تأثير اضافات سبائك الألمنيوم المعادة الى سبيكة الألمنيوم – سيليكون القياسية المصنعة بطريقة السباكة الدقيقة على التركيب المجهري والخواص الميكانيكية

د.حسين جاسم العلكاوي* زينب كاظم حنتوش* و مصلح عبد الله*

تاريخ الاستلام:2010/11/2
تاريخ القبول:2011/4/7

الخلاصة

ان الأتساع في استخدام سبائك الألمنيوم – سيليكون في التطبيقات الهندسية والصناعية المتنوعة لما تتميز به هذه السبائك من خواص مهمة تتمثل في جمعها ما بين الخواص الميكانيكية العالية و مقاومة التآكل اضافة الى خفة الوزن, أدى الى الأتجاه لأيجاد مصادر بديلة لأنتاج هذه السبائك من السبائك المعادة (secondary)أو (recycled) سيّما أن أكثر من 40% من الأنتاج العالمي يعتمد بصورة رئيسية على هذا النوع من السبائك فوجدنا من المهم والضروري دراسة الخواص من هذه السبائك بشكل تفصيلي بما يتعلق بالخواص الميكانيكية و التركيب المجهري. تم في هذا البحث اجراء العديد من الأختبارات العملية لسبائك الألمنيوم – سيليكون بأضافة السبائك المعادة بنسب مختلفة (25-36%) بأستخدام طريقة السباكة الدقيقة و عينات الفحص المجهري ,حيث تم تحضير مجموعة من العينات لأختبارات الشد والألتواء و الصدمة و الكلل .ويهتم البحث بدراسة المتغيرات الأساسية للسبيكة و طرق معالجة عيوبها المتمثلة بوجود الهيدروجين المذاب و أوكسيد الألمنيوم Al_2O_3 وظروف الصب والصهر و تأثيرهما على الخواص الميكانيكية . فتبيّن ان زيادة نسبة السبيكة القياسية له الأثر الأكبر في تحسين الخواص الميكانيكية للسبيكة الجديدة.

Effect of Additives of Recycled Al Alloy on the Microstructure & Mechanical Properties of Standard Al-Si Alloy Which Produced by Precision Casting

Abstract

The expansion in using Al-Si Alloys for the industrial and engineering applications for their distinguished properties, presented in the combination between mechanical properties and corrosion resistance in addition to the light weight, leads to find substitution resources to produce these alloys and more than 40% of the world production depends upon such a kind of production. Therefore, it is necessary and important to search in details the mechanical properties and microstructure of the recycled or secondary alloys. In this research , many types of practical experiments are made for the Al- Si alloys by adding recycled alloys in different percentages (25-36%) , which produced by precision casting ,specimens prepared for the testing of tension , torsion, impact, fatigue and microstructure ,to find the optimum mechanical properties with different variables by preventing the defects produced by casting such as the presence of hydrogen and Al_2O_3 and their effect on the mechanical properties .It has been found the higher percentage of the original alloy improving the mechanical properties in the new alloy.

المقدمة

السباكة(casting) هي عملية صهر المعدن و صبه في تجاويف محضرة مسبقا تدعى القوالب (Dies) ليأخذ شكلها بعد تجمده .[1] و تعتبر السباكة الدقيقة من أنواع السباكة المهمة لامتلاكها مميزات تصنيعية و ميتالورجية تفوق

*قسم الهندسة الكهروميكانيكية ,الجامعة التكنولوجية/ بغداد

https://doi.org/10.30684/ etj.29.6.17
University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq/2412-0758

الانواع الاخرى وحسب نوعية السباكة من ناحية الكلفة الواطئة و انتاج الاشكال المعقدة بفترة زمنية قصيرة و تركيب مجهري جيد [2] .
ويعتمد اختيار طريقة السباكة على عدة متغيرات منها الشكل, الكلفة, الزمن, نوع السبيكة المستخدمة وقابليتها على الصب في درجات الحرارة الواطئة, السيولة, قلة التقلص الحجمي اثناء التجمد و خلوها النسبي من الغازات المذابة و الشوائب فضلا عن الخواص المطلوبة.
ولتحديد الطريقة التي توصلنا الى الانتاج الأمثل يجب مراعاة عدة عوامل منها درجة حرارة الصب و سرعته, معدل و زمن التجمد. وتعتبر السباكة الدقيقة بالشمع المفقود بين انواع السباكة المهمة التي تستخدم لانتاج مسبوكات مطابقة بالشكل والابعاد للمشغولات المكتملة .وتكون أبعادها ضمن سماحات ضيقة ,مع معالجة عيوبها مثل :

1- وجود الهيدروجين المذاب في منصهرها .
2- وجود أوكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) بشكل عالق في منصهرها مما يضعف خواصها.
3- الحاجة الى تحديد الأمثلية من حيث ظروف الصهر والصب وتقنيات طرد الغازات وتأثيرها على الخواص الميكانيكية (الستاتيكية و الديناميكية).

سبائك الألومنيوم

تعتبر سبائك Al-Si من أهم سبائك الالمنيوم اذ يتم أضافة Si بنسب تتراوح ما بين (1.75% الى 15 %) و كلما زادت نسبة السيلكون فى السبيكة تزداد مقاومتها للإجهادات مثل الشد والضغط والصلادة كما تقلل خواص المطيلية والطروقية لذلك فإنه يمكن تشكيل السبائك الفقيرة بالسيلكون بالطرق على البارد أو الساخن كما فى أوانى الطهى بينما السبائك الغنية بالسيلكون يتم تشكيلها بالسباكة كأجزاء محركات السيارات وهناك سبائك أخرى للألومنيوم مع النحاس والمغنسيوم والمنجنيز فهى أيضاً تتصف بخواص ميكانيكية جيدة مثل خفة الوزن ومقاومتها للإجهادات والصدأ وهى التى يصنع منها هياكل الطائرات **[3]**.

إعادة التصنيع

ان الألومنيوم قابل لاعادة التصنيع بنسبة 100% بدون أى فقد في خاماته الطبيعية.وأعادة المعدن لطبيعته عن طريق أعادة التصنيع أصبح مظهر هام في صناعة الألومنيوم.[4] ان إعادة التصنيع تتضمن صهر الخردة, وهى عملية تحتاج إلى 5 % فقط من الطاقة المستخدمة لإنتاج الألومنيوم من الخام. ولكن بفقدان جزء كبيرمن المواد الداخلية حوالي 15% تفقد كشوائب (رماد يشبه الأكسيد).

لقد كانت إعادة التصنيع ذات نشاط منخفض وغير بارزة حتى أواخر 1960، عندما أثارالاستخدام المتزايد لعلب المشروبات وعىّ العامة, ينتج الألومنيوم في أوروبا بمعدلات عالية من اعادة التصنيع، التي تتراوح بين 42% من علب المشروبات، 85% من مواد البناء و 95% من مركبات النقل.[4]

ان الألومنيوم المعاد تصنيعه يسمى ألومنيوم ثانوى, ولكنه يحافظ على نفس الخصائص الفيزيائية للألومنيوم الأصلى.ويتم إنتاج الألمنيوم الثانوي على نطاق واسع من الأشكال ويستخدم في 80% من سبائك الحقن.وله استخدام هام اخر في النتوءات لتفاصيل الاجزاء المصنعة عالية الدقة.

ان الشوائب البيضاء الناتجة من إنتاج الالومنيوم الأصلى ومن عمليات اعادة التصنيع الثانوى ماتزال تحتوى على كميات مفيدة من الألومنيوم والتي يمكن استخراجها صناعيا. كأنتاج شرائح الالومنيوم (aluminum billets)، إلى جانب ماده شائبة بالغة التعقيد من الصعب السيطرة عليها تتفاعل مع الماء، وتطلق خليط من الغازات بما في ذلك غازات (الهيدروجين، والأسيتيلين، والأمونيا) التي تشتعل تلقائيا عند تعرضها للهواء؛ كما أن التعرض للهواء الرطب ينتج عنه انطلاق كميات وفيرة من غاز الأمونيا. أن هذه النفايات وجد أن لها فائدة في استخدامها كحشوة في الأسفلت والخراسانة .

الجزء العملي:

المواد المستعملة:- تم استخدام سبيكة المنيوم -A 57G06 BS1470 standard **[2] [1]** , مرجوعات السباكة, سبيكة تحسين المواصفات(الألمنيوم-مغنيسيوم) مواد تنقية المنصهر (طارد الغازات ,مزيل الخبث,و مثبت السبيكة), بودقة الصهر ,أفران اذابة,فرن فخر, مزدوج حراري مع المسيطر و شمع.

طريقة تحضير العينات

أولا :-القالب:- يكون على شكل متوازي مستطيلات مصنوع من سبيكة الألمنيوم الحاوية على (2%) نحاس بعد احتساب التمدد و التقلص للشمع الذي يوصل اليه من خلال فتحة في اعلى القالب الموضوع بشكل افقي على طاولة ماكنة حقن الشمع الى التجويف الذي يمثل العينات المختبرية الأربعة الموضحة في الأشكال من (1)الى(4).

ثانيا :-حقن الشمع

استخدام شمع نباتي صلب مع البرافين بحيث يكون مندمجا في نسبة مئوية عالية من الراتنجات و تتراوح حرارة انصهاره بين 58° C و 65° C .حيث ان زيادة درجة الحرارة يؤدي الى التشققات و احتمال تبخر الشمع رغم سيولته.

ثالثا:- مرحلة التكديس(التجميع)

تجمع وتربط النماذج الشمعية على شكل التغذية بعد مراعاة نظافتها و ازالة ما زاد منها بفرشاة مسطحة صلبة و عدم وجود أي عيوب عليها .و اختيار شبكة التغذية المناسبة وتقطيعها بما يناسب النماذج المثبتة . وكذلك تقطيع مخروط التغذية الى الأرتفاع المطلوب وكذلك فتحات التهوية من قضبان الشمع ووضعها على لوح ساخن للحصول على مجموعة من الدعامات المتوازية وربط النماذج الشمعية على شبكة التغذية وجعلها عمودية لسهولة تفريغ الشمع عند الصهر وبصورة كاملة .

رابعا:- خلط البلاستر

البلاستر عبارة عن مادة حرارية تستخدم لصنع قوالب الصب لها تأثير كبير ومباشر على جودة المسبوك الناتج بواسطة السباكة الدقيقة , ويتكون من أليـاف زجاجية و سليكون و كوارتز و مركبات الكالسيوم ويسمى بالبلاستر الجبسي [5]. وقد تم خلط 25 كغم منه مع الماء ، لعمل عجينة بنسبة (1) كغم من مسحوق البلاستر الجبسي مع 370 سم^3 من الماء على ان يضاف المسحوق الى الماء . وتم الخلط بخلاط كهربائي لمدة دقيقتين و تضاف مواد للسيطرة على زمن التجمد بنسبة 4 سم^3 لكل كيلوغرام لتأخير التجمد من (1-1.5)دقيقة اضافة الى استخدام مانع الفقاعات Anti Foam و بنسبة 6 سم^3 لكل كيلوغرام.

خامسا:- صب البلاستر

بعد أن أصبح البلاستر على شكل عجينة وضع القالب وبداخله شبكة التغذية مع النماذج الشمعية في حجرة الصب المفرغة من الهواء لضمان تغلغل البلاستر في كل التجويف و الممرات المعقدة للحصول على تغطية كاملة للشجرة الشمعية كما تم ربط خلاط البلاستر مباشرة الى حجرة التفريغ لتوفير سعة صب عالية لأكثر من 25 كغم من البلاستر و أربعة قوالب في كل عملية فضلا عن كونها سريعة الصب (أقل من 6 دقائق) ومن ثم يترك القالب في درجة حرارة الغرفة لمدة (4-5) ساعة لضمان التصلب التام.

سادسا:- اذابة النماذج الشمعية

بعد تحقق التصلب التام اصبح القالب جاهز لمرحلة اذابة النماذج الشمعية حيث يوضع على الحواجز المشبكة من الفولاذ المقاوم للتأكل و الصهر داخل الفرن والذي يرتبط مع مخروط لتصريف الشمع المنصهر ويجمع داخل حاوية والذي يعاد تأهيله ثانية.

سابعا:- مرحلة التجفيف

بعد 8 ساعات من صهر النماذج الشمعية تم وضع القالب في فرن التجفيف لمدة 36 ساعة متواصلة .فترات التثبيت تكون طويلة لتحويل الأطوار المختلفة لجبس السباكة الدقيقة (البلاستر).

- التثبيت عند 180°C لتجفيف الفرن.

- التثبيت عند 260^oC لتحويل الكرستوبالايت في فرن الفخر.
- التثبيت عند 670^oC لتسامي مركب الكاربون من الشمع الموجود في القالب لتحويل مركبات الكوارتز .ويجب عدم تجاوز درجة حرارة التجفيف البالغة 730^oC لأن المادة سوف تبدأ بالتلبد وعندها تصبح غير مناسبة للصب.

ثامنا:- الصهر والتنقية

تم صهر 60 كغم من السبيكة المستخدمة في هذا البحث 33% من السبيكة القياسية ,و 67% من مرجوعات السباكة (الثانوية) , بعد وضعها داخل بودقة من الكرافيت سعتها 60 كغم في فرن كهربائي وعند وصول درجة حرارة المنصهر الى حدود (720^oC-715^oC). على أن ينظف سطح المنصهر من الخبث بشكل بطئ لكي لا يحدث اضطراب في المنصهر وتكرر العمليات نفسها بتغيير:-

- 36% سبيكة أساس +64% مرجوعات سباكة
- 25% سبيكة أساس+ 75% مرجوعات سباكة

تاسعا:- تنظيف المنصهر

يتم بأضافة مزيل الخبث 33 coverall على سطح المنصهر وزن 700 غم لحمايته من التأكسد وتقليل امتصاص الغازات ويساعد على ازالة الشوائب .يذوب في 440^oC بعد غطسه في المنصهر ويوضع غطاء الساحبة فوق الفرن بعد انتهاء التفاعل الذي يستمر لمدة 4 ثواني ثم ينظف الغطاس بفرشاة سلكية كما يتم تنظيف سطح المنصهر و اعادة غطاء الفرن .ثم يترك المنصهر لمدة 10 ثواني.

عاشرا:- ازالة الغازات

يوضع 900 غم من مزيل الغازات (Degasser 300) وذلك على ثلاث مراحل لكل مرحلة 300 غم بوضعها في قعر البودقة بغطسها بواسطة الغطاس المثقب لحين انتهاء التفاعل بعدها ينظف سطح المنصهر ويغلق الفرن ويترك المنصهر ليستقر لمدة 10 ثواني.

حادي عشر:- اضافة سبيكة A-G10

(وهي سبيكة من الألمنيوم و المغنيسيوم) تضاف داخل المنصهر بوزن (1000 غم) للتعويض عن خسارة المغنيسيوم الذي يسمح بمعالجة التبريد السريع ويعزز صلادة المعدن التركيبي بواسطة الترسيب (خلال التلدين) قرب طور الموازنة Mg_2Si بعد مرور 15 ثانية يتجانس المنصهر حيث اجريت نفس الخطوات في بيان تأثير تغيير المواد المسبوكة مع تغيير الكميات المسبوكة A-G10 (1%Mg) [6] بنسبة (1.05%) و (1.08%) على التوالي.

ثاني عشر:-تثبيت المنصهر

ينظف المنصهر برشة بمسحوق مثبت للسبيكة (Coverall 64) بوزن 700 غم والمحتوي على أملاح الصوديوم التي تنصهر في 680^oC لمحاولة حماية المنصهر ومعالجته عندما تتراوح درجة حرارته بين ($750C$-720^oC)وبشكل محلول يمنع التصاق المعدن بالبودقة ليغطي سطح المنصهر بأكمله ويغطى الفرن لمدة 20 ثانية حتى يتحول الخبث الى الأسود ليبدأ عنصر الصوديوم (عنصر التثبيت) يتغلغل داخل المنصهر بشكل متجانس ومن ثم ينظف سطح المنصهر جيدا.[7]

ثالث عشر:-صب المعدن:- بعد اخراج القالب الجبسي من فرن الفخر وتفريغ الهواء حوله الى (760 ملي بار) تغلق فتحات القالب ويفتح فرن الصهر ثم ينظف سطح المنصهر لتجنب الأضطراب في المنصهر ويسكب المنصهر بعد نقله بسرعة بشكل مستمر وبطئ لحين امتلاء القالب ثم يترك ليبرد لمدة (15 ثانية) بعدها تغلق مضخة التفريغ ويترك القالب ليبرد لمدة (4 ساعات) على الأقل قبل اخراج المسبوك .

رابع عشر:- تكسير القالب:- بعد التبريد لأكثر من أربع ساعات يتم تكسير القالب الجبسي داخل ماكنة التكسير بوضعه على حامل .ومن ثم يبدأ التكسر عن طريق نافورة من الماء المضغوط ليتم التكسير شيئا فشيئا على شكل نماذج معدنية لأجراء الأختبارات العملية عليها.

الأختبـــارات العمليـــة للخـــواص الميكانيكيـــة والفحص المجهري

العينات المستخدمة

الأشكال من (1) الى (4) تمثل العينات المستخدمة في البحث حيث ان الشكلين (1،2) يمثلان أبعاد العينات المستخدمة لفحص الشد والالتواء و هي فحوص ستاتيكية. أما الشكلين (3،4) فيمثلان أبعاد العينات المستخدمة لفحص الصدمة والكلال وهما من الفحوص الديناميكية . وقد تم انجاز الفحوصات في المعهد المتخصص للصناعات الهندسية, بأخذ معدل القراءة لثلاث عينات لكل فحص ،ان جميع الأبعاد للأشكال المذكورة بالمليمتر.

كما تم تحضير العينات للفحص المجهري , وذلك بالتنعيم و الصقل باستخدام المواد والاجهزة المختبرية المناسبة ,ثم الاظهار باستعمال حامض الهيدروفلوريك(0.5%HF).

الأجهزة المستخدمة

- جهاز فحص الشد Universal Testing Machine (UTS)
- جهاز فحص الألتواء
- جهاز فحص الصدمة.
- جهاز فحص الكلال.
- مجهر ميتالورجي . (MM300T Advanced Polarizing Darkfield Metallurgical Microscope)

المناقشة :

من خلال دراسة النتائج (المبينة في الجداول 3,4,5 والأشكال 5,6), نلاحظ أن الخواص الميكانيكية للسبيكة المعادة تتأثر بتباين نسبة اضافة السبيكة القياسية وكما يلي:

أ- ارتفاع قيم اجهاد الخضوع واجهاد الكسر والأستطالة بزيادة نسبة اضافة السبيكة القياسية وكما موضح في الجدول رقم(3). والشكل(7) يبين ان قيم الأجهادات في حالة الشد تزداد بشكل عام وكذلك بزيادة معامل المرونة ومعامل الجساءة .ونسبة بوسون والأستطالة النسبية كلما زادت نسبة السبيكة الأساس .

ب- ارتفاع قيم اجهاد القص ومعامل الجساءة بزيادة نسبة اضافة السبيكة القياسية وكما موضح في الجدول رقم (4).

ج- ارتفاع قيم المتانة الصدمية (toughness) بزيادة نسبة اضافة السبيكة القياسية وكما موضح في الجدول رقم (5).

د- أرتفاع قيم حد الكلل بزيادة نسبة الأضافة للسبيكة القياسية وكما موضح في الجدول رقم(6) و الشكل (9).

ان السبب الرئيسي لانخفاض قيم الأجهادات هو تكون طور في السبيكة يحتوي على نسبة عالية من الشوائب التي تؤدي الى تكون الفجوات وزيادة نسبة المسامية والتي تشكل نقاط ضعف في التركيب البلوري للسبيكة ينعكس على جودة خواصها الميكانيكية والشكل المجهري رقم(6) يوضح تركز الشوائب في مناطق الحدود البلورية التي تكون فيها الحبيبات بحجوم كبيرة[12], وتم تحسين الخواص الميكانيكية للسبيكة الجديدة بزيادة نسبة اضافة السبيكة القياسية التي تؤدي الى زيادة في نسبة الالمنيوم النقي والحصول على تركيب بلوري بحبيبات صغيرة ترفع من متانة التركيب البلوري وتحسن من خواصه الميكانيكية.**[13]**

الأستنتاجات

في أختبارات الشد و الألتواء و الصدمة و الكلال و من خلال التركيب المجهري لعينات الفحص نجد ما يلي:-

1- ان تحسن الخواص الميكانيكية يعتمد على زيادة نسب الأضافات للسبيكة القياسية مقابل السبيكة المعادة. اذ ان زيادة نسبة السبيكة الأساس تحسن الخواص الميكانيكية بشكل عام .

2. ان قيم اجهاد الشد والألتواء والصدمة والكلال تتأثر بمقدار نسب اضافات السبيكة القياسية الى السبيكة المعادة. فهي تزداد

بزيادة نسبة اضافة السبيكة القياسية و تقل بزيادة نسبة اضافة السبيكة المعادة.

3. تتحسن الخواص الديناميكية بزيادة نسبة اضافة السبيكة القياسية و يمكن تحديد مواصفات وخواص أي سبيكة منتجة بالسباكة الدقيقة عن طريق حساب نسب الأضافات من السبيكة القياسية لتحديد استخدام هذه السبائك في مجالات صناعية مختلفة.

ولأجل الحصول على أفضل النتائج يجب ان تكون نسبة اضافة السبيكة القياسية اكبر من نسبة اضافة السبيكة المعادة في المسبوكة المنتجة لغرض تحسين الخواص الميكانيكية وهذا واضح من خلال التركيب المجهري لعينات الفحص.

المصادر

[1]Metals HB Casting, 9th .ed. Vol.15, ASTM, 1988.

[2]Metals H.B, forging of casting. Vol. 15, 8th ed. ASTM, 1988.

[3]العلكاوي, حسين جاسم, فاتن نعمان, العمران يسرى توما," استخدام تقنية الموجات فوق الصوتية لتقييم بعض المواصفات الميكانيكية (الثوابت الميكانكية للسبائك الحديدية و غير الحديدية)", مجلة التقني, المجلد2, العدد (1), 2008

[4]GV White, C.M. Sheppard, M Bowden, M Ryan, GC Barris, M Cooper and C Yu Chen"Precision Cast Sialon-bonded Silicon Carbide for Molten Metal Refractory Applications", Journal of the Australian Ceramic Society Volume 45[1], 50-57,2009.

[5]Efthymios Balomenos, Ioanna Gianopoulou, Dimitrios Panias, Ioannis Paspaliaris," Enexal: Novel Technologies for Enhanced Energy and Exergy Efficiencies in Primary Aluminum Production Industry", National Technical University of Athens, School of Mining and Metallurgical Engineering, 9 Heroon Polytechneiou, 157 80, Zografou, Athens, Greece,2009.

[6] Robert B.Ross, "Metallic Materials Specification Handbook", 3rd Edition, E. & F.N.Spon, ISBN 0-419-11360-6, 1980

[7]Bo ZHOU, Yongxiang Yang, Markus A. REUTER, Udo M.J. BOIN, "CFD Based Process Modelling of a Rotary Furnace for Aluminum Scrap Melting", Fourth International Conference on CFD in the Oil and Gas, Metallurgical & Process Industries SINTEF / NTNU Trondheim, Norway 6-8, June 2005.

[8]ASTM B557 Standard Test Methods for Tension Testing Wrought and Cast Aluminum- Alloys Products ASTM International , 2010

[9]ASTM C1259-98 Standard Test Method for Dynamic Young's Modulus, Shear Modulus, and Poisson's Ratio for Advanced Ceramics by Impulse Excitation of Vibration.

[10]Standard Test Methods for Properties of Materials. Book of Standards Volume: 15.02. ASTM International. (1999)

[11]ASTM C773-88 Strength of Materials. Book of Standards Volume: 15.02. ASTM International

[12]A. A. Benzerga, S. S. Hong K. S. Kim, A. Needleman' ' and E. Van der Giessen , "Smaller is softer: an inverse size effect in a cast aluminum alloy ", Acta MaterialiaVolume 49, Issue 15,Pages 3071-3083,(2001).

[13]X. Zhu, A. Shyam, J.W. Jones, H. Mayer, J.V. Lasecki and J.E. Allison "Effects of microstructure and temperature on fatigue behavior of E319-T7 cast aluminum alloy in very long life cycles ", International Journal of FatigueVolume 28, Issue 11, Pages 1566-1571 Third International

Conference on Very High Cycle Fatigue (VHCF-3), November 2006.

[14]Donahue, Raymond J., Cleary, Terrance M. Aluminum-silicon casting alloy having refined primary silicon due to pressure United States Patent 7100669 Publication Date:09/05/2006.

[15]M.N.Binney,D.H.stJohn,A.K.Dahle,J.A.Taylor,E.C.Berhop,and P.S.Cooper,"Grain Refinement of Secondary Aluminum-Silicon Casting Alloys", the menirals, metals, and material society,2003.

[16] Wislei R. Osório, Noé Cheung, Leandro C. Peixoto and Amauri Garcia," Corrosion Resistance and Mechanical Properties of an Al 9wt%Si Alloy Treated by Laser Surface Remelting", Int. J. Electrochem. Sci., 4 820 – 831,(2009).

[17] "CASTI Metals Red Book Non-Ferrous Metals" World of Metallurgy – ERZMETALL 59 No. 1. (2006).

[18]د.عدنان ابراهيم الجرجري," أساسيات صناعة الألمنيوم من الخردة في العراق", مجلة الهندسة والتكنولوجيا،المجلد 28 ،العدد1, 2010.

الجدول (1) يبين التركيب الكيمياوي لسبيكة الألمنيوم A-57G06

AL cont		Si	Fe	Mn	Mg	Ni	Zn	Cu	Pb +Sn	T1	
Rem.		7.2	0.16	1.0	0.55	0.02	0.093	0.2	0.03	0.056	المعهد المتخصص للصناعات الهندسية
Rem.	Min Max	6.7 7.3	0.14	0. 9	0.5 0. 6	0.04	0.09	0.04	0.02	0.08 0.13	المواصفات القياسية

جدول (2) يبين تغير كميات المواد المسبوكة

المرحلة	السبيكة الأساس% A-S7GO6	مرجوعات السباكة%
a	36	64
b	33	67
c	25	75

جدول (3) نتائج اختبار الشد مع تأثير تغير كميات المواد المسبوكة

المرحلة	σ Y M Pa	σ U M Pa	σ F M Pa	E M Pa	δ	μ	G G Pa	RA%
a	114	121	114	80	0.9	0.27	31.5	7.9
b	110	123	112	75	0.8	0.26	29.7	5.5
c	94	96	92	62.5	0.7	0.24	25.2	4.4

جدول (4) مقارنة نتائج اجهاد القص والخضوع ومعامل الجساءة مع تغير كميات المواد المسبوكة عند الألتواء

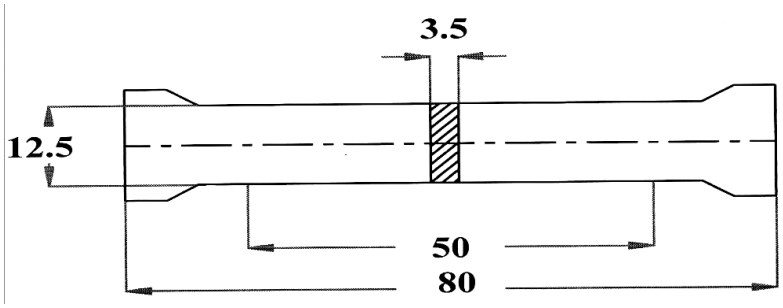
المرحلة	معامل الجساءة G GPa	اجهاد القص σ uN\mm^2	اجهاد الخضوع σ yN\mm^2
a	36.5	104	66
b	34.5	100	58
c	28	95	56

جدول (5) مقارنة نتائج المتانة الصدمية من تأثير تغيير كميات المواد المسكوبة

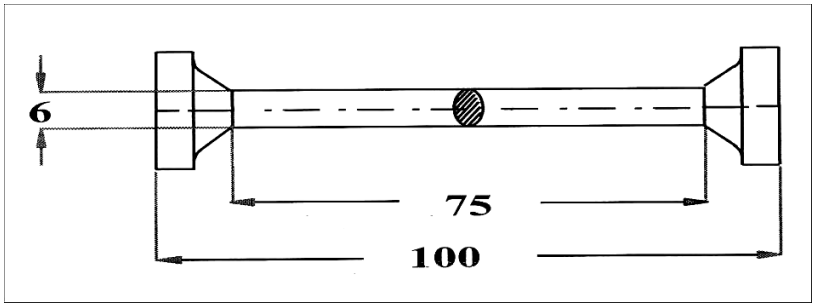
تأثير كميات المواد المسكوبة			
المرحلة	Ec(N.m) طاقة الوضع	Er(N.m) activation energy طاقة الصدمة	Si(Nm/Cm^2) المتانة الصدمية
a	30	3.9	290
b	30	4.2	286.6
c	30	4.7	281

الجدول (6) يبين المواصفات الكلالية للمراحل الثلاث المستخدمة

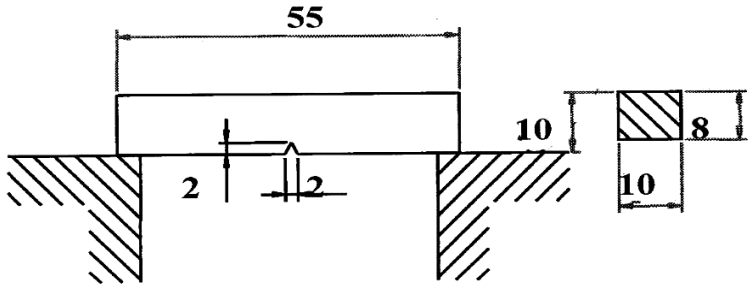
المراحل	حدد الكلال عند 10^7 (MPa)	معادلة منحني العمر
a	68	$\sigma f(MPa) = 212Nf^{-0.07}$
b	60	$\sigma f(MPa) = 171Nf^{-0.065}$
c	55	$\sigma f(MPa) = 177Nf^{-0.07}$



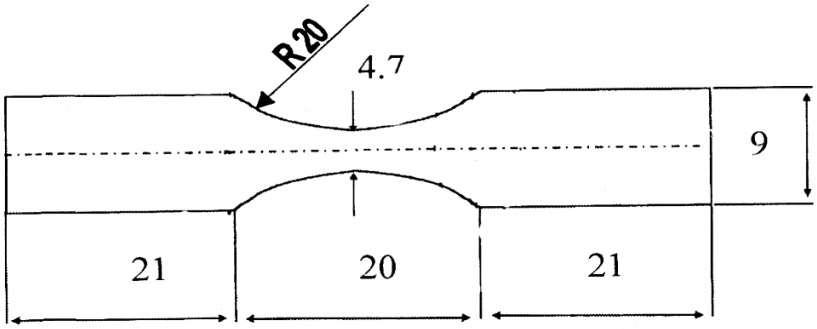
شكل(1) يمثل أبعاد عينة فحص الشد حسب المواصفةASTM B557 [8]



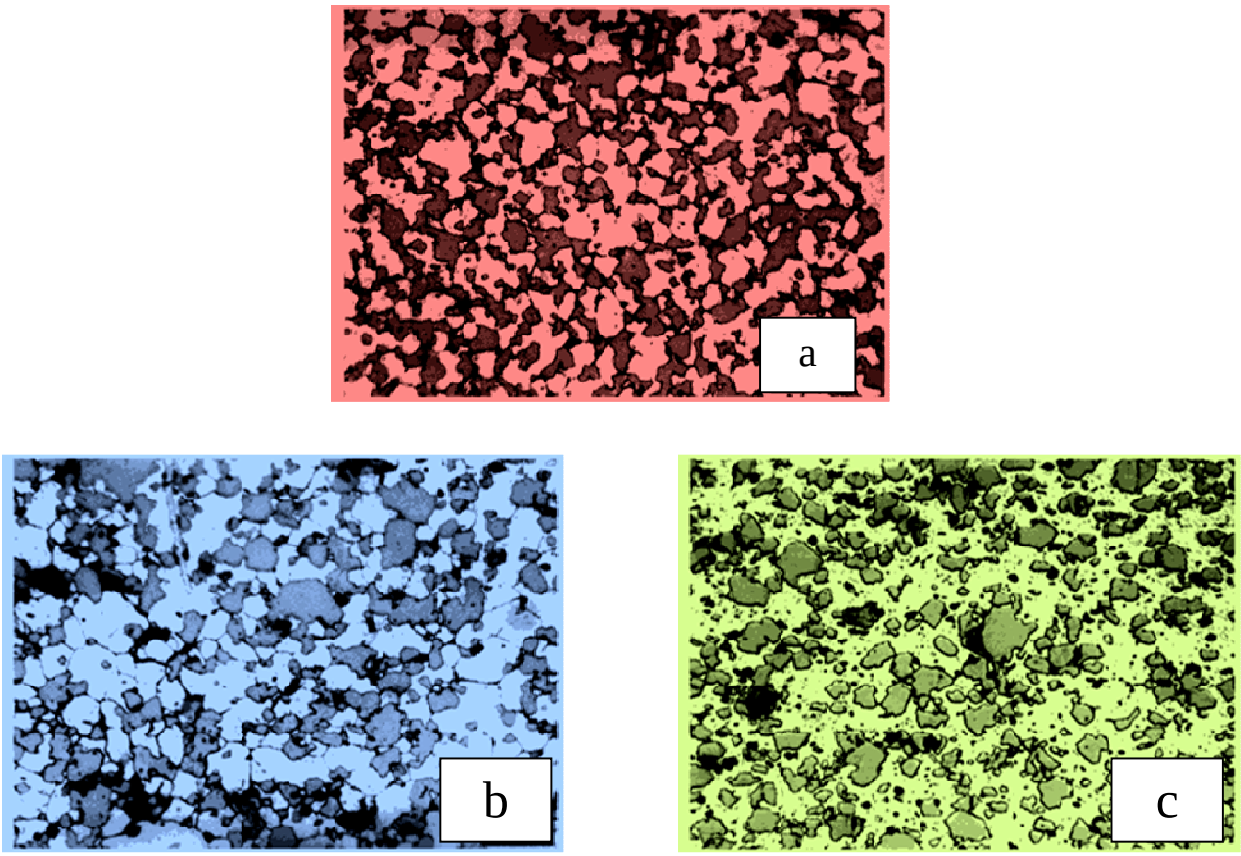
شكل (2) يمثل أبعاد عينة فحص الألتواء حسب المواصفة ASTM C1259-98 [9]



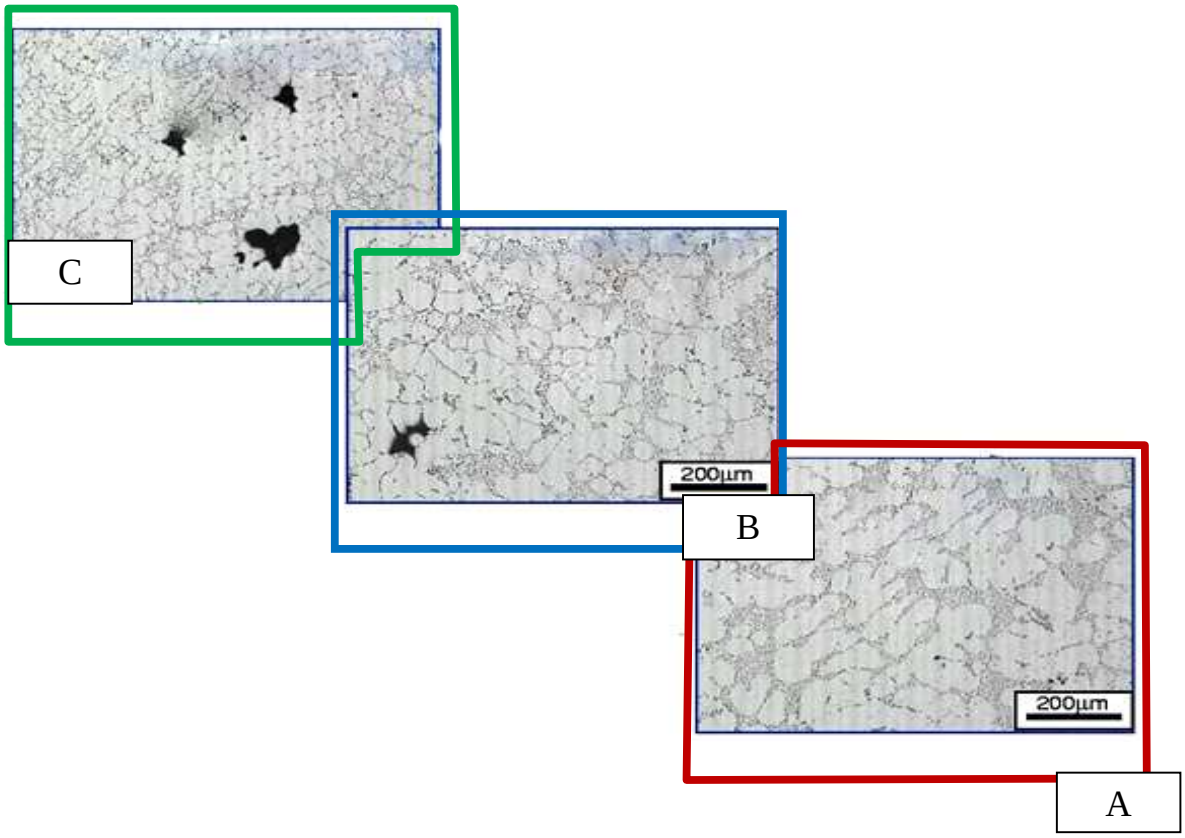
شكل (3) يمثل أبعاد عينة فحص الصدمة حسب المواصفة [10] ASTM C674-88



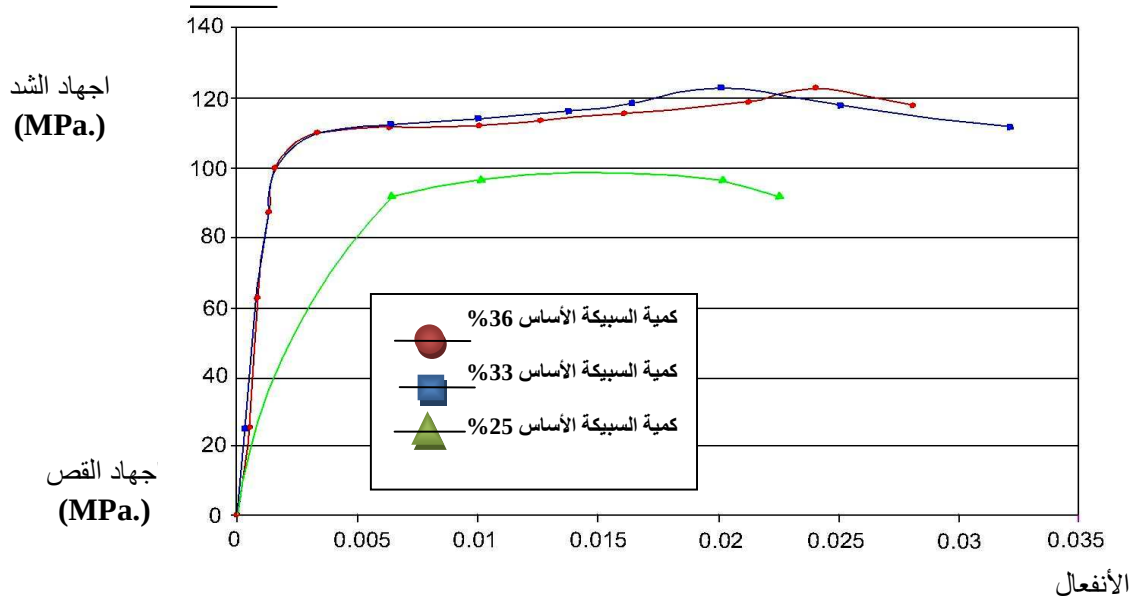
شكل (4) يمثل أبعاد عينة فحص الكلال حسب المواصفة [11] ASTM C773-88



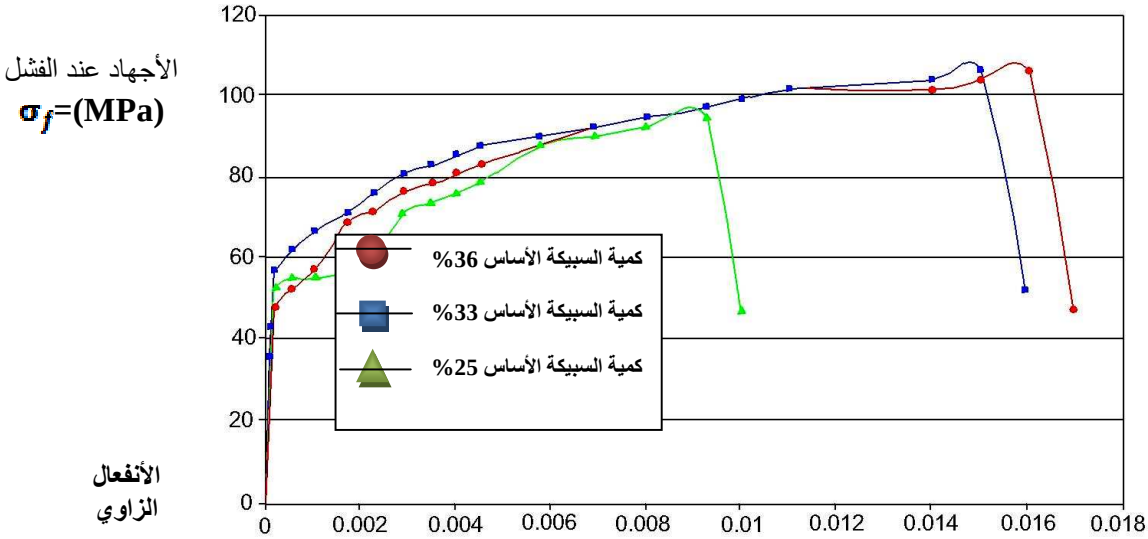
الشكل رقم (5) يوضح التركيب المجهري للسبائك الثلاثة (a, b, c) بقوة تكبير ($^{20\mu m}$)



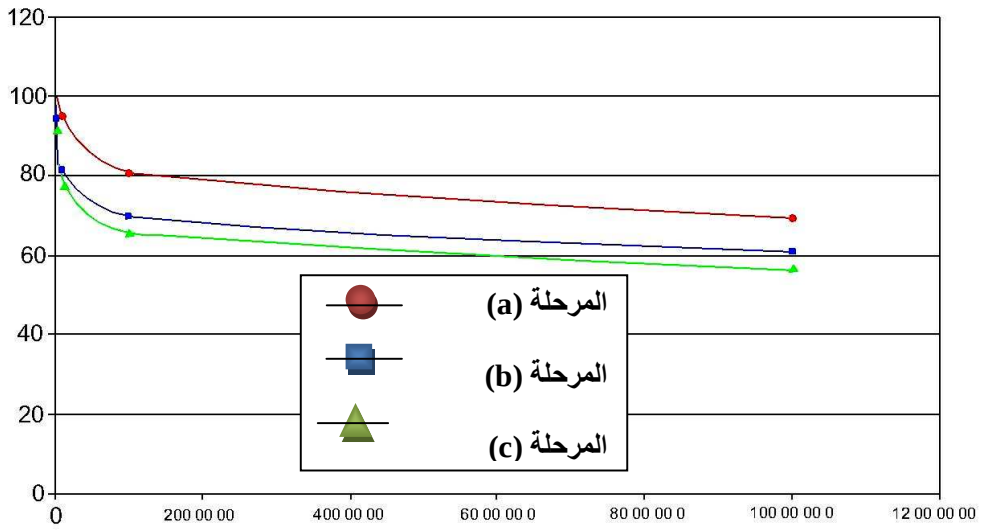
الشكل رقم (6) يوضح التركيب المجهري للسبائك الثلاثة (a, b, c) بقوة تكبير($^{200\mu m}$)



شكل (7) العلاقة بين اجهاد الشد و مقدار الأنفعال



شكل (8) علاقة اجهاد القص مع الأنفعال الزاوي



عدد الدورات عند الفشل (NF)

شكل (9) منحني العمر للمراحل الثلاثة