

تحلیل عددی اثر طرح منیفولد بر چرخش جریان هوای ورودی در موتور اشتعال جرقه‌ای

حافظ امیری^۱، جعفر غفوری^۲

^۱ کارشناسی ارشد گروه مکانیک، دانشکده مهندسی مکانیک، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

^۲ استاد یار گروه مکانیک، دانشکده مهندسی مکانیک، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

چکیده

به طور کلی چرخش جریان هوای ورودی به موتور حرکت چرخشی جرم سیال است که از طریق منیفولد ورودی وارد موتور می‌گردد. این حرکت چرخشی باعث افزایش سرعت مخلوط سوخت و هوا در یک مدت زمان کوتاه است. حرکت چرخشی مکانیزم اصلی برای گسترش بسیار سریع سر شعله در طول فرآیند احتراق است. حرکت چرخشی هوای ورودی به موتور را با استفاده از شکل دادن و فرم دادن به منیفولد ورودی و شکل پیستون می‌توان انجام داد. حرکت چرخشی باعث احتراق سریع سوخت در موتور اشتعال جرقه‌ای و در موتورهای بنزین سوز تزریق مستقیم باعث افزایش سرعت مخلوط سوخت و هوا می‌شود. و حرکت چرخشی جریان سوخت باعث افزایش سرعت مخلوط شدن سوخت و هوا در موتور اشتعال تراکمی می‌شود. عوامل تاثیر گذار در طراحی منیفولد بر چرخش هوای ورودی شامل شکل پلنوم و طول اولیه و طول ثانویه قطر پورت ورودی به موتور می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: منیفولد هوای ورودی، چرخش جریان هوای ورودی

مقدمه

اولین موتور اشتعال جرقه‌ای توسط نیکولاس اتو ساخته شد و اولین موتور احتراق ترا کمی توسط رادولف دیزل ساخته شده است. درمورد اشتعال تراکمی بر خلاف موتور اشتعال جرقه‌ای، سوخت بر اثر گرمای ناشی از فرآیند تراکم هوا و همچنین بر اثر قابلیت اشتعال خود به خودی، مشتعل می‌شود و در موتور تولید توان می‌کند. موتورهای اشتعال جرقه‌ای و تراکمی به علت سادگی، استحکام، بالا بودن نسبت قدرت به وزن، در حمل و نقل و تولید قدرت کاربرد گسترده‌ای دارند. یکی از فاکتورهای که می‌توان جهت مقایسه و ارزیابی میزان توسعه یافتگی و پیشرفت بین موتورهای در نظر گرفت، عملکرد موتور می‌باشد. عملکرد موتور در حقیقت یک عبارت نسبی است که به مفهوم این است که یک موتور تا چه اندازه وظیفه خود را نسبت به انرژی ورودی انجام می‌دهد، یا اینکه در مقایسه با بعضی از موتورهای دیگر به چه نسبتی انرژی مفید فراهم می‌کند. عملکرد موتور به طور معمول از نقطه نظر دو عامل توان و بازده موتور مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. بنابراین کار اساسی در طراحی و توسعه موتورهای کاهش هزینه و بهبود بازده و توان آنهاست. منیفولد هوا به عنوان مجرای ورودی هوا می‌باشد. این قطعه بر روی سر سیلندر نصب می‌شود و جریان هوا را به سوی سوپاپ‌های هوا هدایت می‌کند. جنس منیفولد هوا به طور معمول از جنس چدن و گاهی اوقات از آلیاژهای آلومینیوم ساخته می‌شود. در ضمن یکی از مواردی که در طراحی و ساخت منیفولد هوا باید رعایت گردد، توزیع یکنواخت سوخت بین سیلندرها می‌باشد. که این موضوع به شکل مجراهای درون منیفولد هوا بستگی دارد. همچنین به منظور کاهش مقاومت مجراهای منیفولد در برابر عبور جریان هوا سعی می‌شود که مسیر عبور هوا کوتاه طراحی گردد و برای تغییر جهت مسیر هوا از خم‌های با شعاع کم استفاده می‌شود. و به هیچ عنوان لبه‌ها و گوشه‌های تیز در مقابل جریان هوا وجود نداشته باشد.



شکل ۱- منیفولد ورودی موتور

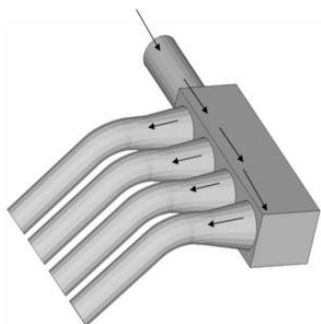
یکی از نقاط دیگر در مورد منیفولد هوا دارای اهمیت است حفظ گرمای منیفولد می‌باشد. زیرا در هوای سرد اگر دمای منیفولد کاهش یابد، قسمتی از سوخت تقطیر می‌شود و به دیواره‌ها می‌چسبد. همین موضوع باعث کاهش درصد سوخت و رقیق شدن مخلوط هوا و سوخت می‌شود. بنا براین منیفولد هوا باید گرم نگه داشته شود. برای این منظور درون منیفولد هوا یک المنت کوچک قرار می‌دهند که به آن پیش گرم کن می‌گویند و یا اینکه مسیر لوله‌های هوا را از کنار منیفولد خروجی عبور می‌دهند، تا در اثر انتقال حرارت، منیفولد هوا گرم شود.

سیکل موتور در یک موتور احتراق داخلی معمولی شامل چهار فرآیند پشت سرهم و پیوسته ۱- مکش ۲- تراکم ۳- انبساط (بهمراه احتراق) و ۴- تخلیه می‌باشد. در این میان، کورس مکش و کورس تراکم از مهمترین فرآیندهایی هستند که بر روی ساختار و الگوی جریان هوا، که در طول کورس مکش وارد سیلندر می‌شود، تأثیر می‌گذارند و شرایط موردنیاز برای تزریق

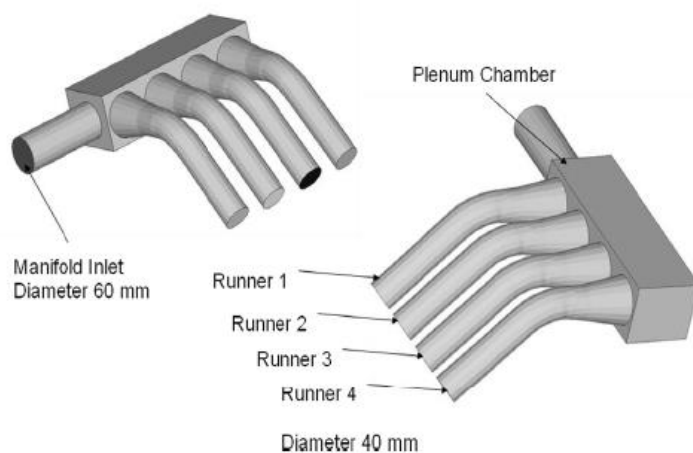
سوخت در کورس ترکم را تولید می‌نماید. بدلیل سرعت بالای جریان درون موتور احتراق داخلی، معمولاً جریانهای درون سیلندر آشفته (توربولانس) هستند.

در دنیای امروزی، طراحان موتور احتراق داخلی دو هدف اصلی عملکرد بهینه موتور و نیز به حداقل رساندن مصرف سوخت و اثرات مخرب زیست محیطی را دنبال می‌کنند. به منظور به حداکثر رساندن جرم هوایی که در طول کورس مکش بدرون سیلندر وارد می‌شود، طراحی بهینه منیفولد مکش که نقش مهمی را ایفا می‌کند، اجتناب ناپذیر است. در مواردی که موتور دارای چند سیلندر بوده و هوا باید بطور مساوی و یکسان در همه سیلندرها پخش شود، این طراحی پیچیده تر می‌شود. در نتیجه در طراحی موتور پیکربندی هندسه منیفولد عامل مهمی محسوب می‌گردد.

هندسه منیفولد مکش شامل لوله اولیه، محفظه پلنیوم و لوله‌های ثانویه در شکل (۲) و (۳) آمده است:



شکل ۲- هندسه منیفولد مکش



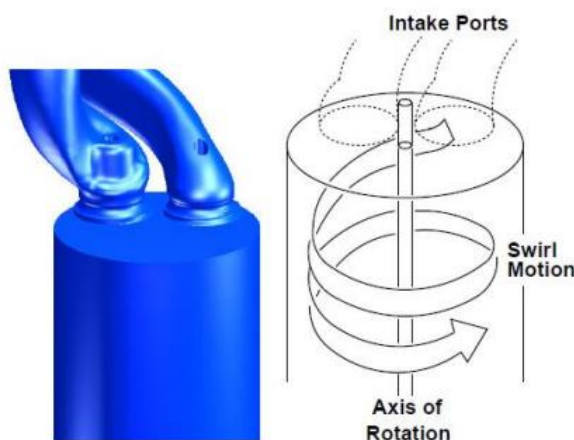
شکل ۳- هندسه منیفولد مکش

نیل به این هدف به کمک روشهای تجربی، نیازمند به زمان و هزینه زیادی است. ابزار دینامیک سیالات محاسباتی^۱ یا همان روش عددی، بدون آنکه به آزمایشهای تجربی زمانبر نیازی باشد می‌تواند کارایی حجمی یک موتور را در فاز طراحی بخوبی پیشگویی نماید. خروجی‌های CFD تصویر مناسبی از میدان جریان را ارائه می‌دهند که به طراح موتور در درک اثر مؤلفه‌های مختلف سیستم مکش هوا کمک می‌نماید.

مقدار چرخش و دبی جرمی جریان، دو فاکتور اساسی هستند که بازدهی فرآیند احتراق درون موتور را بهبود می‌بخشند. در شکل (۴) چرخش جریان و محور دوران آن نشان داده شده است. عوامل مؤثر در مقدار چرخش جریان ورودی از منیفولد

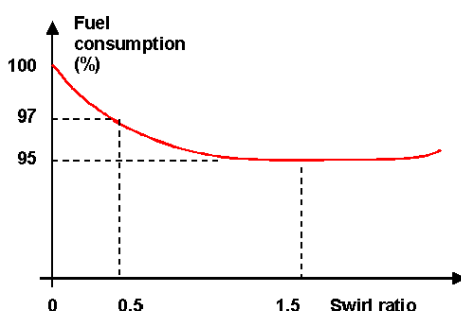
^۱. CFD

مکش و همچنین آهنگ جریان ورودی به محفظه سیلندر شامل ۱- شکل پلنیوم ۲- شکل مقطع لوله اولیه ۳- طول لوله اولیه ۴- زاویه لوله اولیه ۵- طول لوله ثانویه ۶- قطر پورت و... می باشند.



شکل ۴- چرخش جریان ورودی به محفظه سیلندر

نقش چرخش جریان، بهبود ترکیب سوخت و هوا در محفظه سیلندر است. این موضوع تأثیر مستقیمی بر مصرف سوخت دارد. بدین صورت که مطابق شکل زیر با افزایش عدد چرخش، مصرف سوخت کاهش می یابد.



شکل ۵- اثر عدد چرخش بر مصرف سوخت

با توجه به موارد اشاره شده، در تحقیق حاضر، طراحی بهینه منیفولد مکش مدنظر می باشد که این بهینه سازی بر روی مقدار چرخش و آهنگ جریان جرمی ورودی به محفظه سیلندر متمرکز می شود. با توجه به اهمیت طراحی مناسب منیفولد مکش و تأثیر آن در مصرف سوخت، در این زمینه مطالعات آزمایشگاهی و عددی متعددی صورت گرفته است که در ذیل به چند مورد اشاره می گردد: برای مدت زمان طولانی، طراحی بهینه منیفولد مکش جهت کارکرد مناسب یک موتور احتراق داخلی مشهود بوده است [۱]. معمولاً منیفولد مکش شامل یک پلنیوم، یک خفه کن متصل به پلنیوم و رانرها (لوله هایی که به سیلندرها متصل هستند) می باشد. چون در موتور XU7 فقط هوا بعنوان سیال وجود دارد، یک طراح انتخاب وسیع تری برای انتخاب هندسه منیفولد مکش نسبت به موتورهای TBI دارد. وظیفه اصلی یک منیفولد مکش توزیع مناسب هوا بین سیلندرها است. توزیع یکسان هوا به سیلندرها برای موتور بهینه حیاتی است. توزیع نامناسب هوا به بازدهی حجمی غیریکنواخت، کاهش توان و افزایش مصرف سوخت می انجامد. یکی از طرح هایی که به دستیابی این هدف کمک می کند بکارگیری یک منیفولد مکش با هندسه متقارن است.

اهداف تحقیق

- ۱- شبیه سازی عددی جریان وروی داخل منیفولد با نرم افزار فلوئنت امکان پذیر است.
- ۲- امکان بررسی عددی اثر شکل منیفولد بر مقدار چرخش جریان هوای ورودی با استفاده از نتایج شبیه سازی عددی وجود دارد.

طراحی منیفولد

طراحی یک منیفولد مکش به روش های گوناگونی قابل انجام است. امروزه با پیشرفت کامپیوتر نرم افزارهای CFD، بکارگیری شبیه سازی سه بعدی جریان در منیفولد مکش بسرعت در حال رشد است. با بکارگیری این روش، جریان در یک منیفولد مکش قابل پیشگویی، مشاهده و آنالیز می باشد و اینکه چگونه این منیفولد تحت شرایط پایا و گذرا کار می کند، قابل ارزیابی است. در سال ۱۹۹۶ منیفولد مکش یک موتور چهار سیلندر با بکارگیری این روش در شرکت VW شبیه سازی گردید. در این تحقیق، جریان هم بصورت پایا و هم بصورت گذرا شبیه سازی شده و به منظور بهبود کارکرد منیفولد مکش، نتایج تحلیل شده اند [۴].

در سال ۲۰۰۱ در شرکت، GM مطالعه منیفولد مکش یک موتور دیزلی با پاشش مستقیم با شبیه سازی سه بعدی انجام شده است تا توزیع سیلندر به سیلندر^۲ را پیشگویی کرده و آنرا بهبود بخشد [۵].

در سال ۲۰۰۳ منیفولد مکش^۳ در یک سرعت خاص موتور شبیه سازی شده است [۶]. در سال ۲۰۰۴ در شرکت^۴ روش تقریبی بکار برده شد تا جزئیات مشخصات دینامیکی موج را پیش بینی و اثرات آن را بر روی بازدهی حجمی تعیین کند [۷].

در سال ۲۰۰۵ شبیه سازی های دینامیک سیالات محاسباتی چندبعدی روی منیفولد مکش و در یک سیلندر چهار زمانه انجام شده اند [۸]. در پژوهشی دیگر شبیه سازی جریان در منیفولد مکش در دو حالت پایا و گذرا انجام شده است. هدف کلی این پژوهش، ارزیابی قابلیت حمل هوا به همه سیلندرها بطور یکسان و با حداقل اتلاف فشار بوده است. همچنین اثر سرعت موتور بر روی بازدهی حجمی با مدل سه بعدی CFD در سرعت های مختلف موتور آنالیز شده است [۹].

در سال ۲۰۰۷ روش^۵ برای بهینه سازی منیفولد مکش با سیستم PDA انجام شده است. هدف این تحقیق افزایش مقدار چرخش و آهنگ جریان ورودی به محفظه سیلندر با بررسی فاکتورهای مختلف طراحی منیفولد مکش بوده است [۱۰]. یک روش برای طراحی منیفولد مکش با ترکیب نرم افزار یک بعدی شبیه ساز موتور برای تعیین شرایط مرزی و تکنیک سه بعدی CFD جهت بهتر کردن بازدهی حجمی موتور در سال ۲۰۱۴ انجام شده است. بکارگیری این روش، منجر به افزایش ۷٪ بازده حجمی موتور شده است [۱۱]. در سال ۲۰۱۵ یک روش عددی با استفاده از نرم افزار^۶ برای پیشگویی رفتار جریان بطور سه بعدی درون سیستم منیفولد مکش و پورت ورودی توسعه داده شده است. مطابق این پژوهش، CFD یک ابزار مناسب جهت کاهش تعداد آزمایش های تجربی است. همچنین به طراح در شناخت تأثیر مؤلفه های مختلف سیستم مکش هوا کمک می کند [۱۲].

^۲. EGR

^۳. MPFI

^۴. Ford Motor

^۵. DFSS

^۶. FLUENT

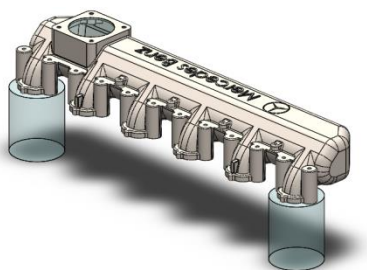
برای عملکرد بهتر یک موتور احتراق داخلی، طراحی منیفولد مکش یکی از مهمترین عوامل مهم می‌باشد. ضروری است که مقدار مساوی از مخلوط مساوی هوا و سوخت به هر یک از سیلندره‌های موتور توزیع گردد. توزیع غیر یکسان مخلوط هوا و سوخت بازدهی موتور را کاهش می‌دهد.

پژوهش حاضر قصد اصلاح طرح منیفولد مکش را دارد تا آنکه مقدار مساوی سرعت در انتهای هر یک از رانرها حاصل گردد. برای این منظور منیفولد مکش به کار رفته است. مطالعه تجربی روی منیفولد و تغییرات در سرعت خروجی و فشار خروجی در سرعت‌های ورودی مختلف ثبت شده اند و علاوه بر این مدل سه بعدی منیفولد مکش ایجاد شده و به کمک نرم‌افزار شبیه سازی انجام شده است. دو مدل با اعمال چند اصلاح در منیفولد واقعی مورد مطالعه قرار گرفته است. که در نهایت یک طرح بهینه منیفولد پیشنهاد شده است. نتایج نشان می‌دهد که در کلیه خروجی را نرها سرعت تقریبی یکسان به دست می‌آید. سرعت جریان در خروجی ۱ به اندازه ۱۶ در صد و در سایر خروجی‌ها تقریب به اندازه ۵ الی ۷ درصد در مقیاس با مدل واقعی افزایش یافته است. در یک خودرو منیفولد ورودی یکی از اجزاء اصلی موتور می‌باشد. مطالعات پیوسته قصد دارند تا یک موتور هر چه بیشتر کارآ را طراحی کرده و از سوخت‌های جایگزین استفاده نمایند. چالش اصلی پیشرو کاهش انتشار کربن و همچنین کاهش مصرف سوخت است امروزه گاز طبیعی متراکم به طور گسترده در خودروها استفاده می‌شود. بازدهی موتوری که با سوخت گاز کار می‌کند بسیار کم است. در مقایسه با بنزین مشاهده شده است که گشتاور متوسط افت توان به ترتیب در دامنه ۱۶ درصد تا ۲۱/۶ درصد و سه تا ۱۹/۶ در صد می‌باشد [۱۳].

بازدهی یک موتور به عوامل زیادی وابسته است که طراحی منیفولد مکش یکی از آنهاست نحوه انجام منیفولد مکش توزیع منظم ترکیب سوخت و هوا به شکل یکنواخت به همه سیلندرها است. بنا بر این طراحی منیفولد مکش در عملکرد بهتر موتور خیلی مهم است. طول را نرها، قطر را نرها، حجم محفظه آرامش، نرم بودن اتصالات و شکل را نرها، تعدادی از عوامل مهم هستند که در طراحی منیفولد مکش ملاحظه گردید. دینامیک سیالات محاسباتی در پیش گویی الگویی جریان درون سیلندر و منیفولد مکش بسیار سودمند است. به کمک زمان اصلاح طرح کاهش می‌یابد. به منظور تحلیل پدیده فیزیکی که مدل توربو لانت استفاده می‌شود [۱۴]. برای خودروها منیفولدهای مکش مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند تا اگر اصلاح مورد نیاز باشد انجام گردد.

مدل سه بعدی منیفولد

ورودی که با نرم‌افزار سالید و رک کشیده شده است و در قسمت خروجی آن نیز دو سیلندر کشیده شده است که با برش بر روی این دو سیلندر می‌خواهیم اثر تغییر زاویه‌های ورودی بر سیلندر را بر روی چرخش هوای ورودی می‌باشد را مشاهده نماییم.



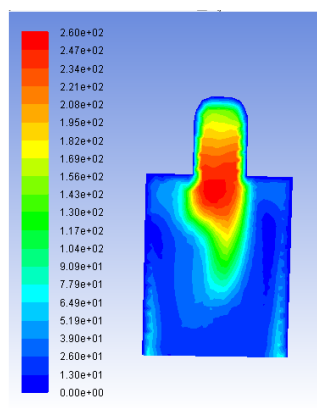
شکل ۶- مدل سه بعدی منیفولد ورودی که با نرم‌افزار سالید ورک رسم شده است

روش انجام کار به این صورت است که اول نقشه منیفولد موجود را در نرم افزار سالید ورک رسم می‌نماییم و بعد از ترسیم آن در نرم افزار سالید ورک آن را وارد نرم افزار انسیس فلوینت می‌نماییم بعد از وارد کردن نقشه مورد نظر در نرم افزار اولین قسمت تعریف قسمت‌های نقشه در نرم افزار ICEM می‌باشد. بعد از تعریف قسمت‌های نقشه بر نرم افزار وارد قسمت توپولوژی می‌شویم تا در صورت وجود داشتن ایرادی در ترسیم نقشه آن را بر طرف می‌نماییم. بعد از آن وارد قسمت مش بندی می‌شویم. بعد از آن نیز قرار دادن شرایط مرزی در داخل منیفولد می‌باشد. که در این مسئله اول به صورت شرایط مرزی فشار در ورود هوا به منیفولد و شرایط مرزی فشار در ورود به سیلندر می‌باشد.

شکل ۷- نمایش کانتور سرعت با شرایط مرزی

فشار ورودی ۱bar

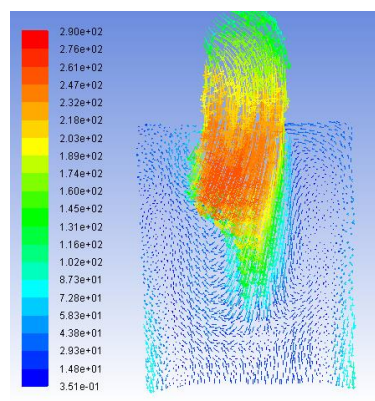
فشار خروجی ۰.۶bar



شکل ۸- نمایش بردار سرعت با شرایط مرزی

فشار ورودی ۱ bar

فشار خروجی ۰.۶ bar

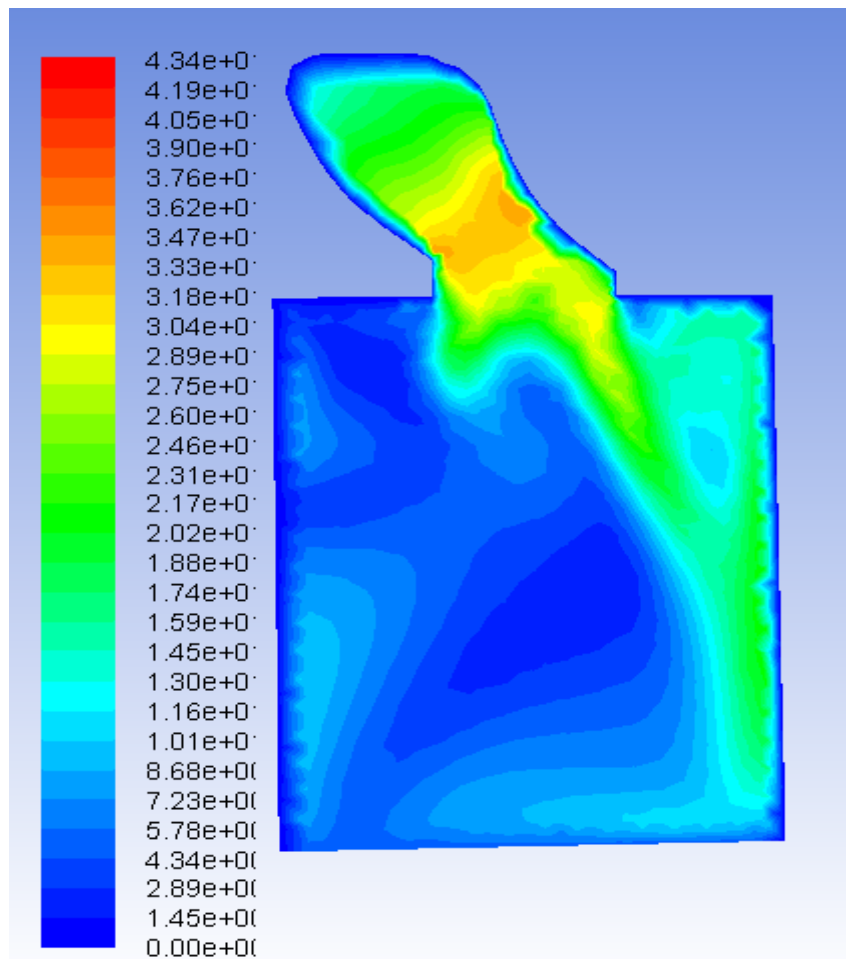


شکل ۹- نمایش کانتور سرعت با شرایط مرزی

فشار ورودی ۱ bar و

در خروجی منیفولد

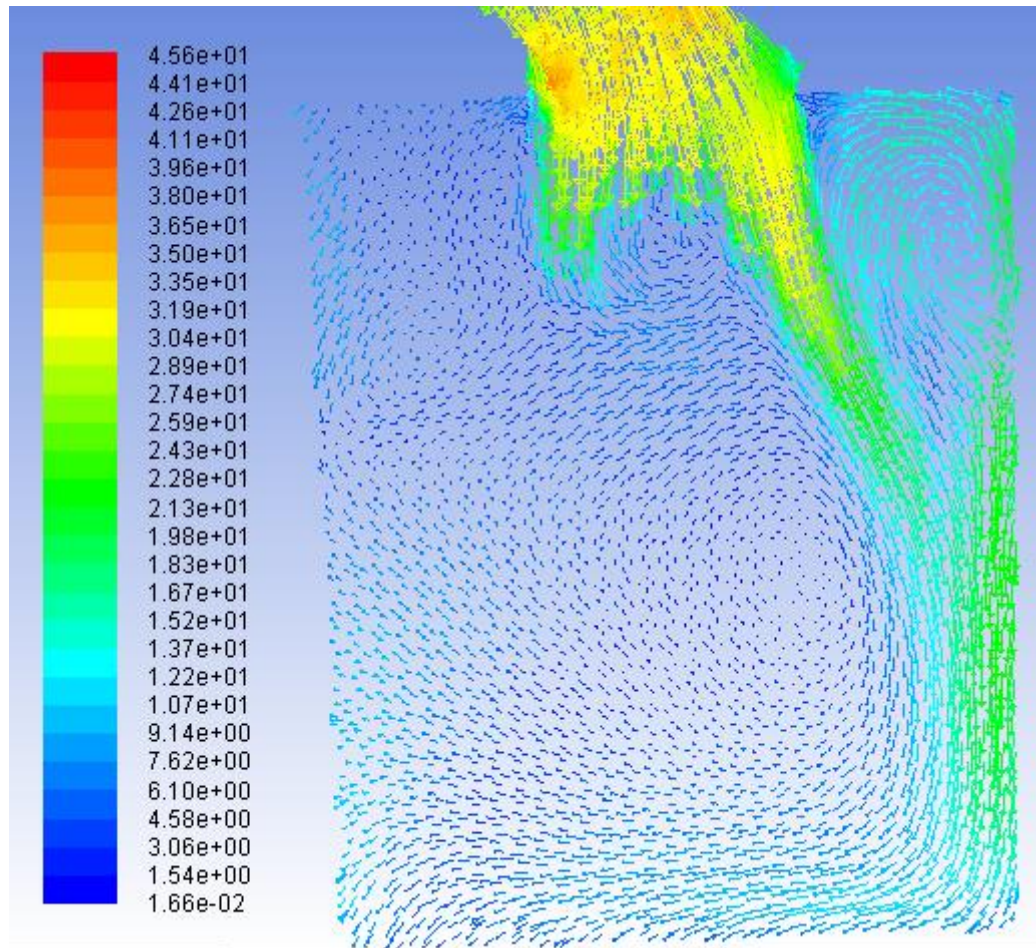
سرعت پیستون به سمت پایین با سرعت $5 \frac{m}{s}$



شکل ۱۰- نمایش بردار سرعت با شرایط مرزی

فشار ورودی ۱ bar و در خروجی منیفولد

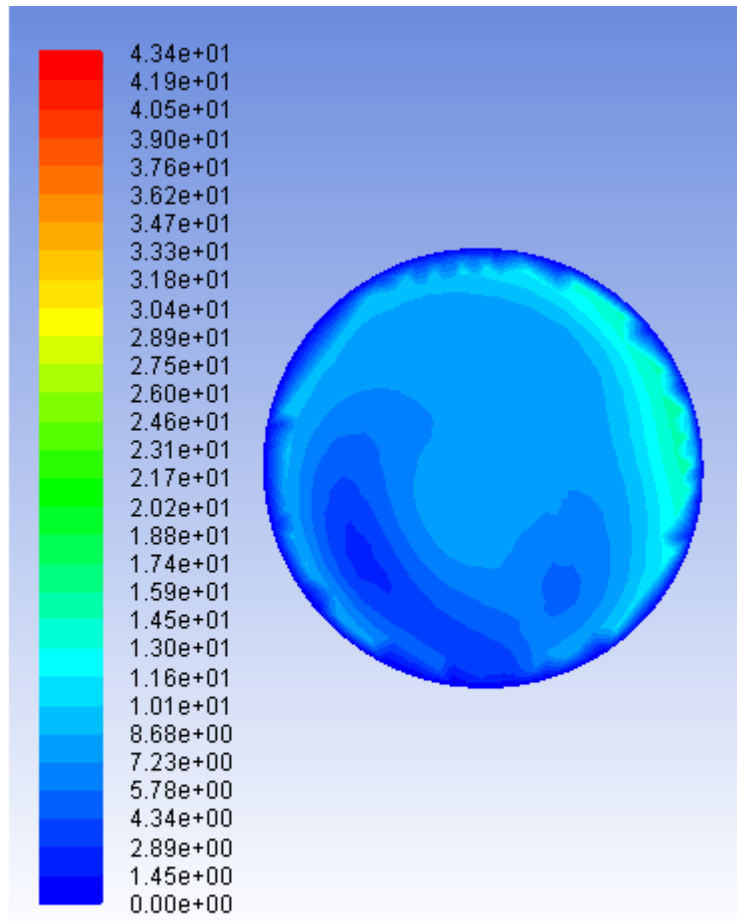
سرعت پیستون به سمت پایین با سرعت $5 \frac{m}{s}$



شکل ۱۱- نمایش کانتور سرعت داخل سیلندر با برش عرضی و شرایط مرزی

فشار ورودی ۱ bar و در خروجی منیفولد

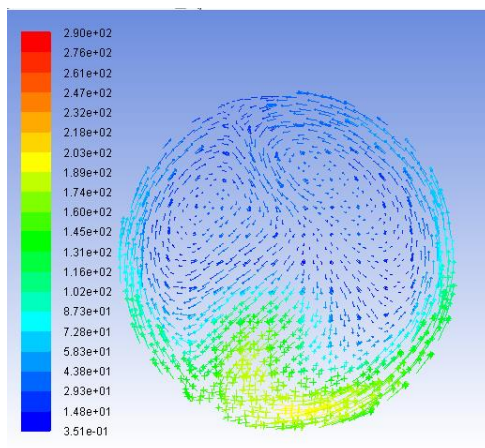
سرعت پیستون به سمت پایین با سرعت $5 \frac{m}{s}$



شکل ۱۲- نمایش بردار سرعت با شرایط مرزی با برش عرضی سیلندر

فشار ورودی ۱ bar و در خروجی منیفولد

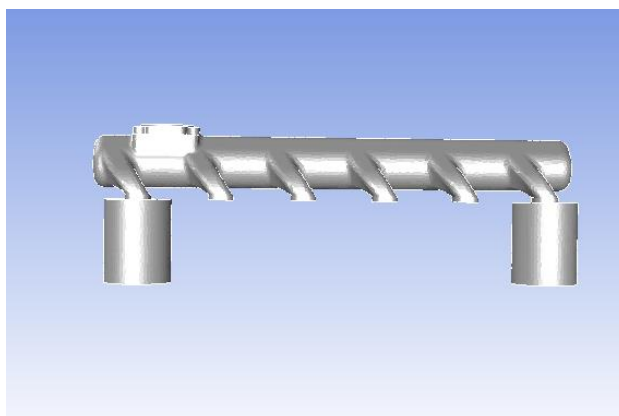
سرعت پیستون به سمت پایین با سرعت $5 \frac{m}{s}$



$$\left(R_w = \frac{w_s}{\frac{2\pi N}{60}} \right) = \frac{\frac{\text{سرعت}}{\text{شعاع}}}{\frac{2\pi 1500}{60}} = \frac{\frac{14.8}{.06}}{157} = 1.57$$

مدل منیفولد ورودی با تغییر زاویه ۳۰ درجه در زاویه‌های ورودی به سیلندر

در این مدل که زاویه‌ها از قسمت بالا به صورت ۳۰ درجه نسبت به وضعیت قبل تغییر یافته و در این مدل می‌خواهیم اثر تغییر زاویه‌های لوله‌های ورودی هوا در داخل سیلندر بر چرخش جریان هوای ورودی در داخل سیلندر را مشاهده نماییم.

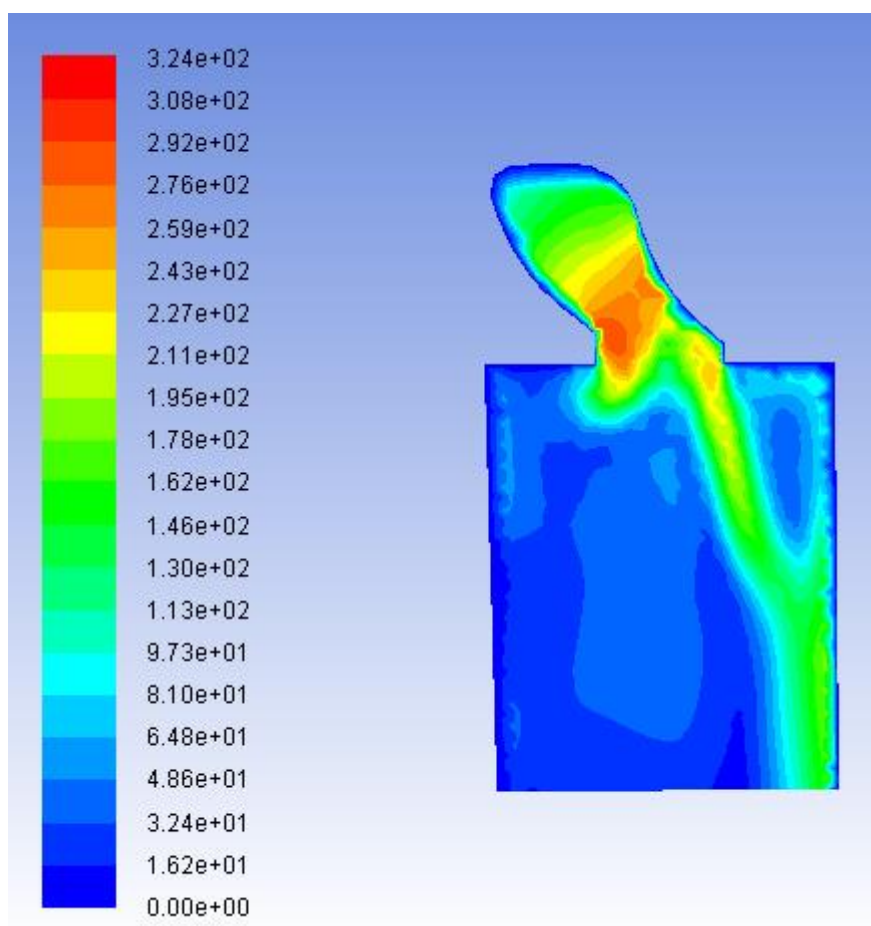


شکل ۱۳- شکل منیفولد ورودی با تغییر زاویه ۳۰ درجه در زاویه‌های ورودی به سیلندر

شکل ۱۴- نمایش کانتور سرعت با شرایط مرزی

فشار ورودی ۱bar

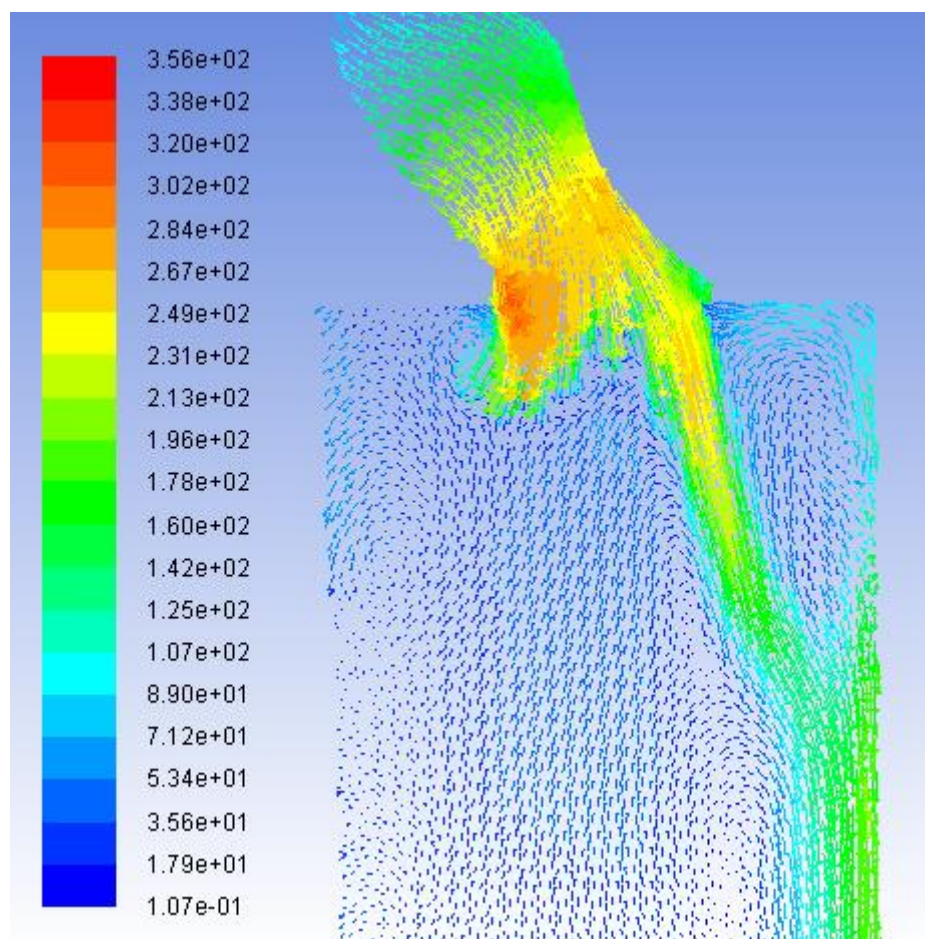
فشار خروجی ۰.۶bar



شکل ۱۵- نمایش بردار سرعت با شرایط مرزی

فشار ورودی ۱ bar

فشار خروجی ۰.۶ bar

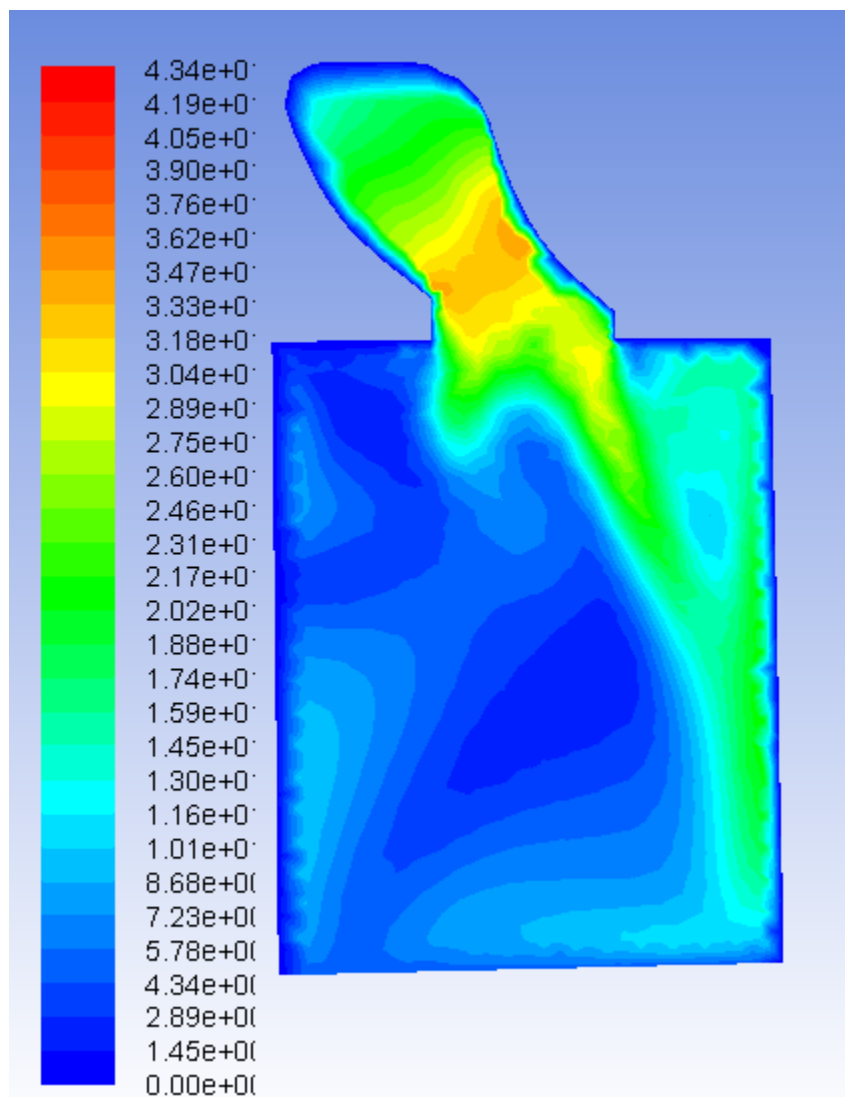


شکل ۱۶- نمایش کانتور سرعت با شرایط مرزی

فشار ورودی ۱ bar و

در خروجی منیفولد

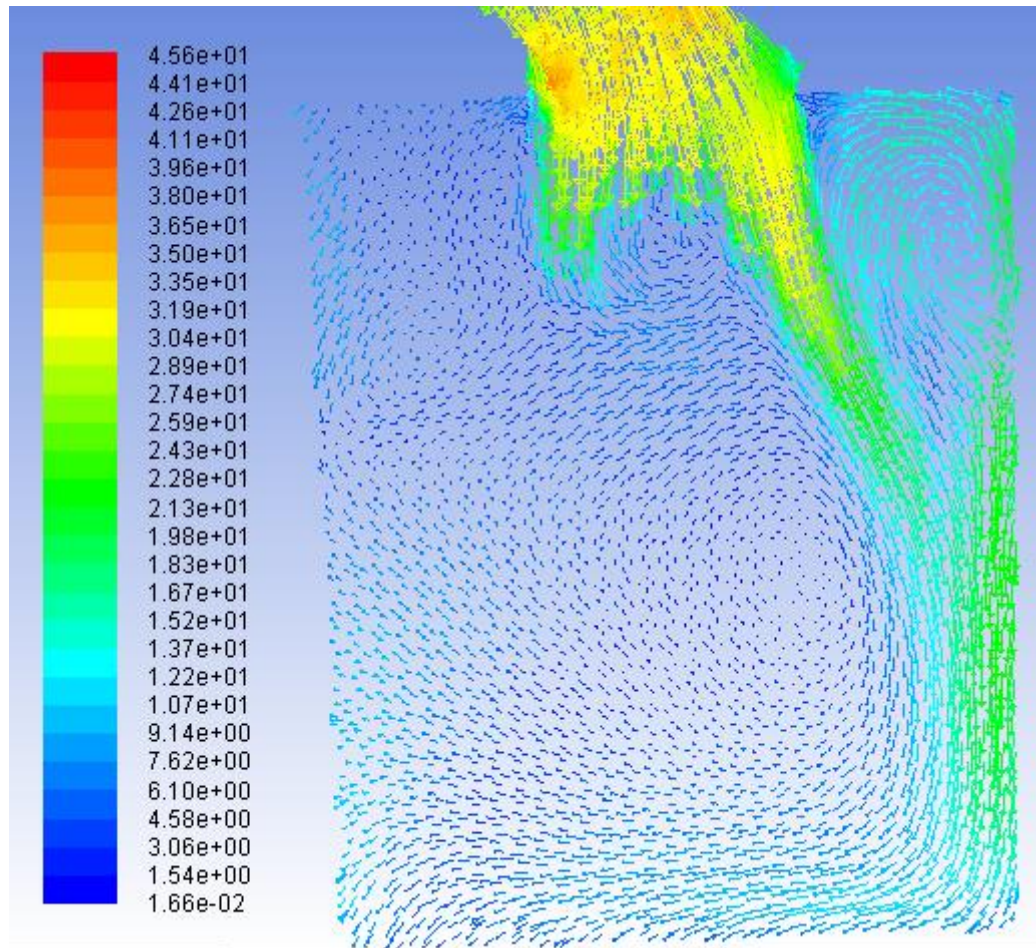
سرعت پیستون به سمت پایین با سرعت $5 \frac{m}{s}$



شکل ۱۷- نمایش بردار سرعت با شرایط مرزی

فشار ورودی ۱ bar و در خروجی منیفولد

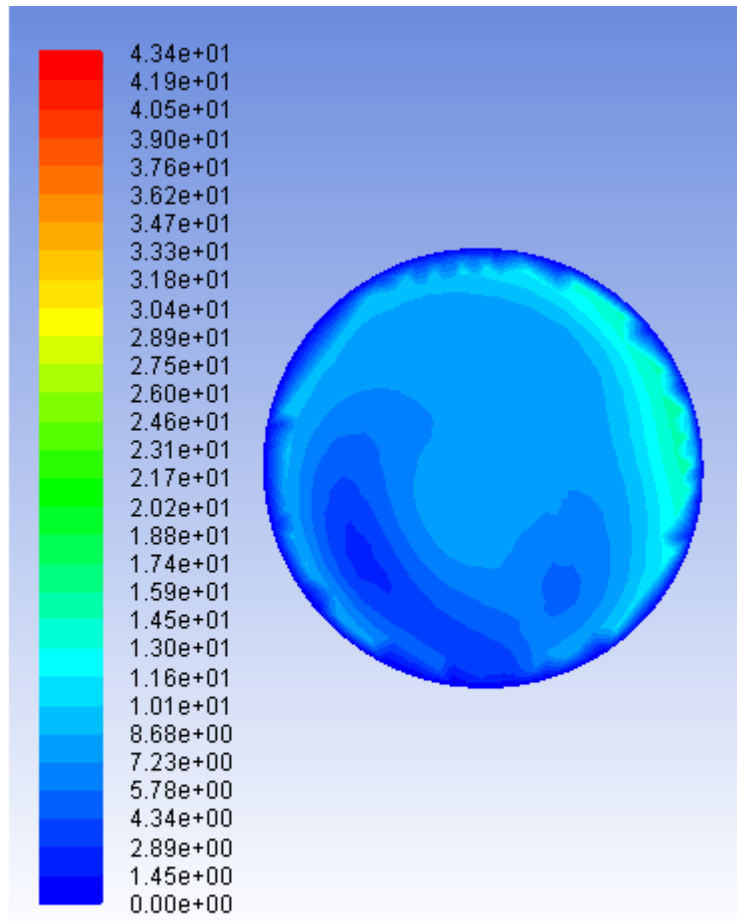
سرعت پیستون به سمت پایین با سرعت $5 \frac{m}{s}$



شکل ۱۸- نمایش کانتور سرعت داخل سیلندر با برش عرضی و شرایط مرزی

فشار ورودی ۱ bar و در خروجی منیفولد

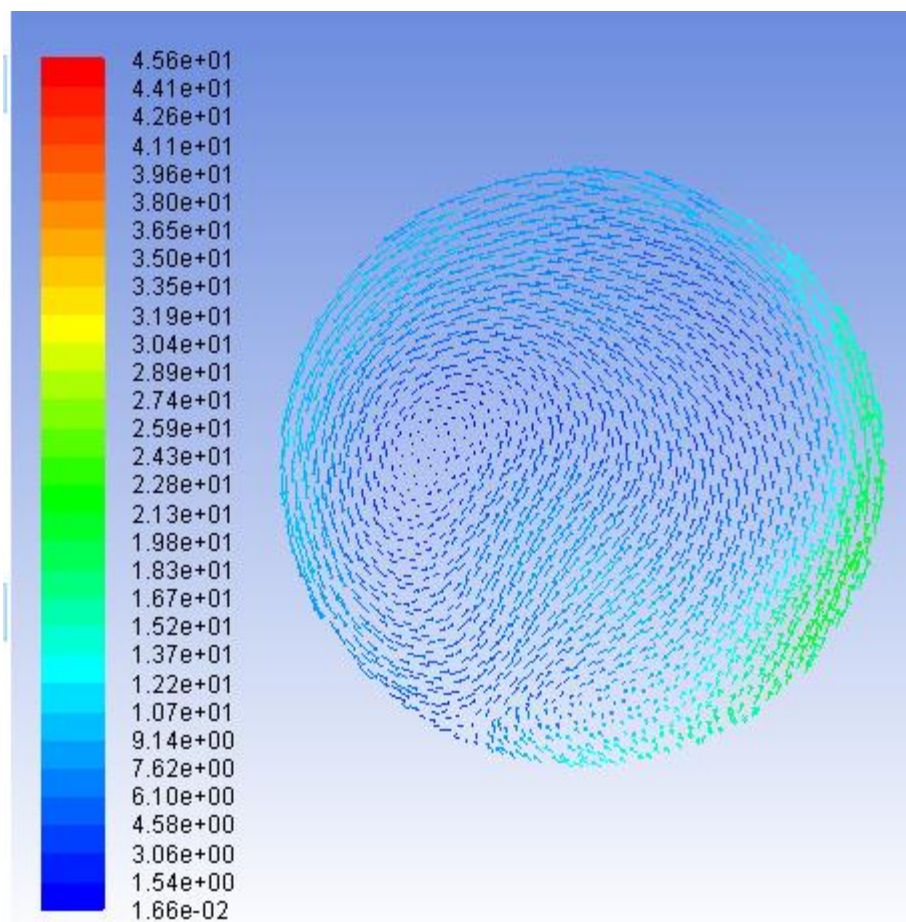
سرعت پیستون به سمت پایین با سرعت $5 \frac{m}{s}$



شکل ۱۹- نمایش بردار سرعت داخل سیلندر با برش عرضی و شرایط مرزی

فشار ورودی ۱ bar و در خروجی منیفولد

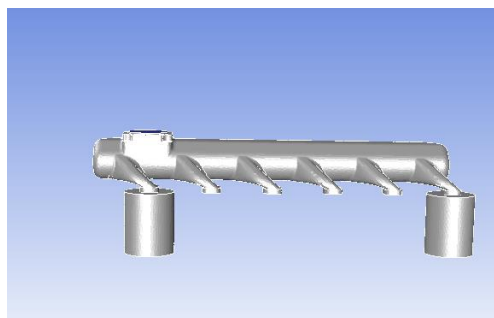
سرعت پیستون به سمت پایین با سرعت $5 \frac{m}{s}$



$$\left(R_w = \frac{w_s}{\frac{2\pi N}{60}} \right) = \frac{\frac{\text{سرعت}}{\text{شعاع}}}{\frac{2\pi 1500}{60}} = \frac{\frac{27.4}{.06}}{157} = 2.9$$

مدل منیفولد ورودی با تغییر زاویه ۴۵ درجه در زاویه‌های ورودی به سیلندر

در این مدل که زاویه‌ها از قسمت بالا به صورت ۴۵ درجه نسبت به وضعیت قبل تغییر یافته و در این مدل می‌خواهیم اثر تغییر زاویه‌های لوله‌های ورودی هوا در داخل سیلندر بر چرخش جریان هوای ورودی در داخل سیلندر را مشاهده نماییم

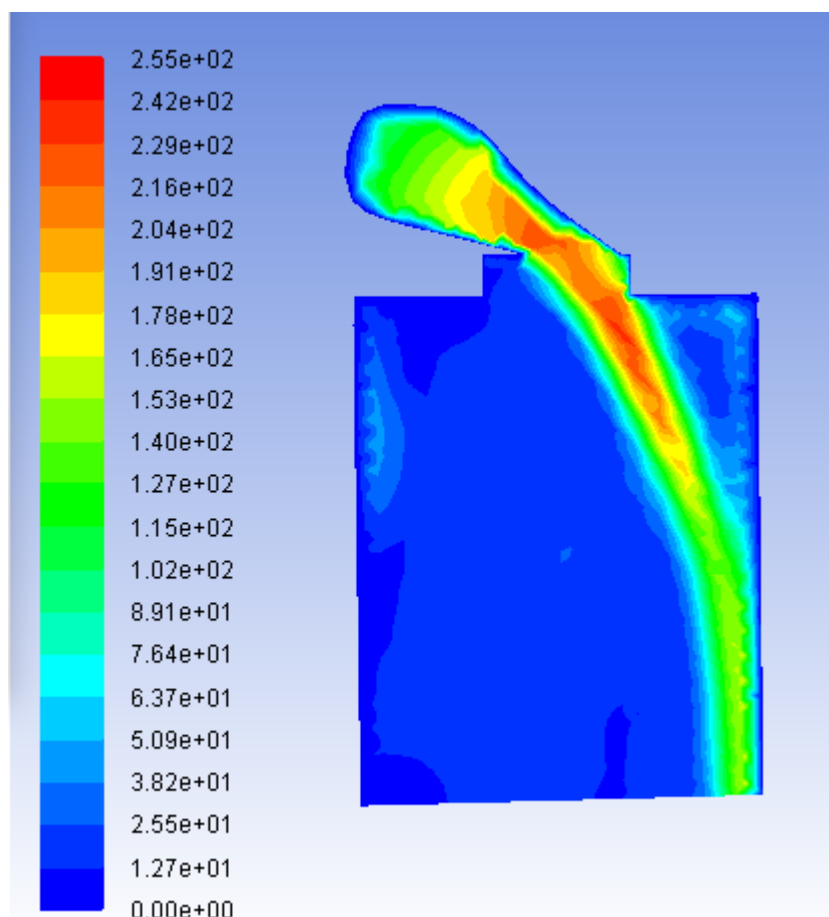


شکل ۲۰- شکل منیفولد ورودی با تغییر ۴۵ درجه در زاویه لوله‌های ورودی به سیلندر

شکل ۲۱- نمایش کانتور سرعت با شرایط مرزی

فشار ورودی ۱bar

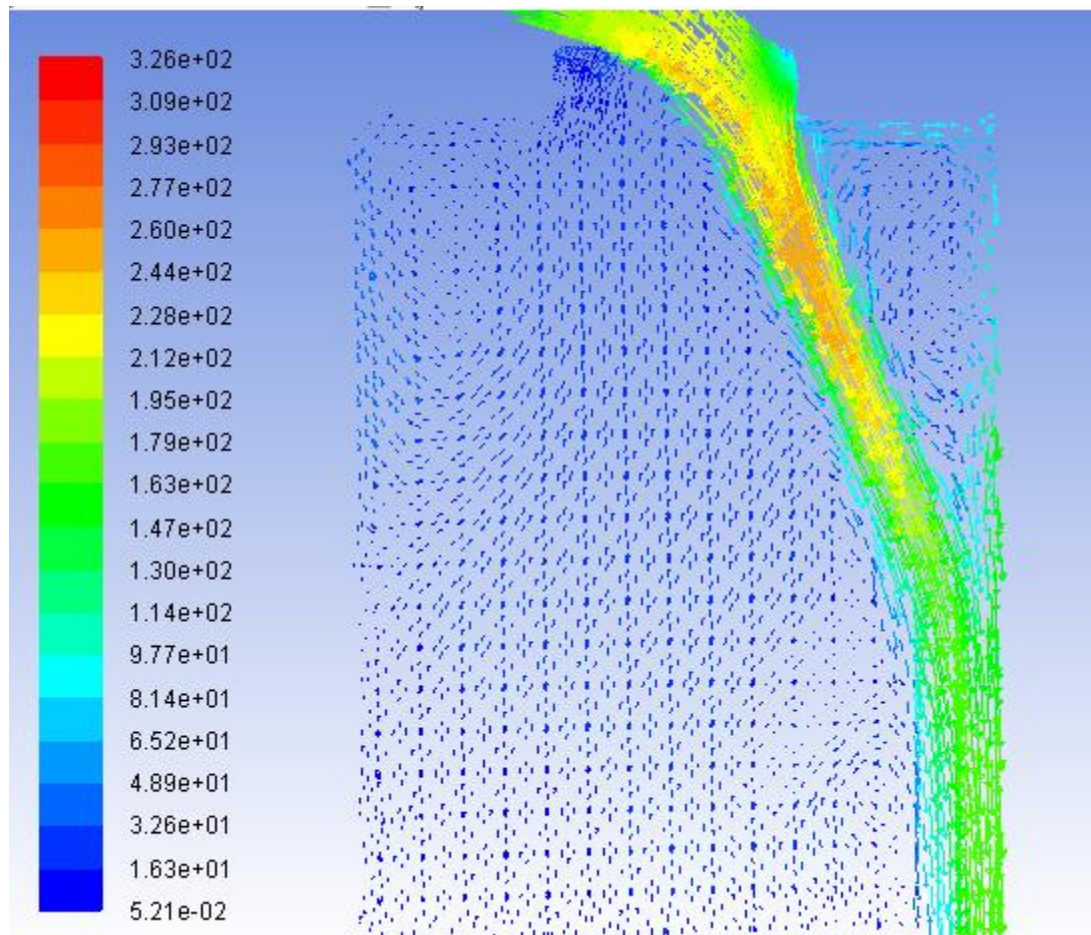
فشار خروجی ۰.۶bar



شکل ۲۲- نمایش بردار سرعت با شرایط مرزی

فشار ورودی ۱ bar

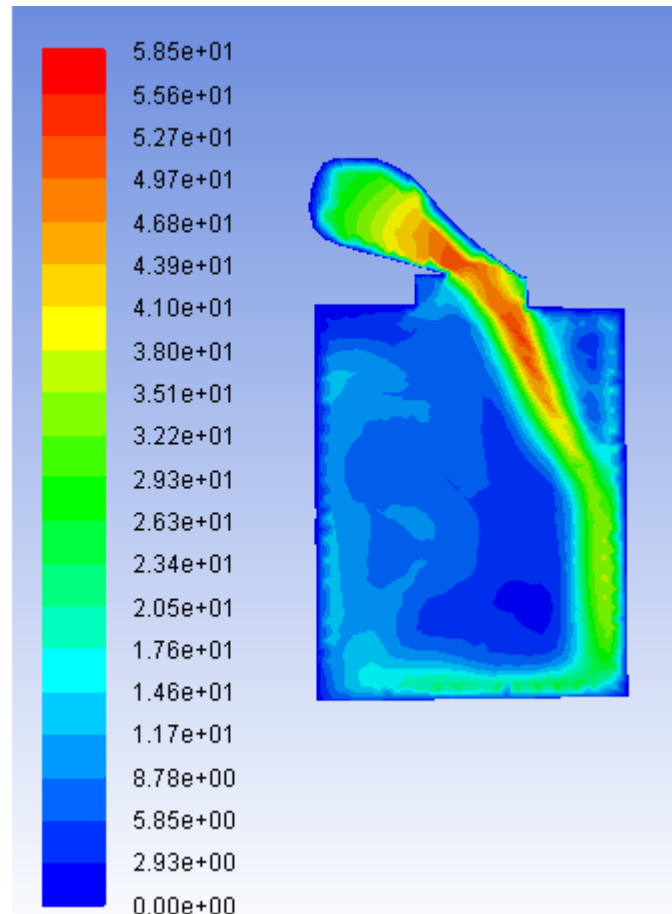
فشار خروجی ۰.۶ bar



شکل ۲۳- نمایش کانتور سرعت با شرایط مرزی

فشار ورودی ۱ bar و در خروجی منیفولد

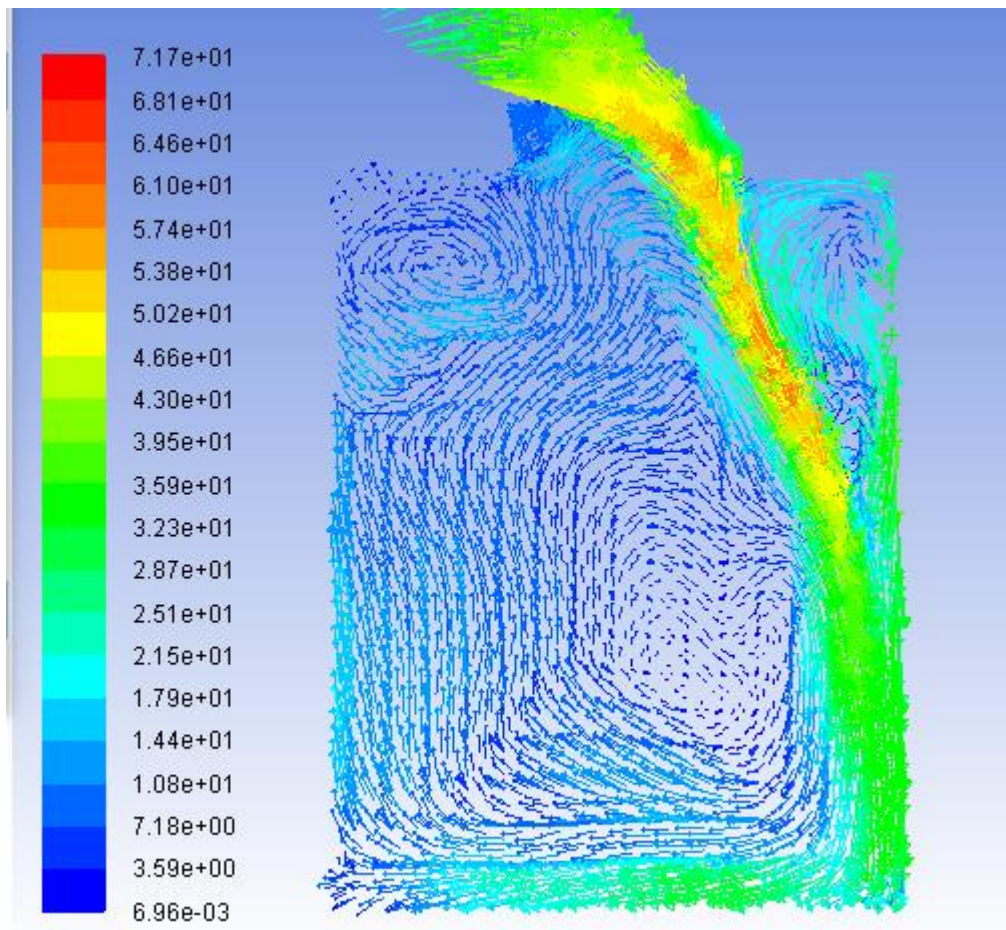
سرعت پیستون به سمت پایین با سرعت $5 \frac{m}{s}$



شکل ۲۴- نمایش بردار سرعت با شرایط مرزی

فشار ورودی ۱ bar و در خروجی منیفولد

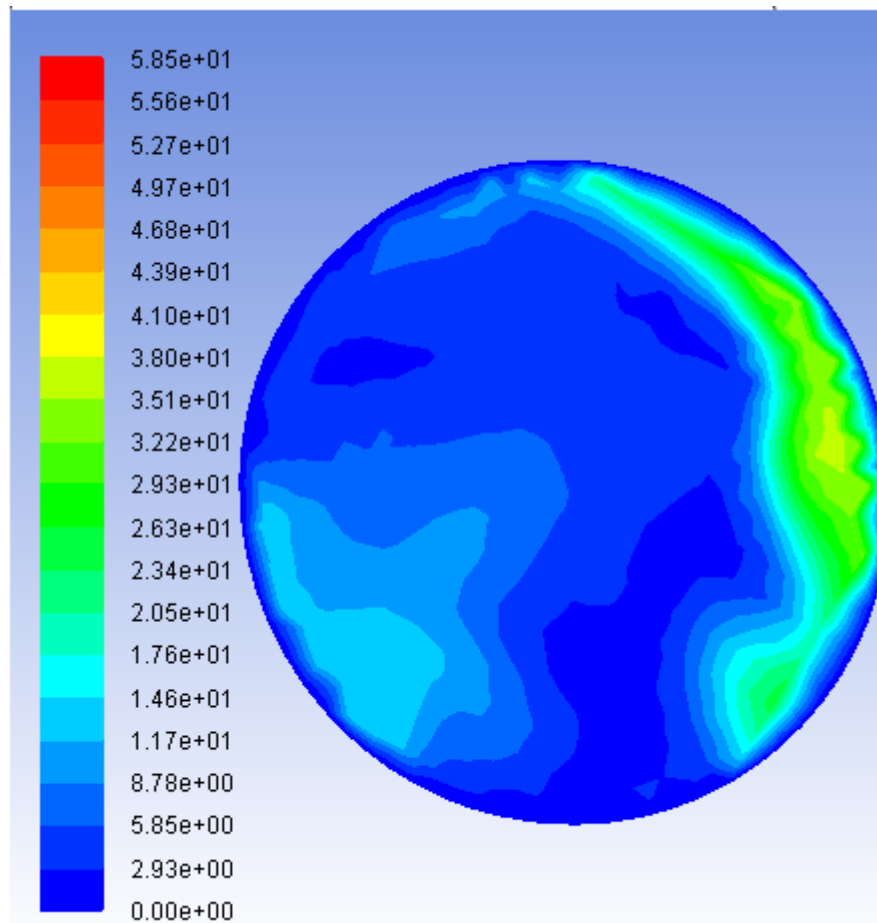
سرعت پیستون به سمت پایین با سرعت $5 \frac{m}{s}$



شکل ۲۵- نمایش کانتور سرعت داخل سیلندر با برش عرضی و شرایط مرزی

فشار ورودی ۱ bar و در خروجی منیفولد

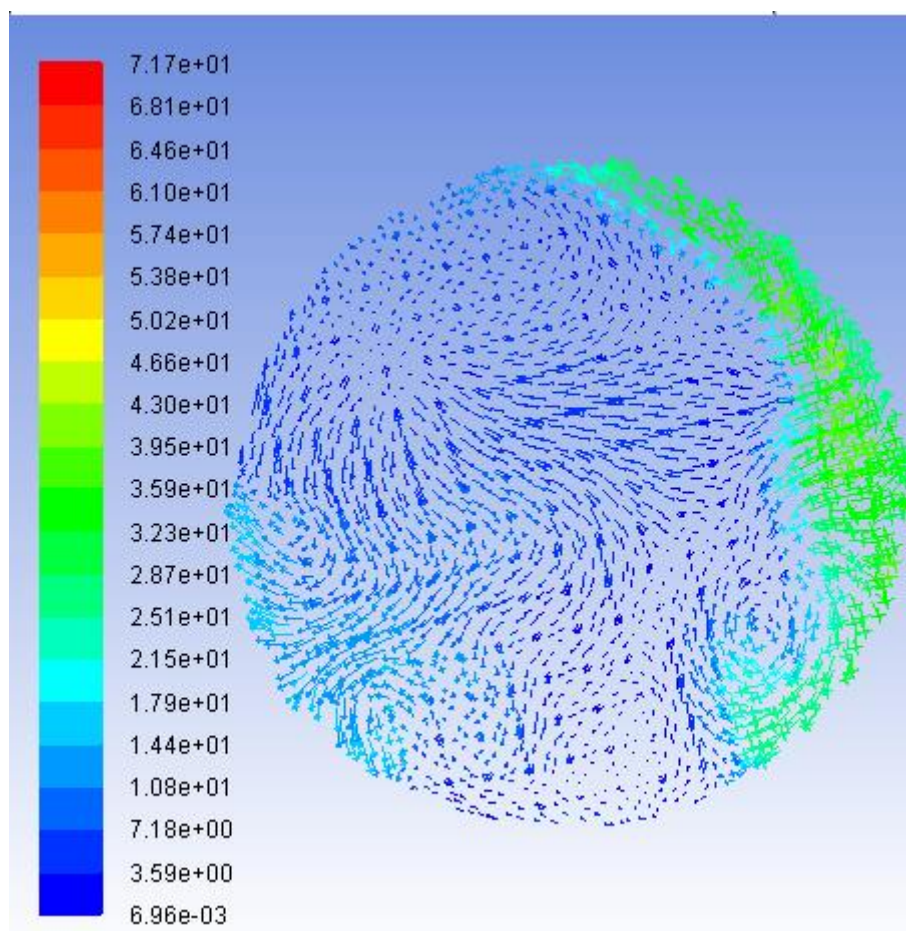
سرعت پیستون به سمت پایین با سرعت $5 \frac{m}{s}$



شکل ۲۶- نمایش بردار سرعت داخل سیلندر با برش عرضی و شرایط مرزی

فشار ورودی ۱ bar و در خروجی منیفولد

سرعت پیستون به سمت پایین با سرعت $5 \frac{m}{s}$



$$\left(R_w = \frac{w_s}{\frac{2\pi N}{60}} \right) = \frac{\frac{\text{سرعت}}{\text{شعاع}}}{\frac{2\pi 1500}{60}} = \frac{\frac{3.59}{.06}}{157} = .38$$

نتیجه‌گیری

۱- چرخش جریان هوای ورودی باعث احتراق سریع در موتور اشتعال جرقه‌ای می‌شود. ۲- سرعت مخلوط سوخت و هوا در موتور اشتعال تراکمی بالا می‌رود. ۳- سرعت مخلوط سوخت و هوا در موتور اشتعال جرقه‌ای بیشتر می‌شود. ۴- افزایش راندمان احتراق ۵- کاهش آلایندگی ۶- کاهش مصرف سوخت ۷- چرخش گازهای ورودی در موتور دیزل باعث کاهش گازهای گلخانه‌ای می‌شود. ۸- اثر چرخش باعث افزایش در قدرت و گشتاور در دور آرام می‌گردد. ۹- شیار مارپیچ داخل منیفولد ورودی را ندمان دمایی را در حدود ۲۵/۶ در صد بهبود می‌بخشد. و به ترتیب ۲۶/۹ درصد از انتشار دوده ۶/۶ درصد از تشکیل

اکسیدهای نیتروژن می‌کاهد و ۱۵/۶ درصد از انتشار هیدرو کربن‌های نسوخته، ۳۶/۴۷ درصد از انتشار گاز مونو اکسید کربن می‌کاهد. انتشار هیدرو کربن از موتور با چرخش جریان بالاتر، بیشتر است و آن هم به دلیل انتقال حرارت بیشتر می‌باشد. با توجه به اشکال و نتایج عددی به دست آمده به این نتیجه می‌رسیم که منیفولد ورودی هوا بدون تغییر در زاویه ورودی به سیلندر دارای ۱/۵۷ عدد بی بعد چرخش می‌باشد. منیفولد ورودی هوا با تغییر زاویه ۳۰ درجه در زاویه لوله های ورودی به سیلندر دارای ۲/۵۹ عدد بی بعد چرخش می‌باشد. با این نتایج عددی به دست آمده نتیجه می‌گیریم که منیفولد ورودی هوا بدون تغییر و تغییر ۴۵ درجه و تغییر ۳۰ درجه و مقایسه عدد های چرخش بدست آمده منیفولد ورودی هوا با تغییر ۳۰ درجه در زاویه لوله های ورودی با چرخش ۲/۵۹ دارای بیشترین عدد چرخش می‌باشد و پیشنهاد می‌شود برای ایجاد چرخش جریان در داخل سیلندر از این زاویه برای ساخت منیفولد استفاده گردد.

مراجع

- [1]. Heywood, J. B., Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill Book Company, 1987.
- [2]. Winterbone, D. E., Pearson, R. J., Design Techniques for Engine Manifolds, Professional Engineering Publishing 1999
- [3]. Engelman, H. W., "The Tuned Manifold: supercharging without a blower," ASME paper 53-DGP-4, 1953.
- [4]. Bensler, H. P., "CFD Optimization of Power train Components," SAE paper 96-4022, 1996.
- [5]. Siewert, R. M., Krieger, R. B., Huebler M. S. "Modifying an Intake Manifold to Improve Cylinder-to-Cylinder EGR Distribution in a DI Diesel Engine using Combined CFD and Engine Experiments", SAE paper 2001-01-3685, 2001
- [6]. Safari, M., Nasiritosi, A., Ghamari, M. "Intake Manifold Optimization by Using 3-D CFD Analysis", SAE paper 2003-32-0073, 2003
- [7]. Lee, S. B., Kim, Y. W., Yang, W. C., "Intake Manifold Wave Dynamic Analysis and Its Effects on Volumetric Efficiency", ASME paper IMECE2004-60312 California, Anaheim, 2004.
- [8]. Anand, T. N. C., Ravikrishna, R. V. "Multi-Dimensional, Transient Fluid Flow Simulation in the Intake Manifold of a Four-Stroke Single-Cylinder Engine", ASME paper ICEF2005-1273 Ottawa, 2005.
- [9]. Maftouni N., Ebrahimi R., "Intake Manifold Optimization by Using 3-D CFD Analysis with Observing the Effect of Length of Runners on Volumetric Efficiency", ASME paper ICTE2006, Dhaka, Bangladesh, 2006.
- [10]. Hong S., Oh B., Kim Y., Jeon W., and Jin B., "Optimization of Intake Manifold Design Using DFSS (Design for Six Sigma)", SAE paper 2007-01-3534, 2007.
- [11]. Suresh A., Prasanth, Jarapala M., "Design of Intake Manifold of IC Engines with Improved Volumetric Efficiency", Int. Journal and Magazine of Engineering, Technology, Management and Research, pp. 26-33, 2014.
- [12]. Holkar R., Sule-Patil Y. N., M. Pise S., Godase Y. A., Jagadale V. S., "Numerical Simulation of Steady Flow through Engine Intake System Using CFD", IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) Vol. 12(1) Ver. II, pp. 30-45, 2015
- [13]. Maxwell T. T. and Jones J. C. (1995). Alternative Fuels: Emissions, Economics and Performance. USA Society of Auto motive Engineers: SAE Inc.
- [14]. Benny Paull and Ganesan V., "Flow field development in a direct injection diesel engine with different", International Journal of Engineering, Science and Technology, Vol. 2, No. 1, pp. 80-91, (2010).
- [15]. Safari, M., Ghamari, M., & Nasiritosi, A. (2003). Intake manifold optimization by using 3-D CFD analysis (No. 2003-32-0073). SAE Technical Paper.
- [16]. Kumar, M., & Kumar, P. (2013, June). CFD Simulation of Air Flow in Intake Manifold of SI Engine. International Journal of Enhanced Research in Science Technology & Engineering, Vol. 2 Issue 6, June-2013 on (pp. 58-68).