دراسة سلوك البلى للحلقات الأنزلاقية في محركات الاحتراق الداخلي

أحمد عودة جاسم

كلية الهندسة -جامعة بابل

الخلاصة

تعتبر حلقات مانع التسرب (Piston sliding ring) في محركات الاحتراق الداخلي من الأجزاء المهمة في إطالة عمر المحرك والسيطرة على أداءه لذا فأن أطالة عمر هذه الحلقات ضد البلى الانزلاق الترددي (reciprocating sliding wear) يزيد من عمر المحرك وتصنع هذه الأجزاء عادة اما من حديد الزهر أو الفولاذ السبائكي[1] كما أن الحلقات المصنعة من الفولاذ السبائكي تكون أكثر تحملاً ومتانة تحت ضروف العمل ولكن بكلفة أعلى . في البحث الحالي تم تقيم أداء حلقات مانع التسرب من منشأ خارجي(حديد زهر رمادي) وذلك من خلال أجراء فحص البلى الأنتصاقي تحت ظروف تشغيل مختلفة والمأخوذه في محرك الاحتراق الداخلي من خلال وجود الزيت وبخار الماء المنبعث من الاحتراق التام للوقود كذلك تم تصنيع سبيكة بواسطة الصهر الموضعي(باستخدام لحام TIG) لسلكين من سبيكة الفولاذ 316 L مع سبيكة فولاذ السرعات العالية بالمواصفات الألمانية HS 0-1-1 الخالية من عنصري النكستن والكوبلت وكان التركيب الكيميائي للسبيكة الناتجة بعد الصهر مبين بالجدول التالي:

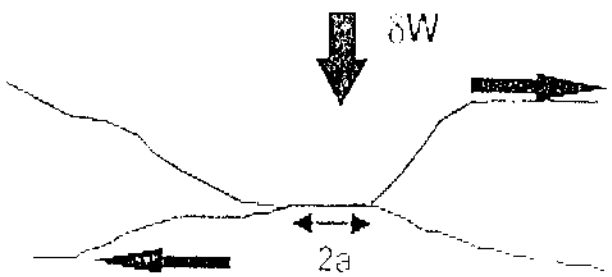
Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	V	B
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Reminder	0.51	0.4	0.5	0.089	0.02	>7	>1	3.1	0.2	0.7	0.012

تم تقيم أداءها لمقاومة البلى تحت نفس الظروف وأظهرت النتائج بأن معدل البلى يعتمد على ظروف التشغيل وبقل باستخدام الزيت وكذلك أظهرت النتائج بأن السبيكة المصنعة تمتاز بمقاومة بلى مقاربة الى الحلقات من المنشأ الأجنبي.

المقدمة

يعد البلى من الظواهر المرافقة لسلوك الاحتكاك بين الأجزاء التي توجد بينها حركة نسبية Relative Motion ويعتمد على الكثير من العوامل منها ما يخص المواد المتماسة ومنها ما يخص الزيت ومنها ما يخص ضروف العمل لذلك فهو يعتمد على طبوغرافية السطح والتي بدورها تعتمد على عملية الأنهاء (finishing process) [2,3] .

هنالك الكثير من الدراسات والبحوث التي أهتمت بدراسة طبيعة الاحتكاك والبلى وسبل التقليل منه حيث قام الباحث Archardبوضع نموذج رياضي للعوامل المؤثرة على سلوك البلى واثبت رياضياً أن معدل البلى الكلي (Q)يتناسب طردياً مع الحمل المسلط وعكسيا مع صلادة السطح الألين بوجود عامل تناسب (K) سمي بمعامل (Archard)[2] وأدناه اشتقاق لمعادلة (Archard) وعلى افتراض أن المادة المفقودة متناسبة مع حجم التماس بين النتوءات يكون :



الشكل رقم (1) يوضح دوائر التلامس للبلى الأنتصلقي[3]

$$\text{معدل البلى الكلي} \quad -\kappa\frac{\delta V}{a}=\kappa\frac{\pi a^3}{3}$$

κ جزء المقاسات المسببة للبلى

$$-\kappa\sum\frac{\pi a^3}{3}$$

Also $\delta W = H\pi a^3$ H صلادة النتوءات الأين

So $W = H\sum\pi a^3$ مجموع المقاسات على جميع النتوءات

$$Q=\frac{\kappa W}{3H}=K\frac{W}{H}$$

$$or \quad Q=\kappa' W \quad with \kappa'=K/W$$

$$units: m^2N^{-1}\ or, often, mm^3m^{-1}N^{-1}$$

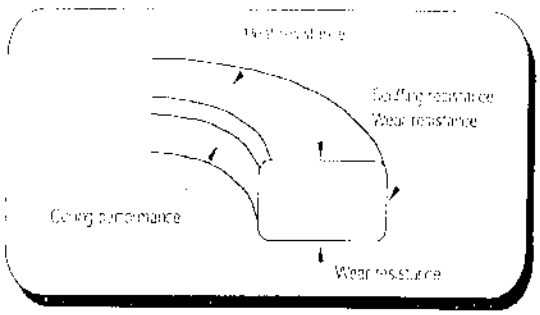
كذلك توصل الباحثان Konvopoulos and Nagarathnam[5] إلى إمكانية استخدام ليزر Co_2 بقدرة 10 Watt للأكساء الصلب الكاربوني باستخدام مزيج من مساحيق(الحديد –الكروم– الكاربون) ونسبة (1:5:10) على التوالي حيث تم الحصول على مقاومة بلى وصلادة عالية وبنية بلورية ناعمة أما الباحث Walid K.Hamoudi[6] فقد تمكن من تصليد الفولاذ الكاربوني والحصول على طور المارتنسايت باستخدام ليزر Co_2 عالي القدرة وأثبت أن الصلادة الناتجة لها علاقة بسرعة الإشعاع ونسبة الكاربون . أم الباحث د.محمد جاسم كاظم[7] فقد قام بأكساء سطح الفولاذ الكاربوني و باستخدام الليزر بمسحوق من الصلب المقاوم للصدأ 316 L مع مسحوق سيراميكي بنسبة 5% من الزركونيا والبتريا (ZrO_2+Y_2O_3) . وتوصل الباحثان رابحة صالح ياسين وعباس عبد الله أحمد [8] الى أن معدل البلى في المصبوبات التي أجريت لها معاملة المجانسة ولفترة زمنية 130 ساعة أقل بكثير من المصبوبات غير

المتجانسة . قام الباحث نجم عبد الأمير[٥] الى دراسة سلوك السوفان الأنزلاقي والترددي لكراسي التحميل ذاتية التزييت من أنواع نحاس + قصدير 10% ونحاس +10 %كرافيت حيث أظهرت النتائج تفوقا حادا للمحامل لمقاومة البلي. أما الباحث J.N.Sultan[٦] فقد درس سلوك الانزلاق للنحاس المسامي وغير المسامي تحت ظروف التزيت وقد أظهرت النتائج انخفاض الاحتكاك والتآكل في العينات المسامية وغير المسامية .أما البحث الحالي يهدف إلى دراسة سلوك البلى لحلقات مانع التسرب من منشأ خارجي وتصنيع سبيكة مكافئة لها في مقاومة البلى وتحت نفس الظروف .

الجزء العملي

المواد المستخدمة

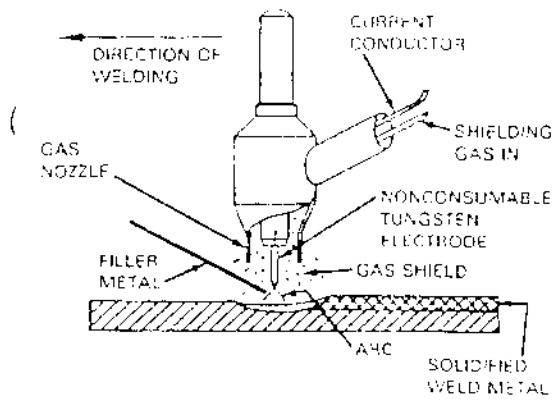
١ تم تحضير عينات من حلقات مانع التسرب(من المنشأ الخارجي) بعد تقطيعها إلى قياسات 5 mm وبسمك قياسي (سمك الحلقة) والشكل التالي رقم (2) يوضح مقطع من حلقة مانع التسرب:



الشكل رقم (2)يوضح مقطع لحلقة مانع التسرب

حيث تم نظافة العينات من الأكاسيد باستخدام ورق التلميع بأرقام 220، 320 ، 500 ، 1000 ، على التوالي ثم صقليا باستخدام مسحوق الالومينا ثم التنظيف بالميثانول الأثيلي وأخيرا بالعملية الاحيائية .

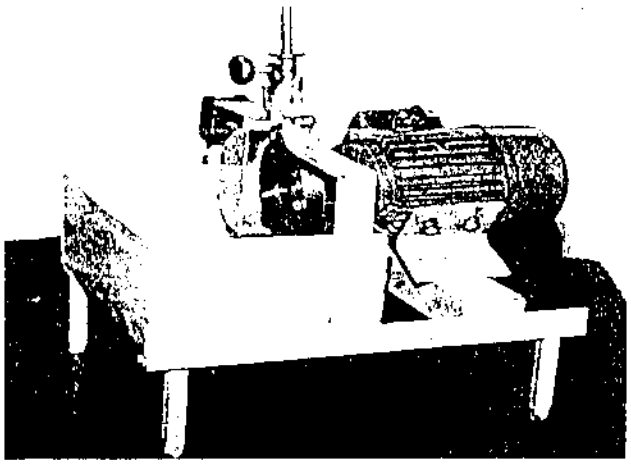
٢ تم تحضير عينات بالقياسات المثبتة أعلاه بطريقة الترسيب الموضعي(باستخدام طريقة لحام القوس الخامل TIG) وبترسيب سلك بقطر 2 mm من فولاذ مقاوم للصدأ 316 L مع سلك من سبيكة فولاذ صلب السرعات العالية(H.S.S) للمواصفات الأمريكية HS 0-4-1 وبقطر 4 mm وتم الترسيب على صفائح من الكرافيت وكما مبين في الشكل أدناه:



الشكل رقم (3) يوضح الية الصهر الموضعي بأستخدام لحام (TIG) للسبيكتين 316 L +HSS

الأختبارات

1- فحص البلى الأنزلاقي (الأتصالي): تم فحص العينات المحضرة من السبائك المقاومة للبلى الانزلاقي والذي يعتمد أسلوب المسمار على القرص (Pin-On-Disk) والموضح في الشكل رقم(4) أدناه ويتكون هذا الجهاز من محرك كهربائي ذو سرعة دورانية ثابتة مقدارها (1500 rpm) وثبت في نهاية المحرك قرص من الصلب الكاربوني (متوسط الكاربون)ويتحرك هذا القرص داخل حوض يحتوي على مائع التشغيل كذلك يحتوي على منظومة التحميل لتغير الحمل المسلط على العينات علماً أن الحمل المسلط هو 77.012 gm بظمنه وزن حامل العينة .



الشكل رقم (4) يوضح جهاز البلى الالتصاقي

2 - أختبار الصلادة :

تم اختبار الصلادة بأستخدام جهاز فيكرز للصلادة الدقيقة (Micro hardness Tester 100 0) صيني المنشأ وكان الحمل المسلط 200 gm وكانت قيم الصلادة للعينتين هي :

صلادة الطلية المصنعة(المنشأ الخارجي) من حديد الزهر الرمادي - 215 HV

صلادة الطلية المصنعة بطريقة الترسيب الموضعي(316L + HS0-4-1) 375 HV

3- فحص البنية المجهرية :

تم تنصيف العينات وأجراء عمليات التلميع والصقل وتهيأتها للفحص المجهري (تم فحص العينة من المنشأ الخارجي لمعرفة البنية المجهرية لها) وباستخدام المجهر الضوئي (Union) وكانت البنية المجهرية مكونة من شرائح ناعمة من الكرافيت وكما موضحة في الشكل أدناه :

الشكل رقم (5) يوضح البنية المجهرية لحلقة مانع التسرب المصنعة من حديد الزهر الرمادي وبتكبير X 40

النتائج والمناقشة

الشكل (6) يبين العلاقة بين الوزن المفقود مع الزمن لعينات من معدن الحلقات من المسأ الأعلى والذي تم اختبارها بظروف البلى الأنزلاقي (sliding ring) وباستخدام المزيت التقليدي (SAE)في محركات الاحتراق الداخلي .ومن ملاحظة المنحنى فأن العلاقة تبدأ بالزيادة الحادة ثم تبدأ بالاستقرار لأن النتوءات تبدأ بالتكسر بشكل كبير في بداية الاحتكاك وذلك بسبب التعانق الموجود بين نتوءات السطحين عند بداية التشغيل وباستمرار الحركة فأن غشاء الزيت يبدأ بالتغلغل إلى داخل هذه النتوءات مما يؤدي الى فصل السطحين وتقليل التعانق وبالتالي تقليل نسبة البلى[9] .أما الشكل(7) يبين العلاقة بين الوزن المفقود مع الزمن ولنفس النماذج وعند نفس ظروف الاختبار (السرعة ،الحمل) وبوسط تزييت مختلف (الماء) حيث أن هذا الوسط يعمل كعامل مزيت من ناحية ومحفز تأكل من ناحية أخرى لذا فأن ظروف الانزلاق بوجود الماء يتزامن فيها تأثير الاحتكاك والتآكل معاً ،فالماء يزيد من معدل البلى في بداية الانزلاق وذلك بسبب زيادة الوزن المفقود. الشكل (9) يوضح تقليل الوزن المفقود بعد فترة من التشغيل نتيجة للأزالة حطام التآكل ثم تغير آلية عمل الماء كمزيت والذي يؤدي الى أستقرار قيم الوزن المفقود .أن جميع الحالات التي تم دراستها قورنت مع حالة البلى الأنزلاقي الجاف المثبت في الشكل(8) ونلاحظ قيم البلى تستمر بالزيادة مع الزمن وبشكل حاد لحين الانتهاء من فترة الاختبار ومن خلال المقارنة مع الشكل (10) تبين أن قيم الوزن المفقود لجميع الحالات تكون أقل بكثير من قيم البلى الأنزلاقي لجاف والذي يحصل بشكل كبير في بداية تشغيل المحرك(I .C) أو عند فقدان التزييت .

أما الشكل (11) فيبين العلاقة بين الوزن المفقود مع الزمن للسبيكة المكافئة (المصنعة)تحت نفس ظروف العمل بدون استخدام مزيت ونلاحظ من خلال قيم الوزن المفقود ولنفس الفترات الزمنية للعينات المحظرة من الحلقة الأنبوبية المنشأ أن هذه السبيكة تمتاز بمقاومة بلى أعلى من السبيكة المستخدمة في الحلقات والمصنعة من (حديد زهر رمادي) وهذا يرجع إلى أن قيم الوزن المفقود من حديد الزهر تكون أعلى ويرجع السبب في ذلك أيضا بالرغم من الصلادة العالية والحجم الحبيبي الناعم لشرائح الكرافيت (Flake) للحلقة المصنعة من حديد الزهر الرمادي الا أن السبيكة المصنعة من(فولاذ سبائكي) والناتجة من صهر سبيكتين إحداهما فولاذ مقاوم للصدأ 316 L (ذات التركيب الأوستنايتي الليين) والأخر فولاذالسرعات العالية في حالة التحمير (استخدام لحام TIG) تحوي على كاربيدات صلدة جداً والاحتمال الكبير في تكون المارتنسايت أثناء عملية التصهير والترسيب يتبعها التبريد بالهواء علماً أن المارتنسايت الناتج يحتوي على عناصر سبيكة إضافة للكاربون وبالتالي ارتفاع الصلادة ومقاومة البلى لها. أما الشكل (12)يبين نفس العلاقة السابقة ولكن باستخدام مانع تزييت (S4).

الاستنتاجات

في ضوء التجارب العملية تم التوصل إلى الاستنتاجات الآتية:

1. زيادة معدل البلى مع زيادة الزمن ولجميع الاختبارات .
2. زيادة البلى الالتصاقي الجاف للحلقة المصنعة من حديد الزهر الرمادي .
3. نقصان الوزن المفقود للسبيكة المصنعة من الفولاذ السبائكي مقارنة مع الحلقة المصنعه من حديد الزهر الرمادي .
4. يؤدي التزييت إلى تقليل قيمة البلى واستقرار قيمته وبشكل كبير مع زيادة زمن الانزلاق .
5. عمل الماء كعامل مؤكسد يؤدي إلى زيادة قيمة البلى في بداية التشغيل (الاختبار) .

References

1-F.A.A. Crane & J.A. Charles (Selection and use of engineering materials) 1984

2-J."Introdution to tripology" wykeham publication (London) ltd 1976.

3-J.F.Archard&W.Hirst"The wear of metals under unlubricated condition", PROC. R. soc. London 1956

4-A.D.Roberts, Tripology Into., 11 (1978) 7.

5-K.Komvopoulos and K. Nagrathnam J. of Engineering Materials and Technology, 112,13,1990.

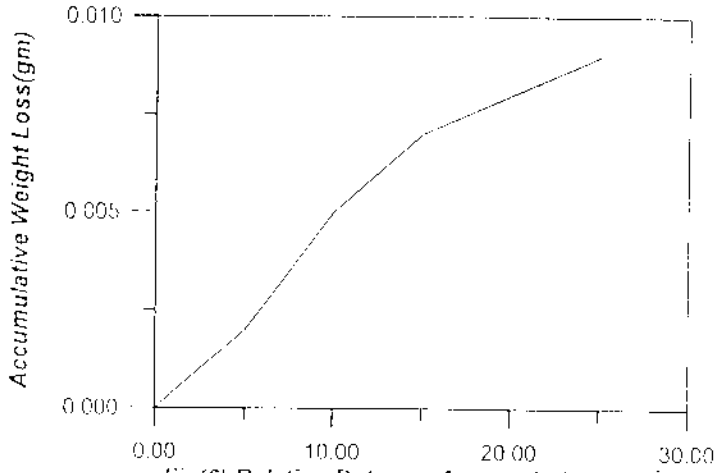
6 Dr. Walid K. Walid K. Hammond, (Cladding of medium carbon steel with stellite powder using a Co2 laser). Engineering and Technology Journal, vol. 18, NO.3-1998.

7 .. محمد جاسم كاظم, (أكساء الصلب الكاربوني باستخدام الليزر) ,مجلة الهندسة والتكنولوجيا ,الجامعة التكنولوجية , المجلد 17 , العدد 6 , سنة 1998 .

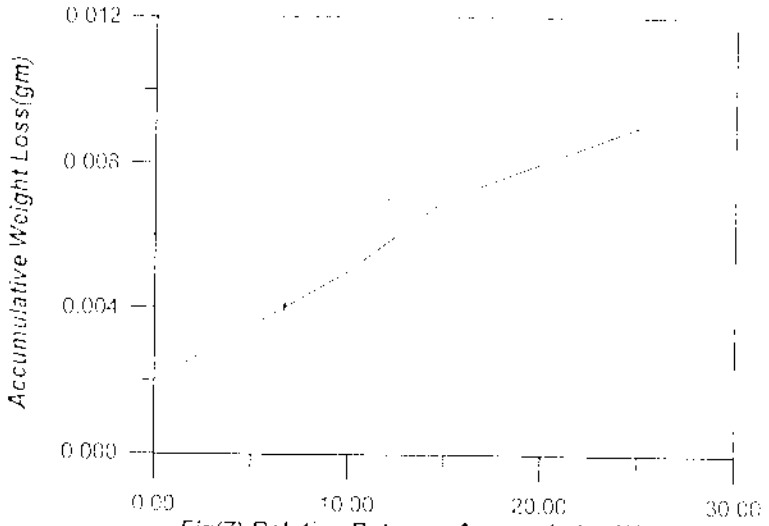
8- رابحة صالح ياسين و عباس عبد الله احمد (تأثير المجانسة لسبيكة (Al – 14 wt % Si) ,مجلة الهندسة والتكنولوجيا ,الجامعة التكنولوجية , المجلد 17 ,العدد 1 ,1998 .

9-N.A. Saad (Sliding Wear of Self-Lubricating Bearing) MSC. Thesis University of Babylon, 1995.

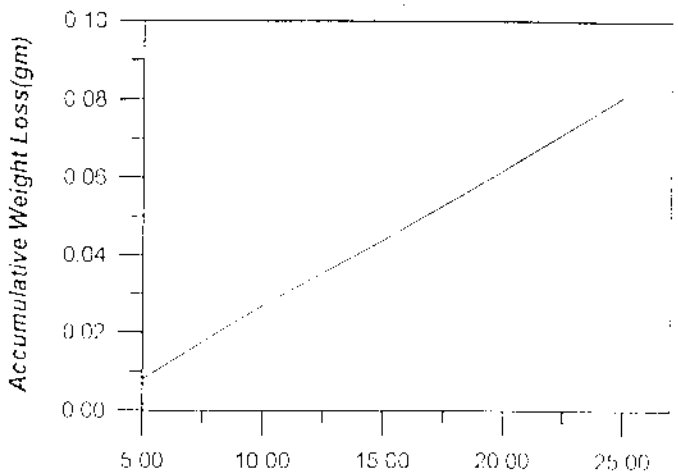
10-N .sulttan"sliding wear of porous surfaces under lubricated conditions" MSC Thesis , Technology University ,Iraq ,1984



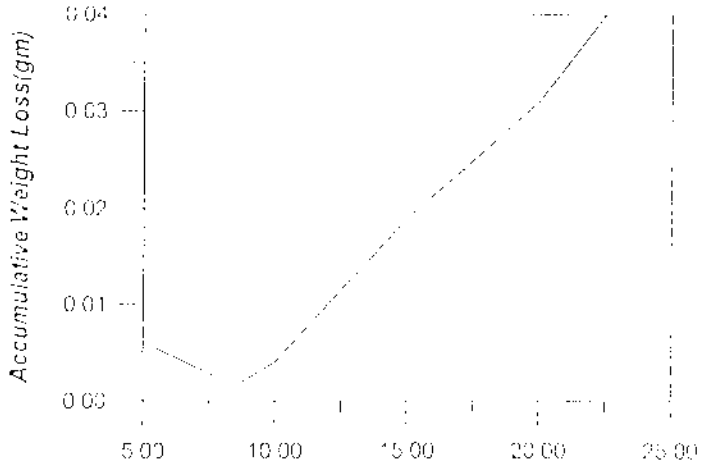
Fig(6) Relation Between Accumulative Weight Loss and Time(sliding with lubricant)



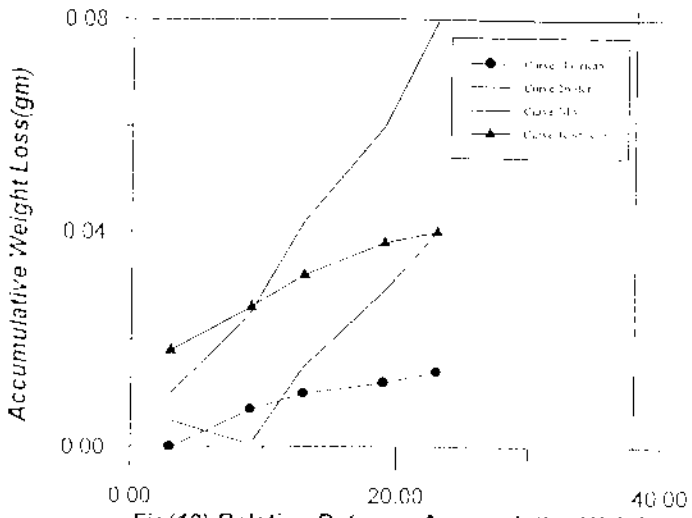
Fig(7) Relation Between Accumulative Weight Loss and Time (sliding with water)



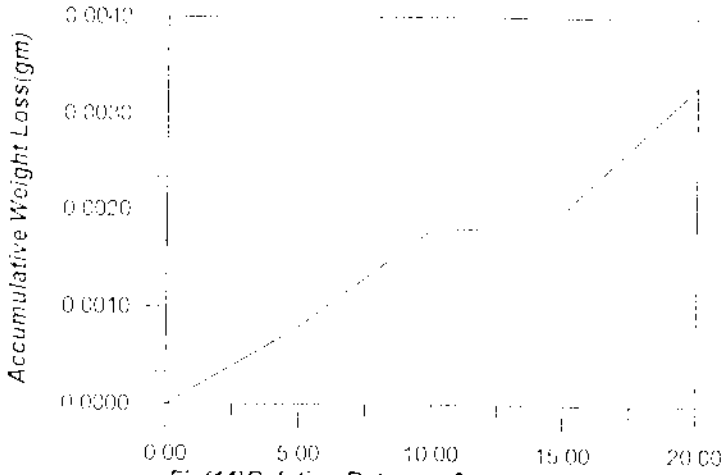
Fig(8)Relation Between Accumulative Weight Loss and Time (dry sliding)



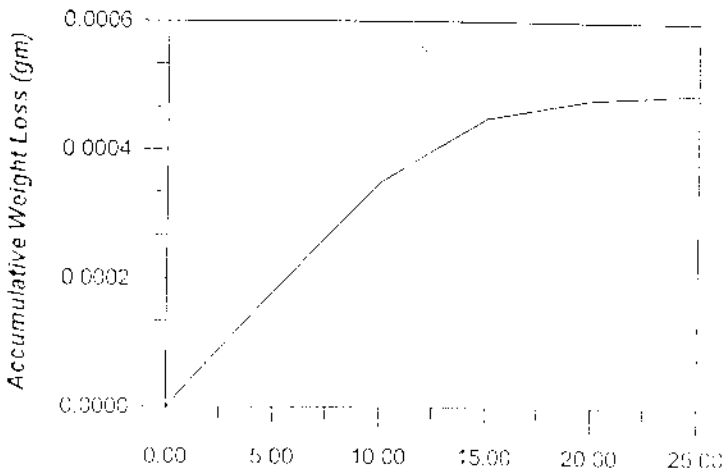
Fig(9) Relation Between Accumulative Weight Loss and Time(corrosion effect)



Fig(10) Relation Between Accumulative Weight Loss and Time(for all conditions)



Fig(11)Relation Between Accumalative Weight Loss Time(dry sliding) fopr local made alloy



Fig(12) Relation Between Accumulative Weight Loss and Time (sliding with lubricant)for local made alloy

Abstract

Piston sliding ring is an important part in internal combustion engine and the life of the engine depends on the performance of the sliding ring. Piston ring materials for engine are being changed from current cast iron to alloy steel. Steel rings are more durable under tough conditions and also more cost In order to evaluate the validity of the study, a foreign slide ring made of (Grey cast Iron) was evaluated under the conditions in (I.C.) engine (oil ,vapor of water emission from hydrocarbon combustion) .Also anew alloy made by local melted (used welding process by (TIG) tow wires (316 L and high speed steel HSS 0-4-1 without tungsten and cobalt contains). The chemical composion for new alloy after melted showed above.

Results of this work show that the wear rate depend on sliding wear conditions and decreased with oil and the wear rate for new alloy is approximately the same of foreign made..

السيطرة على نعومة الاسطح المشغلة بطريقة ECM

حسين علي الحطاب	**سعد شذر**
جامعة بابل – كلية الهندسة	شركة حطين العامة
علاء محمد حسين	**قاسم سمير**
جامعة بابل – كلية الهندسة	شركة حطين العامة

الخلاصة

لقد شهد العالم تطوراً كبيراً في مجال قطع المعادن وخاصة الاجزاء ذات الاستخدام الواسع النطاق في صناعة السيارات والمحركات والتوربينات وغيرها في السنوات الاخيرة بُذل الاتجاه نحو استخدام طرق غير تقليدية للتشغيل لتكون بمثابة بديل لعمليات التشغيل الميكانيكي والتي تهدف إلى قطع المعادن دون حدوث تغيرات وبدون استهلاك في العدد المستخدمة لهذا الغرض ، واحدى هذه الطرق هي طريقة التشغيل الكهروكيميائي Electro Chemical Machining أو ما يعرف اختصاراً (ECM) والتي تبنى على مبدأ التحليل الالكتروني.

لقد تناول هذا البحث دراسة نظرية للعوامل المؤثرة على التشغيل بطريقة (ECM) كالتيار الكهربائي، المحلول الالكتروليتي ودرجة تركيزها، عرض الفجوة الحاصلة من جراء التشغيل أما الجانب العملي فقد تضمن تشغيل عينات ثلاثية ومقارنتها مع عينات من نفس نوعية الفولاذ التي تم تشغيلها بطريقة التشغيل الميكانيكي ومن ثم قياس خشونة السطح (Roughness) المشغل حيث امكن الحصول على نعومة سطح عالية تصل إلى (V8) بعد السيطرة على عرض الفجوة للحصول على تغذية ثابتة ومتوازنة في حين لم تتجاوز النعومة بالطريقة التقليدية عن (V6).

قائمة الرموز و المصطلحات

V	فرق الجهد (فولت)
R	المقاومة
I	التيار.
ρ	المقاومة النوعية.
L	المسافة
λ	مسافة القطع.
ω	المكافئ الالكتروكيميائي
$M_{w.eq}$	الوزن الذري المكافئ.
m	كمية المادة المازة (المترسبة)
a	الوزن الذري (gm)
t	زمن التفاعل (min)
n	تكافؤ المادة
F	ثابت فراداي 7.496×10^6
V_c	الحجم النوعي
V_f	سرعة التغذية