فصلنامهٔ علمی- پژوهشی تحقیقات موتور

تارنمای فصلنامه: www.engineresearch.ir

بررسی حرارتی لایی بستار چندلایه فلزی به روش تجربی

مهدی رضائی[۱*]، علی ذاکری[۲]، سعید عبدالملکی[۳]

[۱] شرکت تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران خودرو، تهران، ایران، me_rezaei@ip-co.com

[۲] شرکت تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران خودرو، تهران، ایران، a_zakeri@ip-co.com

[۳] شرکت تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران خودرو، تهران، ایران، s_abdolmaleki@ip-co.com

[*] نویسندهٔ مسئول

چکیده

در طراحی موتورهای جدید بمنظور کاهش وزن و ماده موتور، استوانه های مجاور به هم نزدیک‌تر شده و ضخامت پل بین آنها کاهش یافته است. این امر اهمیت کارکرد لایی بستار را بیشتر کرده و طراحی آن نسبت به گذشته حساس‌تر شده است که منجر به انتخاب طرح‌ها و مواد جدیدتر در این قطعه شده است. بنابراین تحلیل لایی های بستار قبل از ساخت آن‌ها، اهمیت بیشتری پیدا کرده است. با توجه به اینکه در طراحی این لایی ها، بار حرارتی از مهم‌ترین بارها است، تحلیل دمایی این قطعه لازم و مهم است. رشد روز افزون شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای و تحلیل به روش اجزای محدود و همچنین پایین بودن هزینه این نوع تحلیل‌ها نسبت به روش‌های تجربی، موجب شده که اغلب بررسی‌های لایی بستار به این روش باشد. در این مقاله با روش تجربی و با کاشت حسگر در هفت نقطه از لایی بستار یک موتور بنزینی ۴ استوانه، دمای لایی در نقاط مختلف اندازه‌گیری شده است. همچنین تاثیر سرعت موتور، بار موتور، دمای سیال خنک‌کاری و نوع سوخت (بنزین و گاز طبیعی) بر روی دمای لایی بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که دمای نقاط بین استوانه ها با افزایش سرعت موتور افزایش قابل توجهی دارد اما دمای نزدیک استوانه ها تقریبا ثابت می‌ماند که این رفتار در هر دو دمای سیال خنک‌کاری (۹۰ و ۱۱۵ درجه سلسیوس) و هر دو سوخت وجود دارد. همچنین با تغییر سوخت از بنزین به گاز طبیعی، دماها در حدود ۱۰ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد. بیشترین دما در بین استوانه های ۲ و۳ مشاهده شد.

اطلاعات مقاله

تاریخچهٔ مقاله:

دریافت: ۱ دی ۱۳۹۶

پذیرش: ۲ اسفند ۱۳۹۶

کلیدواژه‌ها:

لایی بستار

بررسی حرارتی

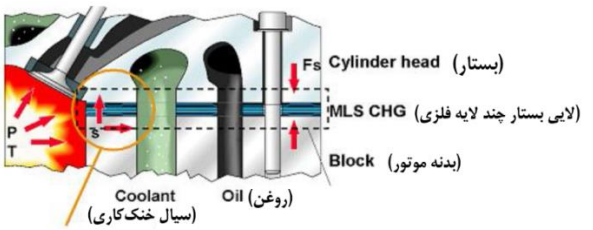
آزمون موتوری

لایی چندلایه فلزی

تمامی حقوق برای انجمن علمی موتور ایران محفوظ است.

۱- مقدمه

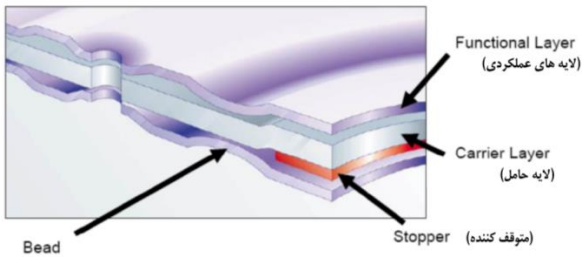
لایی بستار بین بستار و بدنه موتور قرار می‌گیرد. وظایف این لایی، درزبندی استوانه ها بمنظور ایجاد حداکثر فشار احتراق در آنها و همچنین جلوگیری از نفوذ سیال خنک کاری و روغن به داخل استوانه‌ها می‌باشد. بستار و بدنه استوانه ها به وسیله پیچ متصل می شوند در نتیجه در زمان هم‌بندی موتور، لایی تحت بارگذاری شدید قرار گرفته و به درزبندی سطوح کمک می کند (شکل ۱) [۱ و ۲].



شکل ۱: موقعیت قرارگیری لایی بستار [۲]

در اغلب موتورهای جدید مانند موتور خودروهای پژو ۳۰۱، فورد اکوبوست، سمند EF7 و تندر ۹۰، از لایی‌های چندلایه فلزی (معمولا سه لایه) به همراه یک پوشش الاستومری استفاده می‌شود. لایه‌های فلزی از فولاد فنری ضدزنگ ساخته شده و لایه غیرفلزی یا الاستومری، سطوحی که با بستار و بدنه موتور در تماس هستند را می-پوشاند و به سطح بستار و بدنه موتور می‌چسبد در صورتی که لایه میانی بدون پوشش است [۱]. مهم‌ترین ویژگی‌های یک لایی بستار عبارتند از: مقاومت بالای خستگی حرارتی، مقاومت بالای خستگی مکانیکی، مقاومت در برابر خوردگی، خاصیت ارتجاعی خوب و قابلیت آب‌بندی مناسب [۲].

اجزای اصلی لایی بستار چندلایه فلزی عبارتند از: لایه‌های فلزی با لایی و پایینی (لایه عملکردی)[1]، لایه میانی (حامل)[2]، لبه[3] متوقف-کننده[4]ها، پرچ‌ها و پوشش (شکل ۲).



شکل ۲: اجزای اصلی لایی بستار چندلایه فلزی [۲]

لایه عملکردی وظیفه اصلی درزبندی را بر عهده دارد که جنس آن از فولاد فنری با مشخصات مکانیکی بالا است. پوشش آب‌بندی به ضخامت حدود ۲۵ میکرومتر در سطوح بیرونی و حدود ۵ میکرومتر در سطوح داخلی این لایه‌ها قرار می‌گیرند. لایه میانی (لایه حامل) برای رسیدن ضخامت فشرده لایی به عدد مورد نیاز طراح استفاده می‌شود. از آنجا که این لایه به طور مستقیم در درزبندی نقشی ندارد نیاز به خواص مکانیکی با لایی هم ندارد. این لایه‌ها با پرچ به هم متصل می‌شوند.

لبه، برجستگی‌هایی در لایه‌های فنری لایی هستند که نیروی پیچ‌ها را به نیروی درزبندی تبدیل می‌کنند و درزبندی در مقیاس بزرگ را تامین می کنند. متوقف کننده یکی دیگر از اعضای وظیفه‌ای است که در کنار لبه جهت جلوگیری از فشار بیش از حد بر روی لبه به کار می رود. به علت مشخصات فنری فولاد به کار رفته در متوقف کننده، این عضو تولید فشار درزبندی زیادی اطراف محفظه احتراق می کند. اثر دیگر این عضو اعمال یک تنش اولیه در ناحیه است که هم به درزبندی کمک می‌کند و هم از مقدار جابجایی بستار می‌کاهد. بنابراین به علت خاصیت کشسانی لایه فولادی، قدرت درزبندی و استحکام مکانیکی این لایی ها بسیار خوب است [۲].

در طراحی موتورهای جدید بمنظور کاهش وزن و ماده موتور، استوانه های مجاور به هم نزدیک‌تر شده و ضخامت پل بین آنها کاهش یافته است. این امر اهمیت کارکرد لایی بستار را بیشتر کرده و طراحی آن نسبت به گذشته حساس‌تر شده است که منجر به انتخاب طرح‌ها و مواد جدیدتر در لایی های بستار شده است. بنابراین تحلیل لایی های بستار قبل از ساخت آن‌ها، اهمیت بیشتری پیدا کرده است. با توجه به اینکه در طراحی این لایی ها، بار حرارتی از مهم‌ترین بارها است، تحلیل دمایی این قطعه لازم و مهم است. رشد روز افزون شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای و تحلیل به روش اجزای محدود و همچنین پایین بودن هزینه این نوع تحلیل‌ها نسبت به روش‌های تجربی، موجب شده که اغلب بررسی‌های لایی بستار به این روش باشد. بررسی کارهای انجام شده در این زمینه، موید این مطلب می‌باشد. سریکانث و بالاکریشنان[5] [۱] با روش تحلیل اجزای محدود در نرم‌افزار انسیس[6] تنش حرارتی لایی بستار را بررسی کرده و اثر تغییر جنس لایی را بررسی نمودند و در نهایت یک ماده بهینه برای آن پیشنهاد کردند. لی[7] و همکارانش [۳] نیز از روش اجزای محدود، ترکیب بدنه، لایی بستار و بستار را با هم بررسی کرده و از نظریه تماس استفاده نمودند. بررسی آنها در لایی، متمرکز بر نقاط آب‌بندی این قطعه بود و عوامل موثر بر آن را تحقیق می‌نمود. قاسمی و نورپور [۴] نیز با روش اجزای محدود، هر سه جز مذکور را در یک موتور چهار استوانه بررسی کردند. تفاوت کار آنها این بود که بمنظور نزدیک شدن به شرایط واقعی، شرایط مرزی تحلیل از

[1] Functional layer
[2] Carrier layer
[3] Bead
[4] Stopper

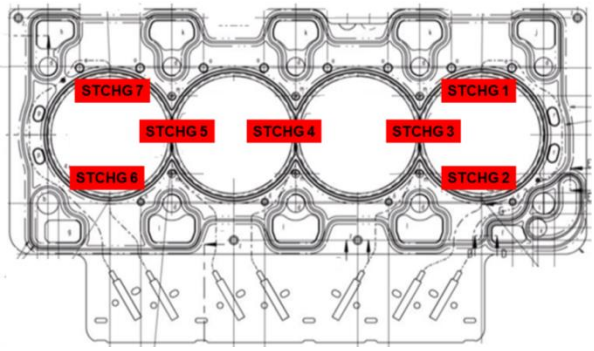
[5] Balakrishnan and Srikanth
[6] Ansys
[7] Lee

آزمون تجربی استخراج شده بود و با استفاده از حسگرهای دما در بستار و بدنه، مقادیر واقعی دما در این قطعات استخراج شده بود. ویجایاباسکار[1][۵] در نرم‌افزار انسیس تحلیل دمایی یک لایی بستار چند لایه فلزی را انجام داد و توزیع دما در لایی را بدست آورد. تفاوت کار او این بود که موتور بررسی شده توسط او از نوع بستار جدا با لایی بستار مجزا بود. همان طور که در پژوهش‌های فوق مشاهده شد بررسی تجربی لایی بستار بسیار کم است. در سال‌های اخیر با رشد حسگرها و تجهیزات داده‌برداری آزمایشگاهی، این زمینه در طراحی لایی بستار وارد شده است. لاسکه[2]و همکارانش [۶] از شرکت رنیز[3]که یکی از شرکت‌های بزرگ تخصصی در این زمینه ساخت لایی بستار است با کاشت حسگرهایی خاص در لایی بستار، دمای این قطعه را در بارها و سرعت‌های مختلف موتور اندازه‌گیری کردند. هدف آنها بررسی تاثیر عوامل مختلف مانند سرعت موتور، بار موتور، دمای و دبی سیال خنک-کاری بر روی دمای لایی بستار بود. علاوه براین آنها دمای لایی بستار و رفتار آن را در چرخه‌های آزمون‌های موتور استاندارد لایی بستار که در بررسی دوام این قطعه رایج است، بررسی کردند.

در این مقاله با روش تجربی و با کاشت حسگرهای در هفت نقطه از لایی بستار یک موتور بنزینی ۴ استوانه، دمای لایی در نقاط مختلف اندازه‌گیری شده است. بررسی تاثیر سرعت موتور، بار موتور، دمای سیال خنک‌کاری و نوع سوخت (بنزین و گاز طبیعی) بر روی دمای لایی از بررسی‌های انجام شده می‌باشد که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد.

۲-آزمون تجربی

همان‌طور که ذکر شد روش بررسی دمایی لایی بستار و عوامل موثر بر آن در این مقاله، روش تجربی می‌باشد. موتور آزمون از نوع چهاراستوانه بنزینی با حجم ۱۷۰۰ میلی‌لیتر، بیشینه گشتاور ۱۵۳ نیوتن‌متر و حداکثر توان ۸۳ کیلووات می‌باشد. لایی بستار بررسی شده از نوع فلزی سه لایه بوده و نقاط درزبندی آن با ماده الاستومری پوشش داده شده است. برای بررسی دمایی، هفت حسگر اندازه‌گیری دما (ترموکوپل) در مراحل ساخت لایی بستار بر روی این قطعه نصب شد. پیچیدگی عملیات نصب حسگرها و همچنین حساسیت زیاد قطعه برای آب‌بندی استوانه ها و راهگاه‌ها، موجب شد این کار در شرکت ساخت این قطعه انجام شود. برای انتخاب نقاط نصب حسگرها، از نتایج تحلیل اجزای محدود لایی موتور مورد بررسی و همچنین نتایج آزمون‌های دمایابی بستار و بدنه که ساده‌تر از لایی بستار هستند، استفاده شد. یکی از معیارهای تعیین نقاط نصب حسگرهای دما، دمای بحرانی (بیشینه دما) بود که از نتایج مذکور استخراج شده بود. در شکل ۳ محل نصب حسگرهای دما نشان داده شده است.



شکل ۳: محل نصب حسگرهای دما

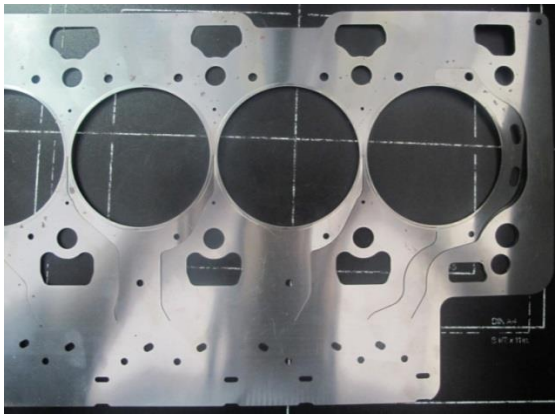
نقاط مشخص شده در شکل ۲ که با نام‌های اختصاری STCHG 1 تا STCHG 6 نشان داده شده است، در جدول ۱ توضیح داده شده است.

جدول ۱: موقعیت حسگرهای مشخص شده در شکل ۲.

نام اختصاری	توضیح
STCHG 1	سمت فشاری[4]استوانه ۱
STCHG 2	سمت ضدفشاری[5]استوانه ۲
STCHG 3	بین استوانه های ۱ و ۲
STCHG 4	بین استوانه های ۲ و ۳
STCHG 5	بین استوانه های ۳ و ۴
STCHG 6	سمت ضدفشاری استوانه ۴
STCHG 7	سمت فشاری استوانه ۴

۱-۲-آماده‌سازی لایی بستار

لایی بستار بررسی شده، از نوع لایی های فلزی سه لایه می‌باشد. برای نصب حسگرها، لایه میانی بوسیله لیزر برشکاری شد (شکل ۴) و حسگرها که ترموکوپل‌های نوع K با ضخامت ۰,۲۵ میلی‌متر بودند در شیارها قرار گرفت و از سمت طولی لایی بستار مهار شدند.



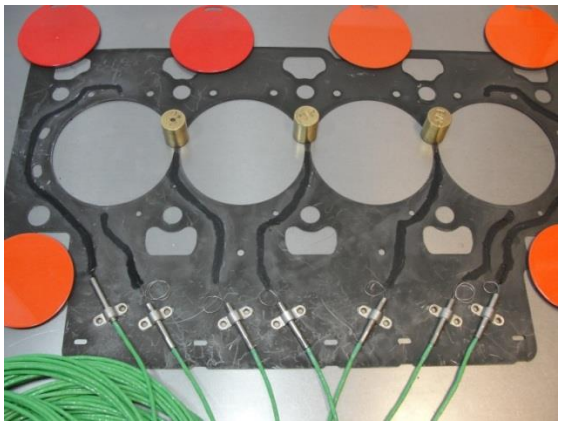
شکل ۴: برشکاری لایه میانی لایی برای نصب حسگرهای دما

[1] Vijayabaskar
[2] Laske
[3] Reinz
[4] Thrust side
[5] Anti thrust side

شکل ۵ لایه میانی را بعد از آماده‌سازی و پوشش دهی نشان می‌دهد. سپس لایه‌های دو طرف بر روی لایه میانی قرار گرفت و بوسیله جوش لیزری، به لایه میانی جوش داده شد و در نهایت ماده آب‌بندی بر روی سطح بیرونی لایه‌های دو طرف توسط ماشین‌های خودکار سازنده پوشش داده شد. مشخصات حسگرهای استفاده شده در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲: مشخصات حسگرهای دما

مشخصه	مقدار
دمای کارکردی	۲۰۰C º- تا ۱۱۵۰C º
جنس پوشش	اینکونل ۶۰۰
مقدار خطای اندازه‌گیری	کمتر از ۱,۵C º
زمان پاسخ[۱]	کمتر از ۱۵۰ ms



شکل ۵: لایه میانی لایی سرسلیندر بعد از آماده سازی و پوشش‌دهی

۲-۲- روش آزمون

لایی بستار بعد از آماده‌سازی بر روی موتور هم‌بندی و موتور در اتاق آزمون نصب شد. اتاق آزمون برای کنترل سرعت و بار موتور، مجهز به دینامومتر از نوع جریان گردابی است. همچنین تجهیزاتی برای خنک-کاری دمای سیال خنک‌کاری و هوای ورودی موتور دارد. همه این مشخصات بوسیله حسگرها و دستگاه داده‌برداری با فرکانس ۱۰ هرتز قابلیت داده‌برداری و ذخیره‌سازی دارد.

بمنظور تعیین روش آزمون، نخست باید عوامل موثر بر دمای لایی بستار را شناخت. این عوامل عبارتند از:

- بار (توان) موتور
- سرعت (دور) موتور
- حرارتی ناشی از اصطکاک اجزای مکانیکی موتور
- دمای سیال خنک‌کاری
- دبی سیال خنک‌کاری
- دبی و دمای گازهای خروجی موتور [۷ دستورالعمل].

در این مقاله، تاثیر چهار عامل بار و سرعت موتور، دمای سیال خنک-کاری و نوع سوخت (بنزین و گاز) بر روی دمای نقاط مختلف لایی بستار بررسی شده است. برای این منظور آزمون در دو مرحله انجام شد. یک بار در شرایط تمام بار، موتور از دور ۱۰۰۰ دور بر دقیقه تا ۶۰۰۰ د.د.د با گام‌های ۵۰۰ د.د.د جاروب شد. بار دیگر در سرعت ثابت ۶۰۰۰ د.د.د ، بار موتور از شرایط کمینه تا تمام بار با فشار متوسط موثر ترمزی[۲] ۱ بار جاروب شد. این دو آزمون با دو دمای سیال خنک‌کاری ۹۰ و ۱۱۵ درجه سلسیوس و دو سوخت بنزین و گاز انجام شده است (هشت مرحله آزمون). بررسی دمای حسگرها در شرایط کارکردی غیرپایا[۳]از دیگر آزمون‌هایی بود که انجام شد تا هم رفتار لایی بستار در این شرایط بررسی گردد و هم زمان پاسخ حسگرها ارزیابی شود. در آزمون غیرپایا، سرعت موتور در زمان اندک از ۶۰۰۰ د.د.د تا ۱۰۰۰ د.د.د کاهش می-یابد.

۳-نتایج

در شکل ۶ نمودار نتایج آزمون در شرایط تمام بار و در سرعت‌های مختلف آورده شده است. در این مرحله از آزمون بار ثابت بوده و سرعت متغیر است. شکل‌های ۶-الف و ۶-ب با سوخت بنزین بوده و دمای سیال خنک‌کاری به ترتیب ۹۰ و ۱۱۵ درجه سلسیوس می‌باشد. شکل-های ۶-ج و ۶-د تکرار این آزمون‌ها با سوخت گاز طبیعی است. با توجه به اینکه دماها مربوط به لایی بستار درحال توسعه بوده، نمودارها بصورت مقایسه‌ای آمده است و از ذکر مقدار دماها خودداری شده است. بمنظور انجام دقیق و صحیح مقایسه، همه نمودارها در یک مقیاس رسم شده است.

بار دیگر آزمون‌ها با سرعت ثابت ۶۰۰۰ دور بر دقیقه و با تغییر بار موتور از کمترین بار تا تمام بار تکرار شد. نتایج این آزمون‌ها برای دو دمای سیال خنک‌کاری ۹۰ درجه سلسیوس با سوخت بنزین و گاز طبیعی در شکل ۷ آورده شده است.

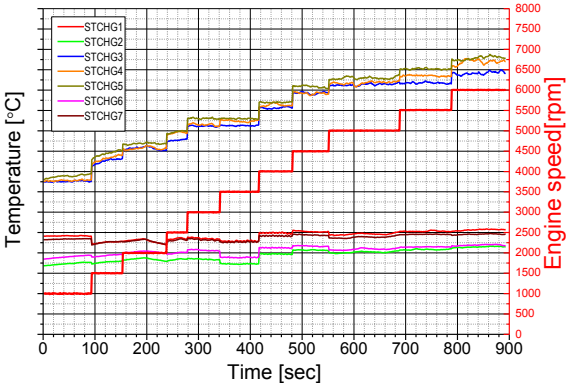
همان طور که شکل‌های ۶-الف تا ۶-د نشان می‌دهد با افزایش سرعت موتور، دمای نقاط بین استوانه ها (STCHG 3، STCHG 4 و STCHG 5) افزایش قابل توجهی دارد اما دمای نزدیک استوانه ها (STCHG 1، STCHG 2، STCHG 6 و STCHG 7) تقریبا ثابت است که این رفتار در هر دو دمای سیال خنک‌کاری و هر دو سوخت مشاهده می‌شود. علاوه بر این با تغییر سوخت از بنزین به گاز طبیعی، دمای نقاط در حدود ۱۰ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد. بیشترین دما بین استوانه های ۲ و۳ می‌باشد. در شرایط سرعت ثابت و افزایش بار موتور،

۱ Response time

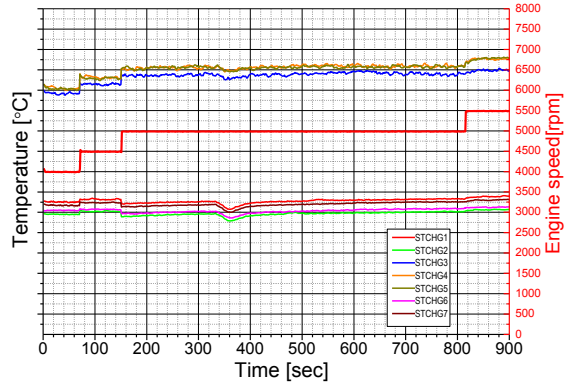
۲ BMEP

۳Transient

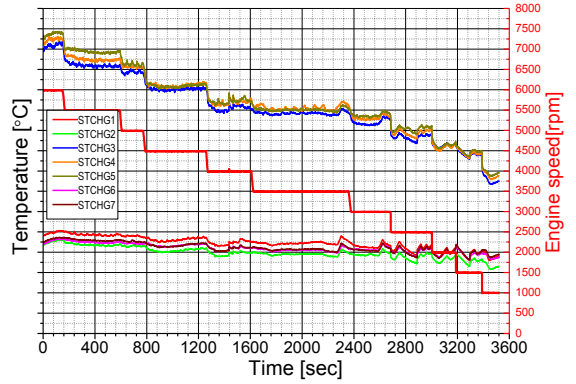
شرایط اندکی متفاوت است و افزایش دما در نزدیکی استوانه ها نیز مشاهده می‌شود که البته شدت آن کمتر از نقاط بین استوانه ها است.



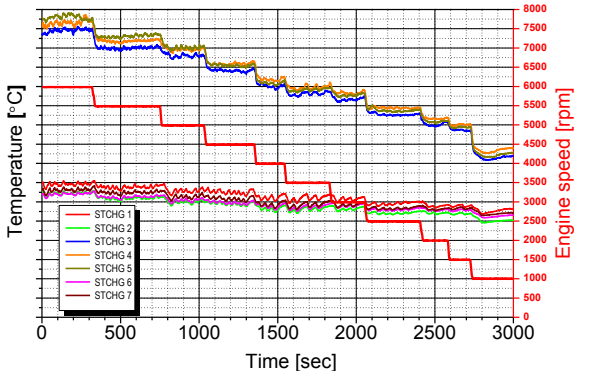
الف- دمای سیال خنک‌کاری ۹۰ درجه سلسیوس با سوخت بنزین



ب- دمای سیال خنک‌کاری ۱۱۵ درجه سلسیوس با سوخت بنزین

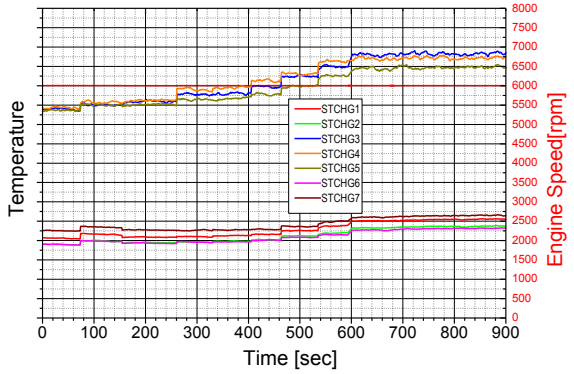


ج- دمای سیال خنک‌کاری ۹۰ درجه سلسیوس با سوخت گاز طبیعی

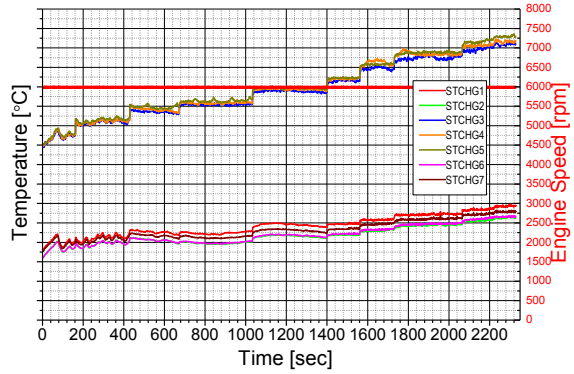


د- دمای سیال خنک‌کاری ۱۱۵ درجه سلسیوس با سوخت گاز طبیعی

شکل ۶:دمای نقاط مختلف بستار در شرایط تمام بار و سرعت‌های مختلف



الف- سوخت بنزین

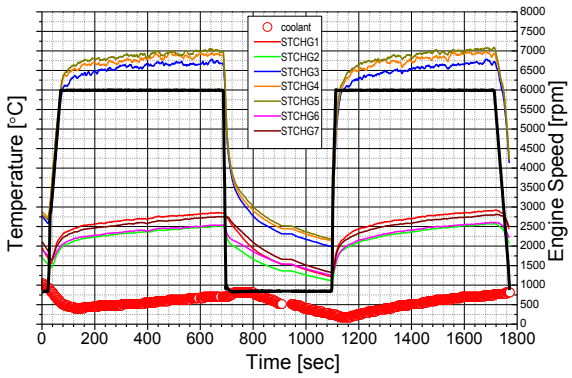


ب- سوخت گاز طبیعی

شکل ۷. دمای نقاط مختلف بستار در سرعت ۶۰۰۰ د.د.د و بارهای مختلف با دمای سیال خنک‌کاری ۹۰ درجه سلسیوس

در شکل ۸ نمودار آزمون غیرپایا با سوخت بنزین نشان داده شده است. در این آزمون سرعت موتور از دور آرام تا دور ۶۰۰۰ د.د.د رسیده و ۱۰ دقیقه در این شرایط باقی می‌ماند و سپس با سرعت بیشتری به دور آرام بر می‌گردد. این آزمون در چرخه آزمون‌های دوام قطعه لایی بستار رایج است و بوسیله آن می‌توان علاوه بر بررسی رفتار دمایی لایی در چرخه دوام حرارتی، نحوه اجرای چرخه آزمون بوسیله تجهیزات اتاق آزمون را بررسی نمود. در آزمون‌های دوام لایی بستار، این چرخه به تعداد زیاد و در حدود چند صد چرخه تکرار می‌گردد و بستار و لایی آن تحت خستگی مکانیکی-حرارتی کم چرخه[2] قرار می‌گیرد.

2- Low cycle thermo-mechanical fatigue



شکل ۸. دمای نقاط مختلف بستار در آزمون غیرپایا.

همان طور که شکل ۸ نشان می‌دهد از دور د.د.د ۶۰۰۰ تا دور د.د.د ۱۰۰۰ که دمای سیال خنک‌کاری در حدود ۲۰ درجه سلسیوس کاهش یافته، دمای لایی بستار در حدود ۳۵ درجه کمتر از نتایج دور د.د.د ۱۰۰۰ در شکل ۶-الف می‌شود. در صورتی که مقایسه نتایج دمای لایی در دماهای ۱۱۵ تا ۹۰ درجه سلسیوس (شکل‌های ۶-الف با ۶-ب یا ۶-ج با ۶-د) نشان می‌دهد که در دماهای بالای سیال، کاهش ۲۵ درجه سلسیوس از دمای آن تنها حدود ۱۰ درجه کاهش در دمای لایی ایجاد کرده است. بنابراین در دماهای پایین سیال خنک‌کاری (دماهای کمتر از ۹۰ درجه سلسیوس) دمای لایی بستار با نرخ بیشتری نسبت به دماهای بالای آن کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق تاثیر سرعت موتور، بار موتور، دمای سیال خنک‌کاری و نوع سوخت بر روی دمای لایی بستار بررسی شد. همچنین دمای نقاط مختلف لایی بستار مقایسه شد و نقطه بحرانی از نظر بیشینه دما استخراج گردید. با توجه به آزمون‌های انجام شده و بررسی‌های صورت گرفته بر روی داده‌ها، می‌توان نتایج زیر را حاصل نمود:

- دمای لایی بستار با تغییر سوخت از بنزین به گاز طبیعی افزایش می‌یابد.
- در لایی بستار بررسی شده دمای سمت فشاری و ضدفشاری استوانه ها در شرایط تمام بار، با افزایش سرعت تغییر چندانی نمی‌کنند اما دمای بین استوانه ها افزایش صعودی دارد.
- در شرایط سرعت ثابت با افزایش بار موتور، دمای همه نقاط لایی بستار افزایش می‌یابد اما شدت افزایش دمای بین استوانه ها بیشتر است.
- بیشینه دمای لایی بستار مربوط به نقطه بین استوانه های ۲ و ۳ می‌باشد.
- در دماهای سیال خنک‌کاری پایین (کمتر از ۹۰ درجه سلسیوس)، تاثیر دمای سیال خنک‌کاری بر روی دمای لایی بستار بیشتر از دماهای بالا بوده و همچنین نرخ کاهش دمای سیال خنک‌کاری بیش از نرخ کاهش دمای سیال است.

تشکر و قدردانی

این مقاله با حمایت مالی شرکت تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران-خودرو (ایپکو) انجام شده است و نویسندگان از مسئولین و پرسنل این شرکت بخصوص واحد آزمایشگاه آن، تقدیر و تشکر دارند.

مراجع

[1] M.Srikanth, B.M.Balakrishnan, Cylinder Head Gasket Analysis to Improve its Thermal Characteristics Using Advanced Fem Tool, International Journal of Machine and Construction Engineering, **2** (2015).

[۲] سعید عبدالملکی، دستور العمل آزمون بررسی حرارتی لایی سرسیلندر، شرکت ایپکو، ۱۳۹۳.

[3] C. C. Lee, K. N. Chiang , W. K. Chen, R. S. Chen, Design and analysis of gasket sealing of cylinder head under engine operation conditions, Finite Elements in Analysis and Design 41 (2005) 1160–1174.

[۴] محسن قاسمی، علیرضا نورپور، تحلیل تنشهای تماسی و رفتار غیرخطی لایی بستار چند لایهٔ فولادی به کمک روش اجزای محدود، فصلنامهٔ علمی- پژوهشی تحقیقات موتور، سال پنجم، شمارهٔ پانزدهم، تابستان ۱۳۸۸.

[5] L.Vijayabaskar, Thermal Analysis of Cylinder Head Gasket Using Ansys, Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR) **2** (2016) 772-779.

[6] M. Laske, J. Ludwig, G. Unseld and A. Weiß Thermal Examination of a MLS Gasket with Integrated Sensor Technology for an Effective Heat Management, 2003 SAE World Congress, Detroit, Michigan, March 3-6, 2003.

The Journal of Engine Research

Journal Homepage: www.engineresearch.ir

Thermal analysis of multiple layers steel(MLS) cylinder head gasket via test

M. Rezaei[1*], A. Zakeri[2], S. Abdolmaleki[3]

[1]*Irankhodro Powertrain Company (IPCo), Tehran, Iran, me_rezaei@ip-co.com*
[2]*Irankhodro Powertrain Company (IPCo), Tehran, Iran a_zakeri@ip-co.com*
[3]*Irankhodro Powertrain Company (IPCo), Tehran, Iran, s_abdolmaleki@ip-co.com*
[*]*Corresponding Author*

ARTICLE INFO

Article history:
Received: 22 December 2017
Accepted: 21 February 2018

Keywords:
Cylinder Head Gasket
Thermal Analysis
Engine Test
Multiple Layers Steel (MLS)

ABSTRACT

Engine new design has leaded to decreasing weight and material so cylinders get near together and cylinder bridges become thinner. In this design the function of the cylinder head gasket (CHG) could be important more than before. In CHG design, the thermal load is one of the important loads and its analysis is necessary. The extensive use of finite element method (FEM) and its low cost, directs more of the cylinder head analysis to this method. In this paper thermal analysis of the CHG of a 4 cylinder bi-fuel engine was done via experimental method and 7 thermocouples was installed on different position of CHG. The effects of engine speed, load, coolant temperature and fuel type (gasoline or CNG) on CHG temperature has been investigated. The results shown that temperature of cylinder bridges increased with increasing engine speed and load but at the around of cylinders, CHG temperature is stable. This result was repeated with both fuels and both coolant temperatures (90 °C and 115 °C). The CHG temperature was increased about 10 °C with switching fuel from gasoline to CNG. The maximum temperature of CHG was between cylinders 2 and 3.

© Iranian Society of Engine (ISE), all rights reserved.