تأثير التقسية بالماء على البلى الالتصاقي الجاف لسبيكة الفولاذ المقاوم للصدأ المزدوج SAF 2205[+]

THE EFFECT OF WATER QUENCHING UPON DRY ADHESIVE EAR OF ALLOY SAF 2205 DUPLEX STAINLESS STEEL

ايمان صبيح نعيم[*]

المستخلص :

يهدف البحث الى دراسة البلى الجاف لسبيكة الفولاذ المقاوم للصدأ المزدوج SAF 2205 المقساة بالماء من درجة حرارة (1323 °K – 1573 °K) تحت ظروف الانزلاق الجاف على قرص ذو صلادة (446 كغم/ملم^2) وتحت تأثير احمال (5N و 10N) على التوالي وبفترات زمنية مختلفة مابين (30 min – 4 hr).

تبين من هذه الدراسة بان مقاومة البلى لهذه السبيكة تزداد عند زيادة درجة حرارة المعاملة من (1323 °K) الى (1573 °K) ولنوعي الحمل المستخدمين (5N و 10N) ولكن بصورة اكبر عند حمل (5N).

تعزى الزيادة في المقاومة الى التغير في التركيب الميتالورجي للسبيكة من (50% فرايت : 50% اوستنايت) عند درجة معاملة (1323 °K) الى (90%) فرايت عند درجة معاملة (1573 °K) ، وقد تبين من النتائج بأن النمو الحبيبي الناتج من المعاملة الحرارية ليس له تأثير على مقاومة البلى.

Abstract:

This research deals with the dry wear behavior of alloy SAF 2205 duplex stainless steel that is quenched in water in the range of (1323-1573 °K) under dry sliding conditions on a disc of (446 Kg/mm^2) hardness with different applied loads (5N,10N) respectively for a different time periods from (30 min – 4 hrs).

The results shows that wear resistance of this alloy increases as heat treatment temperature increased from (1323 °K) to (1573 °K) for both applied loads (5N & 10N) but is bigger for (5N) load.

This increase in wear resistance is related to the change of metallurgical structure of alloy from (50% ferrite : 50% austenite) at (1323 °K) treatment temperature to (90% ferrite) at treatment temperature of (1573 °K), the results indicates that grain growth due to heat treatment has no effect on the wear resistance.

[+] تاريخ استلام البحث ٢٠٠٣/٩/١٧ ، تاريخ قبول النشر ٢٠٠٥/١٠/٢

[*] مدرس / قسم هندسة الانتاج والمعادن / الجامعة التكنولوجية

المقدمة :

ان ظاهرة البلى عبارة عن ازالة جزء من المعدن بين سطحين بينهما حركة نسبية ويحدث بسبب ميكانيكيات مختلفة اعتمادا على نوع المعدن أو السبيكة والظروف التشغيلية والشكل الهندسي للاشكال المتحركة ويمكن ملاحظة ذلك في جميع أجزاء المكائن ذات الحركات الانزلاقية أو التدحرجية او الترددية او بين سطحين متماسين [1].

لقد قسّم الباحث [1] آليات البلى الى ثلاثة انواع في الاولى يحدث البلى الالتصاقي نتيجة التصاق سطحين متحركين والذي قد يتسبب بخسارة في الطاقة قد تكون على شكل حرارة او عبارة عن قوة مقاومة للحركة او قوة مماسية وفي النوع الثاني يحدث البلى في السطوح غير المتماسة ، اما في النوع الثالث وهو الاكثر شيوعا فيحدث فيه تداخل بين النوعين (الالتصاقي وغير الالتصاقي) بحيث ينتج عنه بلى له خصائص معينة خاصة به.

يمكن اعتبار الفولاذ المقاوم للصدأ المزدوج من المواد المعدنية غير المتجانسة (Heterogeneous) كون السبيكة متكونة من (50%) فرايت و (50%) اوستنايت تقريبا عند درجة حرارة الغرفة. وهذا التباين في التركيب المجهري يؤثر على سلوك البلى لهذه السبيكة حتى لو كانت الاطوار الموجودة متساوية في الحجم وفي الصلادة [1].

طريقة العمل :

تم تقطيع عينات اسطوانية الشكل بقطر (15 mm) وطول (50 mm) من سبيكة الفولاذ المقاوم للصدأ المزدوج نوع SAF 2205 المبين تركيبه الكيمياوي في الجدول (1). تم اجراء المعاملة الحرارية المحلولية (solution heat treatment) وبطريقة مماثلة للسبيكة المستلمة والمعاملة محلوليا عند درجة حرارة (1323 ^{o}K) متبوعة بتقسية الماء ، حيث اجريت المعاملة في الدرجات (1573,1523,1473,1423,1373 ^{o}K) على التوالي ولمدة (30 min).

تم تحضير العينات بأجراء عمليات التنعيم بأستخدام ورق تنعيم من كاربيد السليكون وبالدرجات (220,320,500,1000) على التوالي ، تم استخدام جهاز البلى الانزلاقي ذو ترتيبة المسمار الى القرص (Pin-On-Disk) حسب المواصفة العالمية (ASTM) بسرعة دورانية مقدارها (510 r.p.m) وباستخدام قرص ذو ترتيب معدني مبين في الجدول رقم (2) وبصلادة فيكرية (446 HV) حيث تم احتساب معدل اتلبلى وفق المعادلة التالية :

$$Wr = \frac{\Delta W}{\pi D N \rho t} \quad \cdots\cdots\cdots (1)$$

حيث ان :

Wr : معدل البلى (cm^3/cm)

ΔW : الوزن المفقود (gm)

D : القطر الذي تدور حوله العينة (5 cm)

N : السرعة الدورانية للقرص (510 r.p.m)

t : زمن الاختبار (240 min – 30 min)

ρ : الكثافة (gm/cm^3)

تم تصوير العينات بأستخدام المجهر الضوئي لملاحظة تأثير التقسية المحلولية على التركيب المجهري للسبيكة.

جــدول رقم (1)التركيب الكيميائي للسبيكة

Cr	Ni	Mo	Cu	Mn	C	Fe
22 %	5.97 %	2.94 %	0.29 %	1.98 %	0.012 %	Rem.

جدول رقم (2)التركيب الكيميائي للقرص المستخدم

C	Mn	P	Cr	Mo	N	Cu	V	Fe
0.649 %	0.935 %	0.012 %	0.102 %	0.006 %	0.042 %	0.042 %	0.002 %	Rem.

النتائج والمناقشة :

١ – تأثير الزمن على معدل البلى :

لوحظ من الاشكال (6,5,4,3,2,1) على التوالي بأن معدل البلى ينخفض مع زيادة فترة الانزلاق وعند مختلف درجات المعاملة الحرارية وهذا يعزى الى ظاهرة التصليد الانفعالي الناتجة عن عملية البلى حيث تزداد صلادة الطبقة السطحية للعينة من جهة ، ومن جهة اخرى فأن زيادة فترة الانزلاق تؤدي الى تقليل مقدار التسطح والنتوءات للسطحين المنزلقين مما يسهل عملية الانزلاق ويقلل معدل البلى [3,2].

٢ – تأثير الحمل على معدل البلى :

لوحظ من الاشكال (6,5,4,3,2,1) على التوالي ايضا بأن معدل البلى يتناسب طرديا مع زيادة الحمل المسلط ، حيث ان زيادة الحمل تعمل على زيادة قوة الاحتكاك بين السطحين وكذلك تزداد درجة حرارة السطوح المحتكة فينتقل البلى القليل الى بلى شديد وحسب المعادلة الاتية [5,4] :

$$\frac{L}{Aa} = \frac{H}{3} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (2)$$

حيث ان L : الحمل المسلط (N)

Aa : المساحة الظاهرية للاتصال (cm^2)

H : الصلادة (kg/mm^2)

كما ان زيادة معدل البلى مع الحمل المسلط ولجميع السبائك المستخدمة مع ثبوت المتغيرات الاخرى كسرعة الانزلاق وصلادة القرص وزمن الانزلاق يعود الى ان زيادة الحمل المسلط نؤدي الى زيادة التشويه اللدن الحاصل

على قمم النتوءات وبالتالي تزداد كثافة الانخلاعات ثم تصبح المادة هشة تدريجيا ، كذلك تتكون شقوق وفجوات صغيرة [6,2] بسبب تجمع الانخلاعات ومن ثم تلتقي الشقوق مع بعضها مما يسبب ازالة طبقات رقيقة من المعدن بسهولة باتجاه الانزلاق لتكون حطام البلى (debris) [2]. وفي حالة الحمل العالي (10N) حصل تكسر لطبقة الاوكسيد المتكونة مؤديا الى حصول اتصال معدني قوي ومن ثم قص النتوءات المتصلة وانفصالها عن السطح وبذلك يزداد معدل البلى [7]. اما في حالة الحمل القليل (5N) يتون غشاء اوكسيدي واقي يؤدي الى قلة التلامس بين عينة الاختبار والقرص وبهذا تكون القوة المطلوبة لفحص الترابط بين التوءات اقل وبالتالي تؤدي الى معدل بلى قليل [8,7].

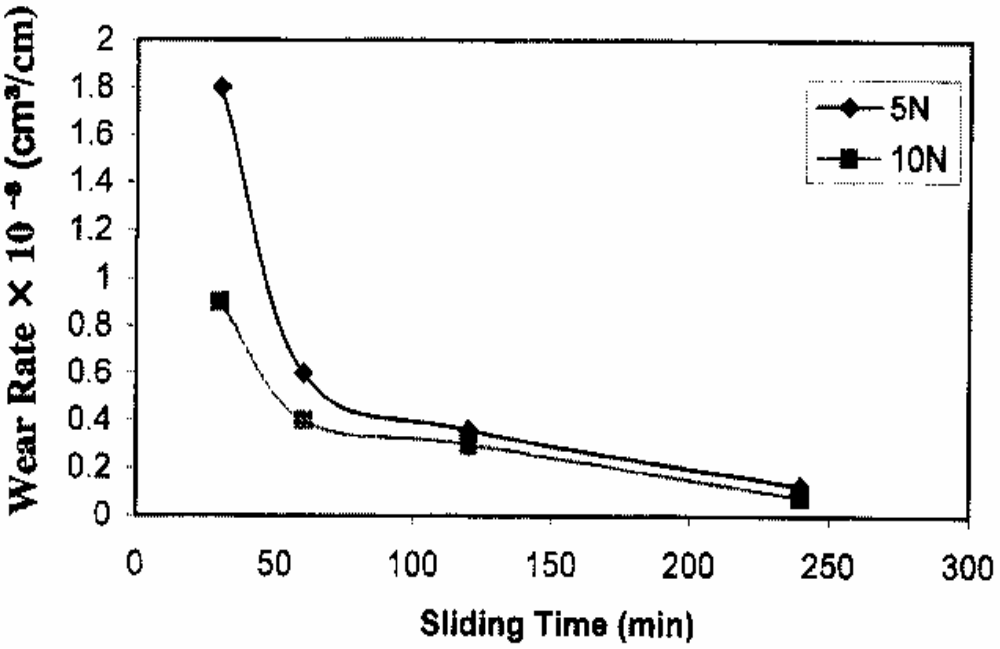
٣- تأثير الصلادة على مقاومة البلى :

بالمقارنة مع بحوث سابقة [9] والتي تم فيها دراسة تأثير الصلادة تبين ان الفولاذ المقسى ذو مقاومة بلى اعلى من الفولاذ غير المقسى ، وكذلك في دراسة اخرى [10] تم مقارنة معدل البلى للفولاذ المقاوم للصدأ الاوستينايتي (304 AISI) مع فولاذ كاربوني سبائكي لوحظ فيها ان معدل البلى للفولاذ الاوستينايتي اقل بكثير من الفولاذ الكربوني السبائكي بسبب قلة صلادة الاول مقارنة مع الثاني ، كما بينت دراسة ثالثة [11] بأن اجراء عملية البوردة على صلب العدد والادوات وكنتيجة لزيادة الصلادة السطحية تسبب عدم تأثر (استقرار) معدل البلى ولمدى واسع من عدد دورات الانزلاق.

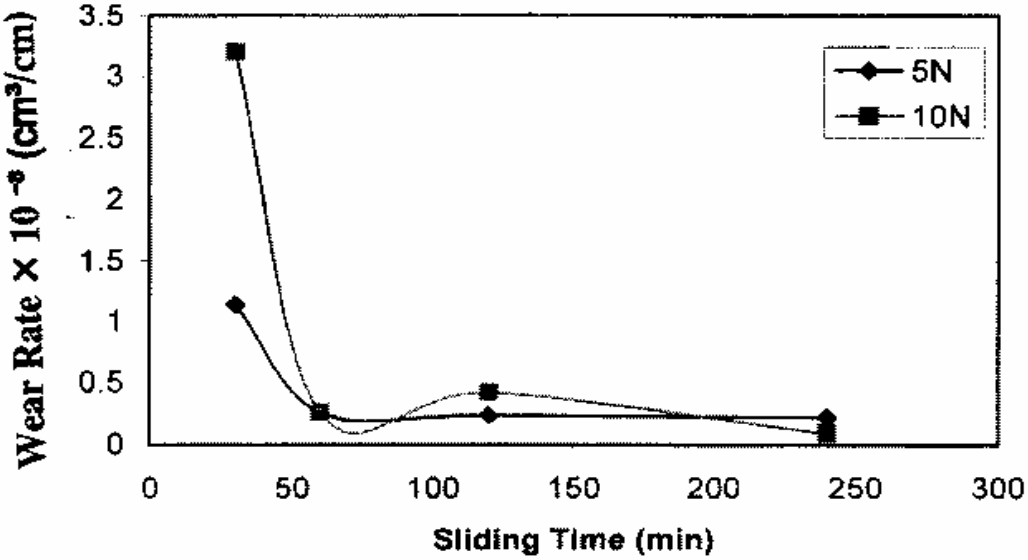
اما بالنسبة للفولاذ المقاوم للصدأ المزدوج (SAF 2205) فقد بينت دراستنا بأن اجراء المعاملة المحلولية عند درجات حرارية من (1323 ^{o}K) الى (1573 ^{o}K) تعمل على زيادة طور الفرايت (ذو الصلادة الاعلى) ويصحبه تناقص طور الاوستنايت (ذو الصلادة الاقل) مما يسبب الزيادة في مقاومة البلى للفولاذ المقاوم للصدأ المزدوج والعائدة الى تغير التركيب المجهري للسبيكة ونمو طور الفرايت فيها مع زيادة درجة حرارة التقسية المحلولية. كذلك لوحظ ان النمو البلوري غير ذي تأثير على سلوك البلى لهذه السبيكة كما في شكل (7).

<u>الاستنتاجات :</u>

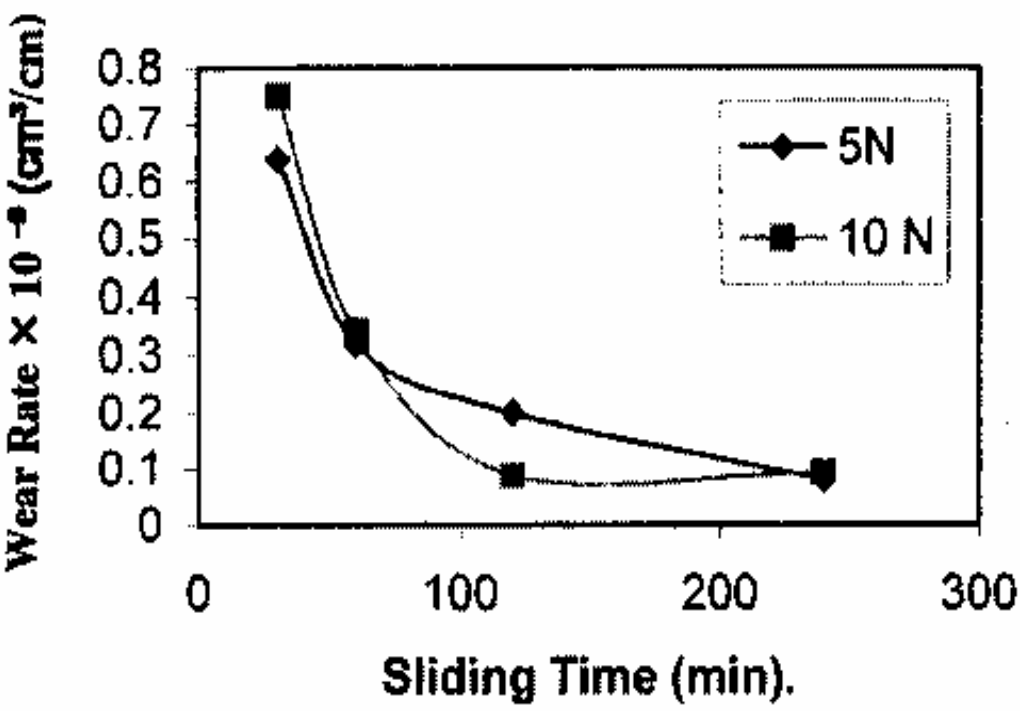
١- يقل معدل البلى لسبيكة الفولاذ المقاوم للصدأ المزدوج نوع (SAF 2205) مع زيادة زمن الانزلاق.
٢- تقل مقاومة البلى لسبيكة الفولاذ المقاوم للصدأ المزدوج نوع (SAF 2205) بزيادة الحمل المسلط.
٣- تزداد مقاومة البلى بزيادة درجة حرارة المقاومة المحلولية (التقسية) والتي تؤدي الى زيادة طور الفرايت ذو الصلادة العالية.
٤- زيادة حجم الحبيبات الناتج عن المعاملة المحلولية لم يؤثر على سلوك البلى لهذه السبيكة.



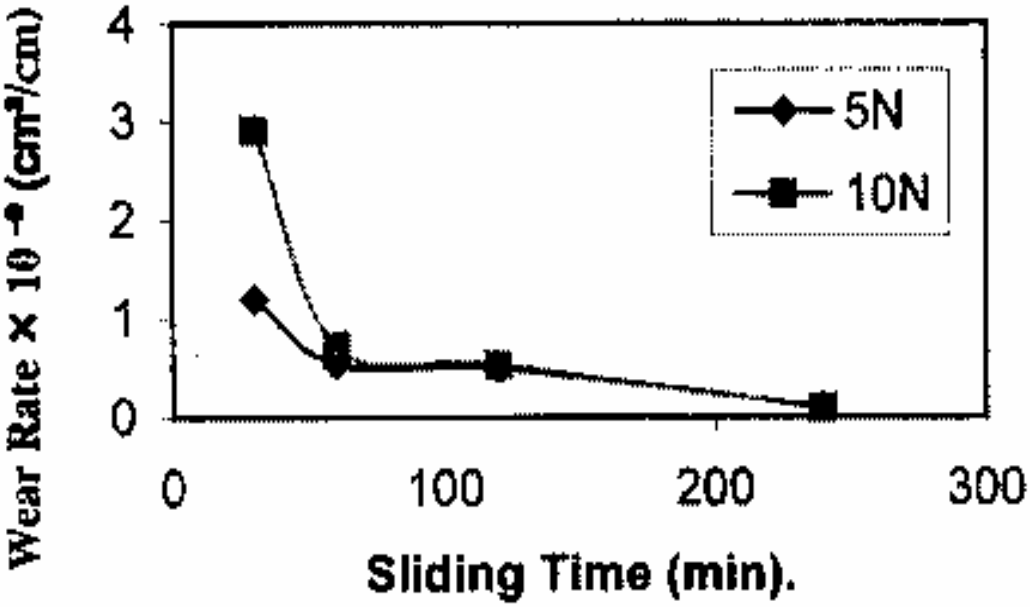
شكل رقم (١)العلاقة بين معدل البلى والزمن لسبيكة SAF 2205 عند درجة تقسية محلولية 1323 ºK



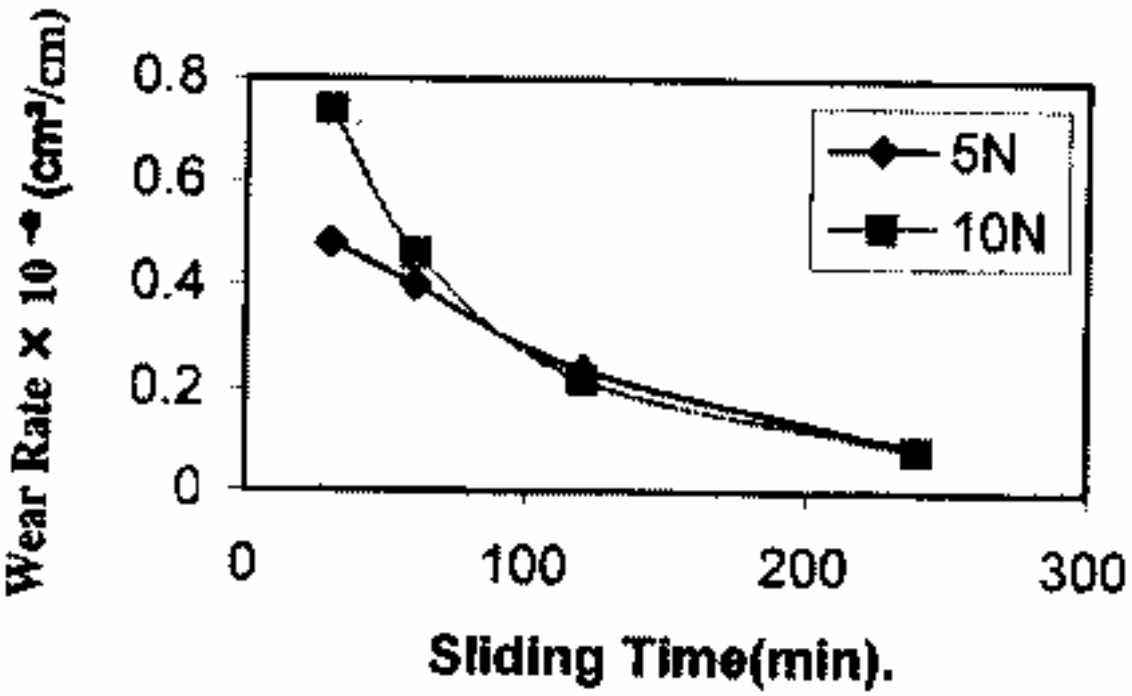
شكل رقم (٢)العلاقة بين معدل البلى والزمن لسبيكة SAF 2205 عند درجة تقسية محلولية 1373 ºK



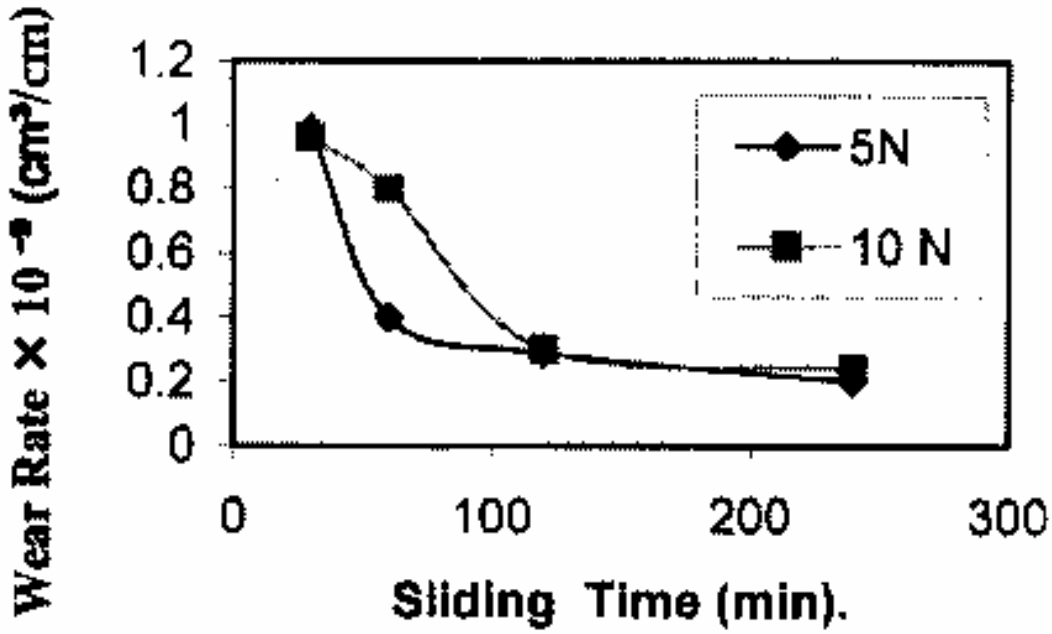
شكل رقم (3)العلاقة بين معدل البلى والزمن لسبيكة SAF 2205 عند درجة تقسية محلولية 1423 ^{o}K



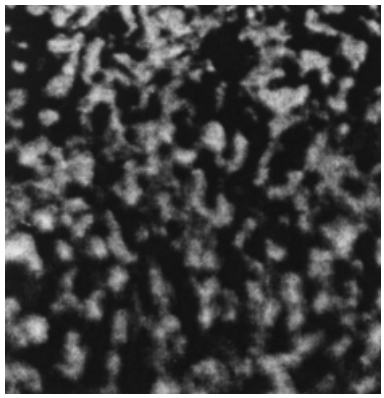
شكل رقم (4)العلاقة بين معدل البلى والزمن لسبيكة SAF 2205 عند درجة تقسية محلولية 1473 ^{o}K



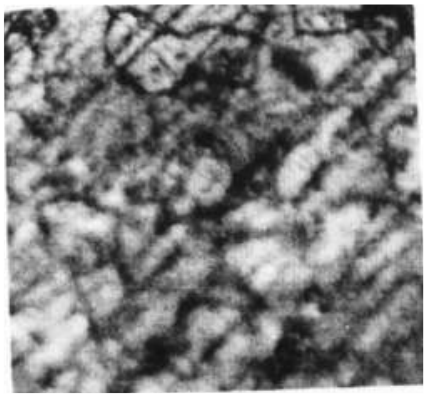
شكل رقم (5)العلاقة بين معدل البلى والزمن لسبيكة SAF 2205 عند درجة تقسية محلولية 1523 ^{o}K



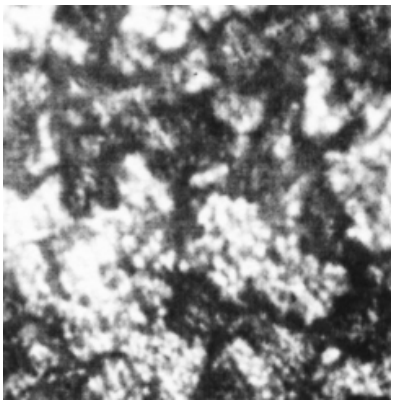
شكل رقم (6)العلاقة بين معدل البلى والزمن لسبيكة SAF 2205 عند درجة تقسية محلولية 1573 ^{o}K



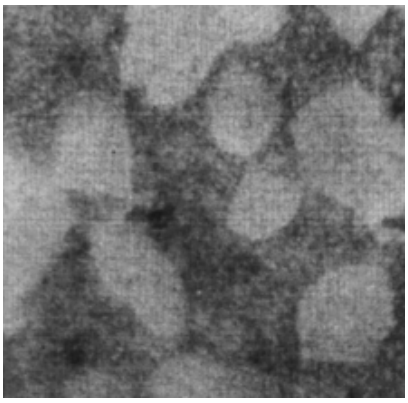
آ



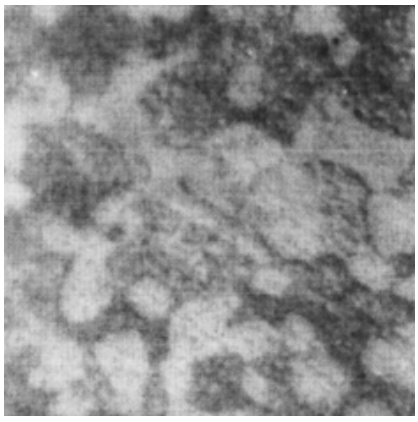
ب



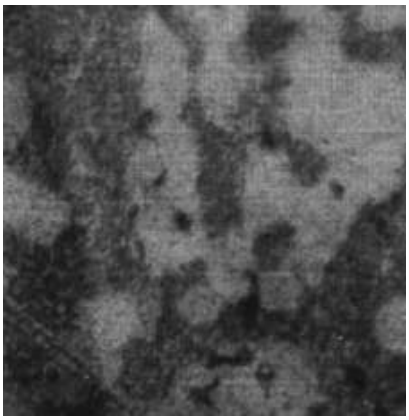
ج



د



هـ



و

شكل رقم (٧)النمو البلوري مع زيادة درجات التقسية المحلولية (1573,1523,1473,1423,1373,1323 ^{o}K) ويبين زيادة حجم طور الفرايت (الفاتح) المصاحبة لتناقص حجم الاوستنايتقوة التكبير × ٢٠٠

المصادر :

1- Friedrich Klaus, *Friction and wear of polymer composites*, Vol. 1, Elsevier, 1986.

2- عبد الله عذيب، *دراسة بلى النحاس الاصفر تحت ظروف الانزلاق الجاف*، رسالة ماجستير، الجامعة التكنولوجية، بغداد، ١٩٨٦.

٣- ابتهال عبد الرزاق، " آلية البلى الالتصاقي لسبيكة البراص "، *مجلة الهندسة والتكنولوجيا*، مجلد ١٥، عدد ١٠، ص٤٨، ١٩٩٦.

4- Halling J., *Principle of tribology*, Macmillian press ltd.., London, 1979.

٥- جون هولنك، ترجمة د. التورنجي ، محمد جواد و د. مهدي سعيد حيدر، *مدخل في علم الريبولوجيا*، الجامعة التكنولوجية، بغداد، ١٩٨٥.

6- Sugishita J. & Fujiyoshi S., "The effect of cast iron graphite friction and wear performance", *Wear* (77), 1982, pp. 181-193.

٧- عقيل ظاهر صبحي، *دراسة البنية المجهرية والبلى لسبائك الالمنيوم – السليكون المصبوبة والمحورة باستخدام التيتانيوم*، رسالة ماجستير، الجامعة التكنولوجية، بغداد، ٢٠٠٠.

8- Bolten W., *Engineering materials technology*, Butterworths, 3rd ed., 1998.

٩- الجرجيس، عامر يحيى ، *الاستقصاء التجريبي للبلى الالتصاقي لنوعين من الفولاذ المقسى عند مختلف درجات حرارة التطبيع*، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل، ١٩٩٢.

١٠- رابحة صالح ياسين، " مقاومة البلى بالحك للفولاذ المستخدم في صناعة اسنان الحفارة "، *مجلة الهندسة والتكنولوجيا*، مجلد ١٧، عدد ٩، ١٩٩٨.

١١- القزاز ، حيدر جعفر وهيب، *دراسة تأثير تكوين طبقة بوريدية بطريقة السمنتة على مقاومة البلى لانواع مختارة من صلب العدد والادوات*، اطروحة ماجستير، الجامعة التكنولوجية، بغداد، ١٩٩٥.