



امدادخودرو ایران

سیستم توربوشارژ

اداره آموزش و توسعه سرمایه انسانی امدادخودرو ایران



امدادخودرو ایران

امدادخودرو ایران

هیچکس در راه نمی ماند...

عرض سلام خدمت امدادگران گرامی

اداره آموزش برای رشد و تعالی هرچه بیشتر همکاران محترم در زمینه امدادسانی و ارائه بهترین خدمات در کمترین زمان به حامیان ایران خودرو و تمامی مردم شریف ایران، تصمیم به تهیه و تالیف کتابچه های آموزشی گرفته است تا به شما عزیزان ثابت کنیم همیشه و همه جا در کنار شما هستیم و یاور دستهای پُر توان شما هستیم.

بدین ترتیب کتابچه سیستم توربو شارژ ب عنوان بیست و نهمین کتابچه به حضور محترمتان تقدیم می گردد.

باسپاس و درود بی پایان بر شما عزیزان

اداره آموزش و توسعه سرمایه انسانی امداد خودرو ایران

پاییز ۱۳۹۶



سیستم توربوشارژر و استفاده از آن در محصولات ایران خودرو



تولید کنندگان خودرو همواره به دنبال طراحی و تولید موتورهایی بوده اند که بهترین راندمان را با کمترین مصرف انرژی داشته باشند.

افزایش حجم موتور یکی از عوامل مهم تاثیر گذار بر روی توان موتور می باشد همانطور که می دانید هر چه حجم موتور افزایش می یابد توان موتور و به تبع آن مصرف سوخت نیز افزایش خواهد یافت. ولی آیا راه کلری هم وجود دارد که بتوان بدون آنکه موتوری با ابعاد بزرگتر و وزن زیادتر و مصرف سوخت بالاتر تولید کنیم راندمان حجمی موتور را بالا ببریم.

پاسخ به این سوال مثبت است و اگر ما بتوانیم به نحوی هوا و سوخت بیشتری وارد سیلندر کنیم به منظور خود دست یافته ایم.

چند راه کار برای اینکه مخلوط سوخت و هوای بیشتری وارد موتور شود و راندمان حجمی موتور بالاتر رود وجود دارد

۱- بزرگتر کردن سوپاپ هوا : با بزرگتر کردن سوپاپ هوا ، هوا با سرعت و حجم بالاتری وارد سیلندر خواهد شد و راندمان حجمی موتور بالاتر خواهد رفت ولی این راهکار محدودیت هایی دارد چون اولاً کمبود فضا در سر سیلندر مانع از انجام آن خواهد شد و همچنین هر چه سوپاپ بزرگتر شود تحت تنش حرارتی بیشتر قرار خواهد گرفت و در آلیاژ سوپاپ و تغییر ابعاد آن محدودیت ایجاد خواهد کرد.

۲- افزایش تعداد سوپاپ : قبلاً تاثیر این راهکار را در تفاوت بین موتورهای ۸ سوپاپ و ۱۶ سوپاپ مشاهده کرده ایم و به طور مثال موتور ۸ سوپاپ XU7 با 1800cc حجم 100 hp توان تولید می کند و موتور TU5 با

1600cc حجم 110 hp توان را تولید می کند و در واقع راندمان حجمی موتور با افزایش تعداد سوپاپ ها بالاتر رفته است ولی باز هم اینجا بحث محدودیت فضای سرسیلندر و محفظه احتراق جلوی افزایش بیشتر تعداد سوپاپ ها را خواهد گرفت و از پیشرفت ما در این زمینه جلو گیری خواهد کرد

۳- استفاده از سیستم CVVT یا VVT : راهکار دیگر برای افزایش راندمان حجمی تغییر در زمان باز و بسته شدن سوپاپ ها در دور های مختلف موتور بوده بدین صورت که در دور های پایین موتور سوپاپ هوا کمی دیرتر باز شود و سوپاپ دود کمی زودتر باز شود و در دورهای بالای موتور سوپاپ هوا کمی زودتر باز شده و سوپاپ دود کمی دیرتر باز شود. این کار را توسط سیستم CVVT ویا VVT به انجام رساندیم و تاثیر آن را در توان تولیدی موتور های دارای این سیستم مشاهده کردیم بطور مثال می توان به موتور ملی (EF7) اشاره کرد که با حجم 1650cc توان 112 hp را تولید می کند.

۴- استفاده از سیستم توربو شارژر یا سوپر شارژر : راهکار دیگری که برای افزایش راندمان حجمی موتور استفاده می شود این است که هوا را به نحوی تحت فشار وارد سیلندر نماییم بدین منظور سیستم های توربو شارژر و سوپر شارژر طراحی شد تا با پر خوران سیلندر ها باعث افزایش حجم هوای ورودی به موتور شده و توان موتور افزایش یابد

در ادامه به نحوه عملکرد سیستم توربو شارژر و سوپر شارژر خواهیم پرداخت

سیستم توربو شارژر و سوپر شارژر:

بصورت معمول هوا توسط فشار جو و مکشی که از سمت سیلندر ایجاد می شود وارد سیلندر می شود حال اگر بتوانیم هوا را به نحوی تحت فشار قرار داده تا مقدار بیشتری وارد سیلندر شود مسلما اکسیژن بیشتری وارد سیلندر کرده ایم و اکسیژن بیشتر برای ما احتراقی قوی تر و نیروی بیشتری را به همراه خواهد داشت البته لازم به ذکر است که بدست آوردن توان بیشتر مستلزم مصرف انرژی بیشتری هم خواهد بود پس نباید انتظار داشته باشیم که با این کار مصرف سوخت پایین تر بیاید چون همراه اکسیژن بیشتر داخل سیلندر باید سوخت بیشتری هم تزریق شود تا افزایش توان پدید آید. برای دست یابی به این منظور نیاز به یک کمپرسور است تا هوا را تحت فشار قرار داده و به سمت سیلندر هدایت نماید نیروی لازم برای به گردش در آوردن این کمپرسور باید از طریق تاملین شود و منبع تولید این نیرو است که بین سیستم توربو شارژر و سوپر شارژر تفاوت ایجاد می کند.

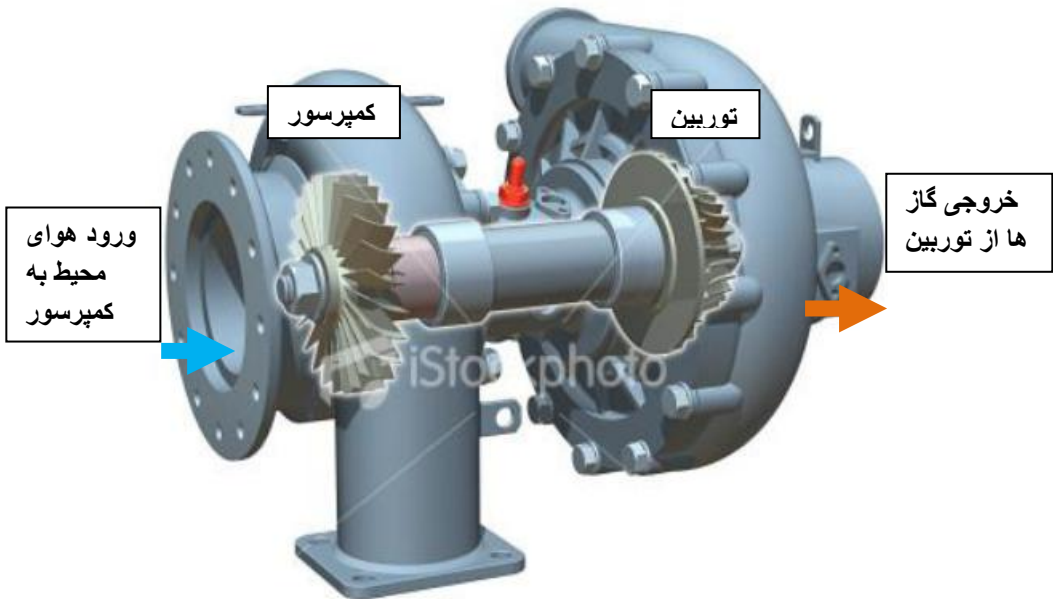
پس حالا کمپرسوری داریم که باید نیروی به چرخش در آوردن آن را از طریق تاملین نماییم تا به هدف پرخوران سیلندر ها دست یابیم.

اگر گازهای خروجی از اگزوز خودرو را به رودخانه ای تشبیه کنیم که جاریست و انرژی این جریان بیش از نیاز پیوستگی جریان آن است به این نتیجه می رسیم که انرژی موجود در جریان گاز های خروجی منبع مناسبی برای تاملین انرژی کمپرسور ما خواهد بود و نباید بگذاریم که هدر رود.

برای دست یابی به انرژی جریان گاز های خروجی نیاز به یک توربین داریم با قرار دادن توربین در مسیر گازهای خروجی برخورد این گاز ها با پره های توربین باعث به گردش در آمدن توربین شده و انرژی موجود در جریان گاز های خروجی را استخراج کنیم.

نیروی دورانی حاصل از چرخش توربین دقیقا به همان شکلی است که می تواند چرخش کمپرسور را برای ما تامین کند پس اگر توربین و کمپرسور را بر روی یک شفت به صورت هم محور نصب کنیم نیروی توربین مستقیما به کمپرسور انتقال پیدا کرده و هوا توسط آن تحت فشار در خواهد آمد . و هوای تحت فشار راندمان حجمی موتور را افزایش داده و توان موتور افزایش خواهد یافت.

ورود گاز های خروجی از موتور به توربین

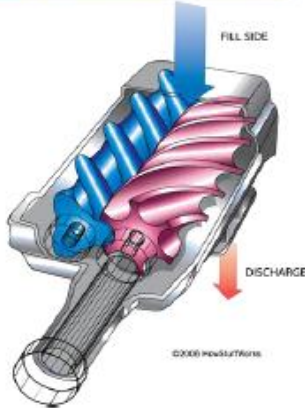


خروج هوای فشرده از کمپرسور

سیستم سوپر شارژر :

در این سیستم نیروی مورد نیاز جهت به چرخش در آوردن کمپرسور توسط موتور تامین می شود و کمپرسور با نیروی میل لنگ هوا را به صورت فشرده در آورده و به موتور ارسال می کند.

How Superchargers Work



مزایا و معایب سیستم توربو شارژر و سوپر شارژر نسبت به یکدیگر:

در سیستم توربو شارژر در دورهای پایین موتور سرعت گلزهای خروجی کم است و به تبع آن سرعت چرخش توربین هم کم است در نتیجه دبی خروجی کمپرسور کم خواهد شد و م عمولا در این سیستم از دور موتور 2000 rpm به بعد توان مطلوب حاصل خواهد شد . ولی مزیت سیستم سوپر شارژر این است که از همان ابتدای کار دبی کمپرسور و افزایش توان موتور به مقدار مطلوب ایجاد خواهد شد در سیستم سوپر شارژر دریافت نیرو از موتور خود باعث کمی افت توان در موتور خواهد شد . ولی مزیت سیستم توربو شارژر در این زمینه این است که از نیروی

جریان گاز های خروجی استفاده کرده و افت توان کمتری برای موتور بوجود می آورد.

سیستم سوپر شارژر فضای کمتری را نسبت به سیستم توربو شارژر اشغال می کند و از این لحاظ برای خودروهایی که فضای کمی برای نصب سیستم توربو شارژر دارند مناسب تر است ولی نمی توان گفت که سیستم توربو شارژر به خاطر ابعاد بزرگتر و وزن بیشتر باعث افت توان موتور می شود زیرا مقدار افت توان وزنی نسبت به افزایش توان موتور توسط سیستم توربو شارژر بسیار ناچیز است.

سیستم سوپر شارژر نسبت به سیستم توربو شارژر صدای کمتری ایجاد می کند

سیستم سوپر شارژر به دلیل هماهنگی سرعت دوران آن با چرخش موتور تحت کنترل بهتری قرار دارد ولی سیستم توربو شارژر توسط گازهای خروجی به چرخش در آمده و سرعت چرخش توربین و کمپرسور در این سیستم هماهنگ با کاهش دور موتور صورت نمی پذیرد. بنابراین جهت استفاده از این سیستم بر روی خودرو باید به نحوی سرعت و فشار آنرا تحت کنترل در آوریم.

باتوجه به مزایای ذکر شده برای هریک از سیستم های توربو شارژر و سوپر شارژر هر سازنده ممکن است یکی از آنها را انتخاب و بر روی خودروی تولیدی خود نصب کند. ولی معمولا سیستم توربو شارژر به دلیل راندمان و سرعت دورانی بالاتری که منجر به تولید فشار هوای بیشتر می گردد بیشتر مورد استفاده خودرو سازان قرار می گیرد. بنابراین در ادامه مطالب بیشتر در مورد نحوه عملکرد سیستم توربو شارژر صحبت خواهیم کرد.

همانطور که توضیح داده شد در سیستم توربو شارژر گاز های خروجی از اگزوز باعث به گردش در آمدن توربین و کمپرسور شده و سرعت دوران محور توربین و کمپرسور به نسبت سرعت و حجم گاز های خروجی از اگزوز افزایش خواهد یافت و ممکن است در بعضی شرایط تا حدود 200000 rpm هم برسد پس بالانس پره های توربین و کمپرسور از اهمیت ویژه ای برخوردار خواهد بود و انجام و هر نوع تعمیراتی که منجر به برهم خوردن بالانس پره های توربین و کمپرسور و محور اتصال آنها به یکدیگر شود مجاز نمی باشد و ممکن است منجر به خسارت و آسیب های جدی شود.

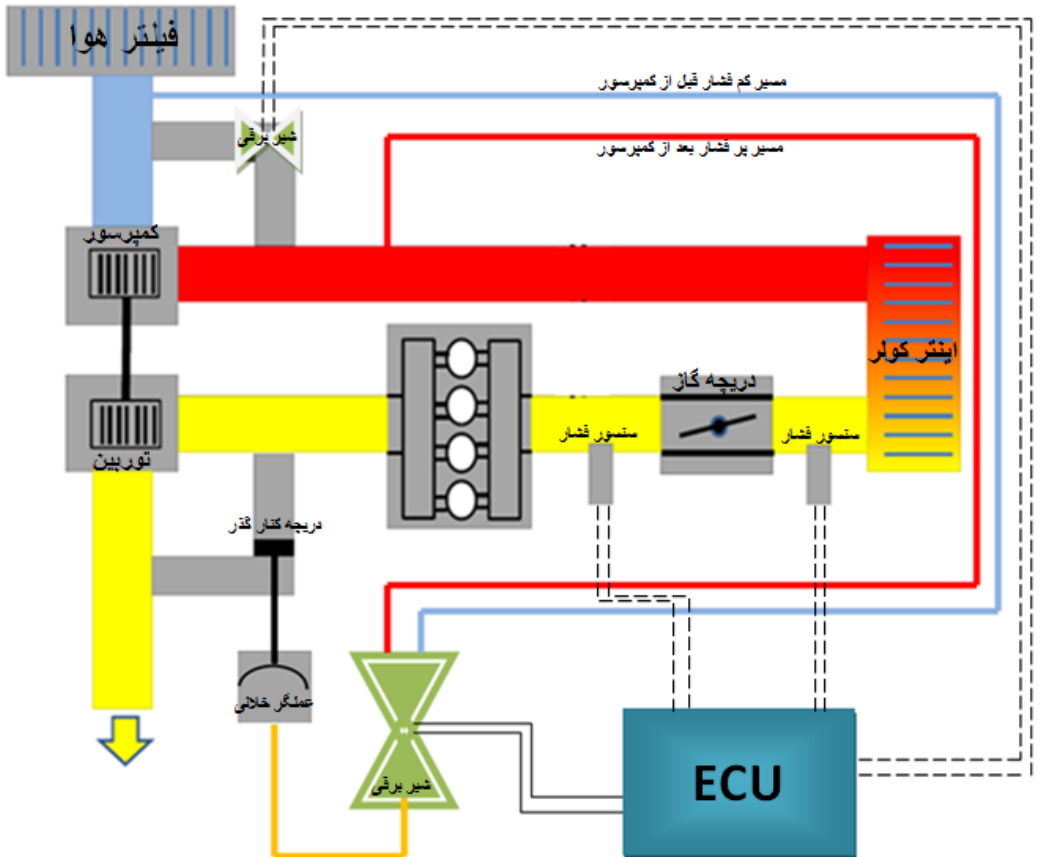
کنترل عملکرد سیستم توربو شارژر

با توجه به توضیحات داده شده سیستم توربو شارژر تحت تاثیر جریان گاز های خروجی عمل کرده و سرعت توربین و پمپ در آن افزایش می یابد لذا باید بر روی این سیستم کنترل هایی صورت گیرد تا عملکرد آن مطابق با شرایط مختلف کاری موتور قابل تغییر بلشد و نیاز موتور را با توجه به دستورات ECU تامین نماید.

سه پارامتر را باید در این سیستم تحت کنترل در آورده تا عملکرد آن متناسب با عملکرد موتور قابل تغییر باشد

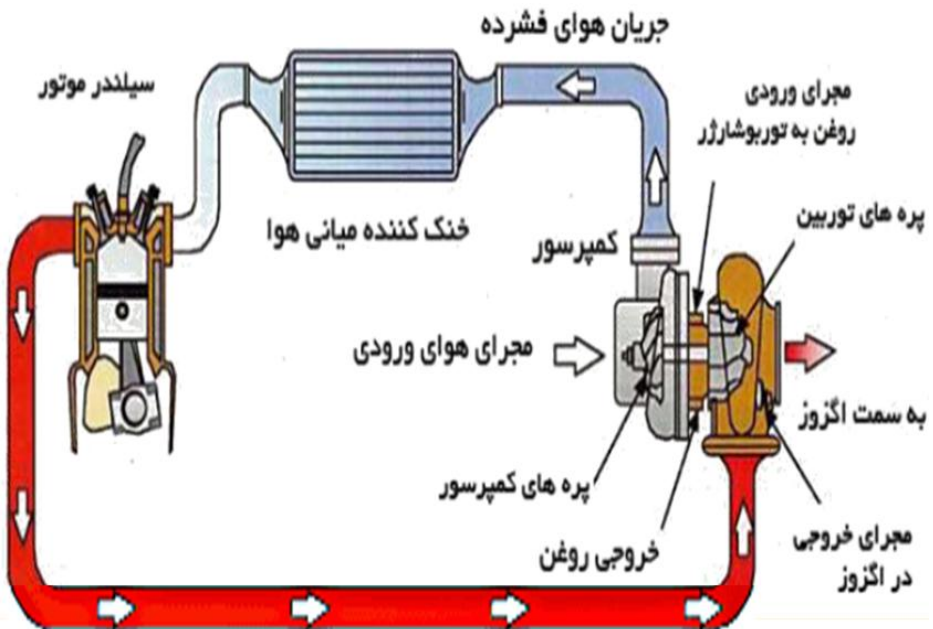
- ۱- کنترل دمای هوا خروجی از کمپرسور در سیستم توربو شارژر
- ۲- کنترل سرعت دوران توربین و کمپرسور در سیستم توربو شارژر
- ۳- کنترل فشار ایجاد شده در سیستم توربو شارژر

جهت اجرای این کنترلها به تعدادی سنسور و عملگر نیاز داریم . دو عدد مپ سنسور بر روی مسیر هوای ورودی به موتور نصب شده است . یکی قبل از دریچه گاز که فشار هوای خروجی از پمپ و اینترکولر را اندازه گیری میکند و یک عدد مپ سنسور مانند گذشته بر روی مینیفولد هوا نصب شده است اطلاعات این دو سنسور به ECU ارسال شده و پس از تجزیه و تحلیل این اطلاعات توسط ECU دو عدد شیر برقی که برای کنترل سیستم توربو شارژر در نظر گرفته شده سرعت دوران توربین و فشار کمپرسور را کنترل می نماید.



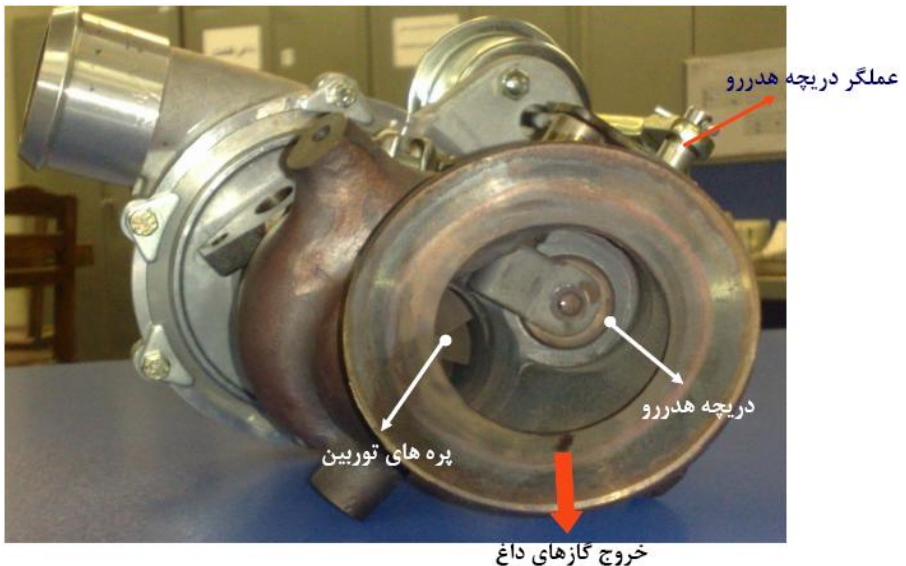
۱ - کنترل دمای هوا در سیستم توربو شارژر:

اما همان طور که میدانید فشار با دما رابطه مستقیم دارد و افزایش فشار هوای ورودی به موتور باعث افزایش دمای هوا خواهد شد و دمای بالای هوا از چگالی آن کاسته و همچنین ممکن است در داخل موتور باعث به وجود آمدن خودسوزی و ایجاد ضربه شود که مطلوب ما نیست پس باید این هوای فشرده شده قبل از ورود به موتور خنک شود. خنک کردن هوای فشرده توسط قطعه ای به نام اینتر کولر انجام می شود اینتر کولر در واقع رادیاتوری است که هوای فشرده قبل از ورود به موتور از آن عبور کرده و دمای آن به هوای محیط انتقال پیدا می کند تا خنک شود. حال هوای سرد و فشرده را وارد موتور کرده و با پاشش بیشتر سوخت توان بیشتری از موتور خواهیم گرفت.

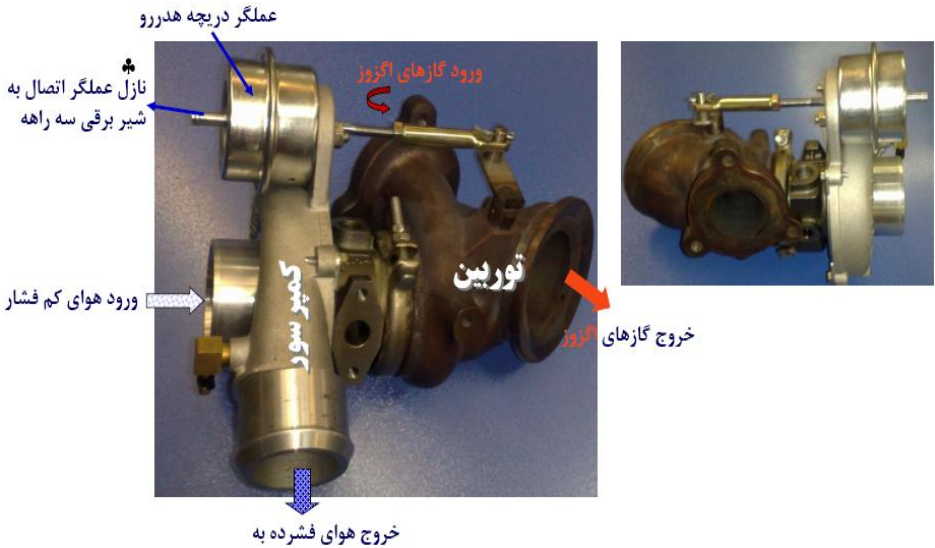


۲- کنترل سرعت دوران توربین و کمپرسور در سیستم توربو شارژر

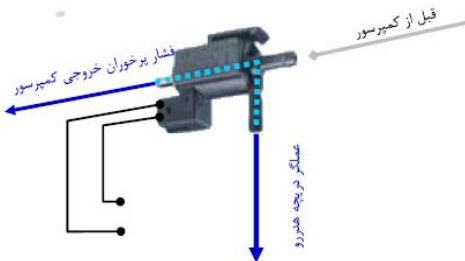
سرعت دوران توربین متناسب با سرعت گازهای خروجی از اگزوز افزایش میابد لذا باید کنترلی در مسیر گازهای خروجی ایجاد کرد تا بتوان سرعت دوران توربین را تحت کنترل درآورد. در غیر این صورت افزایش بیش از حد سرعت دورانی توربین باعث آسیب دیدن شفت و پره های پمپ و توربین و همچنین افزایش فشار و آسیب دیدن لوله های اتصال، و اینترکولر میشود. بدین منظور یک دریچه کنار گذر در محفظه توربین طراحی شده که توسط یک عملگر خلائی بسته (تا تمام سیال خروجی با توربین برخورد کند) و یا باز (تا بخشی از سیال بدون برخورد با توربین) به مسیر خروجی اگزوز وارد شود.



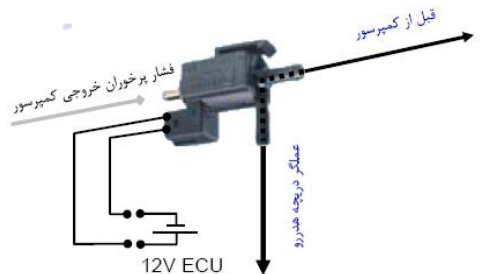
این دریچه کنار گذر Waste Gate (دریچه هدررو) نام دارد. و یک عملگر خلأی این دریچه را باز و بست میکند.



این عملگر خلأی توسط یک شیر برقی به دستور ECU مکش قبل از کمپرسور را جهت بستن دریچه و یا فشار بعد از کمپرسور را جهت باز کردن دریچه به آن اعمال می کند.

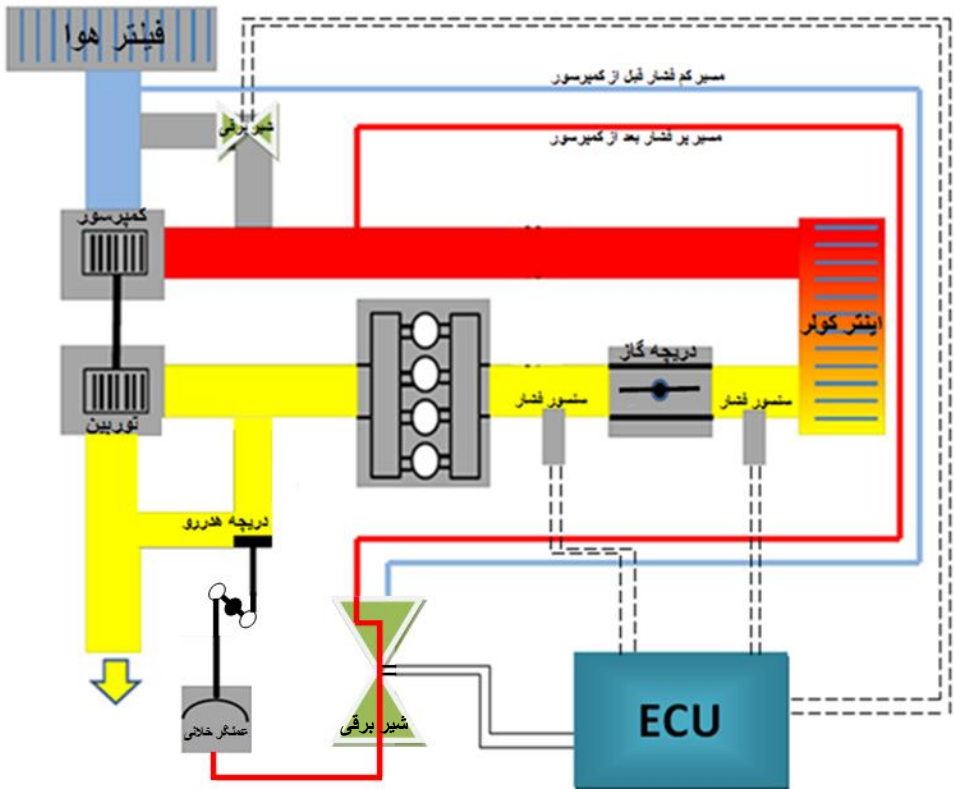


انتقال فشار بعد از کمپرسور به پشت دیافراگم عملگر خلأی جهت باز شدن دریچه هدررو



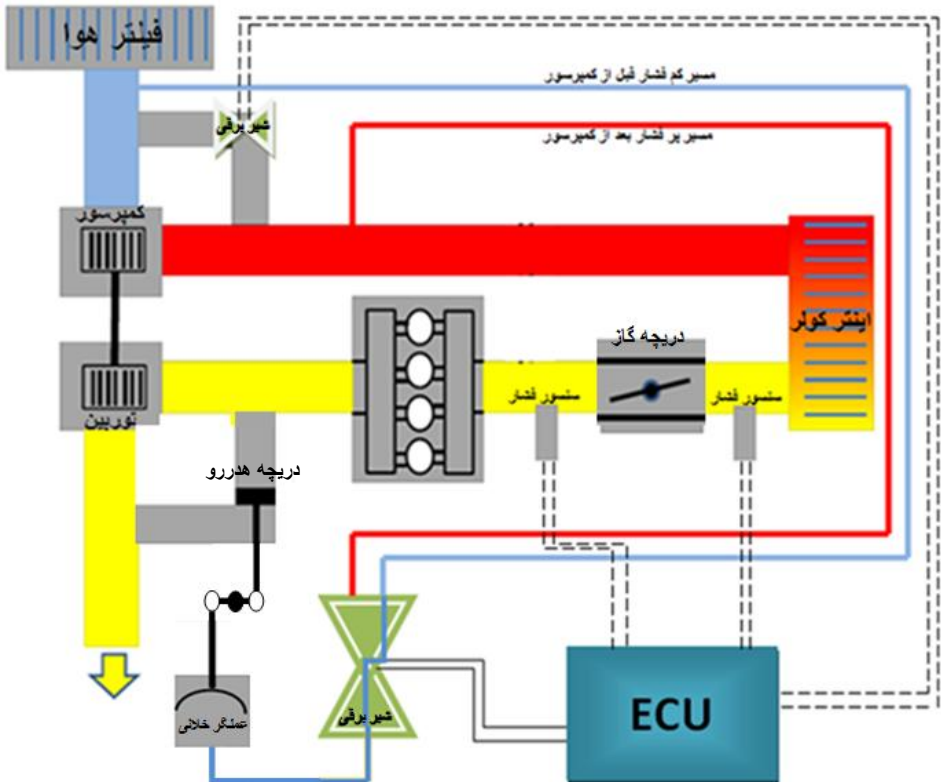
انتقال مکش قبل از کمپرسور به پشت دیافراگم عملگر خلأی جهت بسته شدن دریچه هدررو

در شکل زیر دریچه گاز کاملاً باز بوده و با بالا رفتن دور موتور و افزایش سرعت گاز های خروجی سرعت توربین و کمپرسور افزایش می یابد در این شرایط ECU با توجه به اطلاعات سنسورهای فشار متوجه می شود که سرعت دورانی سیستم توربو شارژر افزایش یافته در این حالت ECU با باز کردن شیر برقی مربوط به عملگر خلائی فشار بعد از کمپرسور را به این عملگر انتقال میدهد تا دریچه هدررو باز شده و بخشی از گازهای خروجی بدون برخورد با پره های توربین در مسیر خروجی اغزوز قرار می گیرد و بدین ترتیب سرعت دوران توربین و کمپرسور کاهش خواهد یافت.

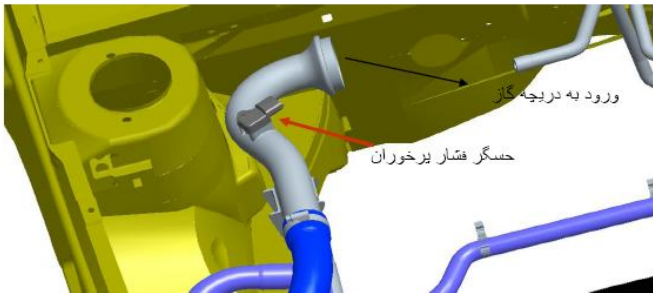
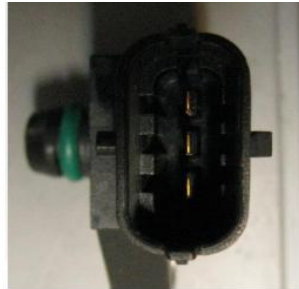


در شکل زیر با کاهش مجدد دور موتور و در نتیجه کاهش سرعت دورانی توربین و کمپرسور ECU باتوجه به اطلاعات سنسورهای فشار توسط شیر برقی مربوط به عملگر خلائی مکش قبل از کمپرسور را به این عملگر وصل کرده و باعث میشود که دریچه هدررو بسته شده و گازهای خروجی به سمت پره های توربین هدایت شده و سرعت توربین افزایش خواهد یافت.

این پروسه در زمان عملکرد موتور مرتبا تکرار خواهد شد تا سرعت دورانی سیستم توربو شارژ دائما تحت کنترل ECU باشد.



مپ سنسور های مورد استفاده در سیستم توربو شارژر فشار مثبت خروجی از کمپرسور را اندازه گیری میکنند ولی مپ سنسور موتورهای تنفس طبیعی حداکثر فشاری را که اندازه میگیرند فشار هوای محیط است بنابراین برای موتورهای دارای سیستم توربو شارژر باید از مپ سنسورهای مخصوص این موتورها استفاده کرد. همچنین مپ سنسور های قبل و بعد از دریچه گاز از لحاظ تعداد پایه های سوکت و فشار قابل اندازه گیری با یکدیگر متفاوتند و امکان جا به جایی آنها وجود ندارد.

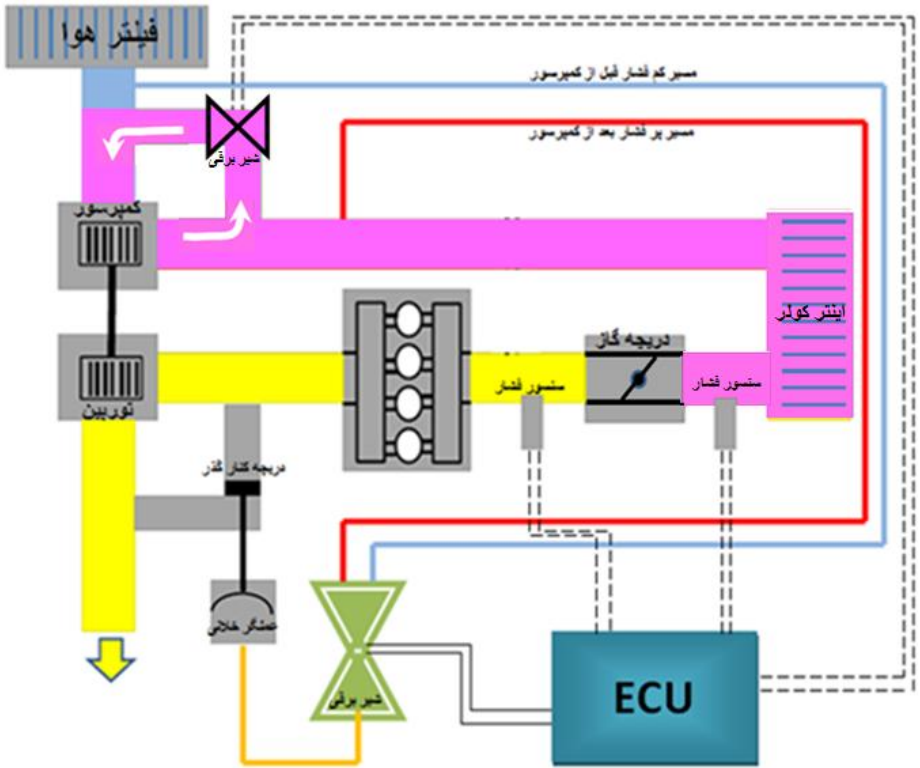


شماره فنی TC:
K914567548A

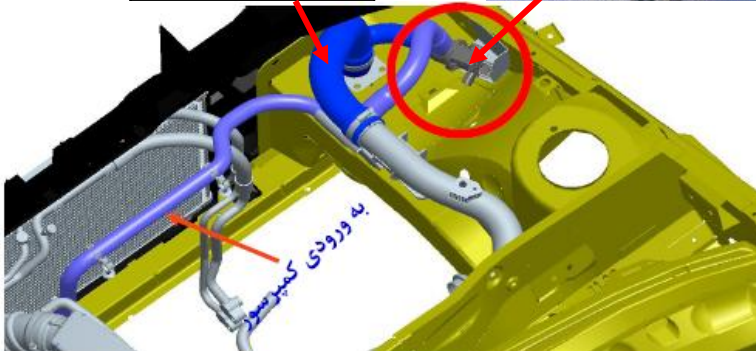
۳- کنترل فشار ایجاد شده در سیستم توربو شارژر:

کنترل دیگری که باید روی سیستم توربوشارژر ایجاد شود درست زمانی مورد نیاز است که راننده بطور ناگهانی پا راز روی پدال گاز برداشته و قصد کاهش سرعت را دارد.

در این زمان دریچه گاز کاملاً بسته شده و هوای فشرده شده که دیگر مورد نیاز موتور نیست پشت دریچه گاز باقی میماند. در این حالت توربین و پمپ با سرعت زیاد در حال گردش است و سرعت آن همزمان با بسته شدن دریچه گاز کاهش نمی یابد به نحوی که ادامه فشرده‌گی هوا توسط پمپ و مسدود شدن مسیر هوا از طرف دیگر باعث ایجاد موج برگشتی مابین کمپرسور و دریچه گاز شده و نیروی معکوسی به پمپ وارد میشود و ممکن است باعث ترکیدگی لوله های اتصال، اینتر کولر و آسیب دیدن پره های پمپ شود. برای کنترل این پدیده یک لوله بای پس بعد از خروجی اینتر کولر نصب شده که ECU می تواند توسط یک شیر برقی به نام Damp Valve مسیر آن را در صورت لزوم زمانی که راننده پدال گاز را رها میکند باز کرده تا هوای اضافه از مسیر این لوله به قبل از پمپ انتقال یابد. لازم به ذکر است که در این تصمیم گیری اطلاعات در یچه گاز و سنسورهای فشار قبل و بعد از دریچه گاز مورد استفاده ECU قرار می گیرد.



خروجی از اینترکولر

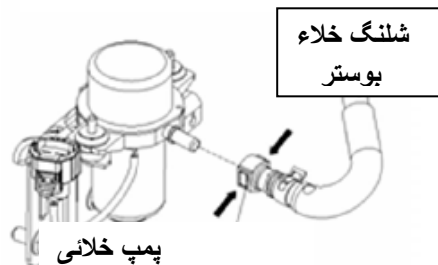
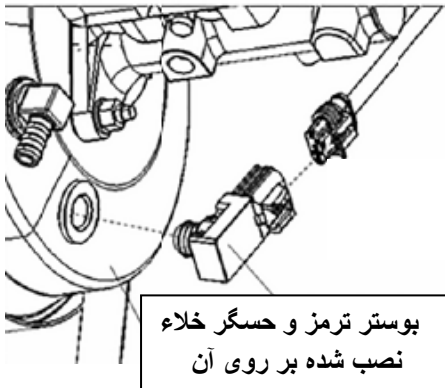


عملکرد بوستر ترمز در خودرو های مجهز به سیستم توربو شارژر

در خودرو های دارای سیستم توربو شارژ فشار ایجاد شده توسط کمپرسور به منیفولد ارسال شده و باعث می شود که دیگر نتوانیم خلاء مورد نیاز بوستر ترمز را از منیفولد تامین نماییم بنابراین برای ایجاد خلاء بوستر معمولا از یک پمپ خلائی استفاده می کنند تا در هنگام ترمز گیری عمل کرده و نیروی ترمز را تقویت نماید. پمپ خلائی به دستور ECU و با توجه به اطلاعات حسگر خلائی که بر روی بوستر ترمز قرار گرفته راه اندازی می شود.

البته در سیستم توربو شارژر مورد استفاده در EF7 خلاء مورد نیاز بوستر از محفظه فیلتر هوا که مکش کمپرسور وجود دارد تامین شده است. بنابراین در صورتی که به هر نحوی محفظه فیلتر هوا از آبیندی خارج شود نیروی ترمز کاهش پیدا خواهد کرد.

ولی در خودرو های ما ی توربو و کپچر از مکانیزم پمپ خلائی در سیستم ترمز استفاده شده است.



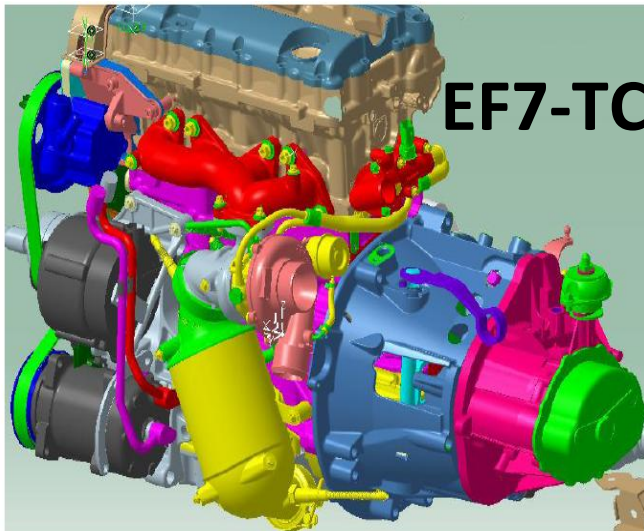
استفاده از سیستم توربو شارژر در محصولات ایران خودرو

شرکت ایران خودرو تاکنون در سه محصول تولیدی خود از سیستم توربو شارژ استفاده کرده است که عبارتند از سمند سورن توربوشارژ با موتور EF7-TC و هایما S7 با موتور 1800cc توربو و خودروی کپچر با موتور 1200cc توربو البته لازم به ذکر است که خودروهای دیگری مانند دنا EF7-TC و پژو ۵۰۸ و ۲۰۰۸ با موتور 1600cc توربو و... در برنامه تولید ایران خودرو می باشد.

در ادامه به معرفی سیستم توربوشارژر در این خودروها و تغییرات ایجاد شده در موتور های EF7 و هایما جهت نصب این سیستم خواهیم پرداخت.

سیستم توربو شارژر در موتور ملی :

مشخصات و تغییرات موتور EF7-TC نصب شده بر روی خودروهای سمند سورن و دنا



موتور ملی در حال حاضر در دو نوع تنفس طبیعی که به اختصار EF7-NA و موتور پرخوران توسط سیستم توربو شارژر که به اختصار EF7-TC نامگذاری شده تولید می شود.

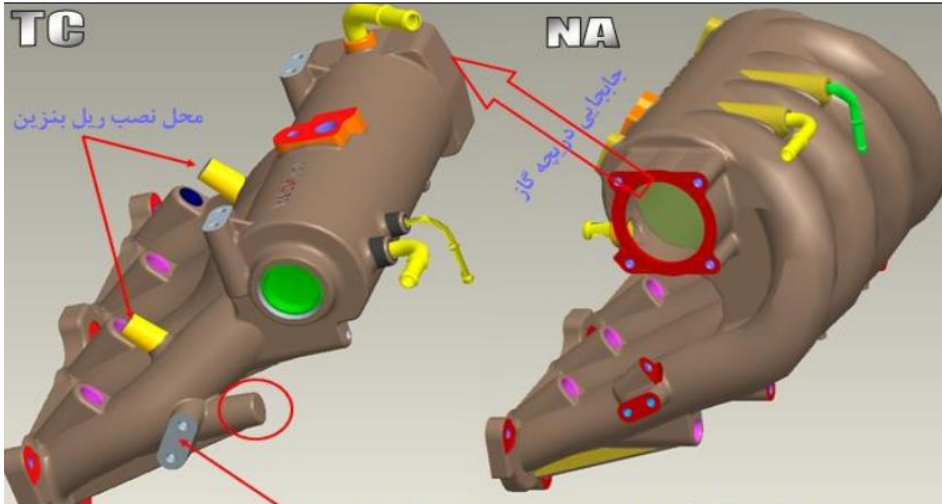
همانطور که در جدول زیر ملاحظه می شود توان موتور پر خوران حدود ۳۸ اسب بخار و گشتاور آن حدود ۶۴ نیوتون متر نسبت به موتور تنفس طبیعی افزایش پیدا کرده است.

گشتاور	توان موتور	EF7موتور
151 NM.3500RPM	112 HP.6000RPM	NA
215 NM. 3500-4500RPM	150 HP.6000RPM	TC

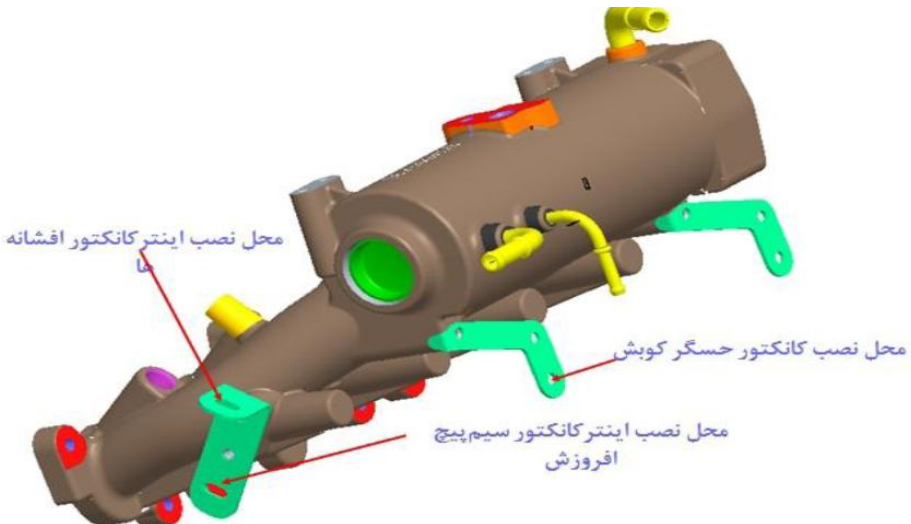
در موتور EF7-TC سیستم CVVT از موتور حذف شده چون افزایش توانی که سیستم توربو شارژر ایجاد می کند به اندازه ای است که دیگر لزومی به استفاده از سیستم CVVT دیده نمی شود.

همچنین گیربکس از نظر آلیاژ چرخنده ها مقاومتر شده و ضریب دنده ها تغییر کرده و کیت کلاچ آن نیز نسبت به قبل قوی تر شده تا در انتقال توان و گشتاور بیشتر موتور به چرخ ها مشکلی بوجود نیاید و به دلیل تقویت فنر های دیسک فشردن پدال کلاچ آن نسبت به پدال کلاچ خودروی EF7-NA نیاز به نیرو و فشار بیشتری دارد و جهت تعویض دیسک و صفحه در این خودرو نیاز به باز کردن اهرم دوشاخه کلاچ از روی گیربکس میباشد تا محور دوشاخه کلاچ چرخیده و بتوان بلبرینگ کلاچ را که از سمت بیرون به فنرهای دیسک فشار وارد میکند آزاد کرد.

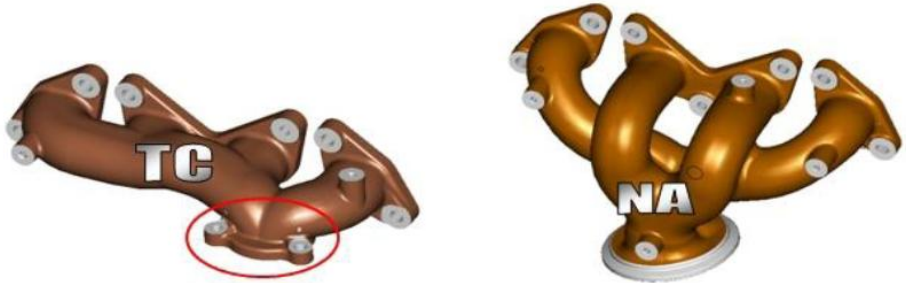
منیفولد هوا به نحوی تغییر شکل داده شده تا هوای پرفشار با کمترین اصطکاک مستقیماً وارد سیلندر شده و دریچه گاز نیز به طرف دیگر منیفولد انتقال پیدا کرده تا لوله خروجی از اینتر کولر مستقیماً به آن وصل شود.



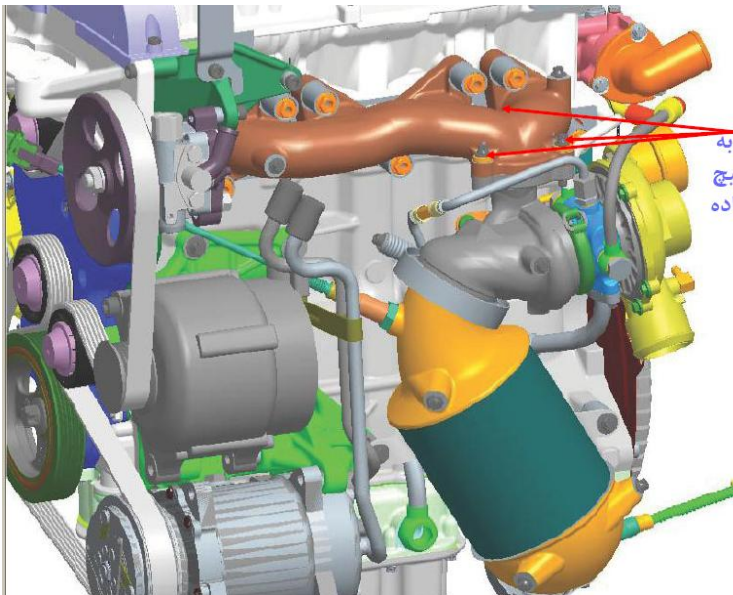
محل نصب پایه نگهدارنده دسته سیم سیم پیچ افروزش و افشانه ها



منیفولد دود به نحوی تغییر شکل داده شده تا بتوان سیستم توربو شارژر را مابین منیفولد و کاتالیست نصب کرد.

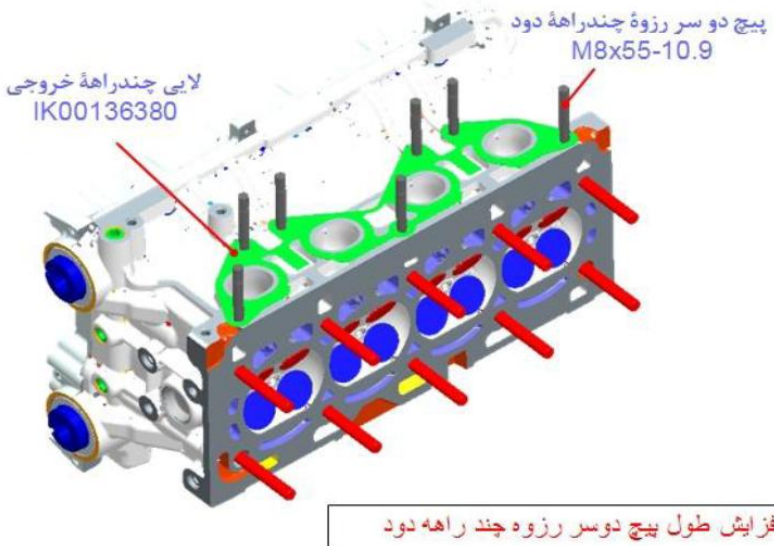
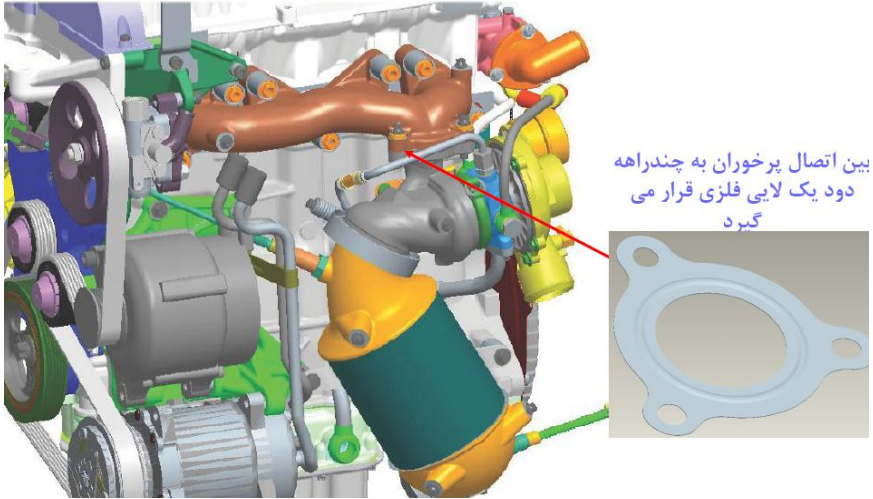


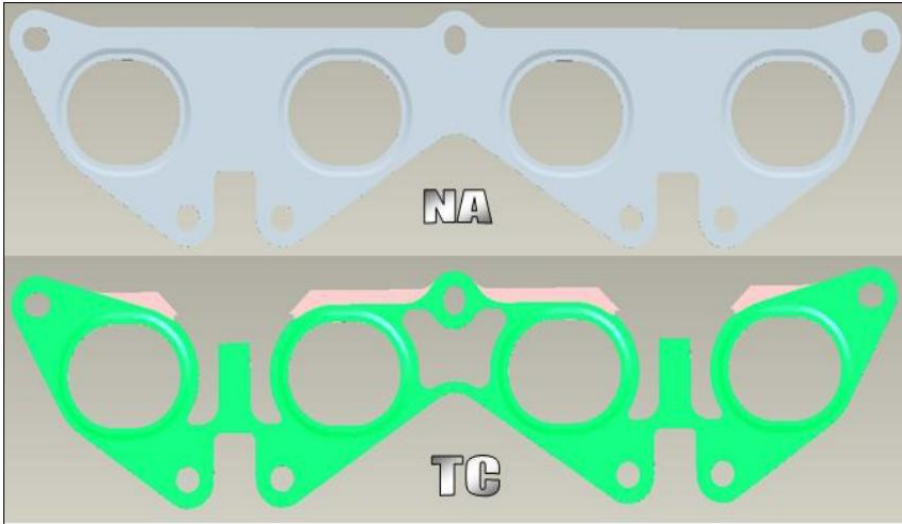
تغییر در طراحی چند راه دود



برای اتصال پرخوران به چندراهه دود از سه پیچ مقاوم به حرارت استفاده می شود.

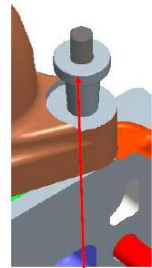
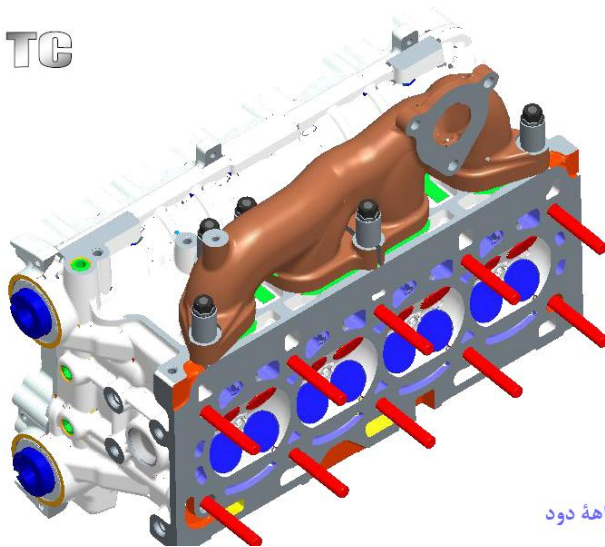
به دلیل تغییرات صورت گرفته در منیفولد دود مجموعه واشر های گلوئی و پنجه منیفولد دود تغییر شکل داده شده است.





بوش هایی جهت همبندی منیفولد دود بکار رفته است

TC

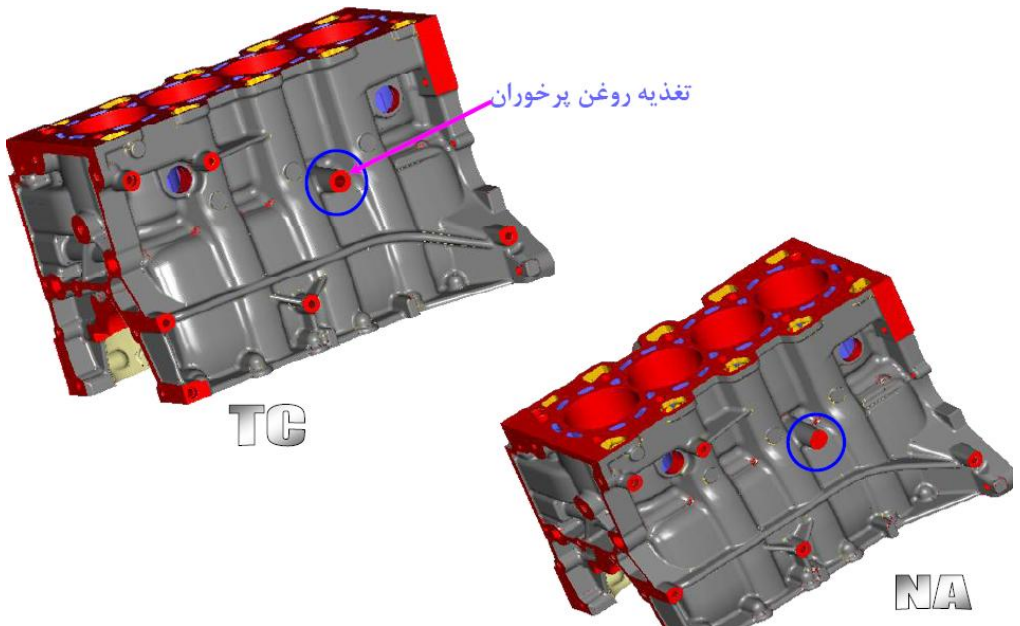


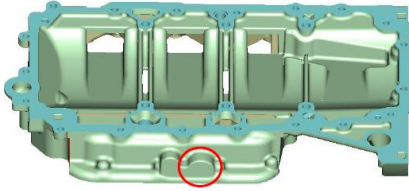
ابزار مخصوص همبندی چندراهه دود

مدار روغنکاری سیستم توربو شارژر:

شفت توربین و کمپرسور با سرعت بالائی در حال دوران است و روغن رسانی و روغنکاری آن از ملزومات این سیستم است یا تاقانهای این شفت به نحوی طراحی شده تا چرخش آن با کمترین اصطکاک و بر روی لایه ای از روغن انجام شود.

جهت روغن رسانی به سیستم توربو شارژر نیاز به لوله های رفت و برگشت روغن است تا روغن را از کانال اصلی روغن روی بلوکه سیلندر به این سیستم انتقال داده و سپس به کارتل روغن باز گرداند





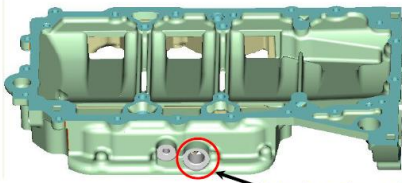
NA



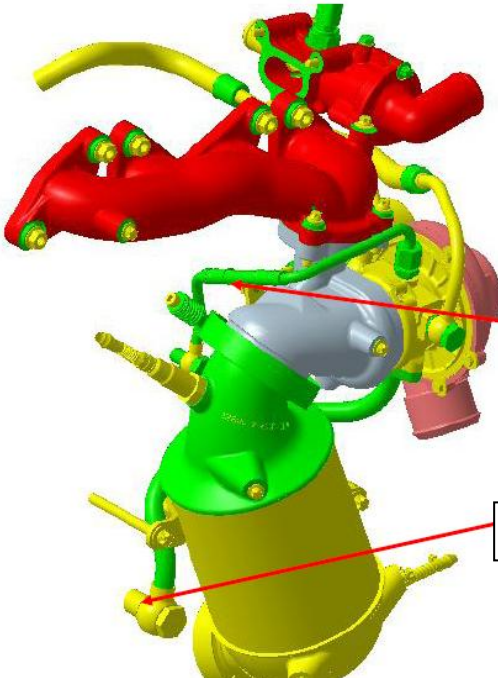
لوله برگشت



TC



برگشت روغن پرخوران



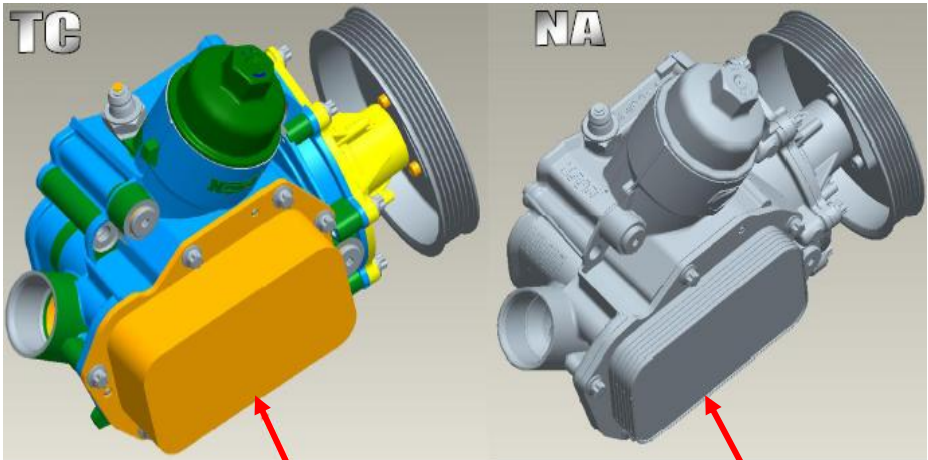
لوله برگشت روغن به کارتل

لوله ورودی روغن از بلوکه سیلندر

جهت خنک کاری بهتر روغن از اویل ماژول ۱۰ لایه با ضخامت و حجم بیشتری استفاده شده است.

لازم به ذکر است که نوع و کیفیت روغن مورد استفاده در موتور توربو شارژر همان SJ 10W40 یا SL می باشد فقط حدود نیم لیتر به حجم آن جهت روغنکاری سیستم توربو شارژر و ایل ماژول بزرگتر اضافه شده است ولی تعویض آن باید در کیلومتر کار کرد پایین تری نسبت به موتور معمولی انجام پذیرد.

مثلا باید روغن موتور توربو شارژر را حدودا هر ۵۰۰۰ کیلومتر یک بار به همراه فیلتر روغن تعویض نمود

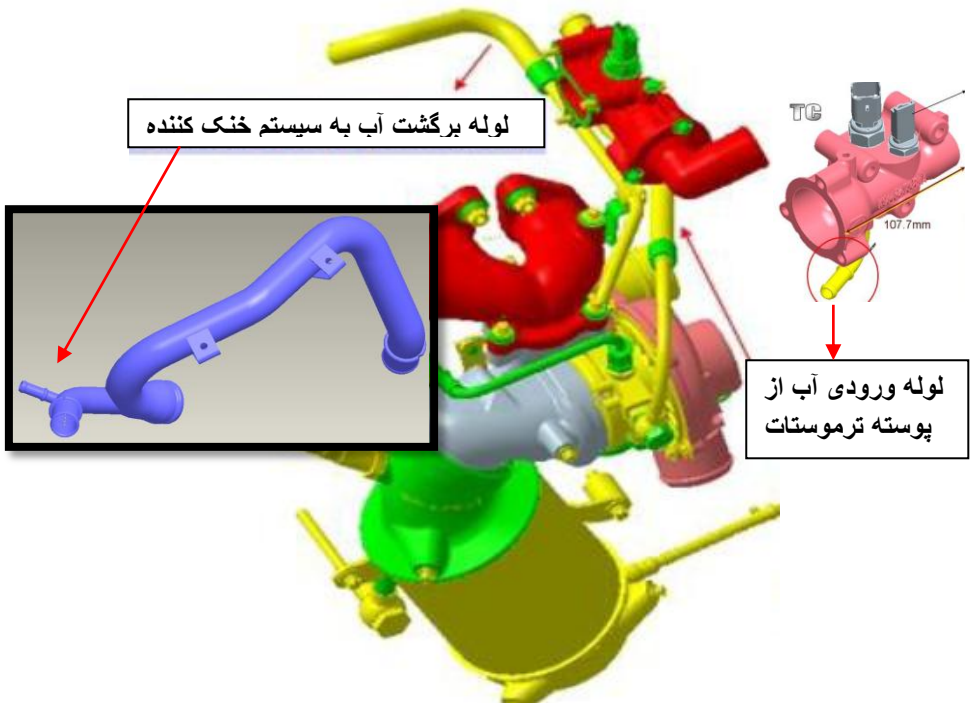


ایل ماژول 10 لایه
برای موتور توربو

ایل ماژول 5 لایه در
موتور تنفس طبیعی

مدار خنک کاری سیستم توربو شارژر:

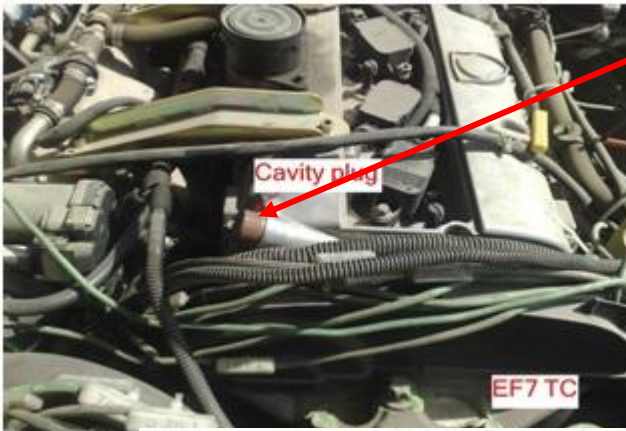
گازهای خروجی از منیفولد دود با حرارت بالا مستقیماً با پره های توربین برخورد میکنند و دما در سیستم توربو شارژر بسیار بالا خواهد رفت به منظور کاهش دمای این سیستم با کمی تغییر در مدار آب لوله های رفت و برگشتی جهت گردش آب و کاهش دمای سیستم توربو شارژر طراحی شده است.



حذف سیستم CVVT در موتور ملی با سیستم توربو شارژر:

افزایش توانی که بوسیله سیستم توربو شارژر در موتور ایجاد میشود به میزانی است که میتوان از افزایش توان بوسیله سیستم CVVT صرف نظر کرد و این سیستم را درموتور دارای توربو شارژر حذف کرده اند.

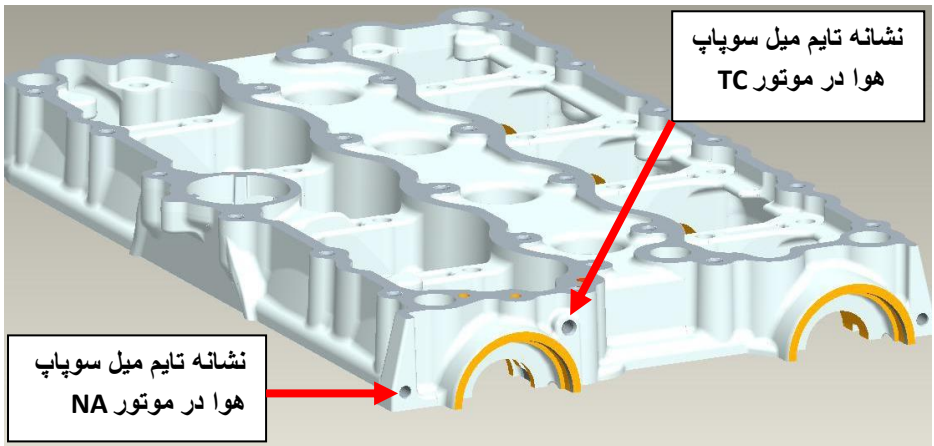
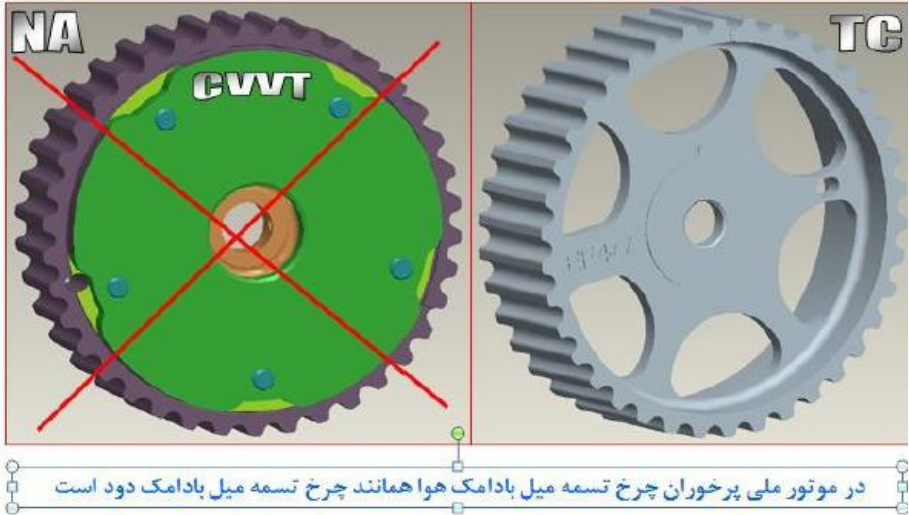
بجای شیر برقی یک درپوش بسته شده ولی محل قرار گیری شیر برقی مسدود نشده زیرا روغن رسانی به کپه اول میل سوپاپ هوا از همین محل انجام میشود.



حذف شیر برقی و استفاده از یک کورکن بجای آن در موتور توربو



چرخنده میل سوپاپ هوا به شکل ساده در آمده و محل نشان تایمینگ میل سوپاپ هوا که قبلا حدود ساعت ۱۰ تنظیم می شد تغییر کرده و در موتور توربو در حدود ساعت 1 بر روی تایم قرار خواهد گرفت.



در سیستم توربو شارژر محصول افزایش فشار و پر خوران سیلندر ها علاوه بر تولید توان و گشتاور بیشتر ایجاد انرژی حرارتی بیشتری نیز می باشد لذا باید در اجزائی که با این حرارت در تماس هستند نیز جهت خنک کاری و انتقال حرارت بهتر راهکاری در نظر گرفته تا عمر مفید آنها افزایش یابد بدین منظور در داخل ساق سوپاپ های دود از نمک سدیم استفاده شده تا انتقال حرارت بهتر صورت پذیرد.

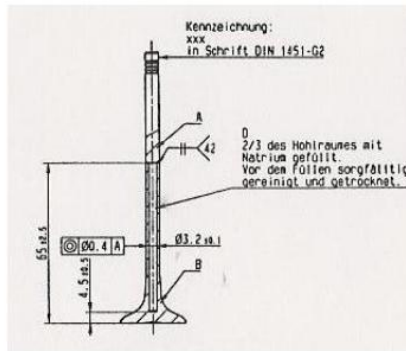
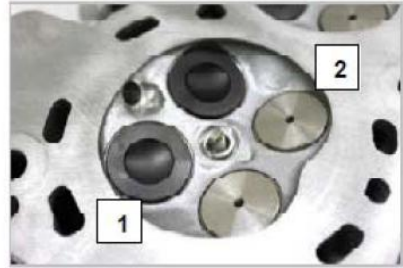
The valves

1 - Inlet valves:

Nitrided full valves

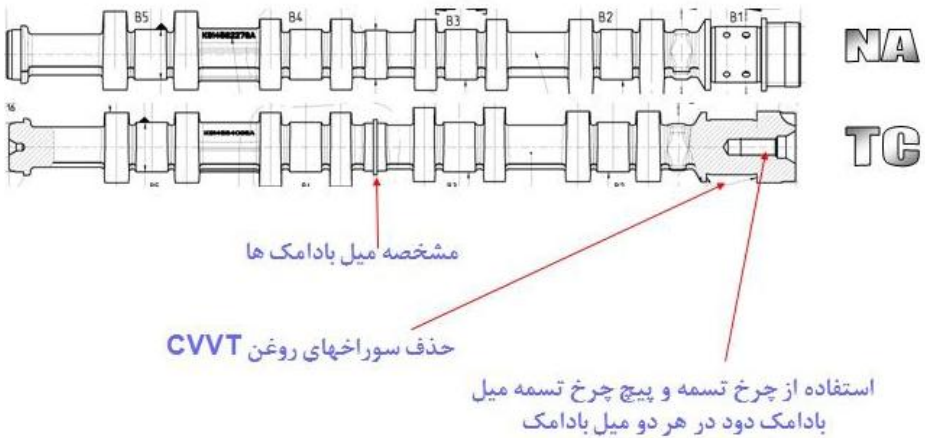
2 - Exhaust valves:

Bi-material sodium-cooled valve

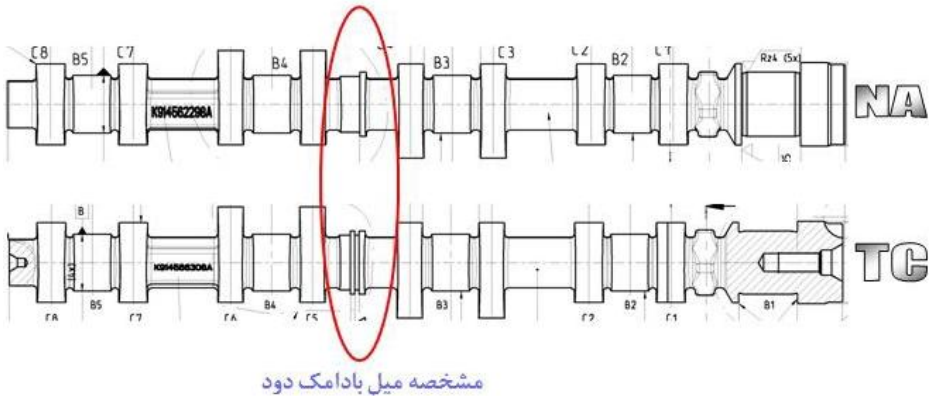


استفاده از دریچه دود با ساق پر شده با سدیم
بخاطر انتقال حرارت بهتر

تغییرات ایجاد شده در میل سوپاپ هوا و نشانه تشخیص آن از میل سوپاپ موتور تنفس طبیعی



تغییرات ایجاد شده در میل سوپاپ دود شامل تغییر در زمان بندی بادامک های می باشد که با نشانه گذاری از میل سوپاپ موتور تنفس طبیعی قابل تشخیص است.

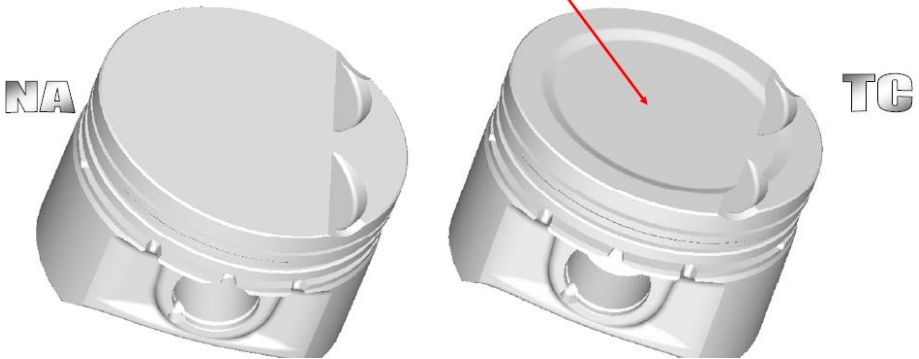


پیستونهای موتور هم دچار تغییرات شده:

در تاج پیستونها فرو رفتگی ایجاد شده تا حجم محفظه احتراق بیشتر شود و همچنین دیواره پیستون ها با لایه ای از گرافیت پوشش داده شده تا افزایش مقاومت و کاهش اصطکاک بوجود آید.

لازم به ذکر است که در راستای افزایش توان موتور، شاتونها و میل لنگ و یاتاقانها نیز تقویت شده است

تاج فرورفته



دیواره پیستون با پوشش گرافیتی
در موتور توربو شارژر

در سیستم توربو شارژر از شمع دو پلاتینه جهت ایجاد جرقه قوی تر استفاده شده تا احتراق سریعتر و کامل تر انجام شود و همچنین الکتروودهای این شمع ها از نظر آلیاژ طوری انتخاب شده تا مقاومت حرارتی و الکتریکی آن متناسب با دمایی باشد که در موتور توربو شارژر تولید می شود..

در موتور EF7-TC از شمع موتور FR6KDC دو پلاتینه بوش استفاده می شود.

در موتور EF7-NA از شمع موتور FR8DE تک پلاتینه بوش استفاده می شود



در سیستم توربو شارژر همراه با هوای فشرده باید مقدار بیشتری بنزین پاشیده شود تا افزایش توان موتور حاصل شود بدین منظور از انژکتور های بنزینی استفاده شده که پاشش بیشتری داشته باشند.

البته لازم به ذکر است دبی پمپ بنزین هم تغییر کرده و از 36 Kg/hr در موتور تنفس طبیعی به 50 Kg/hr در موتور دارای توربو شارژر افزایش پیدا کرده است. ولی فشار پمپ بنزین و مسیر سوخت رسانی آن مانند گذشته همان ۳.۵ بار است.

بنابراین انژکتور های بنزین و پمپ بنزین م و تور EF7-NA برای موتور EF7-TC قابل استفاده نمی باشد.

- انژکتور بنزین موتور تنفس طبیعی نارنجی رنگ است
- انژکتور بنزین موتور توربو شارژر مشکی رنگ است
- دبی سوخت انژکتور بنزین موتور توربو شارژر بیشتر است



انژکتور NA

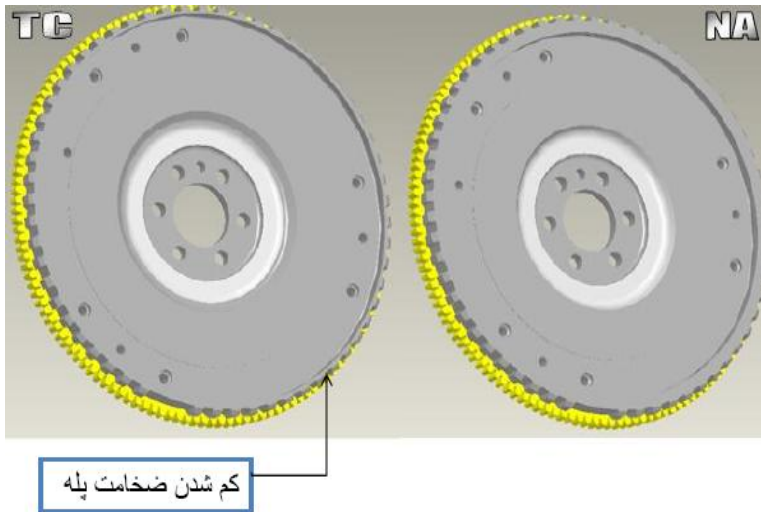
شماره فنی NA: K914561008A



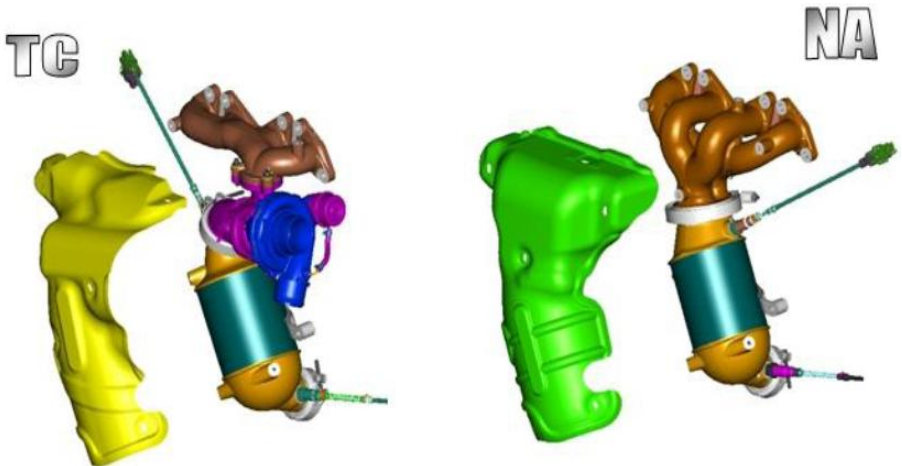
انژکتور TC

شماره فنی TC: K914566408A

در موتور توربو شارژر فلاپویل تغییر کرده و ضخامت دندانه های مربوط به سنسور دور موتور کمتر شده است



تفاوت در عایق حرارتی انگوز در موتور توربو شارژر در شکل زیر مشاهده میشود



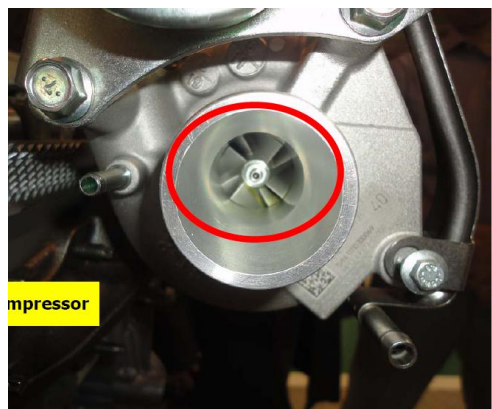
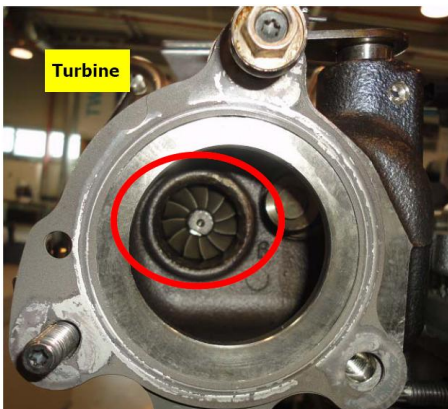
سیستم توربو شارژر در خودروی رنو کپچر:

در خودروی کپچر موجود در بازار ایران از یک موتور به نام H5FT با حجم 1200cc و تکنولوژی پاشش مستقیم سوخت توسط انژکتورهای فشار قوی به داخل سیلندر (GDI) به همراه سیستم توربو شارژر استفاده شده است.

سیستم توربو شارژر در این موتور از دور موتور 2000 rpm به بالا فعالیت اصلی خود را شروع کرده و حاصل عملکرد آن بدست آوردن توان ۱۲۰ اسب بخار در دور موتور 4900 rpm و گشتاور ۱۹۰ نیوتن متر در دور موتور 2000 rpm می شود.

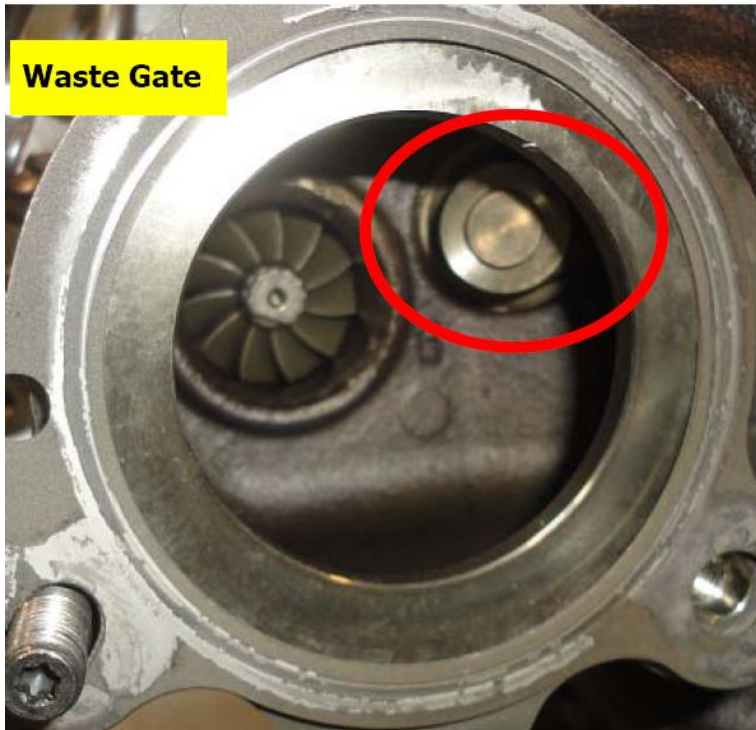
همانطور که ملاحظه میشود سیستم توربو شارژر باعث شده این موتور کم حجم توان و گشتاور مناسبی را در دور موتورهای پایین در اختیار راننده قرار دهد تا با حداقل مصرف سوخت حداکثر سرعت و شتاب را داشته باشیم.

البته باید در نظر داشت که پاشش مستقیم سوخت داخل سیلندر هم در حصول این نتیجه تاثیر بسزایی داشته است.



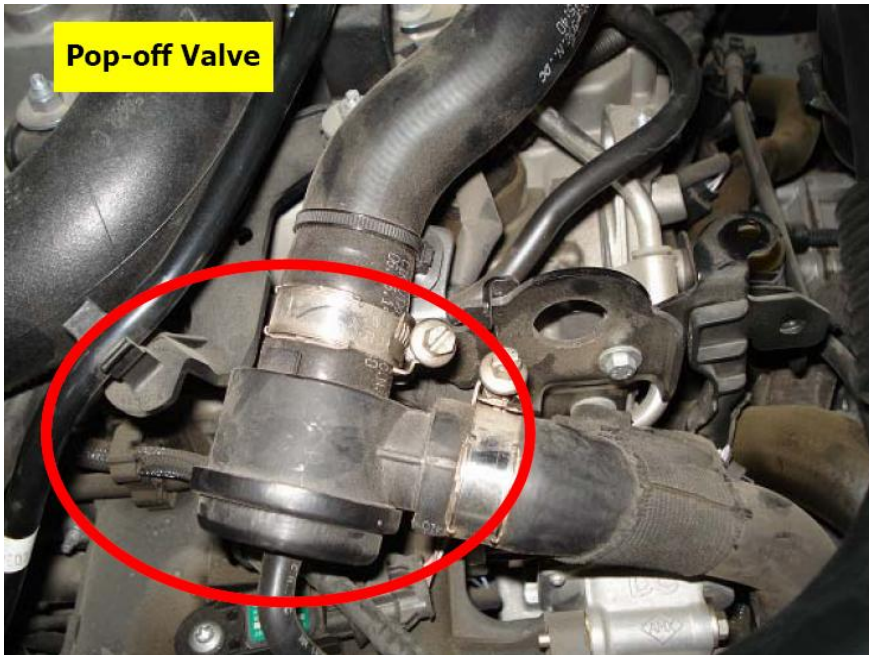
دریچه هدررو داخل محفظه توربین قرار گرفته و توسط یک عملگر خلائی مسیر خروج دود را باز می کند تا دود بدون برخورد با پره های توربین به خروجی اگزوز هدایت شود این عملیات جهت کنترل سرعت دوران توربین صورت می گیرد.

ECU با توجه به اطلاعاتی که از دو سنسور فشار قبل و بعد از دریچه گاز دریافت می کند شیر برقی مربوط به عملگر خلائی را باز و بست می کند تا دریچه هدررو عمل کرده و گازهای خروجی از اگزوز را در مسیر درست هدایت کند.



در خودروی کپچر یک عملگر خلائی (pop-off valve) توسط لوله ای به منیفولد هوا وصل شده است و همانطور که میدانید در موتور توربو شارژر تا زمانی که دریچه گاز باز باشد فشار هوای کمپرسور وارد منیفولد شده و این عملگر خلائی تحت این فشار بسته می ماند اما زمانی که دریچه گاز بطور ناگهانی بسته می شود مکش سیلندر های موتور در منیفولد هوا ایجاد خلاء کرده و عملگر خلائی مسیر را باز می کند.

با باز شدن این مسیر فشار هوایی که توسط کمپرسور تولید شده پس از بر خورد با دریچه گاز بسته شده از طریق این مسیر به نقطه کم فشار قبل از کمپرسور هدایت می شود و تا زمانی که دور کمپرسور کاهش یابد دریک سیکل بسته به چرخش در خواهد آمد



سیستم توربو شارژر در خودروی هایما:

خودروی هایما با موتور HM484Q-A با حجم 2000cc تنفس طبیعی وارد بازار خودرو شده و جزء محصولات ایران خودرو قرار گرفت.

پایین بودن نسبت توان موتور به وزن این خودروی شاسی بلند تک دیفرانسیل باعث شد که شتابگیری جوان پسندی برای آن در پی نداشته باشد و متاسفانه تعداد زیادی از مشتریان خود را در بازار ر قابت از دست داد از این رو تقویت موتور این خودرو در برنامه تولید قرار گرفته و موتور HM484Q-T با حجم 1800cc توربو شارژر برای رفع این نقیصه انتخاب و بر روی آن نصب شد.

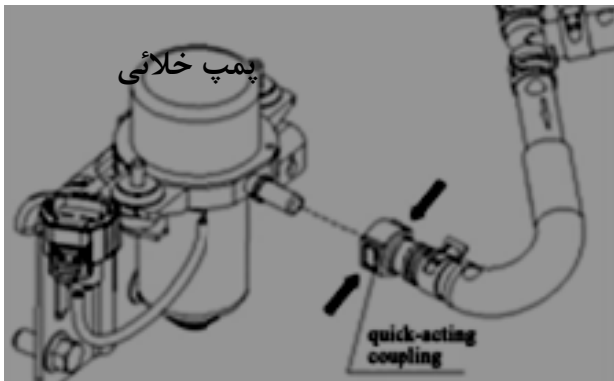
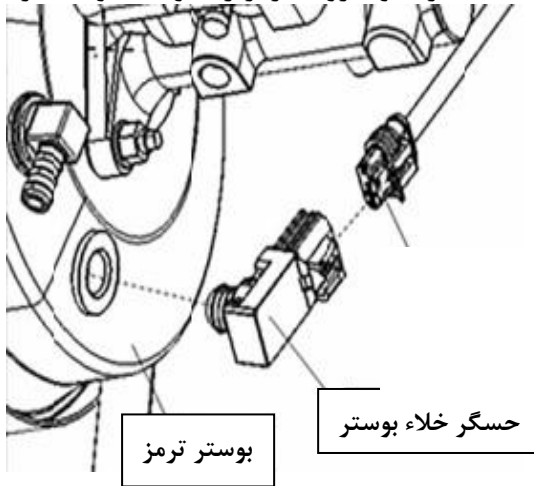
در جدول، زیر مشخصات این دو موبقر مورد مقایسه قرار گرفته است.

انوماک توربو (51801)	انوماک (51601)	کلاس خودرو
HM484Q-T	HM484Q-A	نوع موتور
1795	1995	حجم موتور (CC)
170/5500	148	حداکثر توان (HP)
230/4500	180	حداکثر گشتاور (NM)
16	16	تعداد سوپاپ
بنزین	بنزین	نوع سوخت
	پاشش چند نقطه ای	سیستم انژکتوری
یورو 5	یورو 4	استاندارد حد آلاینده‌گی
170	165	حداکثر سرعت (KM/H)
6دنده انوماک	5دنده انوماک	سیستم انتقال قدرت
9.6	8.8	مصرف سوخت (در 100 کیلومتر ترکیبی) (لیتر)
4530	4498	طول خودرو (mm)
1830	1830	عرض خودرو (mm)
1730	1730	ارتفاع خودرو (mm)
2619	2619	فاصله بین دو محور چرخهای عقب و جلو (mm)
1545	1545	وزن خودرو بدون سرنشین با مخزن پر و بدون تجهیزات اضافی
61	61	گنجایش مصرف سوخت (لیتر)
400	400	حجم فضای صندوق عقب (دسی متر مکعب)

همانطور که در جدول ملاحظه میشود با این که موتور هایمای توربو حدود 200CC کاهش حجم داشته ولی توان آن حدود ۲۲ اسب بخار و گشتاور آن حدود ۵۰ نیوتن متر افزایش داشته است

در خودرو هایما سیستم توربو شارژر عملکردی مشابه با EF7-TC دارد تنها با این تفاوت که برای تامین خلاء بوستر ترمز از یک پمپ خلأئی استفاده شده

این پمپ خلأئی به دستور ECU و با توجه به اطلاعات حسگر خلأئی که بر روی بوستر ترمز نصب شده عملکرده و نیروی ترمز را تقویت خواهد کرد.

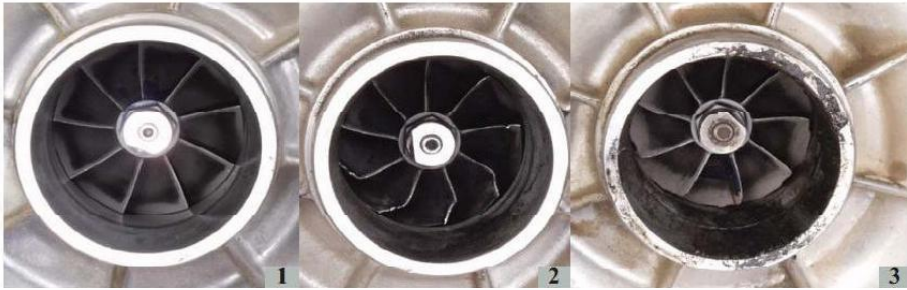


نکاتی که باید در خودروهای دارای سیستم توربو شارژ رعایت شود:

- ۱- همانطور که گفته شد شفت توربین و کمپرسور با سرعت بالایی در چرخش است و نیاز به روغنکاری آن از ملزومات سیستم توربو شارژ است و در واقع شفت بر روی بالشتکی از روغن در حال چرخش است بنابراین زمانی که موتور سرد است و جریان روغن ضعیف است نباید فشار زیادی به موتور وارد کرد چون ممکن است این شفت آسیب ببیند
- ۲- خاموش کردن موتور باید در دور آرام موتور انجام شود چون در زمانی که دور موتور بالاست شفت توربو شارژ نیز با سرعت در حال چرخش است و اگر در این شرایط موتور را خاموش کنیم روغن رسانی به آن متوقف شده و علاوه بر آسیب دیدن یا تاقان های شفت توربو جریان روغن نیز در مسیر کانالهای سیستم توربو شارژ متوقف شده و بعلت حرارت بالا در این ناحیه روغن سوخته و به شکل کربن در آمده و به مرور زمان مسیر عبور روغن را مسدود میکند.
- ۳- پس از طی مسافتهای طولانی و یا پس از یک رانندگی پر شتاب نباید بلافاصله موتور را خاموش کرد زیرا پره های توربین تحت حرارت گازهای خروجی از اگزوز دمای بسیار بالایی دارند و متوقف کردن آن در این شرایط میتواند باعث گیرپاژ و یا دفرمه شدن پره های توربین گردد برای جلوگیری از بروز چنین مشکلی قبل خاموش کردن خودرو باید موتور مدتی در حالت در جا کار کرده تا دمای توربوشارژ متعادل شود و سپس موتور را خاموش کرد.

۴- تعویض فیلتر هوا در موتورهای توربو شارژر باید در فواصل کمتری انجام شود زیرا پره های کمپرسور با سرعت زیادی در حال چرخش و مکش هوا به داخل است و برخورد ذرات ریز گرد و غبار با آن در چنین سرعتی باعث ایجاد ضربه و خوردگی در پره ها و دفرمه شدن آنها می شود

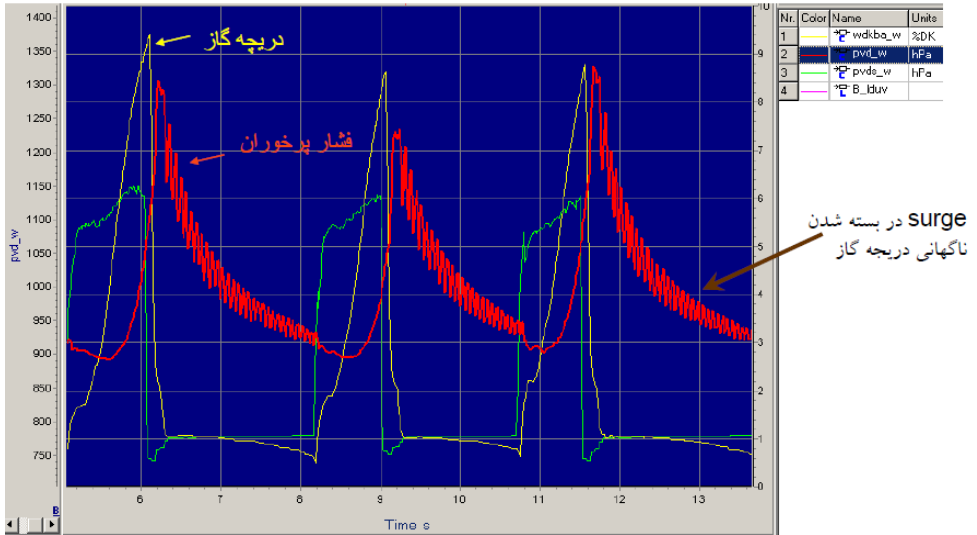
البته لازم به ذکر است که رانندگی طولانی مدت در جاده های خاکی با خودروهای دارای سیستم توربو شارژر نیز می تواند باعث بروز آسیب به این سیستم شود.



۵- موتورهای توربو شارژر در هوای سرد و یا شب ها که هوا خنک تر است عملکرد بهتری خواهند داشت زیرا دمای هوای خروجی از کمپرسور پایین تر و چگالی آن بیشتر است و مخلوط سوخت و هوا احتراق کاملتری خواهد داشت.

۶- با افزایش دور موتور دور توربین و کمپرسور افزایش خواهد یافت ولی زمانی که دریچه گاز بطور ناگهانی بسته شود فشار هوای ایجاد شده به کمپرسور باز میگردد و مطابق با دیپاگرام زیر این فشار بصورت پس زدن

هایی مابین دریچه گاز بسته و کمپرسور مشاهده میشود و تا زمانی که دور کمپرسور کاهش یابد ادامه خواهد داشت.

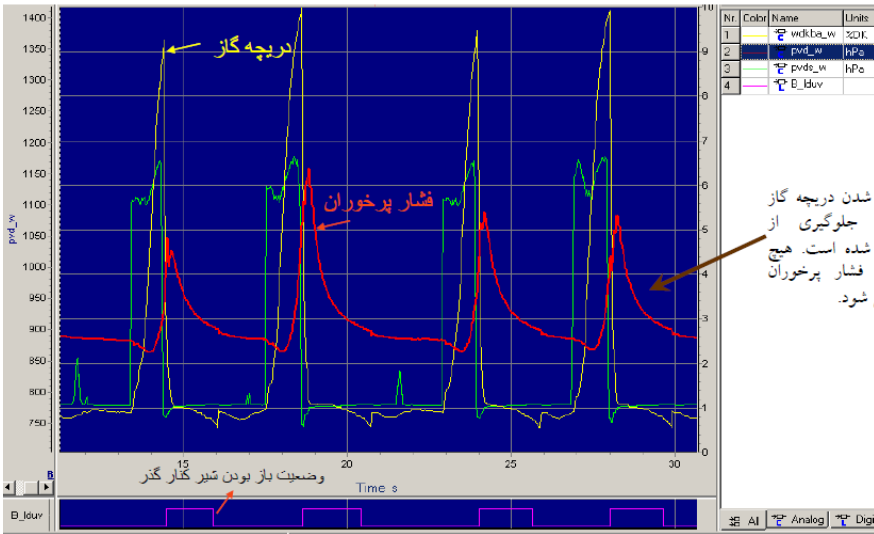


تغییرات فشار خروجی کمپرسور در صورت عدم استفاده از شیر کنارگذر

این فشار برگشتی لوله های اتصال و همچنین اینتر کولر را تحت فشار قرار میدهد و ممکن است باعث ترکیدن آنها شود. برای جلوگیری از این پدیده دریچه ای به نام pop-off valve که به صورت برقی یا خلائی کنترل میشود مابین دریچه گاز و ورودی هوا به کمپرسور قرار میدهند تا به محض بسته شدن دریچه گاز باز شده و از بروز این پس زدن ها جلوگیری کند.

البته لازم به ذکر است که در صورت عدم عملکرد pop-off valve نیز همین پس زدن ها هنگام رها کردن ناگهانی پدال گاز مشاهده میشود

در دلیگرام زیر عملکرد این دریچه را در مقایسه با دیاگرام بالا مشاهده می کنیم.



تغییرات فشار خروجی کمپرسور در صورت استفاده از شیر کنارگذر

همانطور که ملاحظه میشود با بسته شدن ناگهانی دریچه گاز دیگر نوسانی در فشار ما بین کمپرسور و دریچه گاز مشاهده نمی شود. و هوای اضافه در یک سیکل بسته به منطقه کم فشار قبا از کمپرسور انتقال پیدا خواهد کرد تا زمانی که دور کمپرسور هم کاهش پیدا کند.

در یک نگاه کلی به سیستم توربو شارژر میتوان گفت که این سیستم با افزایش فشار هوای ورودی به موتور باعث افزایش توان موتور میشود. پس دو ایراد کلی هم میتوان در مورد عملکرد آن عنوان کرد

۱ - کاهش فشار تولید شده توسط این سیستم

۲ - افزایش فشار تولید شده توسط این سیستم

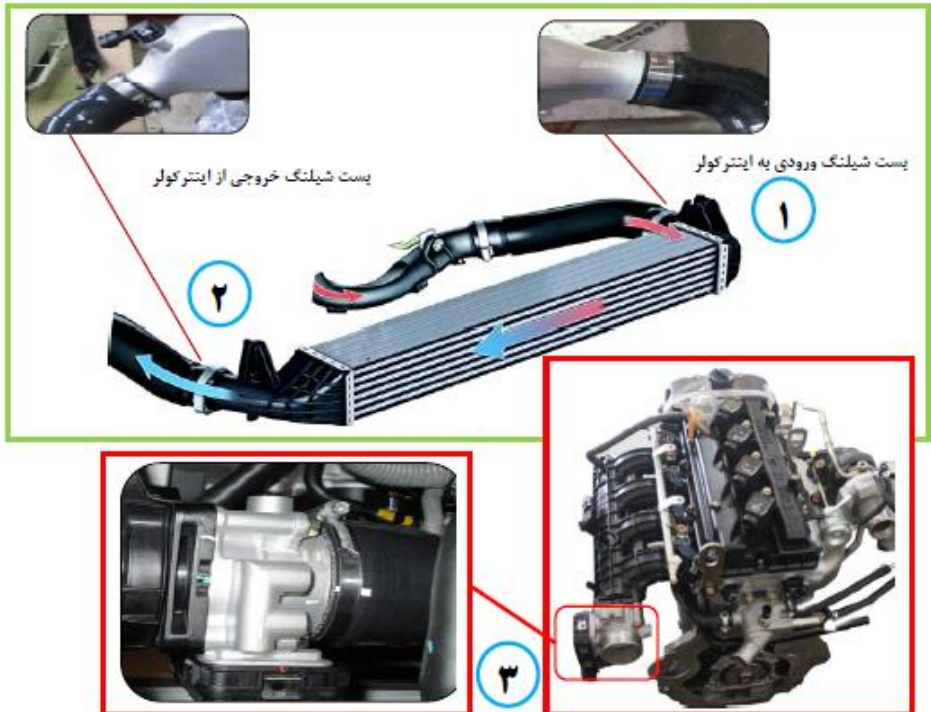
بررسی علل کاهش فشار در سیستم توربو شارژر و ایرادات ناشی از آن

- وجود هرگونه نشتی هوا در مسیر خروجی از کمپرسور تا ورودی به موتور که معمولاً به علت شل بودن بست های لوله ها یا سوراخ شدن لوله ها و یا اینتر کولر می باشد
- خرابی شیر برقی کنار گذر کمپرسور **domp valve** و باز ماندن دائمی آن که باعث میشود که فشار بعد از کمپرسور به نقطه کم فشار قبل از کمپرسور و بوجود آمدن یک سیکل بسته برای چرخش هوای کمپرسور و کاهش فشار هوای ورودی به موتور
- خرابی شیر برقی دریچه هدررو و باز ماندن آن به شکلی که فشار بعد از کمپرسور به عملگر خلائی انتقال پیدا کند و دریچه هدررو قبل از اینکه توربین و کمپرسور به سرعت لازم برسد باز شود
- گیر مکانیکی دریچه هدررو به نحوی که باز بماند و بسته نشود و دود خروجی از اگزوز کمتر با پره های توربین در تماس باشند و دور توربین و کمپرسور کاهش یابد
- نشتی دود در مسیر مابین پنجه منیفولد دود تا ورودب به توربین که باعث کاهش سرعت و فشار دود در توربین شده و سرعت دورانی توربین و کمپرسور کاهش یابد
- گرفتگی در مسیر ورودی هوا به کمپرسور به نحوی که مکش هوا به داخل کمپرسور با شکل مواجه شود بطور مثال کثیفی بیش از حد فیلتر هوا و دیر عوض کردن آن یا رانندگی طولانی مدت در جاده های خاکی میتواند باعث بروز این مشکل و در نتیجه افت فشار هوای ورودی به موتور گردد

- در نهایت خرابی پره های توربین و کمپرسور می تواند باعث کم شدن سرعت دوران توربین و یا کاهش فشار هوای خروجی از کمپرسور گردد.

کاهش فشار هوای ورودی به موتور باعث اختلال در زمان پاشش و جرقه شده و چراغ چک روشن شده و ممکن است که موتور گاز نخورد و خاموش شدن ناگهانی موتور و افت توان موتور و روشن نشدن موتور با توجه به استارت خوردن آن مشاهده شود و دستگاه عیب یاب نیز خطای پایین بودن ولتاژ سنسور جریان هوای ورودی را نشان میدهد.

بطور مثال میتوان به ایراد شل بودن بستهای اتصالات سیستم توربو شارژر در خودروی هایما اشاره کرد ایرادات ذکر شده را بوجود آورده بود



بررسی علل افزایش فشار در سیستم توربو شارژر و ایرادات ناشی از آن

- گیر مکانیکی اهرم دریچه هدررو west gate و باز نشدن این دریچه که موجب افزایش دور توربین و کمپرسور میشود
- جدا شدن یا پاره شدن شلنگهای اتصال مکش قبل از کمپرسور یا فشار بعد از کمپرسور به شیر برقی و عملگر خلائی دریچه هدررو
- پاره یا سوراخ شدن دیافراگم عملگر خلائی دریچه هدررو و باز نشدن دریچه به طور کامل در مواقعی که دور توربین و کمپرسور افزایش می یابد
- خرابی شیر برقی مربوط به عملگر خلائی و عدم انتقال مکش قبل از کمپرسور به عملگر خلائی جهت باز شدن دریچه هدررو و کاهش دور توربین
- ایجاد ترک یا شکستگی در اگزوز در مسیر بعد از توربین که باعث می شود خروج دود از توربین با سرعت بیشتری صورت پذیرد و سرعت دوران آن افزایش یابد
- افزایش فشار در این سیستم می تواند باعث آسیب دیدن سیستم توربو شارژر و یا ترکیدن لوله های اتصال و اینتر کولر شود.