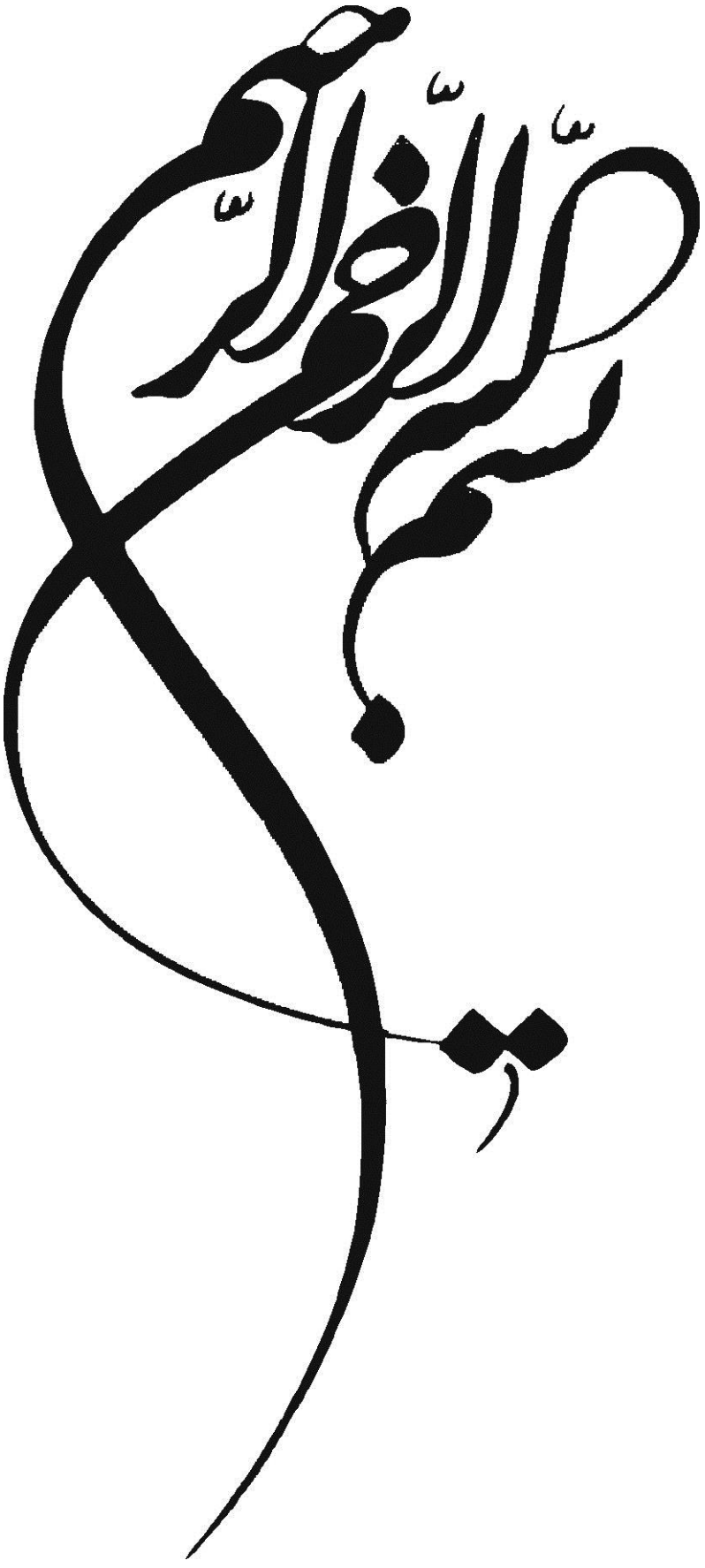

بسم الله الرحمن الرحيم

Differential

by: Mohammad Javad Emadi

Dr Hooman naimi

تاریخچه:

اتومبیل به شکل کنونی اش، در یک روز و به وسیله یک مخترع به وجود نیامده بلکه در طول زمان تکامل پیدا کرده است. تخمین زده می شود که بیش از ۱۰۰ هزار حق امتیاز و اختراع ثبت شده، اتومبیل مدرن را به وجود آورده باشد. اما می توانیم به تعدادی از اولین ها اشاره کنیم.

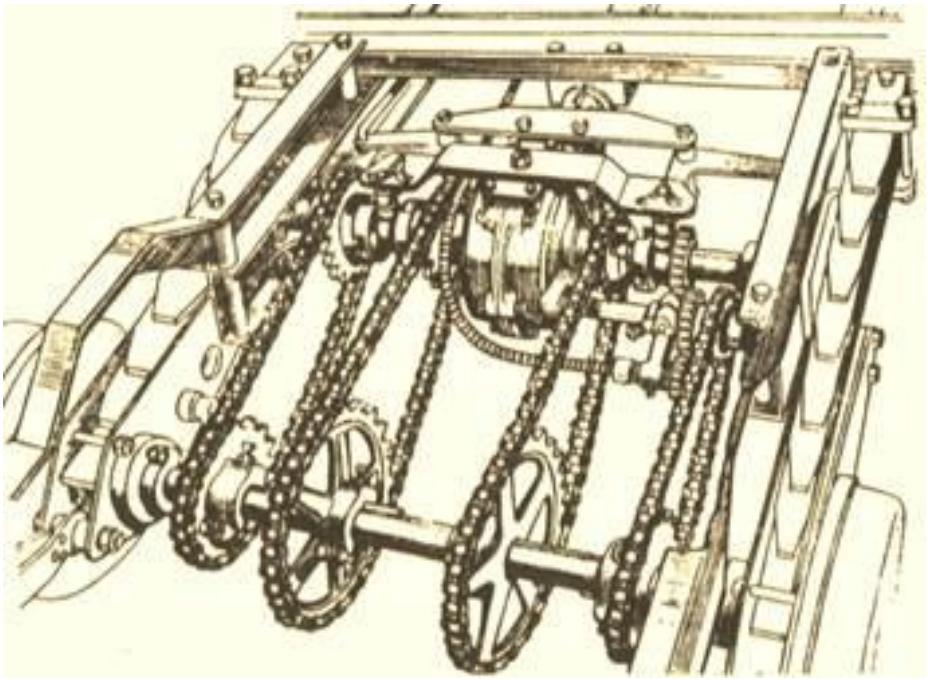
اولین نقشه های تئوریک برای یک وسیله نقلیه موتوری به وسیله لئوناردوداوینچی و اسحاق نیوتن کشیده شد.

در سال ۱۷۶۹ اولین وسیله نقلیه جاده ای ساخته شد. این وسیله نقلیه یک تراکتور نظامی بود که توسط مهندس و مکانیک فرانسوی "نیکلاس جوزف کاگنوت" Nicolas Joseph Cugnot اختراع شد. کاگنوت برای این که انرژی وسیله نقلیه اش را تأمین کند از موتور بخار استفاده کرد. او این وسیله نقلیه را تحت آموزش و راهنمایی انبار مهمات و زرادخانه جنگی پاریس و به وسیله یک مکانیک ساخت. این وسیله نقلیه توسط ارتش فرانسه مورد استفاده قرار گرفت تا توپی را با سرعت ۲/۵ متر در ساعت روی سه چرخ به دنبال خود بکشد. این وسیله نقلیه باید هر ده تا ۱۵ دقیقه متوقف می شد تا انرژی بخارش تجدید شود. موتور بخار و دیگ بخار از بقیه وسیله نقلیه جدا بود و در بخش جلویی جا داشت. در سال بعد (۱۷۷۰)، کاگنوت سه چرخه ای با نیروی بخار ساخت که می توانست چهار مسافر را حمل کند.

واگن بخار کاگنوت در ۱۷۷۱

بعد از کاگنوت چند مخترع دیگر نیز وسایل نقلیه ای که با انرژی بخار حرکت می کردند را طراحی کردند.

- وسیله نقلیه کاگنوت به وسیله یک فرانسوی به نام وانسیفور رکویر onesiphore recqueur اصلاح شد و پیشرفت کرد. وی کسی بود که اولین ابزار دیفرانسیل را اختراع کرد.



دیفرانسیل خودرو و نحوه عمکرد آن:

دیفرانسیل وسیله‌ای است که گشتاور انتقالی از موتور را دو قسمت می‌کند تا هر قسمت جداگانه چرخی را به گردش درآورد.
دیفرانسیل سه کار را انجام می‌دهد:

۱. فرستادن قدرت موتور به چرخها
۲. عملکرد به عنوان آخرین مرحله کاهش دنده در خودرو

۳. تغییر جهت نیرو
۴. انتقال قدرت به چرخها در حالیکه چرخها با سرعتهای متفاوت گردش می‌کنند.(اسم دیفرانسیل برگرفته از این وظیفه آن است)

ضررت استفاده از سیستم دیفرانسیل:

چرخهای اتومبیل با سرعت‌های متفاوت می‌چرخند. به ویژه هنگام پیچیدن اتومبیل. چرخ داخلی نسبت به چرخ خارجی مسافت کمتری را طی می‌کند. از آنجایی که سرعت برابر است با جابجایی تقسیم بر زمان جابجایی، چرخی که مسافت کمتری را طی می‌کند سرعتش هم کمتر است. البته چرخهای جلو هم نسبت به چرخهای عقب مسیر متفاوتی را طی می‌کنند.
برای چرخهایی که پیشران نیستند و نیروی موتور به آنها منتقل نمی‌شود مشکلی پیش نمی‌آید. مانند چرخهای جلو در یک اتومبیل که چرخهای عقب پیشران هستند و یا چرخهای عقب در اتومبیلی که چرخهای جلو پیشران هستند. اما چرخهای پیشران به هم متصل‌اند بطوریکه یک موتور واحد و یک سیستم انتقال قدرت واحد آنها را به گردش درمی‌آورد. اگر ماشین

دیفرانسیل نداشته باشد، چرخها به همدیگر قفل خواهند شد پس می‌بایست همیشه با سرعت‌های برابر گردش کنند. با این شرایط پیچیدن اتومبیل با مشکل مواجه می‌شود و یکی از چرخها باید روی زمین بلغزد. با وجود چرخهای مدرن امروزی و خیابان‌های بتنی، نیروی زیادی برای لغزاندن یک چرخ لازم است و این نیرو باید از طریق محور چرخها از یک چرخ به چرخ دیگر منتقل شود که این کار کشش زیادی را بر محور چرخها وارد خواهد کرد.

دیفرانسیل چیست؟

دیفرانسیل وسیله‌ای است که گشتاور انتقالی از موتور را دو قسمت می‌کند تا هر قسمت جداگانه چرخی را به گردش درآورد. دیفرانسیل روی تمام اتومبیل‌ها و کامیون‌های جدید یافت می‌شود . همچنین روی بسیاری از اتومبیل‌هایی که قدرت به چهار چرخ منتقل می‌شود. در اتومبیل‌هایی که نیرو بطور مداوم به چهار چرخ منتقل می‌شود، بین هر دو چرخ به یک دیفرانسیل نیاز است و همچنین باید یک دیفرانسیل بین چرخهای عقب و جلو وجود داشته باشد. چرا که چرخهای جلو ضمن پیچیدن اتومبیل مسیر متفاوتی را نسبت به چرخهای عقب طی می‌کنند.

در اتومبیل‌هایی که می‌توان نیرو را به یکی از محورها به دلخواه منتقل و یا قطع کرد به دیفرانسیل بین چرخهای عقب و جلو نیازی نیست. در عوض هنگام استفاده از هر دو محور برای انتقال قدرت چرخهای عقب و جلو به هم قفل می‌شوند. بنابراین چرخهای عقب و جلو باید با سرعت‌های متوسط برابر طی مسیر کنند.

دیگروظایف:

کاهش دور و افزایش گشتاور :

برای ازدیاد قدرت کششی اتومبیل ، دیفرانسیل بایسیتی گشتاور دریافتی را افزایش دهد . نسبت کاهنده ی دور در دیفرانسیل به وسیله پینیون و کرانویل صورت می گیرد . چنانچه تعداد دندانه های پینیون و کراویل را مساوی انتخاب کنیم هیچ تغییر کوپلی نخواهیم داشت ، ولی شرایط ایجاب می کند ، توان منتقله به چرخ ها دارای سرعت کم و نیروی زیاد باشد . به نسبتی که سرعت در دیفرانسیل کم می شود ، تعداد دندانه های کرانویل نسبت به پینیون بیشتر انتخاب می شود .

برای مثال : دیفرانسیل فولکس واگن ۱۲۰۰ را در نظر می گیریم که تعداد دندانه های چرخ دنده پینیون و کرانویل آن به ترتیب ۸ و ۳۵ می باشد . تعداد دندانه های محرک زوج و تعداد دندانه های دنده های متحرک ، فرد می باشند تا نسبت تبدیل ، یک عدد صحیح نباشد . به این ترتیب سائیدگی یکنواخت دنده های پینیون و کرانویل فراهم می شود . نسبت تبدیل در مثال فوق ۴,۳۷۵۱ می باشد که از تقسیم ۳۵ بر ۸ به دست می آید . به کمک این نسبت می توانیم تعداد دوران چرخ های عقب را با داشتن دوران محور اصلی جعبه دنده حساب کنیم .

مثلا اگر تعداد دور پینیون ۶۰۰ دور در دقیقه باشد ، چرخ های عقب هرکدام دور در دقیقه ۱۳۷ = ۶۰۰۴,۳۷۵ می گردند .

نسبت تبدیل در ماشین های سواری حدود ۳,۵۱ تا ۴,۵۱ و در ماشین های باری و سنگین حدود ۱۰۱ می باشد .

تغییر جهت نیرو :

تغییرات اساسی دیفرانسیل در خط نیرو تغییر جهت دور و تبدیل سرعت به قدرت است که به وسیله پینیون و کرانویل (مکانیزم انتقال و تبدیل نیرو) صورت می گیرد . چون خط نیروی محرک و محور خروجی گیربکس در امتداد طول اتومبیل قرار گرفته اند و محورهای محرک چرخ های عقب (میل پولوس ها) درامتداد عرضی اتومبیل واقع شده اند ، لازم است از مکانیزمی استفاده شود که نیرو را تحت زاویه ۹۰ درجه بر چرخ های متحرک اتومبیل منتقل کند ، این عمل به وسیله ی درگیری پینیون و کرانویل انجام می شود .

تقسیم نیرو بین چرخ ها :

زمانیکه اتومبیل در خط مستقیم و در جاده های مسطح حرکت می کند ، هر دو چرخ محرک دوران مساوی داشته و در این شرایط نیروئی که از پینیون به کرانویل منتقل می شود از طریق هوزینگ (جعبه ی تعدیل) به دنده های هرزگرد و از آنجا به دنده های سر پولوس و در نتیجه به چرخ ها می رسد . (برای سادگی مطلب می توان فرض کرد که دنده های هرز گرد به دنده های سر پولوس جوش خورده اند) بنا بر این دور چرخ ها مساوی بوده و هر کدام دورانی به اندازه دور کرانویل خواهند داشت .

تنظیم دور (دور زدن سر پیچها) :

حرکت اتومبیل در پیچ ها باعث دوران دنده ها هرزگرد حول محورشان می شود در نتیجه سرعت دورانی پولوس ها مساوی نخواهند بود . مثلا هنگام گردش ، چرخ داخلی پیچ تحت قوه ثقل و سنگینی اتومبیل و نیرویی که در اثر این عوامل به آن وارد می شود کمتر دوران می کند ولی چرخ خارجی که آزادی بیشتری دارد دورانی بیش از چرخ داخلی دارد . چون ارتباط هوزینگ به وسیله هرزگرد ها با دنده های پولوس برقرار می باشد ، لذا دنده های هرز گرد که سعی می کنند با نیروی وارده چرخ سمت داخل را بچرخانند موفق نشده و در نتیجه شروع به چرخش حول محور خود می کنند ، این عمل تا زمانی ادامه دارد که عکس العمل قوه ی ثقل روی چرخ داخل پیچ وارد شود و به مجرد این که اتومبیل در مسیر مستقیم قرارگرفت نیروی ثقل از چرخ داخل برداشته شد ، هرزگرد متوقف می شود و دوباره پولوس ، تابع چرخش کرانویل خواهد شد .

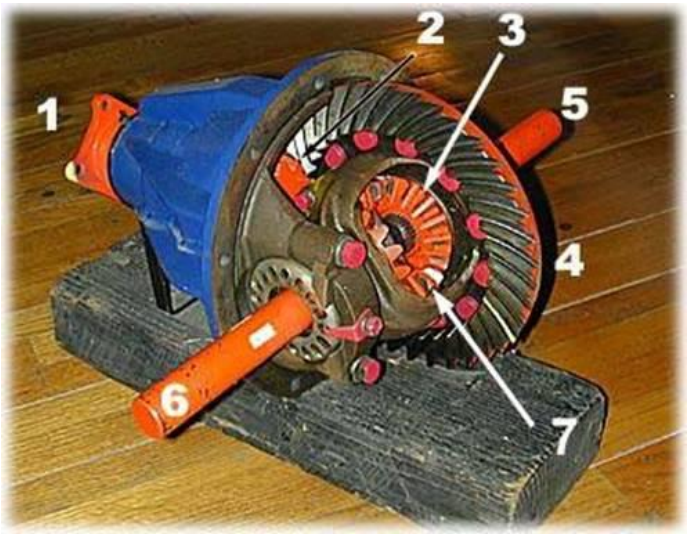
به طور مثال : در موقع حرکت صفوف نظامیان این امر کاملا مشهود است . زمانیکه فرمانده ستون دستور پیچیدن به چپ یا راست را صادر می نماید . نفر داخل پیچ گامهای کوچکی برداشته و به ترتیب نفرات خارج پیچ گامهای خود را بلند تر می کند تا عمل پیچیدن با نظم کامل صورت گرفته و ضمنا صفوف نیز بر هم نخورد .

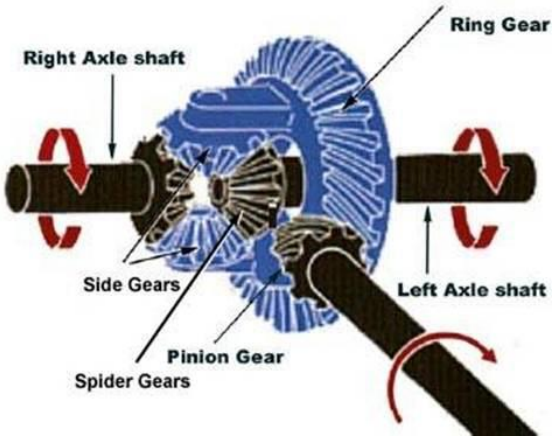
هنگامیکه اتومبیل می خواهد بپیچد ، نیروی وارده به یکی از محورهای پولوس بیش از دیگری است ، در نتیجه سرعت آن چرخ هم بیشتر از چرخ دیگر است.

اجزای سیستم دیفراسیل خودرو:

۱- هوزینگ ۲- واشر مسی ۳- دنده پلوس ۴- هرز گرد ۵- دنده پلوس ۶- کرانویل

هنگام طی مسیر منحنی یا دور زدن چرخ داخلی چون مسیر کوتاه تری را طی می کند باید دور کمتری نسبت به چرخ خارجی بزند در این حال هرز گرد مربوط به دنده پلوس چون نمی تواند تمامی دنده را دور جعبه دنده هوزینگ منتقل کند سرعتش کم می شود و در نتیجه روی ان لغزیده و بنابراین حول محور خود به دوران در می ایند این حرکت اضافی به دنده پلوس دیگر منتقل شده و ان را با دور بیشتری می گرداند چرخ خارجی دور بیشتری و مسافت بیشتری را طی می کند دنده هرز گرد تنها هنگامی طی مسیرهای منحنی یا دور زدن عمل نمی کند بلکه در مواقعی که به نحوی اصطکاک بین دو چرخ متفاوت باشد یا بار یکی از لاستیکها از دیگری کمتر باشد وارد عمل می گردد هرگاه مثلا چرخی در سطح متفاوت زمین یخ زده قرار گیرد و چرخ دیگر در سطح خشک در این حال چرخ با اصطکاک کم تا دو برابر دور جعبه هوزینگ می گردد در حالی که چرخ دیگر حرکتی ندارد و در این حال وسیله نقلیه قدرت حرکت را نخواهد داشت زیرا نیروی اصطکاک موجود در چرخ در حال بکسواد کافی برای اتومبیل نیست برای این گونه موارد در بعضی از وسایل نقلیه سنگین از قفل کن دیفرانسیل استفاده می کنند قفل کن دیفرانسیل دو پلوس را با یکدیگر یک پارچه می کند و اتومبیل را در مکان برفی و غیره ممکن می سازد





دیفرانسیل و مشکلات آن:

دیفرانسیل باز:

وقتی که اتومبیل روی جاده در خط مستقیم حرکت می‌کند، چرخها با سرعت‌های برابر می‌چرخند. پینین ورودی چرخدنده حلقه‌ای و محفظه جدا کننده را می‌چرخاند. در این شرایط هیچ کدام از چرخدنده‌های داخل محفظه نمی‌چرخند و دو چرخدنده پهلویی به محفظه قفل شده‌اند.

توجه داشته باشید که پینین ورودی نسبت به چرخدنده حلقه‌ای کوچکتر است. این آخرین مرحله کاهش دنده در اتومبیل است. اصطلاحات "نسبت محور عقب" یا "آخرین نسبت رانندگی" را شنیده‌اید این اصطلاحات به نسبت کاهش دنده در دیفرانسیل اشاره دارند.اگر نسبت محور عقب ۴,۱۰ باشد نسبت تعداد دندانه های چرخدنده حلقه ای به پینیون ورودی ۴,۱۰ خواهد بود.

وقتی که اتومبیل می‌پیچد چرخها باید با سرعت‌های متفاوت بچرخند:

چرخدنده‌های داخل محفظه همزمان با شروع به پیچیدن اتومبیل شروع به گردش می‌کنند با این کار این امکان برای چرخها فراهم می‌شود که با سرعت‌های متفاوت بچرخند. چرخ داخلی نسبت به محفظه با سرعت کمتری می‌چرخد در حالی که چرخ بیرونی نسبت به محفظه سریعتر می‌چرخد.

دیفرانسیل‌ها و اصطکاک:

دیفرانسیل باز همواره گشتاورهای برابری را به هرکدام از چرخها منتقل می‌کند. دو عامل تعیین کننده بر مقدار گشتاور اعمالی به چرخها وجود دارد: تجهیزات و اصطکاک. در محیط های خشک که به مقدار کافی اصطکاک وجود دارد، مقدار گشتاور اعمالی به چرخها به وسیله موتور و چرخدنده‌ها محدود می‌شود. در محیط‌هایی که اصطکاک کم است مانند رانندگی برروی یخ گشتاور اعمالی به بیشترین مقدار گشتاوری که از لغزیدن چرخ در این شرایط جلوگیری کند محدود است. بنابراین اگرچه موتور ماشین قابلیت تولید توان بیشتری را دارد اما باید اصطکاک کافی برای انتقال آن به زمین موجود باشد. اگر بعد از اینکه چرخها شروع به لغزیدن کردند بیشتر گاز بدهید فقط چرخها با سرعت بیشتری می‌چرخند.

حرکت روی لایه نازک یخ:

اگر تا به حال برروی یخ رانندگی کرده باشید، شاید حقه‌ای را که به وسیله آن شتاب گیری آسان‌تر است فهمیده باشید. اگر به جای دنده یک با دنده دو و یا حتی دنده سه شروع به حرکت کنید به دلیل عملکرد چرخدنده‌ها در سیستم انتقال قدرت گشتاور کمتری به چرخها منتقل می‌شود و این امر امکان حرکت و شتاب گیری بدون لغزش چرخها را فراهم می‌آورد.

حال اگر یکی از چرخها به اندازه کافی اصطکاک داشته باشد اما چرخ دیگر روی یخ باشد چه روی خواهد داد؟ این جایی است که مشکل دیفرانسیل باز، خود نمایی می‌کند.

به خاطر بیاورید که دیفرانسیل باز گشتاور برابری را به هرکدام از چرخها منتقل می‌کند و حداکثر مقدار گشتاور محدود به بیشترین مقداری است که چرخها نلغزند. گشتاور بالایی برای لغزیدن چرخ روی یخ لازم نیست؛ با این شرایط چرخ با اصطکاک مناسب همان مقدار گشتاور کم را که به چرخ دیگر منتقل می‌شود دریافت خواهد کرد که برای به حرکت درآمدن آن کافی نیست پس ماشین شما حرکت نخواهد کرد.

جدا شدن چرخها از زمین:

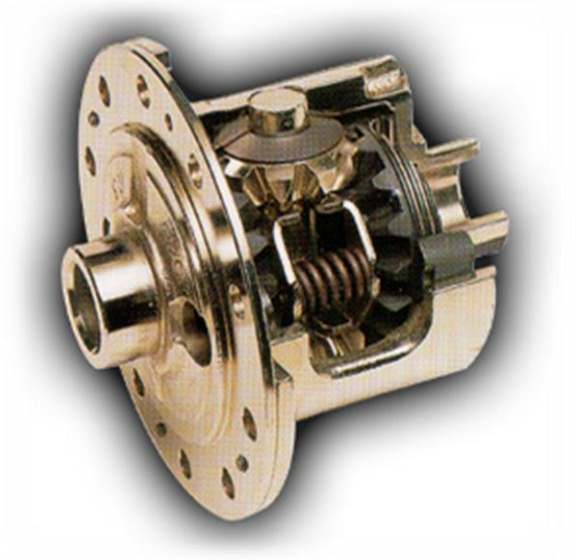
یکی دیگر از مشکلات دیفرانسیل باز زمانی بروز می‌کند که چرخهای اتومبیل از جاده جدا شوند. اگر شما یک کامیون که قدرت به چهار چرخ اعمال می‌شود یا یک داشته باشید که هم محور عقب و هم محور جلو دیفرانسیل باز داشته باشند. به یاد

بیاورید همانطور که قبال گفته شد ، دیفرانسیل آزاد همواره گشتاورهای برابری را به چرخها منتقل می‌کند. اگر یکی از چرخهای عقب و یکی از چرخهای جلو از زمین جداشوند، این چرخها فقط در هوا به دور خود می‌چرخند، پس قادر به حرکت نخواهید بود.
راه حل این مشکل دیفرانسیل لغزش محدود است که به آن پزیترکشن (positraction) نیز می‌گویند. دیفرانسیل لغزش محدود از مکانیزم‌های گوناگونی برای انجام عمل دیفرانسیل هنگام پیچیدن اتومبیل استفاده می‌کند. وقتی که یکی از چرخها لیز می‌خورد این دیفرانسیل این امکان را فراهم می‌کند که گشتاور بیشتری به چرخی که نمی‌لغزد منتقل شود.

انواع دیفرانسیل:

دیفرانسیل لغزش محدود نوع کلاچی:

شاید معمولترین نوع دیفرانسیل لغزش محدود نوع کلاچی LSD باشد.
این نوع دیفرانسیل همه اجزای دیفرانسیل آزاد را دارد. اما مازاد بر آنها یک دسته فنر و یک سری کلاچ را دارا می‌باشد. بعضی از آنها یک کلاچ مخروطی را هم دارند درست مانند هماهنگ کننده در سیستم انتقال قدرت دستی.
فنر چرخدنده های کناری را که به محفظه متصلند به کلاچ ها می فشارد، وقتی که چرخها با سرعتهای برابر حرکت می کنند هر دو چرخدنده کناری همراه با محفظه می چرخند و به کلاچها نیازی نیست. تنها وقتی که عاملی باعث شود که یکی از چرخها نسبت به دیگری با سرعت بیشتر بچرخد به کلاچها نیاز است و آنها وارد عمل می شوند. مانند زمانی که اتومبیل می پیچد کلاچها چرخها را وادار می کنند که با سرعت های برابر بچرخند. اگر یکی از چرخها بخواهد که سریعتر بچرخد باید ابتدا بر کلاچها غلبه کند. سختی فنرهایی که با اصطکاک کلاچها همراهند تعیین کننده مقدار گشتاوری است که برای غلبه بر کلاچها لازم است.
اگر به موقعیتی که یکی از چرخها روی یخ است و دیگری اصطکاک کافی برای حرکت دارد برگردیم: با دیفرانسیل لغزش محدود ، گرچه چرخی که روی یخ است قادر نیست که گشتاور زیادی را به زمین منتقل کند، چرخ دیگر همجنان گشتاور مورد نیاز برای حرکت را دریافت خواهد کرد. گشتاور انتقالی به آن برابر با مقدار گشتاور مورد نیاز برای غلبه بر کلاچها است. نتیجه آن است که شما قادر به حرکت خواهید بود، هرچند که از تمام قدرت اتومبیلتان استفاده نمی کنید.



differential limited slip

کوپلینگ ویسکوز:

کوپلینگ چسبناک غالباً در خودروهایی که قدرت به تمام چرخها منتقل می‌شود به کار می‌رود و معمولا در قسمت میانی بین محور عقب و محور جلو به کار می‌رود تا اگر چرخهای عقب و یا جلو شروع به لغزش کرد گشتاور را به چرخهای دیگر منتقل کند.

همانطور که در تصویر زیر دیده می‌شود این نوع دیفرانسیل شامل دو دسته صفحه است که درون محفظه‌ای که پر از مایع غلیظی است محکم قرار گرفته‌اند. هر دسته از صفحات به یکی از شفت‌های خروجی متصل است. در شرایط عادی هر دو دسته صفحه و مایع غلیظ با سرعت‌های برابر می‌چرخند، اما زمانی که یک دسته از چرخها (جلو یا عقب) با سرعت بیشتری چرخید (شاید به خاطر لیز خوردن آن) دسته صفحه متصل به آن هم نسبت به دسته صفحه دیگر با سرعت بیشتری می‌چرخد، مایع غلیز که بین صفحات گیر کرده است می‌خواهد که با سرعت صفحاتی که سرعتشان بیشتر است بچرخد و صفحه‌هایی را که با سرعت کمتری می‌چرخند با خود می‌چرخاند. با این شرایط گشتاور بیشتری به چرخهایی که نمی‌لغزند و آرامتر می‌چرخند منتقل می‌شود.

وقتی که اتومبیلی می‌پیچد اختلاف سرعت بین چرخها به اندازه زمانی نیست که یکی از چرخها لیز بخورد. با چرخش سریعتر صفحات نسبت به همدیگر گشتاور بیشتری هم از طریق مایع غلیظ منتقل می‌شود. از آنجایی که گشتاوری که هنگام پیچیدن اتومبیل باید منتقل شود بسیار کوچک است این دیفرانسیل مؤثر نخواهد بود. این مطلب یکی از معایب این نوع دیفرانسیل را نشان می‌دهد که : درست هنگام شروع به لغزش یک چرخ هیچ گشتاوری منتقل نمی‌شود.

برای درک هرچه بهتر رفتار کوپلینگ چسبناک از یک آزمایش ساده با یک تخم مرغ کمک می‌گیریم. اگر تخم مرغ را روی میز آشپزخانه قرار دهید، هم پوسته و هم زرده تخم مرغ ثابتند. اگر به طور ناگهانی تخم مرغ را بچرخانید ، برای مدت کمی پوسته نسبت به زرده با سرعت بیشتری حرکت خواهد کرد، اما زرده خیلی زود با پوسته هم سرعت خواهد شد. برای اثبات اینکه آیا زرده هم می‌چرخد، بعد از اینکه تخم مرغ به چرخش درآمد به سرعت آن را متوقف کرده و سپس آن را رها کنید. خواهید دید که تخم مرغ دوباره شروع به حرکت خواهد کرد (البته تخم مرغ باید نپخته باشد). در این آزمایش ما از نیروی اصطکاک بین پوسته و زرده برای به حرکت درآوردن و سرعت گرفتن زرده استفاده کردیم. وقتی که تخم مرغ را متوقف کردیم اصطکاک _ بین پوسته و زرده که هنوز می‌چرخد _ به پوسته نیرو وارد می‌کند و آن را وادار به حرکت می‌کند. در یک کوپلینگ چسبناک نیرو بین صفحات نیرو بین صفحات و مایع غلیظ درست مانند پوسته و زرده تخم مرغ منتقل می‌شود.

دیفرانسیل قفل شدنی و تورسن:

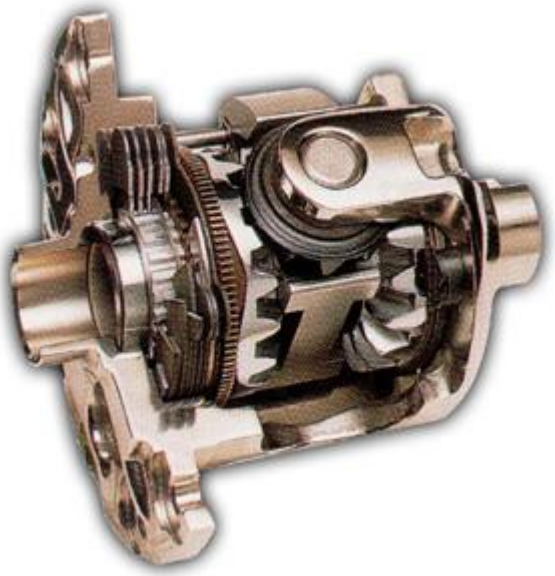
دیفرانسیل قفل شدنی برای خودروها در مسیرهای جاده خاکی مناسب است. این نوع دیفرانسیل اجزایی درست مانند دیفرانسیل باز دارد. به علاوه یک مکانیزم پنوماتیکی یا هیدرولیکی الکتریکی به منظور قفل شدن دو جرخدنده خروجی به همدیگر.

معمولا این مکانیزم به وسیله یک سویچ فعال می‌شود، هنگامیکه فعال شد، هر دو چرخ با سرعت‌های برابری خواهند چرخید. اگر یکی از چرخها از زمین جدا شد، به حال چرخ دیگر فرقی نخواهد کرد. درست همانند زمانی که دو چرخ روی زمین هستند با سرعت‌های برابر خواهند چرخید.

دیفرانسیل تورسن یک وسیله کاملا مکانیکی است و از هیچ گونه سیستم الکترونیکی یا کلاچی و یا مایع غلیظ استفاده نمی‌کند.

کلمه تورسن (torsen) برگرفته از Torque Sensing (حساسیت به گشتاور) است. زمانی که گشتاورهای انتقالی به هر دو چرخ برابرند درست مانند دیفرانسیل باز کار می‌کند. به محض اینکه اصطکاک یکی از چرخها کم شد، اختلاف در گشتاور باعث می‌شود که در دیفرانسیل تورسن چرخدنده‌ها به همدیگر مقید شوند. در این نوع دیفرانسیل طراحی چرخدنده‌ها نسبت تغییر گشتاور را تعیین می‌کند. به عنوان مثال، اگر یک دیفرانسیل تورسن با نسبت ۵:۱ طراحی شده باشد، این دیفرانسیل قادر خواهد بود که گشتاور تا پنج برابر را به چرخی که اصطکاک کافی دارد منتقل کند.

این وسیله معمولا در خودروهای کلاس بالایی که قدرت به تمام چرخها منتقل می‌شود. مانند سیستم کوپلینگ چسبناک، بیشتر برای انتقال قدرت بین چرخهای عقب و جلو به کار می‌رود. در این کاربرد، سیستم تورسن بر سیستم کوپلینگ چسبناک برتری دارد. زیرا این سیستم به چرخهای ثابتی که شروع به لغزش می‌کند گشتاور وارد می‌کند.
اگر یکی از چرخها کاملا از زمین جدا شود، دیفرانسیل تورسن قادر نخواهد بود هیچ گشتاوری را به چرخ دیگر منتقل کند. نسبت تمایل به تغیر گشتاور مقدار گشتاور انتقالی را تعیین خواهد کرد، و پنج برابر صفر همان صفر خواهد بود.



differential limited slip

دو دیفرانسیل:

تاریخچه:

چه عاملی انگیزه ساخت خودروهای دو دیفرانسیل شد؟

می توان گفت ایده اصلی ساخت خودروهای دو دیفرانسیل از ذهن فرماندهان نظامی در جنگ جهانی اول تراوش کرد، جایی که انسان و اسب در میادین باتلاقی و گل آلود جنگ از ادامه راه باز می ایستادند و گاهی جان خود را از دست می دادند. رساندن آذوقه و مهمات به دلیل دشواری مسیر، بسیار مشکل بود و انتقال مجروحان و رساندن کمک به آن ها در مدت زمان کم از آن دشوارتر و این ها همه نیاز به یک وسیله نقلیه چندمنظوره را بیشتر می کرد.

وسیله ای که از ابتدا هم به همین نام شناخته می شد (اتومبیل چندمنظوره) و بعدها هم به همین دلیل جیپ نام گرفت که در اصل پدر اتومبیل های دو دیفرانسیل امروزیست.

نام جیپ از کلمه General Purpose به معنای چندمنظوره که به اختصار (P.G) و در اثر تلفظ زیاد به Jeep بدل شد گرفته شده است.

کمپانی ویلیز (Willys) از اوایل سال ۱۹۳۹ به دنبال ساخت خودرویی سبک برای اهداف شناسایی - نظامی بود، با آغاز جنگ دوم جهانی در سوم سپتامبر همان سال و پیش بینی درگیری آمریکا در این بحران، پیگیری این کمپانی برای ساخت چنین خودرویی بیشتر شد.

در پاییز همان سال کمپانی ویلیز متوجه شد که کمپانی بنتام (Bantam) نیز قصد ساخت وسیله ای با این منظور را دارد. در ژوئن ۱۹۴۰ از سوی ارتش طرح اولیه خودرو و مشخصات فنی آن به صورت یک مناقصه مطرح شد و از بین ۱۳۵ شرکت صنعتی تنها سه کمپانی پا پیش گذاشتند.

کمپانی بنتام، ویلیز و فورد. ولی بعدها کمپانی بنتام از پیگیری ساخت این وسیله نقلیه کناره گرفت.

مشخصاتی که توسط ارتش در اختیار سازندگان قرار گرفته بود بیانگر خودرویی بود که حداکثر حدود ۵۹۰ کیلوگرم وزن داشته باشد، (البته بعدها به دلیل غیرعملی بودن به ۹۷۰ کیلوگرم افزایش داده شد) با موتوری که حداقل گشتاور تولیدی ۱۲۰ نیوتن متر، فاصله محورها ۲۰۳ سانتی متر، عرض محورها ۱۱۹ سانتی متر، ارتفاع از سطح زمین ۲۵ سانتی متر و ظرفیت ترابری ۳۰۰ کیلوگرم.

نمونه اولیه خودرویی که بعدها تبدیل به اولین جیپ نظامی دنیا یعنی (willys MB) ویلیز ام.بی توسط مهندسی اهل دیترویت به نام کارل پرابست (Karl Probst) طراحی شد این خودرو در کمپانی بنتام ساخته شدو تحت آزمایش های سخت و طاقت فرسای ارتش قرار گرفت. ۵۵۰۰ کیلومتر را طی کرد که تنها ۴۰۰ کیلومتر آن جاده آسفالته بود و در انتهای این آزمایش ها داوران نتیجه گیری کردند که این خودرو قدرت فراوان خود را اثبات کرده و تمامی نیازهای آن ها را برآورده خواهد کرد.

سرانجام کمپانی ویلیز و فورد نیز نمونه هایی را بر مبنای طرح های بنتام آماده ساختند. ویلیز در نمونه خود که کوآد (Quad) به معنای چهارگوش نام گذاری شده بود و فورد که در نمونه خود به نام پیگمی (Pygmy) یعنی کوتوله نام داشت هر کدام تغییرات و اصلاحاتی را با صلاحدید خود انجام داده بودند.

به طور مثال ویلیز از موتوری به نام (Go Devil) بهره می گرفت که به دلیل پرقدرت تر بودن آن حتی بیشتر از خواست ارتش هم بود و موتور بنتام را بی ارزش جلوه می داد.

در نهایت با توجه به وضعیت متزلزل اقتصادی و خط تولید ضعیف بنتام و همچنین برتری خودروی ویلیز، قرارداد نهایی به کمپانی ویلیز واگذار شد و چون ارتش در مدت زمان کوتاهی مقدار زیادی از این خودرو را نیاز داشت، کمپانی ویلیز با استفاده از خط تولید کمپانی فورد که در سیستم خطی بسیار پرتوان بود تولید انبوه اولین اتومبیل دو دیفرانسیل جهان را شروع کرد.

در دوران جنگ دوم جهانی ویلیز و فورد بیش از ۷۰۰ ۰۰۰ سفارش دریافت کردند که ۳۳۰ ۰۰۰ دستگاه از این خودروها را که ویلیز (ام.بی) Willys MB نامیده می شد در کمپانی ویلیز ساخته شد. شماره سریال ۱۵۰۰ دستگاه جیپ های اولیه از ۱۰۷۲ تا ۲۵۷۲ و با شماره ثبت w۲۰۱۵۹۱۹- بود که هنوز هم کلکسیونرها در سراسر جهان به دنبال یافتن هر چه بیشتر از این مجموعه اولیه می باشند.

بد نیست بدانیم که از این خودروی چندمنظوره از ابتدای تولدش تا به حال جهت مصارفی مانند خودروی فرماندهی، خودروی شناسایی، خودروی مخصوص حمل تیربار و توپ های سبک، آمبولانس جهت مناطق ناهموار، شخم زدن زمین های کشاورزی، وسیله ای برای برف روبی و پاک کردن معابر، خودروی سمپاشی، و همچنین وسیله ای برای جابجا کردن واگن های قطار در روی ریل راه آهن نیز استفاده شد.

شایان ذکر است که این خودرو در سال ۱۳۲۰ همراه نیروهای مهاجم متفقین به ایران وارد شد و هنوز هم بعضی از نمونه های اولیه آن در روستاها و نقاط دورافتاده کشور در حال کار هستند.

4WDدر مقابل2WD:

در تمام خودروها نیروی موتور یا به چرخ‌های عقب، یا به چرخ‌های جلو و یا به هر چهار چرخ منتقل می‌شود. در اتومبیل‌هایی که نیرو به دو چرخ عقب یا دو چرخ جلو منتقل می‌شود 2WD و در خودروهایی که نیرو به هر چهار چرخ منتقل می‌شود 4WD یا همان دو دیفرانسیل می‌گویند و در دو نوع موقت و دائم هستند که در نوع موقت، راننده بسته به موقعیت، توسط اهرم یا دکمه مخصوص وضعیت آن‌را مشخص می‌کند که نیرو به دو چرخ منتقل شود یا چهار چرخ.

به دودیفرانسیل‌هایی که به طور الکترونیکی نیروی وارد بر چهار چرخ را کنترل می‌کنند، AWDمی‌گویند. همان‌طور که گفته شد در خودروهای 2WD نیرو یا به چرخ‌های عقب منتقل می‌شود یا به چرخ‌های جلو که به اصطلاح به آن‌ها دیفرانسیل عقب (RWD) و دیفرانسیل جلو (FWD) می‌گویند. اکثر خودروهای هاچبک و سدان‌های کوچک و جمع و جور دیفرانسیل جلو می‌باشند و خودروهای اسپرت و سوپرخودروها دیفرانسیل عقب هستند که این موضوع به وضوح در خودروهای دهه هفتاد و هشتاد میلادی نمایان است.

اما از سیستم 4WD یا همان دو دیفرانسیل اغلب در خودروهای شاسی بلند و آف-رود استفاده می‌گردد و پیش‌تر با4X4 مشخص می‌شد که البته در دهه‌های گذشته به نوعی سمبل غرور و افتخار کارخانه سازنده نیز بود! هر کدام از این سیستم‌ها مزایای خاص خود را دارند که به شرح آن‌ها می‌پردازیم:

مزایای 4WD:

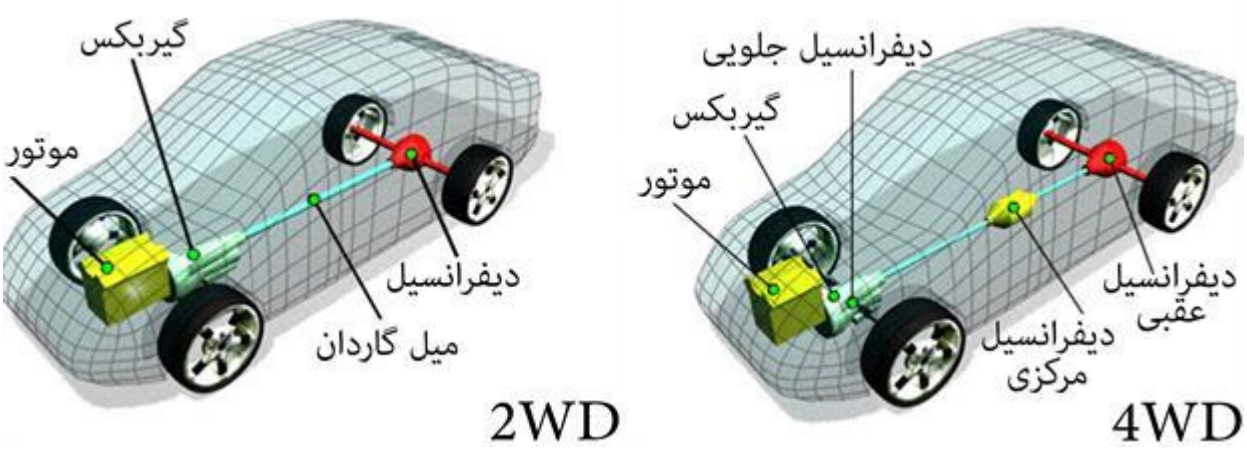
بزرگ‌ترین مزیت یک خودروی دو دیفرانسیل، افزایش چسبندگی و کشش اتومبیل در جاده‌های لغزنده است که بر روی برف، یخ و یا گل و شل، احتمال گیر کردن و از حرکت ایستادن یک خودروی 4WD به مراتب کم‌تر از خودوی 4WD است مگر اینکه هر چهار چرخ با هم گیر کنند و از حرکت بایستند که این امر بسیار کم اتفاق می‌افتد، هم‌چنین سیستم4WD در مسیرهای صعب العبور بسیار به کمک راننده آمده و در حالی که ممکن است فقط یک یا دو چرخ اتومبیل با سطح زمین تماس داشته باشد، کمک شایانی به عبور از مسیرهای ناهموار می‌کند. ناگفته نماند که در برخی از سوپرخودروهای امروزی از سیستم چهارچرخ متحرک خودکار در جهت ایجاد کشش و چسبندگی بیش‌تر به سطح جاده استفاده می‌گردد.

مزایای 2WD:

از این سیستم نیز در خودروهای هاچبک، سدان‌ها و در کل خودروهای شهری و برخی از شاسی بلندهایی که به هدف آف-رود ساخته نشده‌اند، استفاده می‌شود که به صورت دیفرانسیل عقب یا دیفرانسیل جلو هستند. مزیت سیستم 2WD این است که هزینه طراحی،ساخت و نگهداری بسیار پایین‌تری نسبت به 4WD دارند به طوری که برای یک شاسی بلند دو دیفرانسیل باید چندین هزار دلار بیش‌تر نسبت به همان خودرو با سیستم2WD بپردازید. هم‌چنین اتومبیل‌های2WD به لطف وزن کم‌تر نسبت به انواع4WD، دارای مصرف سوخت پایین‌تری هستند.

در نهایت باید گفت اگر واقعاً علاقمند به گشت و گذار در دامن طبیعت هستید و صرفاً به مسیرها و جاده های استاندارد و آسفالت قانع نیستید، اتومبیل 4WD برای شما انتخاب مناسبی است ولی اگر بیش‌تر در سطح شهر تردد دارید و مسیر بین محل کار تا منزل را هر روز می‌پیمایید، پس هزینه اضافی بر دوش خود تحمیل نکنید و با یک خودروی 2WD نیاز روزمره خود را تامین کنید. امیدواریم تا فرهنگ صحیح استفاده و نگهداری از خودرو در کشور ما نیز جا بی‌افتد تا هر شخص بسته به

نیاز واقعی خود اقدام به خرید اتومبیل کند و صرفاً زیبایی ظاهری و یا به اصطلاح "کلاس" خودرو را معیار انتخاب خود قرار ندهد!



4WDدر مقابل2WD

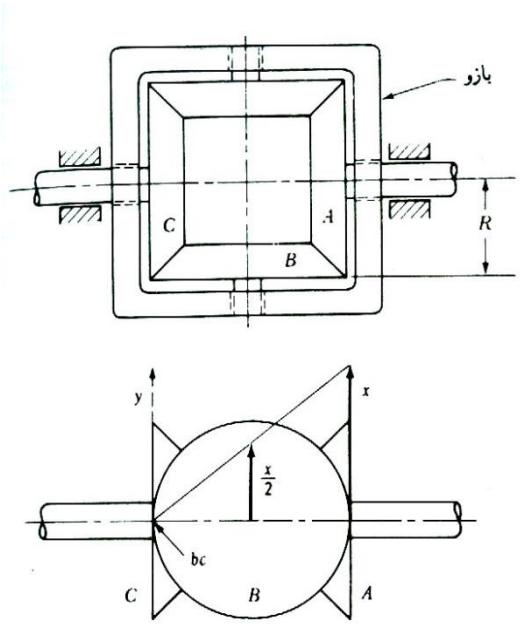
روابط دینامیکی:

دیفرانسیل چرخدنده مخروطی:

دیفرانسیل چرخدنده مخروطی نشان داده شده در شکل مکانیزمی است که برای جمع و تفریق دو متغییر مورد استفاده قرار میگیرد.چرخدنده های AوC یک اندازه میباشند. با در نظر گرفتن سرعت های لحظه ای به سادگی میتوان به طرز کار این مکانیزم پی برد.با فرض اینکه چرخدنده C ساکن بوده باشد فرض میکنیم که سرعت نقطه تماس چرخدنده های AوB برابر x باشد آنگاه از آنجا که bc مرکز آنی چرخدنده های B,C هستند سرعت مرکز چرخ B که میتوان آن را نقطه واقع بر امتداد بازو هم دانست برابر X/2 میباشد به همین ترتیب اگر چرخدنده A ساکن فرض شده و فرض میکنیم که سرعت نقطه تماس C,A برابر y باشد آنگاه سرعت مرکز چرخ B برابر y/2 است پس:

$$\omega_A = \frac{x}{R} \quad و \quad \omega_{arm} = \frac{x}{۲R}$$

$$\omega_C = \frac{y}{R} \quad و \quad \omega_{arm} = \frac{y}{۲R}$$



حال اگر هر دو چرخدنده A,C گردش نمایند ملاحظه میشود که بسته به جهت حرکت A,C سرعت y/2 با x/2 جمع و یا از آن منها میگردد بنابرین:

$$\frac{x/۲ + y/۲}{R} = \omega_{arm} \quad یا \quad \frac{\omega_A}{۲} + \frac{\omega_C}{۲} = \omega_{arm}$$

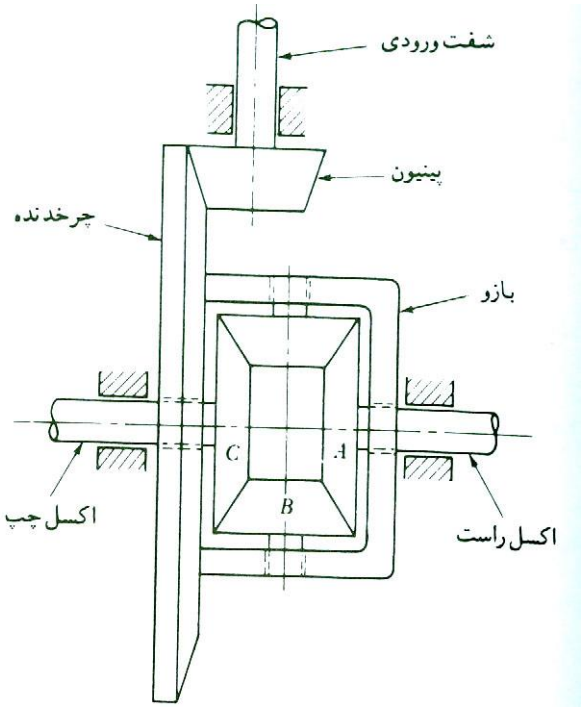
$$\omega_A + \omega_C = ۲\omega_{arm}$$

این رابطه کلی برای یک دیفرانسیل چرخدنده مخروطی می باشد.چون مطابق رابطه به دست آمده سرعت زاویه ای بازو مشتق از سرعت زاویه ای دو چرخدنده A,C می باشد.مکانیزم و یا وسیله فوق را دیفرانسیل میگویند.با توجه به شکل بالا مشاهده میکنیم که اگر سرعت

های زاویه ای A,C چه از نظر مقدار چه جهت یکسان باشند آنگاه سرعت های زاویه ای A,C,arm با هم برابر است.اگر این سرعتها از نظر مقدار مساوی بوده ولی در جهت خلاف یکدیگر بوده باشند آنگاه سرعت زاویه ای بازو برابر صفر است.

شکل زیر یک دیفرانسیل چرخدنده مخروطی است که در اتوموبیل به کار میرود.در حرکت مستقیم اتوموبیل هیچ حرکت نسبی بین چرخدنده های A,B,Cو بازو وجود ندارد.بنابرین:

$$\omega_A = \omega_C = \omega_{arm}$$

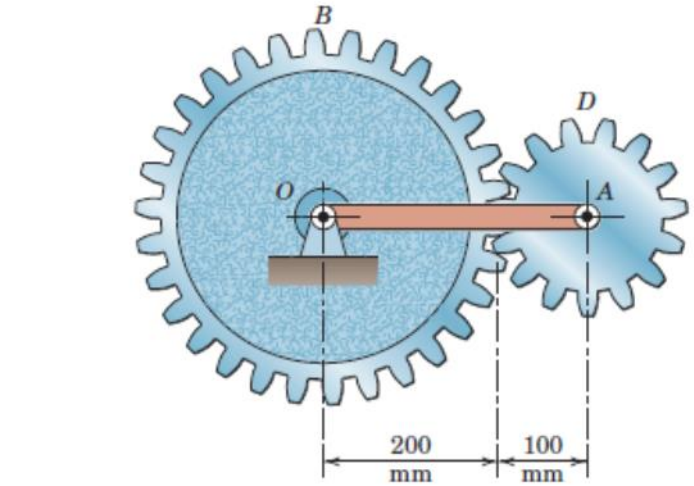


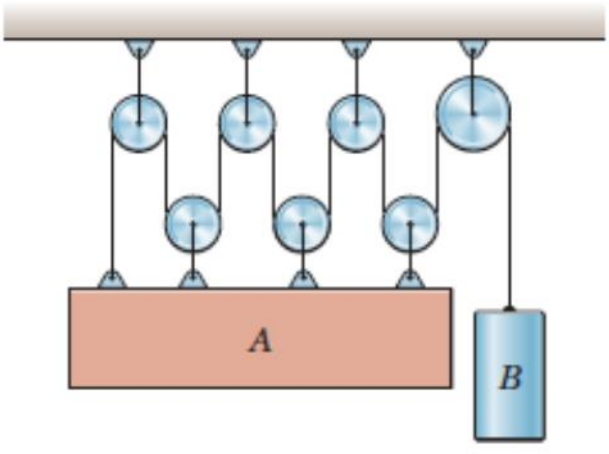
در موقع دور زدن برای آنکه لاستیک ها سر نخورد چرخ خارجی می بایست سرعتش زیاد و چرخ داخلی می بایست سرعتش کم گردد

بحث تکمیلی:

با توجه به مباحثی که تا به حال مطرح شد به نظر میرسد که در یک حرکت مشخص اتوموبیل در سر دور در صورتی که نیرو فرستاده شده از موتور ثابت باشد توان ارسالی به هر دو چرخ یکسان هست وکار دیفرانسیل این است که به یکی از چرخها گشتاوریا نیروی بیشتر بدهد و به دیگری سرعت زاویه ای یا سرعت بیشتر میدهد.با توجه به شکل های زیر موضوع مشخص میشود...

P=M.w





P=F.V

مرجع:

1-www.mercedes.blogfa.com

2- www.inventors.com

3-www.irandeserts.com

4-www.elitemachineco.com

5-www.pedal.ir

6-www.mecanic84.blogfa.com

7-www.pars-khodro.com

۸-اولین دایره المعارف اتومبیل در ایران جلد۳(حسین منوچهر پارسا)

۹-مقاله علی طهوری، دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مکانیک گرایش خودرو دانشگاه علم و صنعت ایران

۱۰-سینماتیک و دینامیک ماشین ها جرج اچ.مارتین