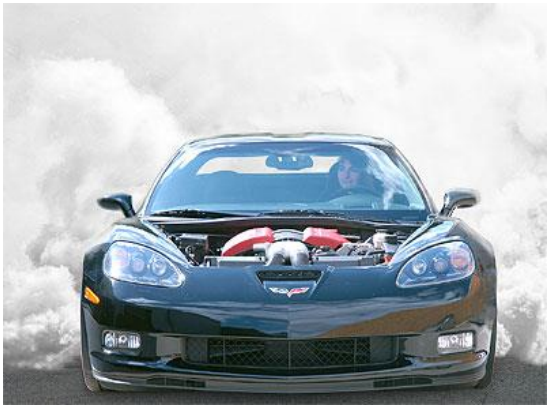
توربوشارژرها (Turbocharger) و سوپر شارژرها (Supercharger)



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 سیلندرآنها 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 موتوراست که بدون نیاز به تغییر در حجم و وزن موتورتوان آن را افزایش می دهد. برای افزایش توان موتور از توربوشارژرها درخودروهای پر سرعت مسابقه ای و سوپر اسپرت هاو حتی خودروهای خانوادگی و در موتورهای دیزلی بزرگ نیز استفاده می شوند.



یک توربو شارژر ازدو قسمت اصلی تشکیل شده است" توربین و کمپرسور. در موتور هایی که توربوشارژر 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 درموتور 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 انرژِی کنترل نشده !

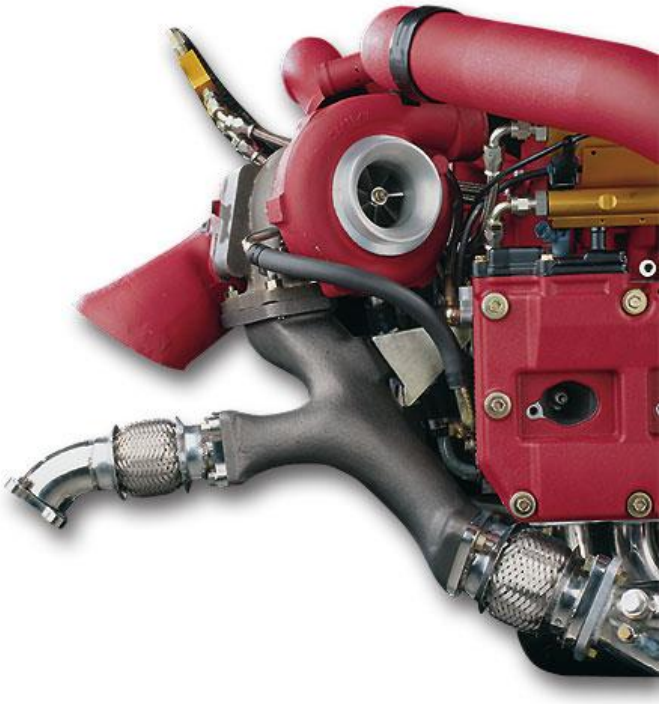
توربوشارژر دارای یک محور(شفت)مرکزی است که یک سر این محور به یک توربین متصل است که براثر برخورد گاز های خروجی با پره های این توربین ، محور شروع به چرخیدن می کند، سر دیگر این محور به یک کمپرسور متصل است که بر اثر چرخیدن هوای بیرون را با قدرت بیشتر ی مکیده و در داخل سیلندر متراکم می کند. به طور معمول توربوشارژرها فشار هوا را به اندازه ۶تا۸ psi فشرده تر می کنند، از آنجا که فشار معمولی اتمسفر ۱۴.۵تا۱۴.۷ psi در سطح دریاست با این روش در حدود ۵۰ درصد بیشتر هوا وارد سیلندرهای 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.

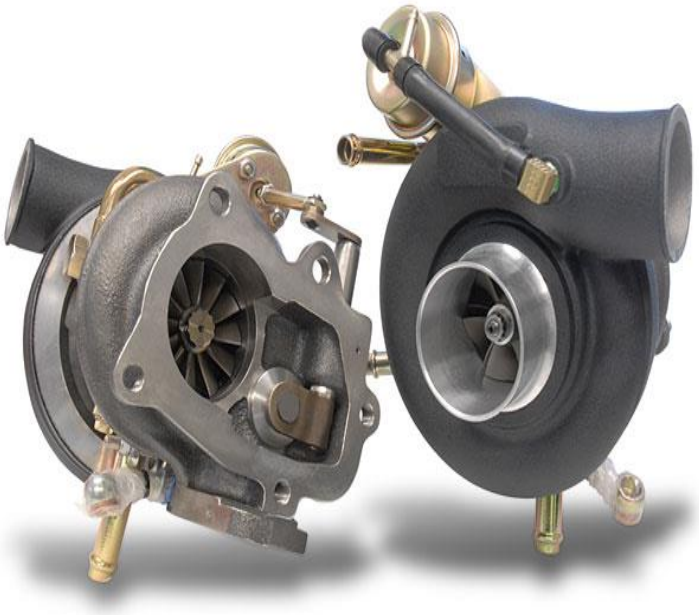
نقش پره ها در کمپرسور Housing Compressor:

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





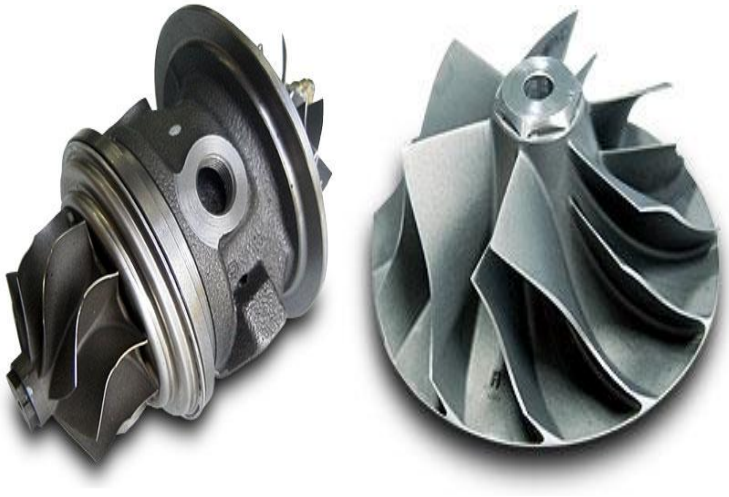
@



پره های توربین کمپرسور در توربوشارژر Housing Compressor با دوران کردن باعث مکش هوا به داخل توربوشارژ 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 منیفولد هوای ورودی به موتور قراردارد پره های کمپرسور می تواند بصورت تک ، دوبل و یا دوبل متغییر باشدو لازم به ذکر است که پره های کمپرسور در توربوشارژر ها 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 .

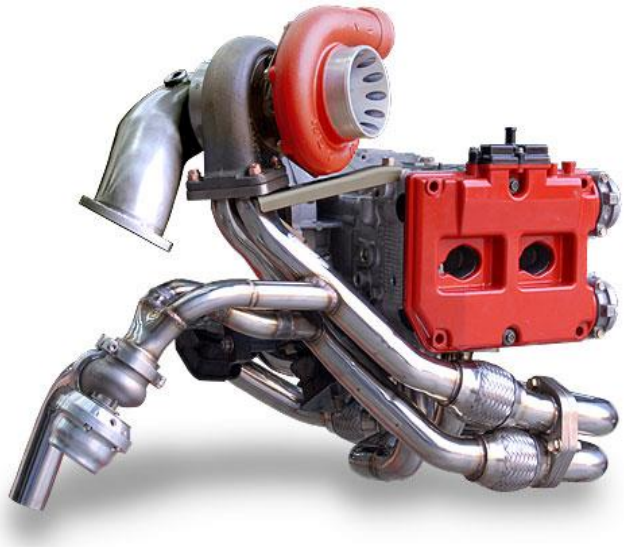
نقش پره ها در توربینHosing Turbine:

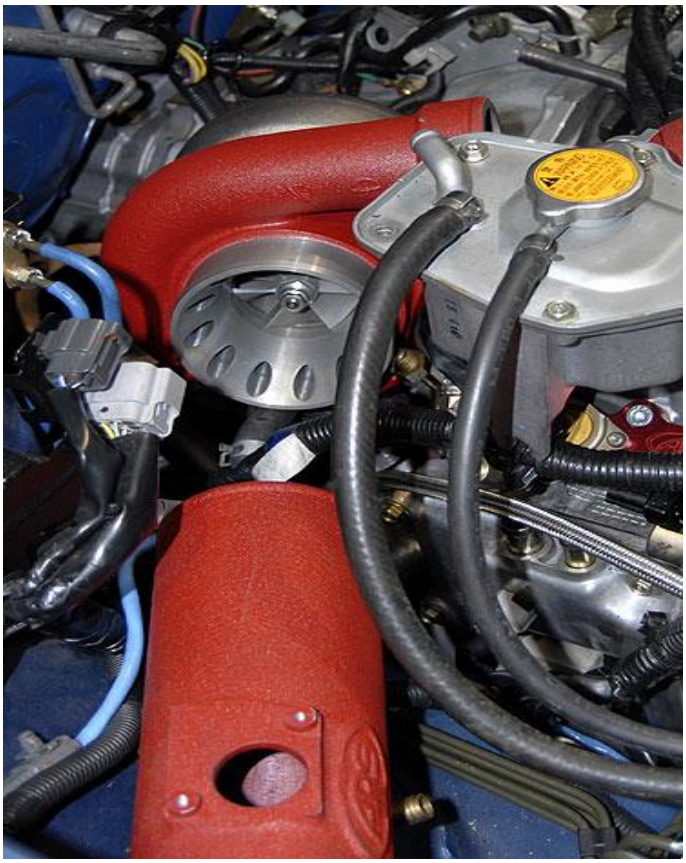
پره های توربین Hosing Turbine در برخورد با گاز های خروجی باعث دوران محور می گردد این پره ها همیشه از نوع تکی می باشند و زاویه و انحنای آنها یکسان است . امروزه برخی از شرکت ها توربوشارژرهایی ساخته اند که در آن زاویه پره ها در دور های مختلف بسته به دور موتور تغییر می کند .



Housing :

Housing عبارت است از یک محفظه باشکل حلزونی که توربین و کمپرسور را درخود جای می دهد که هر توربوشارژ دارای دو عدد از آن میباشد. همچنین به محفظه ای که توربین را در خود جای می هد turbine housing یا hot side نامیده می شود و به محفظه ای که کمپرسور را در خود جای می هد cold side یا housing compressor می گویند .








T3T4
A/R70





در محفظه توربین ، هر چه اندازه این محفظه کوچکتر باشدفشار 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 ازآب یا روغن و در بعضی از هردو استفاده می شود .

فلانچ در توربوشارژر :

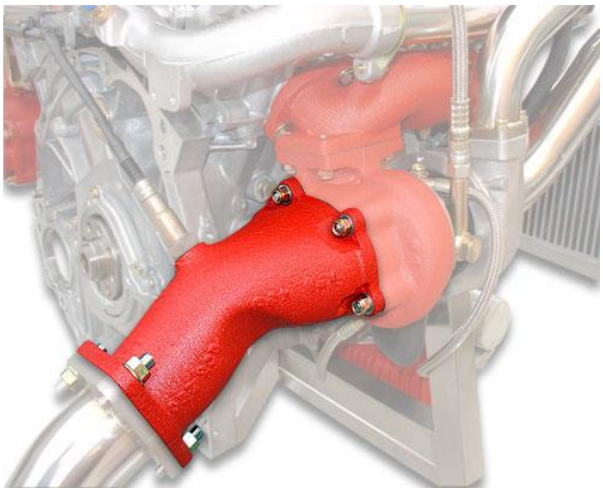
فلانچ یا واسطه، قطعه ای است که فلزی می باشد. درتوربوشارژرها معمولا از چدن یا آلومینیوم آلیاژی ساخته می شود و در حد فاصل بین توربین و کمپرسور قرار گرفته و آنها را به هم مرتبط می کند.



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

خروجی توربوشارژر Down pipe :

یکی دیگر از قسمتهای مهم توربوشارژ 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.

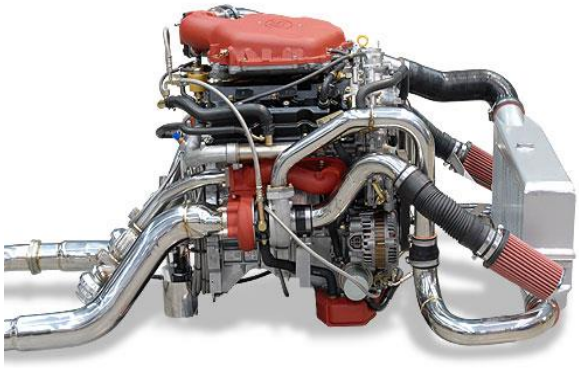




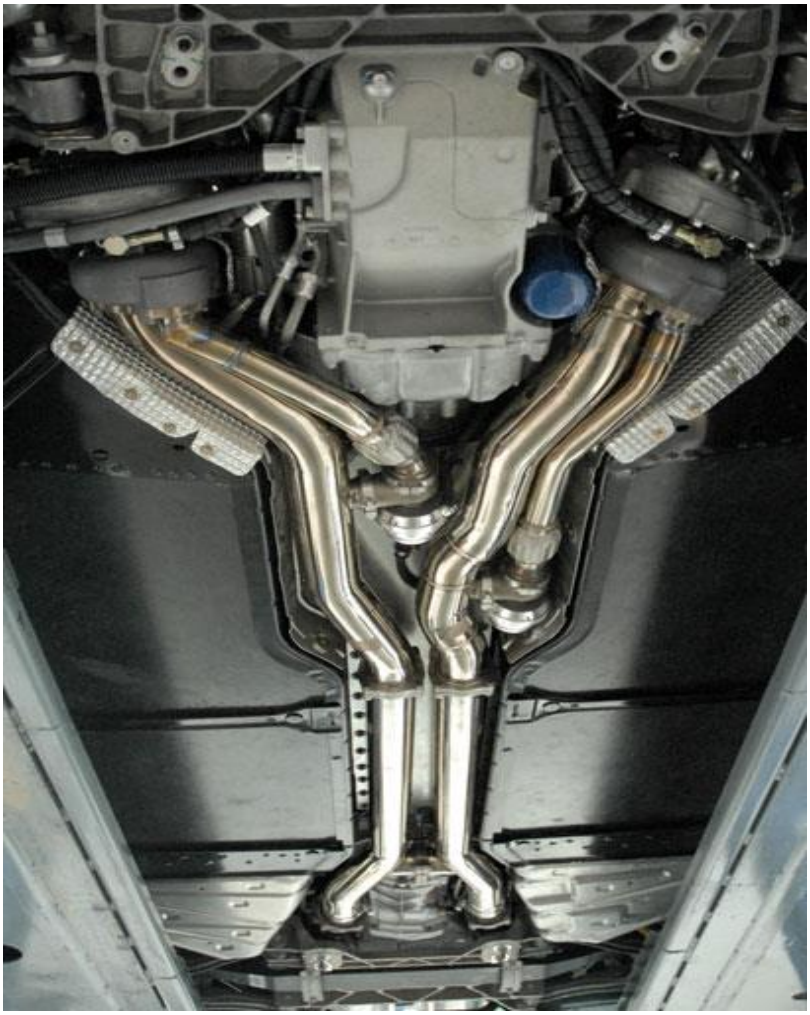
Down pipe یا خروجی توربوشارژر با توجه به محفظه توربین، اشکال مختلفی دارد ولی می توان آن را به دودسته کلی تقسیم کرد، که عبارت است از" نوع فلانچی که به توربوشارژ پیچ می شود و نوع V-Band که توسط دو عدد واشر و یک بست مخصوص به توربوشارژر متصل می شود.



توربین بین منیفولد هوای خروجی وانباره 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.

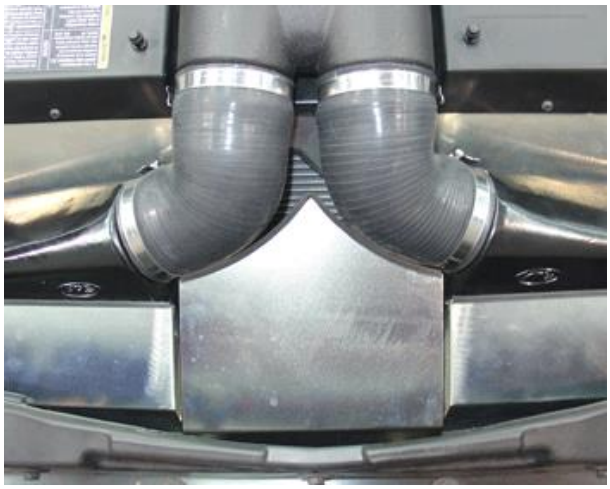






این گازها پس از گذشتن از توربین وارد اتمسفر می شوند ،توربین صدای حاصل از گازهای اگزوز را نیز خفه می کند و به این ترتیب در اکثر موارد نیازی به استفاده از انباره اگزوز نیست .شاید بتوان نوع توربوشارژرها را با توجه به قطعات بکار رفته در آن به چند شکل تقسیم بندی کرد :عملکرد محور مرکزی آن ممکن است بصورت یاتاقانی 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 فلانچ یا رابط توربوشارژ ومنیفولد 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 توربوشارژرهای گران قیمت که در موتور هایHighPerformance استفاده می شوند دارای محور های مرکزی بلبرینگی هستند ودر مواردی بعضی ازنوع یاتاقانی هم کیفیت بالایی دارند .

محور های بلبرینگی دارای استقامت بالایی هستند بلبرینگ هایی که در این محور ها بکار گرفته می شوندچون از فزات آلیاژ ی 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 بلبرینگی 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 توربوشارژهای 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 ازحد 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 :

۱) Internal Wast Gate

۲) External Waste Gate .

نوع Internal Wast 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 کارمی کنند (9 psi تا ۲۴) کاربرد دارند.

نوع External Waste Gate برروی منیفولد دود قرار گرفته و انواع ۳۵ و ۳۸و ۴۰و ۴۶ و۶۰ میلیمتری ساخته می شود و لازم به ذکر است که فلانچ خاصی که بر روی منیفولد دود تعبیه می شود با توجه به Waste Gateو اندازه آن طراحی می گردد .در انواع سوپاپ ۳۵و 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 توربوشارژ شما نیاز به psi۲۱ دارد از هر دو فنر استفاده می شود (مثلا از یک فنر psi۷ و یک فنر ۱۴.۵ psi) .

تنظیم فشار دقیق Boost Controller :

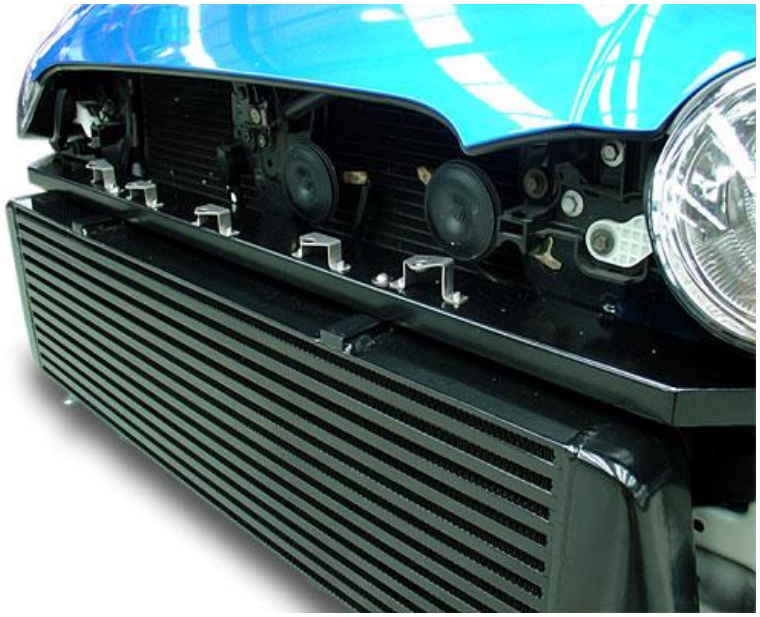
در توبوشارژرهای حرفه ای برای تنظیم فشار دقیق از Boost Controller استفاده می شود. دامنه تنظیم Boost Controller بسته به نوع توربوشارژر و نوع Boost Controller از فشار ۱تا۶۰ psi متغییر است.(قابل ذکر است که فشار ۳۰یا ۶۰ psi برای هر موتور یا توبوشارژ قابل تحمل نیست!) .

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

: Enter Cooler

برای حصول احتراق بهتر وکامل 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 خنک 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.



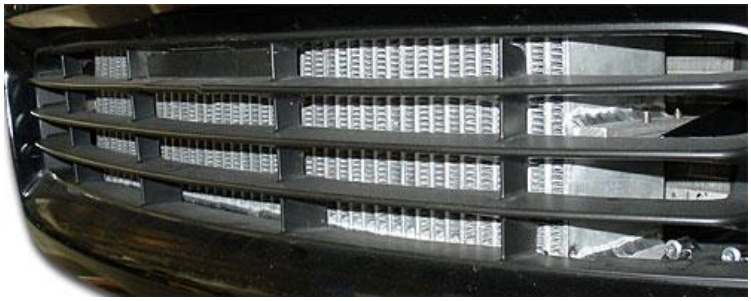




ملکول های هوا به صورت متراکم تر و فشرده به داخل سیلندر فرستاده نشوند و سیلندر موتورخودرو ، نسبت

مناسبی از هوا را در خود جای ندهد!

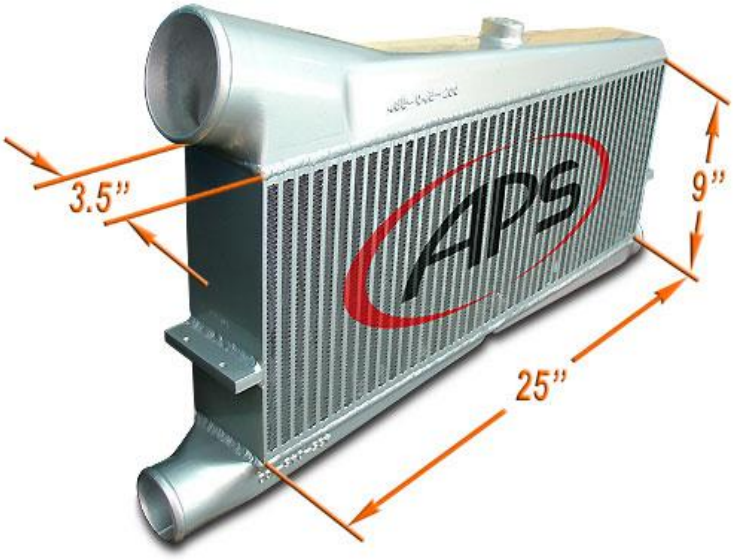


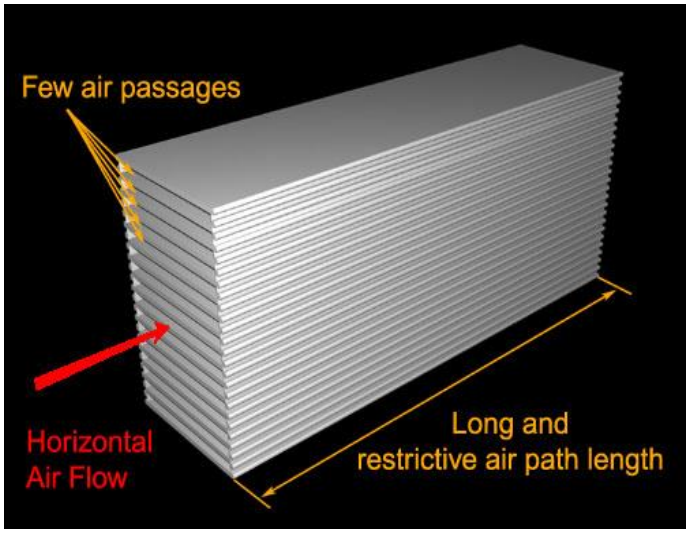


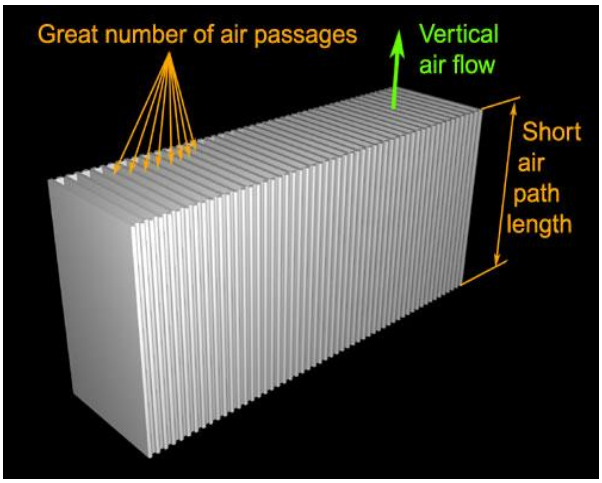
به عبارت دیگر، برطبق نظریه بویل ماریوتبین در کاهش حجم و افزایش فشارگازها همواره نسبت ثابتی وجود دارد یعنی هر چه یک گاز را متراکم تر کنیم باعث بالا رفتن فشار آن می شود و این افزایش فشار افزایش حرارت را به دنبال خواهد داشت .

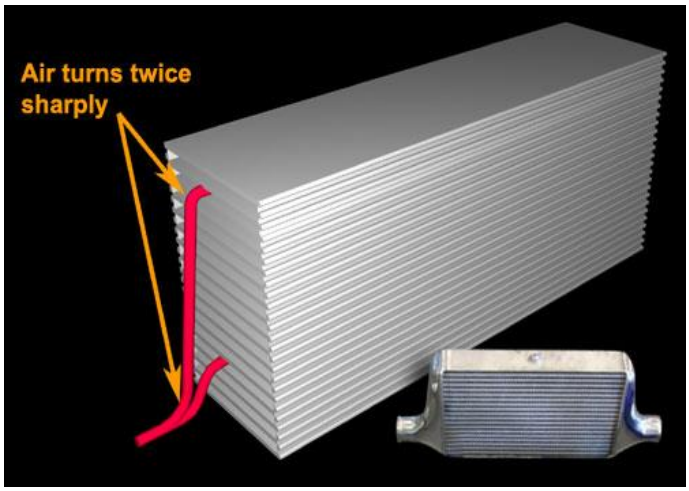


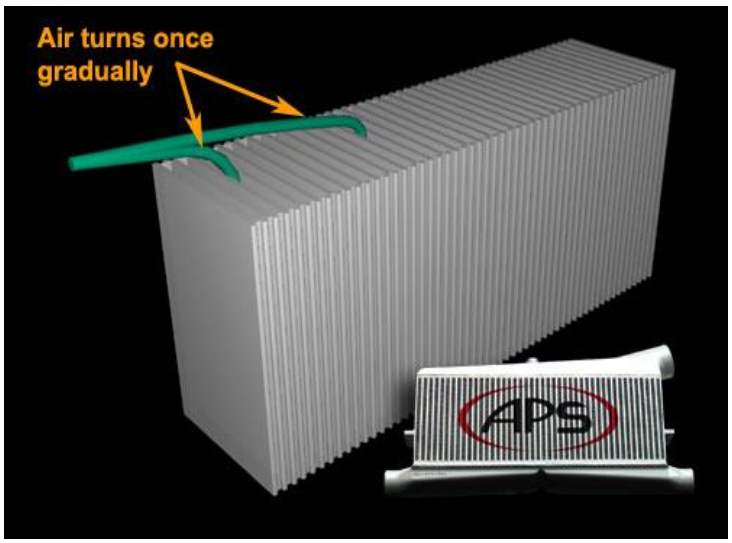



3.5”
9”
25”
APS


Few air passages
Horizontal
Air Flow
Long and
restrictive air path length


Great number of air passages
Vertical air flow
Short air path length


Air turns twice sharply


Air turns once gradually
APS

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

مخلوط

سوخت به داخل سیلندر پاشش گردد قبل از آن که توسط جرقه شمع محترق شود، هوای داغ ورودی باعث احتراق

می شود که به این پدیده خودسوزی گویند، که با بدکار کردن موتور یا لگد(ضربه)زدن موتور (Knock
زودرس

Knocking
یا) همراه است. برای جلوگیری از پدیده فوق می بایداز بنزین با درجه اکتان بالاتر استفاده نموده و یا

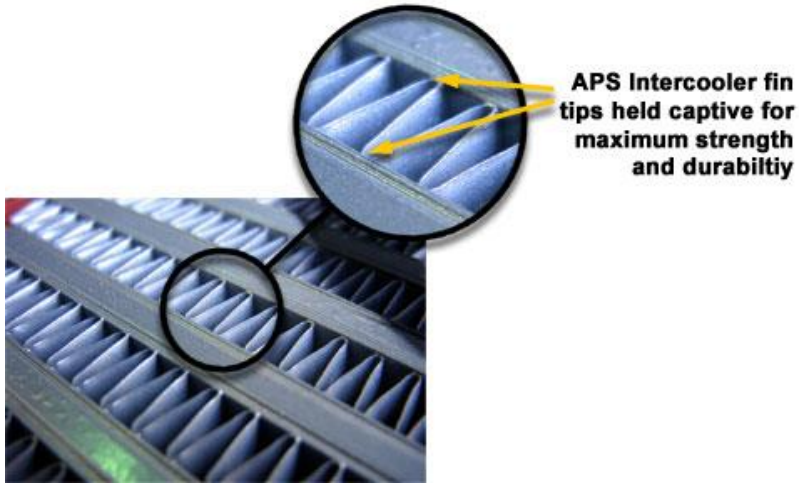
نسبت تراکم موتور را کاهش دهیم.

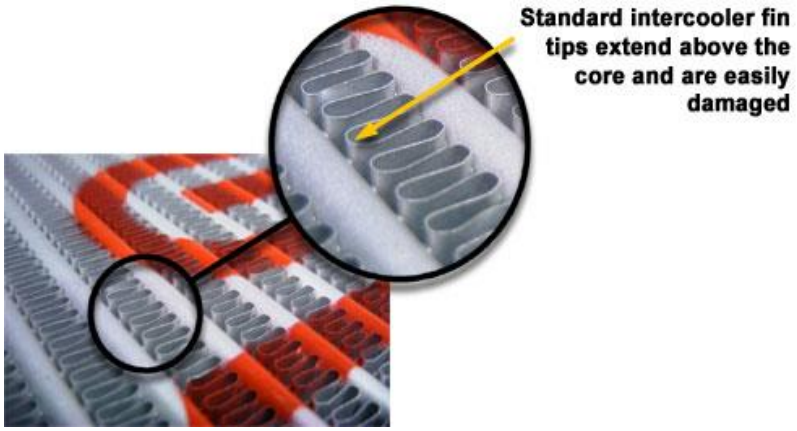
میتوان نتیجه گرفت که تنها فشار و تراکم بالای هوا، برای ما ایجاد راندمان بالاتر و قدرت بیشتر را به همراه نخواهد
داشت کاهش دادن (Knock Knocking
یا) هم برای ما کافی نیست تا یک راندمان مناسب را داشته باشیم،

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 معمولا 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 وسپس 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 مهم۱ :

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 .

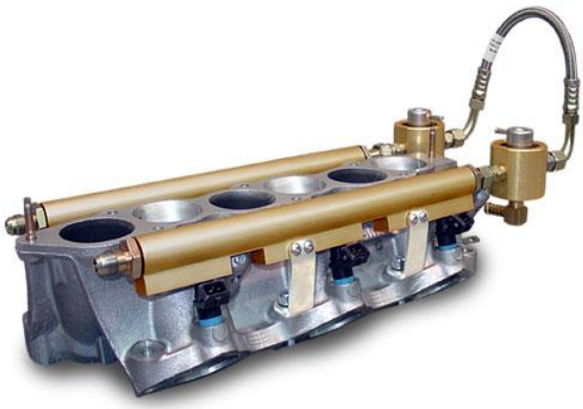
هر کدام از موارد بالا از مهمترین عوامل در بالا بردن راندمان موتور خودرو است و نقص در هر کدام صدمات جدی را در بر خواهد داشت .

پس افت Lag:

نمی توانند یک قدرت فوری را زمانی که شما پدال گاز را
شده را به یکی از مشکلات توربوشارژ این است که، توربوشارژها
و مدت زمانی را نیاز دارند تا توربین را چرخانده و هوای متراکم
فشار می دهید، ایجاد نمایند

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 افتLag ایجاد نشود، که به مواردی اشاره می کنیم:

۱) استفاده از توربوشارژرهای کوچک به جای توربوشارژهای 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، توربوشارژهای دوقلو Twin TurboCharger نیز می گویند، که شرکتهای خودروسازی همچون Toyota، Ford، Mazda 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 می دانید توربین گاز با پره های سرامیکی سبکتر از توربین گاز با پره های فولادی آلیاژی هستند در نتیجه این امر باعث می شود که توربین سریعتر شتاب گرفته و نیروی اینرسی کاهش یابد.

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

برخی از توربوشارژها از یاتاقانهای توپی به جای یاتاقانهای سیالی استفاده می کنند 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 می شوند که شفت با اصطکاک کمتری بچرخد و همچنین این نوع یاتاقانها به ما اجازه می دهد تا از شفتهای کوچکتر و سبکتر استفاده نمائیم که امر فوق باعث می شود تا توربین با شتاب بیشتری چرخیده و نیروی اینرسی آن کاهش یابد.

۴) استفاده از توربوشارژرهای ترتیبی Sequential Turbocharger:

برخی از موتورها، از دو توربوشارژ با اندازه مختلف استفاده می کنند که توربوشارژر کوچکتر در دور پائین موتوراستفاده می شود تا پس 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 توربوشارژ در BMW سری ۵ مدل d۵۳۵ استفاده شده است.

نکات مهم۲ :

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 اصطلاحا باید توربوشارژر را آهسته زیر بار برد، زمانی که موتور گرم شدنباید به صورت مداوم توربوشارژر را تحت فشار نگه

داشت بلکه باید پس از هر ۱۰تا۱۵ دقیقه استفاده از توربوشارژ، ۳تا۴ 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 ۲تا ۳ دقیقه کافی می باشد.

نقش روغن موتور در توربوشارژها 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 قسمتهای توربوشارژ می شود

۲- باعث از بین رفتن اصطکاک بین شفت و یاتاقان هنگام چرخش می گردد.

برای کنترل فشار روغن، باید حتما از روغن با درجات استانداردداستفاده کرد، در موتور های توربو بهتر است از روغن هایSynthetic یا طبیعی استفاده کرد .

بهترین توربوشارژرها امروزه در شرکت هایی همچون " Garrett,Torbonetics Mitsubishi ,Holset ,AirResearch ,AGP ,kkk 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 مستقیما (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 شارژ 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 با این که توربوشارژرها Turbocharger از انرژی گاز خروجی که بلا استفاده است، استفاده می کنند از بازده بهتری برخوردار می باشند.