تأثير نسبة الكربون على مقاومة البلى التلاصقي للصلب[+]

EFFECT OF CARBON ON ADHESIVE WEAR OF STEELS

محمد جاسم كاظم[*] سعاد حمزة عباس[*]

المستخلص

يؤدي استخدام الصلب الكربوني المعادل ذي النسب الكربونية المختلفة الى الحصول على تغيرات في البنية المجهرية. يتضمن البحث التقييم الدقيق للبنية المجهرية للصلب المعادل وتحديد العلاقة بين الكسر الحجمي للسمنتايت (الطور الصلد) و الصلادة عند البنى المجهرية المختلفة وتأثيرها على معدل وآلية البلى الالتصاقي.

لقد وجد أن زيادة التشوه الناتج من البلى الالتصاقي للصلب تزداد مع انخفاض نسبة الكربون وعند الأحمال الثابتة، يؤدي انخفاض نسبة الكربون في الصلب المعادل إلى الحصول على أخاديد عميقة في الصلب، اذ أن آلية البلى الالتصاقي السائدة هي الكلال السطحي الناتجة عن تلاقي الشقوق الصغيرة والكبيرة والتي تبدأ من الطبقة تحت السطحية.

Abstract

The paper is adopted to evaluate the microstructure of normalized steels and determine the relationship between the volume fraction of cementite and hardness for the different structures. The other part of the study is to determine the adhesive wear rate and the wear mechanism(s).

It was found that the subsurface deformation increased with decreasing the carbon content, implying that the bearing pressure is a constant. Deep groves formed when the carbon content is low for the normalized steels. The results confirm that the main mechanism of adhesive wear is the surface fatigue from the interaction of micro and macro cracks started from the subsurface region.

المقدمة

يمثل البلى للمواد الهندسية المختلفة واحدا من أهم مصادر الفشل للأجزاء المتماسة أو المتعرضة إلى دقائق متحركة بسرع مختلفة في الأوساط الغازية والسائلة. يوجد العديد من أنواع البلى الرئيسية والثانوية لكن البلى الالتصاقي يعد من أهمها وهو يحتاج إلى الفهم الدقيق وذلك لصعوبة الحد منه.وبغض النظر عن معدل

[+] تاريخ استلام البحث ٢٠٠٤/١٠/٢٠ تاريخ قبول النشر ٢٠٠٥/٤/١٤

[*] استاذ مساعد /قسم هندسة الإنتاج المعادن / الجامعة التكنولوجية

البلى الناتج تحتاج مقاومة البلى إلى العديد من الخواص والذي يقع الجزء المهم منها في الخواص الميتالورجية والتي أهمها الصلادة والبنية المجهرية[1] .

بالرغم من استخدام الصلب الكربوني لمقاومة البلى بصورة واسعة جدا لكن فهم آليته الناتجة عن العلاقة بين البنية المجهرية و الصلادة ،مقارنة مع الصلب ألسبائك العدد[2] ، السبائك اللاحديدية[3]، والمواد السيراميكية[4]، لم يتم وصفها بصورة دقيقة. يمثل التقييم الدقيق للسبائك الحديدية المستخدمة لمقاومة البلى أهمية كبيرة جدا للسيطرة على آليته من خلال تحديد المتغيرات المترابطة التي تحصل من خلال دراسة المنطقة المتأثرة بالبلى ، المنطقة تحت السطحية وحطام البلى[5].

تم اجراء العديد من البحوث في هذا المجال فقد قام كل من Czichos و Heinzhabig [6] بدراسة السلوك الترايبولوجي لصلب كربوني نوع AISI 1060 وقد أثبتت النتائج إن سلوك البلى للصلب الكربوني يعتمد على متغيرات النظام الترايبولوجي مثل متغيرات المادة الهندسية (الصلادة والتركيب الكيماوي) متغيرات التشغيل (الحركة) و متغيرات المحيط الخارجي هذا بالإضافة إلى نظام التزييت.

إما Eyre و Shafia [7] فقد درسا العلاقة بين طبوغرافية السطح والبلى بتغير كل من سرعة الانزلاق و مسافة الانزلاق وخشونة سطح النماذج في حالتي الاختبار الجاف والمزيت. ومن النتائج العملية التي استحصلت تم استنتاج إن هناك علاقة خطية بين خشونة السطح والبلى عند الانزلاق لمسافة كبيرة اعتمادا على خشونة السطح المسبقة للنماذج بالنسبة للاختبار الجاف والحصول على أسطح ناعمة وبلى قليل في حالة كون النتوءات موازية لاتجاه الانزلاق.

المواد المستخدمة

تم اختبار صلب كربوني معادل بنسب كربون مختلفة 0.1 و 0.25 و 0.4 و0.55 (wt %) قبل أجراء اختبار البلى على العينات و تم فحص البنية المجهرية و تحديد قيم الصلادة بطريقة فيكرز لكل عينة. ثم اختبار البلى باستخدام جهاز pin-on-disc بتحضير العينات بالأبعاد المطلوبة (القطر 10ملم والطول 20ملم). إما المتغيرات التي تم تحديدها لأجل دراسة تأثير نسبة الكربون على معدل البلى فقد كانت:

السرعة الدورانية 510 دورة/دقيقة.

بعد العينة عن مركز الدوران 7cm.

صلادة القرص 40HRC.

زمن الانزلاق 90 دقيقة.

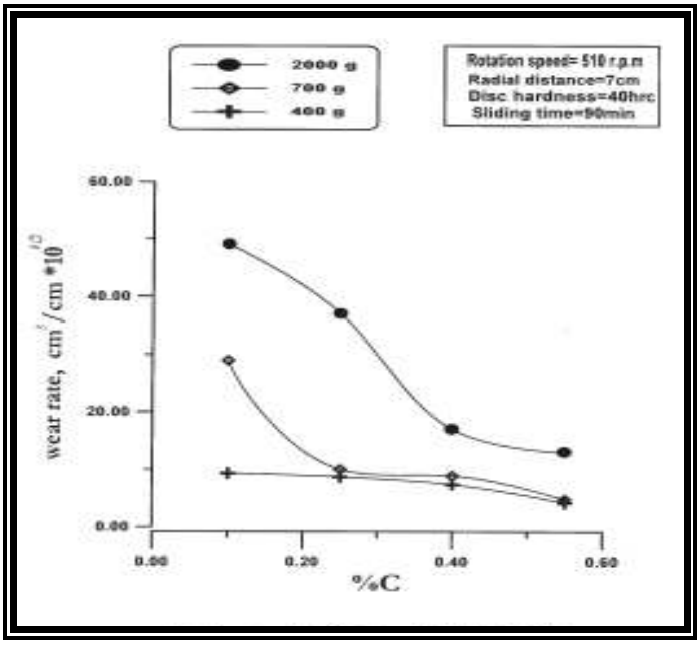
الأحمال المستخدمة 400 لغاية 2500 غم.

بعد إجراء اختبار البلى تم فحص السطح المتأثر وملاحظة الآثار الناتجة عن الاختبار باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح (SEM). كذلك فحصت الطبقة تحت السطحية من خلال دراسة البنية المجهرية الدقيقة لغرض دراسة التلف الحاصل نتيجة عملية البلى. وقد استخدمت طريقة الصقل المائل (oblique polishing) عند 0.5.

النتائج والمناقشة

تأثير نسبة الكربون على معدل البلى

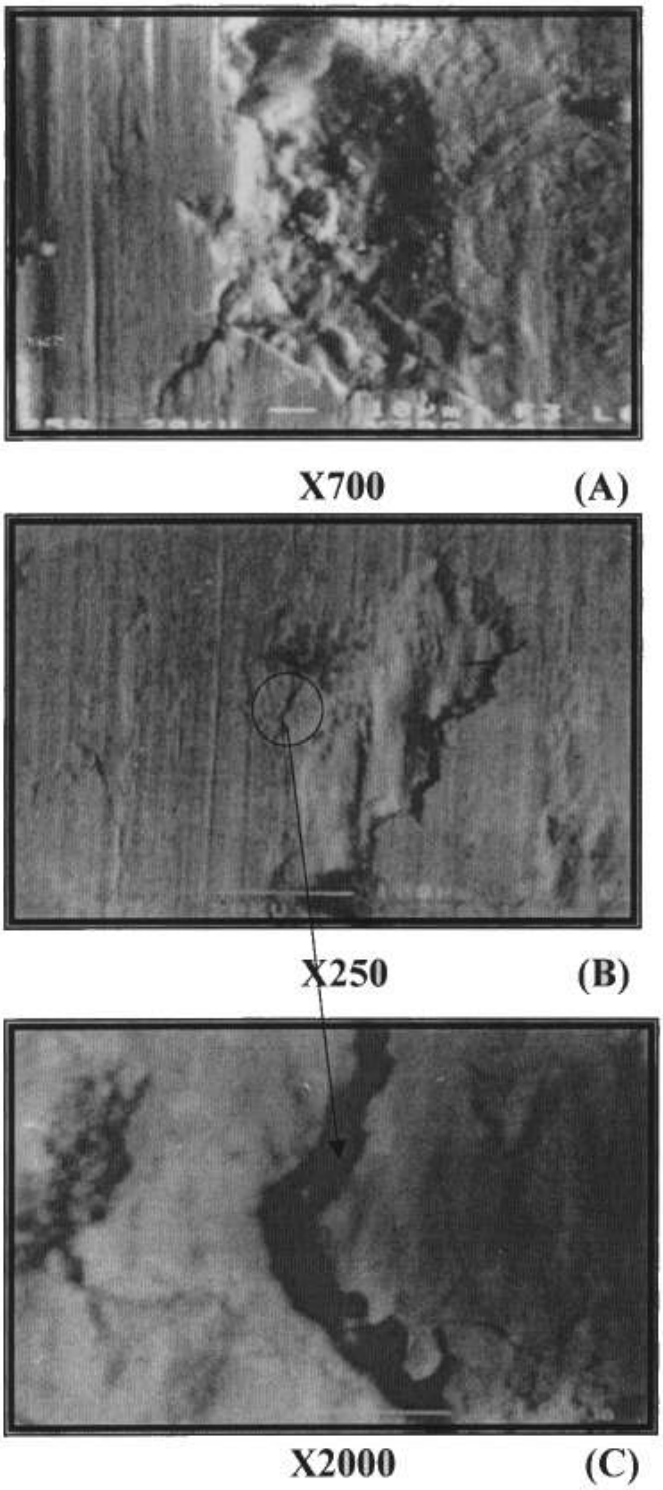
يوضح الشكل(1) إن معدل البلى يتناقص بصورة واضحة مع زيادة نسبة الكربون. يعزى ذلك إلى إن زيادة نسبة الكربون تؤدي إلى زيادة الصلادة وذلك بسبب زيادة نسبة البيرلايت في البنية المجهرية ذات السمنتايت عال الصلادة.



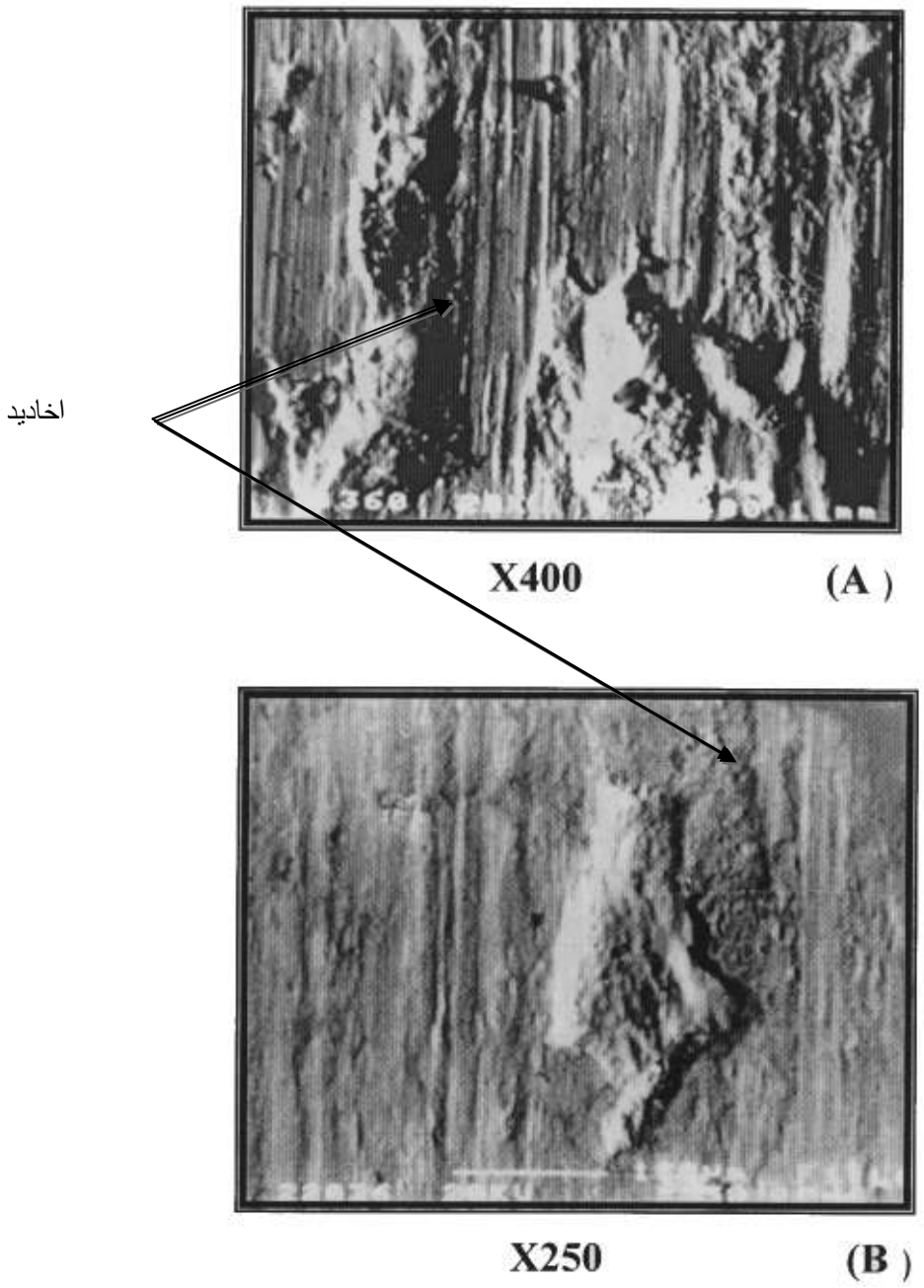
شكل 1 :العلاقة بين نسبة الكربون ومعدل البلى

توضح الأشكال a-2 وa-3 وa-4 وa-5 كيفية زيادة تشوه سطح العينات مع انخفاض نسبة الكربون للعمل نفسه اذ توضح الأشكال a-2 وa-3 سطوح العينات ذات نسب الكربون 0.1% و 0.25 %على التوالي. حيث نلاحظ الحفر والأخاديد الكبيرة والعميقة المتكونة على أسطح العينات مقارنة بالتي تظهر على أسطح العينات ذات نسب الكربون 0.4% و0.55% في الأشكال a-4 وa-5 على التوالي. يعود السبب إلى إن العينات ذات نسب الكربون 0.1 % و 0.25 % ذات قابلية على التشوه اللدن بصورة اكبر.

إما تأثير زيادة الحمل على أسطح العينات السابقة فيوضح من خلال الأشكال b-2 وb-3 و b-4 و-5. b يوضح الشكل a-2 أن عملية الإزالة للصلب الكربوني ذات نسبة الـ(٠,٠١%) نسبة 0.1 %كانت نتيجة لعملية الكلال السطحي التي سببها تلاقي الشقوق الصغيرة والكبيرة المستعرضة والطويلة في الطبقة تحت السطحية و المتكونة نتيجة عملية التشوه اللدن. إما التشوه الحاصل في سطح العينة ذات نسبة الكربون 0.25 % فهو اقل من العينة ذات نسبة الكربون 0.1% وهذا ما يوضحه الشكل b-3. إما بالنسبة لنسب الكربون 0.4% و 0.55% فيلاحظ من خلال الإشكال b-4 وb-5 تكون طبقات ألا وكسيد بشكل واضح على سطوح العينات وهذا ما يفسر انخفاض معدل البلى لها.

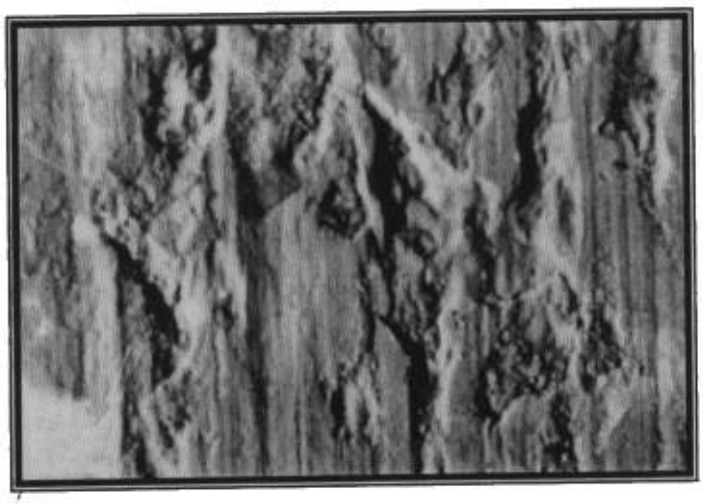


شكل 2: المنطقة المتأثرة بالبلى لعينة ذات نسبة كربون 0.1%حيث يلاحظ الإزالة والشقوق (**A**) الحمل 700غم. (B) و(C) الحمل 2000غم.

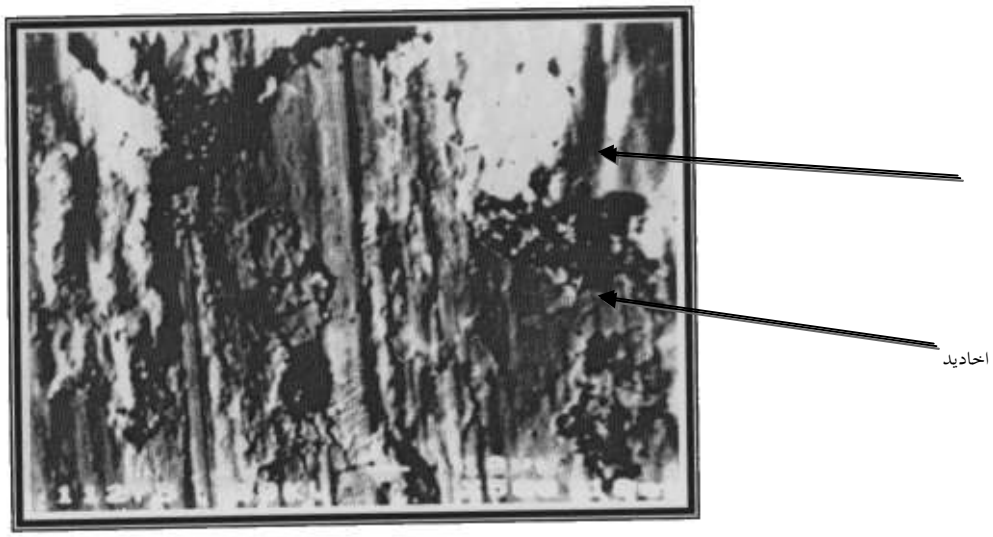


شكل3 المنطقة المتأثرة بالبلى لعينة ذات نسبة كربون 0.25% توضح الأخاديد و الحفر

(A) الحمل 700 غم. (B) الحمل 2000غم.



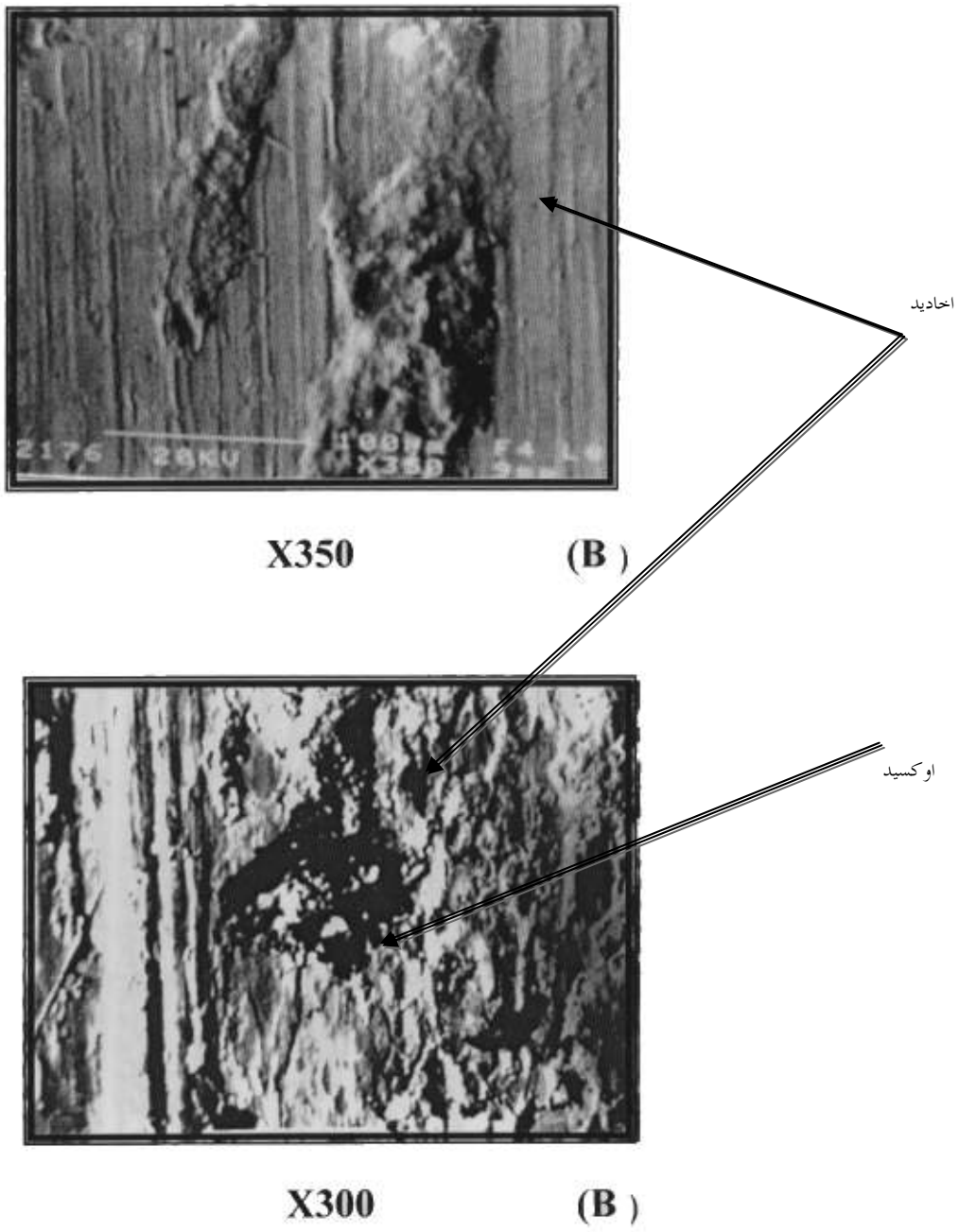
X400 (A)



X500 (B)

شكل 4 المنطقة المتأثرة بالبلى لعينة ذات نسبة كربون 0.4% حيث يوضح الشكل (A) الأخاديد العميقة المتكونة على سطح العينة أما الشكل (B) يوضح طبقة الأوكسيد المتكونة على السطح.

(A) الحمل 700غم. (B) الحمل 2000غم.



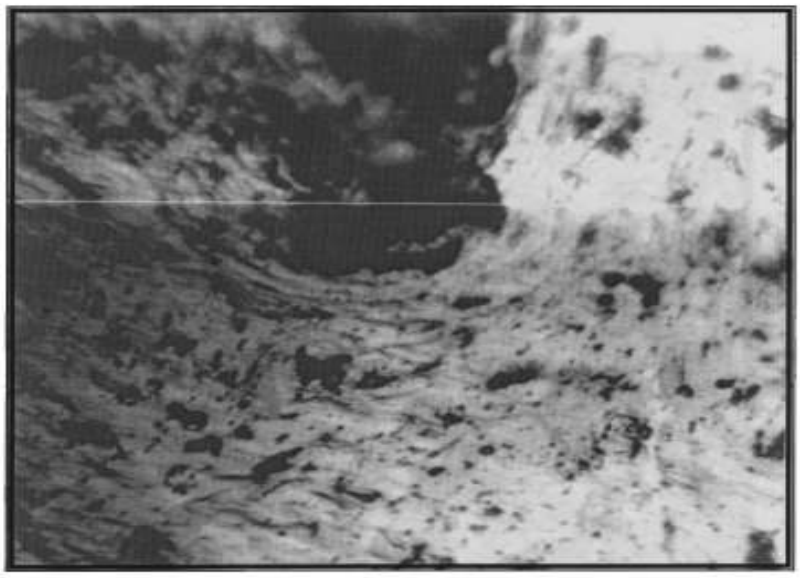
شكل 5 :المنطقة المتأثرة بالبلى لعينة ذات نسبة كربون 0.55% حيث يوضح الشكل (A) الأخاديد الغير عميقة أما الشكل (B) يوضح طبقة الأوكسيد المتكونة على السطح.

(A) الحمل 700غم. (B) الحمل 2000غم

<u>فحص الطبقات تحت السطحية</u>

يلاحظ عند فحص الطبقة تحت السطحية للعينات التي تم اختبارها عند أقصى حمل أثناء الاختبار وهو 2500g (الأشكال 6 و7 و8) إن عملية الانسياب التي حصلت لطور البيرلايت تظهر واضحة و لجميع نسب الكربون اذ على الرغم من أن النسبة 0.1% كربون ذات كمية بيرلايت قليلة إلا إن عملية الانـــسياب تبـــدو واضحة عند الحمل المستخدم وهو 2500g والتي تنعكس على معدل البلى العالي. يوضح الشكل 9 العلاقـــة

بين الصلادة المايكروية الدقيقة للعينات ذات نسب الكربون المختلفة وعمق الطبقة المتضررة. حيث يلاحظ نقصان قيم الصلادة كلما ابتعدنا عن الطبقة السطحية (سطح البلى) باتجاه البنية المجهرية الأساسية للصلب اذ تكون أعلى قيمة للصلادة المجهرية الدقيقة عند المنطقة الفاصلة مابين سطح البلى و الطبقة تحت السطحية.

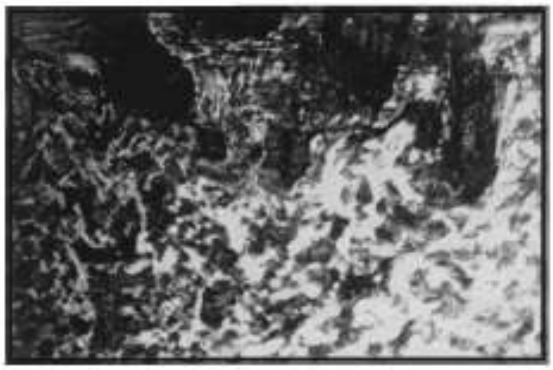


X400

شكل 6 :المنطقة المتأثرة بالبلى لعينة ذات نسبة كربون 0.1%. الحمل 2500g ، توضح الانسياب الحاصل لطور البيرلايت.

X 252

شكل 7: المنطقة المتأثرة بالبلى لعينة ذات نسبة كربون 0.4%. الحمل 2500g ، توضح الانسياب والتكسر الحاصل لطور البيرلايت.

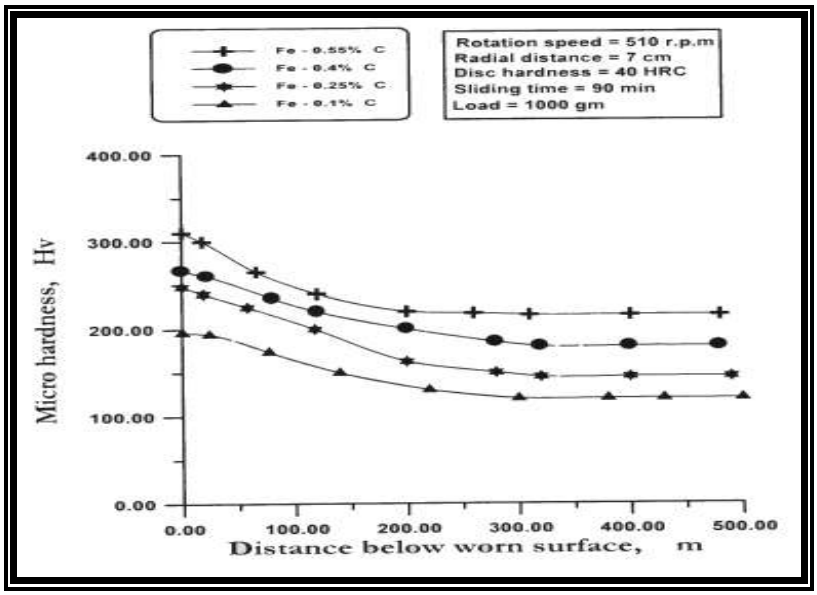


X100 (A)

X400 (B)

شكل 8 :المنطقة المتأثرة بالبلى لعينة ذات نسبة كربون 0.55%. الحمل 2500g ، توضح الانسياب والتكسر الحاصل لطور البيرلايت.

.X400 (B) .X100 (A)



الاستنتاجات

1. زيادة تشوه الأسطح مع انخفاض نسبة الكربون بالنسبة للصلب المعادل اذ يؤدي انخفاض نسبة الكربون إلى الحصول على أخاديد عميقة في أسطح البلى .
2. حصول عملية الكلال السطحي نتيجة تلاقي الشقوق الكبيرة و الصغيرة المتكونة أسفل الطبقة تحت السطحية بالنسبة للصلب المعادل حراريا.
3. تؤدي زيادة نسبة الكربون للصلب المعادل إلى زيادة انسياب البيرلايت في الطبقة تحت السطحية والتي تؤدي إلى حصول تصليد انفعالي و بالنتيجة نقصان معدل البلى.

المصادر

1. Jasim M.K and Dwarakadasa E.S."Effect of mechanical properties on the adhesive wear of metals" J.of Mat.Sci.Letters, Vol.12, pp.650-653, 1993.
2. Lim S.C., Lee S.H., Lim Y.B. and Seah K.H.W. "Wear maps for uncoated high-speed steel cutting tools" Wear, Vol.170, o.2, pp.137-144, 1993.
3. Hassan A.M. and AL-Bsharat A.S. "Influence of burnishing process on surfaces roughness, hardness and microstructure of some non – ferrous metals" Wear, Vol.199, o. 12, pp1-8, 1996.
4. Kim S. and Kim S. and Hus S.M. "A new parameter for assessment of ceramic wear" Wear, Vol.129, no.5, pp.69-73, 1994.
5. Rigney D.A.,"fundamentals of friction and wear material", American Society for Metal, metals park, Ohio, 1981.
6. Czichos H. and Heinzhabig K. " Wear of medium carbon steel: a systematic study of the influences of materials ad operating parameters" Wear, Vol.110, o.3,4 , pp.389-400, 1986.
7. Shafia M.A. and Eyre T.S. "The effect of surface topography o the wear of steel" Wear, Vol.61, o. 1, pp.87-100, 1980.