

دراسة تأثير الضغط المسلط على البنية المجهرية والكثافة الحقيقية لسبيكة المنيوم 380 باستخدام السباكة بالعصر

د. فاروق منصور مهدي د. نجيب سلمان عبطان سعد رمضان احمد
استاذ مساعد مدرس مدرس مساعد

قسم الهندسة الميكانيكية-جامعة تكريت

استلم 2011/10/15، قبل للنشر 2012/5/02، نشر على الانترنت 2013/4/18

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة تأثير الضغط المسلط ضمن المدى (10-84) ميكاباسكال خلال عملية السباكة بالعصر المباشر على البنية المجهرية والكثافة الحقيقية لسبيكة المنيوم 380 من الخردة ، تبين من خلال البنية المجهرية ان البنية تتكون من طورين هما طور اليوتكتك الصلب وطور الالمنيوم الاولي وكذلك وجدنا من خلال علاقة الضغط المسلط وكسر المساحة لطور اليوتكتك ان نسبة كسر المساحة تزداد عند الضغوط (68,84) ميكاباسكال بينما قلت هذه النسبة عند الضغوط (10,17,34) ميكاباسكال . ومن خلال دراسة العلاقة بين الضغط المسلط بمدياته الخمسة والكثافة الحقيقية نلاحظ زيادة الكثافة بزيادة الضغط المسلط (10-17) ميكاباسكال وكذلك عند الضغط (84) ميكاباسكال.

الكلمات الدالة: سباكة العصر ، الضغط المسلط ، الكثافة الحقيقية

The Study of Effect of Applied Pressure on Microstructure and Actual Density for A380 Alloy by Use Squeeze Casting Process

Abstract

This present study shows ,the effect of applying pressure at rang(10-84) MPa using squeeze casting process to improve the microstructure and actual density of Alumium alloy A380 was studied .From fig(5) its clear that ,the microstructure of prepare casting samples consist of two phases hard eutectic (Al-Si) and Primary α -Al.The effect of applying pressure leads to increase the surface fraction percentage of eutectic phase at (68-84) MPa, but the eutectic percentage was decreased at the same range the actual density was increased at (10,17,84)MP

Keywords: Squeeze Casting , Applied Pressure, Actual Density

المقدمة

عملية السباكة بالعصر (Squeeze Casting) هي إحدى عمليات التشكيل الهجينة ويتم فيها ملء القالب بسرعة منخفضة لتقليل اضطراب المعدن السائل و يتم بعد ذلك ضغط المعدن وهو في حالته شبه السائلة أي الحالة العجينية ويتكون المنصهر فيها من الطورين السائل والصلب وينسب متساوية تقريباً ، يستمر

قائمة بالرموز المستخدمة بالبحث

ρ_s : كثافة الصلب او العينة

ρ_l : كثافة السائل

m_l : وزن العينة و هي معلقة بالسائل

m_s : وزن العينة و هي جافة

نوعاً مختلفاً من منتجات السباكة بالعصر وفي المدة نفسها أشارت دراسة أمريكية إلى تناقص المسامية الدقيقة في مسبوكات الألمنيوم عند تجمدها تحت تأثير ضغط غاز مقداره (1.7 ميكاباسكال) وفي الحقبة ذاتها أجريت في أمريكا الشمالية أول تجربة للسباكة بالعصر وتم فيها تسليط ضغوط عالية جداً (340,690 ميكاباسكال) وتوصلوا من خلال التجربة الى حدوث زيادة بالخواص الميكانيكية وفي العام (1965) م أشارت مقالة من كتاب (Plyatskiis) إلى انه هناك اهتماماً غريباً بالسباكة بالعصر. ومنذ ذلك الحين تواصلت التجارب والنشاطات في أمريكا الشمالية واليابان وأوروبا حول الطريقة^[3].

الجانب العملي

1- منظومة السباكة بالعصر

تتكون منظومة السباكة بالعصر من القالب والمكبس الهيدروليكي.

1-1 قالب السباكة ويتكون من

- أ- الجزء السفلي (die) وهو جزء اسطواني مجوف قطره 31ملم وارتفاعه 98 ملم.
 - ب- المكبس (punch) ويتكون من عمود اسطواني قطره 30.75 ملم و طوله 201 ملم.
 - ج- منظومة التسخين
- تم تصنيع منظومة لتسخين القالب والسيطرة على درجة الحرارة وتشتمل هذه المنظومة الاجزاء التالية:
- أ- سلك كهربائي ذو مقاومة عالية تم لفه على الحاضنة الداخلية من الخارج بعدد 32 لفة.
 - ب- حاضنة خارجية لغرض حماية السلك من القطع والتأثيرات الخارجية.
 - ج- حاضنة داخلية لاحتواء القالب.
- وكما مبين بالشكل (1).

طريقة العمل

بعد تحضير كافة المستلزمات المطلوبة تم اجراء عملية السباكة وما تبعها من فحوصات وفق الخطوات الآتية:

- 1- صهر السبيكة في الفرن الكهربائي باستخدام بوتقة كرافيتية وايصال المنصهر إلى الدرجة الحرارية المطلوبة.

ضغط المعدن حتى يكتمل انجماده وبذلك يتم الحصول على مسبوكات ذات خواص ميكانيكية عالية^[4,3,2,1].

تتميز المسبوكات المنتجة بطريقة العصر بكثافتها العالية وحبيباتها الناعمة، كما تعطي الطريقة حرية أعلى في درجة تعقيد الإشكال المنتجة وخواص ميكانيكية متفوقة و يمكن للضغط إن يطبق بطرائق أخرى منها السباكة في القوالب تحت تأثير الضغط العالي (High pressure die casting) و الكيس الحار الشامل (Hot isostatic pressing)^[9,8,7,6,5].

يعمل الضغط على إلغاء وتقليل الفجوة الناتجة من الانجماد بين المسبوكة وسطح القالب الداخلي ، يؤدي ذلك إلى زيادة معدل التبريد والحصول على بنية ناعمة من ناحية وتقليل المسافة بين اذرع الشجيرات من ناحية أخرى^[6,1]. كما يعمل الضغط على تشجيع الية التغذية بين الأذرع الشجيرية (Interdendritic feeding) والتعويض عن المعدن المنكمش وبذلك تقل مسامية الانكماش^[7,6].

قدم مفهوم السباكة بالعصر عام (1819) م في براءة اختراع بريطانية ولاحقاً من قبل العالم الروسي (Chernov) وفي عام (1937) م أجريت أول تجربة لعملية السباكة بالعصر في ألمانيا على سبيكة ألمنيوم - سيليكون وفي أواخر الثلاثينات أجريت في الاتحاد السوفيتي عملية السباكة بالعصر لأسطوانات مصنوعة من النحاس والبرونز ثم تبع ذلك استخدام الطريقة لسباكة المعادن الحديدية واللاحديدية المختلفة وكذلك للسبائك^[3].

استخدمت الطريقة من قبل شركة تويوتا اليابانية عام (1979) م في إنتاج دواليب إطارات السيارات وقد أمكن تحقيق مقاومة عالية ووزن خفيف باستبدال الدواليب الفولاذية بسبائك الألمنيوم^[4]. وقد نالت الطريقة نصيبها الوافر من البحث والتطوير في الدول الغربية ولمختلف المعادن والسبائك الحديدية واللاحديدية إلا أن الاهتمام الأكبر كان من نصيب الألمنيوم وسبائكه إذ تم استخدامها في صنع العديد من أجزاء محركات الاحتراق الداخلي^[3] في منتصف الستينات من القرن الماضي أنتجت (150) محطة بحثية في روسيا حوالي (200)

الجامد او ما يعرف بالالمنيوم الاولي تبين صور البنية المجهرية في هذا الشكل ان البناء الشجري هو السمة السائدة مع وجود ميل نحو بنية متماثلة المحاور عند الضغط 68 ميكاباسكال. ومع ان التركيب الكيميائي للسبيكة ثابت في جميع الحالات الا ان نظرة متفحصية للبنية المجهرية تظهر ان هنالك فوارق واضحة في مورفولوجية هذه البنية من ناحية وبين نسبة كل من طورين من ناحية اخرى. تعزى هذه الفوارق الى الاختلاف في ظروف الصب وكذلك تأثير كل من معدل التبريد والانضغاطية الناتجتين من الضغط المسلط.

ويبين الشكل (3) العلاقة بين الضغط المسلط وكسر المساحة Area fraction لطور اليوتكتك في السبيكة وهو الطور الاصلد في سبيكة مصبوبة بدرجة حرارة 800°C وقالب مسخن الى 300°C . ويلاحظ من هذا الشكل السابق ان للضغط المسلط اثر كبير في تحديد كسر المساحة الطوري للسبيكة علاوة على تحديد مورفولوجية البنية المجهرية.

ان نسبة اليوتكتك تبدأ بقيم مقدارها 33% عند اقل الضغوط المسلطة وهو 10 ميكاباسكال ثم تتناقص النسبة مع زيادة الضغط الى (34,17) ميكاباسكال ثم تاخذ بالزيادة ثانية لتصل الى 37.4% وهي اقصى قيمة لها عند الضغط الاكبر وهو 84 ميكاباسكال.

يبين الشكل (4) العلاقة بين الضغط المسلط والكثافة الحقيقية للمسبوكات الناتجة من ظروف السبك المختلفة. يلاحظ من هذا الشكل عدم وجود منحى محدد لهذه العلاقة وان قيم الكثافة تبتعد وتقترب من الكثافة النظرية وتتحقق قيم قريبة جداً من الكثافة النظرية عند بعض الظروف. تشير تلك العلاقات وهذه القيم للكثافة الحقيقية الى وجود تفاعل معقد بين درجة حرارة الصب ودرجة حرارة القالب والضغط المسلط لتكون نتيجة عمل فاعل لآلية التغذية بين الاذرع الشجرية يؤدي الى تقليل او انعدام مسامية الانكماش عند ظروف معينة او اعاقا الية التغذية هذه عند ظروف اخرى مما يؤدي الى عدم وصول المعدن السائل الى تلك المناطق المعزولة او المنحسبة بين الاذرع الشجرية ومن ثم تكون مسامية الانكماش وانخفاض قيم الكثافة الحقيقية عند هذه الظروف. وتبعاً

2- طلاء القالب بمسحوق الكرافيت والكحول لتسهيل استخراج المسبوكة بعد اكتمال عملية السباكة بالعصر.

3- تسخين قالب الصب باستخدام ملف مقاومة كهربائية وإيصاله إلى الدرجة المطلوبة وضمان تطاير كل الكحول المستخدم في الطلاء.

4- إضافة مادة طارد الغازات ومزيل الخبث (KAIFX) ومن ثم إزالة طبقة الخبث المتجمعة.

5- صب المعدن في القالب وتركه لمدة زمنية حتى يصل نصف المعدن السائل إلى الحالة الصلبة تقريباً باستخدام المزوج الحراري نوع (K).

6- تسليط الضغط بالقيم المحددة والإبقاء عليه لمدة (100) ثانية .

7- اخراج المسبوكة بعد اكتمال عملية التبريد.

حساب قيم كسر المساحة الحجمي

تم سحب صور البنية المجهرية للعينات على ورق وعددها (5) صور على الورق ليتم حساب النسبة المئوية لكسر المساحة الحجمي بتباع طريقة تقاطع الخطوط حيث تم عمل شبكة من الخطوط الأفقية على ورق شفاف وبعده ثابت (5) ملم وتم تطبيق هذه الشبكة على صور العينات لحساب تقاطع الايوتكتك مع الخطوط الأفقية، وتطبيق القانون الآتي^[9]:

$$Area\ fraction = \frac{\text{مجموع خطوط التقاطع} - \text{مجموع الخطوط الكلي}}{\text{مجموع الخطوط الكلي}} \times 100$$

(1).....

حساب قيم الكثافة

تم حساب قيم الكثافة للعينات باستخدام طريقة الإزاحة وهي إحدى الطرق المعتمدة في حساب الكثافة من خلال معرفة وزن العينة وهي جافة و وزن العينة وهي معلقة بالسائل ومعرفة كثافة السائل ومن خلال تطبيق القانون الآتي^[11]:

$$ps = Pl \frac{ms}{ml} \dots \dots \dots (2)$$

النتائج والمناقشة

من خلال دراسة البنية المجهرية الناتجة والمبينة في الشكل (2) يتضح انها تتكون من طورين هما طور اليوتكتك المكون من الالمنيوم والسيلكون وطور المحلول

المصادر

1. Vijian P., Arunachalam V.P., "Modeling and multi objective optimization of LM24 aluminum alloy squeeze cast process parameters using genetic algorithm" J. Mat. Proc. Tech., vol. 186, 2007, pp. 82-86.
2. Maleki A., Niroumand B., Shafyei A., "Effects of squeeze casting parameters on density, macrostructure and hardness of LM13 alloy" Mat.Sci. Eng., vol. A428, 2006, pp. 135-140.
3. Hu H., "Squeeze casting of magnesium alloys and their composites" J. Mat. Sci., vol. 33, 1998, pp. 1579-1589.
4. Smillie M., "Casting and analysis of squeeze cast Aluminum silicon eutectic alloy" Ph.D. thesis, Department of Mechanical Engineering, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand, 2006.
5. Yue T.M., "Squeeze casting of high-strength aluminum wrought alloy AA7010" J. Mat. Proc. Tech., vol. 66, 1997, pp. 179-185.
6. Dionne S., "Influence of titanium diboride reinforcements on the microstructure, mechanical properties and fracture behavior of cast zinc aluminum composites" Ph.D. thesis, department des mines et metallurgy, faculte des sciences et de genie, university laval, Quebec, CANADA, sept. 1999.
7. Hong C.P., Shen H.F., Cho I.S., "Prevention of macrosegregation in squeeze casting of an Al-4.5wt Cu alloy" Met. Mat. Trans., vol. 29A, Jan. 1998, pp. 339-349.
8. Muhammed O.S., "Studying the parameters affecting the production of Al-alloy composite materials by squeeze casting" Ph.D. thesis, University Of Technology, Baghdad, 2008.
9. M. A. Meyers, K.K. Chawala, "Mechanical Behavior of Metals", Prentice - Hall, Inc., USA. 1999, pp. 249-252.

لذلك يمكن القول ان الية التغذية بين الشجيرات هي الية التغذية السائدة وان فعاليتها هي المتحكم في تحديد نسبة المسامية ومقدار الكثافة و ان عدم اتباع منحى معيناً للضغوط بتاثيرها على الكثافة الحقيقية قد ادى الى تنقل الحالة حتى نتجت كثافة مقاربة للكثافة النظرية.

الاستنتاجات

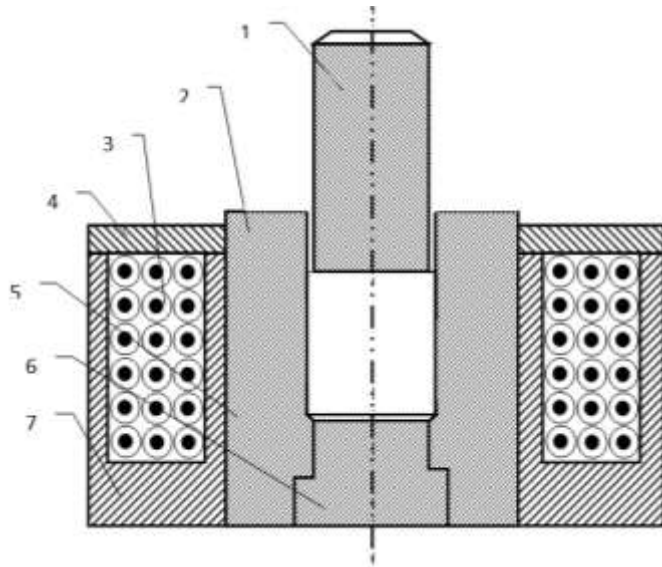
- يكون تاثير الضغط المسلط اثناء عملية السباكة بالعصر عن طريق عاملين احدهما مباشر (زيادة معدل التبريد عن طريق انهاء الفجوة الناشئة بين السطح الداخلي للقالب والمسبوكية بسبب عامل التقلص والآخر هو الانضغاطية للمعدن المنصهر اثناء تسليط الضغط) ومما تقدم نجد نقصان حجم الحبيبات مع زيادة الضغط المسلط وكما موضح بالشكل (3) الذي يمثل التركيب المجهرى للمسبوكات المنتجة خلال مديات الضغط (10-84) ميكاباسكال اضافة الى ذلك فان سيادة عامل الانضغاطية يؤدي الى زيادة نسبة طور اليوتكتك نتيجة لتعطيل عامل الانتشار الذي يكون هو الحافز الرئيسي لزيادة نسبة طور اليوتكتك وهذا واضح في الشكل (4) عند مديات (68-84) ميكاباسكال حيث نلاحظ زيادة نسبة طور اليوتكتك مقارنة بالمديات (10-68) ميكاباسكال والذي يكون معدل التبريد هو السائد والذي يمثل للطور الاصلد.

- بالنسبة للكثافة نلاحظ زيادة قيمة الكثافة عند قيمة ضغط (34-84) ميكاباسكال (ونقصان قيمة الكثافة عند بقية مديات الضغط وبعد سبب الزيادة في الكثافة هو انضغاط المعدن الذي ادى الى انهاء الفجوات الغازية واصبح تاثير انضغاط المعدن اكبر من تاثير معدل التبريد ولكن الحالة معكوسة عند مديات الضغط التي رافقها نقصان قيمة الكثافة حيث ازداد معدل التبريد عند هذه المديات مما سبب ظهور حالة الانعزال والفجوات التقلصية.

- افضل درجة حرارة صب للمعدن كانت 800°C ودرجة حرارة قالب 300°C عند ضغط 84 ميكاباسكال.

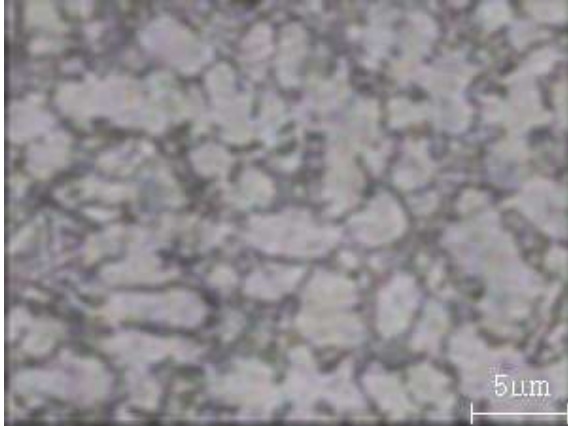
10. Qing Zhang, Mohsen Masoumi & Henry Hu, "Influence of Applied Pressure on Tensile Behaviour and Microstructure of Squeeze Cast Mg Alloy AM50 With Ca Addition", J. of Materials Engineering and Performance, 2011.

11. Adam Equipment follows a policy of continuous improvement and reserves the right to change specifications without notice. ©January 2008.

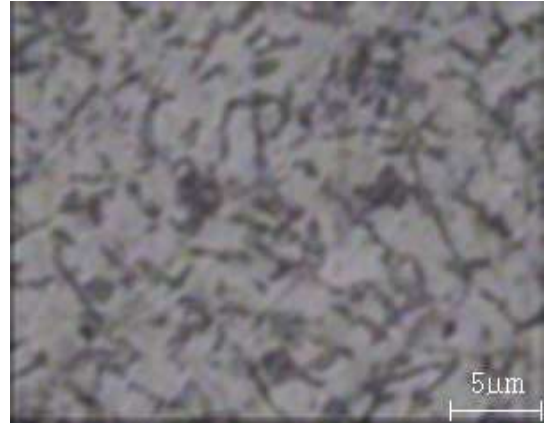


Item	Classification
1	Male
2	Female Upper half
3	Electric heaters
4	Cover
5	Female lower half
6	Center pine
7	Heaters fixture

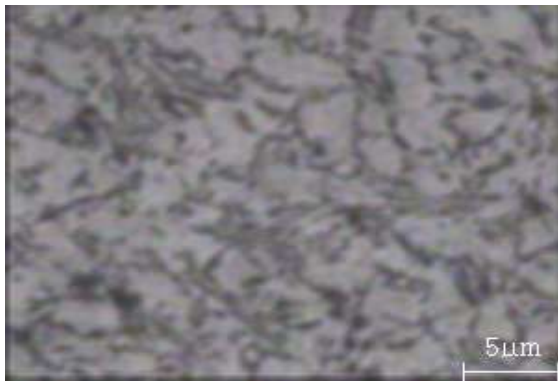
الشكل (1): يبين منظومة السباكة بالعصر المستخدمة.



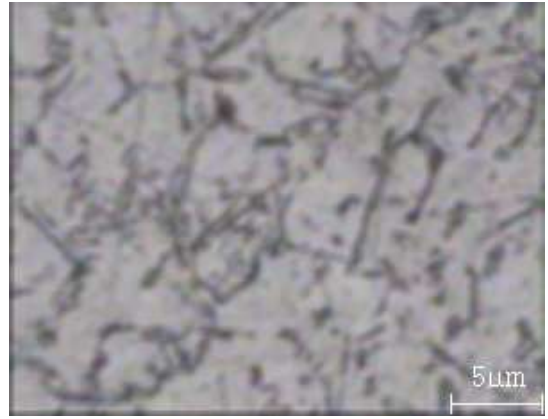
D(68MPa)



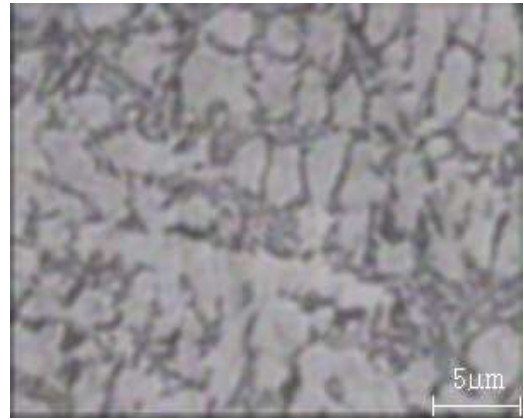
A(10MPa)



E(84MPa)

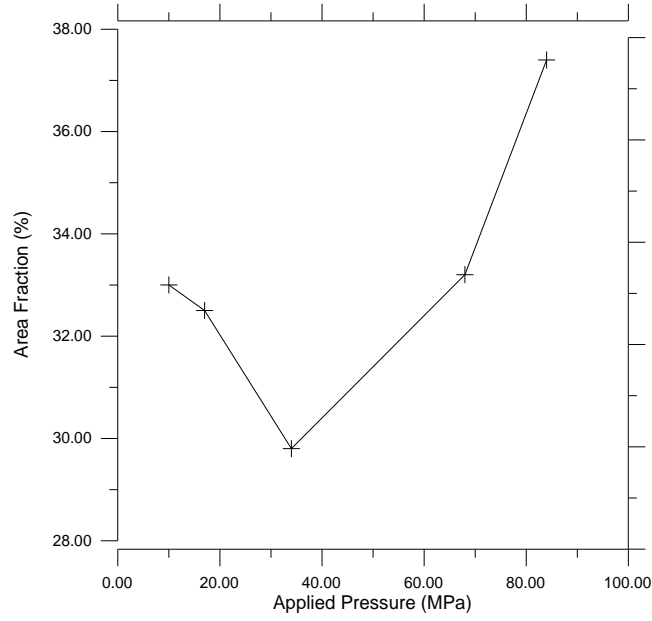


B(17MPa)

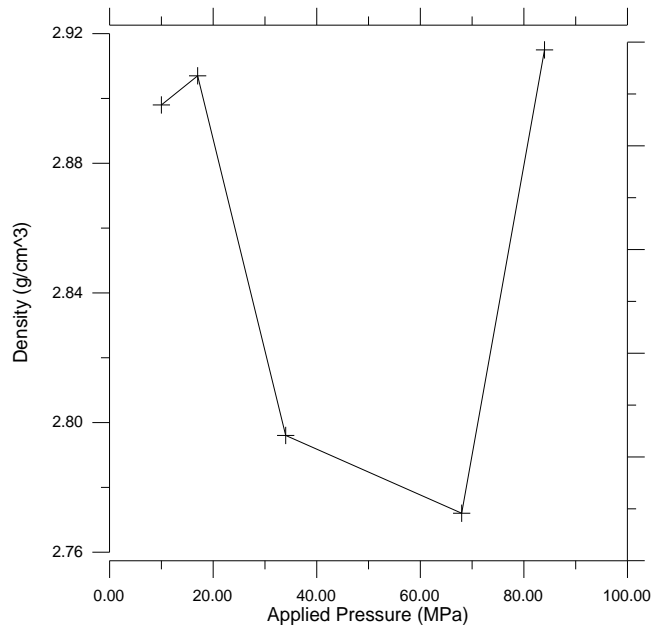


C(34MPa)

الشكل (2): البنية المجهرية عند درجة حرارة صب
800°C ودرجة حرارة قالب 300°C .



الشكل (3): يبين العلاقة بين الضغط المسلط وكسر المساحة



الشكل (4): يبين العلاقة بين الضغط المسلط والكثافة

جدول رقم (1): يبين التركيب الكيميائي للسبيكة المستخدمة.

العنصر	Al	Si	CU	Zn	Mg	Ni	Mn	Pb	Fe	Ti	Cr
النسبة %	86.95	8.11	3.35	0.18	0.31	0.019	0.14	0.020	0.55	0.014	0.0180