

TJES

ISSN: 1813-162X

مجلة تكريت للعلوم الهندسية

متاحة على الموقع الإلكتروني: <http://www.tj-es.com>

دراسة تأثير زمن القذف بالكرات الفولاذية على مقاومة البلى الانزلاقي الجاف لسبيكة الألمنيوم- نحاس AI-3.5%Cu

عادل محمود باش

قسم الهندسة الميكانيكية، جامعة تكريت، صلاح الدين، العراق

adelbash@tu.edu.iq

الخلاصة

يهدف البحث الى دراسة تأثير زمن القذف بكرات فولاذ قطرها 1.5 ملم على مقاومة البلى الانزلاقي لسبيكة ألومنيوم- نحاس (AI-3.5% Cu). لقد تم استخدام تقنية المسمار على القرص pin-on-Disc لحساب معدل البلى لعينات غير مقذوفة وأخرى مقذوفة بالكرات الفولاذية بأزمان قذف مختلفة أثناء انزلاق (10، 15، 25، 35 دقيقة) عينات الفحص تحت ظروف الانزلاق الجاف على قرص من الفولاذ الكربوني عند تسليط أحمال (9.81، 19.62، 29.43، 39.24 و 45) نيوتن وسرع انزلاق مختلفة (0.94، 1.88، 2.82 و 4.9 م/ثا). ولفترات اختبار مختلفة أيضا (30، 60، 90 و 120) دقيقة وقد بينت النتائج بان معدل البلى يزداد مع زيادة الحمل العمودي المسلط ويقل مع زيادة سرعة الانزلاق. وكما تبين أن معدل البلى عند زمن قذف 25 دقيقة أقل مما هو عليه مقارنة بأزمان القذف الأخرى.

الكلمات الدالة: مقاومة البلى، سبيكة ألومنيوم – نحاس.

Study the Effect of Shot Penning Time by Steel Ball on Dry Sliding Wear Resistance of (AI-3.5%Cu) Alloy

Abstract

This research is devoted to investigate the effect of shot penning time by steel ball with diameter 1.5 mm on the wear resistance of (AI-3.5%Cu) alloy. A pin-on-disc technique has been used to evaluate wear rate of the specimens as prepared and the specimens which treated by shot peening at various time (10, 15, 25, 35) min, were slide under dry sliding conditions on the carbon steel disc at various applied loads (9.81, 19.62, 29.43, 39.24 and 45)N and slide periods (30, 60, 90, 120 and 150)min under variable sliding speeds (0.94, 1.88, 2.82, 3.76 and 4.9) m/s. The result show that the wear for all the shot peen times have improved the wear resistance and best resistance has been achieved at time 25 min.

Keyword: Wear Resistance, Aluminum- Copper alloy.

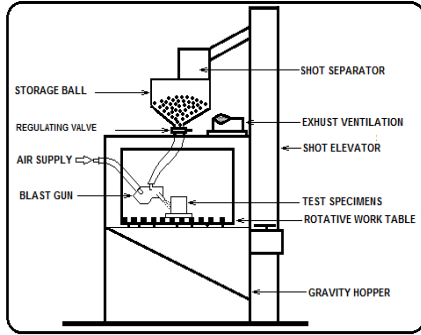
المقدمة

أهمية هذه السبائك الى الخصائص المهمة التي تتمتع بها كالمقاومة للبلى والمقاومة العالية بالنسبة للوزن والتوصيلية العالية [2]، وهذا ما أدى الى استخدامها في العديد من الأجزاء الاحتكاكية المهمة كالمكابس ورؤوس الاسطوانات. دفعت الخواص المميزة التي تمتلكها هذه السبائك الباحثين الى دراسة خواصها وتحديد الإمكانيات التي يمكن من خلالها تحسين هذه الخواص ولاسيما خاصية مقاومة الاحتكاك والبلى. وتتخذ عدة إجراءات لتحسين الخواص الميكانيكية للمعادن (مقاومة البلى، مقاومة الكلال) منها عملية القذف بالكرات (shot peen) إذ تعتبر عملية التشكيل على البارد تتضمن قصفاً لسطح العينة بتيار من الحبيبات ذات السرعة

يستخدم ألومنيوم وسبائكه في الكثير من التطبيقات الصناعية نظراً لخواصها الفيزيائية والكيميائية الجيدة. ألومنيوم في صورته الفلزية النقية طري ولين ويتميز بصلادة من رتبة (40) على مقياس برنيل للصلادة، وتعد مقاومة ألومنيوم للشد ضعيفة، إذ لا تزيد مقاومته للشد على (90) نيوتن/ملم² بعد تلدينه، لذلك يستخدم ألومنيوم على شكل سبائك في معظم التطبيقات الصناعية. ومن أهم سبائك ألومنيوم هي ألومنيوم-نحاس، ألومنيوم-نحاس-مغنسيوم، ألومنيوم-منغنيز، ألومنيوم-سيلكون و ألومنيوم-زنك [1]. تعد سبائك ألومنيوم من السبائك واسعة الاستخدام في التطبيقات الترابولوجية، وترجع

تحضير عينات البلى

تم تقطيع السبيكة ومن ثم تشغيلها للحصول على العينات الخاصة باختبار البلى الأنزلاقي الجاف بقطر (10) ملم وطول (25) ملم باستخدام ماكينة CNC المبرمجة في جامعة تكريت - كلية الهندسة قسم الهندسة الميكانيكية. بعد الانتهاء من عملية تصنيع عينات الاختبار تم قذفها بكرات من الفولاذ بقطر (1.5) ملم وبأزمان قذف مختلفة (10, 15, 25, 35) دقيقة وذلك باستخدام ماكينة القذف (shot plast) يابانية الصنع بضغط (7) بار وسرعة القذف ثابتة (15) متر/ثا. كما موضح في الشكل (2).



شكل (2) ماكينة القذف بالكرات

جهاز قياس البلى

أنجز البحث باستخدام جهاز البلى الأنزلاقي الجاف (Pin-On-Disc) المسمار على القرص الموجود في كلية الهندسة - جامعة تكريت وكما موضح في الشكل (3)، حيث يتكون من محرك كهربائي بقدرة (1.5) حصان ذي سرعة دوران ثابتة (940) دورة/ثا. يتم نقل السرعة إلى القرص الدوار بواسطة سيور لنقل الحركة عن طريق بكرات بأقطار مختلفة لغرض الحصول على سرعة دوران متغيرة للقرص الدوار، وقرص من الفولاذ بقطر (30) سم وبصلادة 45HRC مصمم ليدور بسرعة دورانية مختلفة يتم تنعيمه بعد كل اختبار بواسطة ورق تنعيم من كاربيد السيلكون لضمان تقليل خشونة سطح القرص لمنع زيادة مقدار التداخل الحاصل ما بين سطح العينة و سطح القرص الدوار مع وجود حامل العينات، ويتكون من جانبيين الجانب الأسفل المقابل للقرص الدوار ماسك العينة يحتوي على ثقب بقطر (10) ملم تثبت بداخله عينات الفحص والجانب الأعلى يتصل بقاعدة حامل الأثقال الذي من خلاله يتم تسليط الحمل المطلوب. وذراع ذي مقطع مستطيل قابل للحركة العمودية يثبت في إحدى نهايتيه حامل العينة وفي النهاية الثانية توضع أثقال الموازنة. تم استخدام أحمال مختلفة (9.81, 19.62, 29.43, 45 نيوتن، كما تم استخدام سرع انزلاق مختلفة (0.94, 1.88, 2.82, 3.76, 4.9) متر/ثا. تم إجراء الاختبار لعينات الفحص في الهواء الجوي الاعتيادي وعند درجة حرارة الغرفة.

العالية جدا" أو بضرب السطح بمطرقة تعمل بتأثير الهواء المضغوط أو من خلال مهاجمة سطح المعدن بواسطة كرات صغيرة مصنوعة من الفولاذ أو الزجاج مما يولد اجهادات ضغطية متبقية على السطح. وقد لاحظ الباحث Gurney^[3] إن مقاومة الكلال تزداد بنسبة 39% وسبب ذلك يعود إلى إن استعمال المطرقة يولد مناطق تشكيل حادة والتي تحسن من الخواص الميكانيكية بصورة أفضل من عملية القذف بالكرات، إن التحسين ناتج عن التشوه اللدن الحاصل نتيجة القذف الذي يؤدي إلى زيادة في الصلادة السطحية بالإضافة إلى الاجهادات الضغطية المتبقية والمتولدة في المعدن بعد القذف. وقد قام الباحث (Midori)^[4] بدراسة الخواص الميكانيكية لسبيكة النيوتانيوم بعد قذفها بالكرات الفولاذية ولاحظ ارتفاع في مقاومة البلى والكلال. وفي عام (2008) قامت الباحثة عباس^[5] بدراسة تأثير زمن القذف بكرات فولاذية على مقاومة الكلال لوصلات لحام تناكبية من الفولاذ الكربوني المنخفض (AISI1020) والتي تم لحامها بطريقة القوس الكهربائي وقد تبين إن الخواص الميكانيكية والفيزيائية تكون أفضل مقارنة بالعينات الملحومة غير المقصوفة. هناك عدة عوامل تؤثر على عملية القذف منها سرعة القذف، قطر كرة القذف وزمن القذف.

الجزء العملي

تحضير السبيكة

تم تحضير السبيكة وذلك بتقطيع أسلاك من الألمنيوم بنقاوة قدرها 98.83% ألمنيوم والتركيب الكيميائي لها موضح في جدول رقم (1).

جدول (1) يبين التركيب الكيميائي للألمنيوم النقي والسبيكة المحضرة

Element (wt%)	Pure Al	Al-3.5%Cu
Al	98.8	Rem
Cr	0.08	0.09
Ti	0.06	0.07
Zn	0.02	0.07
Mg	0.42	0.60
Mn	0.02	0.02
Cu	0.01	3.37

وتم ذلك بصهر الألمنيوم في فرن كهربائي باستعمال بودقة كرافتية عند درجة حرارة (750) درجة مئوية لضمان الانصهار التام، وبعد ذلك تم إضافة النحاس النقي على شكل ريش إلى الألمنيوم المنصهر مع إجراء التحريك المستمر بقضيب من الخزف وذلك لضمان ذوبان جميع النحاس في الألمنيوم المنصهر و حدوث التجانس ومن ثم إضافة مادة مزيلة للخبث وطارده للغازات فلورايد الألمنيوم بوتاسيوم بالرمز (KALF)X ويخلط جيدا" ومن ثم يزال الخبث لغرض الحصول على منصهر خالي من أي عيوب. تمت عملية الصب بصورة سريعة في قالب معدني بقطر (25) ملم وطول (50) ملم، سخن مسبقا" إلى درجة حرارة (200) درجة مئوية ولمدة (30) دقيقة.

$$SD = 2\pi * v * t(cm).....(2)$$

علما ان :-

t- زمن اختبار العينة (ثانية).

$$V = \frac{\pi ND_s}{60} (cm/s) = \text{السرعة الخطية}$$

D_s - قطر دائرة الانزلاق والبالغ (18) سم.

N- السرعة الدورانية للقرص الدوار

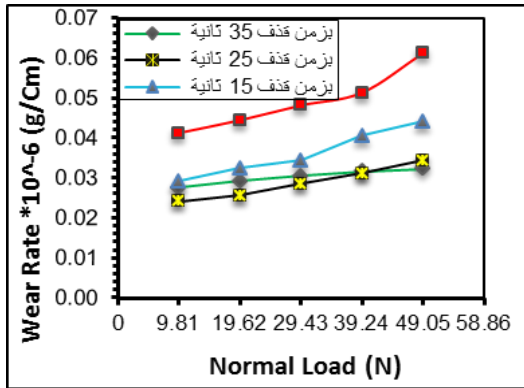
وبعد ذلك تم حساب معدل البلى كما يلي :-

$$Wear Rate = \frac{\Delta w}{S_n} \left(\frac{gm}{cm} \right) \dots\dots (3)$$

النتائج والمناقشة

مناقشة تأثير الحمل على معدل البلى

تم خلال هذا البحث دراسة تأثير الحمل المسلط على معدل البلى لسبيكة ألومنيوم-نحاس Al-3.5%Cu غير أمقذوفة بالكرات الفولاذية وللعينات أمقذوفة بالكرات الفولاذية حيث ان قطر الكرة يساوي (1.5) ملم وبأزمان قذف (35, 25, 15, 10) دقيقة. أجريت تجربة البلى الانزلاقي الجاف بدرجة حرارة الغرفة والضغط الجوي الاعتيادي وبتسليط أحمال مختلفة تراوحت من (9.81-45) نيوتن بزيادة مقدارها (9.81) نيوتن بثبوت سرعة الانزلاق (2.82) متر/ثا، وكانت فترة الاختبار (30) دقيقة، الشكل (4) .



شكل (4) العلاقة بين الحمل ومعدل البلى تحت ظروف اختبار سرعة الانزلاق (2.83 m/s) وزمن الانزلاق 30min

يلاحظ من الشكل (4) أن معدل البلى لسبيكة الألومنيوم - نحاس غير المقذوفة يزداد تدريجياً مع زيادة مقدار الحمل العمودي المسلط الى أن تصل الى اعلى قيمة له ويعود سبب ذلك الى ارتفاع مقدار قوة الاحتكاك حيث تؤدي الى ارتفاع درجة الحرارة بين القرص الدوار وعينات الفحص مما يؤدي الى ليونة سطح العينات، لهذا يتحول البلى الطري الى البلى الانتقالي متحولاً الى البلى الشديد وسبب ذلك يعود الى أن كل من السطوح المتماسة تمتلك عدداً من النتوءات الحادة والاتصال بين هذه السطوح يحدث في البداية هذه النقاط مسبياً التشكيل اللدن لقمم النتوءات تحت تأثير الحمل العمودي وسرعة الانزلاق وبذلك تتعرض النتوءات الى تشوه لدن خارج منطقة اللدونة أو تبقى في حالة انتقال مرن داخل حدود المرونة. لكن كلما تكون النتوءات حادة فان تأثير الإجهاد على النقاط



شكل (3) جهاز قياس البلى

الطريقة والخطوات التي تم بها قياس معدل البلى

بعد اكمال عملية قذف عينات الفحص بالكرات الفولاذية تم تنظيف هذه العينات وتنعيمها وصلفها. أجريت عملية التنعيم بأوراق من كاربيد السليكون (sic) مختلفة الأحجام، (2000, 1200, 1000) مايكروميتر وبوجود تيار مائي مستمر ثم صقلت بقماش الصقل ومعجون الماس بعدة مراحل . وبعد كل مرحلة من مراحل التنعيم والصقل تغسل النماذج بالماء ثم الكحول علاوة على التجفيف للحصول على سطح خالي من الخدوش قبل عملية الاختبار. تم حساب معدل البلى باستخدام الطريقة الوزنية حيث وزنت العينة قبل وبعد الاختبار بواسطة ميزان حساس نوع (Scaltac) ياباني المنشأ وبدقة (±0.0001) غرام. وفيما يلي الخطوات المتبعة لحساب معدل البلى:-

- 1- وزن العينة قبل الاختبار w_1 .
 - 2 - تنعيم القرص الدوار بورق تنعيم وبدرجة (1000).
 - 3- تثبت العينة بماسك الجهاز (holder) بحيث تتطابق مع سطح القرص الدوار.
 - 4- معايرة جهاز الفحص وجعل الذراع الحامل لعينات الفحص بوضعية أفقية.
 - 5- استعمال أحمال مختلفة (9.81, 19.62, 29.43, 39.24, 45) نيوتن مع ثبوت السرعة الانزلاق (2.88) متر/ثا وزمن الانزلاق (30) دقيقة.
 - 6- استخدام سرع مختلفة (0.94, 1.88, 2.82, 3.76) متر/ثا مع ثبوت الحمل وزمن الانزلاق.
 - 7- تشغيل الجهاز وحساب الوقت باستخدام ساعة توقيت.
 - 8- إيقاف الجهاز بعد مرور فترة انزلاق (30) دقيقة.
 - 9- وزن العينة بعد انتهاء الاختبار w_2 .
- حيث ان :-

$$\Delta w = w_1 - w_2 \dots\dots\dots (1)$$

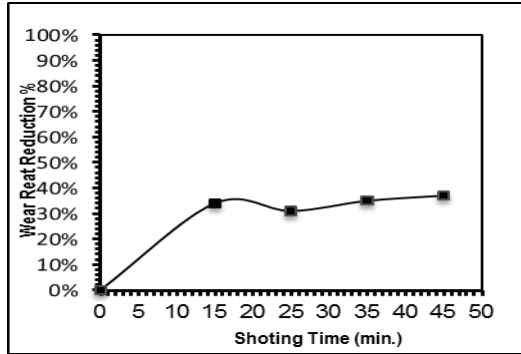
W_1 :- وزن العينة قبل الاختبار (غرام)

W_2 :- وزن العينة بعد الاختبار (غرام)

Δw :- الفرق بالوزن (غرام)

تم حساب مسافة الانزلاق من العلاقة التالية :-

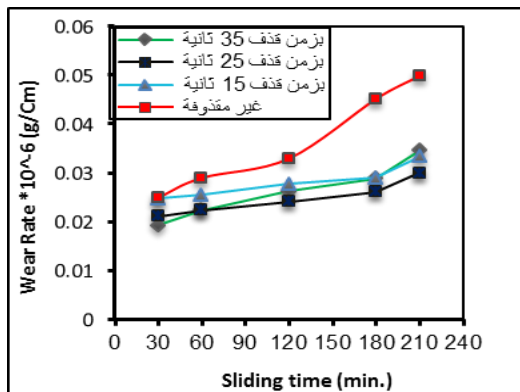
الحرارة إذ أنها احد أهم العوامل المؤثرة على معدل البلى، إذ بارتفاع درجة الحرارة يزداد التآكل الالتصاقى ما بين النتوءات المحتكة [9,8]. ويلاحظ من الشكل (7) أيضا إن معدل البلى لعينات الاختبار ألمقذوفه بزمن قذف 35 ثانية أدت الى تقليل معدل البلى بمقدار 39% اقل مما هو في حالة العينات غير المقذوفة.



شكل (7) تأثير زمن القذف بالكرات الفولاذية على معدل البلى كنسبة مئوية عند مقارنتها مع العينات غير المقذوفة

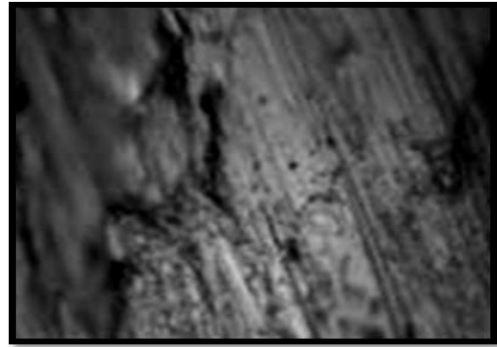
تأثير زمن الانزلاق على معدل البلى

يلاحظ من الشكل (8) أن معدل البلى لعينات الفحص جميعها يزداد مع زيادة زمن الانزلاق عند انزلاقها على قرص من الفولاذ وعند ثبوت سرعة الانزلاق والحمل العمودي، لكن تكون الزيادة في معدل البلى في حالة العينات غير المقذوفة في البداية أعلى مما هي عليه في حالة العينات ألمقذوفة بالكرات الفولاذية. يلاحظ أن العينة ألمقذوفه بزمن قذف (25) دقيقة هي أفضل العينات لأنها تمتلك اقل معدل بلى عند مقارنتها مع العينات الأخرى. أن الزيادة في معدل البلى تكون قليلة وثابتة تقريبا مع زيادة زمن الانزلاق وهذا يعزى إلى تأثير عملية القذف بالكرات الفولاذية على سطح الانزلاق حيث تؤدي الى حدوث ظاهرة التصليد الانفعالي الناتجة عن عملية البلى وزيادة صلادة الطبقة السطح ولذلك مع زيادة زمن الانزلاق يزداد معدل البلى [10].

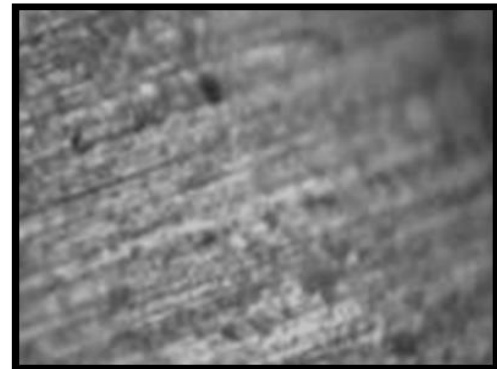


شكل (8) العلاقة بين زمن الانزلاق ومعدل البلى عند ظروف اختبار الحمل المسلط 39.46 نيوتن وسرعة الانزلاق 2.88 متر/ثا

الحادة يكون أعلى من الإجهاد المرن وبذلك يحدث تشوه لدن عند كل النقاط الحادة عدا بعض النقاط ألمقذوفة بالكرات المعدنية إذ أن لقيم الحمل المسلط تأثيرا مباشرا في التشوه اللدن الذي يحدث عند قمم النتوءات وان هذه الدقائق (Asperities) الناتجة عن عملية البلى تتجمع في منطقة التماس أي في المنطقة القريبة من السطح مؤدية الى حدوث قشط للسطح وتكوين أخاديد في الطبقات السطحية مكونة بذلك حطام البلى وبذلك يزداد التشوه اللدن بزيادة الحمل العمودي المسلط على عينات الاختبار مؤديا الى زيادة في معدل البلى [7,6]، كما موضح في الشكلين (5) و (6). عند قذف سبيكة الألمنيوم - نحاس . AL-3.5%Cu بالكرات الفولاذية يلاحظ تغيرا نسبيا في معدل البلى، إذ يلاحظ عند الأحمال القليلة ان معدل بلى قليل في البداية ويعود سبب ذلك الى ظاهرة التصليد السطحي والناتج من الاجهادات المتولدة نتيجة قذف السطح بالكرات الفولاذية والتي تعمل على تقليل معدل البلى.

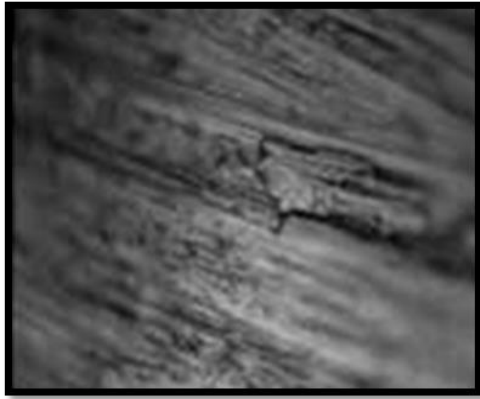


شكل (5) صورة مجهرية تبين أخاديد البلى عند تأثير سرعة انزلاق 1.88 متر/ثا وحمل عمودي 9.81 نيوتن وزمن انزلاق 30 دقيقة بقوة تكبير 40X



شكل (6) صورة مجهرية تبين أخاديد البلى عند تأثير سرعة انزلاق 1.88 متر/ثا وحمل عمودي 18.62 نيوتن وزمن انزلاق 30 دقيقة بقوة تكبير 40X

لكن عند زيادة الأحمال تبدأ هذه الطبقات بالتكسر وتزال من سطح العينة حيث تؤثر سرعة الانزلاق في هذه الطبقات أيضا، فضلا عن ذلك فانه نتيجة الاحتكاك والحمل العمودي المسلط يؤدي إلى ارتفاع درجات



شكل (10) صورة مجهرية تبين أخاديد البلى عند تأثير سرعة انزلاق 2.88 متر/ثا وحمل عمودي 36.62 نيوتن وزمن انزلاق 30 دقيقة بقوة تكبير 40X



شكل (11) صورة مجهرية تبين أخاديد البلى تحت تأثير سرعة انزلاق 3.76 متر/ثا وحمل عمودي 36.62 نيوتن وزمن انزلاق 30 دقيقة بقوة تكبير 40X

الاستنتاجات

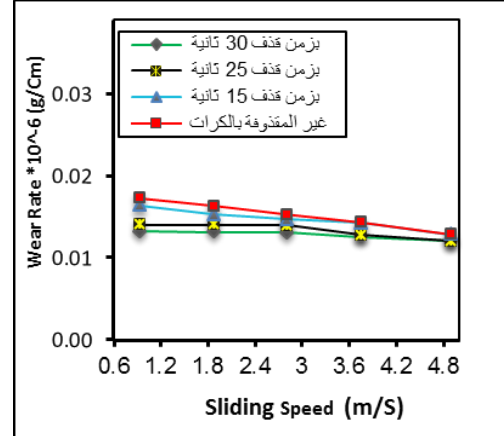
- 1- تزداد مقاومة البلى الانزلاقي الجاف لسبيكة الألمنيوم- نحاس (Al-3.5%Cu) بعد قذفها بالكرات الفولاذية.
- 2- أن أفضل مقاومة بلى كانت للعينات ألمقذوفه عند زمن قذف 25 دقيقة.
- 3- أن معدل البلى الانزلاقي الجاف ينخفض مع زيادة سرعة الانزلاق.

المصادر

- 1- Arshed M. R., "Effect of Shot Peening on the Fatigue Life of 2024 Aluminum Alloy", MaterialsResearch, Vol.9, No.1, pp.101-112, 2011.
- 2- Mondolfo L. F., "Aluminum Alloys Structure and Properties", Butter Worths London, pp.37-44, 1976.

تأثير سرعة الانزلاق على معدل البلى

تبين أن تأثير سرعة الانزلاق على معدل البلى للعينات غير المقذوفه والعينات ألمقذوفه بالكرات الفولاذية حيث كانت سرعة الانزلاق (0.94, 1.88, 2.82, 3.76, 4.9 متر/ثا على التوالي وكانت مدة الاختبار (30) دقيقة لكل اختبار وتحت تأثير حمل عمودي ثابت عند انزلاقها على قرص الفولاذ، الشكل (9).



شكل (9) العلاقة بين سرعة الانزلاق ومعدل البلى عند ظروف اختبار الحمل المسلط 39.46 نيوتن وزمن الانزلاق

أن سرعة الانزلاق تسبب حصول تغيرات كبيرة في عملية البلى مع الحمل المسلط ودرجة حرارة المحيط، حيث أن تلك العوامل ممكن أن تعمل على تغير مدى درجات الحرارة الناتجة عن سرعة الانزلاق. يلاحظ من الشكل أعلاه أن معدل البلى للسبائك الثلاثة يقل مع سرعة الانزلاق ويعزي سبب ذلك إلى أن تسرب الحرارة خلال معدن العينة والقرص يكون عند السرعة الانزلاقيه العاليه اقل مما عليه في السرعة الانزلاقيه الواطئه، مما ينتج عن ذلك ارتفاع درجة حرارة سطح التلامس عند السرعة العاليه وزيادة قابلية السطوح المنزقة على التفاعل مع الرطوبة والهواء الجوي حيث تتكون طبقة من الاوكسيد على سطح التلامس تعمل على تقليل حصول الاتصال المعدني المباشر ما بين السطحين المنزلقين مؤديا الى خفض وتقليل معدلات البلى. كما يلاحظ من الشكل (9) أيضا ان معدل البلى يزداد الى أقصى قيمة له عند السرعة (0.94) متر/ثا ويعزي سبب ذلك أن درجات الحرارة اللحظية تكون عالية عند هذه السرعة الانزلاقيه الواطئه وكذلك عند السرعة الانزلاقيه المنخفضة احتمالية حصول عملية الأكسدة تكون قليلة، حيث ينتج عن ذلك معدلات بلى عالية بسبب حصول اتصال معدني مباشر ما بين سطح العينة والقرص الدوار وتوليد حطام البلى المعدني^[11]. والشكلان (10) و (11) يوضحان تأثير السرعة على معدل البلى.

- 3- Gurney T .R., " Fatigue of Welding Structures", Cambridge University Press, PP. 25-84, 1979.
- 4- Midori Y. P., "Evaluation of Shot Peening on the Fatigue Strength of Anodized Alloy", Materials Research, Vol.9, No.1, PP.107-109, 2006.
- 5- عباس، منى خضير، "تأثير القذف بالكرات الفولاذية على مقاومة الكلال لوصلات لحام من الفولاذ منخفض الكربون"، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 26، العدد 3، 2008.
- 6- عبد اللطيف، نوال عزت، "دراسة خواص المواد المترابطة المنتجة بطريقة السباكة بالطرد المركزي"، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 28، العدد 5، 2010.
- 7- عباس، منى خضير، حازم، مكارم، مهدي، ذكرى، "تأثير إضافة الرصاص والقصدير على سلوك البلى الأنزلاقي لسبيكة البراص إلفا، (70/30)، مجلة الهندسة والتكنولوجيا المجلد 27، العدد 7.
- 8- صبحي، عقيل ظاهر، "دراسة الاحتكاك والبلى لسبائك الألمنيوم-سليكون" مجلة الهندسة والتكنولوجيا المجلد 26، العدد، 2008
- 9- راضي، منذر محمد و احمد، أسيل، "تأثير إضافة عنصر النيكل على مسبوكات الألمنيوم-نحاس قبل وبعد المعاملة الحرارية"، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 28، العدد 5، 2010 .
- 10- صلال، ضياء محمد، "دراسة تأثير درجة الحرارة المتولدة في الاحتكاك على خصائص ومميزات البلى الأنزلاقي الجاف لحديد الزهر ذي الكرافيت الكروي"، المؤتمر العلمي الهندسي الأول - كلية الهندسة- جامعة ديالى، 2008.