دراسة في بعض الخواص الميكانيكية للصلب المنخفض الكاربون المغطس في سبيكة (Al-14 Wt %Si)

خليفة صالح الدغاري[1] عباس عبدالله الدليمي[2]

DOI: https://doi.org/10.54172/mjsc.v25i1.786

الملخـــــص

تم في هذا البحث دراسة البلى الجاف للصلب المنخفض الكاربون المغطـــس في مصهورســـبيكة (Al-14%Si) عند درجة حرارة (993 K) ولفترات زمنية مختلفة(12,9,6,3) دقيقة ومن ثم تبريـــدها في الهواء . وقد تبين مـــــــــــن البحث إن خاصية البلى الجاف تتحسن مع زيادة زمن التغطيس.

[1] قسم الفيزياء /كلية العلوم –جامعة عمر المختار البيضاء–ليبيا

[2] كلية الهندسة /فرع المرج–جامعة قاريونس –بنغازي –ليبيا

©. المؤلف (المؤلفون) هذا المقال المجاني يتم الوصول إليه من خلال رخصة المشاع الإبداعي (CC BY-NC 4.0)

المقدمـــــة

تعتبر عمليات التغطـــيس (Dipping) للصلب عند درجات الحرارة العالية من العمليـــات الصناعية المهمة التي تحسن المقاومة ضد الأكســـدة والبلى وخصوصا عند استخدامة في التطبيقات التي تتعرض إلى التآكل الميكـــانيكي نتيجـــة الحركـــة للأجزاء المتزلقة وكذلك في صناعة ريش توربينات الطائرات المقاتلة التي تصطدم بقطـــرات المـــاء في أعالي الجو عند السرع العالية مؤديـــة إلى تأكلـــها بعملية النحر (Erosion) وكذلك ريش مولـــدات الطاقة المتجددة (Windmills renewable Wind energy) لتوليد الطاقة الكهربائية بالرياح نتيجـــة تصادمها بحبيبات الغبار والرمال المنطلقة بســـرعة عالية عند هبوب العواصف والتي تؤدي إلى تأكلها مما يتطلب تحسين أداء صفائح الصلب المســـتخدمة لمقاومة التآكل ألنحري (Erosion wear) وقـــد استخدم لهذا الغرض طرق مختلفة ومنها الطـــلاء بالبلازما [Aihua et al.,1993] و [Shied and Wu, 1991] والذي يكون الالتصاق فيهـــا ردىء مما يتطلب البحث عن طرق أخرى أكثر فاعليـــة ومنـــــها التغطـــــيس في مصاهيـــــــــــــر الألمنيـــــــــوم السائـــــــــل

[Aries, 1994] و [An etal , 2001] والذي يؤدي إلى تكوين طبقة خارجيـــة رقيقـــة (Thin layer) تقوم بحماية الحديد ضد التأكســـد وطبقة متداخلة معدنيـــة (Intermetallic) مـــن الألمنيوم والحديد والتي تؤدي إلى زيادة صـــلادتة و زيادة مقاومتة ضد التآكـــل والكلـــل [Wang, 2007] وكذلك يؤدي التغطيس إلى تحســـين أداء الصلب ضد التأكسد والنحر عند درجات الحرارة العالية (723 K-1253 K) [Liang, et al., 1997] و

[Zhijian, et] al., 1997] .إن الهدف من هذا البحث هو تحسين أداء السطح الخـــارجي للصلب المنخفض الكاربون ضد تأكل البلى عنـــد استخدامة في الأجزاء المتزلقة لبيان فاعلية التغطيس (Dipping) في عمليات التآكل الميكانيكي.

المواد وطرق البحث

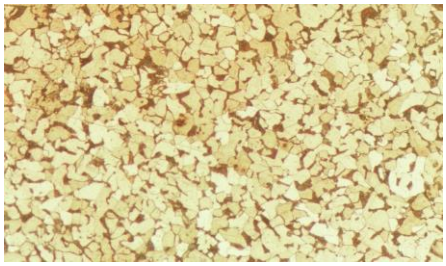
المعادن المستخدمة

الصلب Steel

تم إعداد عينات اختبار البلى بطول 25 مم وقطر 10 ملم من أعمدة من الصلب المنخفض الكاربون بطول (6) متر وقطر (12) ملمتر بعد خراطتها لتكون ملائمة لجهاز اختبار البلى، وكان التركيب الكيمياوي للصلب المنخفض الكـــاربون كما مبين في الجدول (1).

العنصر	التركيب الكيمياوي للمعدن %
الكاربون C	0.18
السليكون Si	0.03- 0.3
الفسفور P	0.04
الكبريتٍ S	0.2- 0.5
المنغنيز Mn	.....
النيكل Ni	.....
النحاس Cu	.....
الفناديوم V	.....
المولبدنيوم Mo	.....
الحديد Fe	Remainder

وكان التركيب للبنية المجهرية للصلب المستخدم في البحث كما مبين بالشكل (1) حيث يتبين أنة يتكون من كميات كبيرة من الفرايت (α)(الحديد النقي) وكميات قليلة من البيرلايت (P).



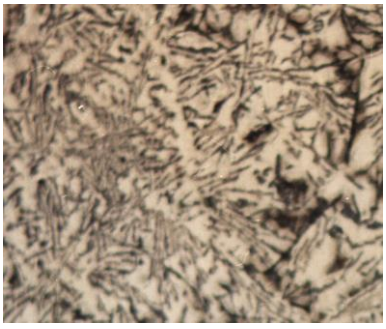
شكل (1) يبين التركيب الدقيق للصلب المنخفض الكاربون المستخدم في البحث التكبير (20 X)

سبيكة الألمنيوم– سليكون (Al-14 Wt %Si)

تم تقطيع سبيكة (AL-14 % Si) الجاهزة والتي تكون على شكل كتل كبيرة إلى قطع صغيرة ومن ثم وضعها داخل بوتقة حرارية في فرن كهربائي ثم صهرها عند درجة حرارة (993 K).

عملية التغطيس :–Dipping process

تم تغميس جميع العينات في مادة الصلب المنخفض الكاربون في البوتقة المحتوية على منصهر سبيكة ألمنيوم – سليكون عند درجة حرارة (993) K وقد تم إخراج المجموعة الأولى بعد ثلاث دقائق والمجموعة الثانية بعد ست دقائق وهكذا ..والشكل (2) يبين التركيب المجهري لسبيكة ألمنيوم – سليكون (Al-14Wt%Si) .



شكل (2) يبين التركيب المجهري لسبيكة ألمنيوم –سليكون (Al-14Wt%Si) (20 X)

ولعدم وجود جهاز المسح الالكتروني فلم يكن بالا مكان اخذ شكل يوضح سبيكة الصلب المنخفض الكاربون بعد عملية التغطيس في سبيكة الألمنيوم – سليكون (Al-14Wt%Si) .

الاختبارات الميكانيكية

اختبار البليان

تم اختبار العينات ضد تأكل البليان باستخدام الجهاز المبين في الشكل(3) والذي يدور بعدد دورات

(N=1500 RPM) وكانت المسافة

(d=16 Cm) وزمن الاختبار(t) لجميع العينات هو(30) دقيقة و($\rho =$ 7.86 gm/Cm^3=.) وقد تم حساب معدل التآكل باستخدام المعادلة التالية

[Mohamed., 1983] .:-

$$\text{Wear rate} = \frac{W}{2\pi\rho dNt} \quad (1)\ \text{Cm}^3/\text{Cm}$$

حيث :-

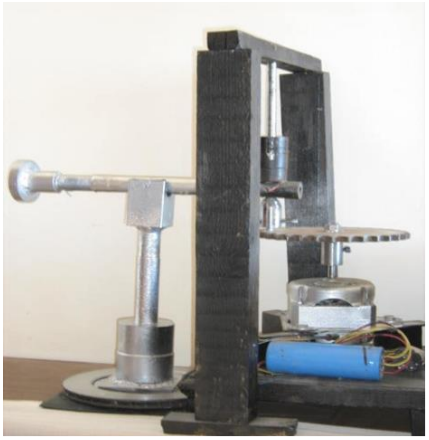
W = الوزن المفقود لعينة الاختبار(gm) .

d = المسافة المثبتة بها عينة الاختبار على القرص الدائر (2R) (Cm).

N = عدد دورات القرص الدائر (R.P.M).

t = زمن الاختبار (Min) .

ρ = كثافة الصلب المنخفض الكاربون (gm/cm^3) .



شكل (3) يبين جهاز اختبار البلى-(Pin-On-Disc).

قياس الصلادة:-

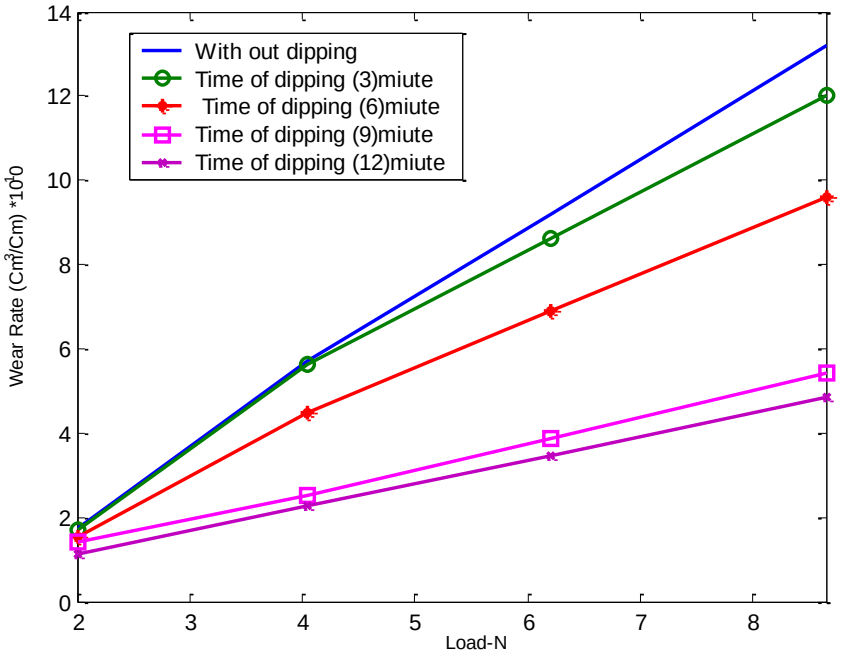
تم قياس الصلادة للعينات باستخدام التدريج(HRB) باستخدام مقياس روكويل

. النتائج والمناقشة

منحنيات البلى

لقد تم رسم العلاقة بين الحمل ومعدل التآكل للصلب المنخفض الكاربون والمغطس في سبيكة الألمنيوم –سليكون عند أحمال مختلفة وللأربعة أزمان (12,9,6,3) دقيقة كما مبين بالشكل (4) وكذلك رسم العلاقة بين معدل التآكل مع الصلادة للعينات عند حمل ثابت مقدارة (8.65 N) شكل (5) ومقاومة التآكل

حمل ثابت مقدارة (8.65 N) شكل (6) $\left(\frac{1}{Wear\ rate}\right)$ مع الصلادة عنـــد



Fig(4):- Effect of dipping time on wear rate for low carbon steel

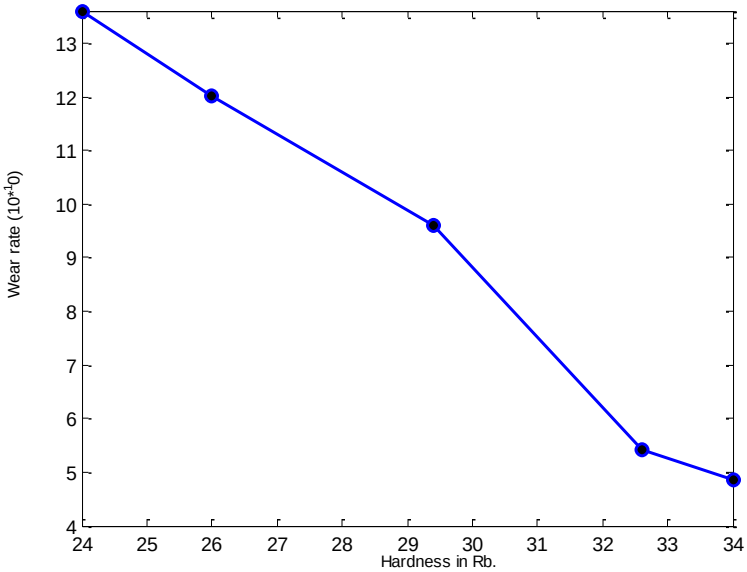


Fig (5) :- the effect of wear rate against hardness HRB at constant load 8.65 N.

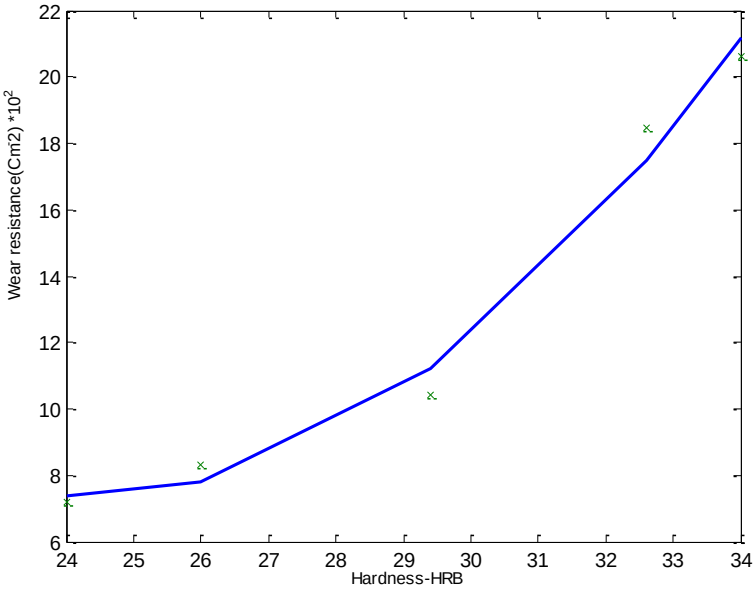


Fig (6):- Wear resistance against hardness for load (8.65 N)

النتائج والمناقشة

. تأثير زمن التغطيس على معـــدلات البلى

يبين الشكل (4) تأثير زمن التغطـــيس على معدلات البليان عند أزمان مختلفـــة حيـــث نلاحظ من الشكل أنة كلما زاد زمن التغطـــيس كلما زاد سمك طبقة الطلاء (Plating) وكـــذلك سمك الطبقة المعدنية المتداخلـــة (Intermetallic) المتكونة والتي تؤدي إلى تفاعل الحديد مع الألمنيوم والتي قد تؤدي إلى احتمالية تكوين المركبات التالية :-

(Fe2Al5-14Wt%Si ,Fe3Al-14Wt%Si ,FeAl-14Wt%Si) حســـب زمـــن التغطيس كما ســـبق للباحـــث [Wang, 2007] وهذة الطبقات المتكونة تؤدي بدورها إلى تحســـين مقاومة البليان للصلب ضد التآكـــل الميكـــانيكي حيث تحتاج إلى فترة زمنية أطول لإزالـــة الطبقـــة المعدنية المتداخلة وبالتالي فأنة كلمـــا زادت فتـــرة التغطيس أدت إلى تحسين مقاومة الصلب للبليان ، وكذلك فان زيادة زمن التغطيس يؤدي إلى زيادة الصلادة للسبيكة بفعل السماح لها بتكوين الأطوار السالفة الذكر والتي بدورها تزيد مـــن مقاومـــة الصلب للاجهـــادات الخارجيـــة وتقلـــل مـــن تاكلة.شكل (5) ، وهذا يتبين بشكل جلي مـــن مقاومة الصلب للتآكل كلمـــا ازدادت صـــلادتة شكل (6).

الاستنتاجات

1.معـــدلات البليـــان للصـــلب مـــنخفض الكاربون تقل مع زيادة زمن التغطيس في ســـبيكة الألمنيوم – سليكون المقاومة للتآكل.

2 .مقاومة البلى للصلب المنخفض الكاربون تزداد مع زيادة الصلادة والناتجة من زيادة زمن التغطيس للصلب في سبيكة ألمنيوم – سليكون.

3 .زيادة زمـــن التغطـــيس أدت إلى تحســـين أداء الصلب المنخفض ضد البلى وكذلك ضد التأكسد نتيجة زيادة سمك طبقة الطلاء للألمنيوم.والطبقـــة المتداخلة.

Study of some mechanical properties of low carbon steel dipped in (Al-14 Wt %Si) liquid alloy

Abbas. A. Aldullmey[1] and Khalifa. S. Aldaghari[2]

Abstract

Adhesive wear of low carbon steel dipped in Liquid alloy of (Al-14Wt%Si) at(993 K) for interval times (3,6,9 and12) minutes and air cooling has been investigated under dry sliding conditions.

It has been found of increasing of dipping times , reduce the wear rate and improve the adhesive resistance compared with samples with out dipping.

[1] Department of Physics / Faculty of Science - University of Omar Al-Mukhtar Al-Bayda - Libya

[2]Faculty of Engineering / Branch of Marj - University of Garyounis - Benghazi – Libya

المراجـــــع

Aihua, W., Zhu , B., et al.,'Thermal-shock behavior of plasma sprayed Al2O3 -13wt%TiO2 coating on Al-Si alloys by laser remelting ,' Surface and coating tech., 57 (1993), 169.

An, J.., Lu,Y., Xu, D. W., Liu., Y.B.,.Sun.,D. R and Yang, B.,'Hot-rolled bonding of Al-Pb bearing alloys strips and hot dip aluminized steel sheet., Journal of Materials Engineering and Performance , 10 (2001),131.

Aries, L. J.,' Preparation of electrolytic ceramic films on stainless steel conversion coating .,Appl.Electrochem.,(1994)24,554.

Liang, D et al.,'Hot Dip galvanized steel., Scripta Metall Meter ., 34(1997) 10, 1513.

Mohamed,.J.K ,M.Sc.Thesis, (University of Technology-Baghdad).1983.

Shied, J. H., Wu, S.T.,'Rapid solidification of a plasma-sprayed ceramic coating melted by a Co2 laser .,'Appl.Phys.Lett., 59(1991) 12, 1512.

Wang, D.,'Formation and property of ceramic layer on a low carbon steel ., Journal of Advanced Materials.,2(2007).

Zhijian, N .,Zhongyuan,.R and Diguang, H.,'The properties and its effect factors of steel coated by hot dipping aluminum ., J. Northwestern institute of architectural Engineering ,(1997)3,42.