دراسة الخواص الميكانيكية لمركبات الالمنيوم – زجاج

م.م.ذكرى مهدي علي*

تاريخ التقديم:2009/1/14
تاريخ القبول:2009/5/7

الخلاصة

استهدف البحث الحالي دراسة تأثير إضافة دقائق الزجاج بالنسب (1, 3, 5)W_t % على الخواص الميكانيكية ومقاوم البلى للألمنيوم النقي .
حضرت جميع النماذج باستخدام تقنية الدوامة (التحريك الميكانيكي) للمنصهر ثم الصب في قوالب فولاذية . أظهرت نتائج الخواص الميكانيكية (مقاوم الانضغاط ، الصلادة) حدوث تحسن كبير في الخواص بعد إضافة دقائق الزجاج مقارنة بخواص المعادن الأساس .
درس سلوك البلى للمركبات باستخدام تقنية (المسمار على القرص) تحت ظروف الانزلاق الجاف وعند سرعة ومسافة انزلاق ثابتة لجميع النماذج المحضرة . وأظهرت النتائج حدوث زيادة في مقاومة البلى بزيادة النسبة المئوية لدقائق الزجاج المضافة .

Study the Mechanical Properties of Al-glass Composite

Abstract

The present research aimed at studying the effect of (1, 3, 5) W_t % addition of glass particles on the mechanical and wear resistance of the pure Aluminum.
All samples were prepared by using vortex technique (mechanical stirring) for the moltens of these materials and pouring in steal molds. Acceptable improvement in mechanical properties of the base metal was observed after addition of glass particles .
Wear behavior of composite were being studied by using pin- on – disc technique under dry sliding condition and at the same sliding velocity and distance for all tested specimens .
The results of wear experiment appeared an increase in wear resistance of the base metal by increasing the addition of glass particles .

المقدمة

المواد المركبة هي مواد تتكون من دمج مادتين او اكثر لتنتج مواد لها خواصا لايمكن الحصول عليها من اي المركبات الاصلية المكونة لها بصورة منفردة [1] حيث يتم الحصوعلى افضل تركيبة او افضل خواص اعتمادا على الاختيار الرصين للمكونتين غير المتشابهة كيميائيا يفصل بينهما سطح بيني مميز عند تصنيع المادة المركبة [2] تتطلب التقنيات الحديثة المستخدمة في التطبيقات الفضائية خواصاً لايمكن الحصول عليها عند استخدام السبائك التقليدية والمواد والسيراميكية والبولميرية او كما هو الحال عند استخدام المواد الهندسية والتقنيات التي تستخدم تحت الماء وبعض التطبيقات الخاصة بوسائط النقل فعلى سبيل المثال فان مهندسي الطائرات

قسم هندسة الانتاج والمعادن,الجامعة التكنلوجيا/بغداد

https://doi.org/10.30684/etj.27.14.16
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

يبحثون عن مواد انشاء تمتلك كثافات منخفضة ومقاومة وجساءة عاليتين , علاوة على مقاومة الخدش والتاكل الملائمة . لهذا تم اللجوء الى تصنيع المواد المركبة وتطويرها للاستيفاء بمتطلبات التقدم التكنولوجي [3,4] ولقد لوحظ من قبل الباحثين ان اضافة الدقائق السيراميكية لسبائك الالمنيوم تحسن من الخواص الميكانيكية ومقاومة البلى.
قام الباحث (Deonath) عام 1980 بدراسة تأثير اضافة دقائق المايكا على الخواص الميكانيكية للالمنيوم . وقد وجد ان كل من اجهاد الخضوع والصلادة تقل بزيادة نسبة المايكا وتحديدا عند النسبة 2.2 % [5] وقام الباحث Gibson عام 1982 بتحضير مواد مركبة معدنية من سبيكة (Al- Si) واضافة دقائق الكرافيت وبحجم حبيبي (150mm) وبنسب وزنية (2,4,6,8) ,وعند اجراء اختبار البلى باستخدام تقنية المسمار على القرص ولاحظ انه عند اضافة 2% من دقائق الكرافيت ادت الى الاستمرار على البلى المعتدل عند الاحمال الكبيرة وانخفاض معدل الاحتكاك [6] ودرس الباحث Mingzhao عام 2001 تأثير اضافة كل من الالومينا وكاربيد السليكون على الخواص الميكانيكية لسبيكة الالمنيوم (Al- 2618) ودرس تاثير المعاملة الحرارية للمركب للحصول على افضل الخواص . فلاحظ ان مقدار الزيادة في قيم اجهاد الشد والصلادة عند اضافة كاربيد السليكون تكون اكبر منها عند اضافة اوكسيد الالمنيوم. اما الباحث جودة علي يعقوب عام 2002 درس تاثير اضافة (1 ,0.5, 0.25) من دقائق ($y_2 O_3$) على الخواص الميكانيكية ومقاومة البلى لسبيكة من (AL- 8Si) واظهرت النتائج تحسن كبير في الخواص الميكانيكيةمقارنة بخواص المعدن الاساس واظهرت النتائج اختبارات البلى حدوث زيادة في مقاومة البلى بزيادة نسبة دقائق ($y_2 O_3$) [8]
قام الباحث Sinha عام 2006 بدراسة تاثير اضافة (Ni-Ti) بنسب وزنية (10,15,20) % على الخواص الميكانيكية للالمنيوم النقي . تم تحضير النماذج بطريقة الكبس والتلبيد واظهرت النتائج زيادة في مقاومة الشد والصلادة مقارنة بالمعدن الاساس [9] وفي دراسة للباحث Hnkona عام 2006 درس تاثير اضافة Tic على الخواص الميكانيكية والبلى لسبيكة (Al-Fe- V-Si) لاحظ زيادة في اجهاد التمزق والصلادة ونقصان في المطيلية بزيادة النسبة المئوية لل Tic [10].
قام الباحث سيدر عام 2008 بدراسة تاثير الحجم الدقائقي لمادة التقوية في مادة متراكبة ذات اساس من الالمنيوم النقي حيث استخدم حجوم دقائق مختلفة من كاربيد السليكون (500 , 250 , 125) مايكرون ثم تصنع النماذج بتقنية ميتالورجيا المساحيق ووجد ان اعلى صلادة واعلى مقاومة بلى عند العينات المدعمة بحجم دقائقي 125 مايكرون [11].
يهدف البحث الحالي الى دراسة تأثير اضافة دقائق الزجاج على كل من الخواص الميكانيكية وسلوك البلى الانزلاقي الجاف للالمنيوم النقي .

2- الاجرآت العملية

2-1 المواد المستخدمة

1- المعدن المستخدم

استخدم الالمنيوم النقي ذو التركيب الموضح في جدول (1)

2- دقائق الزجاج

استخدمت دقائق زجاج الشبابيك بعد طحنه واجراء الغربلة عليه باستخدام غرابيل قياسية حسب نظام (ASTM) وتتراوح حجم الدقائق بين (150- 100) مايكرون .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2-2عملية الصهر والصب

تم صهر الالمنيوم النقي في بودقة من الالومينا باستخدام فرن كهربائي وبدرجة حرارة 700C وبعدها تم نقل البودقة المحتوية على المنصهر الى فرن كهربائي مفتوح الفوهة بدرجة حرارة 750 مع التحريك الميكانيكي لمدة خمس دقائق باستخدام تقنية الدوامة مع اضافة دقائق الزجاج الى المنصهر متزامنا مع عملية التحريك ثم صب النصهر مباشرة في قالب فولاذي بقطر 15 ملم وتترك حتى تبرد في الهواء

2-3 الفحوصات الميكانيكية

تم لاتصنيع عينات اختبار الانضغاط وفقا للمواصفة القياسية واجري الاختبارعلى جهاز فحص الشد (الانسترون) بحمل 5 طن وبسرعة (1 ملم \ ثانية) , اجريت عملية التنعيم الرطب بالماء باستعمال ورق تنعيم بدرجات مختلفة هي (220- 320 – 500 – 1000) ثم اجريت عملية الصقل باستعمال قماش صقل خاص ومعجون الماس ذو حجم حبيبي 2 \ 3 مايكرون ثم تنضيفها بالماء والكحول وتجفيفها بالهواء. تم قياس الصلادة باستخدام اداة غرز موشورية ماسية مربعة القاعدة باستخدام حمل مقداره (500)

$$\Delta w_1$$

بالهواء. تم قياس الصلادة باستخدام اداة غرز موشورية ماسية مربعة القاعدة باستخدام حمل مقداره (500) غرام وحساب الصلادة من العلاقة التالية

$$H_V = 1.8544 \frac{P^2}{d_{av}^2}$$

وصورت النماذج باستخدام مجهر ضوئي مزود بكامرا وحاسوب.

4-2 اختبار البلى الانزلاقي

استخدم جهاز البلى الانزلاقي نوع (Pin – on Disc –) لغرض اجراء اختبار البلى باستخدام حمل مقداره 20 نيوتن عند سرعة انزلاق ثابتة 2.7 ملم\ ثانية وبقطر دائرة انزلاق 7 سم وصلادة القرص الفولاذي (35 HRc) حضرت العينات بطول 20 ملم وبقطر 10 ملم . تم حساب معدل البلى باستخدام الطريقة الوزنية اذ تم حساب وزن العينة قبل وبعد الاختبار بواسطة ميزان حساس نوع (Denver) وحسب معدل البلى من المعادلة التالية [12]

$$\text{Wear rate (w.R)} = \frac{\Delta w}{2 \Pi rnt}$$

$$\Delta w = w_0 - w_1$$

حيث ان

W.R :- معدل البلى

:- التغيير في الوزن

W_o :- وزن العينة قبل الاختبار

W_1 :- وزن العينة بعد الاختبار

t :- زمن الانزلاق 30 دقيقة

r :- نصف قطر الدوران r= 7 cm

n :- السرعة 510 دورة بالدقيقة

3- النتائج والمناقشة

3-1 تاثير اضافة دقائق الزجاج على الخواص الميكانيكية

نلاحظ من الشكل رقم (1) اهم التغيرات التي حصلت في الخواص الميكانيكية لسبيكة الالمنيوم عند اضافة دقائق الزجاج بنسب مختلفة شكل رقم (1-a) يبين زيادة في مقاومة الخضوع مع زيادة النسبة المئوية لدقائق الزجاج ويعود السبب الى ان مقاومة الخضوع للمواد المؤاركبة المقواة بالدقائق التي لا تتشوه اثناء التحميل قد

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ضهرت بانها تتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي لمعدل المسافة بين الدقائق [13]

$$s_y \; a \; 1/\sqrt{D_p}$$

الشكل رقم (2) يبين الصور الفوتوغرافية بالمجهر الضوئي لنماذج من مركبات الالمنيوم زجاج حيث نلاحظ ان التوزيع المتجانس لدقائق الزجاج داخل المعدن الاساس بسبب الاستخدام الجيد لطريقة التحريك الميكانيكي طريقة الدوامة.اما الشكل رقم (1- b) فيوضح زيادة مقاومة الانضغاط مع النسبة المئوية لدقائق الزجاج المضاف بالمقارنة بالمعدن الاساس وهذه المواصفات مطابقة الى ما توصل اليه الباحث (Guden) [14] والمتضمن زيادة الخواص الميكانيكية للسبيكة عند اضافة نسبة قليلة من الدقائق السيراميكية كما وان سبب زيادة الانضغاط هو انضغاط المسامات كمرحلة اولى خلال الاختبار وحدوث توسع في مساحة مقطع العينة وبالتالي فانها اقل تحسسا لمحتوى المسامية ونشوء الشقوق وانتشارها خلال المقطع المستعرض اما الشكل (1-C) نلاحظ زيادة قيم الصلادة مع نسب دقائق الزجاج المضافة ويعود السبب الى الدعم الذي تعطيه الدقائق الصلبة للمعدن الاساس كذلك فانها تقوم بمنع اختراق اداة الانغراز لجهاز الصلادة داخل المعدن الاساس كما وان اختبار الصلادة اختبار موضعي حيث تقل احتمالية تاثيرها بنسب المسامية في المسبوكات مقارنة عند شمول كتلة العينة كاملة للاختبار.

3-2 تاثير اضافة الدقائق الزجاجية على مقاومة البلى

لقد ادى اضافة دقائق الزجاج الى المعدن الاساس نقصان في معدل البلى للمواد المركبة المعدنية بشكل عام كما مبين في شكل (3) وسبب ذلك يعود الى زيادة صلادة المواد المركبة المعدنية الناتجة بزيادة اضافة دقائق الزجاج مما ادى الى خفض معدلات البلى لهذه المواد . اذ اشار الباحث (Al-Haidary) [15] الى ارتباط وثيق بين مقاومة البلى والصلادة السطحية للسبائك حيث تزداد مقاومة البلى بزيادة صلادة المادة المعرضة للبلى ان قيمة الصلادة تقلل قيمة التشكيل الناتج اثناء الانزلق الذي يؤدي الى نقصان المساحات الحقيقية للتلامس ومناطق اللحام بين نتوءات سطح العينة والقرص المواجه [16] ويستمر انخفاض البلى مع زيادة نسبة دقائق الزجاج

3-3 دراسة سطح البلى

الشكل رقم (4) يوضح الصور الفوتوغرافية بالمجهر الضوئي للسطوح المتضررة نتيجة البلى فالشكل رقم (4-a) يوضح سطح البلى للمعدن الاساس حيث يلاحظ خطوط بلى عريضة وتكون اخاديد (wide Track and Grooves) علاوة على حدوث انفصال لقطع من السطح نتج من اليه الانفصال لذا يكون معدل البلى كبير اما الشكل (4-b) فيبين السطح المتضرر نتيجة البلى للمادة المركبة المعدنية المحتوية على 1% من دقائق الزجاج نلاحظ خطوط سحب حادة واخاديد واحتواء السطح على بعض النقر (Dimples)

اما عند زيادة نسبة دقائق الزجاج الى 3% فالسطح المتضرر نتيجة البلى والمبين بالشكل (4-c) يتكون من خطوط سحب عريضة علاوة على حدوث التشكيل اللدن الذي يبين تاثيره من خلال التقاء الشقوق الطولية مع الخطوط العرضية ولم يبين اي اثر يدل على حدوث ضاهرة البلى بالية الانفصال مما يؤدي الى نقصان معدل البلى اما الشكل رقم (4-d) وعند زيادة نسبة دقائق الزجاج الى 5%نلاحظ خطوط البلى دقيقة ورفيعة كما وان هذه الخطوط تنقطع عند وجود دقائق الزجاج

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مما تزداد مقاومة البلى للمادة وكمـــا موضـــح في الشكل .

4 - الاستنتاجات

1- تزداد مقاومة الخضوع مع زيادة النـــسبة المئوية لدقائق الزجاج.

2- تزداد مقاومة الانضغاط مع زيادة النسبة المئوية لدقائق الزجاج.

3- تزداد الصلادة مع زيادة النسبة المئويـــة لدقائق الزجاج.

4- يقل معدل البلى مع زيادة النسبة المئوية لدقائق الزجاج.

References

[1] Milwankcc< wiscanino "Cust Metal Matrix Composites Past, present and future" AFS Transactions 1- 133 (pp 1-25) (2001).

[2] Dieter Sporer ,Westaim "Composite partical powders manufacture and application" corporation fort saskatche wan (CAN) September (2000).

[3] William D. Calloster ct >al,"Material science and engineering " An international 5th edition (USA) (PP. 521-523) , (527-543), (2000)

[4] M.K Surappa , Sadhana "Aluminium matrix composite Vol. 28 part 1 &2 February – April (2003).

[5] Deonath,J, of material science 15 (1980) (pp.1241- 1251).

[6] P.R. Gibson et at "Wear" 95, (1984) , (pp. 193-198).

[7] Mingzhao, Journal of material science 36 (pp. 2045-2053) (1984).

[8] جودة علي يعقوب " اطروحة ما جستير " الجامعة التكنولوجية قسم هندســـة الانتـــاج والمعادن – بغداد (2000)

[9]Asinha IE (I) Journal MMVol.87,Abril (2006)

[10] Nikola Stoichen, second scientific conference international partiapotion 14-16 Bulgaria June (2006).

[11] Sader,Msc Thesis, University of technology Dep. Of production and Metallurgy Eng. Baghdad (2008).

[12] T.s Eyer,British foundaryman. Vol. 70, p 349 (1977).

[13] Adnan Shamky , PH.D thesis university of technology Dep.of production and Metallurgy engineering Baghdad p18 (2000).

[14] M.Guden etal," Material science and engineering A242 (pp.141-152) (1998).

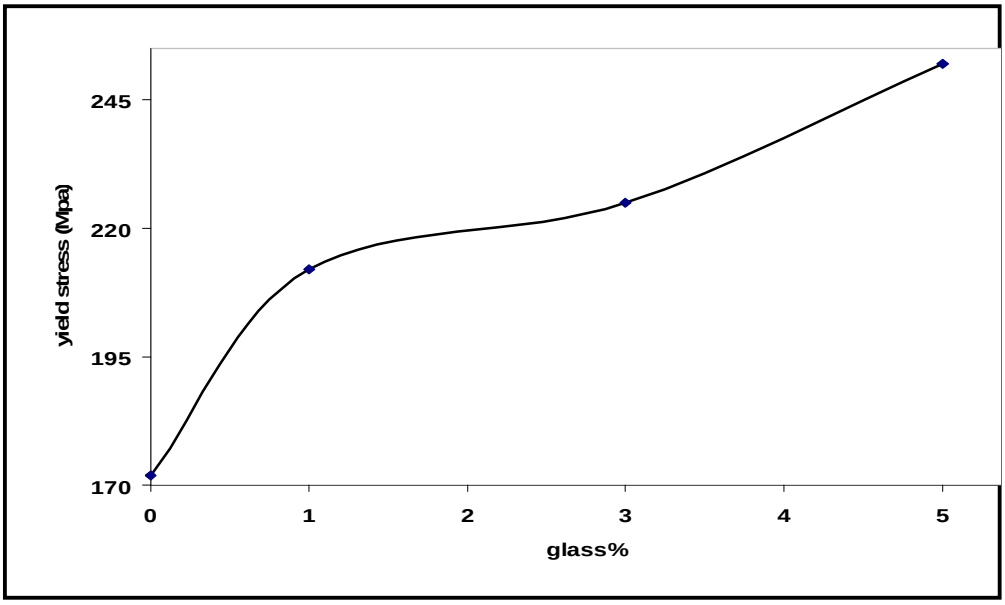
[15] Jafar T.aL-Hahdary et al, Eng.Tech. No.3 vol.19 (pp. 10-16) (2000).

[16] J.R.Gomes ,A.R.Riberio, (Fct-Portugal) under the program poct – ctm2005).

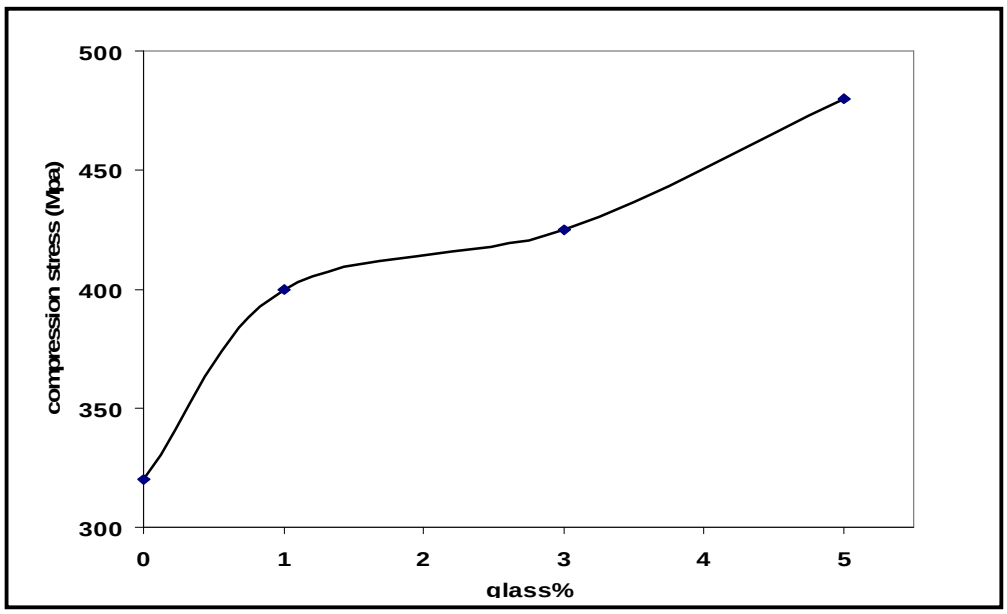
جدول رقم (1) التركيب الكيمياوي لسبيكة الالمنيوم

المادة	Si	Fe	Cu	Mg	Zn	Cr	Ni	Pb	Mn	Al
Wt%	0.6	0.19	0.01	0.043	0.019	0.004	0.012	0.006	0.004	Rem

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

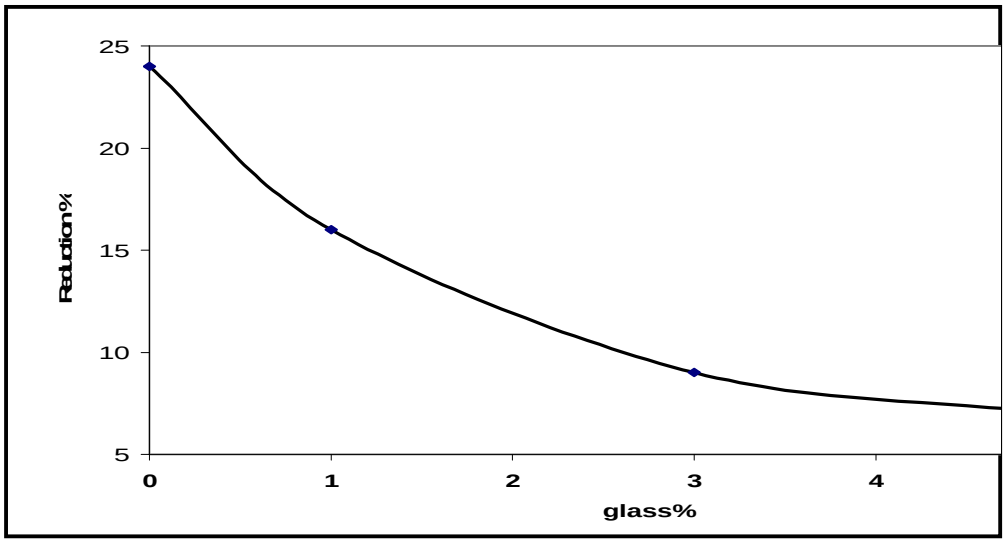


(a)

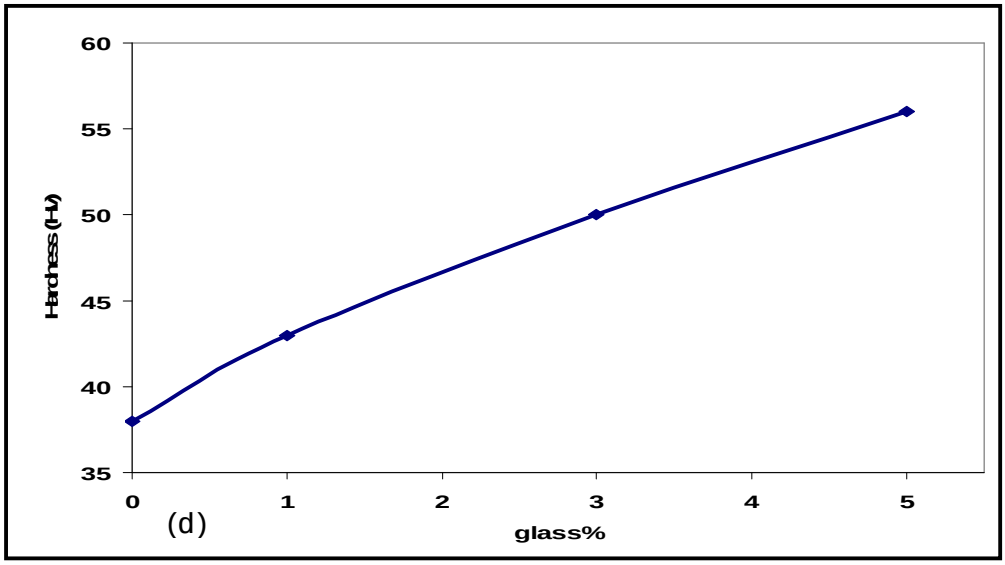


(b)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



(c)

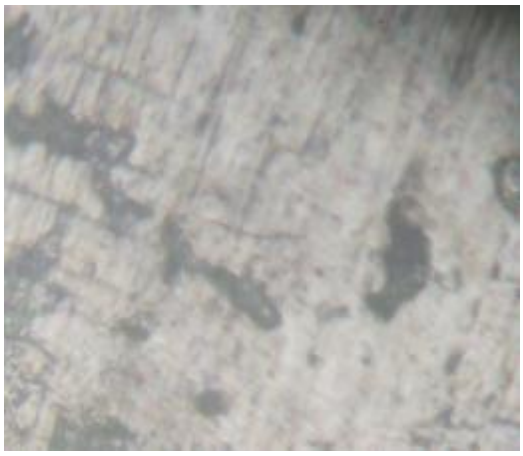


(d)

شكل رقم (1)

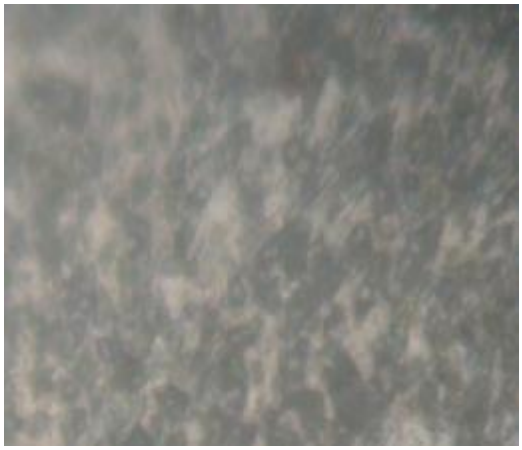
(a)تاثير اضافة دقائق الزجاج على الخواص الميكانيكية للالمنيوم (b) مقاومة الخضوع مقاومة (c)الانضغاط (d) المطيلية الصلادة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

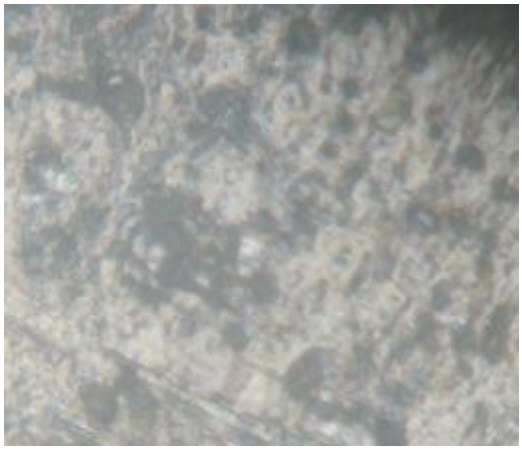


glass0%

glass%1



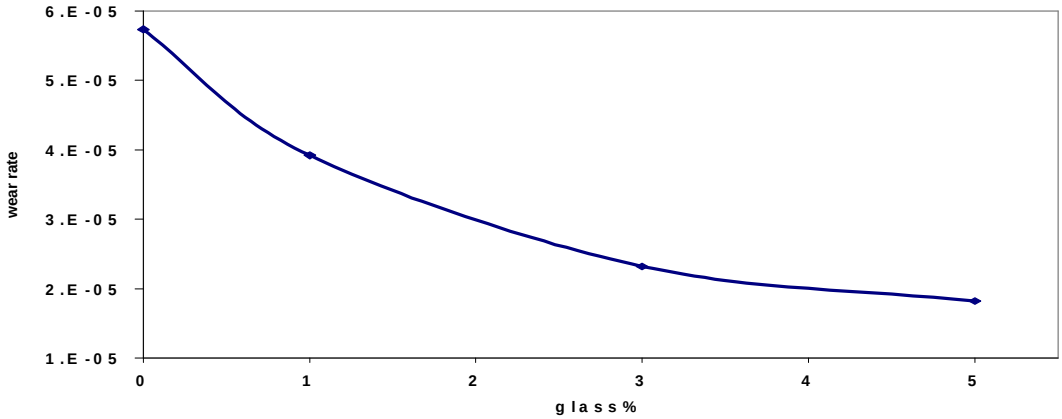
glass %3



glass %5

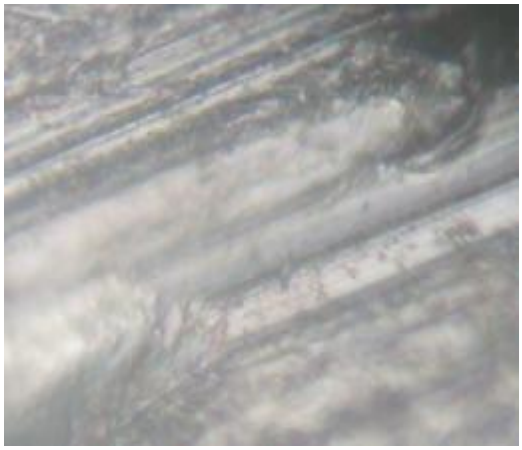
شكل رقم (2)
صور المجهر الضوئي توضح توزيع دقائق الزجاج في المعدن الاساس

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



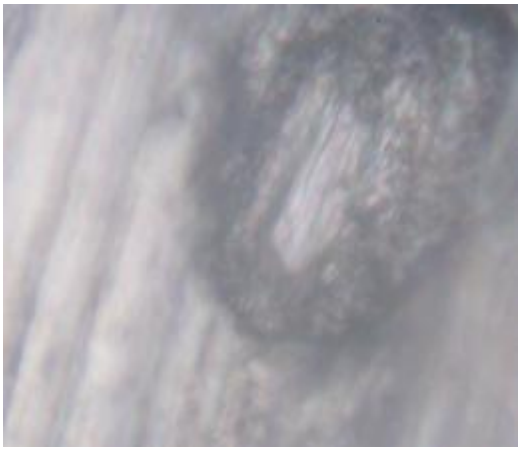
شكل رقم (3)
العلاقة بين معدل البلى والنسبة المئوية لدقائق البزجاج المضافة للمعدن الاساس

0% glass

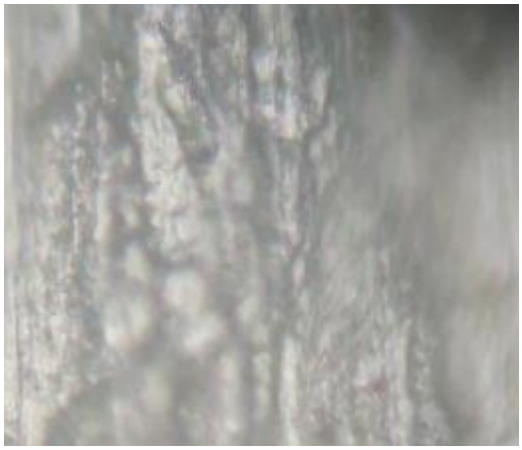


glass1 %

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



glass 3%



glass 5%

شكل رقم (4) يوضح السطح المتضرر نتيجة البلى

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com