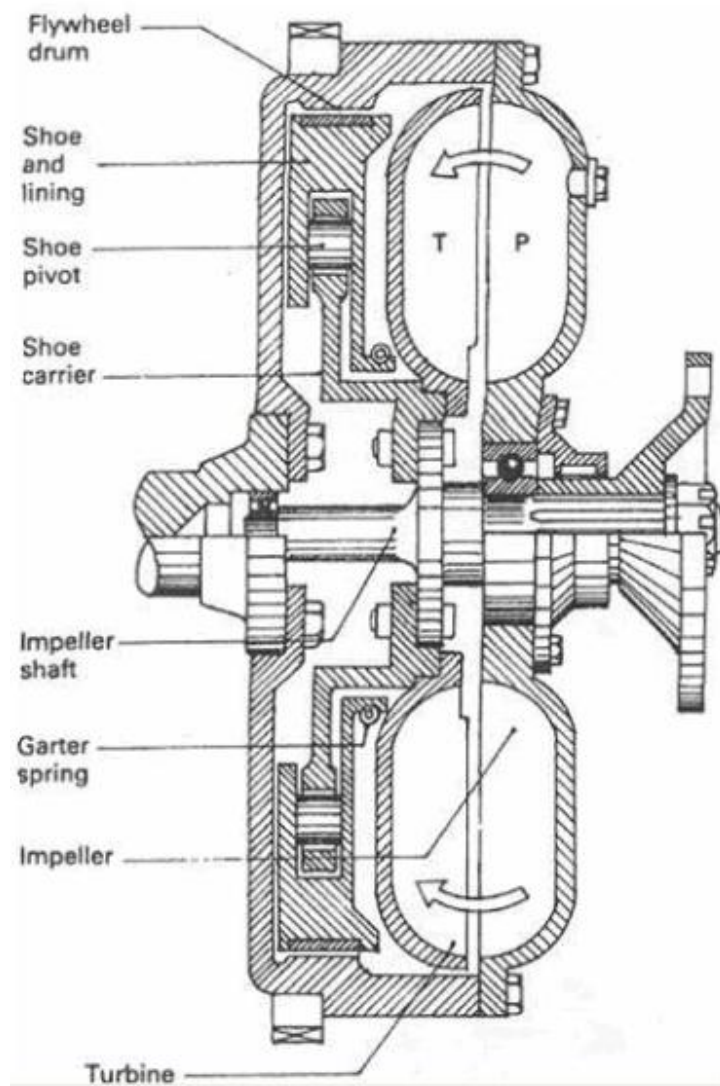
افزایش گشتاور کمترین مقدار است. هنگامی که نسبت سرعت ایمپلر و توربین به ۹۰٪ برسد، جریان روغن در مبدل تقریباً دورانی می شود و زاویه جریان روغن از توربین به استاتور به خط مستقیم نزدیکتر می گردد. در نتیجه جریان روغنی که به قسمت محدب (پشت پره) استاتور برخورد می کند بیشتر از قسمت مقعر است. هنگامی که سرعت جریان روغن افزایش یابد بطوریکه بتواند استاتور رادر جهت عقربه های ساعت بگرداند، ایمپلر، توربین و استاتور در یک جهت و تقریباً با یک سرعت می چرخند. این مرحله کوپلینگ مبدل نامیده می شود.

از مزایای مهم استفاده از مبدلهای گشتاور نسبت به کلاچهای معمولی این است که انتقال گشتاور در خودروهایی شامل مبدلها 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 مبدلها این است که در دنده های درگیر نیز مقداری لغزش خواهیم داشت و همانند کلاچهای اصطکاکی در هنگام درگیری مداوم راندمان ۱۰۰٪ را نخواهیم داشت. راندمان یک کلاچ هیدرولیک را اینگونه می توان محاسبه نمود:

$$100 \times \text{توان محور ورودی کلاچ} / \text{توان محور خروجی کلاچ} = \text{راندمان کلاچ هیدرولیک}$$

اخیراً برای جبران این نقیصه از مبدل گشتاور اصطکاکی استفاده می کنند. (شکل ۱-۲۵) در این نوع مبدلها از مزایای کلی مبدلها استفاده می شود با این تفاوت که جهت رفع لغزش در هنگام درگیری دائمی، سیستم کلاچ اصطکاکی که در کنار مبدل گشتاور قرار دارد مورد استفاده قرار می گیرد، در واقع در این حالت پمپ و توربین کلاً به یک جسم صلب تبدیل شده و با هم شروع به چرخش می کنند.

از دیگر مزایای مبدلهای گشتاور نسبت به کلاچهای اصطکاکی این است که تقریباً 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.



شکل ۱-۲۵