دراسة خواص المواد المتراكبة المنتجة بطريقة السباكة بالطرد المركزي

د.نوال عزت عبد اللطيف* , سمير فياض * و محسن طالب *

تاريخ الاستلام: 2008/12/1
تاريخ القبول: 2009/9/3

الخلاصة

يهدف البحث إلى إنتاج مادة متراكبة مقواة بدقائق كاربيد السليكون موزعة في مناطق مختارة باستعمال طريقة السباكة بالطرد المركزي، ودراسة تأثير بعض متغيرات العملية على البنية المجهرية والخواص الميكانيكية للمادة المتراكبة.تم إنتاج المواد المتراكبة بتشتيت دقائق كربيد السليكون في منصهر سبيكة (الالمنيوم – مغنيسيوم).ثم اجراء الخلط باستخدام تقنيه الدوامة.تم اضافه نسب (15,10,5)% من دقائق كربيد السليكون المسخنة مسبقا الى المنصهر, تم خلط وتحريك المزيج باستخدام خلاط كهربائي لتحفيز سطوح التلامس مابين الدقائق والمنصهر ولتحسين الترطيب. بعدها تم صب مزيج الماده المتراكبة في قالب سباكه الطرد المركزي المسخن مسبقا الذي يدور بسرع دوران مختلفة هي (1800,1400,900) دوره لكل دقيقه. أظهرت نتائج الفحص ألمجهري إن معظم دقائق التقوية تتمركز على السطح الخارجي للاسطوانة المنتجة,ولكن النسبة ألحجميه للدقائق المتواجدة تتغير مع تغير ظروف العملية.كذلك فان سمك المنطقة التي تتواجد فيها الدقائق يزداد مع انخفاض سرعه دوران قالب السباكه وزيادة نسبه اضافه دقائق الكربيد. اظهرت نتائج فحص الصلادة ان هنالك زياده واضحة في صلادة المواد المتراكبة المنتجة مقارنه مع صلادة السبيكة الأساس. كما ان مقاومه البلى للاسطوانات المنتجة من المواد المتراكبة أعلى من السبيكة الأساس.

الكلمات المرشدة :المواد المتراكبة ، الطرد المركزي

Study on the properties of composite materials produced by centrifugal casting

Abstract

The aim of this work is to use centrifugal casting process in production of composite materials reinforced in selected regions, and study the effect of process parameters on the microstructure and mechanical properties of composite materials. The composite material was fabricated by dispersing SiC with(53-75) µm particles in the Al-Mg melt alloy and stirred using vortex technique. Weight fraction of (5,10,15%) preheated sic particles were added to the melt alloy and manually stirred until the particles were completely wetted, . The composite slurry was then reheated to around 750 ^{o}C and agitated by means of electrical stirrer .After that the composite slurry was poured in centrifugal casting preheated die, rotate at different rotating speeds (900, 1400, 1800) r.p.m . Microstructure examination shows that the most of SiC particles settled in the outer region of produced composite cylinders, but the volume fractions for these particles are different depending on process parameters Also the thickness of reinforced region of produced composite cylinders increases

https://doi.org/10.30684/etj.28.5.18
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

with decreasing rotating speed and with increasing weight fraction of the added SiC% particles. Hardness test results show significant increase in composite hardness compares with matrix alloy .The Wear resistance of composite cylinders was higher than that of matrix.

المقدمـــه

أظهرت الدراسات أن المواد المتراكبة ذات الأساس المعدني المقواه بدقائق سيراميكيه يمكن أن تستخدم في مجالات واسعة من التطبيقيات تبدأ بالهياكل الإنشائية وتنتهي في تطبيقات الفضاء. كما أظهرت البحوث أن هنالك عددا من الطرق يمكن بواسطتها إنتاج المواد المتراكبة منها السباكة ،تكنولوجيا المساحيق، المعاملة بالليزر، طرق الرش(1,2,3,4) .ولغرض الحصول على توزيع متجانس لدقائق التقوية reinforced particles ( ) استخدمت طرق مختلفة لترطيب وخلط وإدخال هذه الدقائق مثل الحقن بالغاز والخلط باستخدام الموجات الفوق صوتية (5,6,7).آن هذه الطرق قد تؤدي إلى توزيع غير مرغوب واختلاف في نسبة دقائق التقوية في داخل وخارج المنتج .تستخدم سباكة الطرد المركزي في إنتاج الأشكال الأسطوانية المجوفة دون الحاجة إلى اللباب (cores)، وتتميز مسبوكات الطرد المركزي بمواصفات جيدة بسبب آلية عمل قوة الطرد المركزي (Centrifugal force)، علاوة على أسلوب التجمد الاتجاهي directional solidification) الذي يسمح بحصول تغذية مستمرة لجبهة التجمد (solidification front) بالمعدن المنصهر مما يؤدي إلى تقليل العيوب وتحسين المواصفات(8,9).ونظرا لميزات السباكة بالطرد المركزي اتجه بعض الباحثين إلى استخدام هذه الطريقة في إنتاج المواد المتراكبة (10,11) وذلك بسبب خاصية الطرد المركزي التي تمكن من التحكم في موقع دقائق التقوية. وتتمثل أهمية البحث في إنتاج مادة متراكبة تتوزع فيها بدقائق كاربيد السليكون في مناطق مختارة باستخدام طريقة السباكة بالطرد المركزي، لاستخدامها في التطبيقات التي تتطلب مقاومه البلى (wear resistance).

الجزء العملي

تم تصنيع منظومة السباكة بالطرد المركزي من قبل الباحثين وهي من نوع سباكة الطرد المركزي الحقيقي الأفقي ويوضح الشكل(1) الأجزاء الرئيسة للمنظومة.

تحضيرالمواد المتراكبه

استخدمت سبيكة(الألمنيوم-المغنيسيوم) كأساس معدني للمواد المتراكبة و يوضح الجدول (1)التحليل الكيماوي للسبيكة الأساس المستخدمة. تم استخدام طريقه السباكة بالمزج على مرحلتين (Two-step mixing casting method) لعملية التحضير. إذ تم وزن السبيكة الأساس وصهرها في بودقه من الكرافيت . باستخدام فرن كهربائي من نوع (Townson) بعد إجراء عملية المعايرة باستعمال مزدوج حراري نوع(K) تم ربطه إلى منظومة سيطرة كهربائية رقمية لضبط درجة الحرارة. أجريت عملية الصهر بدرجة حرارة 720م°

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

(درجة انصهار السبيكة الأساس 645 م° تم إخراج البوتقة من فرن الصهر ونقلها إلى فرن التثبيت (Electrical holding furnace) المسخن إلى درجة حرارة 700 م° بعدها تم إضافة (1%) من فلوريد الصوديوم كمزيل الخبث إلى المنصهر وخلطه يدويا بقضيب مصنوع من الفولاذ لمده خمس ثواني,بعدها تم إزالة الخبث والبدء بعملية الخلط باستعمال خلاط كهربائي (electrical stirrer) يدور بسرعة (550) دورة/دقيقة ثم تم اضافة دقائق SiC بحجم حبيبي(-53+ 75) µm تدريجياً إلى مركز الدوامة (vortex) وبنسب وزنيه مختلفة هي (5% ، 10% ، 15%). تم إجراء عملية التسخين المسبق للدقائق عند درجة حرارة (300 م°)، تستمر عملية الخلط بعد الانتهاء من الإضافه لمدة (1-2) دقيقة تبعا لنسبة الدقائق المضافة. تعاد البوتقة بعدها إلى الفرن الكهربائي لتسخين المنصهر إلى درجة حرارة (760 م°) ثم إبقاء المنصهر عند هذه الدرجة مدة (5) دقائق بعدها يتم إخراج البوتقة وإجراء عملية الخلط مرة أخرى باستعمال نفس سرعة التدوير ولمدة (0.5-1) دقيقة يتم بعدها صب الخليط في قالب السباكه و يوضح الشكل (2) منظومه الخلط المستخدمه في البحث.

سباكة الطرد المركزي.

قبل البدء بعملية الصب يتم تهيئة منظومة سباكة الطرد المركزي وذلك بتحديد سرعة دوران قالب السباكة بعدها يتم تركيب القالب المصنوع من الفولاذ(H13) وتثبيت عدة الصب بشكل يضمن دخول المنصهر بشكل انسيابي إلى داخل تجويف القالب وبنفس اتجاه دوران القالب، كما يتم تثبيت المزدوج الحراري في ثقب غير نافذ في جدار القالب لقياس درجه حرارة القالب بعد إجراء التسخين الأولي له باستخدام مشعل غازي.

عملية الصب

يتم تشغيل منظومة الطرد المركزي بعد الانتهاء من مرحلة الخلط الثانية لمنصهر المواد المتراكبة ثم يتم صب المنصهر في المصب الخاص ثم الى قالب السباكة الذي تم تسخينه إلى درجة حرارة (300) م° . تم إجراء عمليه السباكة باستخدام سرع دوران مختلفة للقالب هي (900, 1400, 1800) دورة/ دقيقة وبعد الانتهاء من عملية الصب يترك القالب يدور لمدة (1-2) دقيقة ثم يتم إيقاف الدوران وإخراج المنتج، والشكل (3) يوضح ابعاد وشكل اسطوانات المواد المتراكبة المنتجة في هذا البحث.

الفحوصات المختبرية

فحص البنية المجهرية

تم إجراء الفحص المجهري للمواد المتراكبه المنتجه باستخدام المجهر الضوئي نوع (Carel Zisse) المزود بكاميرة تصوير رقمية والمرتبط بالحاسوب ، لمعرفة مدى تجانس توزيع دقائق التقويه داخل الأرضية (matrix) للمادة المركبة، و مقارنتها مع البنية المجهرية للسبيكة الأساس (بدون تقوية) والمنتجة بالطرد المركزي تحت نفس الظروف.تم حساب نسبة الكسر الحجمي((volume fractionوهو نسبه حجم دقائق الكاربيد الى حجم الماده المتراكبه ، إذ يتم تحديد مساحة معينة في ألبنيه ألمجهريه تقسم الى شبكة من الخطوط المتقاطعة بمساحات متساويه وتحسب عدد نقاط التقاطع التي تقع عليها دقائق التقوية ثم يتم استخراج

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

مقدار الكسر ألحجمي باستخدام برنامج معالجة الصور (S-Image) اعتمادا على المعادلة الآتية:

الكسر الحجمي للدقائق = عدد نقاط التقاطع الواقعة على الدقائق / عدد النقاط الكلية.

فحص الصلادة

أجري فحص الصلادة لعينات المواد المتراكبه بطريقة (Brinell hardness)، إذ تم تسليط حمل مقداره (500)غرام لمده (30)ثانيه على المنطقة المراد اختبارها ، بعدها يتم رفع الحمل وقياس قطر الأثر للكرة باستعمال المجهر المتحرك (travel microscope). تم إجراء الفحص لمناطق مختلفة وبواقع (3) قراءات للمنطقة الواحدة، بعدها تم حساب قيمة الصلادة تبعاً للقانون التالي :

$$HB=P/(\pi D/2)(D-\sqrt{D^2-d^2}) \quad \ldots(1)$$

حيث:- HB : قيمة الصلادة (كغم/ملم^2)

P : الحمل المسلط (كغم)

D : قطر الكرة (ملم)

d : قطر الأثر (ملم)

فحص البلى Wear test

تم تحضير عينات فحص البلى بشكل اسطواني بقطر (10.5) ملم وطول (10) ملم للمواد المتراكبة المنتجة بالطرد المركزي احدهما من السبيكة الأساس غير المقواة والأخرى من السبيكة المقواة بدقائق SiC والتي حققت أعلى كسر حجمي، علما انه تم إنتاج االنماذج تحت نفس الظروف.

تم إجراء فحص البلى للعينات باستخدام جهاز البلى (pin–on-disc)، يحتوي على قرص من الفولاذ تم تغطيته بورق التنعيم بدرجة (1000) Mesh, يدور بسرعة (510) دورة/دقيقة ,وتسليط حمل مقداره (40) نيوتن.

تم قياس التغير في الوزن باستخدام ميزان كهربائي حساس بدقه(0.0001) غم. وتم حساب معدل البلى تبعا للمعادلة الآتية [12]:

$$\text{wear rate } (cm^3/cm) = \Delta W/(2\pi r.n\rho t)$$

$$= (W_1-W_2)/(2\pi r.n\rho t) \ldots\ldots\ldots (2)$$

W_1, W_2: وزن العينة قبل وبعد الفحص (غم)

r : نصف قطر (سم)

n : سرعة دوران القرص (دورة/دقيقة)

ρ : كثافة المادة (غم/سم^3)

t: زمن الفحص (دقيقة)

الفحص بحيود الأشعة السينية

تم إجراء الفحص بحيود الاشعه السينيه للمواد المتراكبه االمنتجه في الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين.لمعرفه الاطوار الناتجه .

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

النتائج والمناقشة

نتائج الفحص المجهري

أظهرت نتائج الفحص المجهري حصول توزيع متجانس لدقائق كاربيد السيليكون في منطقة التقوية (وهي المنطقة التي تتجمع منها الدقائق) كما أظهرت النتائج حصول عملية انتقال لدقائق التقوية باتجاه المحيط الخارجي للاسطوانة المنتجة، تاركة المناطق الداخلية خاليه ,أو قد تحتوي على نسبة قليلة منها وكما موضح في الشكل(4) ، وبالنتيجة فقد تم الحصول على منتج يتدرج فيه توزيع دقائق SiC أو يتمركز في مناطق معينة اعتمادا على السرعة المستعملة في عملية السباكة بالطرد المركزي. كما اظهرت نتائج الفحص المجهري وجود طبقة رقيقة تحيط بدقائق كاربيد السيليكون تدل على وجود طور إضافي يربط الدقائق بالأرضية. اظهرت نتائج فحص حيود الاشعة السينية ان الاطوار الناتجة هي المحلول الجامد(solid solution) مابين الالمنيوم والمغنسيوم ($Al3Mg2$) وكذلك وجود الطور الفقري ($MgAl_2O_4$) وكما موضح في الجدول (2). إن وجود مثل هذا الطور يدل على حصول عملية ترطيب جيدةبين دقائق التقويه والسبيكه الاساس وبالتالي زيادة الربط.

تأثير سرعة دوران القالب على البنية المجهرية

أظهرت نتائج الفحص المجهري أن لسرعة دوران قالب سباكة الطرد المركزي تأثيرا كبيرا على البنية المجهرية وتوزيع دقائق SiC خلال الأرضية، وتوضح الاشكال(5,6,7) تأثير سرعة دوران القالب على توزيع دقائق SiC الموجوده في المنطقة الخارجية(السطح الخارجي) للاسطوانة المنتجة (منطقة التقوية) عند اضافه نسبة وزنية معينة من دقائق SiC، أما الشكل (8) فيوضح العلاقة بين سرعة دوران القالب ونسبة الكسر الحجمي لدقائق كاربيد السيليكون في السطح الخارجي(منطقة التقوية) عند إضافة نسب وزنية مختلفة من دقائق كاربيد السيلكون هي (15,10,5)% . يلاحظ من الأشكال ان زيادة سرعة دوران قالب السباكه تؤدي إلى زيادة نسبة الكسر الحجمي(volume fraction) لدقائق SiC المتجمعة في المنطقة الخارجية من الاسطوانة المنتجة عند إضافة نسبة معينة من الدقائق، وتستمرهذه الزيادة مع زيادة السرعة إلى أن تصل السرعة إلى (1400) دورة/دقيقة، ثم تقل مع زيادة السرعة إلى (1800) دورة/دقيقة، ويرجع السبب في ذلك إلى أن زيادة سرعة دوران القالب تؤدي إلى زيادة قوة الطرد المركزي وبالتالي زيادة سرعة وقوة اندفاع دقائق الكربيد ذات الكثافة الأعلى (3.5) غم/سم^3 باتجاه المنطقة الخارجية تاركا السبيكة الأساس (الأرضية) ذات الكثافة الأقل (2.7) غم/سم^3 في المناطق الداخلية من الأسطوانة، ولكن عند زيادة السرعة إلى (1800) دورة/دقيقة يزداد معدل التبريد ويقل زمن التجمد، و يؤدي هذا إلى زيادة سرعة تقدم جبهة التجمد الاتجاهي (من المنطقة الخارجية للاسطوانه باتجاه المنطقة الداخلية)، التي تعمل على منع تقدم دقائق SiC باتجاه المنطقة الخارجية وبالتالي تقليل نسبة تواجد هذه الدقائق في المنطقة الخارجية للأسطوانة.

يوضح الشكل (9) تغير الحجم البلوري للبنيه المجهريه للمناطق الداخليه للاسطوانات

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

المنتجه مع زيادة سرعة الدوران، إذ يقل الحجم البلوري مع زيادة السرعة، علاوة على التغير في كمية الطور الثاني المترسب على الحدود البلورية، إذ تقل كمية الطور الثاني مع زيادة السرعة وبالتالي الحصول على بلورات محلول جامد فوق الإشباع تحسن من الخواص الميكانيكية. أن زيادة سرعة الدوران تؤدي إلى زيادة معدل التبريد مما يؤدي إلى عدم توفر الوقت الكافي لحدوث النمو البلوري(grain growth) أو ترسب الطور الثاني.

أظهرت نتائج قياس سمك منطقة التقوية وهي منطقة تجمع SiC أن هنالك تأثيراً لسرعة دوران قالب السباكة على سمك منطقة التقوية وكما يظهر في الشكل (10). يلاحظ ان نسبة (سمك التقوية/سمك الأسطوانة) عاليه عند استخدام سرع دوران واطئة ، إذ تكون عند السرعة (900) دورة/دقيقة بحدود (31, 27, 21% عند نسب إضافة (5 ,10 ,15)% على التوالي ، بينما تكون عند السرعة (1400) دورة/دقيقة بحدود (30,23.15)%وبحدود (27,20,9)% عند السرعة (1800) دورة/دقيقة وبنسب الإضافة ذاتها. هذا يعني أنه عند السرعة (900) دورة/دقيقة تكون مسافة التقوية كبيرة ولن نسبة الكسر الحجمي لتواجد الدقائق يكون قليلا، أما عند استعمال سرعة دوران (1400) دورة/دقيقة فيلاحظ أن نسبة مسافة التقوية تكون أقل منها عند دوران القالب بسرعه(900) دورة/دقيقة بينما تكون نسبة الكسر الحجمي للدقائق الموجوده في المناطق الخارجية أعلى. وعند السرعة (1800) دورة/دقيقة يلاحظ أن نسبة السمك تكون أقل مع نسبة كسر حجمي أقل مما لو تم تدوير القالب بسرعة دوران (1400) دورة/دقيقة.

تأثير النسبة الوزنية لدقائق SiC المضافة على البنية المجهرية

أظهرت نتائج قياس سمك منطقة التقوية أن السمك يزداد مع زيادة نسبة النسبة الوزنية للدقائق المضافة عند ثبوت سرعة الدوران، ويظهر ذلك واضحا من الشكل(11)الذي يمثل العلاقة بين نسبة النسبة الوزنية لدقائق التقوية المضافة و سمك منطقة التقوية.ويعود السبب في النتائج السابقة إلى أن كمية الدقائق التي يتم انتقالها إلى المنطقة الخارجية من المسبوكة خلال وحدة الزمن تزداد مع زيادة النسبة الوزنية المضاف من دقائق التقوية.

نتائج فحص الصلادة

أظهرت نتائج فحص الصلادة للأسطوانة المنتجة من المادة المتراكبة حصول زيادة واضحة وكبيرة في قيم الصلادة لهذه المواد مقارنة بصلادة الأسطوانة المنتجة من السبيكة الأساس تحت نفس الظروف، أن سبب زيادة الصلادة في المناطق المختلفة يرجع إلى سببين رئيسين هما: الصلادة العالية التي تمتلكها دقائق كاربيد السليكون وكذلك تأثير قوى الطرد المركزي التي تعمل على تقليل العيوب والمسامات، علاوة على تاثير سرعة الدوران حيث تزيد من معدل التبريد وتوثر على عملية ترسب الأطوار الأخرى وبالتالي توثر على قيم الصلادة.

يوضح الشكل (12) العلاقة بين سرعة دوران قالب السباكة وصلادة المنطقة الخارجية للأسطوانة المنتجة بطريقة السباكة بالطرد المركزي، إذ يلاحظ من الشكل أن صلادة

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

تقل عند استعمال سرعة دوران (1800) دورة/دقيقة. أن سبب زيادة الصلادة يرجع إلى زياده الكسر الحجمي للدقائق المتواجده، إذ تم الحصول على أعلى كسر حجمي عند سرعة دوران (1400) دورة/دقيقة مما يعطي أعلى صلادة المنطقة الخارجية عند هذه السرعة.

أما بالنسبة لصلادة المنطقه الداخلية فإن قيم الصلادة متقاربة نسبيا ولكنها اقل من صلادة المناطق الخارجية للمسبوكة. وعند مقارنة قيم الصلادة للمناطق الداخلية لوحظ أن جميعها تمتلك صلادة أعلى من صلادة السبيكة الأساس وهي(54كغم/ملم^2) المنتجة بطريقة السباكة بالطرد المركزي، وعند ملاحظة الشكل (13) الذي يوضح العلاقة بين سرعة الدوران والصلادة الداخلية للمواد المتراكبة المنتجة بالطرد المركزي، وجد أن الصلادة الداخلية تقل مع زيادة السرعة إلى أن تصل إلى أقل قيمة لها عند السرعة (1400) دورة/دقيقة ثم تزداد عند سرعة دوران(1800) دورة/دقيقة. وعند الرجوع الى النتائج تم ملاحظة وجود علاقة عكسية بين كل من الكسر الحجمي للدقائق المتواجده في المنطقة الخارجية وصلادة المنطقة الخارجية من جهة وصلادة المنطقة الداخلية من جهة أخرى، ويعود السبب في ذلك إلى أن تدوير القالب بسرعة (1400) دورة/دقيقة يحقق أعلى نسبة كسر حجمي للدقائق المتواجده في المنطقة الخارجية عند نسب إضافة معينة، وهذا يعني أن نسبة الدقائق المتبقية في المنطقة الداخلية تكون أقل ما يمكن ولذلك تتحقق أعلى صلادة في المنطقة الخارجية بينما تكون أقل صلادة في المنطقة الداخلية.

نتائج فحص البلى

من نتائج الفحص المجهري ونتائج فحص الصلادة والنتائج المستحصله من قياس سمك منطقه التقويه الموضحه في الجدول رقم (3) لوحظ أن أفضل نسبة تقوية وأفضل كسر حجمي للدقائق في المنطقةالخارجيه للاسطوانه المنتجه من الماده المتراكبه يتم الحصول عليها هي عند تدوير قالب السباكه بسرعة (1400) دورة/دقيقة وإضافة نسبة (15)% من دقائق SiC ، لذلك اجري فحص البلى على المواد المتراكبة المنتجة بطريقة الطرد المركزي بعد اختيار الظروف التي حققت أفضل النتائج ومقارنتها مع سلوك البلى للسبيكة الأساس (بدون تقوية) والمنتجة تحت نفس الظروف، ويوضح الشكل (14) العلاقة بين سرعة الانزلاق ومعدل البلى لكل من المادة المتراكبه والسبيكة الأساس.

يلاحظ من الشكل أن المادة المتراكبة أظهرت مقاومة بلى كبيرة جدا مقارنة بالسبيكة الأساس، إذ كان معدل البلى للمادة المتراكبة أقل بكثير من معدل البلى للسبيكة الأساس المنتجة تحت نفس الظروف. ويعزى السبب في ذلك إلى وجود دقائق كاربيد السيليكون التي تمتلك صلادة عالية عند السطح الخارجي بينما تفتقر السبيكة الأساس إلى مثل هذه التقوية.

الاستنتاجات

من خلال نتائج الفحوصات التي أجريت للمادة المتراكبة المنتجة بطريقه السباكة بالطرد المركزي يمكن استنتاج ما يأتي:

- حصول تجمع لدقائق التقوية في المنطقة الخارجية لجميع الاسطوانات المنتجة بسباكة الطرد المركزي وتعتمد نسبة تواجد هذة القائق على سرعة تدوير قالب السباكة.

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

- تم الحصول على أعلى كسر حجمي لدقائق التقوية في المناطق الخارجيه للاسطوانه عند تدوير قالب السباكه بسرعة دوران (1400) دورة/دقيقة ونسبة إضافة(15%) من دقائقSiC.
- تحقيق زيادة كبيرة في صلادة المناطق الخارجية للاسطوانه ، وتتناسب هذه الزيادة طرديا مع زيادة الكسر الحجمي لدقائق SiC في تلك المناطق.
- زيادة سمك منطقة تواجد SiC(سمك التقويه) مع تقليل سرعة الدوران لقالب السباكه.
- زيادة كل من سمك منطقة تواجدSiC والكسر حجمي للدقائق مع زيادة النسبة الوزنية للدقائق المضافة.
- تكون مقاومة البلى للنماذج المنتجه من المواد المتراكبه اعلى مقارنتا مع النماذج المنتجة من السبيكة الأساس.
- أظهرت نتائج الفحص بحيود الأشعة السينية تكون طور ($MgAl_2O_4$) الذي يساعد على عملية الترطيب وتحسين الربط بين دقائق التقويه والسبيكه الاساس.

References

[1] J.h.Jeong "Mechanical properties of 2014Al_SiC composites with oxidized SiC particles" Metallurgical &Materials Transaction,Vol.34A,No.6,June 2003,pp1361-1369.

[2] Hailong. wang,Ruizhang,Xing,Ho "Characterization of powder metallurgy SiC/Cu-AL composite", Journal of materials processing Technology,Vol.197,N.1-3,2008 ,pp43-48.

[3]Peng.Yu.,B.Schaffer,"Microstructur al evolution during pressure less infiltration of aluminum alloy parts fabricated by selective laser sintering " Acta Matreialia Vol.57,No. 1, 2009 pp163-170.

[4] Jian . Jun fang, Zhu. Xinli "Microstructure and properties of TiB2 containing coating prepared by arc spraying" Applied surface science ,Vol.254,No.13,2008 pp.3849-3858.

[5] E.Candan "Effect of alloying elemen to aluminum on the weatability of Al-SiC system", Turkish Journal of Eng ,Vol.26,No.2,2002,pp1-5.

[6] X.N.Zhong,L.Geng, "Fabrication of Al-based hybrid composites reinforced with SiC whiskers and SiC particles by squeeze casting"Vol.176,No. 1-3, 2006,pp.146-151.

[7] H.K. Feng, S.R. Yn, ”microstructure and properties of SiC/Al-Si composite prepared by ultrasonic method “, Materials and Design , Vol.27, 2008, pp.1114

[8]- V.A.Romanova, R.R.Baiokhonov "The influence of the reinforcing particle shape and inter face strength on the fracture behavior of a metal matrix composite", Acta Materialia, Vol.57 ,No. 1, January2009, pp.97-107.

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

the production of structural components" Materials &Design, Vol.29, No.1, 2008 pp20-27 .

[10]-W.Shouren, G.Peiquan, Y,Liying, "Centrifugal precision cast Ti Al wheel using ceramic mold", Journal of Materials Processing Tecnology,Vol.204,No.1-3,2008,pp.492-497

[11]- G.chrrota, D.soares "Advantage of the centrifugal casting technique for

جدول (1) التركيب الكيماوي لسبيكة ِالمنيوم –مغنيسيوم

Elements	Al	Cr	Zn	Mg	Cu	Fe	Si	Mn	Others
Wt%	95.28	0.003	0.007	4.36	0.041	0.078	0.211	0.006	0.007

جدول رقم (2) ملخص نتائج حساب الكسر الحجمي وسمك منطقه تواجدSiC

rpm	5 SiC%		10 SiC%		15 SiC%	
	V_f%	t(mm)	%V_f	t(mm)	%V_f	t(mm)
900	61	2.12	65	2.8	79	3.2
1400	80	1.5	82	2.3	87	3
1800	51	0.9	76	2	82	2.7

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

جدول (3) الأطوار الناتجة في المواد المتراكبة عند اضافة SiC 15%

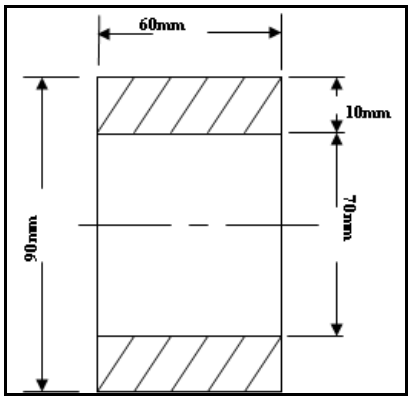
2Θ	d(A°) measured	d(A°) standard	phases
35.2	2.541	2.52	SiC
37.7	2.377	2.338	Al, $MgAl_2O_4$
40.2	2.236	2.23	Al_4C_3
44.0	2.079	2.02	Al, $MgAl_2O_4$
49.8	1.825	1.84	Mg_2Si, Al_3Mg_2
54.2	1.687	1.67	Al_3Mg_2
59.8	1.541	1.55	SiC, $MgAl_2O_4$
63.9	1.454	1.43	Al, $MgAl_2O_4$
66.2	1.407	1.425	Al_4C_3
71.4	1.317	1.31	SiC, Mg_2Si
77.2	1.233	1.22	Al, $MgAl_2O_4$

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

شكل(1)منظومة سباكة الطرد المركزي المصنعة من قبل الباحثين

شكل(2) منظومه الخلط المستخدمه في البحث

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

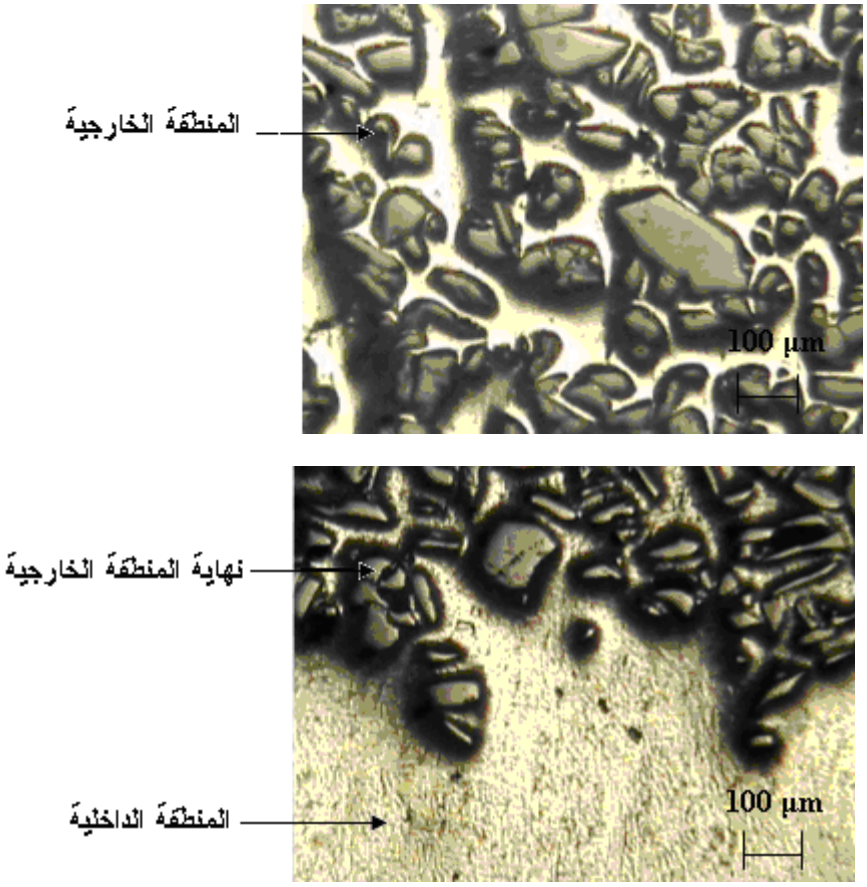


-ا-

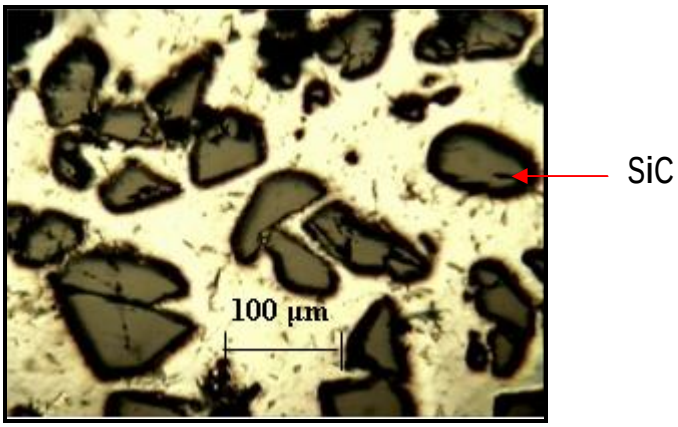
-ب-

شكل (3) يوضح ابعاد وشكل الاسطوانات المنتجه في البحث

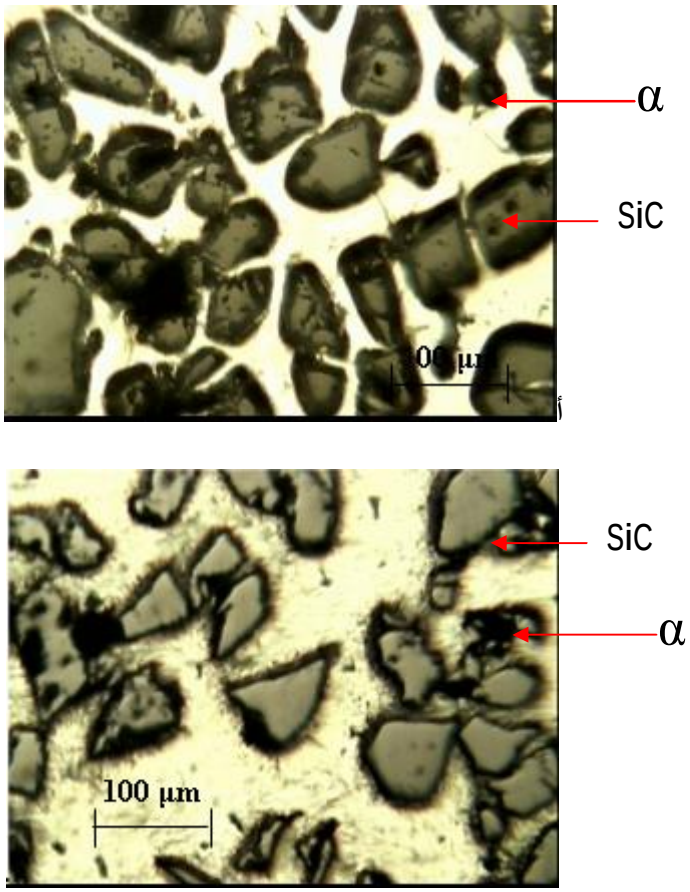
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (4) انعزال دقائق SiC الى المنطقة الخارجية



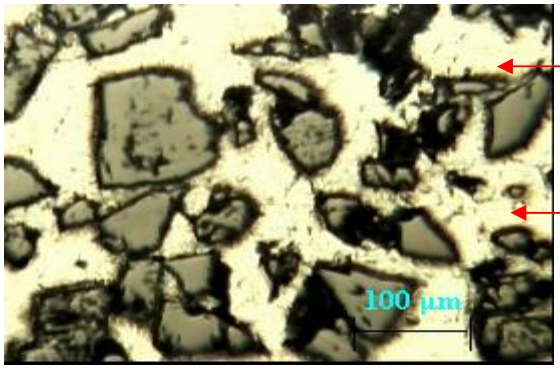
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



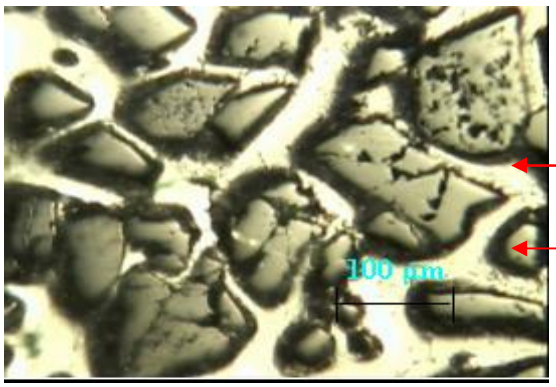
ج

شكل (5) تأثير سرعة دوران القالب على نسبة الكسر الحجمي لدقائق التقوية في المنطقة الخارجية عند نسبة إضافة5% من دقائق SiC وسرعة دوران :- أ- (900) دورة/دقيقة, ب- (1400) دورة/دقيقة, ج - (1800) دورة/دقيقة

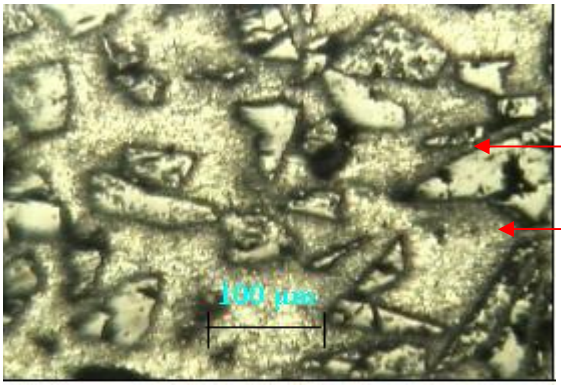
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



أ



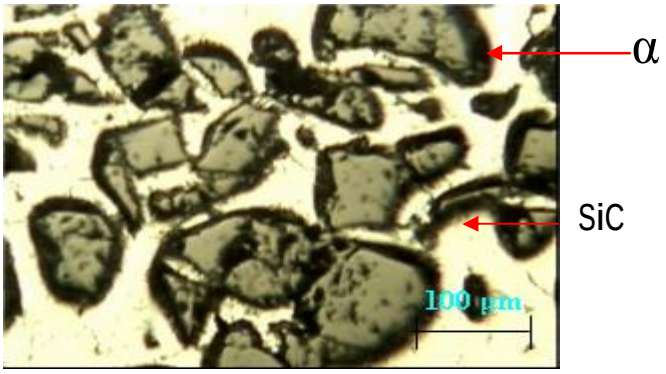
ب



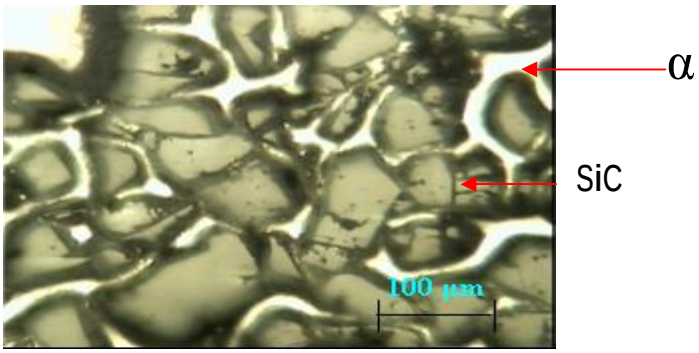
ج

شكل (6) تأثير سرعة دوران القالب على نسبة الكسر الحجمي لدقائق التقوية في المنطقة الخارجية عند نسبة إضافة (10%) من دقائق SiC وسرعة دوران :-أ- (900) دورة/دقيقة. ب- (1400) دورة/دقيقة . ج- (1800) دورة/دقيقة .

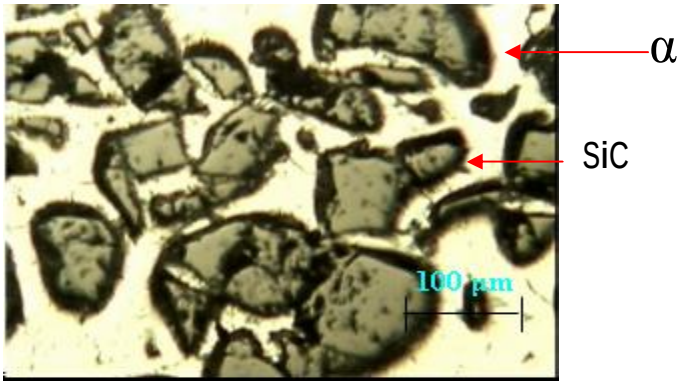
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



أ



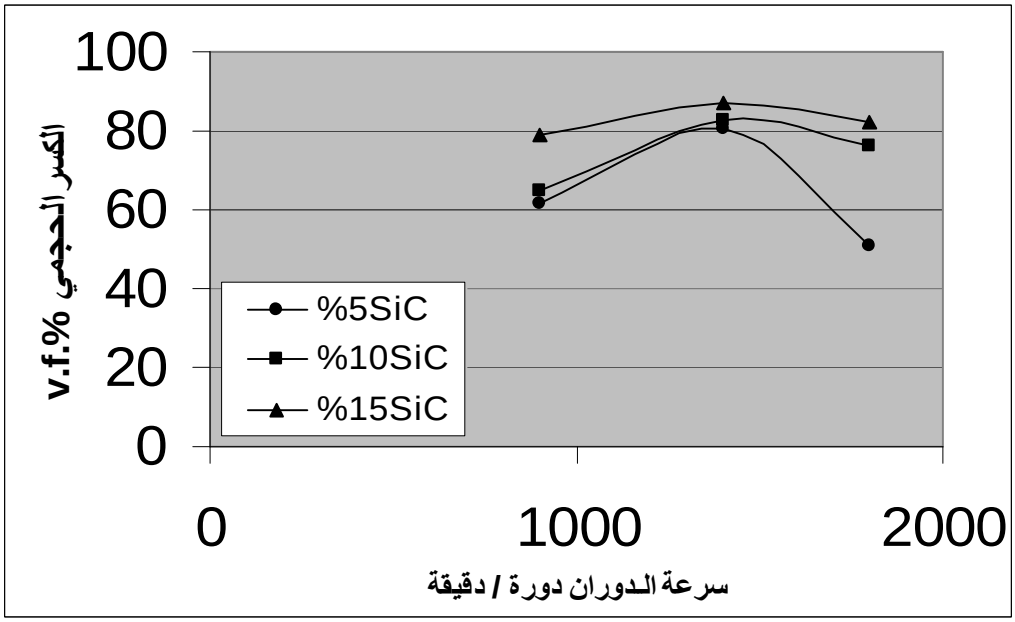
ب



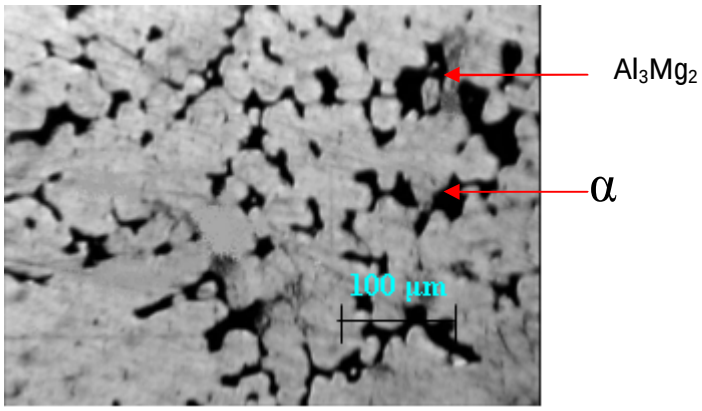
ج

شكل (7) تأثير سرعة دوران القالب على نسبة الكسر الحجمي لدقائق التقوية في المنطقة الخارجية عند نسبة إضافة (15%) من دقائق SiC وسرعة دوران :-أ - (900) دورة/دقيقة . ب - (1400) دورة/دقيقة . ج - (1800) دورة/دقيقة .

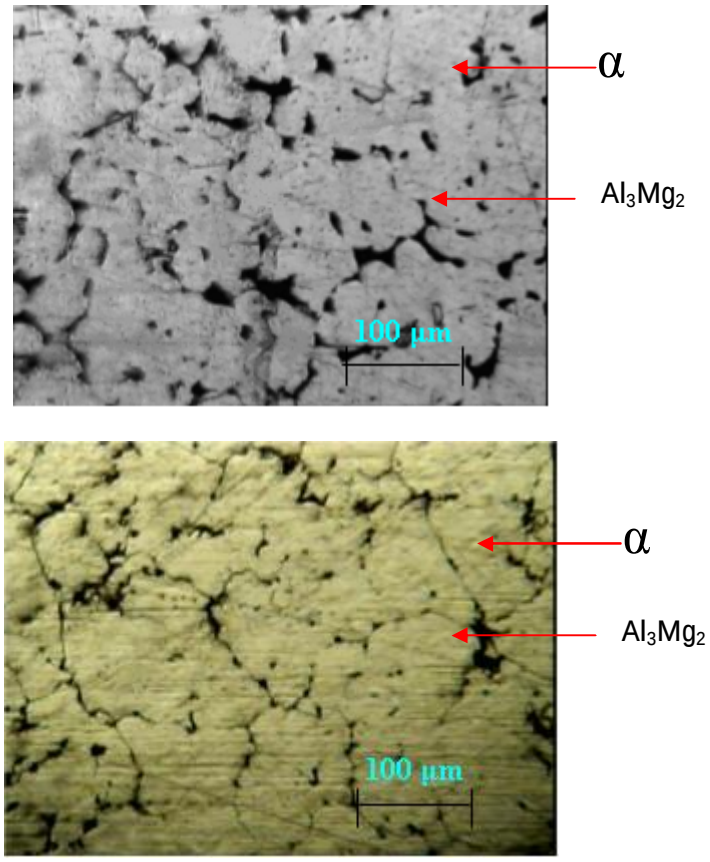
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل(8) تأثيرسرعة دوران قالب السباكة على الكسر ألحجمي للدقائق في المنطقة الخارجية من الاسطوانة.



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

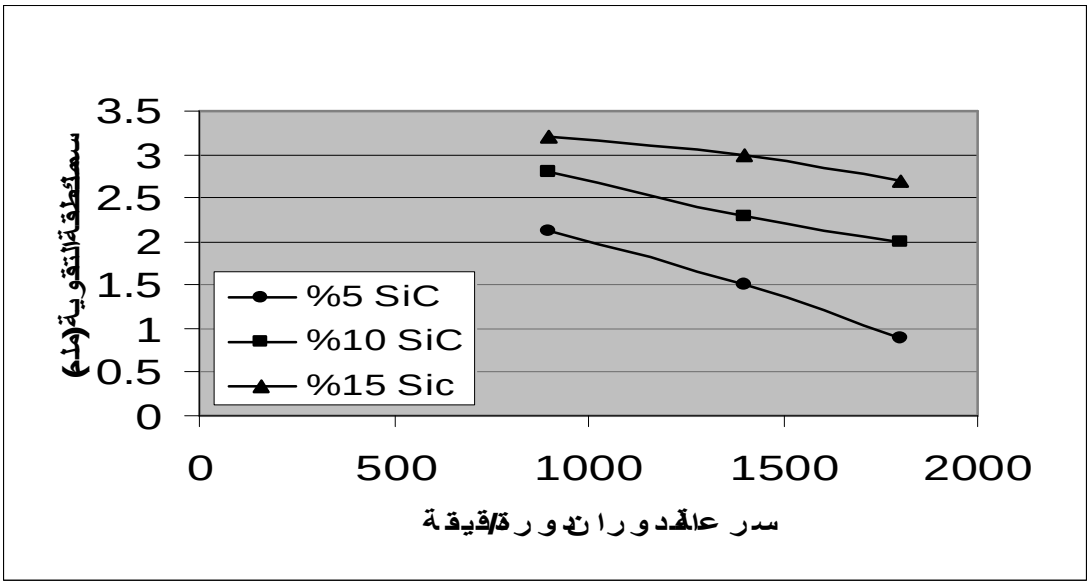


ج

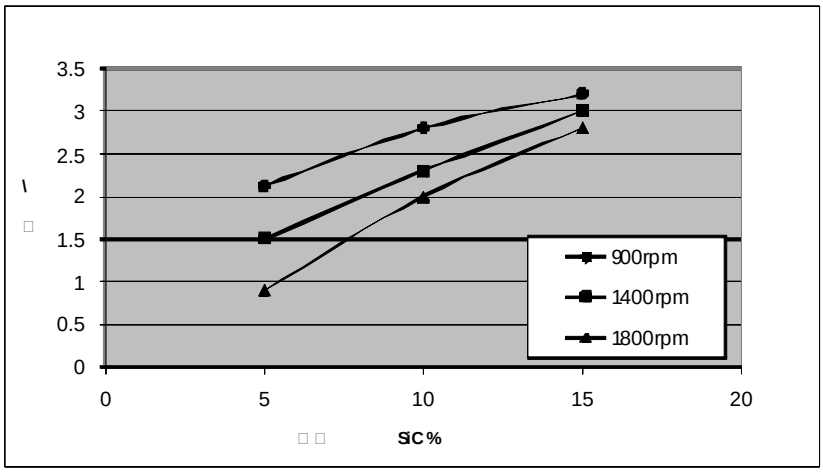
شكل (9) البنية المجهرية للمناطق الداخلية للسبيكة الأساس :-

أ - (1800) دورة/دقيقة. ب - (1400) دورة/دقيقة . ج - (900)دورة/دقيقة

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

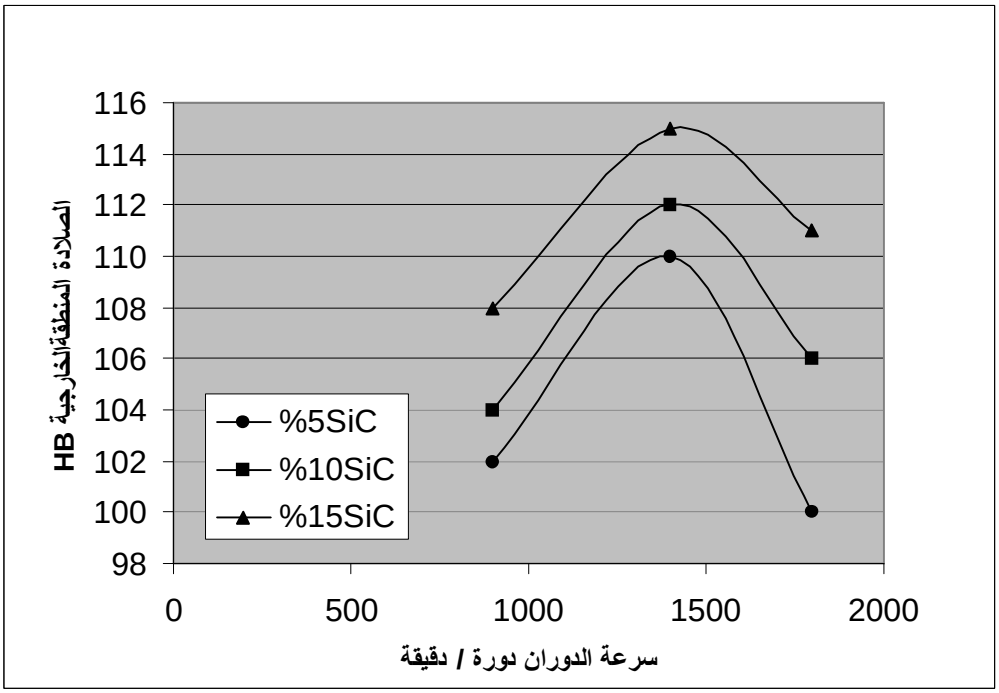


شكل(10) تأثير سرعة دوران قالب السباكة على سمك منطقة التقوية



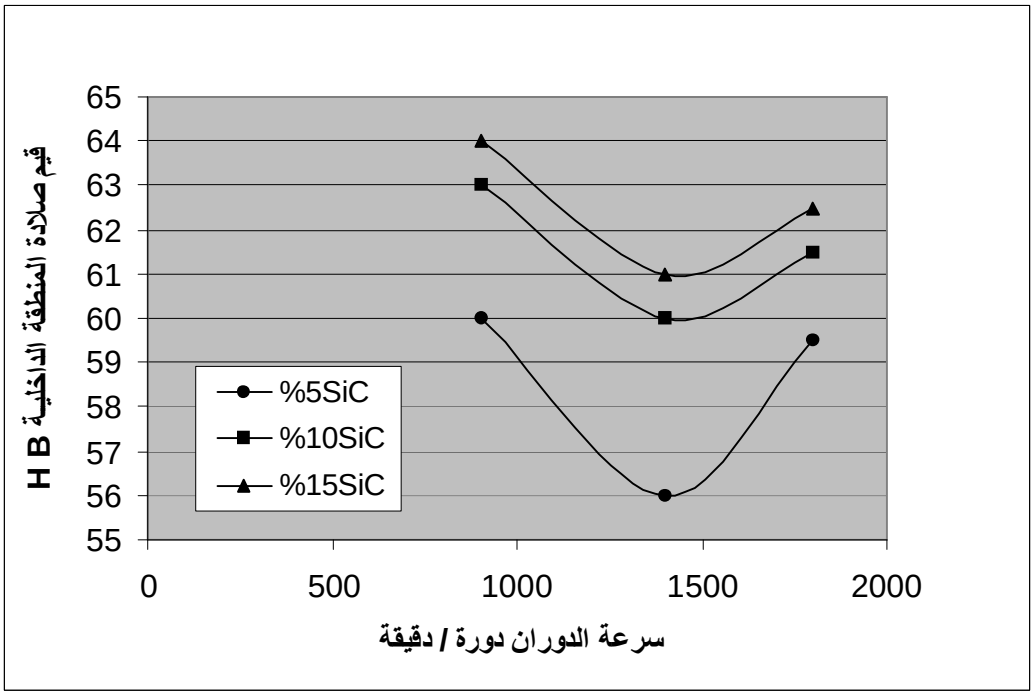
شكل (11) تأثير النسبة الوزنية لدقائق التقوية على سمك منطقة التقوية للمواد المركبة

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

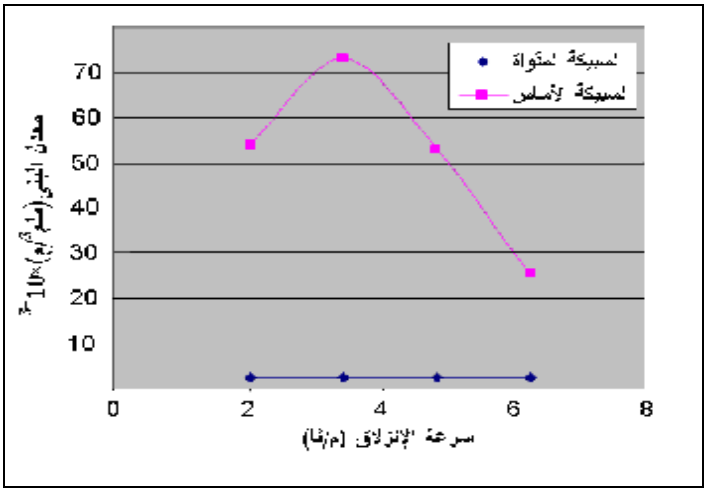


شكل (12) تأثير سرعة دوران قالب السباكة مع صلادة المنطقة الخارجية للمواد المركبة

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



شكل (13) تأثير سرعة دوران قالب السباكة مع صلادة المنطقة الداخلية للمواد المركبة



شكل(14) تأثير سرعة الانزلاق على مقاومة البلى للمواد المتراكبة عند حمل(10 N)

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