جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة السيارات والآليات الثقيلة

تأثير استخدام الزيوت المختلفة على تآكل مجموعة أسطوانة – مكبس وحلقاته لمحرك احتراق داخلي

The effect of using different oils on the wear of the piston ring-liner assembly in an internal combustion engine

إعداد : م. محمد ماهر محمد نجم كلّاس
المشرف الرئيسي : أ.م.د. محمد سعيد السّابق
المشرف المشارك : أ.د. يونس ساعود

الملخص

يتضمن هذا البحث المنهجية العملية الحقيقية والمخبرية المتبعة لمقارنة أثر استخدام كلاً من زيت المحرك الصنعي وشبه الصنعي والمعدني على تآكل أجزاء محرك ثابت بنزيني رباعي الشوط، حيث تم تجهيز ثلاث منصات اختبار متماثلة تتضمن كل منها محركات لها المواصفات الفنية والتصميمية نفسها وتشغيلها بالظروف الاستثمارية والمحيطية والمناخية بآن واحد، وضع بمحرك الأولى زيت معدني وبالثانية زيت شبه صنعي وفي الثالثة زيت صنعي لها جميعها درجة لزوجة متعددة ومستوى أداء نفسه (SAE10W40 API: SL/CF)، تم تشغيل المنصات حتى 1500 ساعة عمل وإجراء اختبارات تحليل لزيوت المحركات مخبرياً كل 100 ساعة عمل لتقصي أثر استخدام الزيوت المدروسة على تآكل أجزاء المحرك، كما تم فك المحركات كل 300 ساعة عمل لإجراء القياسات الدقيقة لمجموعة الأسطوانة – مكبس مع حلقاته لتقصي أثر تلك الزيوت على الاهتراء الكاشط للمحرك، وأخيراً تم توصيف الاهتراء ميتالوغرافياً وطبوغرافياً والذي يعكس الاهتراء التآكلي واهتراء التعب للمجموعة المذكورة. بينت النتائج أن أثر استخدام الزيت الصنعي على تآكل أجزاء المحرك ومجموعة الأسطوانة - مكبس مع حلقاته أفضل من الزيت شبه الصنعي والزيت المعدني.

القسم العملي

تضمن الجزء العملي في هذا البحث تنفيذ خطة التجارب العملية الحقيقية والجانب التطبيقي وفق المراحل الآتية:

1-تجهيز ثلاث منصات اختبار للتجارب العملية. 2-تحضير زيوت محركات التجربة. 3-تشغيل منصات الاختبار بحمولات مختلفة ومتغيرة على ثلاث مراحل متباينة للوصول إلى 1500 ساعة عمل. 4-إجراء التحاليل المخبرية بأخذ عينات من زيوت محركات منصات الاختبار بشكل دوري كل 100 ساعة عمل وإجراء الاختبارات اللازمة لهذه العينات. 5-فك محركات منصات الاختبار دورياً كل 300 ساعة عمل وإجراء القياسات الدقيقة اللازمة على مجموعة الأسطوانة - مكبس مع حلقاته للحصول على معدل تغير الاهتراء الكاشط الحاصل تبعاً لساعات العمل التشغيلية. 6-رسم المخططات والمنحنيات البيانية لنتائج اختبارات التحاليل المخبرية ومناقشة تلك النتائج. 7-رسم المخططات والمنحنيات البيانية لنتائج القياسات الدقيقة ومناقشة تلك النتائج. 8-توصيف الاهتراء ميتالوغرافياً باستخدام المجهر الضوئي الميكروي والذي يعبر عن الاهتراء التفاعلي (الكيميائي) واهتراء التعب. وتحديد تباين التضاريس وخشونة الأسطح لبطانة أسطوانات محركات التجارب العملية.

القسم العملي

9-الجانب التطبيقي والذي يتضمن محاكاة الاهتراء بوضع المعادلات الرياضية للاهتراء بمساعدة البرنامج الحاسوبي MATLAB وذلك على ضوء قيم نتائج التجارب العملية، حيث تم التحقق من صحة نتائج المحاكاة التي أظهرت خطأ أعظمي قدره 0.4.

القسم النظري

ابتدأ القسم النظري بالإطار العام للبحث المتضمن المقدمة ثم أهم الدراسات السابقة (الدراسات المرجعية) المتعلقة بموضوع هذا البحث، ثم تتابع بإشكالية البحث فأهدافه وأهميته ومسوغاته ومحدوديته وتساؤلاته وفرضياته ومسلماته ومنهجه وأدواته، ثم تسلسل بعرض هيكل الأطروحة بفصوله الستة على الشكل الآتي:

• تضمن الفصل الأول التعريف بمحرك الاحتراق الداخلي وبشكل خاص المحرك الثابت، ثم شرحاً مقتضباً لمجموعة الأسطوانة - مكبس مع حلقاته.

• تناول الفصل الثاني علم الترايبولوجيا تعريفه وأقسامه الثلاثة المتضمنة الاحتكاك والتزييت والاهتراء، وتم من خلاله تسليط الضوء على ترايبولوجيا المحركات والسيارات.

• بعدها الفصل الثالث الذي تناول زيوت محركات الاحتراق الداخلي المعدنية وشبه الصنعية والصنعية ثم استعرض زيوت المحركات المعدنية السورية المنتجة في معمل مزج الزيوت بحمص.

• تم في الفصل الرابع التعريف بالمواد والأجهزة والأدوات المستخدمة في هذا البحث.

• أما الفصل الخامس فقد تضمن الجزء العملي بمراحله المتسلسلة وشرحاً تفصيلياً للتجارب العملية والمخبرية المنجزة في هذا البحث.

• أما الفصل السادس فقد تضمن الجانب التطبيقي لمحاكاة اهتراء معادن الحديد والكروم والنحاس وأجزاء مجموعة الأسطوانة – مع حلقاته بمساعدة البرنامج الحاسوبي MATLAB.

النتائج والمناقشة

1)تبين نتائج اختبارات التحاليل المخبرية أن أثر استخدام الزيت الصنعي على تآكل أجزاء المحرك أفضل من الزيت شبه الصنعي والزيت المعدني حيث أظهرت جميع القيم لنسب تآكل المعادن لكل من الحديد والنحاس والكروم انخفاض نسبي واضح لها. 2)تبين نتائج القياسات الدقيقة والتي تعبر عن الاهتراء الكاشط أن معدلات الاهتراء لعناصر مجموعة الأسطوانة – مكبس مع حلقاته كانت أقلها للمحرك العامل على الزيت الصنعي تليها المحرك العامل على الزيت شبه الصنعي ثم يأتي أخيراً المحرك العامل على الزيت المعدني الذي كان أكبرهم بمعدلات الاهتراء. 3)أظهرت نتائج توصيف الاهتراء ميتالوغرافياً تغلغل التآكل تحت السطح لأسطوانة المحرك العامل على الزيت المعدني السوري (ديلوكس) بينما كان التآكل سطحي وضحل في المحرك العامل على الزيت الصنعي حيث تُعبر تلك الاختبارات عن الاهتراء التفاعلي (الكيميائي) والاهتراء الناتج عن التعب. 4) تم من خلال الجانب التطبيقي لهذا البحث وضع نموذج رياضي لمحاكاة اهتراء أجزاء مجموعة أسطوانة – مكبس مع حلقاته ومعادن الاهتراء من حديد وكروم ونحاس من خلال قيم نتائج التجارب العملية بمساعدة البرنامج الحاسوبي MATLAB وقد تم التحقق من الصحة بتقارب نقاط قيم المحاكاة عند 600 ساعة عمل مع القيم التجريبية وبخطأ أعظمي قدره 0.4.

المراجع

- W. Weiwei, M. Miao, M. Jiandog and J. Yuanming, "Influence of Base Oil Molecular Structure on the Tribological Performance of Diesel Engine Cylinder Liner and Piston Ring," in International Conference on Mechanical Engineering and Automation (MEA 2022) 09/12/2022 - 11/12/2022, Chongqing, China, 2023.
- K. Jit Singh and N. Gupta, "Experimental Analysis of Piston Ring to Reduce Friction by Using Different Lubricants (Sae15w and Sae30w) for a Four Stroke Four Cylinder Petrol Engine," EFFLATOUNIA - Multidisciplinary Journal, vol. Vol. 5, no. No. 1 (2021).
- Z. Westerfield, Y. Liu, D. Kim and T. Tian, "A Study of the Friction of Oil Control Rings Using the Floating Liner Engine," SAE International Journal Engines, vol. 3, pp:1807-1824, 2016.
- Y. Kimura, M. Murakami, H. Bouassida and Y. Tanguy, "Development of Piston and Piston Ring Lubrication Analysis," SAE Technical Paper, 2015.
- W. S. Eric and H. B. Daniel, "Radiotracer method for measuring real-time piston-ring and cylinder-bore wear in spark-ignition engines," Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Journal, vol. Issues 1–2, PP: 559-563, 1 June 2003.
- م. غ. السراقبي, تصميم محركات الاحتراق الداخلي, دمشق: منشورات جامعة دمشق، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية, 2010, .ص ص: 53 - 141.