مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (2) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (2) 2014

إمكانية استخدام مواد كيميائية جديدة كطبقات تبطين للتقليل من الاحتكاك والإهتراء والتآكل

نقولا حموي*
شفيق أستور**

(تاريخ الإيداع 25 / 11 / 2013. قُبِل للنشر في 25/ 3 / 2014)

□ ملخّص □

تم قياس وتحديد سلوك التآكل والاحتكاك لطبقة تبطين مركّبة من مادتي الكربون والفلور بنسب تركيب معيّنة لكلٍ منها .

تم رش طبقة التبطين هذه حرارياً على قرص مصنوع من حديد الصب (فونت) .

تم إجراء الانزلاق بين مسامير أسطوانية مصنوعة من مواد تبطين مكابح عضوية والأقراص المطلية (المغلّفة) وغير المطلية .

تم تحديد خواص مواد التبطين بعد قياس قيم القساوة والمسامية ومقاومة التآكل فيها .

تم اختبار خواص مقاومة التآكل في طبقة التبطين اعتماداً على عملية تعريضها لمادة Nacl بنسبة صغيرة لمدة تزيد عن مائة وخمسين ساعة.

تميزّت طبقة التبطين بأفضل مقاومة تآكل ، تم إجراء اختبارات قياس قيم التآكل والاحتكاك عند قيم ضغط تماس متفاوتة مابين (1.5MPa ÷ 7MPa) وبسرعة انزلاق 1m/sec و 3m/sec.

الكلمات المفتاحية: طبقات التبطين – معامل الاحتكاك – الإهتراء – التآكل – مقاومة التآكل .

* مدير أعمال – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية (ماجستير في هندسة القوى)– جامعة تشرين – اللاذقية– سورية.
** مشرف على الأعمال – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية (دبلوم طاقة شمسية)– جامعة تشرين –اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (2) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (2) 2014

Using New Chemical Materials as Coating Layers for Minimizing Friction and Wear

Nicola Hamwi*
Chafik Astour**

(Received 25 / 11 / 2013. Accepted 25 / 3 / 2014)

□ ABSTRACT □

This study deals with the friction and wear behavior of coating layers (fluoride and Graphite).The coatings are thermally sprayed on cast iron disks. Sliding is performed between cylindrical pins manufactured from organic brake linings and the coated and uncoated disks. The coatings are characterized by measuring their hardness, porosity, and corrosion resistance. The corrosion resistance of the coating is tested by exposure to Nacl for 150 hours; the coating layer has had the best corrosion resistance. The friction and wear tests are conducted under contact pressures of (1.5 MPa to 7 MPa) and sliding speeds of 1 and 3 m/sec.

Keywords: Hard coating, friction coefficient, friction, wear, corrosion resistance.

*Work Manager, Department of Power Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.
**Work Supervisor, Department of Solar Energy, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering), Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

يعدّ سلوك احتكاك واهتراء المواد المبطنة لمكابح السيارات معقداً ويعتمد على تركيبها ودرجة الحرارة وسرعة الاحتكاك وقيم الضغط وكذلك على خواص وطبيعة السطح المقابل .[1]

في الصباح حين تكون المكابح باردة يكون الاحتكاك ضئيلاً ، ومع ارتفاع درجات حرارة السطح الفاصل بين بطانات الكبح والقسم الدوّار يتحسّن أداء المكبح . [2]

ولكن في ظل شروط تشغيل غير ملائمة قد ترتفع درجة الحرارة إلى حدود 800 درجة مئوية ، وفي درجة الحرارة هذه تتفكك المركبات العضوية ويتناقص الاحتكاك مع تزايد سرعة الإهتراء بشكل أُسي، ونطلق على هذه الحادثة اسم التلاشي أو الخمود . [3]

ونعتبر المواد المبطنّة المثالية للمكبح تلك التي تؤمّن حصول احتكاك متجانس وثابت في ظل كافة شروط التشغيل بدون حصول أي خمود أو تلاشي . [4] و [5] .

يوجد أربعة أنواع من مواد بطانات الكبح شائعة الاستعمال :

1-بطانات كبح عضوية مع اسبستوس.

2-بطانات شبه معدنية أو معدنية ريزينية (ريزين + معدن)

3-بطانات قليلة المحتوى المعدني (دون 50 %)

4-بطانات غير معدنية (لا تحتوي على معدن) .

عادةً تسمّى بطانات المكابح غير المعدنية والقليلة المحتوى المعدني (بطانات عضوية خالية من الأسبستوس) وتتألف هذه البطانات العضوية الخالية من الأسبستوس من ألياف معدنية بوليمير ومادة رابطة ومواد تزليق صلبة . تؤمّن طبقة التدعيم الليفية القوة والقساوة والاستقرار الحراري ومقاومة التآكل وخواص ثابتة للمادة المبطنّة . والمادة الرابطة هي مادة معدنية فيجب الانتباه إلى التوازن الحراري ومقاومة الأكسدة .

المواد المزلقة تشمل عادةً الغرافيت كمادة أساسية تؤمن حدوث احتكاك ثابت وتتحكم بتآكل واهتراء القسم الدوّار وحشوات التبطين .

إن الغرافيت (الكربون) مادة مؤلفّة من صفائح ولديه الإمكانية بأن تتوضع بين صفائحه وبسهولة أنواع من العناصر مثل الفلور . إنَّ التفاعل بين هذين العنصرين يوّلد الغرافيت المفلور (الكربون المفلور) حيث يتفاعل الغرافيت مع الفلور الغازي اعتباراً من الدرجة $300C^o$ وحتى الدرجة $600C^o$.

إنَّ الغرافيت المفلور المستخدم في البحث يتراوح معدّل الفلورة مابين 1 ÷ 0.6 حين تزيد درجة الحرارة بين 300 ÷ 600 درجة مئوية .

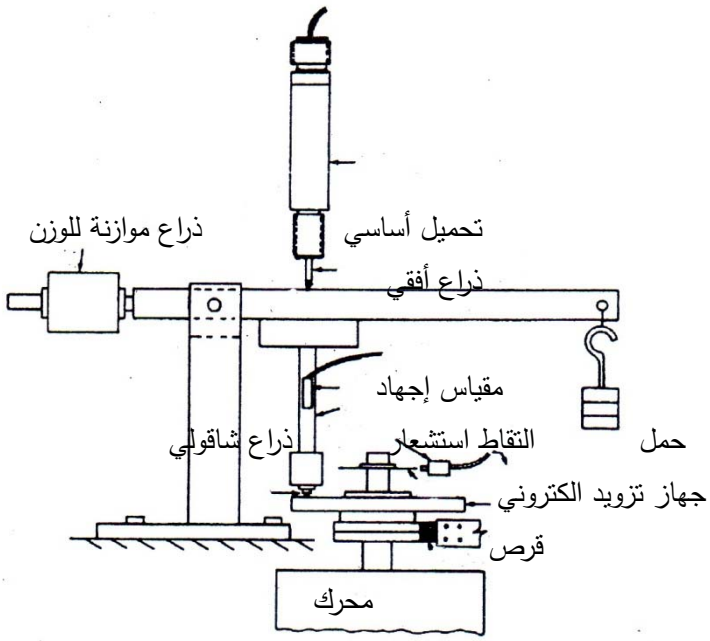
أهمية البحث وأهدافه :

إنّ الغاية من البحث إظهار مواد كيميائية جديدة الصنع كمواد تغطية من شأنها تقليل التآكل والاحتكاك في القطع الميكانيكية وقطاع السيارات .

طرائق البحث ومواده :

قياس الحت و الإهتراء والتآكل :

تم استخدام جهاز قياس الاحتكاك المبين في الشكل / 1 /



الشكل / 1 / يبين جهاز قياس الاحتكاك

يمكن لهذا الجهاز قياس قيم الإهتراء وقوة الاحتكاك عند مختلف حمولات وسرعات الانزلاق بالنسبة للزمن . تم تثبيت قرص القياس بقطر 50 مم إلى محور محرك عمودي ، ويمكن تعديل سرعة جهاز عرض رقمي مع نظام لاقط مغناطيسي لأجل مراقبة دوران القرص . تم تطبيق الحمولة على العيّنة الوتدية (مسمار) بوساطة حمولات معينة مثبتة على طرف جائز أفقي مفصلي ،تكون الذراع العمودية الحاملة للعينة مثبتة بقوة إلى الجائز ويحتوي على ساعات قياس إجهاد مثبتة عليه لأجل قياس قوة الاحتكاك بين القرص الدوّار والوتد (المسمار) الثابت ، تمت موازنة الحمل الميّت (ثقل ميت) على الجائز الأفقي بوساطة ثقل توازن مثبت على نهاية الجائز .

نستخدم ناقل جهد خطي تفاضلي تحميل نابضي (L V D T) لتأمين المراقبة المتواصلة لتناقص طول الوتد (المسمار) . يتم تسجيل إشارات الناقل (L V D T) وإشارات جهاز القياس بوساطة نظام استحضار بيانات .

تم إدخال وتد (مسمار) القياس داخل حامل وتد . بعد ذلك تم تركيب حامل المسمار ، والقرص في الآلة ، ثم جرى تنظيف القرص بمحلول الأسيتون .

استخدمنا سطح قرص حر لأجل كل فحص وقياس بعد تطبيق الحمل تمت موازنة المضخم الجسري في ساعة قياس الجهد ثم جرى تشغيل الكمبيوتر .

بعد ذلك تم رفع ذراع الحمل وكذلك تم تشغيل المحرك ، تمّ زيادة التيار إلى المحرك ببطء وإلى أن حقّق القرص سرعة دوران محددّة .

بعد ذلك تم تحرير الذراع وتشغيل نظام استحضار البيانات ، تم إجراء القياسات عند قيم ضغط تلامس مابين (1.5 Mpa÷7 Mpa) باستخدام مسمار قطر 3 مم وسرعة انزلاق 1 m/sec و 3 m/sec على التوالي . بلغت قيم أنصاف أقطار مسار التآكل لهذه السرعات 15.1 mm و 20.7 mm على التوالي .

ملاحظة : استمرت كل عملية قياس مدة 3 ساعات وتم تكرارها مرتين للتأكد من دقة البيانات .

تألفت بطانات مسامير الاحتكاك من الريزين المتصلب بالحرارة والغرافيت وفلور الكالسيوم والمطاط وأملاح الباريوم .

تمَّ تحضير الأقراص المصنوعة من حديد الصب بطريقة السفح الرملي قبل ترسيب طبقة التغليف واستخدام كاربيد السيليكون لأجل تفتيت طبقة الأكسدة وتخريش الأسطح المعدنية لتسهيل عملية الإلتصاق .

بعد ذلك تنظف الأقراص بعملية غسلها بوساطة محلول (كلور إيتان) .

تم امتصاص مادة التغليف بوساطة اللهب ليتم ترسيبها على سطح القرص وتتبرّد مادة التغليف بسرعة لدى ملامستها المادة السطح وتأخذ السماكة المطلوبة .

تم تدوير القرص بسرعة 300 دورة بالدقيقة خلال عملية الترسيب لأجل تحقيق سماكة طبقة متجانسة 0.65 مم ثم تحقيق سماكة نهائية 0.25 مم بعد عملية الصقل .

تمت عملية الرش بالرذاذ الملحي حسب النظام الأميركي ASTM حيث تمّ تعريض الأقراص المغلّفة لمحلول Nacl 5 % بدرجة حرارة 2 ± 35 مئوية لمدة 168 ساعة ولأجل هذا الاختبار تمّ تغليف أقراص حديد الصب قطر 40 مم على جانب واحد فقط بعملية الرذاذ اللهبي وبعدها تمت عملية صقل وجلخ السطح . بلغت السماكة النهائية لطبقة التغليف حوالي 0.25 مم .

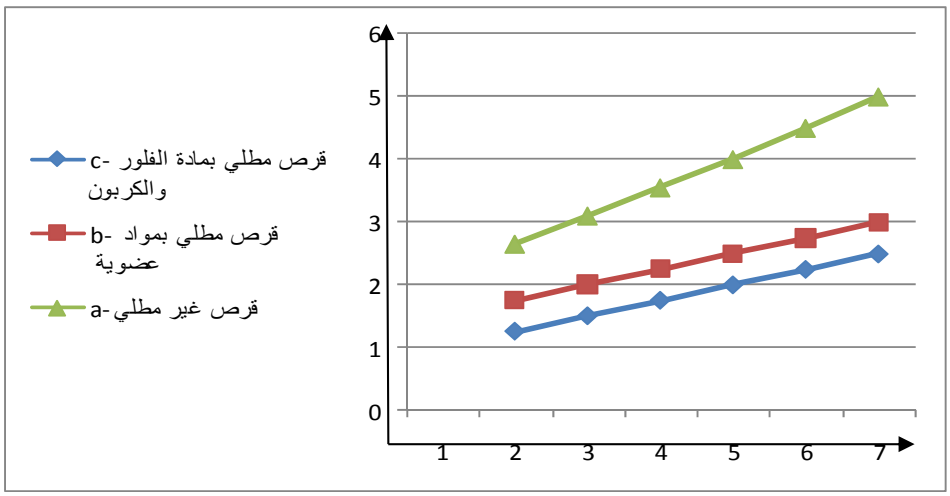
تمّ تحديد مقاومة اهتراء المادة اعتماداً على مساحة السطح الذي يغطيه الصدأ الأحمر والذي يجب ألاّ يتجاوز 5 % من السطح كي يجتاز الاختبار .

النتائج والمناقشة :

النتائج :

نرى من الشكل / 2 / تبدّل حجم التآكل حسب الزمن في القرص المغلّف بمادة(الفلور والكربون) بقيم ضغط 4 Mpa وسرعة انزلاق 1 m/sec .

معدل التآكل $(mm^3/min).10^{-2}$



قيم الضغط (MPa)

الشكل / 2 / يبين تبدل حجم التآكل حسب الزمن

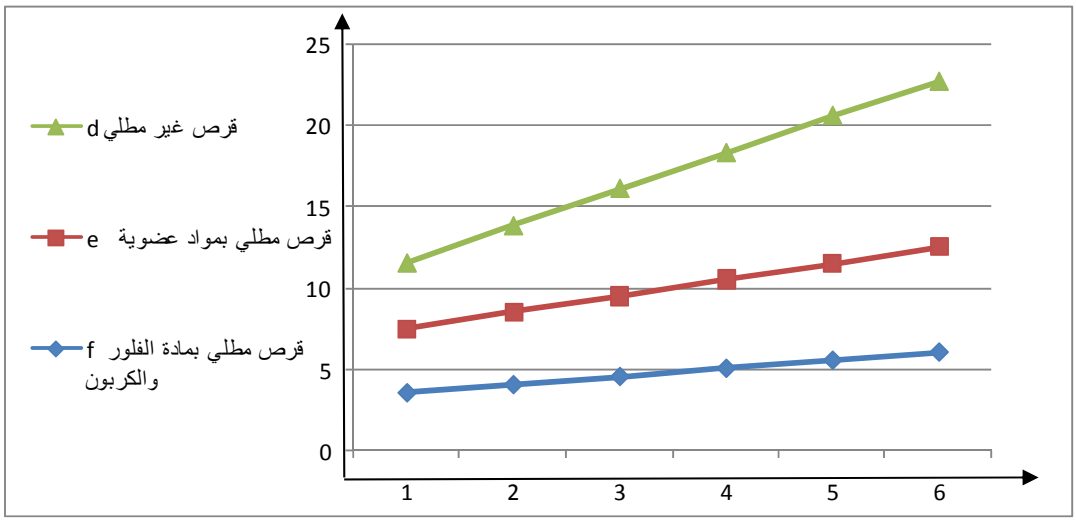
a- قرص غير مطلي

b- قرص مطلي بمواد عضوية

c- قرص مطلي بمادة الفلور والكربون

نرى من الشكل / 3 / اختلاف معدّل التآكل مع قيم ضغط ،بسرعة 3 m/sec .

معدل التآكل $(mm^3/min).10^{-2}$



قيم الضغط (MPa)

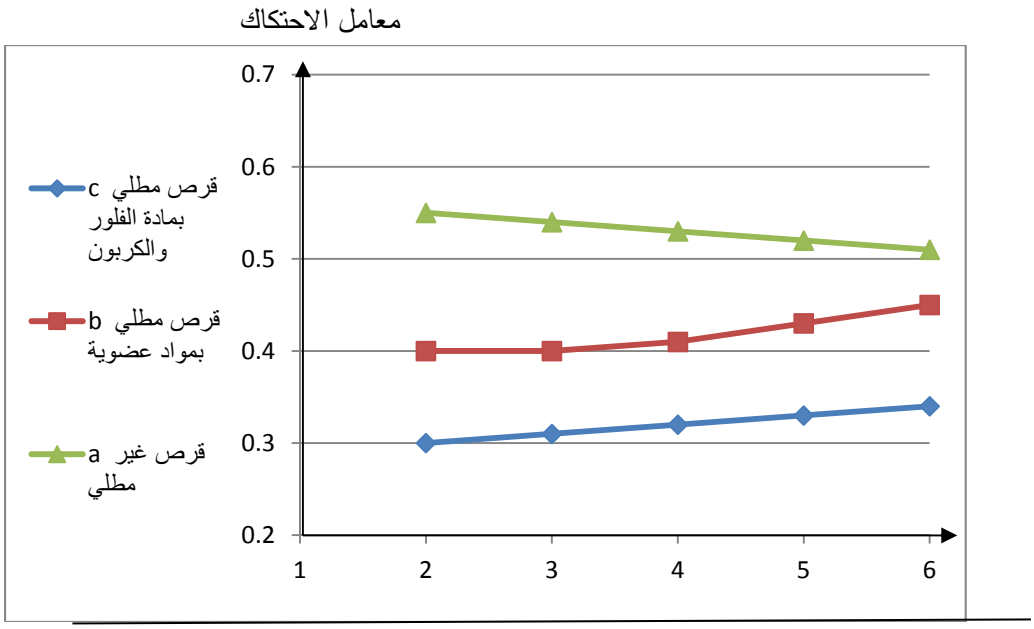
الشكل / 3 / يبين اختلاف معدل التآكل مع قيم ضغط وسرعة 3 m/sec

d- قرص غير مطلي

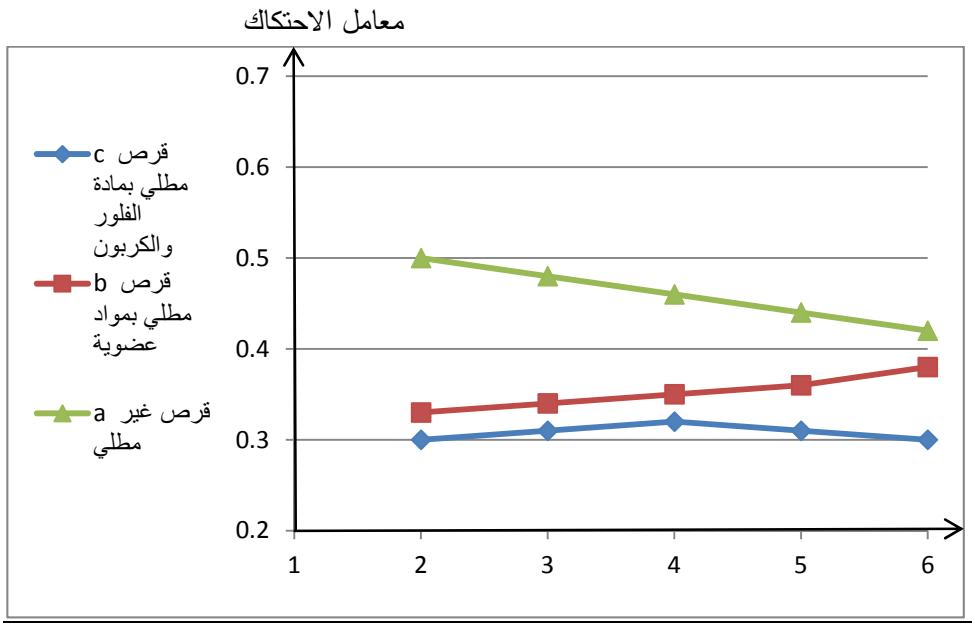
e- قرص مطلي بموادعضوية

f- قرص مطلي بمادة الفلور والكربون

نرى من الشكل / 4 / والشكل / 5 / اختلاف معامل الاحتكاك مع قيم الضغط بسرعة انزلاق 1m/sec و 3 m/sec على التوالي .



الشكل / 4 / يبين اختلاف معامل الاحتكاك مع قيم الضغط عند سرعة 1m/sec



الشكل / 5 / يبين اختلاف معامل الاحتكاك مع قيم الضغط عند سرعة 3m/sec

المناقشة :

1 – لاحظنا حدوث أقل معدّل تآكل في الأقراص المطلية بمادة الفلور والكربون وأقل قدر من تآكل المسمار عند كلا السرعتين .

2 – عند سرعة انزلاق 1 m/sec يتزايد معامل الاحتكاك مع تزايد الحمل على الأقراص المطلية بمواد عضوية وعلى الأقراص غير المطلية يتناقص معامل الاحتكاك مع زيادة الحمل ويزداد على الأقراص المطلية بمادة الفلور والكربون. وتفسير ذلك هو أنّ نقطة التلامس الحقيقي بين المسمار والقرص تتزايد مع تزايد الحمولات وارتفاع درجات الحرارة .

3 – نلاحظ وجود احتكاك ثابت في الأقراص المصنوعة من حديد الصب والمبطنة بمادة الفلور والكربون مما يجعل هذه المواد تناسب استخدامها في قطاع السيارات .

الاستنتاجات والتوصيات :

من المعلوم أنَّ مادة حديد الصب العادي تكون ضعيفة المقاومة للمواد المخرشّة السائلة (المولّدة للاحتكاك) وهذا يخلق مشكلة خطيرة في المكابح القرصية كونه يتعرّض للماء والرطوبة .

إنّ حديد الصب الرمادي مستخدم عادةً مع حشوات تبطين الأسطوانات ومحاور المكابح في السيارات وهذه المادة تضم قشرة الغرافيت في بنيتها الدقيقة ممّا يعطي هذه المادة خواص ناقلية حرارية عالية وكذلك مقاومة تآكل جيدّة إنّ الهدف من هذا البحث إظهار مادة الفلور والكربون كطبقة تغطية للتقليل من الاحتكاك والتآكل واستخدامها في قطاع السيارات .

المراجع :

[1] M.G. Jacko , Physical and chemical *Changes of organic disc Pads service* , wear 1978, 163-175 .

[2] R.C. Tucker , ASM Handbook : *Surface Engineering* vol.5 , ASM International, Materials Park , OH , 1992 , Page: 497-509 .

[3] Koaf.H. , Leea c.y. , Koac.J. ,chuT.c. ,*carbon* , Blaise Pascap,France,2005, 559-565 .

[4] BHARAT Bhushan , B.K. Gupta , Handbook of Tribology : *Materials, Coatings , and Surface theatments* , McGraw – Hill , New York 1991,Page: 59-60 .

[5] H.S . TNGHAM , A .P. Shepard , *Flame Spray Handbook* , New York 1965 , 261-266 .

[6] J.B.C . Wu , J.E. Redman , *Hard facing with cobalt and nickel alloys*, 1994 , 63-68 .