

توربوشارژرها

(Turbocharger) و سوپر شارژرها (Supercharger)

تاریخچه



توربو شارژر در سال ۱۹۰۵ میلادی توسط مهندس مکانیک سوئیسی آلفرد بوچی اختراع شد . توربوشارژر عبارتست از نوعی کمپرسور توربینی و یک کمپرسور گریز از مرکز که توسط یک شفت که با اتصال فلانچی به آن متصل شده را می چرخاند، توربین گازی توسط پیچ به مانیفولد دود متصل می شود و گازهای خروجی از موتور باعث چرخش وربین گاز شده و به سبب آن کمپرسور که توسط یک شفت به توربین گازی متصل است شروع به چرخش نموده و هوای حیط را مکش کرده و سپس آن را متراکم و به طرف موتور می فرستد. هوای ورودی بیشتر به

موتور، به معنی وخت بیشتر به داخل موتور، و هوا و سوخت بیشتر به معنی افزایش انرژی و قدرت خروجی موتور می باشد .

یکی از مطمئن ترین راهها برای افزایش توان موتور ها، افزایش مقدار هوا و سوختی است که در سیلندر آنها می سوزد برای این منظور افزودن تعداد سیلندرها یا بزرگ کردن هر یک از سیلندرها یکی از روش هاست اما در بعضی مواقع امکان این کار وجود ندارد. یک راه برای افزایش قدرت موتور که ساده تر و با صرفه تر می باشد استفاده از توربو شارژ در موتور است که بدون نیاز به تغییر در حجم و وزن موتور توان آن را افزایش می دهد. برای افزایش توان موتور از توربو شارژرها در خودروهای پر سرعت مسابقه ای و سوپر اسپرت ها و حتی خودروهای خانوادگی و در موتورهای دیزلی بزرگ نیز استفاده می شوند.

www.Ecu118.ir



یک توربو شارژر از دو قسمت اصلی تشکیل شده است "توربین و کمپرسور. در موتور هایی که توربو شارژر نصب گردیده، پس از اینکه مخلوط سوخت و هوا در داخل سیلندر متراکم شد توسط جرقه شمع محترق شده، و این احتراق باعث آزاد شدن انرژی حاصل از سوختن مخلوط گاز می گردد، حال این گاز (دود منیفولد) پس از گذراندن این سیکل، باید سیلندر را ترک کند که این گاز خروجی فشاری حداقل معادل ۳۰ اتمسفر را دارد یعنی ۳۰ برابر فشار داخل سیلندر!



این گاز حاوی مقدار قابل توجهی از که می توان از این انرژی بصورت مفید استفاده کرد ولی در موتور هایی که تنفس بصورت عادی [بدون توربوشارژر] است گاز خروجی و انرژی موجود توسط اگزوز به بیرون رانده می شود که این عمل برابر است با اتلاف مقدار زیادی از انرژی کنترل نشده !

توربوشارژر دارای یک محور (شفت) مرکزی است که یک سر این محور به یک توربین متصل است که بر اثر برخورد گاز های خروجی با پره های این توربین ، محور شروع به چرخیدن می کند، سر دیگر این محور به یک کمپرسور متصل است که بر اثر چرخیدن هوای بیرون را با قدرت بیشتری مکیده و در داخل سیلندر متراکم می کند. به طور معمول توربوشارژرها فشار هوا را به اندازه ۶ تا ۸ psi فشرده تر می کنند، از آنجا که فشار معمولی اتمسفر ۱۴.۵ تا ۱۴.۷ psi در سطح دریاست با این روش در حدود ۵۰ درصد بیشتر هوا وارد سیلندرها ی موتور خواهد شد و بازدهی واقعی نیز بین ۳۰٪ تا ۴۰٪ افزایش خواهد یافت.

یکی از مزایای توربو شارژرها، کمکی است که در ارتفاعات و مناطق مرتفع به موتور می کنند، موتورهای معمولی در ارتفاعات دچار کاهش شدید قدرت می شوند زیرا برای هر مکش پیستون جرم کمتری از هوا را به داخل سیلندر می کشد و حتی در صورت افزایش مقدار سوخت پاشیده شده به داخل سیلندر نیز به علت فقدان اکسیژن کافی، احتراق کامل صورت نمی گیرد، بنابراین مساله رقیق بودن هوا موجب کم شدن قدرت موتور، در این نقاط می شود که توربو شارژرها با کمپرس کردن و افزایش جرم هوای ورودی به موتور، این نقص را جبران می کنند.

نقش پره ها در کمپرسور Housing Compressor:

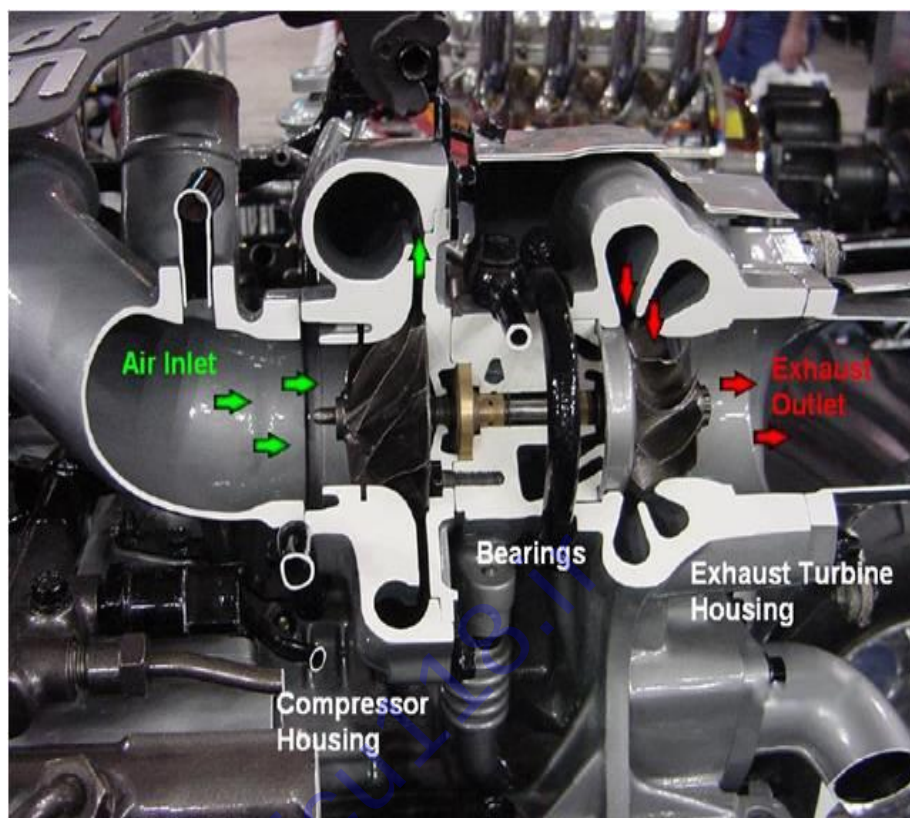
توربین کمپرسور دارای پره هایی مخصوص می باشد که عامل مکش هوا و متراکم کردن آن است.



پره های توربین کمپرسور در توربوشارژر Housing Compressor با دوران کردن باعث مکش هوا به داخل توربوشارژر می شوند کمپرسور نیز هوا را از مرکز تیغه هایش به داخل کشیده و توسط پره های خود، در حین چرخش به بیرون پرتاب می کند. کمپرسور معمولا بین صافی و مانیفولد هوای ورودی به موتور قرار دارد پره های کمپرسور می تواند بصورت تک، دابل و یا دابل متغیر باشد و لازم به ذکر است که پره های کمپرسور در توربوشارژرها که برای ایجاد قدرت در دور های پایین طراحی می شوند معمولا دارای کمپرسور هایی با پره های نزدیک به هم

و بلعکس در توربوشارژر هایی که برای حصول قدرت در دور های بالا طراحی می شوند دارای کمپرسور هایی هستند که فاصله پره های آنها از هم بیشتر است .

نقش پره ها در توربین Hosing Turbine :



پره های توربین Hosing Turbine در برخورد با گاز های خروجی باعث دوران محور می گردد این پره ها همیشه از نوع تکی می باشند و زاویه و انحنای آنها یکسان است .

امروزه برخی از شرکت ها توربوشارژر هایی ساخته اند که در آن زاویه پره ها در دور های مختلف بسته به دور موتور تغییر می کند .

: Housing

Housing عبارت است از یک محفظه باشکل حلزونی که توربین و کمپرسور را در خود جای می دهد که هر توربوشارژ دارای دو عدد از آن میباشد .



همچنین به محفظه ای که توربین را در خود جای می هد hot turbine housing
side نامیده می شود و به محفظه ای که کمپرسور را در خود جای می هد cold
side یا housing compressor می گویند .



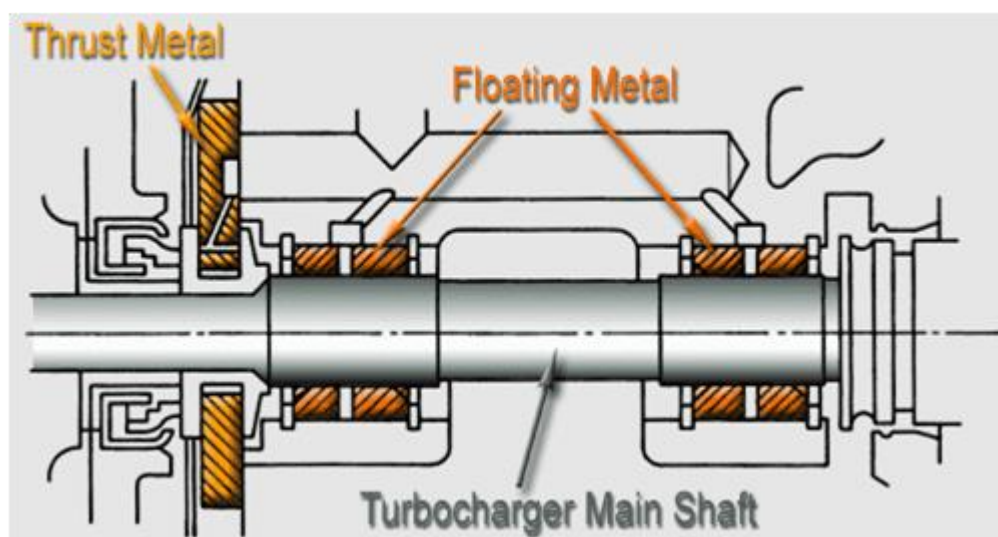
در محفظه توربین ، هر چه اندازه این محفظه کوچکتر باشد فشار گاز های خروجی از اگزوز بالا تر مانده و توربین سریع تر دور خواهد گرفت. توربو شارژ ها با محفظه کوچک برای اتومبیل های خیابانی مناسب ترند. اگر محفظه توربین بزرگتر باشد مدت زمان بیشتری طول می کشد تا توربین دور بگیرد که محفظه بعضی از مواقع تا حد سرخ شدن گرم می شود که برای خنک کردن آن از آب یا روغن و در بعضی از هردو استفاده می شود .

فلانچ در توربوشارژر :

فلانچ یا واسطه، قطعه ای است که فلزی می باشد.



در توربوشارژرها معمولا از چدن یا آلومینیوم آلیاژی ساخته می شود و در حد فاصل بین توربین و کمپرسور قرار گرفته و آنها را به هم مرتبط می کند.



فلانچ ها را با توجه به نوع موتور و نوع توربو شارژر انتخاب می کنند و معمولاً با کد های بین المللی T6 و T3،T4 ساخته می شوند .

خروجی توربوشارژر Down pipe :

یکی دیگر از قسمتهای مهم توربوشارژر Down pipe یا خروجی آن می باشد گازهای اگزوز (دود) پس از چرخاندن توربین ، محفظه توربین را باید ترک کند که این کار از طریق این دریچه صورت می پذیرد.

Down pipe یا خروجی توربوشارژر با توجه به محفظه توربین، اشکال مختلفی دارد ولی می توان آن را به دودسته کلی تقسیم کرد، که عبارت است از "نوع فلانچی که به توربوشارژر پیچ می شود و نوع V-Band که توسط دو عدد واشر و یک بست مخصوص به توربوشارژر متصل می شود.



توربین بین منیفولد هوای خروجی و انباره اگزوز قرار می گیرد، تمامی گازهای خروجی موتور (اگزوز) از محفظه توربین می گذرد و انبساط این گازهای تحت فشار، بر پره های توربین عمل می کند و موجب حرکت دورانی آنها می شود.



این گازها پس از گذشتن از توربین وارد اتمسفر می شوند، توربین صدای حاصل از گازهای اگزوز را نیز خفه می کند و به این ترتیب در اکثر موارد نیازی به استفاده از انباره اگزوز نیست. شاید بتوان نوع توربوشارژرها را با توجه به قطعات بکار رفته در آن به چند شکل تقسیم بندی کرد: عملکرد محور مرکزی آن ممکن است بصورت یاتاقانی و یا بلبرینگی باشد، Waste Gate که ممکن است از نوع Internal (متصل به محفظه توربین) یا نوع External بر روی منیفولد دود قرار داشته باشد، نوع محفظه دار (Huosing)، توربین و کمپرسور، و یانوع فلائچ یا رابط توربوشارژ و منیفولد اگزوز.

محور مرکزی که در واقع رابط بین توربین و کمپرسور است و با سرعت بسیار بالایی (۱۰۰ تا ۲۴۰ RPM) دوران می کند باید در دو سر خود به چیزی تکیه داشته باشد، که اکثر توربوشارژرها دارای محورهای مرکزی یاتاقانی هستند ولی در توربوشارژهای گران قیمت که در موتورهای HighPerformance استفاده می شوند دارای محورهای مرکزی بلبرینگی هستند و در مواردی بعضی از نوع یاتاقانی هم کیفیت بالایی دارند.

محور های بلبرینگ دارای استقامت بالایی هستند بلبرینگ هایی که در این محور ها بکار گرفته می شوند چون از فزات آلیاژی ساخته می شوند، در مقابل حرارت و سایش بسیار مقاوم بوده و سریع تر از نوع یاتاقانی دور می گیرند.



معمولا یک توربوشارژر یاتاقانی در هر ۲۰ هزار کلومتر و نوع بلبرینگ در هر ۸۰ هزار کیلومتر باید سرویس شود.

مکانیزم کنترل فشار در توربین : Waste Gate

برای اینکه فشار داخلی توربوشارژر با توجه به کاربرد آن تنظیم شده و از حد مجاز بالاتر نرود، سوپاپی بانام Waste Gate طراحی شده است.

(Waste Gate):

بسیاری از توربوشارژر خودروها یک سوپاپ بایپس یا گذرگاه فرعی (Waste Gate) دارد که باعث می شود

در توربوشارژرهای کوچک میزان چرخش آنها از حد مجازی تجاوز نکند. در واقع سوپاپ بایپس فشار داخل توربین هوا را حبس کرده و اگر فشار آن بالاتر از حد مجاز باشد سوپاپ فوق باز شده و مقداری از سیال را به خارج از محفظه توربین گاز هدایت می کند تا این که فشار به میزان مطلوبی برسد.

Waste Gate به دونوع طراحی آن صورت گرفته که عبارتند از نوع :

Internal Waste Gate (۱)

External Waste Gate (۲)

نوع Internal Waste Gate بر روی محفظه توربین قرار می گیرد و می تواند به صورت تنظیم شونده یا ثابت باشد این نوع معمولا در توربوشارژرهایی که با فشار کمتری کار می کنند (9 psi تا ۲۴) کاربرد دارند.



نوع External Waste Gate بر روی منیفولد دود قرار گرفته و انواع ۳۵ و ۳۸ و ۴۰ و ۴۶ و ۶۰ میلیمتری ساخته می شود و لازم به ذکر است که فلانچ خاصی که بر روی منیفولد دود تعبیه می شود با توجه به Waste Gate و اندازه آن طراحی می گردد. در انواع سوپاپ ۳۵ و ۳۸ میلیمتری از فلانچ لوزی شکل استفاده می گردد و در انواع دیگر بصورت مربعی بکار گرفته می

شود. در داخل سوپاپ های External فنر هایی تعبیه شده که بوسیله رنگ استاندارد شده ، و از رنگ زرد کوچک تا آبی بزرگ ۳.۶ تا ۱۴.۵ Psi و در زمانی که توربوشارژر شما نیاز به ۲۱ psi دارد از هر دو فنر استفاده می شود (مثلا از یک فنر psiv و یک فنر ۱۴.۵ psi).

تنظیم فشار دقیق Boost Controller :





در توبوشارژرهای حرفه ای برای تنظیم فشار دقیق از Boost Controller استفاده می شود. دامنه تنظیم Boost Controller بسته به نوع توربوشارژر و نوع Controller Boost از فشار ۱ تا ۶۰ psi متغیر است. (قابل ذکر است که فشار ۳۰ یا ۶۰ psi برای هر موتور یا توربوشارژر قابل تحمل نیست!).

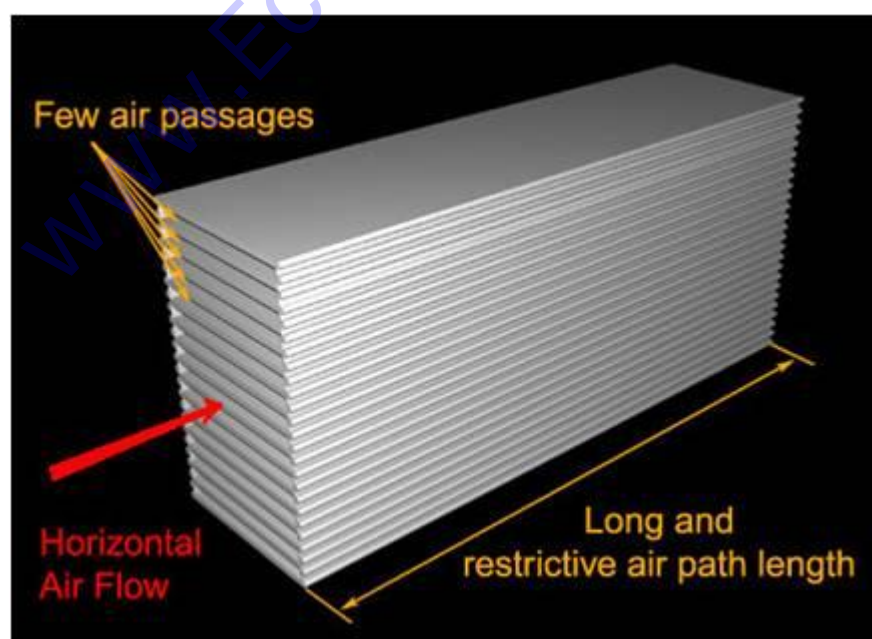
ازجمله معروف ترین شرکت های معروف سازنده Boost Controller عبارتند از " , Tial , HKS , Greasing .

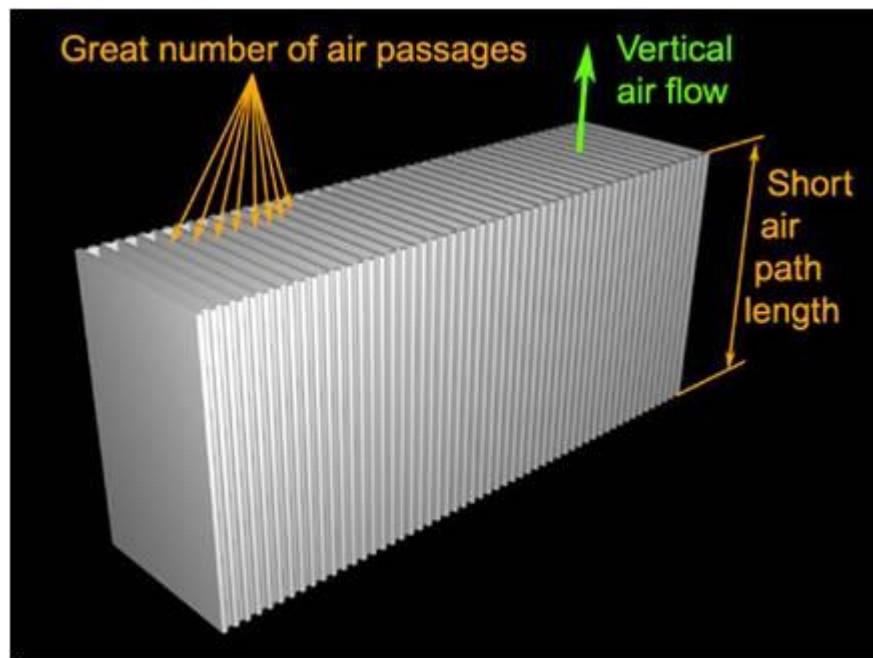
: Enter Cooler



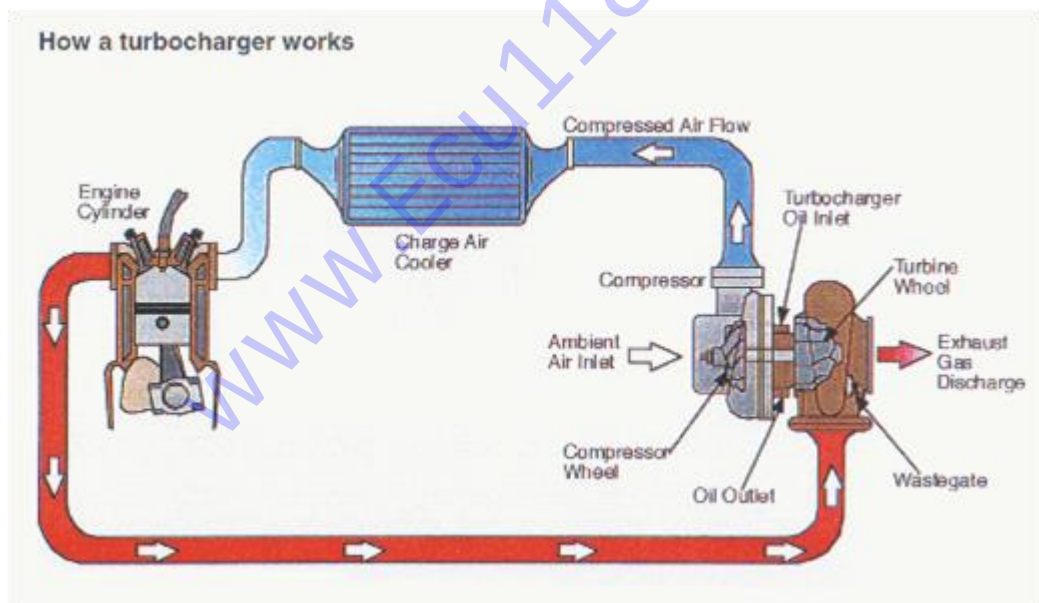
برای حصول احتراق بهتر و کامل تر و در نتیجه کسب راندمان حرارتی بالاتر به هوای بیشتری نیاز داریم. این هوا باید بصورت فشرده و خشک به دورن سیلندر موتور فرستاده شود ولی اگر خشک کاری این هوای ورودی به خوبی صورت نگیرد نتیجه عکس را به دنبال خواهد داشت ، چون با افزایش فشار و سرعت، افزایش دما خواهیم داشت و افزایش دما باعث می شود.

ملکول های هوا به صورت متراکم تر و فشرده به داخل سیلندر فرستاده نشوند و سیلندر موتور خودرو ، نسبت مناسبی از هوا را در خود جای ندهد!





به عبارت دیگر، برطبق نظریه بویل ماریوتین در کاهش حجم و افزایش فشار گازها همواره نسبت ثابتی وجود دارد یعنی هر چه یک گاز را متراکم تر کنیم باعث بالا رفتن فشار آن می شود و این افزایش فشار افزایش حرارت را به دنبال خواهد داشت.



هوایی که توسط توربوشارژر به داخل سیلندر فشرده می شود بسیار گرم است، و این هوا پس از ورود به سیلندر و فشرده شدن توسط پیستون (در حالت تراکم مخلوط وسخت و هوا) باز هم گرمتر می گردد، حال اگر مخلوط سوخت به داخل سیلندر پاشش گردد قبل از آن که توسط

جرقه شمع محترق شود، هوای داغ ورودی باعث احتراق زودرس می شود که به این پدیده خودسوزی گویند، که با بد کار کردن موتور یا لگد(ضربه)زدن موتور (Knock یا Knocking) همراه است. برای جلوگیری از پدیده فوق می باید از بنزین با درجه اکتان بالاتر استفاده نموده و یا نسبت تراکم موتور را کاهش دهیم.

میتوان نتیجه گرفت که تنها فشار و تراکم بالای هوا، برای ما ایجاد راندمان بالاتر و قدرت بیشتر را به همراه نخواهد داشت کاهش دادن (Knock) یا (Knocking هم برای ما کافی نیست تا یک راندمان مناسب را داشته باشیم، پس نیاز به خنک کننده ای داریم تا هوا را تا حد نرمال خنک نگه دارد این خنک کاری همان طور که قبلا هم ذکر شد از طریق آب و روغن و همچنین Enter Cooler امکان پذیر است.

اینتر کولر Enter Cooler یا خنک کننده میانی یک نوع رادیاتور است که معمولاً از آلومینیوم ساخته می شود. هوایی که توسط توربوشارژر فشرده شد به داخل Enter Cooler وارد می شود و دمای آن تا حد مطلوب گرفته شده و سپس هوای متراکم که خنک، Enter Cooler را به مقصد سیلندر ترک می کند. با بکار گیری اینتر کولر که نقش بسیار مهمی را در افزایش راندمان ایفا می کند می توانیم احتمال پدیده خودسوزی را تا ۹۹٪ کاهش داد و موتور نرم تر و قوی تر کار می کند.

نکات مهم ۱:

اتومبیل های کاربراتوری برای توربو شدن مناسب نیستند ولی می توان این خودرو ها را هم مجهز به توربو شارژر کرد.

قبل از اینکه توربوشارژر به موتور این نوع خودرو ها اضافه شود باید به نکات زیر توجه داشت :

۱) استفاده از ECU

۲) سیم کشی و سنسور های مناسب برای تطابق موتور با شرایط محیطی مثل آب و هوا و نوع سوخت (اکتان بنزین)

(۳) استفاده از پیستون های فورج و ترجیحا میل لنگ قوی تر

(۴) بهینه سازی سیستم سوخت رسانی و استفاده از پمپ سوخت قوی تر و ریل سوخت بهتر و سوزن انژکتورهای بزرگتر

(۵) بهینه سازی سیستم برق خودرو و استفاده از کوئل، وایر و شمع های بهتر .

هر کدام از موارد بالا از مهمترین عوامل در بالا بردن راندمان موتور خودرو است و نقص در هر کدام صدمات جدی را در بر خواهد داشت .

پس افت Lag:

یکی از مشکلات توربوشارژر این است که، توربوشارژرها نمی توانند یک قدرت فوری را زمانی که شما پدال گاز را فشار می دهید، ایجاد نمایند و مدت زمانی را نیاز دارند تا توربین را چرخانده و هوای متراکم شده را به داخل موتور بفرستد، به همین خاطر شما در ابتدای حرکت خودروی خود، احساس یک حرکت ناگهانی به طرف جلو می کنید دلیل این موضوع نیروی اینرسی (واماندگی) قسمت چرخنده توربین گاز می باشد، اما می توانیم با تمهیداتی نیروی اینرسی را کاهش داده تا توربین بتواند در مدت زمان کوتاهی شتاب گرفته و دیگر پدیده پس افت Lag ایجاد نشود، که به مواردی اشاره می کنیم:

(۱) استفاده از توربوشارژرهای کوچک به جای توربوشارژرهای بزرگ:

یکی از راههای که می توانیم نیروی اینرسی توربین را کاهش دهیم آن است که از توربوشارژرهای کوچک استفاده نمائیم زیرا توربوشارژرهای کوچک سریعتر شتاب گرفته و در دور پائین موتور تقویت بهتری ایجاد می نمایند اما نمی توانند تقویت بیشتری را در دورهای بالای موتور که ما نیاز به وارد نمودن حجم بیشتری از هوا به موتور هستیم را تولید کنیم و نباید دور توربین در آنها خیلی بالا رود، در جاهائی که ما نیاز به شتاب بالا در توربین و مقدار بیشتری از هوای ورودی به موتور را داریم می توانیم از دو توربوشارژر کوچک که به صورت مجزا از یکدیگر می باشند، استفاده نمائیم که به این نوع توربوشارژرها، توربوشارژرهای دوقلو Twin

TurboCharger نیز می‌گویند، که شرکتهای خودروسازی همچون Mazda، Ford، Toyota و Volvo این نوع توربوشارژر را در برخی از تولیدات خود به کار برده اند.

(۲) استفاده از توربین گاز با پره های سرامیکی:

همان طور که می‌دانید توربین گاز با پره های سرامیکی سبکتر از توربین گاز با پره های فولادی آلیاژی هستند در نتیجه این امر باعث می‌شود که توربین سریعتر شتاب گرفته و نیروی اینرسی کاهش یابد.

(۳) استفاده از یاتاقانهای توپی Ball Bearing به جای یاتاقانهای سیالی:

برخی از توربوشارژرها از یاتاقانهای توپی به جای یاتاقانهای سیالی استفاده می‌کنند که یاتاقانهای فوق بسیار دقیق و از مواد پیشرفته و خاصی ساخته شده اند تا بتوانند سرعت و حرارت شفت را کنترل نمایند.

یاتاقانهای توپی باعث می‌شوند که شفت با اصطکاک کمتری بچرخد و همچنین این نوع یاتاقانها به ما اجازه می‌دهد تا از شفتهای کوچکتر و سبکتر استفاده نمائیم که امر فوق باعث می‌شود تا توربین با شتاب بیشتری چرخیده و نیروی اینرسی آن کاهش یابد.

(۴) استفاده از توربوشارژرهای ترتیبی Sequential Turbocharger:

برخی از موتورها، از دو توربوشارژر با اندازه مختلف استفاده می‌کنند که توربوشارژر کوچکتر در دور پائین موتور استفاده می‌شود تا پس از افت را کاهش دهد و توربوشارژر بزرگتر در دورهای بالاتر موتور که نیاز به تقویت و حجم بیشتری از هوا داریم کاربرد دارد. این نوع توربوشارژر در BMW سری ۵ مدل d۵۳۵ استفاده شده است.

نکات مهم ۲:

در هنگام استارت زدن موتور توربو نباید بصورت ناگهانی به موتور گاز داد بلکه باید کمی صبر کرد تا موتور گرم شده و فشار روغن به حد مناسب برسد. در ابتدای رانندگی نباید پدال گاز را تا انتها فشرد و اصطلاحاً باید توربوشارژر را آهسته زیر بار برد، زمانی که موتور گرم شدن باید به صورت مداوم توربوشارژر را تحت فشار نگه داشت بلکه باید پس از هر ۱۰ تا ۱۵ دقیقه استفاده از توربوشارژر، ۳ تا ۴ دقیقه موتور را در حالت کم گاز یا **Ldle** نگه داریم تا روغن و آب که وظیفه خنک کاری توربوشارژر را برعهده دارند، گرمای توربو را از آن گرفته و گرمای آن را به رادیاتور روغن و آب منتقل کنند.

در زمان خاموش کردن موتور، ابتدا باید کمی صبر کرد تا خنک کننده ها حرارت را کاهش دهند و سپس موتور را خاموش کرد که برای این منظور زمانی در حدود ۲ تا ۳ دقیقه کافی می باشد.

نقش روغن موتور در توربوشارژرها Oil Motors:

روغن موتور در موتورهای تقویت شده، باید مرتب کنترل و در هنگام لزوم آن را تعویض نمود.

در یاتاقانهای سیال **Fluid Bearing**، بین شفت و یاتاقان یک لایه روغن قرار دارد که این روغن دو وظیفه مهم را بر عهده دارد :

- ۱ - باعث خنک شدن شفت و سایر قسمت های توربوشارژر می شود
- ۲ - باعث از بین رفتن اصطکاک بین شفت و یاتاقان هنگام چرخش می گردد.

برای کنترل فشار روغن، باید حتماً از روغن با درجات استاندارد استفاده کرد، در موتورهای توربو بهترین روغن های Synthetic یا طبیعی استفاده کرد.

بهترین توربوشارژرها امروزه در شرکت هایی همچون "Garrett, Torbonetics Mitsubishi, Holset, kkk, AGP, AirResearch ساخته می شوند.

تفاوت توربوشارژرها Turbocharger با سوپر شارژرها Supercharge

ساختار موتورهای سوپر شارژر Supercharge مشابه توربو شارژر است با این تفاوت که در سوپر شارژرها توربین وجود ندارد و کمپرسور قدرت خود را مستقیماً (با استفاده از تسمه یا زنجیر) از موتور گرفته و هوای ورودی به سیلندر را فشرده می کند.

با این که استفاده از سوپر شارژرها مقداری از قدرت موتور را می گیرد اما در موارد خاص که ایجاد سرو صدای کمتر مهم بوده یا قیمت تمام شده از اهمیت بیشتری برخوردار است یا فضای کمی در محفظه موتور موجود باشد از سوپر شارژر استفاده می کنند.

یکی از مزایای بزرگ توربوشارژرها Turbocharger آن است که، افزایش قدرت خروجی موتور آنها در مقایسه با وزن آنها بسیار ناچیز است و این یکی از دلایلی است که باعث شده توربوشارژرها تا این اندازه محبوب و معروف گردند. در مجموع با توجه به این که توربوشارژرها Turbocharger از انرژی گاز خروجی که بلا استفاده است، استفاده می کنند از بازده بهتری برخوردار می باشند.



www.Ecu118.ir