

تحضير مادة مترابكة من سبيكة (Al-7%Si-0.45%Mg) ودقائق الالومينا

Al_2O_3 بطريقة الدوامات⁺

PREPARATION OF MMC_s OF (AL-7% SI – 0.45% MG) ALLOY AND ALUMINA (AL₂O₃)PARTICLES BY VORTEX METHOD

محمد زين العابدين حسن*

المستخلص :

ان الهدف من هذا البحث هو دراسة كيفية تشتيت دقائق الالومينا Al_2O_3 ذات الحجم من $2\mu m$ -10 في منصهر السبيكة الأساس (Al-7%Si – 0.45Mg) بأستخدام طريقة السباكة التقليدية وآلية انتشار هذه الدقائق بأستخدام طريقة التحريك وتدوير المنصهر وعمل دوامات تساعد في ادخال الدقائق الى بنية السبيكة الأساس حيث تم تحضير عينات من المادة المترابكة ذات الأساس المعدني (MMCs) وبنسب مختلفة من الدقائق المتشتتة (4% ، 6% ، 8% ، 10%،15%،20%) وتم دراسة تأثير ذلك على الخواص الميكانيكية للعينات المحضرة و ذلك بأجراء اختبارات الشد وقياس الصلادة حيث وجد ان مقاومة الشد القصوى لهذه المادة المترابكة تزداد مع زيادة النسب الوزنية المضافة من دقائق الالومينا وتصبح (232 MPa) عند اضافة (20%) من هذه الدقائق . كما تزداد صلادة العينات وبشكل طردي مع زيادة كمية الدقائق المتشتتة في بنية السبيكة الأساس وتمت أيضا دراسة وفحص البنية المجهرية للعينات وملاحظة اماكن تواجد الدقائق المتشتتة وطبيعة توزيعها في البنية ، وتعرضها الى التكسر والذوبان في بعض الحالات .

Abstract:

The aim of this research is to study the manner of alumina (Al_2O_3) particles dispersion with (2-10) mm size in (Al-7%Si-0.45% Mg) base alloy melt employing of classical casting method. The mechanism of particles diffusions by melt turning and stirring that makes vortexes help the particles entrance in the matrix of base alloy also has been studied. The samples of metallic composites (MMC_s) with dispersed particles percentages (4%-6%-8%-10%-15% and 20%) are prepared. The effect of the particles dispersion on the mechanical properties of produced samples were carried out by tension & hardness tests. It is found that the ultimate tensile strength of the produced composites can be increased by increasing of the percentages of alumina particles in the matrix of the base alloy. It becomes (232 Mpa) at (20%) of added particles. The results showed that the average hardness of prepared samples increasing with increases the alumina content. Microstructure study of prepared samples was carried out. The results showed particles location and distribution of it in the matrix of base alloy. The dissolution of Alumina particles into liquid base alloy was clear in some cases.

* تاريخ استلام البحث ٢٠١٠/١١/١٨ ، تاريخ قبول النشر ٢٠١١/١٠/٣١ .

* مدرس مساعد /الكلية التقنية / كركوك

المقدمة :

يعتبر التصليد بالتشيت من الطرق المهمة لزيادة مقاومة المعادن والسبائك للتشويه اللدن ، حيث يتم التقوية بمنع الأثرلاق او ممانعة حركة الانخلاعات في البنية وبالتالي لا يحدث تشكيل لدن وتزداد مقاومة المادة . وتستخدم هذه الطريقة بشكل كبير في تحضير الأجزاء المعدنية المنتجة بواسطة المساحيق والمواد المركبة وكذلك المواد المقاومة لدرجات الحرارة العالية حيث يتم فيها تشيت دقائق ذات صلادة عالية (الأكاسيد ، الكاربيدات او النتريدات) في مواد لينة ذات صلادة قليلة (Soft) مثل الألمنيوم والنحاس وسبائكهما . وبأستخدام طرق السباكة التقليدية حيث يمكن ترسيب وتشيت دقائق مختلفة مثل الكرافيت ، اوكسيد الالمنيوم، Al_2O_3 اوكسيد المغنيسيوم MgO ، او كاربيدالسليكون SiC في الالمنيوم السائل المنصهر وذلك للحصول على مادة مركبة ذات خواص ميكانيكية وحرارية وسطية جيدة [1] .

ان نظرية التصليد الحقيقية بواسطة الدقائق غير معروفة بصورة قاطعة لحد الان حيث ان هناك بعض الاليات (مايكروميكانيزم) لتفسير التصليد بهذه الطريقة وقد وجد ان بعضها يكون صحيحا لسبب معينة ، ولكنه غير ذلك لسبب اخرى ولكن يمكن القول ان زيادة الصلادة يكون مرتبنا بزيادة نسبة الاعاقه لحركة الانخلاعات بشكل عام . وقد اجريت بحوث عديدة لدراسة الية حصول التقوية حيث قام الباحث (S.Subra and M. Andreas) [2]. بدراسة تفاعل الانخلاعات مع الدقائق المتشيتة فوجد ان الانخلاعات اما ان تقطع (تقص) الدقائق المترسبة او المتشيتة خلال مسارها ، او ان الانخلاعات تتحرك ما بين هذه الدقائق وفي كلتا الحالتين فان الاجهادات تزداد وذلك لحاجة الانخلاعات الى قوة اضافية لحركتها خلال الشبكة البلورية المحتوية على الدقائق المترسبة (هذه النظرية استنتجت لأول مرة بواسطة العالم اورون (Orwan) ، وفي هذه الحالة فان الانخلاعات تجبر على ان تنحني حول الدقائق المتشيتة وتكون بعيدة عن بعضها بالقرب من الدقائق وتتقارب في المناطق التي لاتوجد فيها الدقائق او لكي تستمر حركة الانخلاعات سوف تترك حلقات يحيط بالدقائق المتشيتة ونتيجة لذلك سوف يزداد مجال الاجهادات حول هذه الدقائق مما يعيق استمرارية حركة الانخلاعات الأخرى وصعوبة مرورها خلال او حول الدقائق المترسبة [3] .

وقد وجد الباحثان (B.F. Quigly and G.I Abbaschian 1997) [4]. ان اهم العوامل التي تؤثر على عملية التفاعل ما بين الدقائق المترسبة و الانخلاعات هو وجود منطقة مجهددة ذات نسبة انفعال كبيرة نسبيا حول الدقائق وهذا يكون صحيحا وخاصة عندما تكون هذه الدقائق متلاصقة مع المعدن الاساس (Matrix) . كما قام الباحثان (B.C.Pai and P.J.Rotagi-1990) [5]. بدراسة تحضير مادة متراكبة من الالمنيوم و الكرافيت بطريقة المكبوسات حيث وجدوا بأن عملية كبس مسحوق الكرافيت يعزز من قابلية التبلل لهذه الدقائق في المعدن الأساس، ويؤدي الى تحسين مقاومة الكلال للمادة المتراكبة .كما قام الباحث (M. K. Surappa and P. K. Rohatgi) [6]. بتحضير مادة مركبة من سبيكة (Al-Si) وتقويتها بدقائق من الكرافيت بكسر حجمي وحجم حبيبي مختلفين وبينت النتائج ازدياد قيم كل من الصلادة ومقاومة الكلال مع زيادة نسب دقائق التقوية المضافة.

التصليد بالتشيت :

بسبب وجود مدى واسع من الدقائق (particles) التي تتميز عن بعضها البعض بالشكل او بالحجم وكذلك التركيب فأن التقوية بالدقائق يمكن ان تنقسم الى قسمين رئيسيين وكما في الجدول (1).

في المواد المترابطة ذات الاساس المعدني MMCs المنتجة باستخدام طريقة التشتيت فأن الارضية (Matrix) هي التي تقاوم الحمل الرئيسي بينما تعمل الدقائق المنتشرة الناعمة كنقاط معرقة لحركة الأخلاعات في البنية المعدنية وكذلك تمنع حصول التشققات الأرضية . أي ان عملية التقوية تحصل في مناطق وجود الدقائق وذلك يمنع حصول الأتلاق في المستويات الذرية عند تعرض المعدن الى اجهاد خارجي .وبالتالي تزداد مقاومة المعدن للتشويه اللدن [2].

جدول (1) انواع طرق التقوية والاصلاذ نسبة الى حجم الدقائق [2].

Kind of Strengthening	Particles Diameter (µm)	Matrix Mean Path (µm)	Volume Fraction
Particles Reinforcement	5-10	2-4	<0.25
Dispersion Strengthening	0.1-4	0.5-0.75	<0.15

مواد وطرق العمل :

1- تحضير السبيكة الاساس Base Alloy Preparation:

تم اختيار سبيكة (Al – Si – Mg) كمادة اساس لما تتميز به من خصائص ميكانيكية جيدة حيث تم تحضير السبيكة الاساس وذلك بصهر (0.5 Kg) من سبيكة (Al-12% Si) والتي تم تجهيزها من قبل شركة غاز الشمال داخل بودقة صغيرة وبأستخدام فرن كهربائي حيث أجريت عملية الصهر عند درجة حرارة (750C⁰) لضمان اتمام عملية الصهر .وبعد التأكد من حصول الصهر التام تم اضافة الالمنيوم النقي (pure Aluminum) وبنقاوة عالية (99.9%) الى السبيكة لغرض تقليل نسبة السليكون الى النسبة المطلوبة مع التحريك المستمر للمنصهر ثم اضافة المغنيسيوم بوزن (25gm) الى المنصهر بعد ان تم تهيئته بشكل مكعبات صغيرة مغلقة برقائق الالمنيوم (Aluminum foils) بشكل يمنع اتصالها مع الهواء تفاديا لحدوث الأكسدة التي تؤثر سلبيا على عملية السباكة (علما بان النسبة العظمى من الوزن يحترق عند الاضافة) حيث تم نقل البودقة الى فرن آخر عند درجة حرارة ثابتة (750C⁰) (holding furnace) وبعد اكمال ذوبان Mg مع المنصهر تمت عملية صب منصهر السبيكة في قوالب اسطوانية الشكل من الصلب ذات قطر (20mm) وطول (15 cm) وقوالب خاصة لعينات الصلادة وكما موضح في الشكل (7) مع التسخين المسبق للقالب لدرجة حرارة 250C⁰ لمنع حدوث التبريد المفاجئ للمنصهر . وبعد تجمد السبيكة

بشكل تام تم اخراج الصبة من القالب والحصول على السبيكة الاساس حيث اجريت عليها عملية التحليل

الكيميائي باستخدام جهاز التحليل الطيفي للمعادن في مختبرات شركة نفط الشمال والجدول رقم (2,3) يبين مكونات السبائك المستخدمة .

جدول (2) التركيب الكيميائي للسبيكة الأساس (A384)[7].

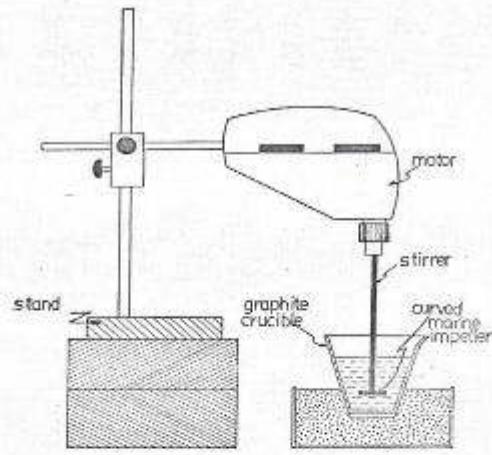
العنصر	Al	Si	Fe	Cu	Zn	Pb	Cr
النسبة المئوية %	Rem	12	0.41	0.15	0.025	0.025	0.02

جدول (3) التركيب الكيميائي للسبيكة التي حضرت منها المادة المترابطة

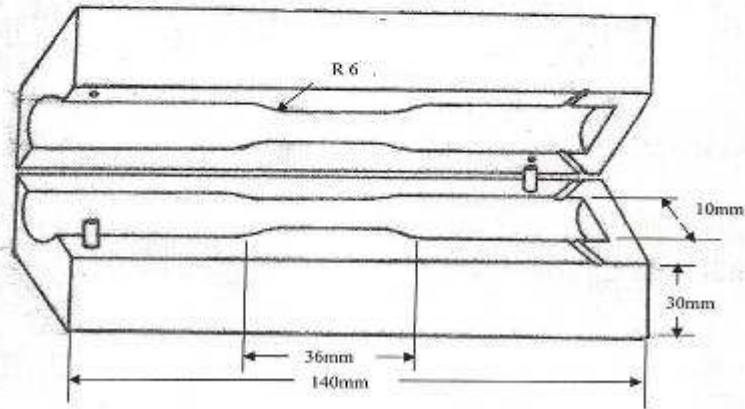
العنصر	Al	Si	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cr
النسبة المئوية %	Rem	7.0	0.45	0.41	0.15	0.025	0.02	0.01

١- تحضير المادة المترابطة:

تم صهر (0.5 Kg) من السبيكة الأساس بعد تقطيعها لغرض تحديد الوزن المطلوب حسب الكسر الوزني لمادة التقوية في بودقة مصنوعة من الألومينا وباستخدام فرن كهربائي ورفع درجة الحرارة إلى $750C^{\circ}$ لضمان انصهار السبيكة بشكل تام ومن ثم تم نقل البودقة إلى فرن كهربائي آخر مزود بمزدوج حراري ، حيث تم تثبيت درجة حرارة المنصهر عند $750C^{\circ}$ ، وبعد ذلك تم إضافة مسحوق الألومينا المغلفة برفائق الألمنيوم والتي تم حفظها عند درجة حرارة ($200C^{\circ}$) في داخل فرن خاص لأزالة الرطوبة وحسب النسب التالية من الألومينا (4% ، 6% ، 8% ، 10% ، 15% ، 20%) . حيث تم تدوير المنصهر باستخدام محرك كهربائي بسرعة 400 rpm (مزود بمروحة من الصلب مطلية بالطين الصيني (china clay) لضمان عدم انصهارها ، والشكل (1) يوضح المنظومة التي تم استخدامها في عملية الصهر والصب. ونتيجة لتأثير الدوامة التي تنتج بسبب التدوير للمنصهر فإنه يتم سحب مسحوق الألومينا إلى داخل المنصهر المعدني وتوزيعه خلاله حيث كانت فترة التحريك (5min) لحين تجانس المنصهر وبعدها تم عملية الصب داخل قالب من الصلب بشكل عينة اختبار الشد والصلادة وكما هو في الشكل رقم (2) و (7) وبطول (143mm) وقطر (16mm) حيث كررت العملية عدة مرات للحصول على عينات تحتوي على النسب المطلوب اضافتها من الألومينا إلى السبيكة الأساس.



الشكل (1) المنظومة المستخدمة في الصهر والتحريك

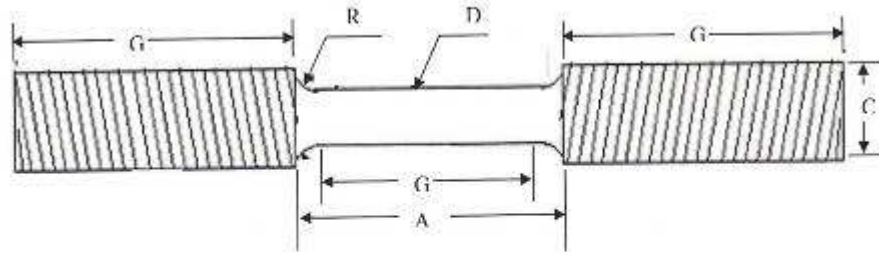


الشكل (2) قالب الصب لعينات اختبار الشد

اجري اختيار الصلادة للعينات المحضرة باستخدام طريقة فيكرز حيث تم تسليط حمل مقداره 25gm ولمدة (10sec) وباستخدام اداة غرز موشورية ماسية مربعة القاعدة واخذت ثلاث قراءات للأثر المتروك وتم اعتماد المعدل وحساب الصلادة حسب قانون الصلادة المعروف.

ختبار الشد Tensile Test

أجري اختبار الشد على العينات المحضرة من المادة المترابطة وبنسب مختلفة من الالومينا وبموجب المواصفات القياسية (DIN 50125) وتم ايجاد مقاومة الشد ونسب الاستطالة الكلية ومقاومة الخضوع ومن ثم مقارنتها بالسبيكة الأساس والشكل (3) يوضح عينة الشد التي استخدمت في الفحص.



$G = 30 \pm 0.1 \text{ mm}$	$A = 36 \text{ mm}$
$D = 6 \text{ mm}$	$C = 10 \text{ mm}$
$R = 6 \text{ mm}$	$L = 100 \text{ mm}$

الشكل (3) عينة اختبار الشد القياسية المستخدمة في البحث

(ASTM –E8)

فحص البنية المجهرية Microstructure Examination

أجريت عملية تحضير للعينات لغرض فحص البنية المجهرية وتصوير العينات وذلك بأجراء الخطوات التالية :

أ- اجراء عملية تنعيم باستخدام اوراق تنعيم بدرجات (120 ، 220 ، 320 ، 500 ، 800 و 1000) .

ب- اجراء عملية صقل (polishing) باستخدام قماش صقل خاص مع سائل مسحوق الالومينا ودرجة تعومة (1µm) و ثم غسل العينات بالماء والكحول بعد كل مرحلة من مراحل التنعيم والصقل و ثم استخدام التصوير المجهرى (Mef2 Nr360974) والمزودة بكاميرة رقمية لفحص البنية المجهرية للعينات .

النتائج والمناقشة:

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها نلاحظ زيادة مقاومة الشد القصوى للمادة المترابكة التي تم تحضيرها من السبيكة الأساس (Al-7%Si-0.45Mg) ودقائق الألومينا (Al_2O_3) حيث نلاحظ زيادة مقاومة الشد القصوى من (179 MPa) للسبيكة الأساس بدون إضافة الدقائق الى أقصى مقدار وهو (232 MPa) عندما يكون نسبة دقائق الألومينا (20%) حيث تزداد مقاومة الشد القصوى بشكل طردي مع زيادة النسبة المئوية الوزنية للدقائق المتشتتة .

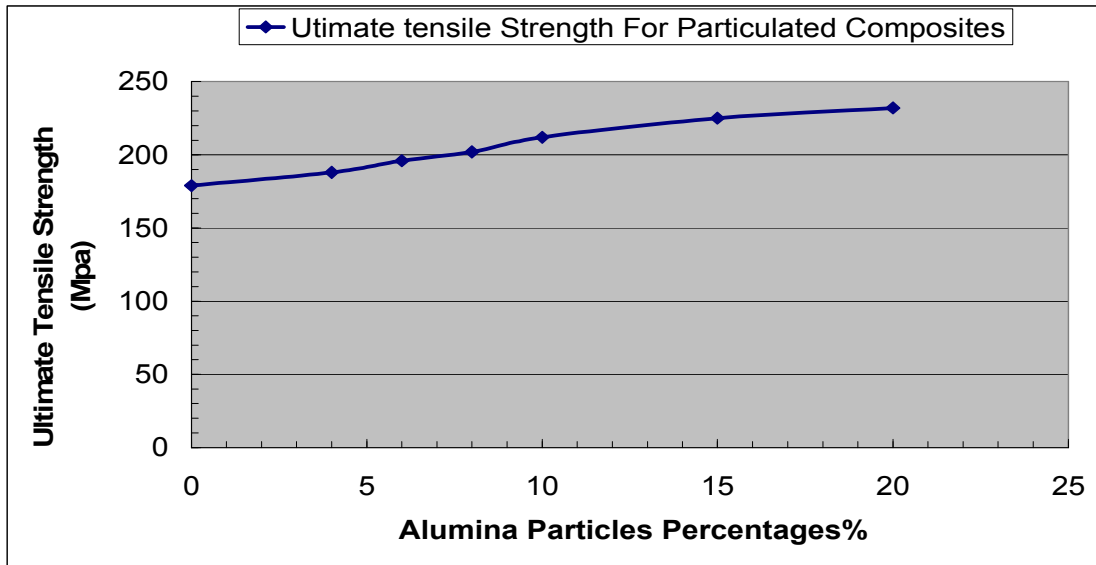
أما بالنسبة لمقاومة الخضوع حيث تبلغ (136 MPa) بالنسبة للسبيكة الأساس وتصبح (140MPa) عند إضافة (6%) من دقائق الألومينا وتزداد تدريجيا حتى تصبح (154 MPa) عند إضافة (20%) من دقائق الألومينا أما مقدار الاستطالة النسبية فأنها تقل من 2.2% للسبيكة الأساس وتصبح (0.6%) عند إضافة (20%) من دقائق الألومينا ، وكما هو في الجدول رقم (٤) .

أن السبب في زيادة مقاومة الشد القصوى ومقاومة الخضوع للمادة المترابكة المحضرة هو دخول دقائق الألومينا في بنية السبيكة الأساس حيث ان هذه الدقائق تعمل كنقاط معيقة للأنخلاعات بحيث تمنع حصول

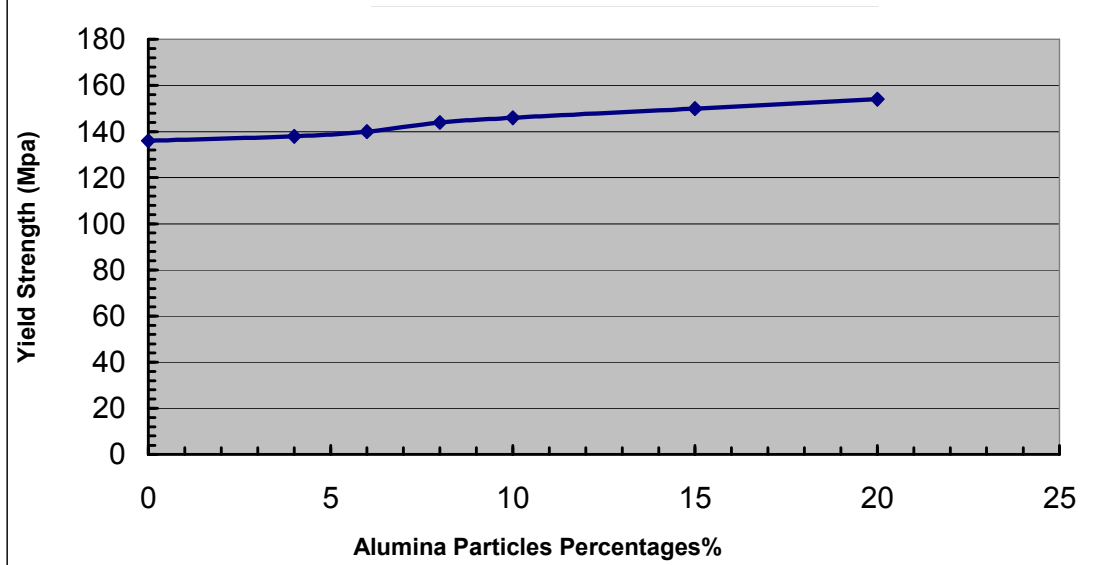
جدول (٤) نتائج اختبار الشد للمادة المترابكة المحضرة من Al-7%Si-0.45%Mg

رقم العينة	سبيكة المعدن الاساس	النسبة المئوية الوزنية لدقائق الومينا (wt%)	مقاومة الشد القصوى (MPa)	مقاومة الخضوع (MPa)	مقدار الاستطالة النسبية (%)
1	Al-7%Si-0.45Mg	None	179	136	2.2
2	Al-7%Si-0.45Mg	4	188	138	1.7
3	Al-7%Si-0.45Mg	6	196	140	1.45
4	Al-7%Si-0.45Mg	8	202	144	1.2
5	Al-7%Si-0.45Mg	10	212	146	0.9
6	Al-7%Si-0.45Mg	15	225	150	0.8
7	Al-7%Si-0.45Mg	20	232	154	0.6

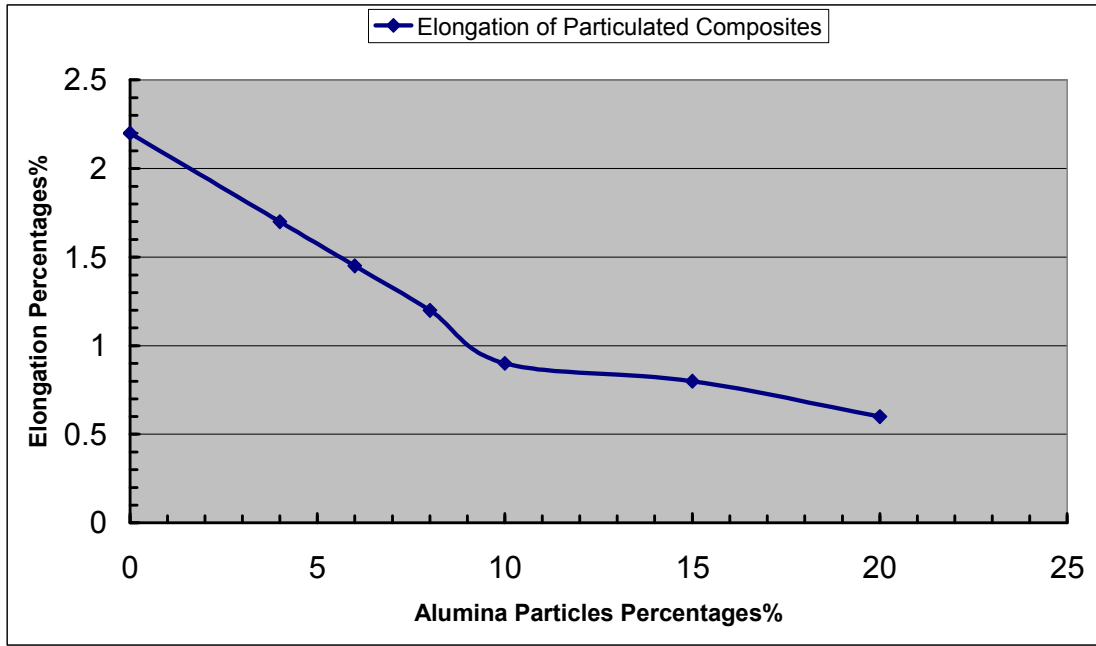
الأنزلاق في المستويات الذرية وتؤدي الى تكوين مناطق مجهددة ذات انفعال كبير نسبيا حول الدقائق تتفاعل مع الأنخلاعات عند حركتها نتيجة لتأثير قوة الشد المسلطة ويؤدي الى زيادة مقاومة المادة المترابكة للشد ، وبالأعتماد على النتائج التي تم الحصول عليها تم إنشاء المنحنيات المبينة في الشكل رقم (4,5,6) حيث يوضح العلاقة بين زيادة نسبة الألومينا في السبيكة الأساس مع زيادة مقاومة الشد القصوى ومقاومة الخضوع وانخفاض مقدار الاستطالة النسبية .



الشكل (4) العلاقة بين مقاومة الشد القصوى ونسبة دقائق الالومينا المضافة



الشكل (5) العلاقة بين مقاومة الخضوع ونسبة دقائق الالومينا المضافة



الشكل (6) العلاقة بين الاستطالة النسبية ونسبة دقائق الالومينا المضافة

ويبين الجدول رقم (5) قيم الصلادة الفيكزمية للعينات المحضرة حيث تم قياس الصلادة في المقطع العرضي للجزء العلوي من العينات وكذلك الجزء السفلي وفي وسط العينات المحضرة.

جدول (5) نتائج اختبار الصلادة للمادة المترابطة المحضرة من Al-7%Si-0.45%Mg

حيث نجد ان مقدار الصلادة في كل المقاطع للعينات المحضرة تزداد مع زيادة النسبة الوزنية المئوية للدقائق المتشتتة وتكون مقدار الصلادة القصوى عند اضافة (20%) من الألومينا وفي الجزء العلوي من العينات المحضرة

الصلادة Hv (Botom) Kgf/mm ²	الصلادة Hv (Center) Kgf/mm ²	الصلادة Hv (Top) Kgf/mm ²	النسبة المئوية الوزنية لدقائق الومينا (wt%)	سبيكة المعدن الاساس	رقم العينة
90	90	90	None	Al-7%Si-0.45Mg	1
92	98	110	4	Al-7%Si-0.45Mg	2
96	108	115	6	Al-7%Si-0.45Mg	3
98	110	130	8	Al-7%Si-0.45Mg	4
100	155	160	10	Al-7%Si-0.45Mg	5
105	165	175	15	Al-7%Si-0.45Mg	6
110	170	185	20	Al-7%Si-0.45Mg	7

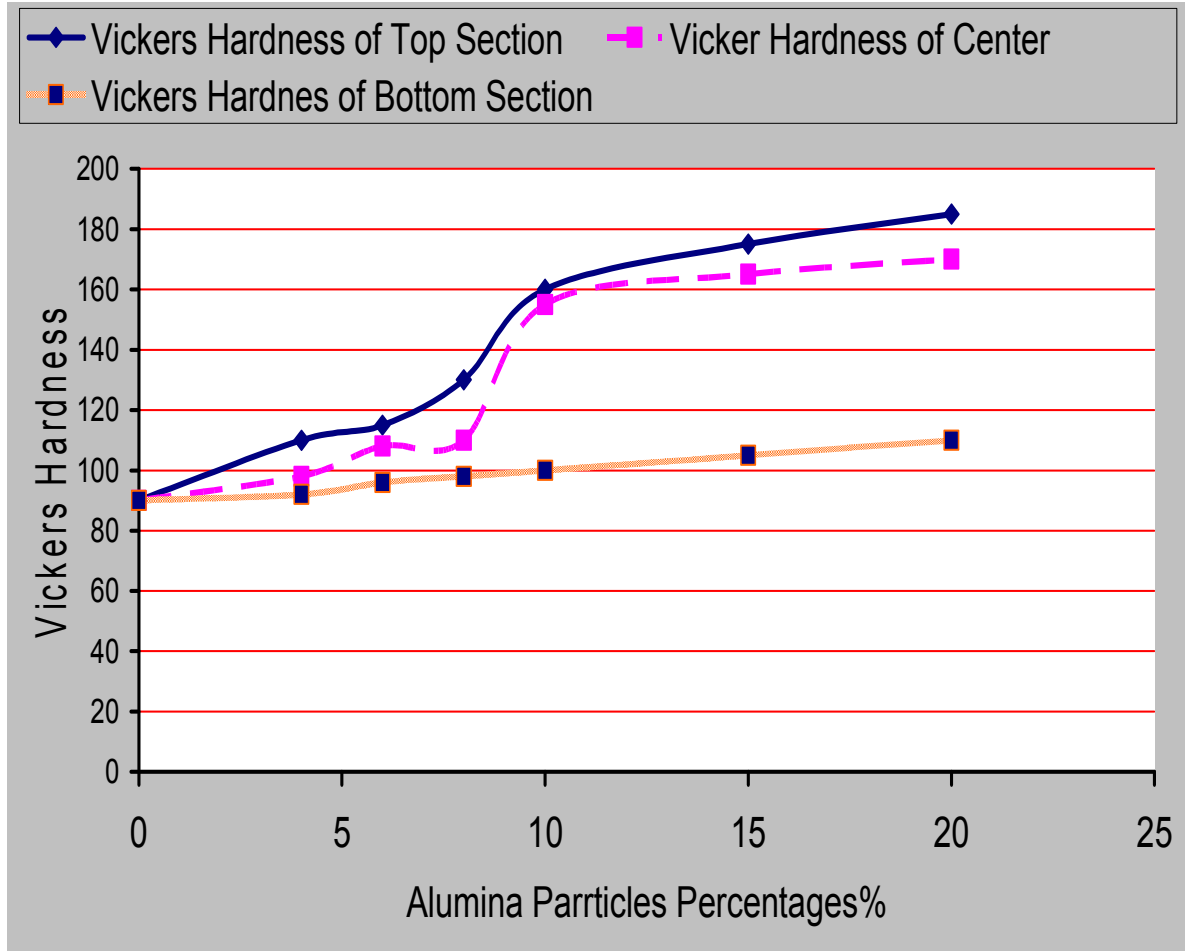
185Hv بينما نحصل على أقل مقدار من الصلادة وهي 90Hv في الجزء السفلي من العينة التي تحتوي على (4% من دقائق الألومينا. ان تقوية السبيكة الأساس بدقائق الألومينا أدت الى تحسين الخواص الميكانيكية للسبيكة الأساس وهذا يعود الى طبيعة هذه الدقائق الصلدة والموزعة في السبيكة



الشكل (7) نموذج من العينات المستخدمة في اختبار الصلادة (2x5x15cm)

الأساس في أحجام جزيئية مختلفة والتي تعمل على زيادة متانة السبيكة خلال آلية الأصداد بالتشيت من جراء وجود دقائق ذات أحجام حبيبية صغيرة جدا وخاصة تلك التي يقل حجمها الحبيبي عن (2µm) والتي تعمل كعوائق لتشوه السبيكة الأساس عند تعرضها للأجهاد الخارجي حيث يؤدي الى عرقلة حركة المستويات الذرية (الأنزلاق

(وبالتالي زيادة متانة المادة ولبيان زيادة صلادة المادة المترابطة المحضرة مع زيادة النسب الوزنية المضافة من الدقائق، تم انشاء العلاقة البيانية بين مقادير الصلادة الفيكرزية ونسبة دقائق الالومينا المضافة في المقطع العلوي والسفلي وفي وسط العينات المحضرة وكما في الشكل رقم (8) .



الشكل (8) العلاقة بين رقم الصلادة الفيكرزية في المقطع العلوي والسفلي ووسط العينات المحضرة ونسبة دقائق الالومينا المضافة

عندما يتم اضافة دقائق الالومينا بشكل مسحوق الى منصهر الالمنيوم عند ($750C^{\circ}$) نجد ان هذه الدقائق تميل الى الأندفاع نحو سطح المعدن المنصهر وصعوبة دخول هذه الدقائق والأمتزاج مع المنصهر وهذه تعزى الى قوة الشد السطحي وقابلية التبلل الضعيفة بين هذه الدقائق والمنصهر وكذلك بسبب وجود فرق في درجة الأنصهار لكل منهما وفرق في الكثافة ايضا كما موضح في الجدول (6) . لذلك فأن استخدام القوة الميكانيكية لتدوير المنصهر يساعد في تجاوز هذه المشكلة حيث وجد ان الدقائق تميل الى التجمع بشكل مجاميع وكتل حيث ان هذه الكتل تندفع نحو سطح المنصهر ولاتمتزج معه وكعامل مساعد في زيادة قابلية التبلل لهذه الدقائق والتي بدورها تعمل على ادخال هذه الدقائق في البنية الداخلية للمنصهر وكذلك تساعد في عدم اندفاع هذه الدقائق نحو السطح وانما الدخول في المنصهر وبوجود التحريك المستمر للمنصهر [8].

كما وجد ان الدقائق المنفردة أيضا تميل نحو الأندفاع الى سطح المنصهر وعدم الأمتزاج معه وهذا يعزى الى وجود غلاف غازي يتشكل حول الدقائق أثناء اضافتها الى المنصهر وهذه تسبب ايضا قابلية تبلل فقيرة لهذه الدقائق لذلك

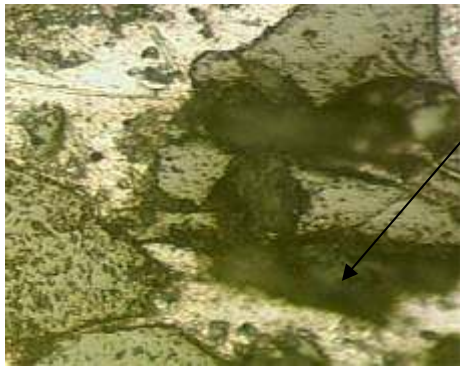
فأن كسر الغلاف الغازي بواسطة التدوير أو أي عامل آخر يساعد في تحسين دخول هذه الدقائق مع بنية المعدن المنصهر. لذلك فإنه كلما تم منع الدقائق المضافة من الانتدفاع نحو سطح المنصهر فإن ذلك يؤدي إلى دخول أكبر كمية ممكنة منها إلى البنية الداخلية للمنصهر [9]. لأن بمجرد وصول هذه الدقائق إلى السطح ولو لفترة قليلة فإنها تتعرض إلى التأكسد وهذا يؤدي إلى طرد هذه الدقائق من المنصهر، ويؤدي وجود مسحوق الألمنيوم مع الدقائق المضافة المغلفة إلى الحد من تأكسد الدقائق أثناء اضافتها حيث أن التمدد الحجمي للألمنيوم أكبر منه للألمونيا وهذا يعمل على دفع الدقائق إلى دخول المنصهر والجدول رقم (6) يبين الخواص الحرارية والكهربائية والفيزيائية لكل من الألمنيوم ودقائق الألومينا [10].

جدول (6) الخواص الفيزيائية والحرارية والكهربائية للألومينا والألمنيوم [10].

Materials	Average size μm	Surface tension N. cm^{-1}	Coefficient of liner expansion $\text{cm. cm}^{-1} . \text{c}^{-1}$	Thermal conductivity W/mK°	Heat diffusivity $\text{Jcm}^{-2} . \text{K}^{-2} , \text{S}^{-1/2}$	Density gm/cm^3
Aluminum	40 – 100	825×10^{-5}	23×10^{-6}	0.96	-2.42	2.7
Alumina	10 & 80		6.9×10^{-6}	0.2	0.84	3.69
Mg	100-300	552×10^{-5}				1.7

فحص البنية المجهرية :

الشكل (9-a,b) يبين البنية المجهرية للعينات (2 ، 3) حيث نلاحظ وجود دقائق الألومينا في ارضية الألمنيوم طور (α) ونجد ان الدقائق اما ان تكون متفتتة الى قطع صغيرة بسبب تعرضها الى الأجهاد الحراري (Thermal stress) او تكون بعضها في حالة ذوبان في بعض أجزائها . ان حجم الدقائق له دور في تعرضها الى التكسر او الذوبان عند اضافتها الى المنصهر ، حيث نجد في الشكل (9-c,d) البنية المجهرية للعينات (4 ، 5) ونلاحظ ان الدقائق هنا اصغر حجما ويبدو ان الدقائق متوزعة بشكل متجانس في البنية الداخلية للشبيكة الاساس ، كما نلاحظ وجود بعض الكتل Clusters حيث تتجمع الدقائق في مناطق محدودة في البنية وهذا يعود الى العوامل (حجم الصبة، ودرجة الافراط في التسخين ومعدل التبريد والتركييب الكيماوي لمادة الشبيكة) التي تؤثر اثناء حصول التجمد (Solidification) . كما نلاحظ في الشكل (9-e,f) للعينات (6 ، 7) ان هناك أكبر عدد من الدقائق في المقطع العلوي من العينة (Top Section) التي تتجمد في النهاية وهذه تعزى الى ان التوصيلية الحرارية (thermal conductivity) والانتشارية الحرارية (heat diffusivity) لدقائق الألومينا كما في الجدول (5) هو أقل من الشبيكة الأساس ولذلك فإن معدل التبريد لهذه الدقائق يكون أقل فالدقائق الحارة تعمل على زيادة درجة حرارة السائل الموجود حولها لذلك فإن المنصهر الموجود حول الدقائق او تجمعاتها سوف تتجمد في الأخير وهذه تلعب دورا في زيادة عدد الدقائق في المناطق المتجمدة في النهاية كما نلاحظ ان عدد دقائق الألومينا أقل في المقطع السفلي من العينة 6.



Dissolution
of alumina
particles

Fragmentation
of alumina
particles by
thermal stresses

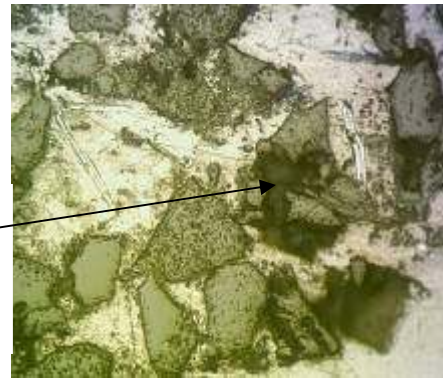


Fig.9-b The microstructure of sample 3
(SpecimenCenter) 530 X

Fig.9-a The microstructure of sample 2
(Top section) 530 X



Alumina
particles
clusters

Alumina
particles

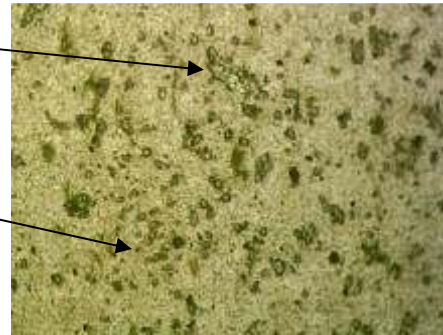
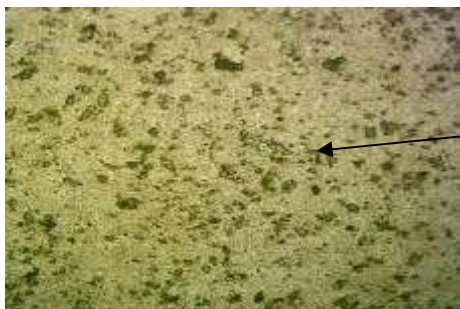


Fig.9-d The microstructure of sample 5
(Top section) 400 X

Fig.9-c The microstructure of sample 4
(Bottom section) 400 X



Alumina
particles

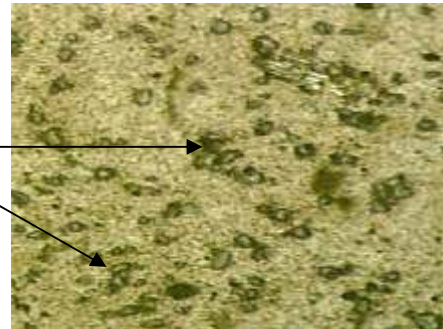


Fig.9-e The microstructure of sample 7
(Top section) 400 X

Fig.9-f The microstructure of sample 6
(Bottom section) 400 X

الأستنتاجات :

- ١- تزداد مقاومة الشد القصوى للمادة المترابطة المحضرة من السبيكة الأساس (Al-7%si-0.45Mg) ودقائق الألمونيا مع زيادة النسبة الوزنية المضافة من هذه الدقائق .
- ٢- تزداد قيم الصلادة الفيكرزية للمادة المترابطة مع زيادة النسب الوزنية للدقائق المضافة وتكون صلادة الجزء العلوي (Top Section) للعينات اكبر من بقية الأجزاء حيث تتركز الدقائق في الجزء العلوي في العينات المحضرة .
- ٣- ان اضافة مسحوق الألمنيوم مع مسحوق دقائق الألمونيا يساعد في زيادة قابلية تبلل هذه الدقائق في منصهر السبيكة الأساس وتعمل على ادخال عدد اكبر من هذه الدقائق في بنية السبيكة الأساس .
- ٤- تواجد عدد أكبر من الدقائق المضافة المتشتتة في المناطق التي تتجمد في المراحل الاخيرة من عملية التجمد .

المصادر:

1. W. Zhou. Z. M. X4," *J.of Mater. Process. Techn.*" 63(2004) p358 – 363.
2. S.Subra, M.Andreas and Jeedleman," *Fundamentals of MMCs*" Buterworth – Heinemann, Stoneham. USA. 2005
3. J. M. Monaghan and M . Sklad , " *J.of Mater . Process. Techn.*" 83(2000) 277
4. B.F. Quigly and G.I Abbaschian" A Method for Fabrication of Alumina-Aluminum Composites" *Metallurgical Transactions* Vol. 13A(1997)
5. B. C. Pai and P. K. Rohatgi "Production of cast aluminum-graphite particle composite using a pellet method" *J. of Material Science* 13 (1978) 329-335
6. M. K. Surappa and P. K. Rohatgi " Production of Al- Graphite particle composites" *Metals Technology* (1978)
7. *Metals handbook* 9th edition (ASM) vol. 15 " Casting" 1988 ,p 745
8. P.R.Mcqueen and P. Sakares,"*Composite. Materials. Handbook* " Department of Defense , USA ,4 (2007) p35
9. A. S. Jabur, "Preparation and Characterization of SiC ParticulateComposites." University of Technology. (2004)
10. PerttiAuekari "Mechanical and Physical Properties of Engineering Alumina Ceramics" TechnicalResearchCenter of Finland , 1996,p 14-16