

بررسی آزمایشگاهی اثر کاهش فشار در مانیفولد دود با استفاده از فرایند بازگشت دود بر جرم باقیمانده سیلندر

محسن قاضی خانی^۱، محمد ابراهیم فیض^۲، پوریا نیکوئیان^۳

^۱استادیار گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه فردوسی مشهد؛ m_ghazikhani@yahoo.com

^۲دانشجوی دوره کارشناسی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ ebi_12704@yahoo.com

^۳دانشجوی دوره کارشناسی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ p_nik66223@yahoo.com

چکیده

فرآیند آگزوز در موتورهای احتراق داخلی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است، از این رو بهینه سازی و بهبود عملکرد این فرآیند به هنگام طراحی موتور، بسیار مورد توجه گروه طراح قرار می گیرد. در این تحقیق با استفاده از روش تحلیلی و بر پایه داده های آزمایشگاهی به بررسی اثر کاهش فشار در مانیفولد دود بر عملکرد فرآیند آگزوز به ویژه اثر آن روی پارامترهایی از قبیل راندمان حجمی، جرم باقیمانده، توان پمپی و همچنین پدیده جابجایی در سیلندر پرداخته شده است که تغییرات پارامترهای فوق در اثر اعمال کاهش فشار مانیفولد دود ارائه و تحلیل میشود.

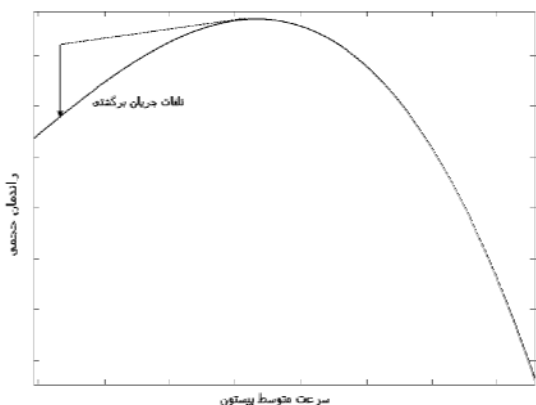
اثر کاهش فشار آگزوز و رساندن آن به فشار اتمسفری، حدود ۱۸.۶٪ به بازده مکانیکی موتور افزوده می گردد [1].

-افزایش راندمان حجمی: راندمان حجمی سیلندر با کاهش فشار مانیفولد دود از طریق چند مکانیزم مختلف افزایش می یابد:

۱. در نمودار ۱؛ مشاهده میشود که در سرعت های پایین موتور به دلیل انرژی جنبشی کم سیال در هنگام هم پوشانی سوپاپ ها همواره مقداری از دود به سوپاپ گاز وارد می شود که مانع از ورود سیال به داخل سیلندر می گردد. مشاهده می گردد در سرعت های کم موتور بازده اتلافی بخاطر جریان برگشتی حدود ۲۰٪ است [2].

نمودار ۱ راندمان حجمی بر حسب سرعت پیستون

۲. کاهش جرم باقیمانده در سیلندر: جرم باقیمانده کسری از



جرم محبوس شده در سیلندر است که در فرآیند آگزوز نمیتواند تخلیه شود. از آنجا که این جرم اندک به دلیل دمای بالا حجم مخصوص و فشار زیادی دارد مانع ورود گاز به داخل سیلندر می شود.

مطابق رابطه (1) در مدل موتور ایده آل راندمان حجمی رابطه مستقیمی با نسبت جرم مواد باقیمانده دارد.

$$\eta_v = \frac{r_v(1-x_r)}{v_1 \rho_{ai}(r_v-1)} \quad (1)$$

● ایجاد امکان استفاده از پتانسیل پیش تخلیه: با توجه به اینکه مرحله پیش تخلیه درست پس از مرحله قدرت اتفاق می افتد لذا گازهای درون سیلندر دارای فشار و دمای بسیار بالایی میباشند. با مقایسه چند زمان بندی متفاوت سوپاپ [1] برای یک موتور اشتعال جرقه ای مشاهده میشود که بالاترین راندمان حجمی برای موتوری با

کلمات کلیدی: سیستم بازگشت دود، پس فشار آگزوز، جرم باقیمانده در سیلندر

مقدمه

با هدف کاهش مصرف سوخت و افزایش بازده موتورهای احتراق داخلی همواره تلاش بسیار زیادی در عرصه های مختلف از جمله بهبود عملکرد مرحله تنفس و تخلیه موتور انجام می پذیرد. یکی از عواملی که به طور چشمگیر موجب افزایش توان پمپی در موتور و در نتیجه کاهش توان ترمزی می گردد وجود عامل پس فشار^۱ در مانیفولد دود می باشد. این عامل ناشی از عدم توانایی مانیفولد دود در عبور دادن جریان سیالی است که از سیلندر خارج می گردد. عموماً برای کاهش این اثرات سو از روش هایی که عمدتاً بر پایه کاهش تلفات میباشد استفاده میگردد، که از جمله می توان به روش هایی از قبیل استفاده از لوله های همسان در مانیفولد دود و تنظیم طول مانیفولد بر مبنای جریان ضربه ای اشاره کرد. در این تحقیق با کاهش مستقیم فشار استاتیکی در مانیفولد دود توسط سیستم بازگشت دود به بررسی اثر این روش روی پارامترهای موثر بر بازده مکانیکی و حجمی به ویژه جرم باقیمانده در سیلندر پرداخته شده است.

بررسی مزایای کاهش فشار مانیفولد دود

در ذیل به طور مختصر به مزایای کاهش فشار در مانیفولد دود اشاره شده است:

● کاهش توان پمپی: با بررسی نمودار اندیکاتوری یک موتور اشتعال جرقه ای تنفس طبیعی و مشخصات هندسی موتور مشخص شد در

سیلندر هنگام هم پوشانی سوپاپ هاشده و نرخ تخلیه را تسریع میکند.

جدول ۱ - نتایج آزمایش به ازای مقادیر متفاوت فشار اگزوز

۶	۹	۱۰	۱۲	فشار پیمانه ای اگزوز (mmHg)
۷.۱۲	۹.۸۲	۱۱.۰۳	۱۲.۸۸	جرم باقیمانده (گرم)

فهرست علائم

γ	نسبت گرمای ویژه	η	بازده
	اندیس ها	r	نسبت تراکم
v	حجمی	x	نسبت جرمی
r	باقیمانده	v	حجم مخصوص
ai	هوای ورودی	ρ	چگالی
e	خروجی	P	فشار
i	ورودی	T	دما
1	ابتدای تراکم	C	گرمای ویژه
5	شروع اگزوز	R	ثابت گاز
f	سوخت	m	جرم
		Q^*	انرژی مخصوص احتراق

مراجع

- [1]-Internal combustion engine fundamentals, John B. Heywood, 1988.
 [2]-The internal combustion engine in theory and practice, Taylor, Vol. 1, 1985.
 [3]- Fox, J. W., Cheng, W. K., and Heywood, J. B., "A Model for Prediction Residual Gas Fraction in Spark Ignition Engines," SAE931025 1993

۶۰ درجه پیش تخلیه می باشد. باید توجه داشت که باز شدن سوپاپ دود در چنین زاویه ای قبل از مرگ پایین موجب اتلاف توان موتور در مرحله قدرت می شود.

محاسبه کسر جرمی باقیمانده در سیلندر

برای محاسبه جرم باقیمانده در سیلندر از رابطه موجود در [3] استفاده میکنیم که عبارت است از:

$$x_r = 3.3089 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{RT_1}{P_5}\right)^{\frac{\gamma+1}{2\gamma}} \cdot \frac{r-1}{r} \cdot \frac{(1+\beta)^{\frac{\gamma-1}{2}}}{(1+\beta+\omega)^{1/2}}$$

$$\sqrt{|P_5 - P_1|} \cdot \frac{OF}{N} + 2.2662 \cdot \frac{1}{r} \cdot \left(\frac{P_5}{P_1}\right)^{1/\gamma} \cdot \frac{(1+\beta)}{1+\beta+\omega}$$

$$(\phi^2 - 0.5295\phi + 0.5295)$$

در رابطه بالا OF مشخصه هندسی سوپاپ بوده و همچنین:

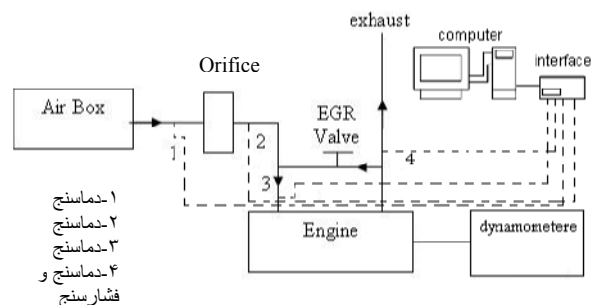
$$\alpha = \frac{m_{f-premixed}}{m_f} \quad \beta = \frac{\alpha \cdot m_f \cdot Q_{hv}}{m \cdot C_v \cdot r \cdot T_1^{(\gamma-1)}}$$

مشخصات بستر آزمایش

بستر آزمایش متشکل از یک موتور دیزل، دینامومتر، مخزن هوا مجهز به اریفیس، یونیت کامپیوتری برای اندازه گیری دماها، سرعت و غیره می باشد. در این آزمایش برای محاسبه جرم دود بازگشتی به داخل سیلندر از یک کد کامپیوتری با استفاده از نرم افزار MATLAB و بر مبنای ثابت بودن جرم ورودی به سیلندر استفاده شده است. طرح شماتیک از بستر تست در شکل ۲ نشان داده شده است.

نتیجه گیری و جمع بندی

با اعمال داده های آزمایشگاهی در روابط فوق به ازای فشارهای مختلف مانیفولد دود نتایج مندرج در جدول ۱ حاصل شد.



شکل ۲-بستر آزمون

همانطور که در جدول ذیل مشاهده میشود با کاهش فشار مانیفولد دود در اثر افزایش نرخ دود بازگشتی به تدریج از جرم باقیمانده در سیلندر کاسته میشود. این روند کاهش متاثر از کاهش پس فشار موجود در اگزوز میباشد که موجب تسهیل فرایند جابجایی داخل