

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بررسی گیربکس‌های اتوماتیک

«فهرست»

مقدمه	۵
۱- تاریخچه گیربکس های اتوماتیک	۶
۲- اصول کار گیربکس های اتوماتیک	۹
۱-۲ گیربکس اتوماتیک از نوع سیاره ای AT	۹
۱-۱-۲ معرفی اجزای گیربکس اتوماتیک AT	۹
۲-۱-۲ گیربکس اتوماتیک AT چگونه کار می کند؟	۱۲
۳-۱-۲ مزایای گیربکس اتوماتیک AT	۱۴
۴-۱-۲ معایب گیربکس اتوماتیک AT	۱۴
۲-۲ گیربکس اتوماتیک از نوع AMT	۱۵
۱-۲-۲ AMT چگونه کار می کند؟	۱۵
۲-۲-۲ قسمت های اصلی این نوع گیربکس	۱۶
۳-۲-۲ مزایای گیربکس AMT	۱۶
۴-۲-۲ محدودیت های گیربکس	۱۷
۲-۳ گیربکس اتوماتیک از نوع CVT	۱۸
۱-۳-۲ CVT چگونه کار می کند؟	۱۸
۲-۳-۲ حالت ترونیک در CVT	۲۰
۳-۳-۲ مزایای گیربکس CVT	۲۱
۴-۳-۲ معایب گیربکس CVT	۲۱
۴-۲ گیربکس اتوماتیک DCT	۲۳
۱-۴-۲ مزایا	۲۵
۲-۴-۲ معایب	۲۶
۵-۲ گیربکس اتوماتیک DSG	۲۷
۱-۵-۲ DSG چگونه کار می کند؟	۲۸
۲-۵-۲ مزایا	۲۹

۳- معرفی مبدل گشتاور و اصول کار آن	۳۰
۳-۱ داخل مبدل گشتاور چه می‌گذرد؟	۳۲
۳-۲ نقاط قوت و ضعف مبدل گشتاور	۳۶
۴- معرفی مکانیزم تغییر دنده	۳۸
۵- معرفی چند نمونه گیربکس اتوماتیک به کار رفته در خودروهای داخلی	۳۹
۵-۱ کدام خودروها در ایران گیربکس CVT دارند؟	۳۹
۵-۲ کدام خودروها در ایران گیربکس AMT دارند؟	۴۲
۵-۳ کدام خودروها در ایران گیربکس DCT دارند؟	۴۳
نتیجه‌گیری	۴۴
منابع	۴۵
ضمیمه	۴۷

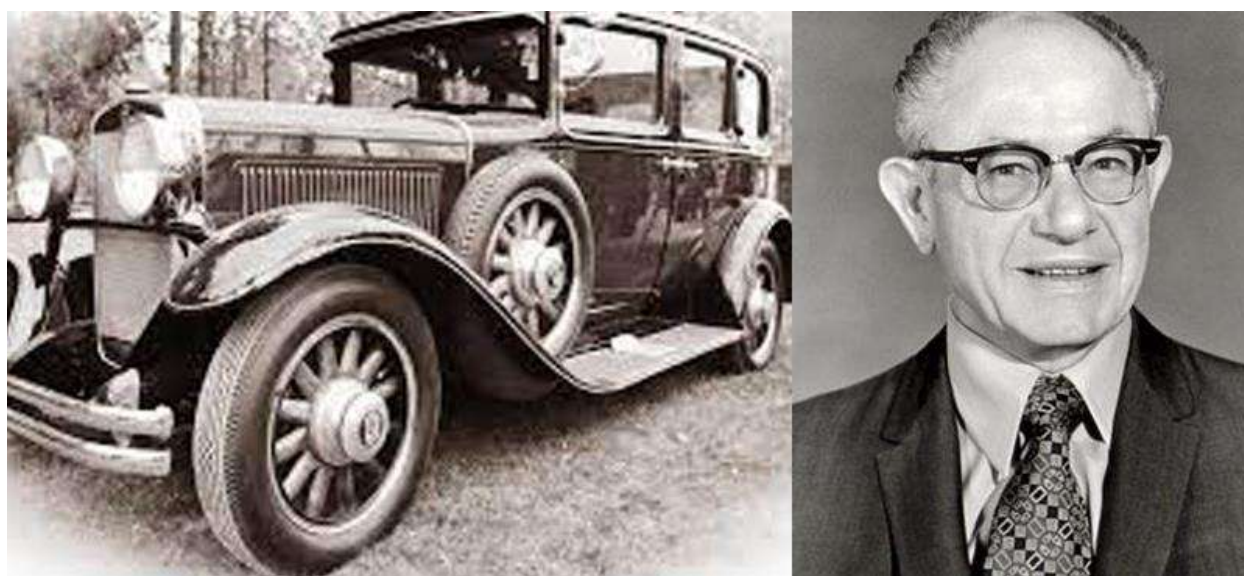
گیربکس اتوماتیک نوعی جعبه دنده و دستگاه انتقال نیرو در خودرو است که می‌تواند دنده را بدون نیاز به هیچگونه ورودی و دخالت دستی از جانب راننده تغییر داده و سرعت اتومبیل را تنظیم نماید. این سیستم در واقع تنظیم سرعت و انتقال نیرو از موتور به چرخ‌ها را به صورت خودکار و بر اساس شرایط انجام می‌دهد. گیربکس اتوماتیک با دارا بودن اجزاء مکانیکی و الکترونیکی، توانایی تغییر دنده‌ها بدون نیاز به استفاده از کلاچ را فراهم می‌کند؛ یعنی برخلاف گیربکس دستی که برای تعویض دنده به پدال کلاچ نیاز دارد، گیربکس اتوماتیک دارای کلاچ نبوده و این عضو به طور کلی از آن حذف شده است.

گیربکس اتوماتیک به صورت کاملاً خودکار، بهترین و مناسب‌ترین دنده و سرعت را بر اساس شرایط رانندگی تنظیم می‌کند که این امر منجر به بهبود عملکرد و کارایی موتور اتومبیل خواهد شد. گیربکس اتوماتیک در هنگام ترافیک به شما امکان می‌دهد تا بدون نیاز به تغییر دستی دنده و استفاده مداوم از کلاچ، به راحتی و تنها با فشردن پدال گاز، رانندگی کنید. تغییر دنده‌ها در گیربکس اتوماتیک به صورت پیوسته و بسیار سریع انجام می‌شود، بنابراین اتومبیل شما در شرایط مختلف عملکرد بهتری خواهد داشت و میزان مصرف سوخت نیز تا حدی کاهش پیدا می‌کند.

در این تحقیق ابتدا به تاریخچه گیربکس اتوماتیک اشاره کرده و سپس عملکرد و ویژگی‌های گیربکس اتوماتیک را مورد بررسی قرار داده و شما را با انواع گیربکس اتوماتیک آشنا خواهیم کرد. در نهایت به معرفی چند نمونه گیربکس اتوماتیک به کار رفته در خودروهای داخلی خواهیم پرداخت.

۱- تاریخچه گیربکس‌های اتوماتیک

در تاریخچه گیربکس اتوماتیک بسیاری اسکار اچ بانکر را به عنوان پدر گیربکس اتوماتیک یاد می‌کنند. البته بهتر است بدانید که پیش از اسکار، فردی به نام هورنر مونرو به عنوان یک مهندس بخار، تقریباً چهارده سال قبل از او اقدام به طراحی اولین گیربکس اتوماتیک کرده بود که با فشار هوا کار می‌کرد. از آنجایی که گیربکس اتوماتیک طراحی شده توسط هورنر مونرو با کمبود قابلیت‌ها مواجه بود، این اختراع در سطح جهانی به فروش نرسید. به همین دلیل از هورنر مونرو به عنوان اولین کسی که گیربکس اتوماتیک را اختراع کرد یاد نمی‌شود.



گیربکس هیدرولیک

گیربکس اتوماتیک هیدرولیک در سال ۱۹۳۲ اختراع شد. دو مهندس به نام‌های فرناندو للی لموس و خوزه براز آراپیه توانستند در تاریخچه گیربکس اتوماتیک نام خود را به عنوان مخترعان اولین گیربکس هیدرولیک ثبت نمایند. این دو مهندس برزلی تبار برای اولین بار از سیستم انتقال قدرت هیدرولیکی در گیربکس اتوماتیک استفاده کردند.

گیربکس Hydra-Matic

گیربکس Hydra-Matic برای اولین بار در سال ۱۹۴۱ به محبوبیت رسید. این جعبه دنده طوری طراحی شده بود که رانندگان برای تعویض دنده نیاز به کلاچ نداشتند. همچنین این گیربکس حالت پارک نداشت. زمانی که گیربکس در حالت دنده عقب قرار می‌گرفت و موتور خودرو خاموش می‌شد، خودرو در حالت پارک قرار می‌گرفت. در تاریخچه گیربکس خودکار از این نوع گیربکس به عنوان اولین موفقیت تجاری یاد می‌شود که به پیشرفت های شگفت انگیزی در سیستم انتقال قدرت خودکار منجر شد.

اولین مبدل گشتاور

شرکت بیوک در سال ۱۹۴۸ توانست اولین گیربکس هیدرولیکی مجهز به مبدل گشتاور Dynaflo را به نام خود ثبت کند. این سیستم به گونه‌ای طراحی شده بود که رانندگان بدون نیاز به کلاچ‌گیری می‌توانستند بی‌وقفه دنده را تغییر دهند.

گیربکس ۳ سرعته

طراحی اولین گیربکس ۳ سرعته به شرکت بورگ وارنر نسبت داده شده است. در دهه ۱۹۵۰ این شرکت به عنوان اولین تولید کننده این نوع گیربکس و مبدل گشتاور قفل شده به جهان معرفی شد. هدف از طراحی گیربکس سه سرعته این بود که بهره‌وری خودرو در محیط‌های شهری و ترافیکی بهبود پیدا کند. در واقع این نوع گیربکس به گونه‌ای طراحی شده است که بتواند حرکت خودرو را در ترافیک‌ها بهبود ببخشد. در سال ۱۹۶۴ نیز جنرال موتورز برای اولین بار گیربکس اتوماتیکی را ساخت که ۵ حالت اصلی دنده را داشت. پس از آن این حالات دنده‌ها به یک استاندارد برای تمامی گیربکس‌ها تبدیل شد.

گیربکس Overdrive

در اواخر سال ۱۹۷۰ اولین گیربکس Overdrive یا گیربکس ۴ سرعته در صنعت خودرو ظهور پیدا کرد. در این نوع گیربکس در مقایسه با مدل‌های قبلی سوخت بیشتری را مصرف می‌کرد؛ زیرا از نسبت دنده بالاتری استفاده می‌نمود. این نوع گیربکس تا سال ۱۹۹۰ کاربرد گسترده‌ای در خودروها داشت.

گیربکس ۵ سرعته

در سال ۱۹۹۱ بی ام دبلیو اولین گیربکس ۵ سرعته اتوماتیک را در پرچمداران سری ۷ خود عرضه کرد و تا سال ۲۰۰۰ شما می‌توانستید گیربکس ۵ سرعته استاندارد را در اکثر خودروهای لوکس ببینید. در سال ۲۰۰۲ بی ام دبلیو سری ۷ بار دیگر پیشگام شد.

گیربکس ۶ سرعته

اولین گیربکس ۶ دنده اتوماتیک در سال ۲۰۰۲ توسط شرکت ZF معرفی شد که در BMW سری ۷ اتاق E۶۵ استفاده شد. یک سال پس از آن نیز مرسدس بنز از یک گیربکس ۷ دنده اتوماتیک در تولیدات خود استفاده کرد. تویوتا نیز در سال‌های بعدی موفق به تولید گیربکس‌های ۸، ۹ و ۱۰ دنده اتوماتیک شد. [۱]

۲- اصول کار گیربکس‌های اتوماتیک

انواع گیربکس اتوماتیک در ماشین‌های مختلف متفاوت بوده و در نمونه‌های مختلف قابل جای‌گیری در بین قطعات خودرو به جای گیربکس دستی می‌باشد. دو عامل اصلی که در تفکیک دو نوع گیربکس اتوماتیک و دستی تاثیر بسزایی دارند به شرح ذیل است:

- خودروهای دارای گیربکس اتوماتیک فاقد پدال کلاچ هستند.
- خودروهای مجهز به انواع گیربکس اتوماتیک نیاز به دنده‌ی دستی نداشته و با یک بار قرار دادن خودرو در حالت drive امکان رانندگی بصورت خودکار برای افراد ایجاد می‌شود.

۲-۱ گیربکس اتوماتیک از نوع سیاره‌ای AT

گیربکس اتوماتیک AT یا همان Automatic Transmission، یک مدل از انواع گیربکس اتوماتیک و معروف‌ترین آن‌ها است که تمام خودروسازان از دهه‌های انتهایی قرن بیستم به طور گسترده از آن استفاده می‌کردند. با وجود اینکه امروزه گیربکس‌های CVT و DCT نیز جای خود را در بازار خودرو باز کرده‌اند اما همچنان گیربکس‌های AT به دلیل عملکرد عالی و بی‌نقص خود، محبوب‌ترین گیربکس در میان رانندگان هستند.

۲-۱-۱ معرفی اجزای گیربکس اتوماتیک AT

گیربکس اتوماتیک AT از ۳ مجموعه شاخص تشکیل شده که در کنار سایر اجزا باعث فعالیت گیربکس می‌شوند. این اجزا عبارتند از:

- **مبدل گشتاور یا تورک کانورتر (Torque Converter)**

مبدل گشتاور در گیربکس اتوماتیک در واقع همان نقشی را ایفا می‌کند که دیسک و صفحه در یک گیربکس دنده دستی دارد، انتقال توان کنترل شده از موتور به گیربکس.

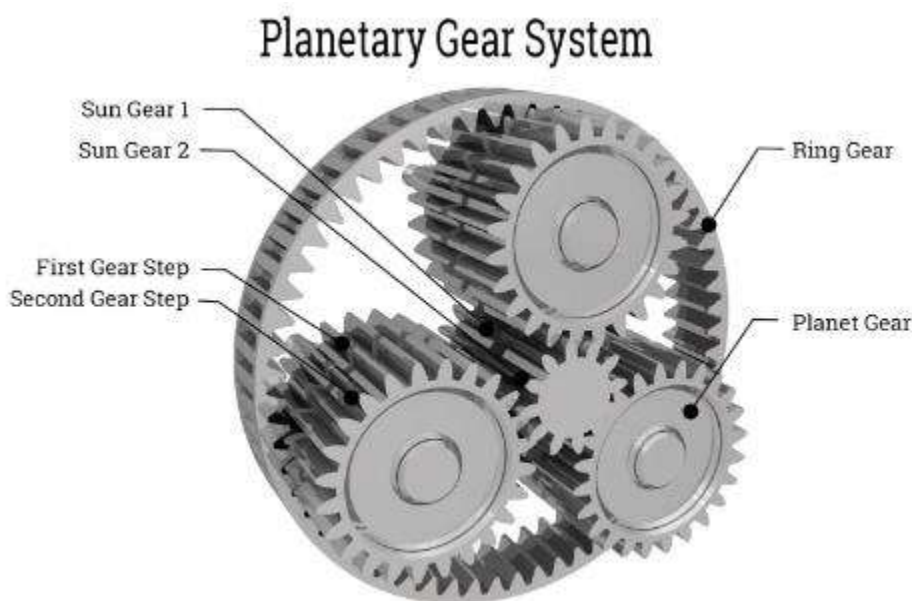
توضیح دادن کامل نحوه عملکرد مبدل گشتاور خود نیازمند یک مقاله جداگانه و طولانی است اما به طور کلی و ساده می‌توان گفت که مبدل گشتاور از ۳ قطعه اصلی تشکیل شده؛ پمپ (ایمپلر)، استاتور و توربین. پمپ نیرو را به طور مستقیم از موتور دریافت می‌کند و شروع به چرخش می‌کند. با چرخش پمپ، روغن داخل مبدل گشتاور نیز شروع به حرکت کرده و از طریق کانال‌های روغن داخل پمپ به سمت استاتور می‌رود. استاتور با تغییر جهت دادن به روغن آن را با فشار و سرعت بیشتری به سمت توربین می‌فرستد و توربین را حرکت می‌دهد.

حرکت توربین که خود به شفت ورودی گیربکس متصل است باعث ایجاد حرکت در گیربکس می‌شود. گفتنی است که سرعت توربین همواره از سرعت پمپ کمتر است و تنها زمانی که گیربکس در آخرین دنده باشد و راننده در حال گاز دادن به خودرو نباشد، صفحه کلاچی که در پشت توربین قرار دارد (لاک آپ کلاچ) درگیر می‌شود و سرعت توربین را با پمپ یکسان سازی می‌کند. این عمل باعث می‌شود تا خودرو در هنگام حرکت با دنده نهایی اندکی افت دور موتور را احساس کند که به رانندگی نرم و کاهش مصرف سوخت کمک می‌کند.



• چرخ دنده‌های سیاره‌ای

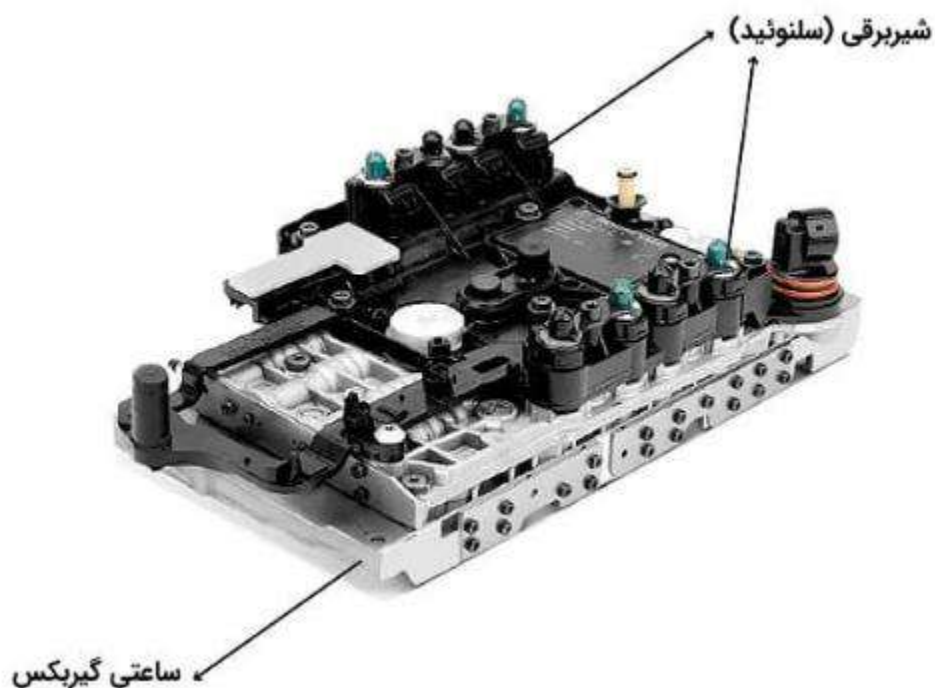
برخلاف گیربکس دستی، که دارای مجموعه‌ای از دنده‌های متعدد است گیربکس اتوماتیک دارای یک یا چند مجموعه دنده سیاره‌ای است. چرخ دنده‌های سیاره‌ای دارای سه مجموعه دنده هستند. چرخ دنده اصلی دنده خورشید است و در مرکز حامل سیاره قرار دارد. مجموعه دوم چرخ دنده‌های سیاره‌ای است. به طور معمول سه یا بیشتر از این چرخ دنده‌ها و مش بین دنده خورشید و چرخ دنده وجود دارد. این یک سیستم فوق‌العاده کارآمد است و به گیربکس اجازه می‌دهد تا از گزینه‌های مختلف دنده بدون تنظیماتی که گیربکس دستی استفاده می‌کند، استفاده کند.



• سیستم کنترل کننده هیدرولیکی

گیربکس اتوماتیک AT یک سیستم کنترل کننده هیدرولیکی دارد که در تمام گیربکس‌های مدرن به صورت الکترونیکی مدیریت می‌شود. این سیستم کنترل کننده هیدرولیکی خود چند عضو دارد که شامل اوایل پمپ، کانال‌های روغن (ساعتی) و شیر برقی (سلنوئید) ها است. اوایل پمپ روغن را داخل ساعتی گیربکس به چرخش در می‌آورد و سپس شیر برقی‌ها با فعالیت خود مسیر حرکت روغن را در ساعتی تعیین می‌کنند. روغن گیربکس

که پس از طی مسیر در ساعتی به نقطه مورد نظر رسیده از طریق یک کانال وارد گیربکس شده و با ایجاد فشار روی صفحه کلاچ‌های داخل گیربکس آن‌ها را درگیر می‌کند تا سرعت چرخش مجموعه دنده سیاره‌ای را تغییر دهند و عمل تعویض دنده به صورت خودکار انجام شود.

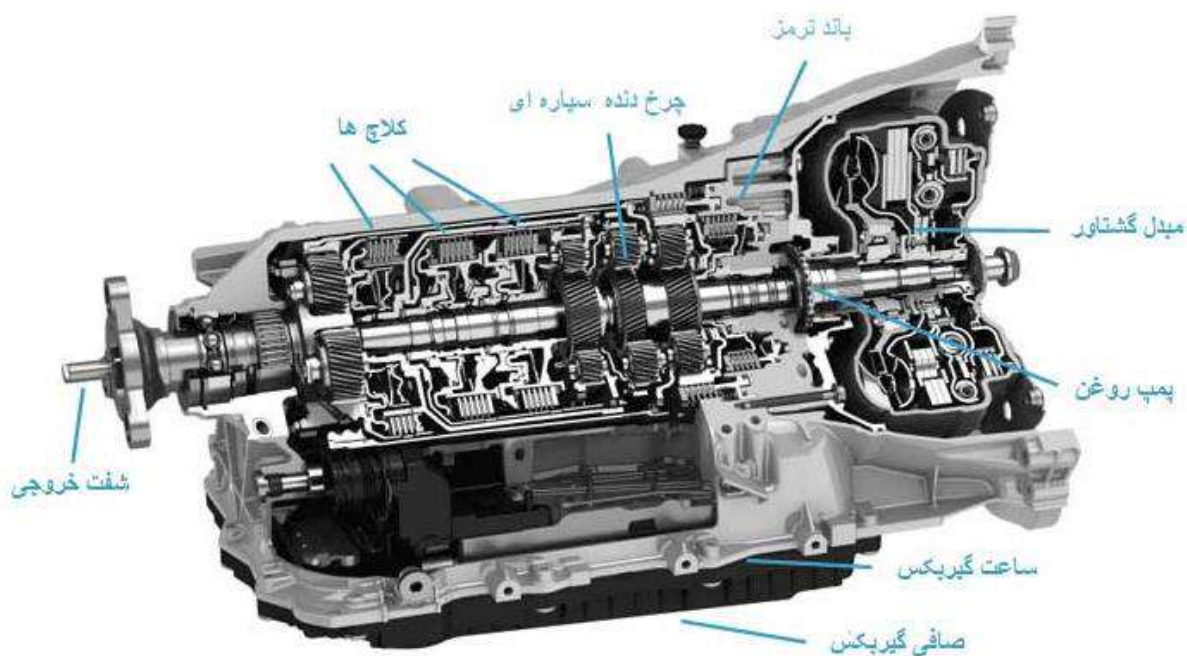


۲-۱-۲ گیربکس اتوماتیک AT چگونه کار می‌کند؟

همانطور که گفته شد، گیربکس اتوماتیک از ۳ بخش مبدل گشتاور، مجموعه دنده سیاره‌ای و سیستم کنترل کننده هیدرولیکی تشکیل شده. مبدل گشتاور نیروی مستقیم را از موتور دریافت کرده و ضمن تعدیل، آن را از طریق شفت ورودی به گیربکس منتقل می‌کند. در گیربکس نیروی ورودی به شفت میانی منتقل می‌شود که در یک گیربکس ۶ دنده، ۳ مجموعه دنده سیاره‌ای به آن متصل هستند. آخرین مجموعه دنده سیاره‌ای که در انتهای گیربکس قرار گرفته به شفت خروجی متصل است و سرعت گردش آن، ضریب دنده را تعیین می‌کند. سایر دنده سیاره‌ای‌ها به صورت توالی به یکدیگر متصل بوده و در نهایت به دنده سیاره اصلی وصل می‌شوند. وظیفه آن‌ها این است که با دوران با سرعت‌های مختلف، سرعت دنده سیاره‌ای اصلی را تنظیم کنند.

اما این عمل چگونه انجام می‌شود؟ داخل گیربکس اتوماتیک چندین پک کلاچ وجود دارد که بر روی ورودی شفت و دور دنده سیاره ای ها قرار گرفته اند. این کلاچ ها با درگیر شدن به صورت همزمان، سرعت دنده سیاره ای را تنظیم می کنند. به طور مثال، در یک گیربکس ۶ دنده اتوماتیک، درگیری کلاچ C۱ باعث انتقال نیروی ورودی به دنده خورشیدی شده و درگیری کلاچ C۵، دنده رینگ اصلی را ثابت نگه می دارد. بنابراین، با درگیر شدن کلاچ C۱ و C۵ به طور همزمان، دنده خورشیدی شروع به حرکت کرده و دنده رینگ ثابت می‌ماند؛ در این حالت ما ضریب دنده ۱ را بدست می‌آوریم.

اما عمل درگیری کلاچ‌ها به چه صورت انجام می‌شود؟ وظیفه درگیر کردن کلاچ‌ها را سیستم کنترل کننده هیدرولیکی برعهده دارد. برای درگیر شدن هر کلاچ، شیر برقی مرتبط با آن در سیستم کنترل کننده فعال شده و روغن پرفشار را در ساعتی گیربکس به سمت کلاچ مورد نظر حرکت می‌دهد. روغن به محض ورود به گیربکس از طریق کانال‌های موجود در ساعتی، با ایجاد فشار کلاچ را قفل می‌کند تا دنده سیاره‌ای‌ها به سرعت مد نظر برسند. [۲،۳]



۲-۱-۳ مزایای گیربکس اتوماتیک AT

گیربکس‌های اتوماتیک AT به علت مزایای خاص خود در میان رانندگان محبوب‌ترین گیربکس از میان انواع گیربکس اتوماتیک هستند.

رانندگی با گیربکس‌های اتوماتیک AT بسیار راحت و ساده است. این گیربکس‌ها نه کندی و سر و صدای گیربکس‌های CVT را دارند و نه برخی رفتارهای عجیب گیربکس‌های DCT و AMT را. انتقال قدرت مناسب، رانندگی نرم و تعویض دنده‌های روان باعث می‌شود تا تجربه رانندگی با این گیربکس‌ها لذت‌بخش باشد.

همچنین گیربکس‌های اتوماتیک AT با وجود ساختار بسیار پیچیده همچنان استهلاک و هزینه‌های تعمیرات کمتری از گیربکس‌های CVT و DCT دارند.

و در نهایت، خودروهای مجهز به گیربکس اتوماتیک AT به علت حرکت با دور موتور مناسب استهلاک موتوری کمتری دارند و عمر مفید بالاتری را تجربه می‌کنند.

۲-۱-۴ معایب گیربکس اتوماتیک AT

معایب گیربکس‌های اتوماتیک AT اما انگشت شمار و بعضاً برای راننده بی‌اهمیت هستند در وهله اول باید گفت که اتلاف انرژی در یک گیربکس اتوماتیک AT بیشتر از سایر گیربکس‌ها است. این اتلاف انرژی باعث می‌شود که در شرایط ایده آل خودروی مجهز به گیربکس اتوماتیک AT اسب بخار سر چرخ کمتری داشته باشد و شتاب‌گیری آن مقداری ضعیف‌تر از همان خودرو با گیربکس DCT یا دنده‌ای شود.

همچنین مصرف سوخت خودروی مجهز به گیربکس اتوماتیک AT اندکی بالاتر از سایر گیربکس‌ها است که دلیل این موضوع هم به همان مبحث اتلاف انرژی بر می‌گردد. در نهایت، یک گیربکس اتوماتیک AT هزینه ساخت بالاتری نسبت به گیربکس CVT یا DCT دارد و به همین علت برخی خودروسازان ترجیح می‌دهند تا برای صرفه جویی در هزینه‌ها از این مدل گیربکس استفاده نکنند.

۲-۲ گیربکس اتوماتیک از نوع AMT

نماد اختصاری AMT استفاده شده در این نوع گیربکس اتوماتیک مخفف شده‌ی عبارت AUTOMATED MANUAL TRANSMISSION است. و معنای آن انواع گیربکس دستی اتوماتیک شده است. این سیستم برای اولین بار در سال ۱۹۹۶ میلادی توسط شرکت سازنده BMW معرفی و در بازار عرضه شد. در واقع AMT، حالت پیشرفته شده‌ی همان گیربکس دستی است. گیربکس‌های AMT بعنوان یک راه حل اصولی و ساده برای رسیدن به انواع گیربکس اتوماتیک با کمترین هزینه شناخته شده‌اند.

گیربکس دستی خودکار (AMT) نوعی گیربکس است که عناصری را از گیربکس‌های دستی و اتوماتیک ادغام می‌کند. برخلاف گیربکس‌های دستی معمولی که نیاز به عملکرد دستی کلاچ و تعویض دنده دارند، AMT ها از یک سیستم الکتروهیدرولیک یا الکترومکانیکی برای خودکارسازی این عملکردها استفاده می‌کنند. آنها اجزای اساسی یک گیربکس دستی از جمله کلاچ، دنده‌ها و سنکرونایزرها را حفظ می‌کنند. متأسفانه شما نمی‌توانید گیربکس خودروی ماشین خود را تغییر داده و با گیربکس AMT مجهز کنید. زیرا این نوع گیربکس فقط توسط کمپانی و شرکت سازنده خود خودرو در همان زمان تولید باید روی خودرو نصب شود. و بعد از این زمان، امکان اضافه شدن آن وجود ندارد.

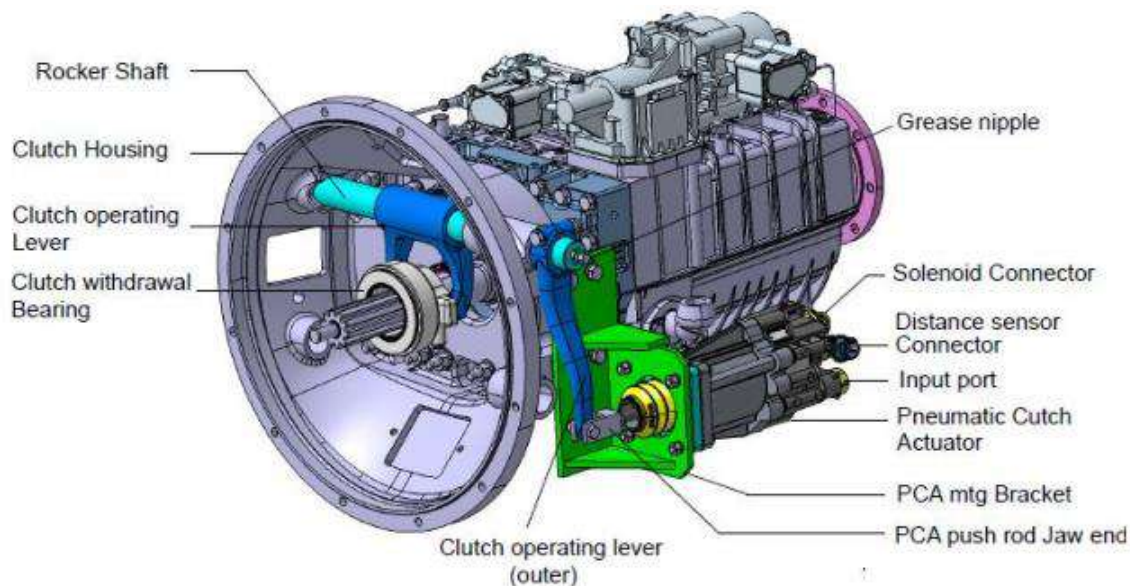
۲-۲-۱ AMT چگونه کار می‌کند؟

عملکرد یک AMT شامل اتوماسیون کنترل کلاچ و تعویض دنده است. عملیات کلاچ، که به طور سنتی به راننده نیاز داشت تا به صورت دستی پدال کلاچ را درگیر و جدا کند، اکنون توسط سنسورها و محرک‌ها انجام می‌شود. این قطعات پارامترهای مختلفی مانند ورودی پدال گاز، سرعت خودرو و بار موتور را برای تعیین زمان‌بندی بهینه برای درگیری و جدا شدن کلاچ حس می‌کنند. از نظر تعویض دنده، AMT ها می‌توانند تمام اتوماتیک یا نیمه اتوماتیک باشند. در یک AMT کاملاً خودکار، واحد کنترل گیربکس از نقاط تعویض از پیش برنامه‌ریزی شده و شرایط رانندگی برای تعویض خودکار دنده‌ها استفاده می‌کند. از سوی دیگر، یک AMT نیمه

خودکار به راننده این امکان را می‌دهد که با استفاده از دکمه‌ها، تعویض دنده‌ها یا اهرم دنده به صورت دستی تعویض دنده را آغاز کند و به آنها کنترل بیشتری بر رفتار گیربکس می‌دهد.

۲-۲-۲ قسمت‌های اصلی این نوع گیربکس

- مغز کامپیوتری به نام TCU
- موتورهای الکتریکی دنده‌ها و کلاچ
- دریچه گاز برقی (مبدل دریچه گاز برقی)



۳-۲-۲ مزایای گیربکس AMT

به طور کلی گیربکس AMT دارای مزایای زیر است:

- قیمت پایین‌تر تعمیر و نگهداری به دلیل ساده‌تر بودن سیستم آن
- قیمت پایین‌تر از سایر گیربکس‌ها به دلیل پیچیدگی کمتر ساختار فنی
- انتقال بی‌وقفه و بدون اتلاف وقت نیرو از موتور به جعبه دنده به دلیل وجود کلاچ برقی
- امکان افزایش تعداد دنده‌های گیربکس و در نتیجه، شتاب‌گیری بیشتر به دلیل نوع ساختار و عملکرد

- سبک‌تر شدن وزن خودرو به دلیل ابعاد کوچک‌تر این گیربکس نسبت به سایر گیربکس‌ها
- کاهش مصرف سوخت و آلاینده‌گی
- افزایش کیفیت و عمر قطعاتی چون کلاچ

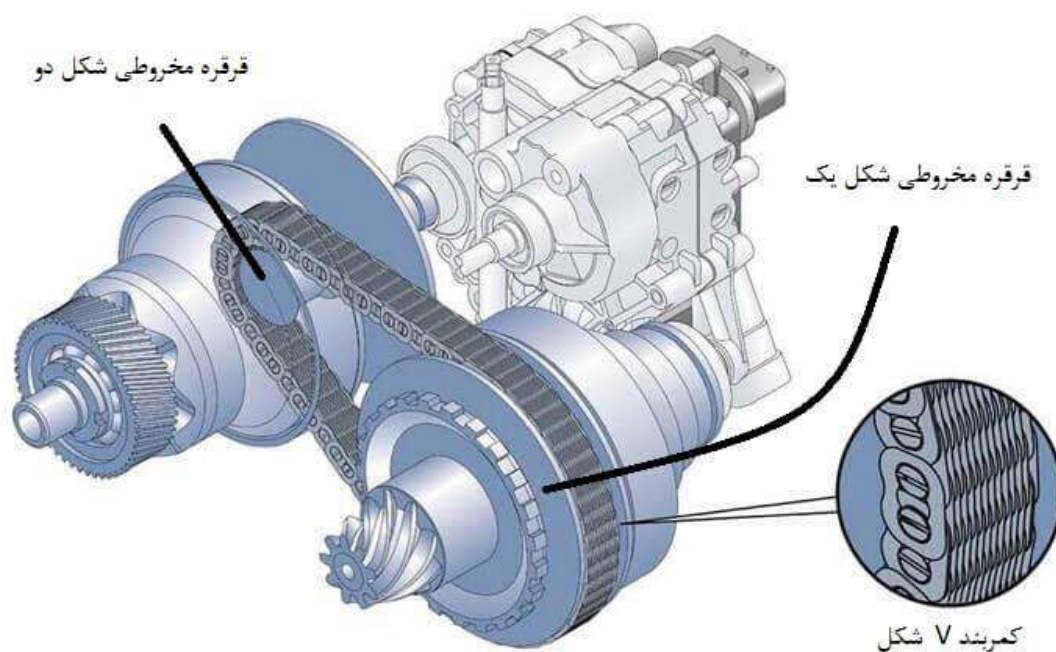
۴-۲-۲ محدودیت‌های گیربکس

۱. کیفیت تعویض دنده: به دلیل ماهیت طراحی آنها، AMT ها ممکن است در مقایسه با گیربکس‌های اتوماتیک سنتی، تعویض دنده کندتر یا نرم‌تر را نشان دهند. این می‌تواند منجر به یک حرکت ناگهانی قابل توجه شود، به خصوص در هنگام مانورهای با سرعت پایین.
۲. ویژگی‌های گیربکس دستی: AMT ها با وجود خودکار بودن، ویژگی‌های اولیه گیربکس‌های دستی را حفظ می‌کنند. این شامل نیاز به انتخاب دنده دستی و تعویض کلاچ در پایان عمر آن می‌شود. [۴]



۲-۳ گیربکس اتوماتیک از نوع CVT

کلمات اختصاری به کار رفته در نام گیربکس اتوماتیک CVT بیانگر عبارت Continuously Variable Transmission و به معنای سیستم انتقال قدرت پیوسته در انواع ماشین‌هاست. در متون تخصصی حوزه صنعت خودرو تحت عنوان «گیربکس ضریب متغیر» از آن یاد می‌شود، به جرات در میان پرتیراژترین گیربکس‌های اتوماتیک از دیدگاه حجم تولید و فروش است. می‌توان اجزای اصلی تشکیل‌دهنده سیستم انتقال قدرت گیربکس اتوماتیک CVT را پولی ورودی (محرک) و پولی خروجی (متحرک) و در کنار این موارد تسمه مخصوص از جنس پلاستیک و یا فلز نام برد.



۲-۳-۱ CVT چگونه کار می‌کند؟

در ساده‌ترین نوع گیربکس که همان گیربکس دستی است، به تعداد دنده‌های بیان شده ضریب متمایز برای افزایش گشتاور و دور موتور خروجی به چرخ‌ها در اختیار راننده قرار دارد. به عبارت ساده‌تر، در یک گیربکس ۵ سرعت دستی یا اتوماتیک، ۵ ضریب مختلف میان دنده‌های واقعی داخل گیربکس در اختیار راننده قرار می‌گیرد

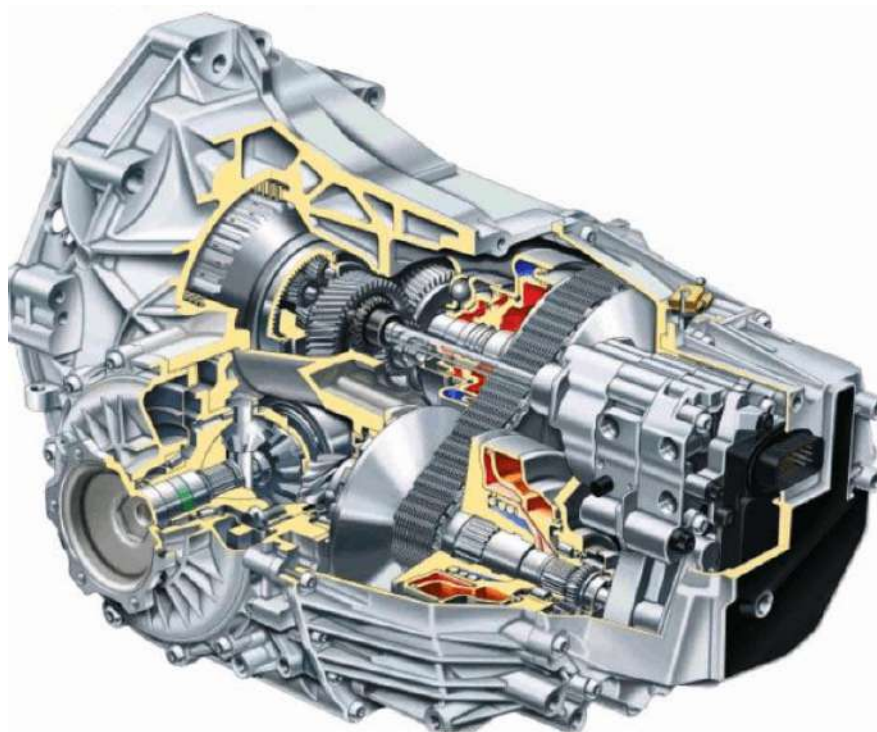
تا بر اساس سرعت و شیب مسیر، به گشتاور نهایی سر چرخ‌ها و سرعت مورد نظر دست پیدا کند. این دنده‌ها دارای ضریب‌های از پیش تعیین شده و ثابت هستند و قابلیت تغییر در آن‌ها وجود ندارد. به عنوان مثال: ضریب دنده ۱ برابر با ۳.۲ (قدرتی)، ضریب دنده ۴ برابر با ۱.۰ (به اصطلاح ۱ به ۱) و ضریب دنده ۵ برابر با ۰.۸۵ (ضریب کوچک‌تر از ۱ معروف به اوور درایو-O/D) است. در نتیجه هیچ تغییری در این ضرایب به وجود نمی‌آید و راننده در هر نوع شرایط رانندگی تنها متکی به استفاده از یکی از این ضرایب ثابت و از پیش تعیین شده است. این دو جفت پولی می‌توانند به کمک کامپیوتر گیربکس (TCU) از یکدیگر دور شده یا به یکدیگر نزدیک شوند. در حقیقت از آنجایی که اینکه طول تسمه بسیار مستحکم فلزی غیر قابل تغییر است، زمانی که یکی از جفت پولی‌ها به یکدیگر نزدیک می‌شوند جفت پولی دیگر باید از یکدیگر دور شوند و برعکس.

اما دلیل این جابه‌جایی چیست؟ زمانی که پولی‌ها در هر جفت به یکدیگر نزدیک و در جفت دیگر از هم دور می‌شوند، تسمه محکم فلزی مجبور می‌شود بر سطح کله قندی پولی‌ها بالا و پایین برود. در نتیجه قطر تسمه فلزی بر پولی‌هایی که به یکدیگر نزدیک شده‌اند افزایش و بر پولی‌هایی که از هم دور می‌شوند کاهش می‌یابد.

این تغییر در قطر تسمه فلزی وابسته به اینکه بر کدام جفت پولی (پولی ورودی یا خروجی) اتفاق بیافتد، در حقیقت وجود دنده‌های انتقال نیرو در گیربکس‌های معمولی را شبیه‌سازی می‌کند در حالی که هیچ دنده‌ای وجود ندارد. همچنین از آنجایی که جابه‌جایی پولی‌ها بسیار نرم و پیوسته انجام می‌شود، تسمه فلزی در هر لحظه از فرایند انتقال نیرو دارای قطر متفاوت است که همواره در تناسب با سرعت خودرو و دور موتور تغییر می‌کند و یک ضریب متمایز و دائما در حال تغییر را شبیه‌سازی می‌کند. دقیقا به همین دلیل است که به آن گیربکس ضریب متغیر می‌گویند.

۲-۳-۲ حالت ترونیک در CVT

در بسیاری از محصولات مونتاژی و وارداتی صنعت خودرو کشور که به گیربکس CVT مجهز هستند حالت ترونیک (تیپ ترونیک) یا همان حالت انتخاب دستی یک دنده بخصوص تعبیه شده است. این موضوع بسیاری از مشتریان را سردرگم کرده و باعث شده است که به اشتباه تصور کنند که گیربکس CVT دارای دنده‌های فیزیکی و واقعی است؛ اما این طور نیست.



حالت انتخاب دستی یک دنده بخصوص یا همان تیپ ترونیک با برنامه‌ریزی کامپیوتری TCU و قفل کردن گیربکس در یک ضریب مشخص و از پیش تعیین شده ممکن شده است. یعنی تعداد دنده مشخص شده در تیپ ترونیک CVT ها بر اثر قفل شدن پولی‌ها (عدم حرکت خطی آن‌ها) ممکن شده است که باعث می‌شود تسمه فلزی منتقل کننده نیرو، از جای خود حرکت نکند و تنها در یک ضریب انتقال نیرو از پیش تعیین قفل شود. در نتیجه در CVT حالت ترونیک حاصل یک برنامه‌ریزی کامپیوتری است و نه وجود دنده در داخل گیربکس.

۲-۳-۳ مزایای گیربکس CVT

- **تولید ارزان قیمت:** گیربکس CVT از تعداد بسیار کمی قطعه متحرک برخوردار است. این مهم طراحی و تولید آن را به شدت اقتصادی، ابعاد آن را به شدت کوچک و وزن آن را به شدت کم می‌کند و مجموعه این ویژگی‌ها یعنی تولید راحت و کم هزینه با استفاده از متریال اولیه بسیار محدود.
- **مناسب کلاس اکونومی:** وزن کم و ابعاد کوچک یعنی بهترین گزینه برای استفاده در خودروهای کوچک و خودروهای اقتصادی. به همین دلیل بیشتر محصولات کوچک سواری ساخت خودروسازان بین‌المللی از این گیربکس برای انتقال نیرو بهره می‌گیرند.
- **هزینه نگهداری پایین:** اگر با گیربکس CVT به درستی برخورد شود (که هیچ وقت نمی‌شود!)، طول عمر آن قابل قبول و هزینه تعمیرات آن منطقی خواهد بود.
- **کاهش مصرف سوخت:** به دلیل شبیه‌سازی هزاران ضربه دنده، گیربکس CVT دور موتور را همواره در بازه مناسب و حداکثر گشتاور تولیدی پیشرانده نگه می‌دارد. در نتیجه پیشرانده خودرو در بیشتر مواقع در بهینه‌ترین و استانداردترین حالت عملکرد خود قرار دارد. به همین دلیل است که خودروهای دارای CVT معمولاً مصرف سوخت متوسط بسیار بهتری در مقایسه با خودروهای مجهز به AT و حتی MT دارند.

۲-۳-۴ معایب گیربکس CVT

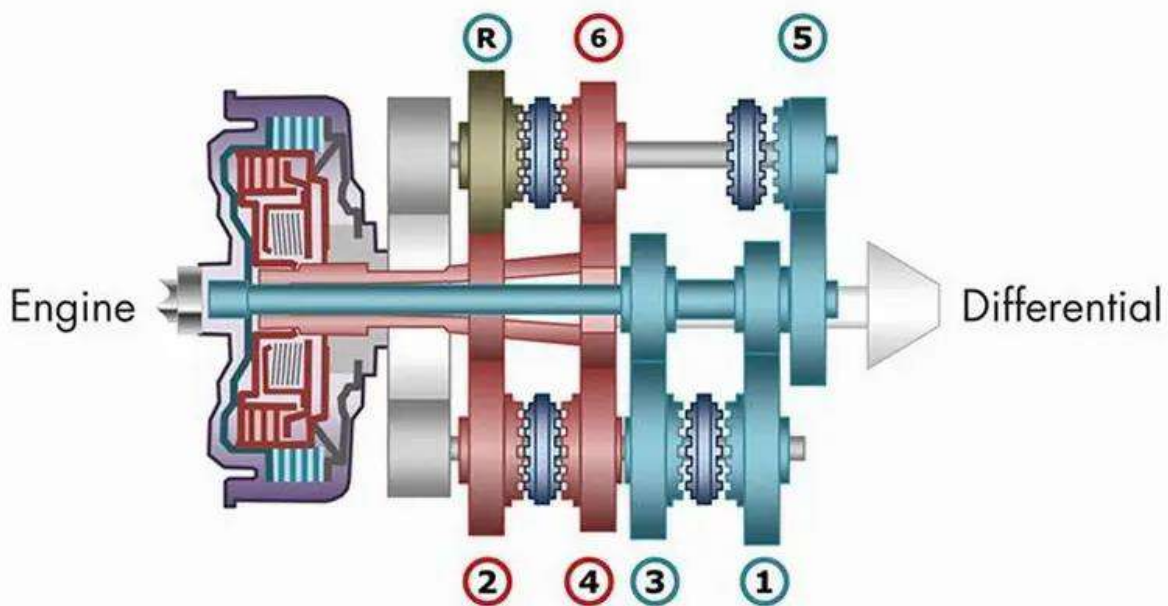
- **عدم ارائه لذت رانندگی:** رانندگی با گیربکس CVT به دلیل پیوسته بودن فرایند انتقال نیرو، بسیار یکنواخت و کاملاً خطی است. این مهم برای کسانی که به افزایش و کاهش صدای دور موتور و وارد آمدن ضربات حاصل از هر بار تعویض دنده عادت دارند، بسیار ناخوشایند و خسته کننده است.
- **سر و صدا:** ساختار بهینه گیربکس CVT ایجاب می‌کند که دور موتور همواره در دوری که بیشترین میزان گشتاور تولید می‌شود، قرار بگیرد. در نتیجه صدا و لرزش طبیعی موتور در این دور که معمولاً

بالتر از ۴۰۰۰ است، معمولاً در دراز مدت و در جاده‌های صاف و طولانی سوهان روح سرنشینان می‌شود.

- **ضعف ساختاری:** فقط یک مثال از یک خودرو بزنید که با داشتن قدرت بیش از ۳۰۰ اسب بخار از گیربکس CVT بهره‌مند باشد. یا یک شاسی بلند آفرود نام ببرید که ضمن داشتن قابلیت بیراهه نوردی عالی، بر تکنولوژی CVT تکیه کرده باشد. چنین مثال‌هایی وجود خارجی ندارند چرا که گیربکس ضریب متغیر ذاتاً در انتقال گشتاور ضعیف است. به عبارت دیگر توان انتقال گشتاور زیاد را ندارد. در نتیجه این گیربکس در هیچ خودرو اسپرت و شاسی بلند آفرودی استفاده نمی‌شود.
- **حساسیت به رانندگی نامناسب:** گیربکس CVT اگرچه به ظاهر کم استهلاک است اما در صورت استفاده نامناسب به سرعت وا می‌دهد. شتاب‌گیری ناگهانی و فشار آوردن بیش از حد و پیاپی به پدال گاز موجب سایش شدید تسمه فلزی بر پولی‌ها و افزایش دمای روغن گیربکس و آسیب‌دیدگی زودهنگام قطعات داخلی می‌شود.
- **ضعف در شتاب‌گیری:** گیربکس CVT ذاتاً مکانیزمی بسیار تنبل است. اگر قرار باشد با حساسیت‌های آن مدارا کنید، شتاب‌گیری بسیار کندی به همراه خواهد داشت. همچنین این گیربکس برای آغاز حرکت در سربالایی‌های نسبتاً شدید و تحت فشار وزن بالا، به شدت دچار کمبود و بروز هرزگردی میان تسمه و پولی می‌شوند که موضوعی اجتناب‌ناپذیر و آسیب‌زننده است. [۵]

۲-۴ گیربکس اتوماتیک DCT

نمونه‌ای از میانه‌ی انواع گیربکس اتوماتیک و دستی وجود دارد که با نام مرسوم گیر بکس نیمه اتوماتیک شناخته شده است. دلیل انتخاب این نام که با اختصار DCT و عبارت dual-clutch transmission در بین افراد معروف شده، کاربرد ویژگی‌های هر دو نوع گیربکس اتوماتیک و دستی در نوع ساختار گیربکس DCT است. نام گیربکس دوکلاچه این حس را به شنونده می‌دهد که احتمالاً این گیربکس نمونه دستی دارای دو صفحه کلاچ است، اما خیر. جعبه دنده DCT در خانواده گیربکس‌های اتوماتیک توربینی (دارای مبدل گشتاور / Torque Converter) قرار می‌گیرد. به این معنا که انتقال نیرو از پمپ‌شانه به ورودی گیربکس همانند گیربکس اتوماتیک معمولی و جعبه دنده CVT، از طریق توربین روغنی و با ساختار ارتباط سیالی (Viscose Coupling) انجام می‌شود.



اصل تمایز اما در داخل گیربکس است. در گیربکس‌های اتوماتیک معمولی (AT) مجموعه‌ای از چرخ دنده‌های سیاره‌ای (Planetary) وجود دارد که هر گروه از دنده‌های سیاره‌ای قابلیت ایجاد ۳ ضریب دنده متمایز دارند. مجموعه پک کلاچ‌های روغنی یا تر (Wet Clutch Packs) با فشار روغن یا به دستور TCU (کامپیوتر

گیربکس) به ترتیب قفل می‌شوند و گروه دنده‌های سیاره‌ای را به نوبت درگیر یا رها می‌کنند تا ترتیب دنده‌های انتخابی راننده یا ECU (کامپیوتر خودرو) تامین شود.

اما درون گیربکس DCT بسیار شبیه به جعبه دنده دستی است. به این معنا که خبری از گروه دنده‌های سیاره‌ای نیست و شباهت ترکیب دنده‌ها بسیار بیشتر شبیه نوع ساختار درونی گیربکس دنده دستی و به روش دو شفت متقابل ورودی و خروجی است. با این تمایز که دنده‌ها در ترکیب زوج و فرد + دنده عقب از یکدیگر جدا هستند و به صورت مستقل عمل می‌کنند. در حقیقت گیربکس دو کلاچه DCT نمونه اتوماتیک‌شده گیربکس دستی با عملکرد هوشمند کامپیوتری دو گروه مجزا از کلاچ‌های اصطکاکی است.

اما این استقلال میان دنده‌های زوج و فرد + دنده عقب از طریق دو گروه مجزا از پک کلاچ تامین می‌شود. به این ترتیب که یک پک کلاچ وظیفه درگیری یا رهاسازی شفت دنده‌های زوج و پک دیگر وظیفه درگیری و رهاسازی دنده‌های فرد و دنده عقب را بر عهده دارد. در این گیربکس انتخاب دنده مورد نظر از طریق TCU و به روش الکترومکانیکی انجام می‌شود. اما درگیر کردن یا رهاسازی شفت مورد نظر بر عهده پک کلاچ‌های متناظر است.

به عنوان مثال، در آغاز حرکت از حالت سکون، تکلیف گیربکس تقریباً مشخص است. یا دنده ۱ برای حرکت رو به جلو یا دنده R برای حرکت رو به عقب مورد انتخاب است. زمانی که راننده حالت D یا ۱ (در حالت ترونیک) را برای حرکت رو به جلو انتخاب می‌کند، گیربکس دنده مورد نظر را برمی‌گزیند و برای درگیر کردن شفت ورودی گیربکس (از موتور خودرو) و اتصال آن به شفت خروجی (به سمت چرخ‌ها) تنها کافی است که مجموعه کلاچ‌های شفت دنده‌های فرد + دنده عقب را درگیر کند.

در این حالت شفت دنده‌های زوج دنده ۲ را برگزیده است، اما پک کلاچ‌های دنده‌های زوج در انتظار دستور TCU برای اعمال درگیری کلاچ‌ها است. زمانی که دستور استفاده از دنده ۲ فرا می‌رسد، TCU به صورت همزمان پک کلاچ‌های شفت دنده‌های فرد را رها و بلافاصله پک کلاچ‌های دنده‌های زوج را درگیر می‌کند.

در این مرحله اگر سرعت خودرو رو به افزایش باشد، یعنی گیربکس باید روی شفت دنده‌های فرد، دنده ۳ را انتخاب کند و آماده درگیری پک کلاچ شفت فرد باشد. اما اگر بنا به هر دلیل سرعت خودرو کم شود، گیربکس دنده ۱ را انتخاب می‌کند و آماده درگیری پک کلاچ دنده‌های فرد می‌شود. چرا که دنده‌های ۱ و ۳ هر دور روی شفت دنده‌های فرد قرار دارند.

اما این توصیف پیچیده و گیج‌کننده دقیقاً به چه معنا است؟ به عبارت ساده‌تر، جعبه دنده دو کلاچه DCT با تکیه بر اطلاعات ورودی ECU و TCU و با در نظر گرفتن فاکتورهایی چون دور موتور، سرعت خودرو، سرعت حرکت چرخ‌ها، فشار روغن و ده‌ها فاکتور دیگر، به خوبی می‌داند که دنده مورد نظر بعدی کدام دنده از کدام شفت (زوج یا فرد) خواهد بود. از این رو دنده مورد نظر به سرعت انتخاب می‌شود و پک کلاچ‌های شفت متناظر در انتظار درگیری یا رهاسازی است.

۲-۴-۱ مزایا

• بهبود عملکرد فنی

یکی از بزرگ‌ترین معایب تعویض دنده در گیربکس‌های اتوماتیک معمولی (AT) و همچنین دستی (MT)، مدت زمان مورد نیاز برای تعویض از یک دنده به دنده دیگر است. حال این زمان مورد نیاز صرف باز و بسته شدن شیرهای برقی داخل گیربکس‌های AT شود یا صرف گرفتن پدال با پای چپ و انتخاب گیربکس با دست راست، مهم آن است که این خلا زمانی، باعث افت دور موتور و نیاز به دورگیری مجدد پیشراننده برای ادامه اعمال نیرو است.

گیربکس دو کلاچه به اندازه‌ای در تعویض دنده سریع عمل می‌کند که پیشراننده فرصتی برای از دست دادن دور موتور ندارد. در نتیجه تعویض دنده در این گیربکس‌ها همانند روش تعویض دنده‌ای حرفه‌ای موسوم به پاور شیف (Power Shift) یا تعویض دنده قدرتی در خودروهای دستی است.

در روش پاور شیفت که نیازمند مهارت، تمرکز و تجربه بسیار زیاد است و تنها در رقابت‌های اتومبیلرانی کاربرد دارد (چرا که احتمال آسیب به قطعات فنی بسیار زیاد است)، راننده بدون برداشتن پا از روی پدال گاز، بسیار سریع و برق‌آسا، عمل گرفتن کلاچ، انتخاب دنده جدید و رها کردن کلاچ را انجام می‌دهد. این دقیقا همان کاری است که گیربکس DCT انجام می‌دهد. در نتیجه پیشرانه بدون از دست دادن دور مفید موتور و بدون اتلاف زمان، در دنده جدید مشغول انتقال نیرو می‌شود.

• بهبود مصرف سوخت

این فاکتور اگرچه در خودروهای عملکردمحور نیز صادق است، ولی اولویت اول نیست. اما در خودروهای اقتصادی روزمره، عدم اتلاف دور موتور به معنای کمتر تحت فشار قرار گرفتن موتور ماشین و عملکرد بهینه‌تر مجموعه فنی خودرو است که در واژگان کاهش مصرف سوخت و کاهش آلایندگی خلاصه می‌شود. این دقیقا همان چیزی است که خودروسازان کلاس اقتصادی به دنبال آن هستند.

۲-۴-۲ معایب

• داغ کردن

فشار آوردن پیچی به گیربکس DCT خشک، نظیر شتاب‌گیری (لانچ) ناگهانی، حرکت پرفشار در سربالایی، عدم خلاص کردن خودرو پشت چراغ قرمز طولانی و... آسیب بسیار زیادی به گیربکس خودرو می‌زند که اولین علامت آن تنبل شدن موقت خودرو (به دلیل کاهش ضریب اصطکاک) در آغاز حرکت مجدد است. اگر به خاطر داشته باشید محصولات وارداتی آلفارومئو و همچنین تیگو ۷ نسل اول در بازار ایران با همین مشکل مواجه بودند. تکرار این رویه که به داغ شدن گیربکس می‌انجامد، به معنای سایش بسیار شدید و کاهش عمر سریع گیربکس DCT خشک است.

• سایش طبیعی کلاچ

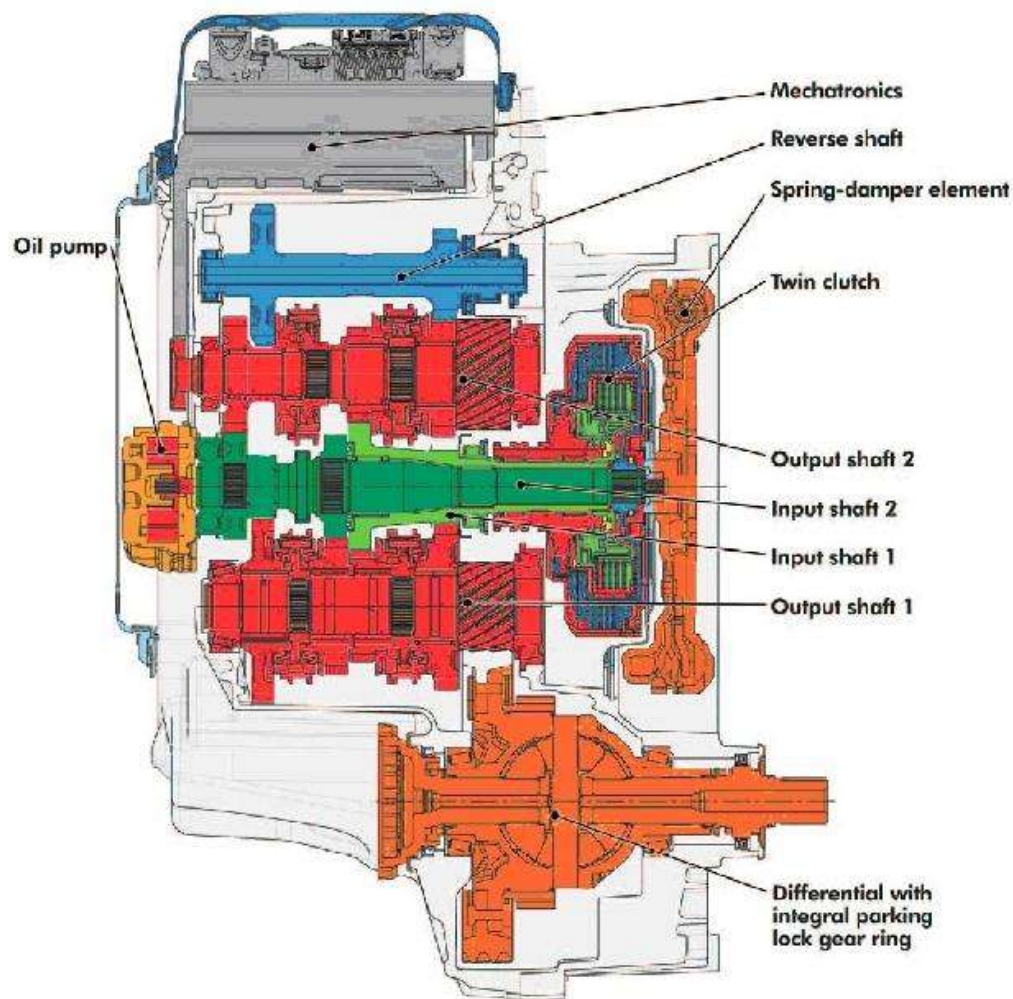
پک کلاچ‌های دوگانه گیربکس‌های DCT (چه خشک و چه تر)، درست همانند پک کلاچ‌های موجود در گیربکس‌های AT، عمر مشخص و بازه کاری مفید دارند که در نهایت باید در فرایند تعمیر گیربکس تعویض شوند. این مهم در گیربکس‌های پیچیده‌ای چون دوکلاچه معمولاً با هزینه گزافی همراه است.

• خرابی الکترومکانیکی

گیربکس‌های DCT در این ایراد با گیربکس‌های AT مشترک هستند. گروهی از قطعات به‌کاررفته در گیربکس‌های مدرن AT و DCT، مجموعه‌ای از قطعات مکانیکی با سیستم عملکرد الکترونیکی هستند که بازه عمر مفید مشخصی دارند. این قطعات اگرچه از دیدگاه طراحی و نحوه عملکرد تقریباً با نمونه‌های موجود در AT مو نمی‌زنند، اما به دلیل تعلق به گیربکس‌های DCT معمولاً از قیمت نهایی بالاتری برخوردار هستند. [۶]

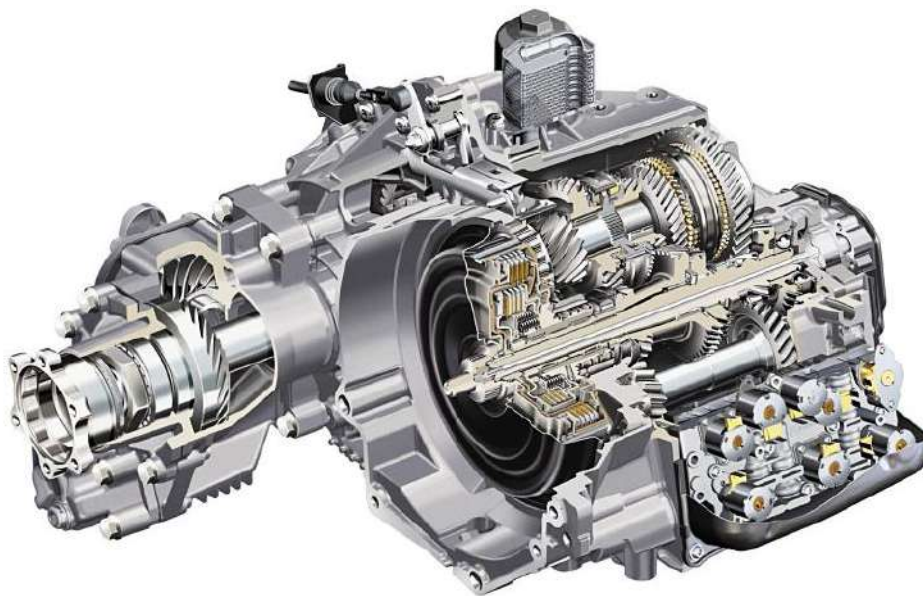
۲-۵ گیربکس اتوماتیک DSG

گیربکس Direct-Shift Gearbox که به اختصار DSG یا گیربکس دوقلو یا تعویض مستقیم نامیده می‌شود نیز یک مدل پیشرفته از انواع گیربکس اتوماتیک است که توسط شرکت ولکس واگن توسعه یافته و ترکیبی از ویژگی‌های گیربکس دستی و اتوماتیک را ارائه می‌دهد. این گیربکس دارای دو سری دنده مجزا است که به صورت موازی قرار دارند. یک سری یکی برای دنده‌های زوج و دیگری برای دنده‌های فرد تعبیه شده است. این دنده‌ها یا از طریق یک صفحه تغییر دنده دستی و یا با استفاده از دکمه‌های موجود در دسته فرمان تغییر داده می‌شوند. ویژگی برجسته گیربکس DSG این است که تغییر دنده‌ها به صورت بسیار سریع و بدون وقفه انجام می‌شود. یعنی در حین تغییر دنده، یک دنده باز می‌شود و دنده دیگر بسته می‌شود تا این فرآیند با سرعت بالا انجام شود. این مدل گیربکس در خودروهای لوکس مورد استفاده قرار می‌گیرد و رانندگی با آنها بسیار ساده است. [۷]



۲-۵-۱ DSG چگونه کار می‌کند؟

اصلی‌ترین ویژگی که گیربکس اتوماتیک DSG را از دیگر گیربکس‌ها متفاوت می‌کند در تعداد کلاچ‌های آن است. تفاوتی ندارد که گیربکس مورد بررسی شما یک گیربکس دستی یا اتوماتیک باشد، در هر حال در زمان تعویض دنده، دیسک کلاچ از چرخ فلایویل جدا خواهد شد؛ در مرحله بعد، راننده یا کامپیوتر با بررسی سرعت دلخواهش، دیسک را در محل مخصوص خود قرار می‌دهد. در طی همین مدت کوتاه، گشتاور به جعبه منتقل شده و خودرو دینامیکش را از دست خواهد داد.



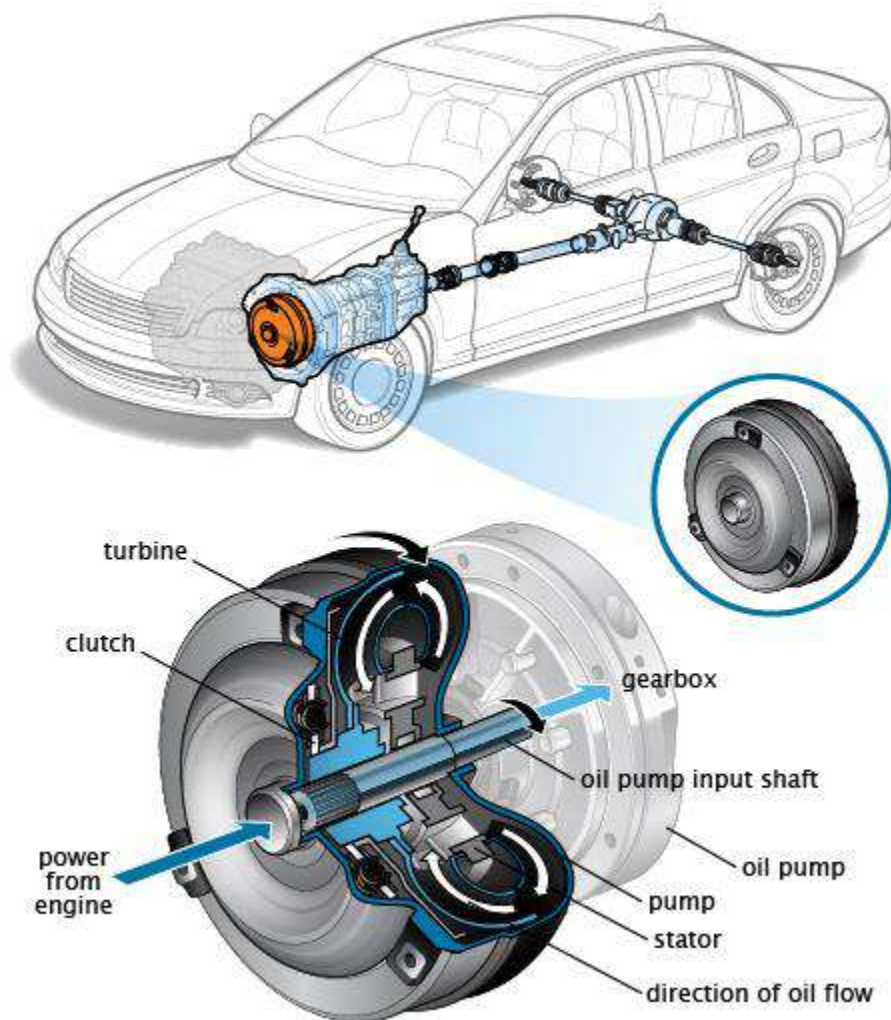
این در حالی است که در گیربکس دی اس جی، دو شفت وجود داشته که از یک محور استفاده می‌کنند. در این نوع از گیربکس، موتور به وسیله کلاچ چند صفحه‌ای به هر کدام از آن‌ها متصل خواهد شد. زمانی که راننده خودرو را روشن می‌کند، فشار روی دیسک مخصوص شماره فرد که روی چرخ فلایویل چرخان است، وارد می‌شود. این در حالی است که دیسک سرعت با شماره زوج باز خواهد شد. زمانی که خودرو شتاب می‌گیرد، واحد محاسباتی گیربکس اتوماتیک DSG، وظیفه دارد تا فرمان آماده‌سازی را به دنده دوم بدهد. حال در زمان روشن شدن، دیسک فرد جدا شده و بدون اتلاف وقت، دیسک زوج کار خود را آغاز می‌کند. با این روش، دیگر هیچ گشتاوری از دست نخواهد رفت.

۲-۵-۲ مزایا

در گیربکس اتومات DSG، تعویض دنده در سریع‌ترین حالت ممکن، انجام شده و تمام خودروهای دو دیفرانسیل و تک دیفرانسیل هم می‌توانند از این سیستم استفاده کنند. رانندگان این قطعه نسبت به گیربکس‌های معمولی، بالاتر بوده و مصرف سوختی بهینه خواهد داشت. همچنین تعمیر گیربکس اتوماتیک DSG کم هزینه‌تر می‌باشد. [۸]

۳- معرفی مبدل گشتاور و اصول کار آن

درست مانند خودروهایی که دارای سیستم انتقال قدرت دستی دارند، خودروهای دنده اتومات نیازمند این هستند که موتور خودرو در حال چرخیدن باشد ولی چرخ‌های خودرو حرکتی نداشته باشند. در حقیقت چرخشی به عنوان ورودی وارد گیربکس نشود به عبارت دیگر ارتباط گیربکس با موتور قطع شود. این وظیفه بزرگ در سیستم‌های انتقال قدرت دستی بر عهده کلاچ خشک بود ولی در سیستم‌های انتقال قدرت اتوماتیک این وظیفه مهم را مبدل گشتاور بر عهده می‌گیرد.



مبدل گشتاور نوعی کوپلینگ سیالاتی است که اجازه می‌دهد موتور به طور مستقل از گیربکس کار کند. اگر موتور در دور آرام کار کند، مقدار خیلی کمی از تورک توسط مبدل گشتاور منتقل می‌شود. به همین دلیل است که هنگامی که هنوز به خودرو ورودی پدال گاز وارد نشده است خودرو با سرعت کمی با دور آرام موتور حرکت می‌کند. هنگامی که پای خود را بر روی پدال گاز می‌گذارید سرعت دورانی موتور افزایش می‌یابد و مقدار سیال بیشتری به سمت مبدل گشتاور پمپ می‌کند و در نهایت تورک به چرخ‌ها انتقال می‌یابد.

۱-۳ داخل مبدل گشتاور چه می‌گذرد؟

مبدل‌های گشتاور عموماً از چهار قسمت اصلی تشکیل شده‌اند که در محفظه مبدل گشتاور قرار دارند:



همان‌طور‌که در تصویر بالا مشاهده می‌کنید، مبدل گشتاور از چهار جز اصلی زیر تشکیل شده است که همگی درون پوسته‌ی بسیار مقاومی قرار دارند.

- پمپ
- توربین
- استاتور
- سیال انتقال‌دهنده

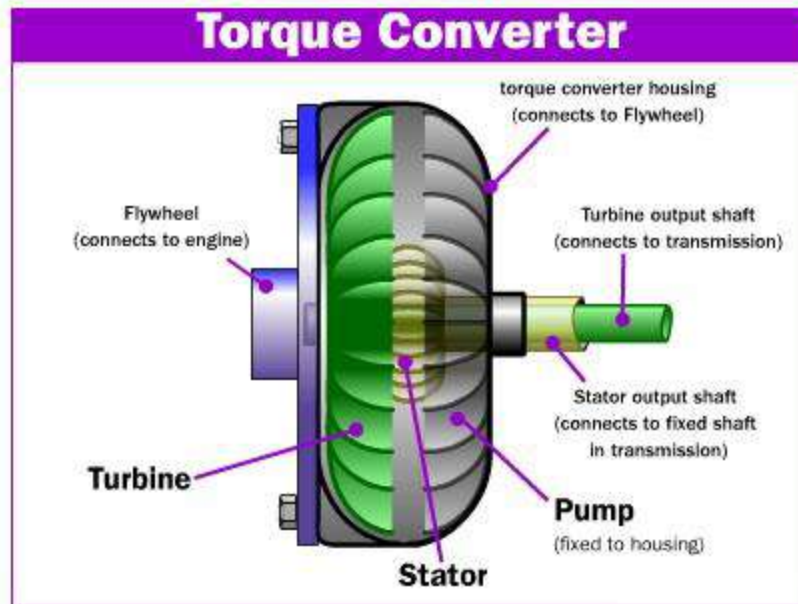
محفظه مبدل گشتاور به فلائویل موتور پیچ شده است بنابراین در سرعتی معادل با سرعت دورانی موتور در حال گردش است. پره‌هایی که پمپ مبدل گشتاور را تشکیل می‌دهند به محفظه متصل شده‌اند، بنابراین با سرعت دورانی موتور می‌چرخد. در شکل زیر نحوه اتصال پمپ و محفظه و غیره را نشان داده است.



نوع پمپی که در داخل محفظه مبدل گشتاور وجود دارد از نوع سانتریفیوژی است. همان طور که پمپ دوران می‌کند، سیال را به خارج پرتاب می‌کند. در همین حین، فضای خلایی ایجاد شده که باعث می‌شود سیال بیشتری به سمت مرکز کشیده شود. سیالی که به سمت تیغه‌های توربین می‌رود به سیستم انتقال قدرت متصل شده است. توربین باعث چرخش محتویات سیستم انتقال قدرت می‌شود، که در نهایت منجر به حرکت در خودرو می‌شود. همان طور که در شکل زیر مشخص است سیال از بیرون وارد توربین می‌شود و تا قبل از خروج آن از مرکز توربین باعث چرخش آن می‌شود. برای اینکه سیال جهت چرخش را عوض کند نیازمند اعمال نیرو به جسم است. این نیرو به هر جسمی داخل محفظه وارد شود باعث دوران آن در جهت مخالف می‌شود. بنابراین سیال باعث تغییر جهت حرکت توربین و دوران آن می‌شود.



سیال از مرکز توربین خارج می‌شود، در مخالف جهتی که وارد شده است بیرون می‌رود. اگر در شکل‌ها خوب دقت کنید متوجه می‌شوید که جهت پیکان سیال خروجی از توربین خلاف جهت پیکان چرخش پمپ است. اگر به پمپ اجازه داده شود که به پره‌های پمپ ضربه بزند، دور موتور را آهسته می‌کند و باعث اتلاف انرژی می‌شود. علت وجود استاتور در مبدل گشتاور همین عامل است.



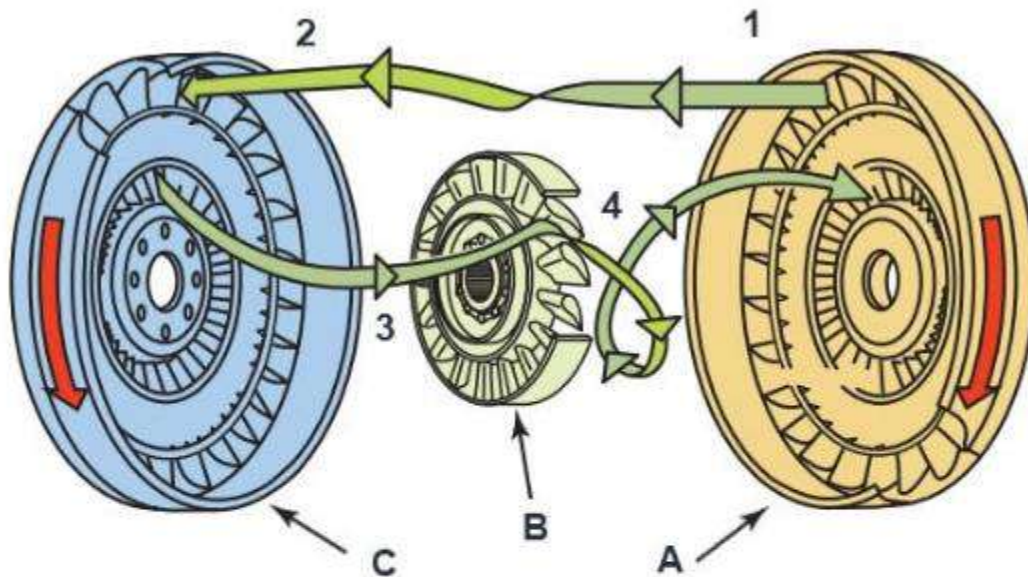
استاتور:

استاتور در کنار مبدل گشتاور وجود دارد. وظیفه آن تغییر جهت سیال خروجی از توربین قبل از آنکه به سمت پمپ برود. این قطعه به طور اعجاز برانگیزی کارایی مبدل گشتاور را بالا می‌برد. در استاتور تیغه‌هایی بسیار خشن طراحی شده است که تقریباً به طور کامل جهت جریان سیال را عوض می‌کند. کلاچ یک طرفه (داخل استاتور) استاتور را به شفت انتقال قدرت متصل می‌کند. به علت وجود چنین ساختاری استاتور نمی‌تواند با سیال بچرخد، تنها می‌تواند در جهت مخالف چرخش انجام دهد. به عبارت دیگر تنها جهت سیال را به محض برخورد با تیغه‌هایش تغییر می‌دهد.

سیال واسط:

سیال به‌کاررفته در مبدل گشتاور همان روغن هیدرولیک است که در دسته‌ی روغن‌های با گرانروی (ویسکوزیته) بالا دسته‌بندی می‌شود. این سیال انرژی تولیدشده‌ی پمپ را به توربین منتقل می‌کند و سبب چرخش شفت ورودی به جعبه‌دنده می‌شود. همانند سایر قطعات هیدرولیکی، به دلیل وجود سیال واسط بخشی از انرژی تولیدشده‌ی پمپ به شکل گرما تلف می‌شود و این امر سبب می‌شود در اغلب مواقع، سرعت چرخش

پمپ از سرعت چرخش توربین بیشتر باشد. به همین دلیل، مصرف سوخت در خودروهای مجهز به جعبه‌دنده‌ی خودکار بیشتر است. البته در نمونه‌های پیشرفته‌تر مبدل گشتاور، از کلاچ برای قفل کردن توربین و پمپ در سرعت‌های خاص کمک گرفته می‌شود که می‌تواند تلفات سیستم را به حداقل برساند



۱- جهت سیال خروجی از پمپ ۲- جهت جریان ورودی به توربین

۲- جهت جریان خروجی از توربین ۴- نحوه تغییر جهت جریان با کمک استاتور

A: پمپ B: استاتور C: توربین

جهت و نحوه حرکت مایع هیدرولیک داخل تورک کانورتر

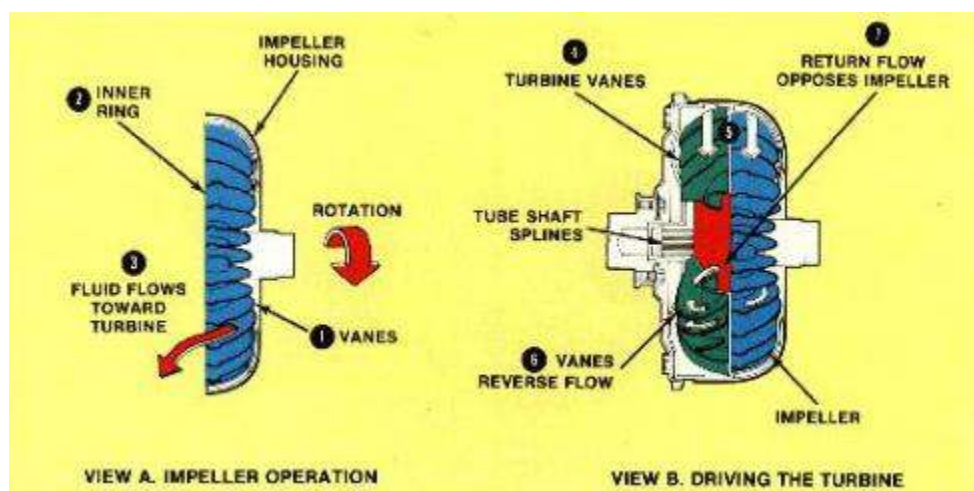
بعضی اوقات یک اتفاق جالب هنگامی که خودرو حرکت می‌کند می‌افتد. هنگامی که خودرو در سرعت ۶۴ کیلومتر در ساعت در حال حرکت است، پمپ و توربین تقریباً با سرعت یکسانی در حال گردش هستند. (پمپ همواره کمی سریعتر می‌چرخد) در این زمان سیالی که به توربین باز می‌گردد، دارای جهت یکسانی است در هنگام ورود به پمپ است در نتیجه نیازی به استاتور نیست.

هر چند توربین جهت سیال را عوض می‌کند، ولی سیال همواره در جهتی حرکت می‌کند که توربین در حال گردش است چون توربین با سرعت بیشتر در جهتی چرخش می‌کند که سیال در جهتی مخالف وارد پمپ شده

است. اگر شما در پشت یک وانت قرار داشته باشید که با سرعت ۶۰ کیلومتر بر ساعت در حال حرکت است و توپی را در جهت مخالف حرکت وانت با سرعت ۴۰ کیلومتر بر ساعت پرتاب کنید، سرعت توپ از دید ناظر بر دستگاه مختصات خارج از خودرو ۲۰ کیلومتر بر ساعت در جهت حرکت وانت است. این مثال شبیه به عملکردی است که توربین در حال انجام است. سیال در یک جهتی پرتاب می‌شود ولی نه به سرعتی که در ابتدا در جهتی دیگر داشت.

۲-۳ نقاط قوت و ضعف مبدل گشتاور

مبدل گشتاور یکی مهم‌ترین وظایف اصلی خودرو را که قطع ارتباط موتور با سیستم انتقال قدرت است انجام می‌دهد. در واقع مبدل گشتاور به خودروی شما تورک لازم را در هنگام شتاب گیری می‌دهد. در مبدل گشتاورهای پیشرفته‌تر تورک انتقالی از مبدل گشتاور ۲ تا ۳ برابر بیشتر از تورک موتور است.



در سرعت‌های بالاتر که سیستم انتقال قدرت به موتور وصل شده است (قفل شده است) که تقریباً با سرعت دورانی یکسانی می‌چرخند. به طور ایده آل سرعت دورانی خروجی مبدل گشتاور و ورودی آن با هم برابر است به دلیل اینکه اختلاف در سرعت‌های دورانی باعث اتلاف انرژی می‌شود. این می‌تواند علتی برای این باشد که چرا خودروهای با سیستم انتقال قدرت اتوماتیک دارای مصرف سوخت بیشتری نسبت به خودروهای با سیستم

انتقال قدرت دستی هستند. برای حل کردن این مشکل برخی از خودروها دارای مبدل گشتاور به همراه کلاچ قفل شونده هستند. هنگامی که دو نیمه از مبدل گشتاور دارای سرعت دورانی تقریباً یکسانی شدند، این کلاچ آنها را نسبت به هم قفل می‌کند. این عمل باعث جلوگیری از لغزش و بیشتر شدن کارایی این وسیله است.

هنگام توقف کامل خودرو مبدل گشتاور، تنها بخش بسیار کوچکی از گشتاور پیشران را از خود عبور می‌دهد و تنها با فشردن پدال ترمز جلو حرکت خودرو گرفته می‌شود. به همین دلیل، در خودروهای مجهز به جعبه‌دنده‌ی خودکار تنها با رهاکردن پدال ترمز درحالی که نشانگر دنده روی حالت D باشد، خودرو شروع به حرکت می‌کند. به محض فشردن پدال گاز، سرعت چرخش پمپ افزایش می‌یابد و سیال موجود در مبدل گشتاور بخش بزرگی از گشتاور پیشران را به توربین و از آنجا به جعبه‌دنده منتقل می‌کند و سبب به حرکت درآمدن خودرو می‌شود. [۹]

۴- معرفی مکانیزم تغییر دنده

تعویض دنده در گیربکس دستی یا معمولی باید متناسب با سرعت چرخ دنده‌ها انجام و تنظیم گردد. تعویض دنده در این نوع ماشین‌ها مستلزم مهارت و کار پا می‌باشد. اگرچه انجام آن می‌تواند سرگرم‌کننده باشد، اما به تلاش بیشتری هم نیاز دارد و اگر این کار به درستی و به موقع انجام نشود دنده‌های گیربکس ممکن است نیاز به تعویض پیدا کنند.

در گیربکس اتوماتیک مهارت رانندگی مهم نبوده و گیربکس اتومات متناسب با میزان گاز تعویض دنده را انجام می‌دهد، یعنی هنگامی که موتور به سطح تعیین شده‌ای از دور در دقیقه (RPM) رسید، این کار انجام می‌شود.

یکی از موارد مهم در گیربکس، هنگام تعویض دنده می‌باشد که این کار در گیربکس معمولی با گرفتن یا فشار دادن کلاچ انجام شده و در گیربکس اتومات تعویض دنده توسط حسگرها با فشار روغن و مبدل گشتاور و میزان گاز تعویض می‌شود.

هنگام رانندگی با وسیله نقلیه‌ای که گیربکس اتوماتیک دارد، قرار دادن خودرو در Drive سیستم را فعال می‌کند. با فشردن پدال گاز، میل‌لنگ موتور با سرعت بیشتری شروع به چرخش کرده و این به نوبه‌ی خود منجر به فشار بیشتر در مبدل گشتاور می‌شود. همانطور که خودرو به جلو حرکت می‌کند، هیدرولیک و الکترونیک گیربکس سرعت خودرو را نسبت به سرعت موتور حس کرده و گیربکس در واکنش به آن، دنده را بصورت خودکار تغییر می‌دهد. هیدرولیک‌های درون گیربکس اتوماتیک کلاسیک این تغییرات سرعت را حس می‌کنند، سپس آن هیدرولیک‌ها، هیدرولیک‌های دیگر را برای تعویض دنده در مجموعه دنده سیاره‌ای فعال می‌کنند. امروزه، الکترونیک این فرآیند سنجش را تکمیل کرده و گیربکس اتوماتیک در هماهنگی کامل با سایر سیستم‌های خودرو کار می‌کند.

موتور، نیرو را به پمپ مبدل گشتاور انتقال می‌دهد و پمپ این نیرو را به سیال منتقل می‌کند که توربین مبدل گشتاور را تغذیه می‌نماید این دستگاه قدرت سیال را زیاد می‌کند و حتی نیروی بیشتری را به توربین منتقل می‌نماید که یک چرخش توان گردابی ایجاد می‌کند که توربین و شفت مرکزی متصل را می‌چرخاند. پس از آن نیروی ایجاد شده توسط این چرخش از شفت به اولین مجموعه دنده سیاره‌ای جعبه دنده منتقل می‌گردد. بنابراین، باید توجه داشته باشید دفعات بعدی که با ماشین خود رانندگی می‌کنید، میلیون‌ها محاسبه روی دنده‌ای انجام می‌شود که گیربکس شما در آن لحظه انتخاب کرده است. ماشین شما در هر ثانیه کارهای بسیاری انجام می‌دهد تا رانندگی را برای شما راحت‌تر کند. پس شناخت کلی یا مختصر مفید می‌تواند به نگهداری بهتر ماشین دارای گیربکس اتوماتیک کمک شایانی کند.

۵- معرفی چند نمونه گیربکس اتوماتیک به کار رفته در خودروهای داخلی

گیربکس اتوماتیک AT اولین گیربکس از بین انواع گیربکس اتوماتیک در ایران که به معرفی آن می‌پردازیم، گیربکس AT است. در واقع این گیربکس را یکی از متداول‌ترین و پرستفاده‌ترین گیربکس‌های اتومات نیز می‌شناسند. وجود چرخ دنده‌های خورشیدی در چنین گیربکسی باعث انتقال قدرت می‌شود و نکته دیگری که در این مورد وجود دارد، به دلیل همین چرخ دنده‌ها روغن کاری مناسب گیربکس هم بسیار اهمیت پیدا می‌کند. در غیر این صورت در اثر افزایش دما و برخورد قطعات و تجهیزات، خسارات زیادی به گیربکس وارد می‌شود. در حال حاضر نیز خودروهای داخلی زیادی هستند که از این نوع گیربکس روی آن‌ها استفاده شده است؛ خودروهایی همچون پژو ۲۰۶ و پژو ۲۰۷ و همچنین هایما از جمله این خودروها هستند. [۱۰]

۵-۱ کدام خودروها در ایران گیربکس CVT دارند؟

گیربکس CVT در خودروهای اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این رو اگر به دنبال خودرویی باشید که بهترین ماشین برای رانندگان تازه کار باشد، می‌توانید یک خودرو اقتصادی مجهز به گیربکس CVT خریداری کنید. مشهورترین خودرو حال حاضر بازار ایران در این زمینه، جک J۴ است. این خودرو یک سدان اقتصادی به حساب می‌آید که پیشران‌های کوچک به همراه گیربکس CVT دارد. براساس نظرات کاربران، این خودرو دوام بالایی در بلندمدت از خود نشان می‌دهد و خرید نسخه‌های کارکرده آن با ریسک اندکی همراه است.

اگر به دنبال یک خرید اقتصادی‌تر هستید، می‌توانید خودروهای اتوماتیک سایپا را انتخاب کنید. سایپا اتوماتیک و کوییک اتوماتیک، دو خودرو شاخص سایپا هستند که از گیربکس CVT بهره می‌برند. گیربکس این خودروها به صورت مصنوعی شش دنده را نیز در اختیار راننده قرار می‌دهد تا در صورت لزوم، هیجان و لذت شتاب‌گیری را به او تزریق کند.

برخی کراس‌اوورها و سدان‌های میان‌رده چینی نیز به این نوع جعبه دنده مجهز هستند. در این بین محصولات مدیران خودرو بیشترین میزان استفاده از گیربکس CVT را در اختیار دارند. طیف گسترده‌ای از

محصولات ام وی ام و فونیکس از گیربکس CVT نه سرعتی جدید چری بهره می‌برند که عملکرد مطلوبی در فرآیند انتقال قدرت به اجرا می‌گذارد.

استفاده از گیربکس انتقال قدرت متغیر پیوسته در خودروهای میان رده نیز مرسوم است. نیسان تیانا از جمله مشهورترین خودروهای بازار ایران است که از این جعبه دنده برای سیستم انتقال قدرت استفاده می‌کند. دیگر محصول هم‌دوره تیانا یعنی نیسان مورانو نیز از این نوع گیربکس بهره می‌برد.

همگام با توسعه خودروهای هیبریدی توسط خودروسازان ژاپنی، نوع جدیدی از گیربکس متغیر پیوسته موسوم به E-CVT نیز معرفی شده است. این گیربکس برای استفاده در خودروهای هیبریدی مناسب است. تویوتا در محصولات خود همچون تویوتا کمری هیبرید، از این نوع جعبه دنده استفاده می‌کند. [۱۱]

۵-۲ کدام خودروها در ایران گیربکس AMT دارند؟

این نوع از گیربکس‌ها در واقع راحتی استفاده از گیربکس‌های اتوماتیک را به ویژه در ترافیک‌های شهری برای راننده به ارمغان می‌آورند در حالی که پیچیدگی و هزینه بالای گیربکس‌های اتوماتیک را ندارند. در واقع این نوع از سیستم‌های انتقال قدرت همان گیربکس‌های دستی هستند که عمل کلاچ‌گیری و تعویض دنده در آنها بوسیله یک مجموعه الکترونیکی و مکانیکی صورت می‌پذیرد. مهمترین مزیت این نوع گیربکس‌ها، ارزانتر بودن و ساده‌تر بودن ساختار آنها در مقایسه با بقیه انواع گیربکس‌های اتوماتیک است. همچنین به دلیل مشترک بودن بیشتر قطعات آن با گیربکس‌های دستی هزینه تعمیرات کمتری نسبت به سایر گیربکس‌های اتوماتیک دارند. اما این نوع گیربکس‌ها به دلیل لختی بسیار بالا در هنگام تعویض دنده، عملکرد نامطلوبی داشته و از لحاظ رضایتمندی مشتری در رده بسیار پایین‌تری نسبت به سایر گیربکس‌های اتوماتیک قرار دارند.

از این نوع گیربکس‌ها بیشتر در خودروهای ارزان قیمت استفاده می‌گردد. شرکت نیرومحرکه قزوین (NMI) در حال ساخت و تولید گیربکس AMT برای خودرو رانا ۶ دنده با نام تجاری AMT۶ می‌باشد که مراحل پایانی

ساخت و صحنه‌گذاری را طی می‌نماید. نمونه‌های موجود از خودروهای با این نوع گیربکس در ایران خودروهای نیمه اتوماتیک برلیانس اچ ۲۲۰ و ام‌وی‌ام ۱۱۰ هستند.

۵-۳ کدام خودروها در ایران گیربکس DCT دارند؟

جدیدترین نوع گیربکس‌های استفاده شده در خودروها گیربکس‌های دوکلاچه هستند که به اختصار DCT نامیده می‌شوند. این نوع گیربکس اولین بار توسط شرکت پورشه در خودروهای اسپرت استفاده گردید و بتدریج مورد استقبال سایر خودروسازان قرار گرفت. سیستم انتقال قدرت دو کلاچه دارای دو شفت ورودی هم مرکز است که هر یک دارای کلاچ مستقلی هستند. هریک از کلاچ‌ها با یکی از شفت‌های ورودی درگیر است. کلاچ بزرگ‌تر با دنده‌های فرد و کلاچ کوچک‌تر با دنده‌های زوج در ارتباط است و بصورت مجزا عمل می‌کنند و در هر لحظه ارتباط موتور با چرخ‌ها را متناسب با دنده مورد نظر از طریق یکی از شفت‌های ورودی برقرار می‌کند. این ویژگی باعث تعویض سریع‌تر دنده می‌شود. میانگین تعویض دنده حدود ۸ میلی‌ثانیه است که در این نوع گیربکس از هر نوع دیگر سریع‌تر است. این مزیت باعث می‌شود که اختلال گشتاور، تکان محسوس خودرو و میزان افت گشتاور در حین تعویض دنده کاهش یابد.

گیربکس‌های دوکلاچه دارای قیمت‌های بیشتری نسبت به نمونه‌های عادی هستند؛ چراکه هم تکنولوژی بالاتری و هم قطعات بیشتری دارند. تعداد قطعات بیشتر تعمیر آن‌ها را پرهزینه‌تر از نمونه‌های معمولی می‌کند و از طرفی چون قطعات بیشتری در آن‌ها وجود دارد، وزن بالاتری نیز دارند. این نوع گیربکس در خودروهایی نظیر تالیسمان، رنو کپچر، جک S5، پژو ۲۰۵، آئودی R8 و اشکودا مورد استفاده قرار گرفته‌اند. [۱۲]

جمع‌بندی:

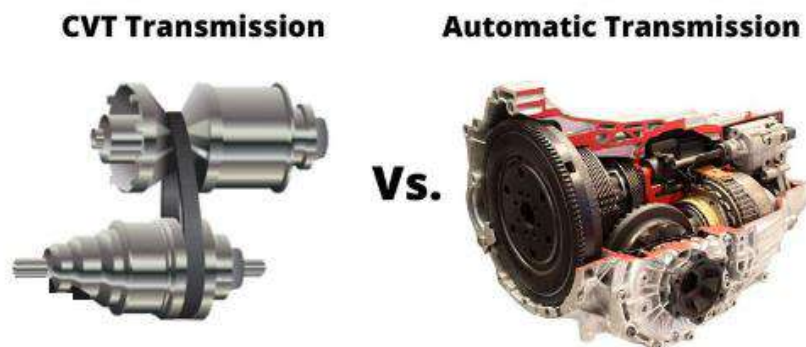
خرید خودرو با گیربکسی اتومات به طور حتم لذت رانندگی را بیشتر خواهد کرد و امکانات بیشتری را هم در اختیار راننده قرار می‌دهد. اما باید دانست که گیربکس‌های اتومات خود دارای انواع مختلفی هستند که اطلاع از نوع کار و امکانات آن‌ها می‌تواند پیش از خرید خودرو بسیار مفید باشد. در این تحقیق سعی شده در مورد انواع گیربکس اتوماتیک صحبت شده و به معرفی آن‌ها پرداخته شود.

یکی از دلایل اصلی که گیربکس CVT را به بهترین گیربکس اتوماتیک در ایران تبدیل کرده است اقتصادی بودن آن است. در صورتی خرابی، هزینه تعمیرات و قطعات گیربکس CVT نسبت به سایر گیربکس‌های اتومات بسیار پایین است. اگر تغییر دنده و احساس خروجی قوی و شتاب بالا برای شما اهمیت دارد، گیربکس اتوماتیک DCT بهترین گزینه خواهد بود. از آنجا که بیشتر اتومبیل‌های سطح ابتدایی گیربکس AMT را دارند، این نوع گیربکس انتخاب خوبی است و به راحتی در دسترس عموم قرار دارد و در مقایسه با انواع گیربکس اتومات DCT و CVT اقتصادی‌تر است و مزایای قابل قبولی دارد.

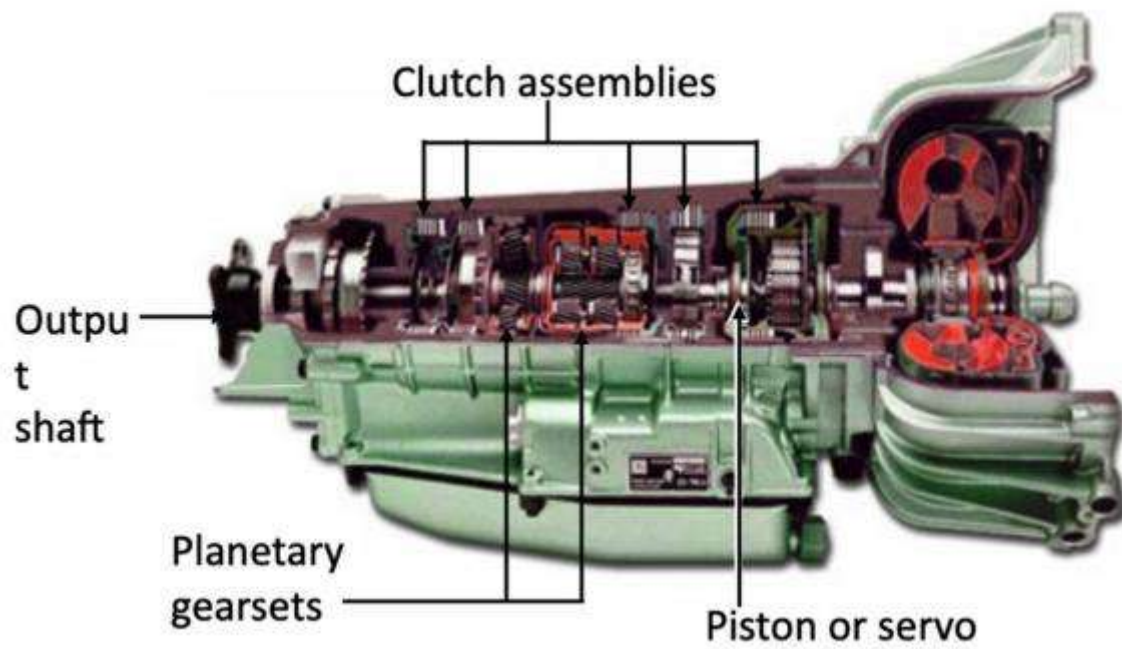
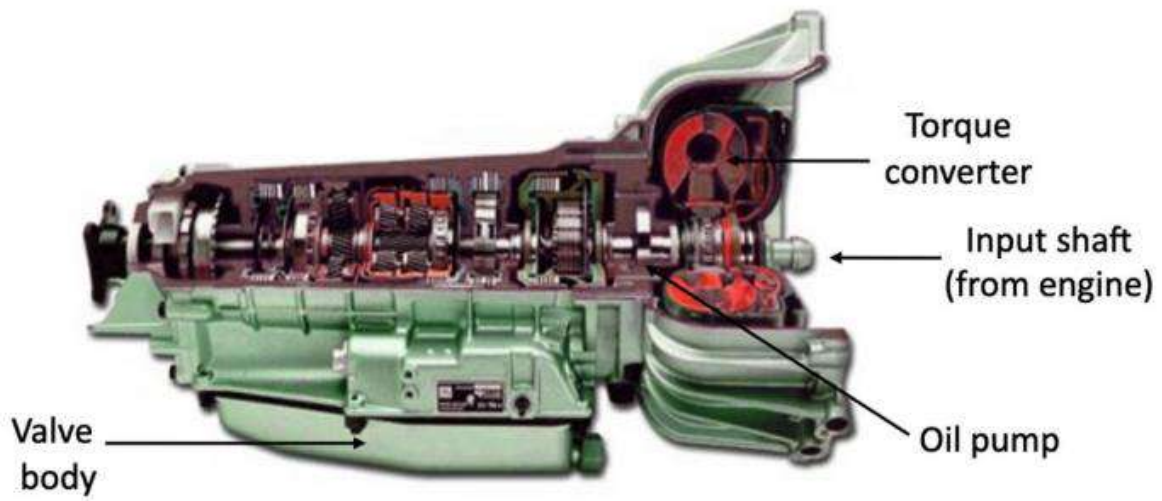
- [1] <https://takgearbox.com/history-automatic-gearbox/>
- [2] <https://car.ir/articles/۲۳۸۵۳-what-is-an-automatic-gearbox>
- [3] <https://khedmatazma.com/mag/types-automatic-gearboxes>
- [4] <https://mr-gearbox.com/amt/>
- [5] <https://khodro45.com/%D9%81%D8%B1%D9%82-%DA%AF%DB%8C%D8%B1%D8%A8%DA%A9%D8%B3-cvt-%D9%88-%D9%85%D8%B9%D9%85%D9%88%D9%84%DB%8C/>
- [6] <https://khodro45.com/%DA%AF%DB%8C%D8%B1%D8%A8%DA%A9%D8%B3-%D8%AF%D9%88%DA%A9%D9%84%D8%A7%DA%86%D9%87-dct/>
- [7] <https://tehranyekta.co/view/articleid/193>
- [8] <https://gearboxashoori.com/blog/%DA%AF%DB%8C%D8%B1%D8%A8%DA%A9%D8%B3-%D8%A7%D8%AA%D9%88%D9%85%D8%A7%D8%AA-dsg-%D9%88-%D9%86%D8%AD%D9%88%D9%87-%DA%A9%D8%A7%D8%B1-%DA%A9%D8%B1%D8%AF-%D8%A2%D9%86-%DA%86%DA%AF%D9%88%D9%86%D9%87-%D8%A7/>
- [9] <https://www.pedal.ir/training/%D9%85%D8%A8%D8%AF%D9%84-%DA%AF%D8%B4%D8%AA%D8%A7%D9%88%D8%B1-%DA%86%DA%AF%D9%88%D9%86%D9%87-%DA%A9%D8%A7%D8%B1-%D9%85%DB%8C%E2%80%8C%DA%A9%D9%86%D8%AF%D8%9F/>
- [10] <https://ecoiran.com/%D8%A8%D8%AE%D8%B4-%D9%88%D8%A8-%DA%AF%D8%B1%D8%AF%DB%8C-196/26518-%D8%A8%D8%A7-%D8%A7%D9%86%D9%88%D8%A7%D8%B9-%DA%AF%DB%8C%D8%B1%D8%A8%DA%A9%D8%B3-%D8%A7%D8%AA%D9%88%D9%85%D8%A7%D8%AA%DB%8C%DA%A9-%D8%AF%D8%B1-%D8%A7%DB%8C%D8%B1%D8%A7%D9%86-%D8%A8%DB%8C%D8%B4%D8%AA%D8%B1-%D8%A2%D8%B4%D9%86%D8%A7-%D8%B4%D9%88%DB%8C%D8%AF>
- [11] <https://www.khodrobank.com/reviews/34443/%DA%86%D9%87-%D9%85%D8%A7%D8%B4%DB%8C%D9%86%E2%80%8C%D9%87%D8%A7%DB%8C%DB%8C-%DA%AF%DB%8C%D8%B1%D8%A8%DA%A9%D8%B3-CVT-%D8%AF%D8%A7%D8%B1%D9%86%D8%AF->

[12][https://jetco.co/%D8%A8%D8%A7-%D8%A7%D9%86%D9%88%D8%A7%D8%B9-%DA%AF%DB%8C%D8%B1%D8%A8%DA%A9%D8%B3-%D8%A7%D8%AA%D9%88%D9%85%D8%A7%D8%AA%DB%8C%DA%A9-%D8%A2%D8%B4%D9%86%D8%A7-%D8%B4%D9%88%DB%8C%D8%AF/#:~:text=%D8%B4%D8%B1%DA%A9%D8%AA%20%D9%86%DB%8C%D8%B1%D9%88%D9%85%D8%AD%D8%B1%DA%A9%D9%87%20%D9%82%D8%B2%D9%88%DB%8C%D9%86%20\(NMI\)%20%D8%AF%D8%B1,220%20%D9%88%20%D8%A7%D9%85%E2%80%8C%D9%88%DB%8C%E2%80%8C%D8%A7%D9%85%20%DB%B1%DB%B10%20%D9%87%D8%B3%D8%AA%D9%86%D8%AF](https://jetco.co/%D8%A8%D8%A7-%D8%A7%D9%86%D9%88%D8%A7%D8%B9-%DA%AF%DB%8C%D8%B1%D8%A8%DA%A9%D8%B3-%D8%A7%D8%AA%D9%88%D9%85%D8%A7%D8%AA%DB%8C%DA%A9-%D8%A2%D8%B4%D9%86%D8%A7-%D8%B4%D9%88%DB%8C%D8%AF/#:~:text=%D8%B4%D8%B1%DA%A9%D8%AA%20%D9%86%DB%8C%D8%B1%D9%88%D9%85%D8%AD%D8%B1%DA%A9%D9%87%20%D9%82%D8%B2%D9%88%DB%8C%D9%86%20(NMI)%20%D8%AF%D8%B1,220%20%D9%88%20%D8%A7%D9%85%E2%80%8C%D9%88%DB%8C%E2%80%8C%D8%A7%D9%85%20%DB%B1%DB%B10%20%D9%87%D8%B3%D8%AA%D9%86%D8%AF).

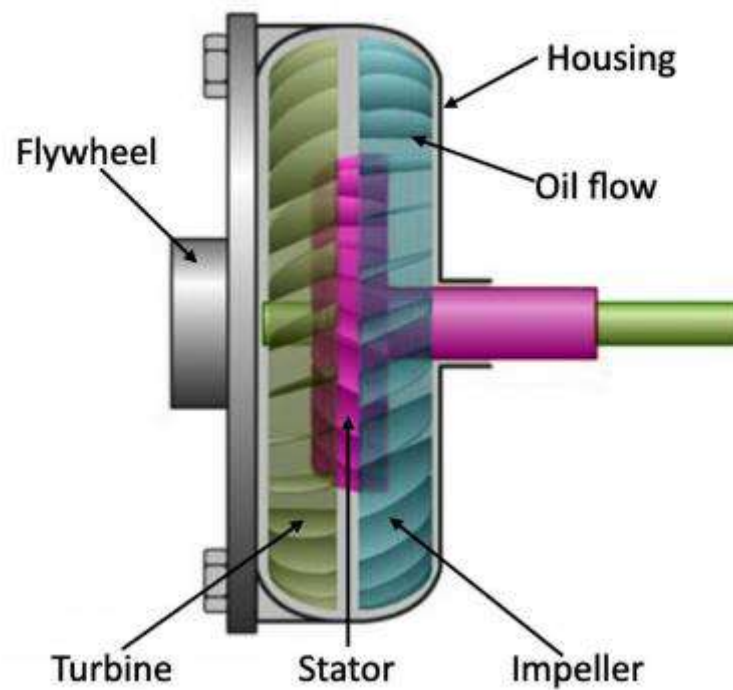
جدول تفاوت گیربکس CVT با AT

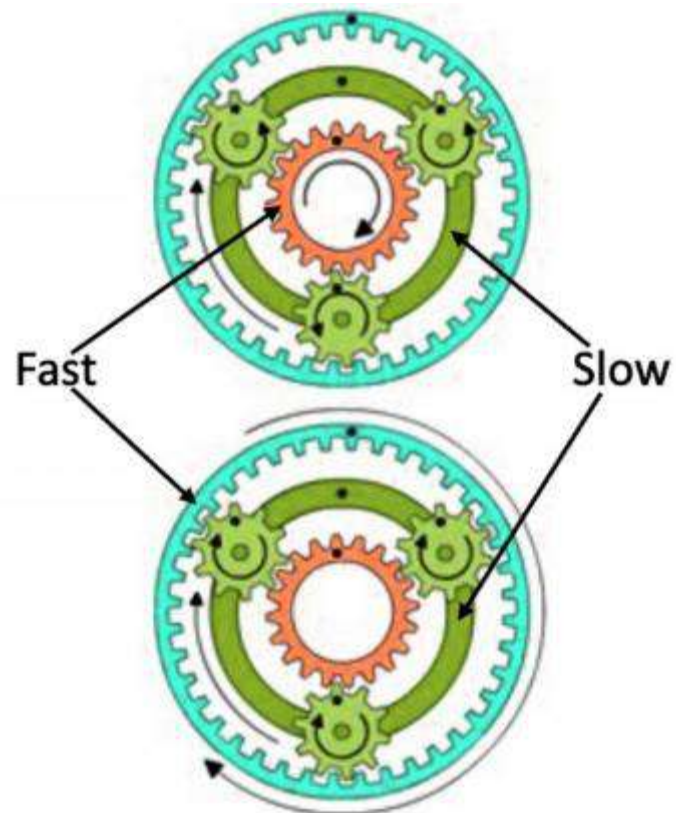
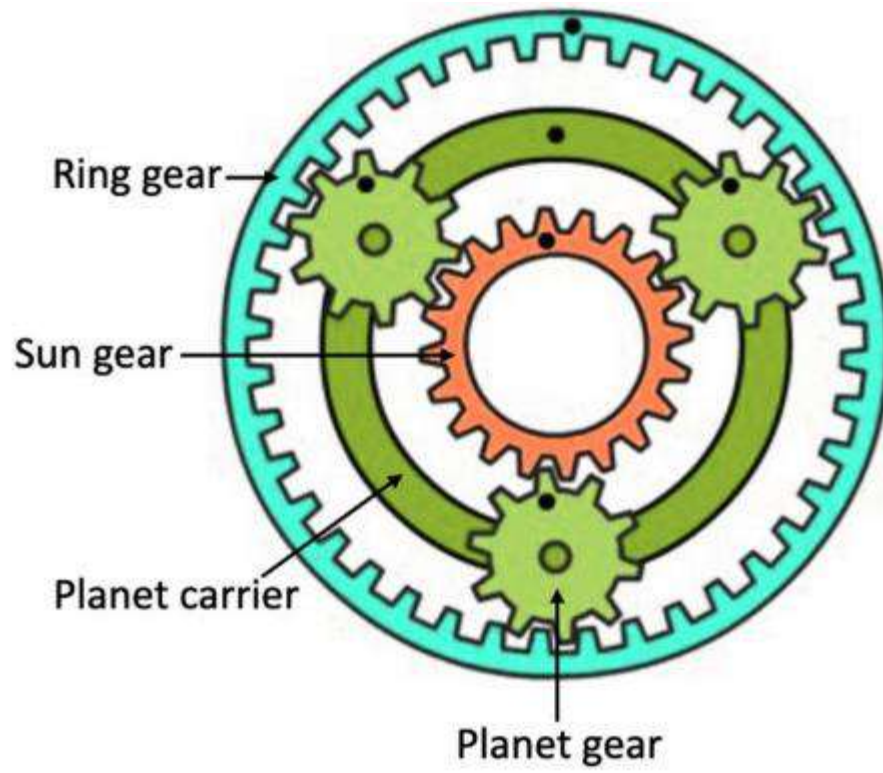


گیربکس CVT	گیربکس AT	
بدون دنده	دنده محدود	نحوه تغییر دنده
نرم و بی تکانه	تکان بیشتر به دلیل قطعات متحرک بیشتر	تجربه رانندگی
بهتر	کمتر	بهره‌وری سوخت
نرم و مستمر	یا تاخیر	سرعت تغییر دنده
کمتر	بیشتر	هزینه نگهداری
بلندتر	کوتاه‌تر	عمر مفید
پیچیده‌تر	ساده‌تر	آسانی تعمیر
سبک‌تر	سنگین‌تر	وزن
محدود	بیشتر	قدرت و توانایی شتاب‌دهی
بیشتر	کمتر	هزینه خرید

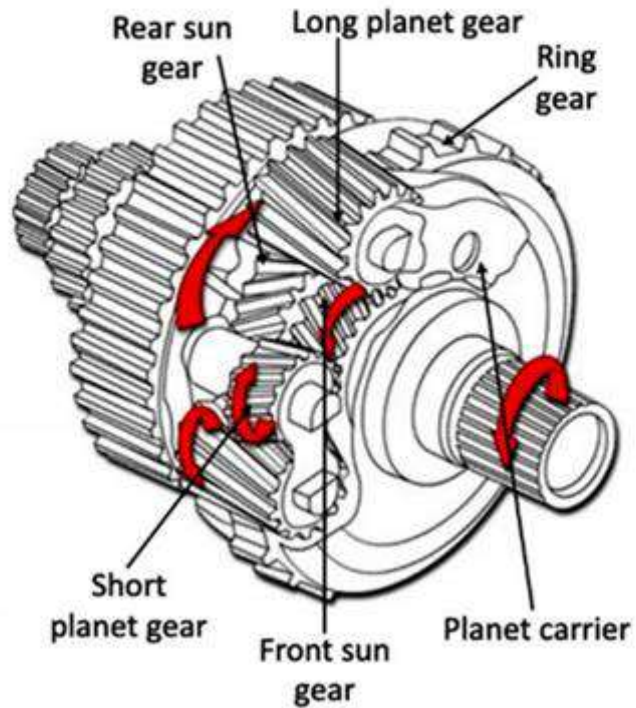


Planetary Gears





Compound Planetary Gearset



Clutch Operation

