

فناوری های نوین در موتور های احتراق داخلی

مجتبی نیکنام ، محسن نصیری

مقدمه:

در این مقاله به بررسی تکنولوژیهای بهبود دهنده موتور می پردازیم که شامل : سیستم های پرخوران ، سیستم زمان بندی متغیر سوپاپ ها (VVT) ، سیستم منیفولد ورودی متغیر (VIS) ، سیستم نسبت تراکم متغیر ، سیستم غیر فعال نمودن سیلندر

تکنولوژیهای بهبود دهنده موتور:

۱. سیستم های پرخوران ، ۲. سیستم زمان بندی متغیر سوپاپ ها ، ۳. سیستم منیفولد متغیر ، ۴. سیستم نسبت تراکم متغیر ، ۵. سیستم غیر فعال نمودن سیلندر

۱. سیستم های پرخوران

به دو گروه : توربو شارژ و سوپر شارژ

تاریخچه ی توربوشارژرها

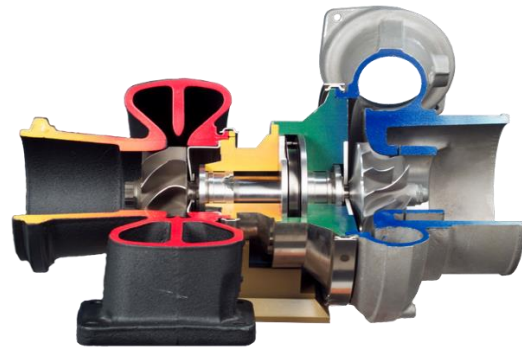
نخستین استفاده از سیستم های پرخوران به اواخر قرن ۱۹ باز می گردد؛ در سال ۱۸۸۵ گوتلیب دایملر مهندس آلمانی ایده ای مبنی بر استفاده از یک پمپ مکانیکی برای تزریق هوا به پیشراشه های احتراق داخلی داشت. اما اختراع توربوشارژر به شکلی که امروزه می شناسیم توسط مخترع سوئیسی، آلفرد بوشی انجام شد. البته سال های زیادی طول کشید تا این سیستم برای این که بتواند بصورت عمده و عملی مورد استفاده قرار گیرد. در سال ۱۹۱۸ یکی از مهندسان شرکت جنرال الکتریک به نام سانفورد الکساندر ماس اقدام به نصب سیستم توربوشارژر روی یک پیشراشه ی ۱۲ سیلندر کرد. این پیشراشه با نام لیبرتی دارای ۲۷ لیتر حجم بود و برای استفاده در تانک و هواپیماهای جنگ جهانی اول طراحی شده بود. الکساندر ماس این پیشراشه را برای آزمایش به کوه پایکس پیک در کلرادو برد. در ارتفاع حدود ۵۵۰۰ متری از سطح دریا فشار هوا تقریباً نصف فشار هوای سطح دریا است. از لحاظ تئوری این یعنی یک پیشراشه ی احتراقی در چنین ارتفاعی نصف حالت عادی قدرت خواهد داشت. نتایج آزمایشات وی نشان داد که پیشراشه ی توربوشارژردار در ارتفاعات بالا افت بسیار کمتری نسبت به پیشراشه های اتمسفریک یا تنفس طبیعی دارند. همانطور که واضح است هر چقدر ارتفاع از سطح دریا افزایش یابد به دلیل رقیق تر شدن هوا میزان چگالی آن کاهش یافته و پیشراشه های احتراقی دچار افت توان می شوند.

نحوه ی عملکرد توربوشارژرها

توربوشارژر در حقیقت یک توربین است که هوا را فشرده کرده و به داخل محفظه ی احتراق می فرستد. سوپرشارژر و توربوشارژر هر دو همین کار را انجام می دهند و تفاوت آنها تنها در نحوه ی تامین نیروی مورد نیازشان است. سوپرشارژرها نیروی مورد نیاز خود را مستقیماً از میل لنگ خودرو دریافت می کنند که می تواند با استفاده از تسمه باشد، اما توربوشارژر نیروی مورد نیاز خود را از گازهای خروجی اگزوز تامین می کند. مزیت سوپرشارژرها در این است که چون مستقیماً به میل لنگ متصل هستند، دیگر تاخیری در عملکرد آنها وجود ندارد و از ابتدای گاز دادن راننده، وارد عمل می شوند. اما توربوشارژر برای چرخش نیاز به انتقال انرژی گازهای اگزوز به توربین دارد تا آن را به چرخش در بیاورند. بنابراین لازم است تا پیشراشه کمی دور گرفته تا سپس توربوشارژرها بتوانند کار خود را انجام دهند. این قضیه سبب تاخیر زمانی در عملکرد توربو ها می شود که اصطلاحاً به آن لگ (Lag) گفته می شود. اما عملکرد این سیستم چگونه است؟

می دانیم در یک پیشرانه ی تنفس طبیعی (اتمسفریک) هنگامی که پیشرانه در حال مکش هوا است تنها نیرویی که هوا را به داخل سیلندر می کشاند، فشار اتمسفر است (دقیقا همانند پر کردن یک سرنگ). توربوشارژرها با اعمال نیروی اضافی به هوای ورودی و پمپ کردن هوای فشرده به داخل محفظه ی احتراق، سبب ورود اکسیژن بیشتری به سیلندر می شوند و پیستون در یک کورس خود می تواند اکسیژن بیشتری را به داخل سیلندر مکش کند و مسلم است که اکسیژن بیشتر به معنای احتراقی کامل تر و قدرتمندتر است. همین عامل سبب افزایش قدرت پیشرانه های توربوشارژر دار است.

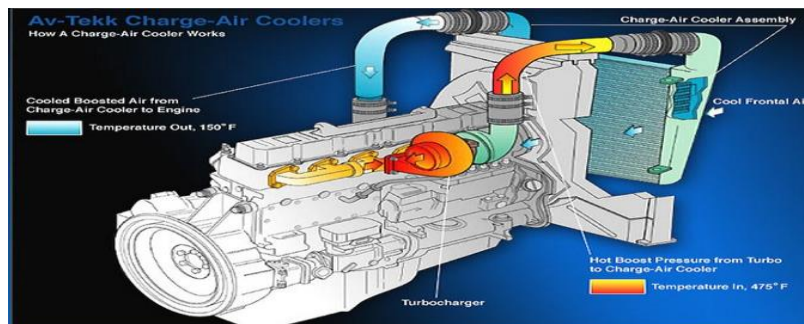
توربوشارژرها از دو بخش تشکیل شده اند که یکی توربین و دیگر کمپرسور است. گازهای خروجی از اگزوز که دارای سرعت زیادی هستند با توربین برخورد کرده و آن را به چرخش در میاورند از آنجایی که توربین و کمپرسور هم محور هستند با چرخش توربین کمپرسور نیز به چرخش درآمده و شروع به پمپ کردن هوا به داخل سیلندرها می کند. در شکل زیر یک توربوشارژر برش خورده را مشاهده می کنید که توربین و کمپرسور آن هم محور هستند.



شکل ۱: توربو شارژر

توربین توربوشارژر با دور بسیار بالایی گردش می کند که می تواند به ۲۰۰ هزار دور بر دقیقه نیز برسد. یکی از مهمترین عوامل مهم در عملکرد یک توربوشارژر اندازه ی توربین است. اگر سایز توربین بزرگ باشد می تواند بوست یا فشار هوای بیشتری را تولید کند اما ایراد آن این است که در دورهای پایین کارایی مناسبی ندارد؛ اما توربین کوچک تر می تواند دور بیشتری بگیرد و در دورهای پایین نیز فوراً وارد عمل شده و تاخیر کمتری دارند، اما در دورهای بالا کارایی آن افت می کند. پس بسیار مهم است که خودروساز بر اساس نیاز و نوع پیشرانه سایز توربین مناسب را برای خودرو انتخاب کند. نوع پره های مورد استفاده در کمپرسور نیز از نوع گریز از مرکز است تا بتواند فشار بیشتری را تولید کند.

اینتر کولر



شکل ۲: اینتر کولر

اینترکولر از آن دسته تکنولوژی هایی است که امروز تقریباً به عضوی جداناپذیر از سیستم های توربوشارژر تبدیل شده است. وظیفه ی اینترکولر کاهش دمای هوای فشرده شده توسط توربوشارژر است و محل قرارگیری این قطعه بین توربوشارژر و سیلندر است. هوایی که توسط سیستم توربو فشرده شده و به داخل سیلندر فرستاده می شوند، دارای دمای بسیار بالایی

در حدود ۱۲۰ تا ۱۵۰ درجهی سانتی گراد هستند. دمای بالای این هوا دو دلیل عمده دارد، یکی اینکه که سیستم توربو فشار هوا را افزایش می دهد و افزایش فشار همواره افزایش دما را نیز به دنبال خود دارد. دوم این که توربین، با گازهای اگزوز که دمای بسیار بالایی دارند در تماس است و این سبب افزایش دمای توربین می شود. چون توربوشارژر مجموعه ای بسیار جمع و جور است، در نتیجه حرارت از سمت توربین به سمت کمپرسور نیز انتقال یافته و باعث گرم شدن آن سمت توربوشارژر نیز می شود.

گرم بودن هوا از چند منظر برای پیشرانهای خودرو مناسب نیست. یکی این که با افزایش دما چگالی (دانسیته) آن کاهش پیدا می کند که به معنای افت عملکرد پیشران است و دوم اینکه دمای بالا می تواند سبب افزایش دمای مخلوط هوا و سوخت نیز بشود که خود سبب پدیده های مخربی نظیر انفجار زود هنگام نیز می شود. در انفجار زود هنگام (که با نام های Knock یا Pre-ignition نیز شناخته می شود) دمای مخلوط هوا و سوخت آنقدر افزایش پیدا کند که پیش از جرقه زنی شمع ها، مشتعل می شود. این انفجار خارج از کنترل و زود هنگام نه تنها افت توان پیشران را به همراه دارد بلکه می تواند آثار مخربی نیز روی آن بگذارد. همچنین افزایش بیش از حد دمای پیشران نیز می تواند تاثیرات منفی روی قطعات بگذارد و عمر کاری آن ها را کاهش دهد. برای حل این مشکلات خودروسازان اقدام به نصب اینترکولر در مدار توربو می کنند. اینترکولر قطعه ای است همانند رادیاتور که هوای گرم از داخل آن گذشته تا دمای آن کاهش پیدا کند. اینترکولر ها معمولاً می توانند دمای هوای ورودی به سیلندر را تا ۴۰ الی ۶۰ درجهی سانتی گراد کاهش دهند. کاهش دما نیز به دو صورت می تواند باشد: با استفاده از هوا یا آب. اینترکولرهایی که با هوا خنک می شوند دارای ساختار ساده تری هستند اما انواع خنک شونده با مایع نیاز به یک رادیاتور دوم دارند تا آب را نیز خنک کنند. در شکل زیر یک مدار توربوشارژر مجهز به اینترکولر خنک شونده با آب نشان داده شده است.

در برخی منابع به اینترکولر افتراکولر نیز گفته می شود که هر دو یک معنی را می رساند. یکی از مسائل مهم در اینترکولرها چک کردن آن ها از لحاظ وجود نشتی است، چرا که در صورت بروز نشتی در اینترکولر فشار هوای مانیفولد هوا کاهش پیدا کرده و در نتیجه قدرت پیشران نیز کاهش محسوسی پیدا می کند. این کاهش قدرت بخصوص در پیشرانهای دیزلی بسیار محسوس و قابل لمس است. به همین دلیل سرویس مجموعه ی توربوشارژر در خودروهای سنگین دیزلی از اهمیت بالایی برخوردار است. مورد دیگر که در رابطه با اینترکولرها وجود دارد، این است که در صورتی که خودرویی به سیستم EGR یا بازگردانی گازهای اگزوز مجهز باشد، اینترکولر این خودروها باید در فواصل مشخص از وجود ذرات کربنی نیز پاکسازی شود. سیستم EGR بخشی از دود خروجی از پیشران را به مانیفولد هوا باز می گرداند و با اینکار سبب کاهش آلاینده گی پیشران می شود. در خودروهایی که به این سیستم مجهزند به مرور زمان ممکن است مقداری از ذرات دود در مجراهای اینترکولر باقی مانده و کارایی آن را کاهش دهند که سرویس اینترکولر را اجتناب ناپذیر می کند. در شکل زیر می توانید یک مدار توربوشارژر را مشاهده کنید. به مدار EGR نیز که بخشی از دود را به مجرای ورودی هوا باز می گرداند دقت کنید.



شکل ۳: نمای کلی

سیستم EGR البته در خودروهای سواری خیلی معمول نیست & اما اکثر خودروهای سنگین به این سیستم مجهز هستند. یکی از موارد دیگری که هنگام کار با اینترکولر باید به آن دقت نمود ظرافت پره های این قطعه است. باید مراقب بود تا اجسام و ابزار به پره های اینترکولر برخورد نکنند همچنین در حال تمیز کردن موتور با دستگاه کارواش نیز فشار زیاد آب کارواش می تواند باعث خم شدن پره های اینترکولر شود پس باید مراقب بود تا به هیچ عنوان آب را مستقیماً به پره های رادیاتور اینترکولر برخورد نکند. اینترکولر را باید در جایی نصب کرد که در معرض جریان هوا باشد تا بتواند تبادل حرارتی بهتری داشته باشد، به همین خاطر معمولاً آن را در مقابل رادیاتور اصلی خودرو و در جلوی پیشرانه نصب می کنند. در شکل زیر می توانید یک نمونه از محل قرار گیری اینترکولر را مشاهده کنید.

سوپاپ Blow off

این قطعه که اختصاراً با نام BOV شناخته می شود یک سوپاپ اطمینان است و هنگامی که فشار توربوشارژر بیش از حد نیاز باشد، باز می شود تا فشار اضافی را از سیستم تخلیه کند. هنگامی که یک پیشرانه ی توربوشارژر در حال کار کردن با دور بالا است، حجم زیادی از هوا با فشار بالا در سیستم توربو و مجرای هوای پیشرانه در حال حرکت است، زمانی که راننده پا را از روی پدال گاز بر می دارد دریچه ی گاز بسته شده و انتقال هوا به داخل سیلندرها متوقف می شود. این در حالی است که توربوشارژر دقیقاً در لحظه ی رهاسازی پدال گاز از مدار خارج نمی شود در نتیجه بخشی از فشار تولیدی توسط توربو پشت دریچه ی گاز باقی می ماند. این فشار اضافی آنقدر زیاد هست که بتواند به مجموعه ی توربو و حتی دریچه ی گاز آسیب بزند. همچنین ممکن است این فشار به داخل سیستم توربو برگردد و کاهش سرعت غیرعادی و کنترل نشده ی توربین را سبب شود که این قضیه می تواند آسیب های جدی را برای سیستم توربوشارژر به همراه داشته باشد. فعال سازی سوپاپ Blow Off معمولاً توسط یک مکانیزم وکیومی انجام می گیرد. شکل زیر یک نمونه از سوپاپ BOV را نمایش می دهد.



شکل ۴ : سوپاپ blow off

فشار اضافی که توسط این سوپاپ تخلیه می شود معمولاً در اتمسفر رها می گردد اما در برخی مدل ها ممکن است دوباره به مانیفولد هوا برگشت داده شود.

:Wastegate

وست گیت یک دریچه در سمت توربین توربوشارژر است که وظیفه‌ی آن تنظیم فشار تولیدی توسط توربو از طریق کنترل میزان دود ورودی به سیستم است. در صورتی که میزان گازهای اگزوز فراتر از نیاز سیستم توربو باشد سوپاپ وست گیت فعال شده و میزان اضافی گازها را از طریق یک مجرای جداگانه به سیستم اگزوز می‌فرستد. در حقیقت باید گفت که سیستم توربوشارژر از تمامی گازهای خروجی از پیشراشه استفاده نمی‌کند، بلکه تنها از مقداری که لازم دارد استفاده کرده و مابقی گازها بدون اینکه برخوردی با توربین داشته باشند از طریق خروجی‌های اگزوز دفع می‌شوند. عملکرد این سیستم نیز می‌تواند به شکل وکیومی و یا با استفاده از سولونوید یا بصورت الکترونیکی باشد. در شکل زیر سوپاپ وست گیت را مشاهده می‌کنید که در بدنه‌ی توربوشارژر کار گذاشته شده است.



شکل ۵: وست گیت

نگهداری از خودروهای دارای سیستم توربوشارژر

توربوشارژرها قدرت و گشتاور بیشتر را در کنار مصرف سوخت کمتر در اختیار شما قرار می‌دهند. اما این قابلیت‌ها هزینه‌هایی نیز به جز قیمت بیشتر پیشراشه دارد که همان مساله‌ی سرویس و نگهداری توربوشارژرها است. خودروی مجهز به توربوشارژر نیاز به توجه بیشتری نسبت به یک خودروی معمولی دارد. با توجه به دمای بالاتر این پیشراشه‌ها و همچنین قدرت بالاترشان نیاز است تا حتماً از روغن موتور مرغوب در این خودروها استفاده کنید. روغن موتور مرغوب و اصلی برای یک خودروی توربوشارژر بسیار حیاتی است چون خود سیستم توربوشارژر نیز با روغن موتور، روغن کاری می‌شود و با توجه به دقت بالای اجزای توربوشارژرها باید حتماً روغن مرغوب به کار گرفته شود. دمای بالاتر پیشراشه‌های مجهز به توربوشارژر نیز عاملی است که با توجه به آن باید همواره مراقب سطح روغن اینگونه پیشراشه‌ها بود تا اگر از میزان روغن کاسته شده باش، دوباره روغن را به موتور اضافه کرد. همچنین فیلتر روغن نیز باید همیشه در زمان تعیین شده توسط کمپانی و با هر بار تعویض روغن، تعویض شود و کوچک‌ترین اغماضی در خصوص آن می‌تواند خرابی پیشراشه‌ی خودرو و مجموعه‌ی توربوشارژر را به دنبال داشته باشد.

در مبحث رانندگی نیز خودروی توربوشارژردار نیاز به دقت و رعایت بیشتری دارد. برای مثال هنگامی که پیشراشه گرم است و مدت زمانی را با خودرو رانندگی کرده‌اید، در صورت توقف نباید فوراً پیشراشه را خاموش کنید، بلکه باید حدود سه الی چهار دقیقه صبر کرد تا دمای پیشراشه به حالت عادی برگردد و سپس خودرو را خاموش کرد. اگر هنگام گرم بودن پیشراشه، آن را ناگهان خاموش کنید اینکار سبب متوقف شدن اوایل پمپ (پمپ روغن) خودرو می‌شود و در نتیجه روغن کاری توربو نیز متوقف می‌شود. با توجه به دمای بسیار بالای توربوشارژر وقتی روغن در این مجراهای بسیار داغ از حرکت باز می‌ایستد سوخته و تبدیل به روغن سوخته می‌شود. سوختن روغن می‌تواند به مرور باعث جرم‌گرفتگی مجراها شده و در عملیات روغنکاری اختلال ایجاد کند.

همانطور که اشاره شد استفاده از یک توربوشارژر ساده در خودرو در کنار تمام مزایا، معایبی نیز دارد. به همین دلیل خودروسازان همواره به فکر بهینه‌تر کردن این سیستم‌ها و افزایش کارایی آن‌ها بوده‌اند. دو مورد از بهترین راه‌حل‌هایی که

در این زمینه ارایه شد، استفاده از سیستم توپین توربو یا همان دو توربو و استفاده از سیستم توربوی دو-مجرایی است. هر دو نمونه‌ی ذکر شده در برخی از خودروهای موجود در بازار ایران وجود دارند که به آن‌ها اشاره خواهیم کرد.

دو دلیل عمده‌ای که خودروسازان را به سمت استفاده از پیشراندهای توپین توربو کشاند، کارایی آن‌ها در کنار اندازه و شکل پیشرانده بود.

در پیشراندهای کوچک معمولاً از سیستم توپین توربو استفاده نمی‌شود؛ زیرا در این پیشراندها میزان گازهای خروجی از اگزوز آنقدر زیاد نیست که بتواند دو عدد توربوشارژر را به کار بباندازد. بنابراین از این سیستم بیشتر در پیشراندهای بزرگتر استفاده می‌شود. استفاده از چند توربوی کوچک بجای یک توربوی بزرگ در این پیشراندها می‌تواند تاخیر یا همان لگ توربوشارژر را نیز کاهش دهد، چون توربوشارژرهای کوچک‌تر نسبت به انواع بزرگ‌تر دارای تاخیر کمتری هستند.

مساله‌ی دوم قضیه‌ی شکل پیشراندها است؛ در پیشراندهای تخت (باکسر) یا وی شکل (خورجینی) استفاده از یک توربوشارژر بسیار سخت است و نیاز خواهد بود تا از لوله‌های بلند و زیادی برای انتقال دود از یک سمت به سمت دیگر استفاده شود. استفاده از مانیفولد اگزوز بلندتر و بزرگتر به جز کاهش کارایی توربوها، پیچیدگی و وزن پیشرانده را نیز افزایش خواهد داد. بنابراین در چنین خودروهایی برای هر بلوک از یک توربوشارژر استفاده می‌شود. مثال چنین خودروهایی بی‌ام و ۷۵۰ و سوبارو ایمپرز هستند. امروزه تقریباً تمامی پیشراندهای وی شکلی که دارای توربوشارژر باشند، از سیستم توپین توربو استفاده می‌کنند.

سیستم توپین توربوی موازی

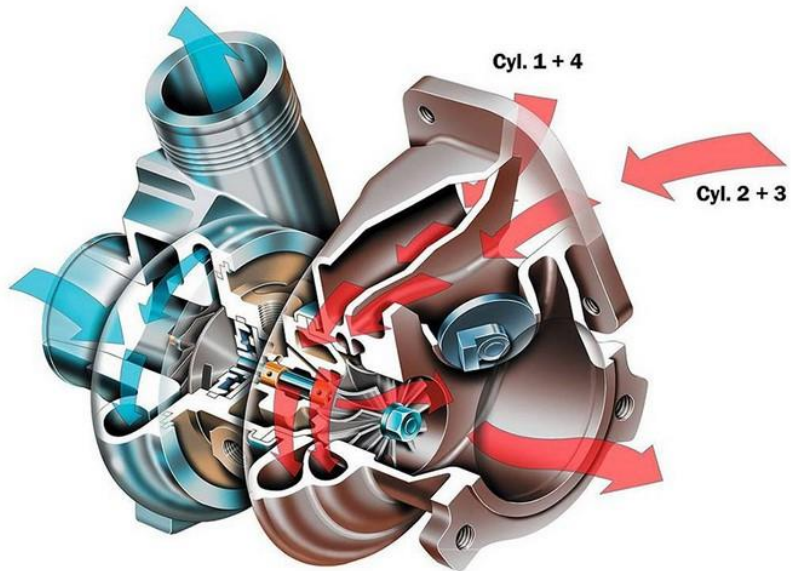
این چیدمان ساده‌ترین و پرکاربردترین نوع توپین توربو است و اکثر خودروهای توپین توربوی موجود در بازار از این روش استفاده می‌کنند. در این چیدمان روی هر بلوک از پیشراندهای وی شکل یا باکسر، یک عدد توربوشارژر قرار می‌گیرد و از مانیفولد دود همان بلوک تغذیه می‌شود. مثال چنین پیشراندهایی، پیشراندهی مورد استفاده در مرسدس بنز S500 است. در شکل زیر یک پیشراندهی دو توربو از نوع موازی متعلق به خودروی مازراتی را مشاهده می‌کنید.

اما شرکت بی‌امو در سیستم توپین توربوی خود از چیدمان خاصی استفاده کرده است؛ پیشراندهی N54 و N55 این شرکت که در خودروهایی چون i335 و X635i استفاده شده است، نمونه‌ی شش سیلندر خطی است که سیلندرهای آن در امتداد یکدیگر قرار دارند. در این پیشرانده همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید، به ازای هر سه سیلندر یک عدد توربوشارژر قرار داده شده است.

در گذشته از توربوشارژرهای دوتایی با دومرحله نیز استفاده می‌شد و در آن سیستم توربوشارژر دوم در دورهای بالا و در زمان نیاز وارد مدار شده و در دورهای پایین تنها یکی از توربوشارژرها عمل می‌کرد. اما با پیشرفت علم و بهبود بخش الکترونیکی پیشراندها، امکان کنترل بهتر روی توربوشارژرها فراهم شده و دیگر سیستم دو مرحله‌ای کنار گذاشته شد. خودروهایی مانند نسل آخر تویوتا سوپرا و مزدا RX-7 از توربوشارژرهای دومرحله‌ای استفاده می‌کردند. در شکل زیر تصویری شماتیک از یک توربوشارژر دو مرحله‌ای را مشاهده می‌کنید.

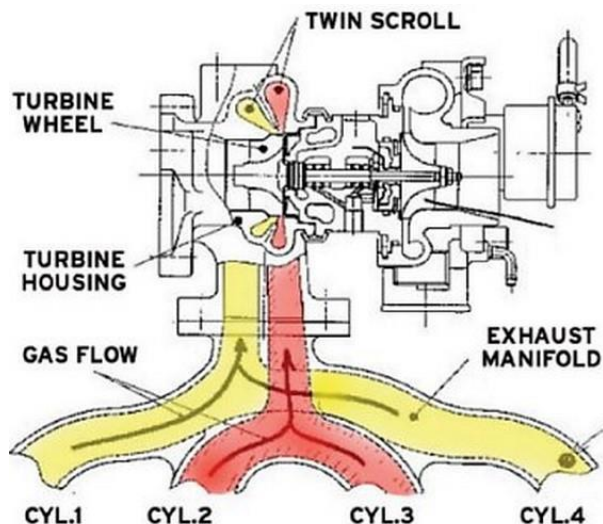
توربوشارژرهای Twin-scroll

مشهورترین خودروی بازار ایران که از این نوع توربوشارژر استفاده می‌کند بی‌امو های i328 و i528 هستند. خودروسازانی چون میتسوبیشی، رنو، پژو سیتروئن، جنرال موتورز و بی‌امو همگی نسبت به استفاده از این نوع توربوشارژرها تمایل زیادی نشان داده و در مدل‌های مختلفی از محصولات خود از این سیستم استفاده کرده‌اند، اما دلیل آن چیست؟ پاسخ را باید در سرعت عمل و تاخیر بسیار کم و راندمان بالای این نوع توربوشارژرها جست.



شکل ۶: توربو شارژرهای twin scroll

در یک توربوشارژر ساده گازهای خروجی از تمامی سیلندرها از طریق یک مجرای مشترک وارد توربوشارژر می شوند. از آنجایی که زمان خروج دود از هر سیلندر متفاوت با دیگر سیلندرها است، تداخل این گازها با یکدیگر می تواند سبب کاهش انرژی آنها شده و در نتیجه کارایی توربوشارژر را نیز کاهش دهد. در سیستم تویین اسکرول (گاهها تویین پاور نیز نامیده می شود) دو مجرای جداگانه برای ورود دود به توربوشارژر تعبیه شده است. بطوری که برای مثال در پیشراندهی بی ام و در سیستم تویین اسکرول دو مجرای جداگانه برای ورود دود به توربوشارژر تعبیه شده است. بطوری که برای مثال در پیشراندهی بی ام و i328 سیلندرهایی ۱ و ۴ دارای یک مجرا و سیلندرهایی ۲ و ۳ نیز دارای مجرای دیگری هستند. با چنین تدبیری نه تنها کارایی توربوشارژر افزایش پیدا می کند بلکه تاخیر آن نیز کاهش چشمگیری پیدا می کند. همچنین این دو مجرای مختلف در داخل توربین نیز عملکردی متفاوت دارند بطوری که دود موجود در مجرا با لبه ی بیرونی پره های توربین تماس پیدا کرده و دور توربوشارژر را افزایش می دهد و دود موجود در مجرای کوچک تر نیز با لبه ی داخلی پره های توربین برخورد کرده و باعث چرخش سریع تر توربوشارژر در ابتدای حرکت می شود تا تاخیر را از بین ببرد. دو شکل زیر نمایی از عملکرد توربوشارژر تویین اسکرول را نشان می دهند.



شکل ۷: نمای برش خورده

نگاهی به مشخصات پیشراشه N20 بی‌ام‌و نشان خواهد داد که این پیشراشه از عملکرد بالایی برخوردار است. این پیشراشه‌ی دو لیتری چهار سیلندر دارای توان تولید ۲۴۵ اسب بخار در ۵ هزار دور بر دقیقه و ۳۵۰ نیوتون‌متر گشتاور را در بازه‌ی ۱۲۵۰ تا ۴۸۰۰ دور بر دقیقه داراست. پیشراشه‌ی شش سیلندر ۳ لیتری N53 که N20 جایگزین آن شد تنها دارای ۲۷۰ اسب بخار قدرت در ۶۷۰۰ دور بر دقیقه و گشتاور ۳۲۰ نیوتون‌متر در دور موتور ۲۷۵۰ تا ۳ هزار دور است. همانطور که آمار نشان می‌دهند، پیشراشه‌ی شش سیلندر توربوشارژر نه تنها گشتاور بیشتری دارد بلکه گشتاور آن در بازه‌ی بیشتری از دور موتور و آن هم از دور پایین تری در دسترس است. پیشراشه‌ی N20 را در شکل زیر مشاهده می‌کنید.

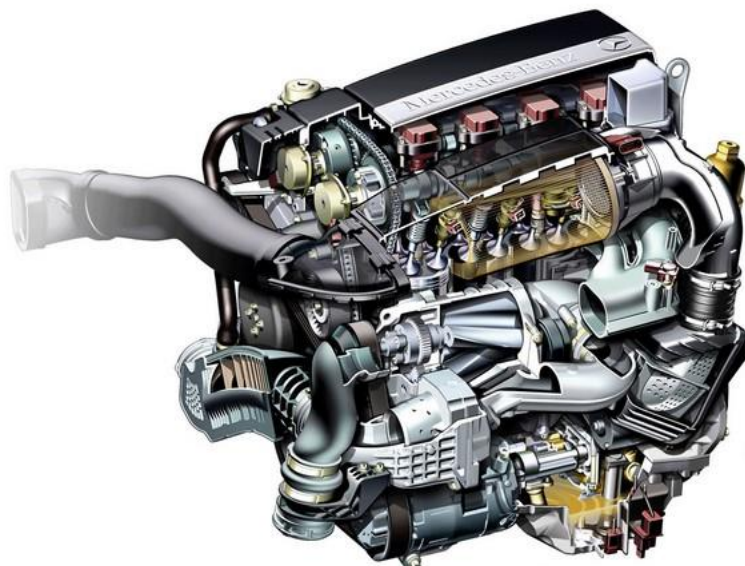
سوپرشارژرها بصورت مستقیم نیروی خود را از پیشراشه دریافت می‌کنند، حال این دریافت نیرو می‌تواند از طریق تسمه، چرخ دنده یا هر چیز دیگری باشد. با توجه به کوپل شدن دائمی سوپرشارژر به پیشراشه، دیگر مانند توربوشارژرها تاخیری وجود ندارد و سوپرشارژر از همان ابتدای گاز دادن راننده کارایی خود را نشان می‌دهد.

اصلی ترین موردی که سبب شده توربوشارژرها از محبوبیت بیشتری نسبت به سوپرشارژرها برخوردار باشند، این است که سوپرشارژرها بدلیل طراحی و نحوه‌ی کارشان انرژی زیادی از نیروی پیشراشه را مصرف می‌کنند. صدای زیاد و استهلاک قطعات داخلی از دلایلی است که باعث شده تمایل کمتری نسبت به استفاده از این سامانه وجود داشته باشد، به طوری که مرسدس بنز که از بزرگترین استفاده کنندگان از سوپرشارژر در محصولات خود بود، در سال ۲۰۱۰ بطور کامل این سیستم را از خودروهایش حذف کرده و با توربوشارژر جایگزین نمود.

سوپرشارژرها دارای سه مدل اصلی هستند و خودروسازان و شرکت‌های تیونینگ بسته به کاربرد خودرو یکی از این انواع را انتخاب می‌کنند.

سوپرشارژر روتس

این نوع سوپرشارژر نام خود را از مخترع آن، برادران روتس، گرفته است. اختراع این نوع سوپرشارژر حتی به پیش از اختراع خودرو توسط بنز باز می‌گردد و در ابتدا به عنوان یک پمپ باد طراحی شد.



شکل ۸: سوپر شارژر روتس

سوپرشارژر روتس از دو عدد روتور پره دار تشکیل شده است که در داخل یک هوزینگ (بدنه) قرار دارند. این روتورها توسط نیروی پیشراانه به چرخش درآمده و چرخش آنها سبب گیر افتادن هوا در فاصله ی بین پره ها و بدنه ی سوپرشارژر می شود، به این ترتیب هوا به سمت پیشراانه پمپ می شود.

سوپرشارژر روتس مصرف انرژی زیادی دارد و به همین خاطر در مواقعی که نیاز به نیروی زیادی وجود ندارد بهتر است که از مدار خارج شود. برای حل چنین مشکلی مرسدس بنز در پیشراانه ی چهار سیلندر مورد استفاده در کلاس سی کمپرسور، اقدام به نصب یک کلاچ الکترونیکی کرده است تا تنها در موقع لزوم سوپرشارژر را درگیر کند. در شکل زیر سوپرشارژر مورد استفاده توسط مرسدس بنز و سیستم کلاچ قطع کن آن را می تواند مشاهده کنید.

تنها مزیت سوپرشارژر روتس قیمت ارزان آن است ولی در مقابل، این نوع سوپرشارژر در دوره های بالا انرژی زیادی از پیشراانه می گیرد و صدای زیادی نیز تولید می کند، از طرفی میزان فشار هوای تولید شده توسط این نوع سوپرشارژر نیز نسبت به سایر انواع پایین تر است، به همین دلیل امروزه کمتر از این سوپرشارژر استفاده می شود.

سوپرشارژر TVS

این نوع سوپرشارژرها را می توان در فارسی دوپیچی نیز معنی کرد. سوپرشارژرهای دو پیچی در حقیقت مدلی بهینه شده از سوپرشارژرهای روتس هستند. این سوپرشارژر محبوب ترین و پرکاربردترین نوع سوپرشارژر در جهان است.

بزرگ ترین تغییر سوپرشارژر دو پیچی نسبت به روتس این است که روتورهای روتس دارای سه پره بودند ولی در نوع دو پیچی روتورها دارای چهار عدد پره هستند. همین عامل سبب تولید فشار بیشتری توسط این سوپرشارژرها شده است. در ضمن این سوپرشارژرها صدای بهتری نیز دارند و دیگر از آن صدای آزار دهنده ی روتس در آن ها خبری نیست. ورودی هوای سوپرشارژر دو پیچی نیز نسبت به روتس بزرگ تر بوده و این عامل سبب شده تا دمای کارکرد این سوپرشارژرها نیز پایین تر باشد.

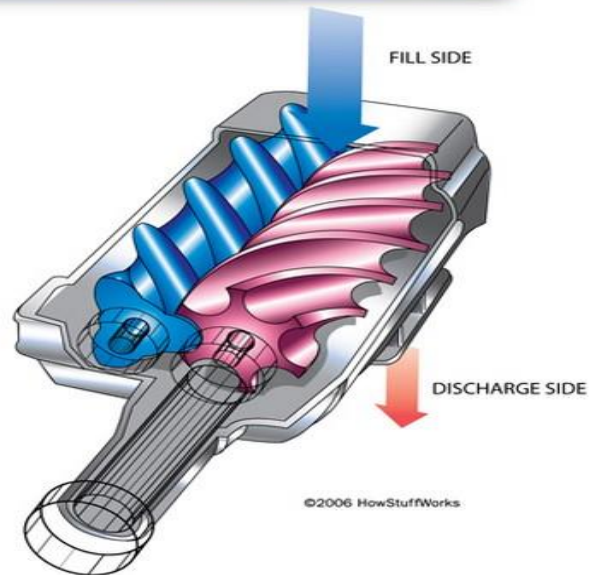
از مزایای سوپرشارژر دو پیچی باید صدای قابل قبول و راندمان مناسب را نام برد.

برخی از خودروهای اسپرت مشهور مانند شورولت کوروت ZR1 و لوتوس Evora از این نوع سوپرشارژر استفاده می کنند.

سوپرشارژر مارپیچی

این سوپرشارژرها از دو مارپیچ نر و ماده تشکیل شده اند که با یکدیگر درگیر بوده و عمل پمپ کردن هوا را انجام می دهند. نری و مادگی این مارپیچ ها بسیار به هم نزدیک بوده و با چرخش آنها، هوا بینشان گیر افتاده و به درون پیشراانه پمپ می شود.

How Superchargers Work



شکل ۹: سوپر شارژر مارپیچی

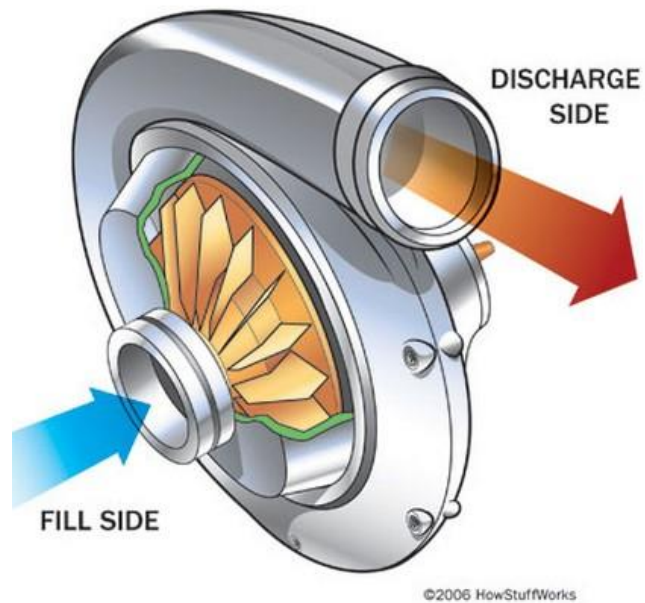
مزیت این سوپرشارژرها فشار تولیدی و راندمان بالای آنها است. همچنین سوپرشارژرهای مارپیچی قدرت خود را در بازه وسیعی از دور موتور در اختیار راننده قرار می دهند. به همین دلیل یکی از بهترین گزینه برای خودروهای سوپراسپرت و بسیار قدرتمند به حساب می آیند. این سوپرشارژرها در کنار این مزایا یک عیب بزرگ دارند و آن هزینه ی تولید و قیمت بالای آنها است. ساخت آنها نیز به ابزارآلات و ماشین کاری بسیار دقیقی نیاز دارد که تمامی این عوامل در قیمت بالای آنها دخیل هستند.

از مشهورترین خودروهایی که از سوپرشارژر مارپیچی استفاده می کنند می توان مرسدس-مکلارن SLR و فورد جی تی را نام برد.

سوپرشارژر گریز از مرکز

این نوع سوپرشارژرها عملکردی بسیار شبیه به توربوشارژر دارند و ساختار داخلی آنها نیز با توربوشارژر مشابه است با این تفاوت که نیروی خود را به جای گاز موجود در اگزوز، از میل لنگ دریافت می کند. توربین این سوپرشارژرها برای فراهم کردن فشار لازم نیاز دارد تا با دور بسیار بالایی (بیش از ۶۰ هزار دور بر دقیقه) بچرخد به همین دلیل در این سوپرشارژرها جعبه دنده ای کار گذاشته می شود تا دور ورودی را افزایش دهد.

How Superchargers Work



شکل ۱۰: سوپر شارژر گریز از مرکز

میزان فشار تولیدی این سوپرشارژرها کاملاً به میزان دور موتور وابسته است، به همین دلیل این سوپرشارژرها در دورهای پایین کارایی کمی دارند اما در دورهای بالا فشار بسیار زیادی تولید می کنند.

از طرفی سوپرشارژر گریز از مرکز به دلیل داشتن کمترین قطعات و کوچکترین اندازه نسبت به سایر انواع سوپرشارژر، دارای بهترین راندمان و کمترین هدر رفت انرژی است. این سوپرشارژر یکی از پرمصرفترین انواع در بازار تیونینگ است، اما به دلیل کارایی پایین در دور موتورهای پایین، خودروسازان کمتر به سراغ آن می روند، منتهی خودروهای سوپراسپرتی چون کوپینگزگ و فریبو از این نوع سوپرشارژر استفاده می کنند.

مزایای سوپرشارژر گریز از مرکز عبارتند از راندمان بالا، تولید فشار زیاد و اندازه ی کوچک. معایب این سوپرشارژر نیز این است که تنها در دورهای بالا کارایی دارد.

۲. سیستم زمان بندی متغیر سوپاپ ها (vvt):

پس از آنکه فناوری بکارگیری چندسوپاپ بر روی موتورها به عنوان یک سازوکار استاندارد درآمد، زمانبندی متغیر سوپاپها قدم بعدی برای بهبود عملکرد حاصل از موتورهای انتخاب شد؛ آنهم نه فقط برای افزایش قدرت و گشتاور. همانطوریکه میدانید زمانبندی تنفس و تخلیه توسط شکل و زاویه قرارگیری بادامکها تنظیم میشود .

برای آنکه وضع تنفس بهینه باشد، موتور به زمانبندی مختلف سوپاپ در سرعتهای مختلف نیاز دارد. وقتی که سرعت موتور افزایش مییابد، زمان لازم برای تنفس و تخلیه کم میشود و بنابراین فرصت کافی برای ورود مخلوط تازه به درون موتور و محفظه احتراق و خروج سریع دود از موتور وجود ندارد. بنابراین بهترین راه حل این است که سوپاپ دود دیرتر بسته شده و سوپاپ هوا زودتر باز شود. به عبارت بهتر همپوشانی سوپاپهای دود و هوا باید متناسب با افزایش سرعت بیشتر شود .

بدون استفاده از فناوری زمانبندی متغیر سوپاپها، مهندسين مجبورند زمانبندی میانهای را برای موتور انتخاب کنند. برای مثال در یک خودروی باری ممکن است زاویه همپوشانی کمی در نظر گرفته شود زیرا عموماً آنرا با سرعت کم می‌رانند. برعکس یک خودروی مسابقه‌ای نیازمند زاویه همپوشانی زیاد است زیرا باید در حداکثر سرعت، حداکثر قدرت را داشته باشد.

یک خودروی معمولی از زاویه همپوشانی متوسط برخوردار است زیرا چه در سرعت کم و چه در سرعت زیاد باید کارکرد مناسبی داشته باشد و نمیتوان در این خودروها یک ناحیه را قربانی ناحیه دیگر کرد در صورتیکه در خودروی مسابقه یا خودروی باری میتوان ناحیه‌ای از عملکرد را که کمتر مورد توجه میباشد را قربانی ناحیه دیگر نمود. با استفاده از زمانبندی متغیر سوپاپ، قدرت و گشتاور میتواند در ناحیه وسیعی از سرعت بهینه شود. بدون آنکه اثر منفی بر روی سایر کمیتها دیده شود.

نتایج اصلی حاصل از بکارگیری VVT به شرح زیر است:

* افزایش توان بیشینه در سرعت دورانی بیشتر. به عنوان مثال توان خروجی یک نمونه موتور نیسان مجهز به VVT در حدود 25 درصد از موتور بدون VVT بیشتر است (Nissan Neo VVL 2-Lit).
* افزایش گشتاور بیشینه در سرعت دورانی کمتر که بهبود چابکی (Drivability) و افزایش شتاب خودرو را بدنبال دارد. برای مثال در یک نمونه خودروی فیات ۹۰ درصد از گشتاور بیشینه در سرعت دورانی بین 2000 تا 6000 دور در دقیقه بدست می‌آید که حاکی از ثابت بودن تقریبی منحنی گشتاور در ناحیه نسبتاً وسیعی از سرعت دورانی است.
(Fiat Barchetta's 1.8 VVT)

در برخی طراحی ها، کورس باز شدن سوپاپ نیز میتواند متناسب با سرعت موتور تغییر کند. در سرعت دورانی زیاد، کورس زیادتر سوپاپ جریان تخلیه و تنفس را تسریع کرده، و تنفس و تخلیه بهتر میشود. البته در سرعت دورانی کم کورس زیاد سوپاپ تنفس اثر منفی بر کیفیت مخلوط سوخت و هوا داشته و اختلاط آنها را با اشکال مواجه میکند، در نتیجه موجب بروز بدسوزی و کاهش کارایی و توان میشود. بنابراین کورس جابجایی سوپاپ باید متناسب با سرعت موتور متغیر باشد.

انواع سازوکار زمانبندی متغیر سوپاپها VVT

۱. سازوکار تغییر زاویه بادامک

زمانبندی متغیر سوپاپ از نوع تغییر زاویه بادامک سادهترین، ارزانترین، و متداولترین سازوکاری است که در حال حاضر مورد استفاده قرار می‌گیرد. اساساً این سازوکار زمانبندی سوپاپها را با تغییر دادن زاویه زمانبندی میل بادامک تغییر میدهد. به عنوان مثال در سرعت زیاد میل بادامک تنفس به اندازه 30 درجه چرخانده میشود تا سوپاپ هوا زودتر باز شود. این حرکت با استفاده از عملگر هیدرولیکی اعمال شده و مقدار جابجایی مورد نیاز توسط سیستم کنترل الکترونیک موتور مراقبت و تنظیم میشود.

توجه داشته باشید که سازوکار تغییر زاویه بادامک نمیتواند زاویه باز بودن سوپاپ را تغییر دهد و فقط دیر یا زود باز شدن سوپاپ تنفس را تغییر میدهد. در نتیجه اگر سوپاپ هوا زود باز شود، زود هم بسته میشود و اگر دیر باز شود، دیر هم بسته میشود. همچنین نمیتواند کورس باز شدن سوپاپ را نیز تغییر دهد. با این وجود سادهترین، و ارزانترین شکل سازوکار زمانبندی متغیر سوپاپ محسوب میشود. زیرا برخلاف سایر سازوکارها که برای هر سیلندر یک عملگر مستقل نیاز دارد، این سازوکار برای هر میل بادامک تنها به یک عملگر هیدرولیکی نیاز دارد.

تغییر پیوسته یا گسسته زاویه میل بادامک

سادهترین سازوکار تغییر زاویه بادامک فقط 2 یا 3 نقطه ثابت برای تغییر زاویه دارد، مثلاً زاویه 0 و 30 درجه. سیستم بهتر سازوکار تغییر پیوسته زاویه بادامک میباشد که هر زاویهای بین 0 تا 30 درجه را برحسب سرعت پوشش میدهد. واضح است که بدین ترتیب زمانبندی بهینه برای هر سرعتی قابل تنظیم است، ضمن آنکه تغییرات نیز با پیوستگی صورت میگیرد که مزیت مهمی است. برخی طراحیها مانند سیستم :

BMW: VANOS (Variable nockenwellenspreizung, Variable Camshaft Lobe Separation)

برروی هر دو میل بادامک تنفس و تخلیه سازوکار تغییر پیوسته زاویه بادامک قرار دارد و موجب میشود تا قیچی سوپاپ یا همپوشانی بیشتری بدست آمده و بازدهی بیشتری حاصل شود. به همین دلیل است که خودروی M3 3.2 از نمونه قبلی خود M3 3.0 که فقط روی میل بادامک تنفس عملکرد تغییر پیوسته زاویه بادامک دارد، بازدهی بیشتری داشته و قدرت 100 اسب بخار در هر لیتر تولید میکند. در سری E46 این سازوکار برروی میل بادامک تنفس 40 درجه و بروی میل بادامک دود 25 درجه تغییر زاویه ایجاد میکند .

مثال

(Variable NOckenwellenspreizung, Variable Camshaft Lobe Separation) BMW's Vanos

کارکرد این مجموعه بسیار آسان است. به انتهای میل بادامک یک چرخنده هلیکال متصل شده است. این چرخنده هلیکال در درون یک فنجانی قرار داشته و میتواند در امتداد محور میل بادامک حرکت خطی داشته باشد. از انجائی که چرخنده هلیکال دارای دندانههای مایل می باشد، در اثر حرکت خطی فنجانی زاویه میل بادامک نسبت به چرخنده تایمینگ اختلاف فاز پیدا میکند و موجب تقدم یا تاخیر در باز و بسته شدن سوپاپها میشود و به همین ترتیب عقب رفتن فنجانی اختلاف فاز در جهت معکوس ایجاد میکند. مقدار جابجایی فنجانی بستگی به اختلاف فشار هیدرولیک دارد. به این ترتیب که در کنار فنجانی دو حفره برای روغن قرار داشته و یک پیستون نازک در وسط آن دو حرکت میکند. جریان روغن بوسیله یک شیر الکترومغناطیس کنترل شده و روغن به میزان لازم وارد حفره موردنظر در سمت جلو یا عقب پیستون میشود. سپس حرکت پیستون توسط یک محور به فنجانی منتقل و سبب جلو یا عقب رفتن آن شده و در نتیجه مقدار پیش افتادن یا تاخیر در زاویه میل بادامک تنظیم میشود. به عبارت دیگر اگر مطابق شکل سامانه مدیریت موتور فرمان ورود روغن به حفره سبز رنگ را صادر کند، پیستون به طرف میل بادامک حرکت کرده و فنجانی را هم به طرف میل بادامک میراند. در نتیجه موجب پیش افتادگی در زاویه باز و بسته شدن سوپاپها خواهد شد. به این ترتیب تغییر پیوسته زمانبندی سوپاپها براساس موقعیت قرارگیری فنجانی بدست میآید .

۲. سازوکار تعویض بادامک

شرکت هوندا در دهه 80 میلادی با ارائه سیستم معروف به VTEC پیشگام استفاده از VVT در خودروهای سواری محسوب میشود. این عنوان در واقع مخفف Valve Timing Electronic Control بوده و برای اولین بار در خودروی Civic CRX و Civic NS-X مورد استفاده قرار گرفت و پس از آن برروی سایر مدلها رایج گردید .

این سیستم در واقع از دو سری بادامک با شکل نیمرخ تشکیل شده تا زمانبندی متفاوتی را تولید نماید. یک سری از بادامکها در شرایط عادی و سرعت کمتر از 4500 دور در دقیقه مورد استفاده قرار میگیرد. مجموعه دیگر بادامکها مربوط به سرعت بیشتر است. بدیهی است که چنین سازوکاری قادر به تغییر پیوسته زمانبندی درجه ها نیست و در نتیجه در سرعت کمتر از 4500 دور در دقیقه خودرو حرکت نرمی داشته و در سرعت بیشتر از آن بطور ناگهانی اوضاع تغییر میکند .

این مجموعه توان بیشینه را افزایش داده و سرعت دورانی بیشینه موتور را مانند یک خودروی مجهز به میل بادامک مسابقه‌ای، به بیش از 8000 دور دقیقه میرساند و موجب میشود تا در یک موتور 1600 سی سی توان بیشینه 30 اسب بخار افزایش یابد .

با این وجود برای رسیدن به چنین توان قابل توجهی باید سرعت موتور از مقدار معینی بیشتر باشد و رسیدن به آن نیازمند تعویض دنده مکرر خواهد بود. شرکت هوندا اخیرا در برخی مدلها سیستم VTEC دو مرحله‌ای را به یک سیستم 3 مرحله‌ای توسعه داده است. اگرچه این مجموعه همچنان نسبت به سیستمهای تغییر پیوسته زاویه بادامک ضعیفتر میباشد ولی چون میتواند ارتفاع گشودگی سوپاپها را نیز تغییر دهد، یک سازوکار VVT قدرتمند محسوب میشود .

مثال

Honda's 3-stage VTEC (Valve Timing Electronic Control)

آخرین سیستم 3 مرحله‌ای VTEC بر روی خودروی Civic با موتور تک میل بادامک رو در ژاپن بکار رفته است. این سازوکار دارای 3 بادامک با زمانبندی و برآمدگی مختلف است. لازم به ذکر است که ابعاد و شکل نیمرخ بادامکها نیز با یکدیگر متفاوت میباشد . به عبارت دیگر بادامک سمت راست دارای نیمرخ با برآمدگی متوسط و سرعت باز و بسته شدن آرام، بادامک سمت چپ دارای نیمرخ با برآمدگی کم و سرعت باز و بسته شدن آرام، و بادامک میانی دارای نیمرخ با برآمدگی زیاد و سرعت باز و بسته شدن تند است .

۳. سیستم منیفولد ورودی متغیر (vis):

منیفولدهای ورودی متغیر

۱- منیفولدهای طول متغیر

۲- سیستم ورودی انعکاسی

منیفولد ورودی طول متغیر:

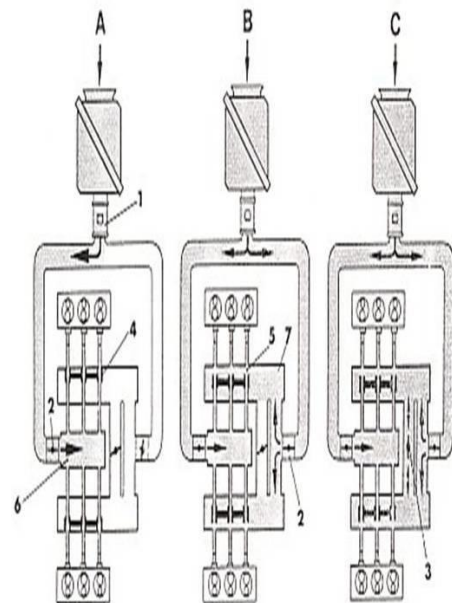
منیفولدهای ورودی طول متغیر معمولا در خودروهای سواری چهار در (sedan) استفاده می شوند. در بیشتر طراحی ها از دو منیفولد با طولهای متفاوت برای تغذیه هر سیلندر استفاده می شود. منیفولدهای با طول بلند برای دورهای پایین و منیفولدهای کوتاه برای دورهای بالا استفاده می شوند. فهمیدن اینکه چرا دور بالا به منیفولد کوتاه احتیاج دارد ساده است چون که با استفاده از آن مکش موتور بطور آزادانه و آسان صورت می گیرد. اما چرا در دورهای پایین منیفولدهای با طول بلند مورد نیاز است ؟

چونکه استفاده از لوله های بلندتر باعث کاهش فرکانس هوای ورودی به سیلندر می شود به گونه ای که با کاهش دور موتور تطابق زیادی دارد و باعث بهتر پر شدن سیلندر می شود و بدین ترتیب گشتاور خروجی را افزایش می دهد. از طرف دیگر منیفولد ورودی بلند تر جریان هوا را به آرامی هدایت می کند که باعث بهتر مخلوط شدن سوخت و هوا می شود.

بعضی از سیستمهای طول متغیر ارائه شده سه مرحله دارند که از این نوع در Audi V8 استفاده شده است.

در حقیقت Audi از منیفولدهای جداگانه استفاده نمی کند. در عوض از یک منیفولد ورودی دورانی که ورودی آن در مرکز روتور آن واقع است استفاده می کند. چرخش مجرای ورودی به وضعیتهای مختلف باعث ایجاد طولهای مختلف در منیفولد می شود. ترتیب احتراق به گونه ای است که سیلندرها بطور متناوب از هر یک از محفظه ها تنفس می کنند که باعث ایجاد یک موج فشاری بین آنها می شود. اگر فرکانس موج فشار با دور تطابق داشته باشد می تواند به پر شدن سیلندر کمک کند بدین ترتیب راندمان مکش افزایش می یابد. فرکانس تولیدی به سطح مقطع لوله های متصل شده بستگی دارد.

با بستن یکی از آنها در دور پایین سطح مقطع به خوبی فرکانس را کاهش می دهد بدین گونه گشتاور خروجی در دور متوسط افزایش می یابد. در دور بالا سوپاپ باز شده و بهتر پر شدن سیلندر را فراهم می کند.



شکل ۱۱: منیفولد طول متغیر

کمتر از 5000rpm (چپ A و راست بالا): لوله های بلند و سیستم انعکاسی غیر فعالند.

5000-5800RPM (چپ B و راست وسط): لوله های بلند بعلاوه لوله کوتاه ورودی انعکاسی. یکی از لوله های متصل شده ورودی انعکاسی بسته است.

بالتر 5800RPM (چپ C و راست پایین): لوله های بلند بعلاوه لوله کوتاه ورودی انعکاسی و هر دو لوله سیستم ورودی انعکاسی باز میشود.

خلاصه منیفولدهای ورودی متغیر

مزایا: بهبود گشتاور تحویلی در دور پایین بدون کاهش قدرت در دور بالا و ارزانتر بودن نسبت به تایمینگ متغیر سوپاپ (VVT).

معایب : تقریباً فضای زیادی اشغال می کند و تأثیری در افزایش گشتاور در دور بالا ندارد.

Toyota T-VIS

بیشتر موتورهای 4 سوپاپ اولیه در دورهای پایین و متوسط گشتاور خوبی تولید نمی کردند. برای اینکه سطح ورودی بزرگتر باعث کاهش جریان هوا می شد. مخصوصاً در سرعتهای پایین جریان هوای آرام در منیفولد ورودی یک مخلوط سوخت و هوای ناقص را فراهم می کند. بنابر این باعث ایجاد دتونیشن (Knock) و کاهش قدرت و گشتاور می شود. بنابراین موتورهای 4 سوپاپ در دورهای بالا قوی می باشند اما در دورهای پایین ضعیف بودند تا وقتی که تکنولوژی منیفولدهای ورودی متغیر رایج شد. شورولت Cosworth Vega که در دور پایین ضعیف بود این کار را انجام داد.

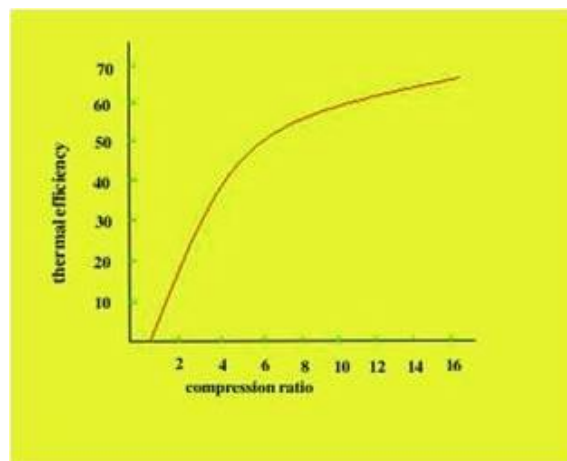
منیفولد ورودی دورانی برای موتورهای V6 مرسدس بنز مدل های SLK,CLS,E-class ساخته شد

در واکنش به آن در اواسط دهه 80 سیستم ورودی متغیر تویوتا T-VIS را تولید کرد. T-VIS به سرعت کم جریان هوا در منیفولد شتاب می دهد. تئوری این مسئله ساده می باشد. منیفولد ورودی

برای هر سیلندر به دو زیرمنیفولد (sub-manifold) تقسیم میشود که در نزدیکی سوپاپ ورودی به یکدیگر متصل متصل میشوند. یک سوپاپ پروانه ای نیز به یکی از زیر منیفولدها اضافه شده است. در دورهای کمتر از تقریباً 4650 rpm سوپاپ پروانه ای برای افزایش سرعت در منیفولد می بایست بسته باشد. در نتیجه مخلوط خوبی را در منیفولد بدست می آوریم (موتورهای تزریق مستقیم از استفاده از این سیستم محرومند. زیراسیستم تزریق مستقیم فضای زیادی را در منیفولد اشغال می کند).

۴. سیستم نسبت تراکم متغیر (VSR):

مطابق سیکل ترمودینامیکی اتو با افزایش نسبت تراکم بازده حرارتی افزایش میابد علت این افزایش بازدهی این است که با افزایش نسبت تراکم دما و فشار نهایی مخلوط سوخت و هوا نیز افزایش می یابد.



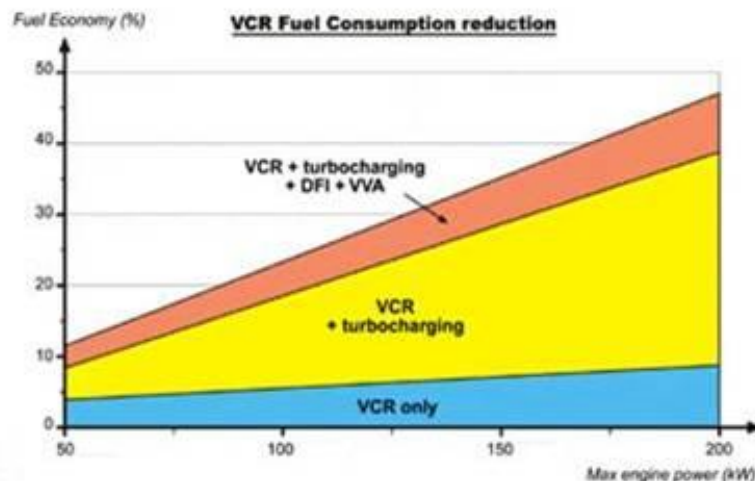
شکل ۱۲: نمودار بازده دمایی به نسبت تراکم

محدودیت افزایش نسبت تراکم

۱. تنشهای ایجاد شده
۲. عدد اکتان سوخت
۳. تمایل به احتراق کوبنده
۴. اما از انجایی که رفتار موتور در دورهای متفاوت فرق می کند لذا قابلیت و ضرورت استفاده از سامانه ای که بتواند نسبت تراکم را در دورها و بارهای متفاوت تغییر دهد احساس می شود

اساس عملکرد

۱. با افزایش دور موتور به علت ایجاد توربو لانت بیشتر در مخلوط سوخت و هوا افزایش سرعت شعله تمایل به احتراق کوبنده کاهش می یابد
۲. لذا سامانه نسبت تراکم متغیر می تواند در دورهای بالا تر (بارهای کم) نسبت تراکم را افزایش دهد بدون اینکه مشکل کوبندگی ایجاد شود



شکل ۱۳: نمودار عملکردی

۳. قابلیت همراهی با سایر سامانه ها

معایب این طرح:

۱. پیچیدگی شکل هندسی و عدم موفقیت تجاری
۲. فضای مورد نیاز برای کارکرد
۳. هزینه تعمیر و نگهداری

۴. انحراف از ساختمان موتورهای معمولی

۵. حجم جانبی ایجاد شده باعث عدم سوختن کامل (احتراق کامل) و افزایش هیدروکربن های نسوخته می شود.

۵. سیستم غیر فعال نمودن سیلندر ها:

اگر یک خودروی ۸ سیلندر ۲۰ mpg سوخت در بزرگراه مصرف کند، حال اگر نصف سیلندرهایی آن از کار بیفتند به نظر شما چه اتفاقی می افتد؟ مصرف سوخت آن چگونه می شود؟ اصلا خودرو توانایی ادامه حرکت را خواهد داشت؟ نظراتان نسبت به تغییر یک پیشران ۶ سیلندر به ۳ سیلندر چیست؟ تا پیش از این اگر از شما درباره این تغییر سوالی میشد فکرتان به سمت پیاده کردن پیشران از خودرو و جایگزین کردن آن با پیشران دیگری می رفت ولی در این مقاله میخواهیم نحوه بوجود آوردن این تغییر را در حین حرکت شرح دهیم!!!!

سیستم غیر فعال کردن سیلندرها (DOD – Displacement On Demand) روشی برای ایجاد پیشران ای با قابلیت استفاده از تعداد متغیری از سیلندرها (۶ سیلندر به بالا) در حین حرکت می باشد که همزمان توانایی بهره گیری از نهایت قدرت و توانایی یک پیشران حجیم تحت شرایط بارگذاری سنگین و یا به عنوان یک پیشران کوچک با مصرف سوخت بهینه در حالت کروز را دارد.



شکل ۱۴: پیشران مجهز به فناوری AUDI R8 DOD

زمان مورد نیاز برای استفاده از سیستم غیر فعال کردن سیلندرها

در شرایط عادی و سبک رانندگی مانند سرعت متعادل و یکنواخت در بزرگراه به کمک پیشران ای که قطعات آن استهلاک بالایی دارند تنها ۳۰ درصد از تمام توانایی پیشران مورد استفاده قرار می گیرد. در این شرایط دریچه گاز فقط کمی باز می شود و پیشران مجبور است که به سختی کار کند تا هوا را به داخل بدمد. در نتیجه شرایط نامطلوبی که افت پمپاژ هوا نامیده می شود بوجود می آید. در این مواقع، یک خلاء جزئی بین دریچه گاز و محفظه احتراق بوجود می آید و مقداری از نیروی تولیدی توسط پیشران به جای اینکه برای جلو راندن خودرو صرف شود، صرف غلبه بر نیروی درگ یا پسا ایجاد شده در پیستون و میل لنگ می شود که این نیرو هنگام تلاش برای مکش هوا از میان دریچه های کوچک به همراه خلا ایجاد شده در مسیر دریچه گاز بوجود می آید. در این زمان که یک چرخه پیستون کامل می شود بیش از نصف حجم بالقوه سیلندر، هوای مورد نیاز خود را به طور کامل دریافت نکرده است.

نیروی درگ : یک نیروی آیرودینامیکی می باشد که بر خلاف حرکت وسیله نقلیه در میان جریان سیال مانند هوا ایجاد می شود.

در این هنگام سیستم غیرفعال کردن سیلندرها به کمک می آید.

با غیرفعال کردن سیلندرها، در بارگذاری های سبک دریچه گاز به میزان بیشتری نسبت به قبل باز شده تا بتواند نیروی ثابتی تولید کند و اجازه تنفس راحت تری به پیشراشه بدهد. جریان هوای بهتر و بیشتر باعث کاهش نیروی درگ پیستون ها و به تبع آن کاهش افت پمپاژ هوا می شود. در نتیجه فشار محفظه احتراق هنگامیکه پیستون به نقطه مرگ بالای خود (TDC – Top Dead Center) می رسد و شمع آماده جرقه زدن می شود افزایش می یابد. فشار بالاتر محفظه احتراق به معنای افزایش راندمان قدرت آزاد شده بر روی پیستون ها هنگام حرکت به سمت پایین و اعمال نیروی چرخشی به میل لنگ می باشد.

نحوه کارکرد این تکنولوژی

اگر بخواهیم نحوه کارکرد را خیلی خلاصه و ساده بیان کنیم این سیستم سوپاپ های دود و هوا را در تمامی چهار مرحله برای مجموعه ی خاصی از سیلندرها در پیشراشه بسته نگه می دارد. بسته به طراحی نوع پیشراشه، عملکرد سوپاپ ها بوسیله یکی از دو روش زیر کنترل می شود:

۱. پیشراشه های مجهز به میل فشار، رولر لیفتر یا pushrod – رابط بین بادامک و اسبک – : هنگام فراخوانی سیستم غیرفعال کردن سیلندرها (شکل سمت راست) سیال هیدرولیکی به داخل مخزن برگشته و فضای بین استکان تایپیت و رولر لیفتر خالی می شود و زمانیکه بادامک به استکان تایپیت برخورد می کند این قطعه به سمت بالا می رود ولی چون فضا خالی است هیچ نیرویی به رولر لیفتر وارد نشده و سوپاپ ها بسته می مانند ولی در زمان غیر فعال کردن این سیستم (شکل سمت چپ) سیال فضای خالی بین استکان تایپیت و رولر لیفتر را پر کرده و هنگامیکه بادامک به استکان می رسد این قطعه به سمت بالا حرکت کرده و به دلیل وجود سیال تراکم ناپذیر رولر لیفتر به بالا می رود و سوپاپ ها را باز می کند.

۲. پیشراشه های دارای میل سوپاپ بر روی سر سیلندر (Over Head Camshaft – OHC) : عمدتاً یک جفت اسبک متصل به هم بوسیله پین برای هر کدام از سوپاپ ها به تعبیه شده است. یکی از اسبک ها پیرو پروفیل بادامک روی میل سوپاپ و دیگری نقش عملگر سوپاپ را دارد. زمانیکه یک سیلندر غیرفعال می شود یک سوپاپ مارپیچ یا سلونویدی که بواسطه فشار روغن کنترل شده وظیفه رها سازی یک پین بین دو اسبک را بعهده دارد. پس از رها سازی دو اسبک از هم جدا شده و با وجود حرکت میل سوپاپ دیگر حرکتی به اسبک روی سوپاپ وارد نشده و سوپاپ بسته می ماند.

با بسته شدن سوپاپ ها گازهای داخل سیلندر مانند فنر عمل می کنند. این گازهای حاصل از احتراق (بوجود آمده از سیکل های قبلی قبل از غیرفعال شده سیلندرها) که در داخل سیلندر محبوس شده در زمان بالا آمدن پیستون ها فشرده شده و زمانیکه پیستون به سمت پایین می رود منبسط می شوند و مانند فنری پیستون را به پایین می رانند یا به بیان دیگر نیروی مورد نیاز پیستون جهت پایین رفتن را تامین می کنند. این تصور غلط است که سیلندرها از کار می افتند بلکه سیلندرها ی غیرفعال با اینکه خارج از مراحل پیشراشه هستند ولی سوپاپ ها به حرکت خود ادامه می دهند و اثر کلی مساوی است.

جهت کامل شدن فرآیند، سوخت رسانی به هر کدام از سیلندرها ی غیر فعال با از کار انداختن نازل های تزریق سوخت به سیلندر به صورت الکترونیکی متوقف می شود. انتقال از حالت عادی به حالت غیرفعال بواسطه یک سری تغییرات و سیستم

های کنترل الکترونیکی دقیق در سیستم جرقه و زمان بندی کارکرد میل سوپاپ و نحوه قرارگیری دریچه گاز خیلی نرم انجام می پذیرد و شما هیچ تفاوتی در کارکرد حس نخواهید کرد.

نتیجه گیری:

در این گزارش به بررسی راهکار های مورد استفاده برای بهبود عملکرد و افزایش بازدهی موتور های احتراق داخلی پرداختیم که ، در حال حاضر در صنعت خودرو سازی در حال استفاده است.
شرح کامل این ۵ روش به طور کامل در مقاله آمده است.

منابع:

۱. www.zoomit.ir

۲. khodroha.com

۳. www.gerdavari.com

۴. www.FEV.com

۵. www.gomecsys.com

۶. www.mce-5.fr