ISSN: 2476-6909; Modares Mechanical Engineering. 2024;24(09):567-573.

Investigating the Effects of Resonance Volume of Air Manifold of EC5 Gasoline Engine on Its Performance

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Kharazmi Sh.[1*]
Fereydunian F.[1]

How to cite this article
Kharazmi Sh, Fereydunian F, Investigating the Effects of Resonance Volume of Air Manifold of EC5 Gasoline Engine on Its Performance. Modares Mechanical Engineering; *2024;24(09):567-573*.

ABSTRACT

The task of the intake air manifold of gasoline engines is to transfer air, crankcase vapors, blow-by flow, fuel tank vapors, and fuel injected into the passages of the engine cylinder head. This part must be designed in such a way that it can supply the air needed by the car engine in different conditions of its operation with the lowest pressure drop and speed and distribute it equally between the engine cylinders in terms of flow rate and air-fuel ratio. Also, the mixing of oil vapors, blow-by flow and gasoline vapors of the engine is done in it and distributed equally between different cylinders. To achieve this goal, the air manifold needs to be designed in the most optimal way. In this research, the EC5 engine has been examined. The intended engine is designed and simulated in GT-SUITE software and the desired information for this modeling is practically extracted. The model designed in the software has been validated using experimental results. Then, using the desired model, the resonance volume in the air manifold has been investigated. Two engine models have been designed and compared using resonant volume and without using resonant volume in the inlet air manifold. The results of this comparison show that the engine with resonance volume had an increase in power of about 10 kW at engine speed of 6000 rpm.

Keywords: Intake Manifold, EC5 Engine, GT-SUITE Software, Resonance Volume.

[1] Faculty of Mechanical Engineering, Semnan University, Semnan, Iran.

Correspondence
Address: Faculty of Mechanical Engineering, Semnan University, Semnan, Iran.

kharazmi@semnan.ac.ir

CITATION LINKS

1- roechling.com ... 2- ns-car.com .... 3- mechcontent.com... 4- p30download.ir... 5- Elucidating complex design and management tradeoffs through life cycle design: air intake manifold demonstration project 6- Numerical Simulation of Novel Nozzle Intake Manifold 7- CFD ANALYSIS OF INTAKE MANIFOLD OF GASOLINE IC ENGINE FOR ESTIMATION OF DISCHARGE COEFFICIENT 8- Maximizing Volumetric Efficiency of IC Engine through Intake Manifold Tuning 9- A review paper on effect of intake manifold geometry on performance of IC engine 10- Technology to Achieve Engine Efficacy: Optimized Intake System 11- Study of intake manifolds of an internal combustion engine: A new geometry based on experimental results and numerical simulations 12- Effects of variable-volume Helmholtz resonator on air mass flow rate of intake manifold 13- Turbocharger Matching and Assessments of Turbocharger Effect on a Diesel Engine based on One-Dimensional Simulation 14- Thermal and Static Properties Investigation of Different Intake Manifold Materials to Lower Air Intake Temperature for Improved Engine Performance 15- Analysis of change in intake manifold length and development of variable intake system 16- Analysis and runners length optimization of the intake manifold of a 4-cylinder spark ignition engine 17- A High Performance, Continuously Variable Engine Intake Manifold 18- Design of a new SI engine intake manifold with variable length plenum 19- Effect of Variable Length Intake Manifold on a Turbocharged Multi-Cylinder Diesel Engine 20 - The Effects of Intake Plenum Volume on the Performance of a Small Naturally Aspirated Restricted Engine 21- Resonance Charging Applied to a Turbo Charged Gasoline Engine for Transient Behavior Enhancement at Low Engine Speed 22- Design and manufacture of a Formula SAE Variable intake manifold 23- Volumetric Efficiency Optimization of Manifold with Variable Geometry Using Acoustic Vibration for Intake Manifold with Variable Geometry in Case of LPG-Enriched Hydrogen Engine 24- The Effect of Using the Flow Separator Blade to Increase the Uniformity of Flow in the Intake Manifold 25- Variable intake manifold geometry influence on volumetric efficiency enhancement at gaseous engine starting speeds 26- EC5 engine tests, IPco.

Article History
Received: May 9, 2024
Accepted: October 27, 2024
ePublished: December 10, 2024

Copyright© 2020, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2025-04-14]

[DOI: 10.48311/mme.24.9.567]

بررسی آثار حجم مشدد چند راهه ورودی موتور بنزینی EC5 بر عملکرد آن

شهاب الدین خوارزمی [1]* ، فاضل فریدونیان[1]
[1] دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

چکیده
وظیفه چند راهه ورودی موتور های بنزینی، انتقال هوا، بخارات مخزن روغن موتور، جریان نشتی بخار موتور، بخارات منبع سوخت و سوخت پاشش شده به داخل راهگاههای سرسیلندر موتور بطور یکسان است. این قطعه باید به صورتی طراحی شود تا بتواند هوای موردنیاز موتور خودرو را در شرایط مختلف کارکرد آن با کمترین افت فشار و سرعت تامین کند و بصورت یکسان از نظر دبی و نسبت هوا به سوخت بین سیلندرهای موتور تقسیم نماید. همچنین اختلاط بخارات روغن، جریان نشتی بخار روغن و بخارات بنزین موتور در آن انجام شده و بصورت یکسان بین سیلندرهای مختلف پخش شود. برای رسیدن به این مهم نیاز است که چند راهه ورودی به بهینه‌ترین حالت طراحی شود. در این تحقیق موتور EC5 موردبررسی قرارگرفته شده است. موتور موردنظر در نرم‌افزار جی تی سوئیت طراحی و شبیه‌سازی‌شده و اطلاعات موردنظر برای این مدل‌سازی به‌صورت عملی استخراج‌شده است. مدل طراحی‌شده در نرم‌افزار با استفاده از نتایج تجربی با درصد خطای ۰/۴۵ صحه‌گذاری شده است. سپس با استفاده از مدل موردنظر به بررسی حجم مشدد در چند راهه ورودی پرداخته‌شده است. دو مدل موتور با استفاده از حجم مشدد و بدون استفاده از حجم مشدد در چند راهه ورودی طراحی و مقایسه شده است. نتایج حاصله از این مقایسه نشان می‌دهد که موتور دارای حجم مشدد، افزایش توانی در حدود ۱۰ کیلووات در دور موتور ۶۰۰۰ دور بر دقیقه داشته است. جدول های تجربی مصرف مخصوص سوخت ترمزی و دمای گاز خروجی موتور و نسبت هوای اضافی موتور داده شده و مورد بحث قرار گرفته است.

کلیدواژه‌ها: چند راهه ورودی، موتور EC5، نرم‌افزار جی تی سوئیت، حجم مشدد

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۰۶
*نویسنده مسئول: kharazmi@semnan.ac.ir

۱- مقدمه
امروزه برای افزایش کارایی (افزایش توان) موتور با کمترین تغییر در سازه اصلی آن از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. یکی از این راه‌ها استفاده از سامانه های بهینه مجموعه هوای ورودی به موتور است. این سامانه ها عملکرد بهینه خود را در سرعت‌های بالا نشان می‌دهند. زمانی که خودرو با سرعت در حال حرکت است هوا با همین سرعت به سمت خودرو درحرکت است و باعث عدم پر شدن کافی سیلندر از هوا می‌شود و درنتیجه توان افت پیدا می‌کند [1-6].

یاداو (Yadaw) [7] روشی برای تخمین ضرایب تخلیه چندراهه هوای موتور بنزینی ۱۲۰۰ سی سی بوسیله نرم افزار ایجاد کردند. مالخده (Malkhede) و خالانه (Khalane) [8] اثر طول چندراهه هوای موتور را بر بازده موتور در محدوده وسیعی از دور موتور بررسی کردند. بایاس (Bayas) و همکاران [9] اثر هندسه چندراهه ورودی موتور را روی عملکرد آن بررسی کردند و نتیجه گرفتند برای بازده حجمی بهتر، طول چندراهه در دورهای پایین موتور باید بلند و در دورهای بالا باید کوتاه باشد. شارما (Sharma) و همکاران [10] چندراهه هوای موتور دیزل با طول متغیر را بررسی کردند که امواج تراکم و مکش چرخش و فشرده سازی بهتری ایجاد می کند. سوزا (Souza) و همکاران [11] چندراهه های هوای موتورهای احتراق داخلی را بصورت تجربی و عددی ارزیابی کردند و هندسه جدید چندراهه ورودی را براساس تئوری اثر تشدیدگر هلموتز پیشنهاد کردند. بازده حجمی به میزان شش درصد در دور ۳۵۰۰ rpm بهبود یافت. هانریوت (Hanriot) و همکاران [12] بطور تجربی مشخصات جریان نوسانی چندراهه هوای موتور و اثرات تشدیدگر هلموتز با حجم داخلی متغیر را ارزیابی کردند. شمس درخشان و خوارزمی [13] انطباق توربوچارجر و طرح چندراهه هوا را روی موتور توربوچارج دیزل را بررسی کردند. آنها با بررسی دقیق انطباق موتور و توربوچارجر، نقاط عملکردی موتور را روی منحنی عملکرد کمپرسور نشان دادند. حلیم (Halim) و همکاران [14] در رقابت فرمول انجمن مهندسان خودروی آمریکا، طرح جدیدی از چندراهه هوا را تحلیل استاتیکی، حرارتی، جریانی و ارتعاشی کردند. پوتول (Potul) و همکاران [15] روش نوآورانه جدیدی در هندسه متغیر چندراهه ورودی ارائه کردند. سیلوا (Silva) و همکاران [16] طول راهگاههای چندراهه دود را با استفاده از روش برنت بهینه کردند تا بیشترین بازده حجمی در هر دور موتور بدست آید. با این بهینه در بعضی دورها تا چند درصد بازده حجمی بهبود یافت. واگان (Vaughan) و دلاگراماتیکاس (Delagrammatikas) [17] با چندراهه دود متغیر پیوسته ، بیشینه توان موتور را ۲۲% افزایش دادند. وزن سامانه متغیر چندراهه ورودی کمتر از یک درصد قوای محرکه را شامل می شود و قادر به فعال کردن محدوده دینامیک کامل موتور در کمتر از یک ثانیه می باشد. سویز (Ceviz) و آکین (Akın) [18] اثرات تغییرات طول/حجم مخزن چندراهه هوا را بر عملکرد موتور بصورت تجربی روی موتور SI با سامانه های تزریق چند نقطه ای به کمک انژکتورهای سوختی که بصورت برقی کنترل می شوند مطالعه کردند. نتایج آن در مطالعات طراحی حجم ورودی با طول/حجم متغیر استفاده شدند. ساموئل (Samuel) و آنامالی (Annamalai) [19] طول متغیر لوله چندراهه هوا روی موتورهای دیزل چند سیلندر توربوچارجری بررسی کردند و دریافت کردند که موتورهای دیزلی چند سیلندر توربوشارژ نسبت به موتورهای تنفس طبیعی به تغییرات طول دونده ورودی بیشتر پاسخ می دهند. همیلتون و دیگران [20] اثرات حجم مخزن چندراهه ورودی موتور تنفس طبیعی روی عملکرد گذرا و دائم خودروی فرمول SAE بررسی کردند. آنها نشان دادند افزایش حجم چندراهه هوا به بالای ۴/۸ L منجر به بهبود پارامترهای عملکردی

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2025-04-14]
[DOI: 10.48311/mme.24.9.567]

شد. ریمبو و همکاران [21] راه حلی برای حفظ گشتاور انتهایی پایین با حفظ نسبت هم ارزی سوخت در مقدار یک ایجاد کردند. آنها از تغذیه تشدیدی برای این منظور روی موتور بنزینی توربوچارج استفاده کردند. واز و همکاران [22] جزییات طراحی، ساخت و نتایج سامانه هوای موتور با تغییر طول فعال کانال برای موتور CBR600RR که با یک محدود کننده در پایین دست دریچه گاز برطبق قوانین رقابتی فرمول SAE تجهیز شده ارائه کردند. بیشینه گشتاور به ۵۸/۵ Nm رسید و این مقدار در دور ۹۰۰۰ rpm رخ داد. مقدار توان از ۷۴ به ۸۶hp و دور بیشینه توان از دور ۱۰۰۰۰ rpm به ۱۱۰۰۰ rpm رسید. در کار حاج قاسم و همکاران [23]، پدیده سوپرچارج کردن آکوستیک بکار گرفته می شود تا بازده حجمی موتوری که سوخت آن به مخلوط گاز مایع- هیدروژن تبدیل شده است بهینه شود. برای رسیدن به سرعت بیشینه سیال داخل سیلندر طول بهینه بدست آمد و این طول بهینه، دور رخداد بیشترین سرعت جریان را از دور ۹۰۰rpm به ۱۰۰۰ rpm تغییر داد. بابادی و خردمند [24] ایده ای برای یکنواخت کردن جریان و به تبع آن تقسیم مساوی آن بین سیلندرهای مختلف در موتورهای چهار و شش سیلندر ارائه کردند. نتایج نشان داد با اضافه کردن تیغه راهنمای جریان با یکنواختی جریان در موتور چهار و شش سیلندر به ترتیب ۶۷% و ۷۵% افزایش یافت. جمنی و همکاران [25] اثرات طول متغیر چندراهه ورودی را روی بازده حجمی موتور در استارت با استفاده از حل عددی و مطالعات تجربی بررسی کردند. نتایج تجربی نشان دادند سرعت جریان داخل سیلندر ۶۰%، ۵۸% و ۴۸%، بوسیله طول بهینه مکش به ترتیب در دور های ۵۰۰ rpm ، ۷۵۰ rpm و ۱۰۰۰ rpm افزایش یافتند.

حجم مشدد حجمی است که دارای یک، دو و یا چند مسیر ارتباطی به محل متصل شدن راهگاههای چندراهه هواست که مقدارهوایی ذخیره را در خود نگه می دارد. موقع افزایش ناگهانی مصرف ، فشار هوای داخل این حجم کاهش و موقع کاهش ناگهانی مصرف هوا فشار آن افزایش می یابد و پاسخ موتور به نیاز راننده بهتر و عملکرد موتور نرم تر می شود. با توجه به اهمیت چند راهه ورودی در سیستم سوخت‌رسانی خودروهای با موتور احتراق داخلی، تحقیقات بسیاری در خصوص بهبود عملکرد و کاهش آلایندگی این سیستم انجام‌شده است. برای مثال، افزایش طول لوله های چند راهه ورودی می‌تواند بهبود قابل‌توجهی در راندمان سوخت و میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن (NOx) داشته باشد. همچنین، بهبود طراحی چند راهه ورودی به‌منظور کاهش مقاومت جریان هوا و بهبود جریان هوای ورودی به موتور، می‌تواند باعث افزایش بازدهی موتور و کاهش مصرف سوخت شود. درنتیجه، با توجه به نیاز روزافزون به خودروهای پاک، بهبود این سیستم از اهمیت بسیاری برخوردار است.

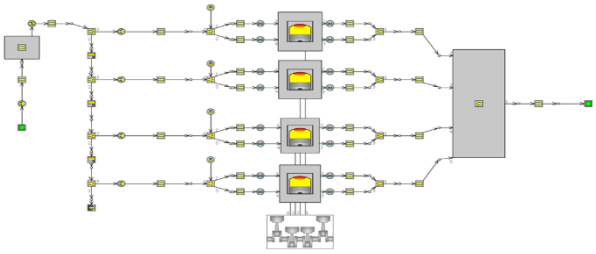
در تحقیقات منتشر شده تا کنون، اثر حجم مشدد روی عملکرد موتور کمتر بررسی شده است و اثر این حجم روی موتور EC5 بررسی نشده است.

در این مقاله هدف بررسی اثر حجم مشدد در عملکرد موتور EC5 می‌باشد. این موتور ویرایش جدید موتور در دسته TU5 پژو است که در ایران با نام TU5P شناخته می شود. ابتدا مدلسازی در نرم افزار جی تی پاور از مجموعه نرم افزار جی تی سوئیت ۲۰۲۲ انجام شده و بعد با استفاده از نتایج تجربی مدل معتبر می شود. سپس حالت داشتن حجم مشدد با نداشتن حجم مشدد در نمودارهای گشتاور و توان و فشار سیلندر و دمای احتراق مقایسه می شود.

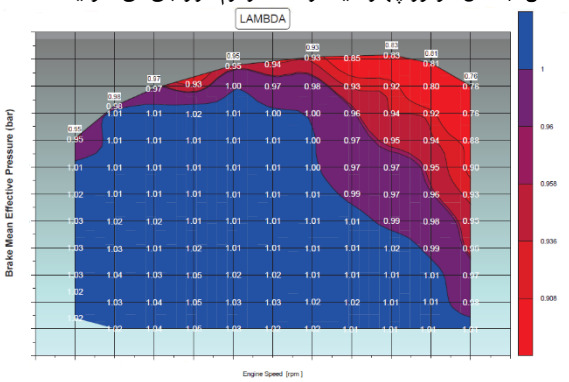
۲- مدل سازی

در این مقاله به بررسی چند راهه ورودی موتور EC5 پرداخته‌می شود. جهت طراحی چند راهه ورودی موتور EC5 و بررسی حجم مشدد در این چند راهه ورودی نیاز است که ابتدا پارامترهای ورودی برای نرم‌افزار جی تی سویت ۲۰۲۲ استخراج شود بعد با استفاده از این اطلاعات موتور موردنظر شبیه‌سازی شود و در انتها نتایج خروجی از نرم‌افزار مورد بررسی قرار گیرد. از مدل احتراقی ویب مطابق معادله زیر در این مدل سازی استفاده شده است.

$$x_b = b\{1 - exp\,[-a(\frac{\theta - \theta_0}{\Delta\theta})^{m+1}]\} \qquad (۱)$$



شکل ۱) مدل موتور چهار سیلندر EC5 در نرم‌افزار جی تی سوئیت



شکل۲) جدول نسبت هوای اضافی موتور EC5 که در دورهای مختلف محور افقی و بارهای مختلف محور عمودی مقدار نسبت هوای اضافی آمده است.

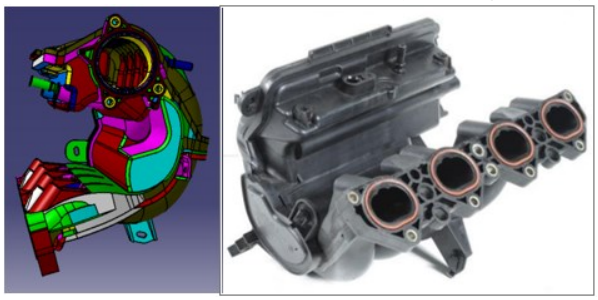
[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2025-04-14]

[DOI: 10.48311/mme.24.9.567]

که $\Delta\theta$ طول دوره احتراق، θ_0 زاویه آغاز احتراق، θ زاویه ای که در آن کسرجرمی سوخته باید محاسبه شود، a مقداری ثابت ، b و x_b کسر جرمی سوخته می باشد. مقادیر مذکور با استفاده از اعداد پیش فرض، نرم افزار به گونه ای تنظیم شده است که داده های فشار لحظه ای با مقدار شبیه سازی همخوانی با خطای کم داشته باشد.

جدول های مختلف موتور شامل جدول مصرف مخصوص سوخت ترمزی، جدول نسبت هوای اضافی ()λ و ... موجود است که جدول نسبت هوای اضافی ارائه می شود. نتایج این کار بر اساس آن جدولها ارائه شده است. شرایط مرزی، فشار و دمای استاندارد محیط در نظر گرفته شده است.

شکل ۳) مدل برش خرده منیفولد موتور EC5 که حجم مشدد در پشت آن با دو مجرا به آن اتصال دارد.



شکل۴) تصویر چندراهه هوای موتور EC5.

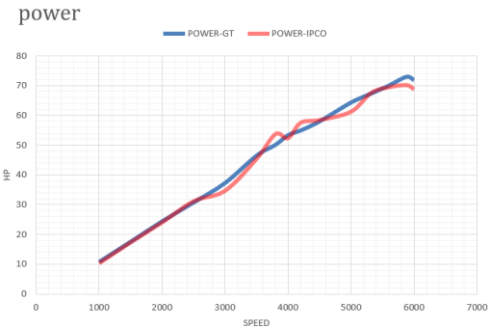
شکل (۱) موتور چهار سیلندر EC5 بررسی‌شده در نرم‌افزار جی تی سوئیت را نشان می‌دهد. مدل مورد نظر از قسمت‌های سیلندر، میل‌لنگ، شاتون، لوله‌های ورودی و خروجی هوا، انژکتورهای پاشش کننده سوخت، ورودی و خروجی هوا و غیره تشکیل‌شده است. همچنین در این شکل از سمت چپ هوای ورودی و فیلتر و حجم های قبل و بعد فیلتر و لوله از فیلتر چندراهه هوا و بعد راهگاههای سرسیلندر و سوپاپها و سپس سیلندر و بعد سوپاپها و راهگاههای دود سرسیلندر و بعد منیفلد دود در نهایت تخلیه دود به اتمسفراست. مقادیر طولها و قطرها و حجم ها و زبری ها و غیره از نقشه های مربوطه استخراج شده و در نرم افزار وارد شده است. تصویر حجم مشدد در شکل (۳) در پشت دو مجرای آن مشاهده می شود. در شکل (۴) چندراهه ورودی موتور مذکور و شکل (۵) مدل سه بعدی آن را نشان می دهد.

۳- صحه‌گذاری مدل موتور EC5

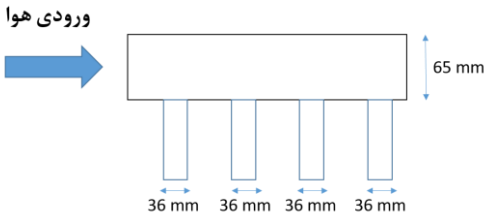
در شکلهای (۵) و (٦) صحه گذاری گشتاور و توان موتور مذکور را مشاهده می کنید. همخوانی خوبی با دقت زیر ٤ درصد در منحنی گشتاور برحسب دور دیده می شود.

گشتاور در دورهای میانی بیشترین مقدار را دارد چراکه چندراهه هوا و بقیه مسیر هوا در این دور ها بهینه شده است و در دورهای بالاتر با افزایش اصطکاک سیال در مسیرها، با کاهش بازده حجمی، گشتاور موتور کاهش می یابد.

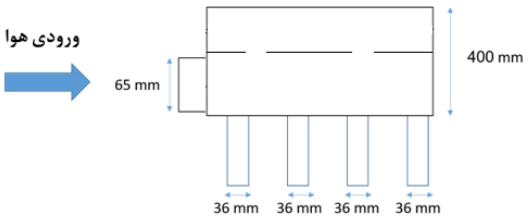
شکل ۵) مقایسه گشتاور خروجی شرکت ایپکو و مدل جی تی طراحی‌شده.



شکل۶) مقایسه قدرت خروجی شرکت ایپکو و مدل جی تی طراحی‌شده.



شکل ۷) شماتیک منیفولد هوای ورودی بدون حجم رزونانس.



شکل۸) شماتیک منیفولد هوای ورودی با حجم رزونانس در بالا

در صورت در نظر گرفتن حجم رزونانس در منیفولد هوای ورودی قطر کل لوله منیفولد را با قطر ورودی منیفولد (یعنی قسمت

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2025-04-14]

[DOI: 10.48311/mme.24.9.567]

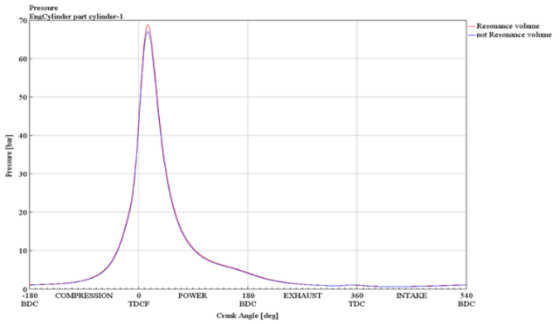
نصب‌شده به دریچه گاز) برابر نبوده و دارای دو قطر نابرابر است. در شکل (۷) قطرهای لوله ورودی متصل به دریچه را نشان می‌دهد که ازیک‌طرف لوله داخل منیفولد به دریچه گاز (دارای قطر دریچه) و از سمت دیگر به قطر اصلی منیفولد (۴۰۰ میلی‌متر) و از سمت دیگر به لوله ورودی به منیفولد متصل است.

۳- نتایج و بحث

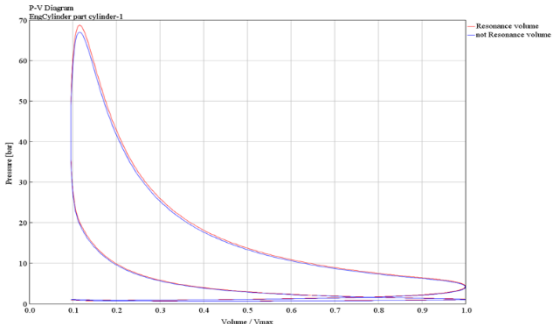
برای بررسی بهتر عملکرد خودرو با داشتن حجم مشدد در چند راهه ورودی، نتایج حاصله از مدل‌سازی موتور EC5 را با استفاده از حجم مشدد و بدون حجم مشدد را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم.

۳-۱- فشار سیلندر

شکل (۹) فشار لحظه ای محفظه احتراق سیلندر یک را برحسب زاویه لنگ در دور 6000 rpm و بار کامل در دو حالت وجود حجم مشدد و نداشتن آن مقایسه می کند. فشار حداکثر با داشتن حجم مشدد افزایش می یابد. این افزایش در حد سه درصد است که موجب افزایش کار هر سیکل که متناسب با مساحت داخل نمودار p-v در شکل (۱۰) است می شود.



شکل ۹) فشار محفظه احتراق سیلندر یک در دور 6000 rpm و بار کامل در حالت داشتن و نداشتن حجم مشدد چند راهه ورودی



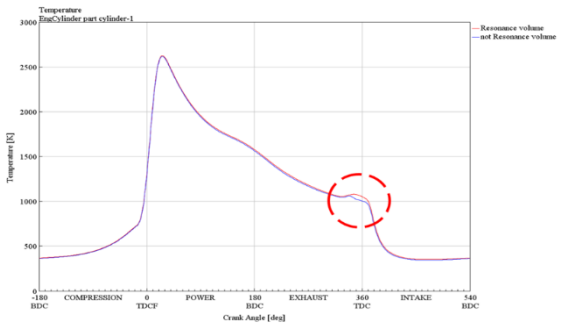
شکل ۱۰) P-V سیلندر یک در دور 6000 rpm و بار کامل در حالت داشتن و نداشتن حجم مشدد چند راهه ورودی

۳-۲- نمودار P-V

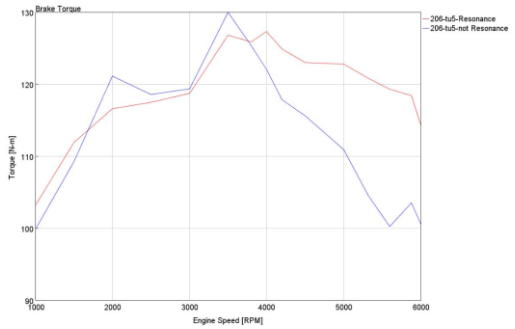
شکل (۱۰) فشار لحظه ای محفظه احتراق سیلندر یک را برحسب حجم موتور در دور 6000 rpm و بار کامل در دو حالت وجود حجم مشدد و نداشتن آن مقایسه می کند. فشار در طول فرایند احتراق و انبساط با داشتن حجم مشدد افزایش می یابد. هرچند فشار در فرایند تراکم با داشتن حجم مشدد افزایش می یابد اما این افزایش فشار که موجب کار منفی می شود از نظر مقدار بسیار کمتر از افزایش فشار در مراحل احتراق و انبساط است و در مجموع کار خروجی سیکل با داشتن حجم مشدد منفولد نسبت به نداشتن آن افزایش می یابد. این افزایش فشار در فشار بیشینه در حد سه درصد است.

۳-۳- دمای سیلندر

شکل (۱۱) دمای متوسط لحظه ای محفظه احتراق سیلندر یک را برحسب زاویه لنگ در دور 6000 rpm و بار کامل در دو حالت وجود حجم مشدد و نداشتن آن مقایسه می کند. دمای حداکثر با داشتن حجم مشدد اندکی افزایش می یابد. با سوختن بیشتر مخلوط هوا و سوخت در طول انبساط و تکمیل واکنشهای سوختن طی فرایند تخلیه دمای محصولات احتراق در زمان بسته شدن سوپاپ دود در حالت داشتن حجم مشدد در حد ۵% افزایش می یابد که ناشی از افزایش بازده حجمی در وجود حجم مشدد است.



شکل ۱۱) دمای بیشینه سیلندر یک در دور 6000 rpm و بار کامل در حالت داشتن و نداشتن حجم مشدد چند راهه ورودی.



شکل ۱۲) گشتاور موتور در دور 6000 rpm و بار کامل در حالت داشتن و نداشتن حجم مشدد چند راهه ورودی

۳-۴- گشتاور

شکل (۱۲) گشتاور موتور را برحسب دور در بار کامل در دو حالت وجود حجم مشدد و نداشتن آن مقایسه می کند. گشتاور در دورهای بالا در حالت داشتن حجم مشدد تا ۱۸ درصد افزایش یافته است. این نتیجه قابل مقایسه با کار واگان و دلاگراماتیکاس [17] که با چندراهه هوای متغیر پیوسته ، بیشینه گشتاور موتور را ۲۲% افزایش دادند می باشد. این افزایش گشتاور ناشی از افزایش بازده

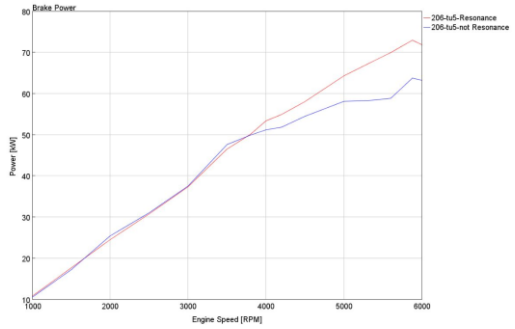
[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2025-04-14]

[DOI: 10.48311/mme.24.9.567]

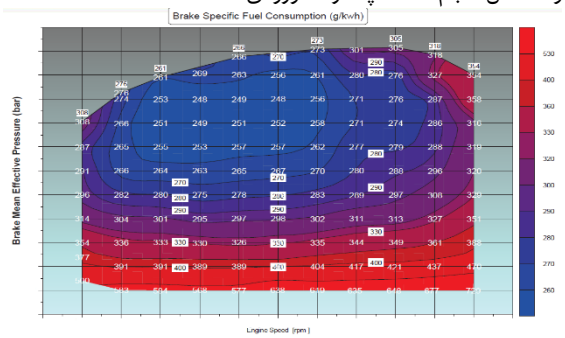
حجمی موتور در دورهای بالاست که هوا و سوخت بیشتری به سیلندرها وارد می شود و موجب افزایش فشار داخل سیلندر و در نتیجه افزایش گشتاور موتور می شود.

۳-۵- توان

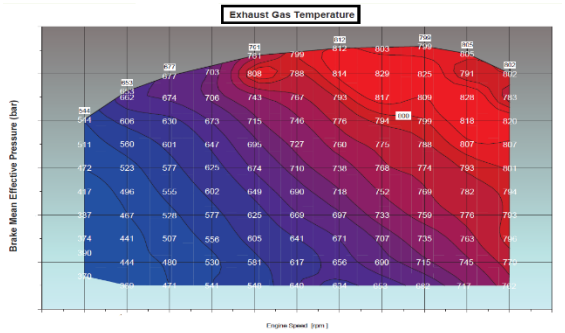
شکل (۱۳) توان موتور را برحسب دور در بار کامل در دو حالت وجود حجم مشدد و نداشتن آن مقایسه می کند. توان در دورهای بالا در حالت داشتن حجم مشدد تا ۱۸ درصد افزایش یافته است. در دورهای پایین داشتن حجم مشدد اثری بر گشتاور موتور نداشته است. این افزایش گشتاور ناشی در دورهای بالا از افزایش گشتاور موتور در دورهای بالاست که هوا و سوخت بیشتری به سیلندرها وارد می شود و موجب افزایش فشار داخل سیلندر و در نتیجه افزایش گشتاور موتور می شود. این نتیجه قابل مقایسه با کار واگان و دلاگراماتیکاس [17] که با چندراهه هوای متغیر پیوسته ، بیشینه توان موتور را ۲۲% افزایش دادند می باشد.



شکل ۱۳) توان تولیدی موتور در دور 6000 rpm و بار کامل در حالت داشتن و نداشتن حجم مشدد چند راهه ورودی.



شکل ۱۴) جدول مصرف مخصوص سوخت ترمزی موتور در دورها و بارهای مختلف بصورت تجربی [۲۶].



شکل ۱۵) جدول دمای گاز خروجی موتور در دورها و بارهای مختلف بصورت تجربی [26].

شکل (۱٤) جدول مصرف مخصوص سوخت ترمزی موتور را برحسب دور و بار نشان می دهد. در دور کمتر از میانی و بار کمتر از بار کامل، مصرف مخصوص سوخت حداقل می شود چون بازده مکانیکی و بازده حجمی در این ناحیه بیشینه می شود.

شکل (۱۵) جدول دمای گاز خروجی موتوربرحسب دور و بار نشان می دهد. با افزایش دور و بار دمای گاز خروجی از موتور افزایش می یابد. با افزایش دور موتور، با توجه به اینکه محصولات احتراق زمان کمتری داخل سیلندر و چندراهه دود باقی می مانند لذا دمای بیشتری در خروج از چندراهه دود دارند. همچنین در ناحیه کوچکی در دور میانی و بار نزدیک به کامل دمای گاز خروجی موضعی افزایش می یابد که ناشی از غنی شدن موضعی سوخت به لاندای ۰/۹۷ است.

۴- نتیجه‌گیری

- با توجه به نتایج استخراج‌شده از مدل‌سازی موتور EC5 با استفاده از چند راهه ورودی دارای حجم مشدد و بدون حجم مشدد می‌توان به این نتیجه رسید که در دورهای پایین موتور، موتوری که دارای چند راهه ورودی بدون حجم مشدد بوده عملکرد بهتری داشته است. هرچه سرعت موتور بالاتر می‌رود و حجم هوای ورودی به داخل سیلندر به دلیل اغتشاش به وجود آمده در داخل هوا کاهش می‌یابد استفاده از چند راهه ورودی دارای حجم مشدد عملکرد بهتری در تولید توان، قدرت و غیره داشته است. با مقایسه نتایج خروجی از دو مدل موردبررسی قرارگرفته شده، ۱۰ کیلووات بهبود توان در دور 6000 rpm در مدل دارای حجم مشدد در چند راهه ورودی هوای ورودی داریم.
- در دور کمتر از میانی و بار کمتر از بار کامل، مصرف مخصوص سوخت حداقل می شود چون بازده مکانیکی و بازده حجمی در این ناحیه بیشینه می شود.
- با افزایش دور موتور، با توجه به اینکه محصولات احتراق زمان کمتری داخل سیلندر و چندراهه دود باقی می مانند لذا دمای بیشتری در خروج از چندراهه دود دارند.

تشکر و قدردانی: نویسندگان این مقاله، مراتب تشکر و قدردانی خود را از شرکت تحقیق و طراحی و تولید موتور ایران خودرو (ایپکو) و ساپکو اعلام می‌دارند.

تاییدیه اخلاقی: این مقاله تاکنون در نشریه دیگری به چاپ نرسیده و همچنین برای چاپ به نشریه دیگری فرستاده نشده است.

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2025-04-14]

[DOI: 10.48311/mme.24.9.567]

تعارض منافع: مقاله حاضر هیچگونه تعارض منافعی با سایر سازمان‌ها و اشخاص دیگر ندارد.

منابع مالی: توسط نویسندگان مقاله تامین شده است.

منابع

1- https://www.roechling.com/automotive/products-solutions/propulsion/air-intake-manifold-systems
2- https://ns-car.com/air-intake-system
3- https://mechcontent.com/what-function-intake-manifold
4- https://p30download.ir/fa/entry/65709/gt-suite
5- Keoleian GA, Kar K. Elucidating complex design and management tradeoffs through life cycle design: air intake manifold demonstration project. Journal of Cleaner Production. 2003 Feb 1;11(1):61-77.
6- Jain S, Patil RS. Numerical simulation of novel nozzle intake manifold. InJournal of Physics: Conference Series 2019 Aug 1 (Vol. 1276, No. 1, p. 012037). IOP Publishing.
7- PRAKASH YADAV SH. CFD ANALYSIS OF INTAKE MANIFOLD OF GASOLINE IC ENGINE FOR ESTIMATION OF DISCHARGE COEFFICIENT (Doctoral dissertation).
8- Malkhede DN, Khalane H. Maximizing volumetric efficiency of IC engine through intake manifold tuning. SAE Technical Paper; 2015 Apr 14.
9- Bayas J, Wankar A, Jadhav NP. A review paper on effect of intake manifold geometry on performance of IC engine. International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education. 2016;2(2):101-6.
10- Sharma P, Singh AP, Sharma V, Rai V. Technology to achieve engine efficacy: Optimized intake system. SAE Technical Paper; 2019 Jan 9.
11- de Souza GR, de Castro Pellegrini C, Ferreira SL, Pau FS, Armas O. Study of intake manifolds of an internal combustion engine: A new geometry based on experimental results and numerical simulations. Thermal Science and Engineering Progress. 2019 Mar 1;9:248-58.
12- Hanriot SD, Queiroz JM, Maia CB. Effects of variable-volume Helmholtz resonator on air mass flow rate of intake manifold. Journal of the Brazilian society of mechanical sciences and engineering. 2019 Feb;41:1-4.
13- Shamsderakhshan M, Kharazmi S. Turbocharger matching and assessments of turbocharger effect on a diesel engine based on one-dimensional simulation. SAE Technical Paper; 2014 Oct 13.
14- Halim SS, Rahman MT, Adom AH, Jamir MR, Nawi MA, Illias S. Thermal and Static Properties Investigation of Different Intake Manifold Materials to Lower Air Intake Temperature for Improved Engine Performance. Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology. 2023 Apr 1;30(2):1-2.
15- Potul S, Nachnolkar R, Bhave S. Analysis of change in intake manifold length and development of variable intake system. International journal of scientific & technology research. 2014 May;3(5):223-8.
16- Silva EA, Ochoa AA, Henríquez JR. Analysis and runners length optimization of the intake manifold of a 4-cylinder spark ignition engine. Energy conversion and management. 2019 May 15;188:310-20.
17- Vaughan A, Delagrammatikas GJ. A high performance, continuously variable engine intake manifold. SAE Technical Paper; 2011 Apr 12.
18- Ceviz MA, Akın M. Design of a new SI engine intake manifold with variable length plenum. Energy Conversion and Management. 2010 Nov 1;51(11):2239-44.
19- Samuel J, Prasad NS, Annamalai K. Effect of variable length intake manifold on a turbocharged multi-cylinder diesel engine. SAE Technical Paper; 2013 Nov 27.
20- Hamilton LJ, Cowart JS, Lee JE, Amorosso RE. The effects of intake plenum volume on the performance of a small naturally aspirated restricted engine. InInternal Combustion Engine Division Fall Technical Conference 2009 Jan 1 (Vol. 43635, pp. 513-521).
21- Raimbault V, Migaud J, Chalet D, Bargende M, Revol E, Montaigne Q. Resonance Charging Applied to a Turbo Charged Gasoline Engine for Transient Behavior Enhancement at Low Engine Speed. SAE Technical Paper; 2017 Sep 4.
22- Vaz J, Machado AR, Martinuzzi RK, Martins ME. Design and manufacture of a Formula SAE Variable intake manifold. SAE Technical Paper; 2017 Nov 7.
23- Hadjkacem S, Jemni MA, Abid MS. Volumetric efficiency optimization of manifold with variable geometry using acoustic vibration for intake manifold with variable geometry in case of LPG-enriched hydrogen engine. Arabian Journal for Science and Engineering. 2019 Feb 12;44:731-8.
24- Babadi MN, Kheradmand S. The effect of using the flow separator blade to increase the uniformity of flow in the intake manifold. Journal of Mechanics. 2019 Dec;35(6):875-85.
25- Jemni MA, HadjKacem S, Ammar M, Saaidia R, Brayek M, Abid MS. Variable intake manifold geometry influence on volumetric efficiency enhancement at gaseous engine starting speeds. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering. 2021 Apr;235(2):548-59.
26- EC5 engine tests, IPco.

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2025-04-14]

[DOI: 10.48311/mme.24.9.567]