عيوب المسبوكات تحت تأثير ظروف الصب والتجمد

*فاروق مهدي منصور** *مصطفى أحمد رجب***
أميرة كنعان عصفور***

استلام البحث 20، كانون الاول، 2012
قبول النشر 11، اذار، 2014

الخلاصة:
أوضحت نتائج البحث الى التوصل الى الظروف التي تمنع من ظهور الفجوات الابتدائية أو الثانوية وتحقيق عامل الانتفاع من المصبوبة بنسبة تقارب 100% ، وهي تمثلت بحالة كون المصبوبة صبت في قالب مسخن ومعزول من كل الجهات لتحقيق الانجماد الاتجاهي التام بدءا من المنطقة البعيدة من منطقة الصب وإنتهاءا عندها. كما تم مقارنة البنية المجهرية للمصبوبات الناتجة من ظروف الصب المختلفة ، حيث ان تلك الظروف السليمة قد حققت أفضل البنى المجهرية .

الكلمات مفتاحية: المسبوكات، ظروف الصب والتجمد، الانجماد الاتجاهي.

المقدمة :

ان الغاية الاساسية من تصميم المصبوبات هو الوصول الى المواصفات القياسية للمصبوبة بحيث تلبي الغرض الذي انتجت من اجله اضافة الى ان التصميم الامثل يقود الى عملية انتاجية اقتصادية وتعتبر ظروف الصب والتجمد مضافا اليها منظومة الصب من الامور الاساسية والمؤثرة في تصميم المصبوبات حيث تتلخص اهمية منظومة الصب في :ضمان جريان المعدن المنصهر بشكل هادئ ومنتظم وعدم اضطرابه اثناء خروج الغازات من تجويف القالب مما يؤدي الى عدم تعرية السطح الداخلي للقالب ،اضافة الى ضمان التوزيع الحراري المتجانس لحين ملئ تجاويف القالب بالمعدن المنصهر ،كذلك ضمان التخلص من معظم الشوائب في المعدن المنصهر ومنعها من الدخول الى تجويف القالب قبل التجمد .

ومن الجدير بالذكر ان منظومة الصب الجيدة تضمن اعلى اقتصادية في المعدن المستخدم بالاضافة الى اختصار الزمن اللازم لملئ تجاويف القالب .اما عدد اجزاء منظومة الصب فيعتمد على شكل وحجم المسبوكة ،ونوع المعدن وكذلك طريقة السباكة ،ففي بعض المسبوكات الكبيرة الحجم يستخدم اكثر من مجرى للسبك Runner كما وان احتواء القالب على عدد من تجاويف المصبوبات (خصوصا عند الانتاج الكمي)يعني اننا نحتاج الى اكثر من مصب للسبك Spur [3,4] . تستخدم معادلة رينولد Reynolds لتحديد نوعية الجريان لمنصهر المعدن المراد ملئ تجاويف القالب به وكما يلي:

$R_e = V. d. (p/\upsilon)$

حيث ان :R_e = نوع الجريان (رقم رينولد)
V = معدل السرعة
D = قطر قناة الصب
P =كثافة المنصهر
υ =لزوجة المنصهر

ولغرض تحديد مواصفات عناصر منظومة الصب وابعاد تلك العناصر يجب معرفة كل من سرعة صب المعدن المنصهر Pouring Rate وزمن الصب Pouring Time فالمقصود بسرعة الصب هي القوة التي تؤدي الى تدفق المنصهر من البودقة الى تجويف القالب وهي ناتجة بفعل التعجيل الارضي [5,6] . وبالامكان التخلص من الاضطراب للمعدن المنصهر عند سكبه في تجويف القالب من خلال استخدام راس مصب السبك بحيث يصغر قطره من الاسفل وفي بعض الاحيان تستخدم اكثر من قناة في حالة المصبوبات الكبيرة . اما ارتفاع قناة مصب السبك فيعتمد على ابعاد المسبوكة وعلى موقع خط الفصل بين جزئي القالب فعندما يكون نظام الصب غير ضغطي فان مساحة مقطع القناة من الاسفل تساوي مساحة مقطع الخانق Choke في حين عندما يكون نظام الصب ضغطي فان مساحة مقطع القناة تكون اكبر من مجموع مساحة قنوات بوابة السبك Gates [7]. ومن الجدير بالملاحظة ان الشكل المنحني لقناة مجرى السبك Runner يسبب الاضطراب في مجرى المعدن المنصهر واذا كان لابد من وجوده فيجب ان تكون مساحة المقطع له اكبر مما هو عليه للشكل المستقيم ،بالاضافة الى تكبير المسافة بين قناة بوابة السبك وطرف القناة المحنية.

المواد وطرائق العمل:

تناول البحث ثلاث محاور أساسية:
1-ظروف الصب والتجمد لسبيكة الديورالومن، ويتضمن على:-
* الصب في قالب غير مسخن وغير معزول .

*أستاذ مساعد / جامعة تكريت-كلية الهندسة
**أستاذ مساعد / المعهد التقني-بعقوبة/قسم الميكانيك.
*** مدرس مساعد / كلية العلوم للبنات.

* الصب في قالب غير مسخن ومعزول.
* الصب في قالب مسخن غير معزول .
* الصب في قالب مسخن معزول.

2-البنية المجهرية لسبيكة الديورالومن بإختلاف الظروف السابقة.

3-عيوب المصبوبات لسبيكة الديورالومن بإختلاف ظروف السابقة.

إستخدام فرن المقاومة الكهربائية الذي تصل أقصى درجة حرارة له الى(1200)م° مع إستخدام بوتقة كرافيتية في عملية الصهر. وتم إستخدام الالمنيوم ذي النقاوة التجارية (99.6)% والمبين تحليله الكمياوي في الجدول (1)، والذي تم تحليله في المعهد المتخصص للصناعات الهندسية التابع لوزارة الصناعة والمعادن. وقد كان على شكل اسلاك نقل القدرة الكهربائية. وتم تحويلها الى صبات (Ingots) ابعادها (75*50*25) ملم ، أستخدمت هذه الصبات لعمل سبيكة الاساس بعد صهرها مع النحاس ذي النقاوة التحليلية وذلك بصهر الالمنيوم ورفع درجة حرارته الى (900) م° ، وتتم عندئذ إضافة النحاس والانتظار لحين ذوبانه في السبيكة ومن ثم صب السبيكة الاساس على شكل مصبوبات بنفس الابعاد السابقة. بعد ذلك يتم تحضير سبيكة العمل، سبيكة الديورالومن، وقد تم التحضير هذا بخلط أوزان محسوبة من سبيكة الاساس ومعدن الالمنيوم النقي وأستخدم لهذا الغرض ميزان حساس ، وعند تبريد هذه السبيكة في البوتقة وتسجيل درجات الحرارة لها مع الزمن يتم الحصول على منحنى التبريد. اما بالنسبة لقالب الصب المعدني فهو عبارة عن قالب فولاذي مكون من نصفين مقطعه الافقي مربع الشكل. وقد أستخدمت (6) مزدوجات حرارية نوع (K) حيث ثبتت هذه المزدوجات في منطقة المعدن النصهر موزعة على شكل مجموعتين تستند كل مجموعة الى سلك لحام فولاذي معزول لضمان بقائها في أماكنها عند صب المعدن السائل ، وتم تثبيت هاتان المجموعتان على غطاء خاص تم تصنيعه للقالب والذي يحتوي على ثلاث فتحات. يتم بعد ذلك وصل المزدوجات الحرارية الستة الى الحاسوب من خلال بطاقة خاصة (AD-Converter). وبعدها يتم إخراج القالب ووضع الغطاء والمزدوجات الحرارية ليتم بعدها تسجيل درجة حرارة الجدار الخارجي للقالب بواسطة مزدوج حراري مربوط الى مقياس رقمي لكي تتم عملية الصب عندما تصل درجة حرارة القالب الى (400) م° وبعد إنتهاء عملية الصب يتم تشغيل البرنامج الخاص بقراءة وتسجيل درجات الحرارة. اما بالنسبة للعينة الثانية والتي يكون فيها القلب معزول عزل تام أو جزئي فيتم إعادة نفس الخطوات السابقة مع تهيئة رمل السليكا وتسخينه الى درجة (300) م° . وبعد ان تتم عملية الصهر يتم وضع القالب الساخن وتثبيته داخل الحافظة وإحاطته بالرمل الساخن ومن ثم وضع الغطاء المجمع مع المزدوجات الحرارية وإعادة عملية الصب على نفس الخطوات السابقة .

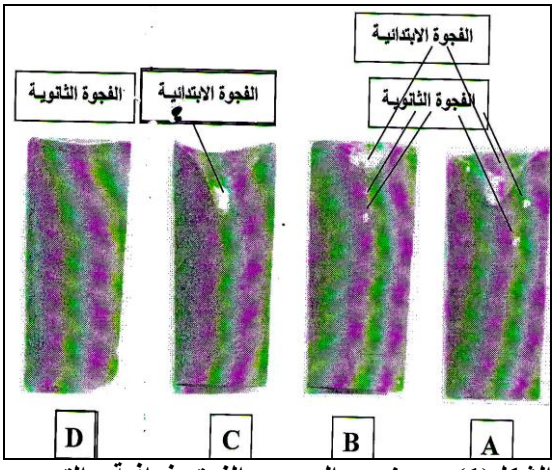
جدول (1) يبين التركيب الكمياوي للالمنيوم النقي التجاري.

العنصر	Al	Cu	Zn	Mn	Fe	Si
النسبة%	99.6	0.09	0.017	0.09	0.16	0.043

النتائج والمناقشة :

اجريت الدراسة على سبيكة الديورالمين وباربعة حالات مختلفة من ظروف الصب والتجمد وهي
-الصب في قالب غير مسخن وغير معزول .
-الصب في قالب غير مسخن ومعزول.
-الصب في قالب مسخن غير معزول .
-الصب في قالب مسخن معزول.

فالتسخين للقالب كان بدرجة (400)مْ ،اما العزل فكان برمل السليكا باستخدام حافظة مدرجة على شكل هرم ناقص يحيط بالقالب بحيث تكون قاعدته (الهرم الناقص)الى الاعلى.كما واجري فحص للبنية المجهرية للمصبوبات بجميع الحالات السابقة الذكر للتعرف على مدى تاثير البنية المجهرية بظروف الصب والتجمد



الشكل(1) يوضح الصور الفوتوغرافية التي توضح عيوب العينات في الظروف المستخدمة أعلاه.

1- الصب في قالب غير مسخن وغير معزول.

تزداد درجة حرارة المصبوبة باتجاه الأعلى والسبب يعود الى سحب جدار القالب السفلي للحرارة من جهة ،وانتهاء عملية صب المعدن السائل من أعلى القالب من جهة أخرى ،وبعد مرور فترة من لحظة استقرار المنظومة نجد إنخفاض درجة الحرارة عند قمة المصبوبة ومن ثم حصول

تدرج متزايد باتجاه الجدار السفلي للقالب ،ونتيجة هذا التأثير الفعال عند السطح العلوي للمصبوبة يؤدي ذلك الى انتقال الحرارة وتبريد طبقات المعدن في تلك المنطقة ومن ثم تحقيق اتجاه مفضل لانتقال الحرارة نحو الأعلى،ولم يطرأ أي تغير بعد مرور فترة أخرى من إستقرار القراءة وبذلك يمكن اعتبار هذا السلوك امتداد للسلوك السابق في حين بعد مرور فترة كبيرة ،نجد ظهور المنطقة الساخنة وتمركزها عند المنطقة الوسطية من المصبوبة في الوقت الذي يبدأ انجماد طبقات المعدن عند سطح المصبوبة بالانتهاء، وبعدها يحدث نهاية التجمد عند السطحين العلوي والسفلي للمصبوبة مع بقاء المنطقة الوسطية منها في حالة انجماد غير مكتمل ،وفي النهاية يتحقق نهاية الانجماد باتساع المنطقتين المتجمدتين من الاعلى والاسفل مع انحسار المنطقة الساخنة في الوسط .وهذه الحالة تعد من اسوأ ظروف التجمد بسبب تجمد معدن وسط المصبوبة دون امكانية التعويض عن الانكماش الحاصل فيه من المغذيات وهذا بالتالي يؤدي الى حدوث الفجوة الثانوية Secondary Cavity . وهذا يوضحه الشكل(A-1) الذي يبين الصورة الفوتوغرافية للمصبوبة (A) والتي تم صبها في قالب غير مسخن وغير معزول لمختلف الفترات الزمنية حيث ان درجة الحرارة وسط العينة كانت اعلى من الجوانب كما وأنها كانت متدرجة تصاعديا باتجاه الأعلى والسبب في ذلك يعود الى سحب كمية حرارة كبيرة من المصبوبة من قبل القالب البارد الذي يعمل عمل المصقعات (Chills) لذا تكون درجة الحرارة واطئة عند طبقة المعدن الملامسة لجدار القالب والقريبة منها وتتزايد باتجاه المركز .

2- الصب في قالب غير مسخن ومعزول.

بعد استقرار القراءة وجد ان هناك تدرج تزايدي في درجة الحرارة في الاتجاه الطولي من الاعلى الى الاسفل ،والسبب في ذلك هو ان ترك القالب بدون تسخين قد ساعد على سحب سريع للحرارة من خلال التوصيلية الحرارية العالية ونقلها الى العازل الرملي المحيط به،لان العازل الرملي يخزن الحرارة وان كمية الرمل المحيطة باعلى المصبوبة اكبر مما هي عليه بالأسفل لذا يتحقق التدرج الحراري. وفي الفترة اللاحقة من لحظة الاستقرار،يتناقص الفرق بدرجات الحرارة بين مركز المصبوبة وجوانبها عند النصف العلوي من القالب حيث نجد بعد فترة معينة، حالة الانجماد الاتجاهي من الأعلى إلى الاسفل قد تحققت، وانخفاض درجات الحرارة وامتداد المنطقة المتجمدة لتطال المصبوبة من الاعلى الى الاسفل ،وقد وجد من خلال الحالات السابقة ان الانجماد الاتجاهي قد تحقق وهذا امر مرغوب فيه لكنه قد حدث في الاتجاه المعاكس.والشكل (B-1) يوضح صورة فوتوغرافية للمصبوبة حيث تم الصب في قالب غير مسخن ومعزول من كل الجهات لمختلف الفترات الزمنية ،وقد وجد انه بعد استقرار النظام والبدء بتسجيل درجات الحرارة ،كانت الحرارة في وسط المصبوبة اعلى من الجوانب وان هناك تدرج حراري باتجاه المركز والثبوت على ذلك عند التحرك على امتداد طول المصبوبة ،وهذا نتيجة درجة الحرارة المنخفضة للقالب والفعل التصقيعي Chilling Effect لان فقدان الطاقة يكون من خلال ملامسة جدران القالب للهواء الجوي بطبقة التوصيل.

3- الصب في قالب مسخن وغير معزول:

وجد أنه بعد مرور فترة على إسقرار القراءة لم يطرأ أي تغير على سلوك التوزيع الحراري، لكن في الفترة اللاحقة لوحظ ظهور منطقتين ساخنتين معزولة احداها في اعلى المصبوبة والاخرى في الاسفل وقد حدث الانجماد لهذه المناطق تحت ظروف لايمكن التعويض عن المعدن المنكمش فيها لذلك تكونت الفجوات الثانوية داخل المصبوبة ،والسبب في ذلك يعود الى انتقال الحرارة من الجدران الجانبية للقالب الذي أدى الى تركز الحرارة عند المستوى المركزي وانتقالها من الطرفين الاعلى والاسفل ،وهذا بالنتيجة يقود الى تحقيق اتجاهين مفضلين للانتقال الحرارة ولو بشكل قليل . اما في الفترات اللاحقة من التبريد فقد أعطت نفس السلوك الحراري السابق ،حيث استمرت عملية الانجماد وانحسرت حدود المنطقة الساخنة في مركز المصبوبة في الموقعين العلوي والسفلي لها وهذا يشير الى حالة الانجماد الغير مرغوب بها لعدم تحقق الانجماد الاتجاهي من ناحية وعلى امكانية تغذية المناطق المتجمدة في النهاية من ناحية اخرى.وهذا ما يوضحه الشكل(C-1) الذي يبين صورة فوتوغرافية للمصبوبة والتي تم صبها في قالب مسخن الى درجة (400)م° وغير معزول ولفترات مختلفة ،حيث وجد ايضا بعد استقرار المنظومة، ان درجة حرارة المصبوبة في المركز اعلى مما هي عليه في الجوانب نتيجة الفعل التصقيعي للقالب واثره في سحب وتبديد الحرارة لطبقات المعدن الملامسة له.كما ان درجة الحرارة في الاسفل تكون اكثر من الاعلى.

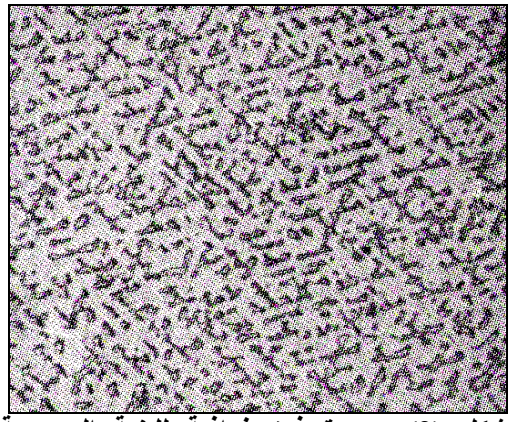
4- الصب في قالب مسخن ومعزول :

يلاحظ ان معالم التدرج الحراري تبدأ بالظهور بعد مرور فترة من إستقرار القراءة ،حيث يكون التدرج من أسفل المصبوبة الى منتصفها ومن ثم تلاشي الفرق في درجات الحرارة لما تبقى من الاتجاه الطولي للمصبوبة ،ويلاحظ استمرار هذا السلوك للفترات اللاحقة .ولكن بعد ذلك يلاحظ وضوح تحقق التبريد الاتجاهي نحو الاسفل مؤدي بذلك الى حدوث تدرج متزايد في درجة الحرارة بالاتجاه الطولي ،والسبب في ذلك يعود الى تركيز الحرارة من اسفل القالب بالاتجاه الطولي يكون

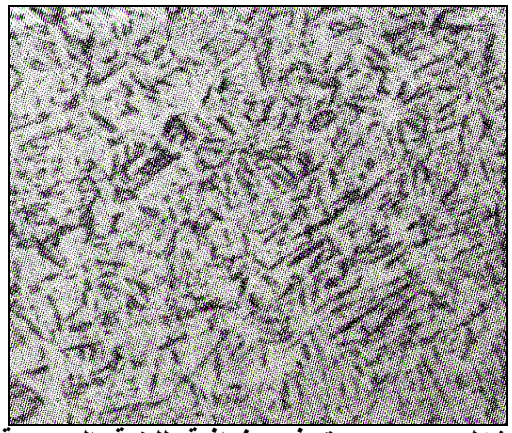
أكبر مما هو عليه بالاتجاهات الاخرى ،وهذه نتيجة السمك المتدرج للعازل الذي يتزايد بالاتجاه الطولي من الاسفل الى الاعلى ،والذي يؤدي الى حدوث التبريد الاتجاهي ومن ثم التجمد الاتجاهي دون السماح بظهور أي مناطق ساخنة معزولة مع ضمان التعويض عن المعدن المنكمش بتغذيته بمعدن سائل في مراحل الانجماد المختلفة ومن الجدير بالملاحظة ان فعل العازل في توجيه الانجماد والسيطرة على اتجاهه قد تحقق بعد تسخين القالب وتقليل الفعل التصقيعي للقالب . وهذا ما يوضحه الشكل (D-1) الذي يبين توزيع درجات الحرارة للمصبوبة التي تم صبها في قالب مسخن بدرجة (400)م° ومعزول من جميع جهاته ولفترات زمنية مختلفة ،حيث يلاحظ ان الفرق في درجات الحرارة عند المواقع المختلفة يكون قليل نتيجة العزل التام للقالب والتسخين له،مما يؤدي الى تقليل لفعل التصقيعي Chilling Effect الى اقل ما يمكن.

البنية المجهرية Microstructure

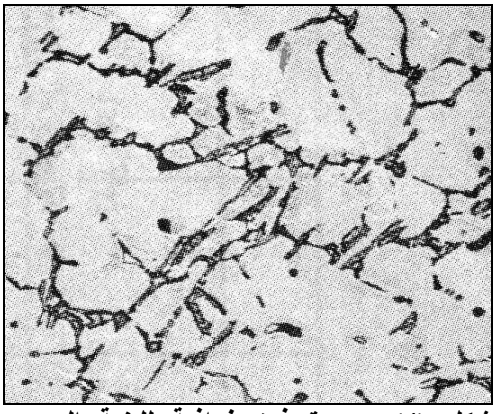
يمكن القول ان البنية الشجيرية Dendrite Structure هي السمة المميزة لمصبوبات ومسبوكات المحاليل الجامدة وهي التي يحاول الباحثون التقليل من حدتها او منع ظهورها على الرغم من تعذر ذلك اما المخاطر من هذه البنية فهي تكمن في التباين الشديد لتوزيع عناصر السبك وبالتالي التباين في الخصائص وقابلية تحمل الاجهادات الخارجية اضافة الى ان هذه البنية تصنع محددات كثيرة على قابلية التشكيل نتيجة الضعف الشديد عند مناطق الاذرع لاحتوائها على اطوار وترسبات سهلة لانصهار مما يجعل تلك عرضة للتشقق على الساخن .لذا تجرى في بعض الاحيان عملية المجانسة Homogenization من خلال المعاملة الحرارية لغرض اعادة توزيع عناصر السبك واختفاء التركيب الشجيري ومن الجدير بالذكر ان تلك العملية تحتاج الى وقت وتكاليف اضافية للمنتج متمثلة بالمعدات والمستلزمات اللازمة لها لذا كان التوجه نحو التحكم بظروف التجمد لمنع ظهور هذه البنية او التقليل من اثرها. فالمسبوكة التي تم صبها في قالب غير مسخن وغير معزول لم تجرى لها أي معالجات على القالب وقد اظهرت البنية المجهرية الموضحة بالشكل (2)انها عبارة عن تركيب شجيري متشابك الاذرع وبحبيبات ذات تركيب طولي مع وجود الترسبات عن الحدود البلورية وهي من البنى المجهرية الغير مرغوب بها.



شكل (2) صورة فوتوغرافية للبنية المجهرية للمصبوبة (A).



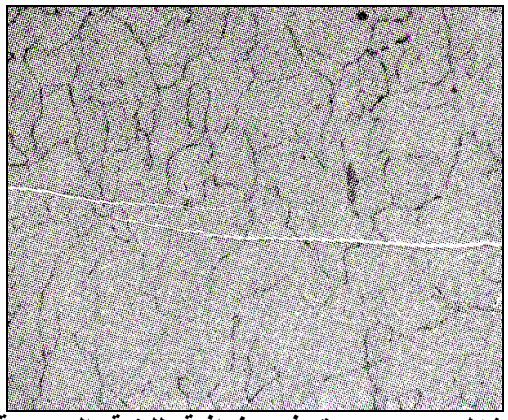
شكل (3) صورة فوتوغرافية للبنية المجهرية للمصبوبة (B).



شكل (4) صورة فوتوغرافية للبنية المجهرية للمصبوبة (C).

اما المسبوكة التي تم صبها في قالب غير مسخن ومعزول والموضحة بالشكل (3)فهي الاخرى عبارة عن تركيب شجيري وحبيبات ذات تركيب طولي تقريبا.في حين يوضح الشكل (4)البنية المجهرية لمسبوكة تم صبها في قالب مسخن ولكن غير معزول ، حيث وجد انها لا تقل سوء عن سابقتها بل ان البنية الشجيرية اكثر وضوحا فيها والحبيبات اكثر طولا وهذا يعني ان تسخين القالب

وحده لايجدي نفعا في تحسين البنية او الخصائص الميكانيكية .
اما الشكل(5)فيوضح البنية المجهرية للمسبوكة التي تم صبها في قالب مسخن ومعزول ،حيث يلاحظ ان البنية هي عبارة عن حبيبات متساوية المحاور تقريبا ولا وجود لاي اثر للتركيب الشجيري ، ويلاحظ ايضا ترسب طفيف للأطوار الثابتة على الحدود البلورية .



شكل (5) صورة فوتوغرافية للبنية المجهرية للمصبوبة (D).

من هنا نستنتج ان تسخين القالب بمفرده بدون عزل ليس له أي اثر في منع ظهور البنية الشجيرية ،كما وان ترك القالب بمفرده هو الاخر ليس له الأثر على ذلك ،لكن تسخين القالب وعزله في ان واحد قد أعطى أفضل التراكيب المجهرية ،لان الصب في قالب غير معزول سواء تم تسخينه او غير ذلك أدى الى حصول انحدار في درجات الحرارة ما بين المعدن الملامس لجدار القالب والطبقات الاخرى وهذا يشجع على النمو الاتجاهي للحبيبات من السطح باتجاه المركز وبالتالي ظهور الحبيبات الطولية والتركيب الشجيري .اما تسخين القالب وعزله في ان واحد فهو يؤدي الى تقليل ذلك الانحدار في درجات الحرارة في الاتجاه العرضي ويمنع تكون اتجاه مفضل لنمو البلورات لذا تكون الحبيبات متساوية المحاور تقريبا ،وهذا يقود الى تجانس التركيب الكمياوي وأفضل الخصائص الميكانيكية .

عيوب المصبوبات Defects of Ingots

تم تقطيع الصبات عند المستوى المركزي لغرض الكشف العياني عن الفجوات الثانوية التي يحتمل ان تظهر في تلك المناطق .ففي الحالة الأولى المتمثلة بالمصبوبة في قالب غير مسخن وغير معزول والمشار اليها بالعينة (A) من الشكل(1) يلاحظ ان ظروف التجمد لهذه المصبوبة اجريت دون أي معالجة على القالب مما أدى الى حتمية ظهور فجوة ثانوية نتيجة وجود منطقة ساخنة ادت الى انحصار الانجماد النهائي في مركز المصبوبة ،وقد وجد بان الفجوة الثانوية المتكونة في هذه الحالة كانت طويلة على امتداد طول نصف ارتفاع المصبوبة ،مما يؤدي الى رفضها فيما لو امكن الكشف عنها في وقت مبكر وقد يلجا احيانا الى عمليات المجانسة ومن ثم التشكيل على الساخن لغرض الكشف على تلك العيوب على هيئة تشققات . كما ان الفجوة الابتدائية primary Cavity التي تظهر على السطح العلوي من المصبوبة يمكن ان تعتبر عيب مقبول الى حد ما ، لانها تقلل من عامل الانتفاع من طول المصبوبة .لذا فان المصبوبة الناتجة عن هذه الحالة تكون مرفوضة سواء بالمراحل المبكرة بعد اكتمال التجمد او في المراحل المتاخرة بعد المجانسة والتشكيل . اما العينة (B) من الشكل (1) فتوضح شكل المصبوبة بعد القطع والتي تم صبها في قالب غير مسخن ومعزول بسمك مدرج في محاولة لغرض تحقيق الانجماد الاتجاهي وبالفعل تم تحقيق الانجماد الاتجاهي ولكن من الاعلى الى الاسفل ،حيث ان مقطع المصبوبة لم يظهر أي اثر للفجوة الثانوية وهي تعتبر حالة أفضل من السابق لكن ظهور الفجوة الابتدائية بحجم وطول كبير وتحقيق الانجماد الاتجاهي باتجاه معكوس (أي من الاعلى الى الاسفل)ادى الى عدم قبول العينة نتيجة انخفاض عامل الانتفاع من خلال قطع ثلث المصبوبة تقريبا مع احتمال وجود الشوائب في اسفل المصبوبة. بينما توضح العينة (C)من الشكل(1) مقطع المصبوبة في قالب غير معزول ومسخن بدرجة (400)م° لغرض التقليل من الفعل التصقيعي للقالب ،حيث ظهرت منطقتان ساخنة منفصلة بسبب تجمد المعدن في وقت متاخر ،حيث كانت على هيئة فجوتان احداهما صغيرة قرب المركز وهي محاطة بمسامات كثيفة والاخرى كبيرة في الجزء العلوي للمصبوبة ،كما يلاحظ ايضا وجود فجوة ابتدائية طويلة نسبيا .لذا نستنتج ان ظروف التجمد في هذه الحالة اظهرت تحسن ملحوظ بعض الشيء حيث قل حجم الفجوة الثانوية لكن مع ذلك فان المصبوبة تعد مرفوضة. واخيرا العينة (D)في الشكل (1) التي تم صبها في قالب مسخن ومعزول حيث يلاحظ الانعدام التام للفجوة الثانوية والابتدائية وتحقيق عامل الانتفاع بنسبة (100%) تقريبا ومن ثم تقليل تكاليف الانتاج .وظروف التجمد تلك يمكن اعتبارها الظروف المثالية لتحقيق الانجماد الاتجاهي من الاسفل الى الاعلى وانتهاء التجمد عند السطح العلوي تماما وعدم وجود أي فرصة لحدوث بؤرة ساخنة معزولة.

الاستنتاجات :

1. ان الصب في قالب غير مسخن وغير معزول تعد من أسوا ظروف التجمد نتيجة تجمد المعدن وسط المصبوبة دون امكانية التعويض عن

الانكماش الحاصل فيه من المغذيات مما يؤدي الى حدوث الفجوة الثانوية .

2. اما الصب بقالب غير مسخن ومعزول فهو يحقق الانجماد الاتجاهي ولكن باتجاه معكوس وهذا أمر غير مرغوب فيه .
3. في حين عند الصب بقالب مسخن وغير معزول فانه سوف لن يحصل الانجماد الاتجاهي بالاضافة الى عدم امكانية تغذية المناطق المتجمدة في النهاية .
4. بينما عند الصب في قالب مسخن ومعزول فإننا نحصل على أفضل حالة تجمد من خلال التوجيه والسيطرة التامة على الانجماد الاتجاهي والتقليل من الفعل التصقيعي للقالب وعدم السماح بظهور أي منطقة ساخنة ومعزولة في المصبوبة مع امكانية التعويض عن المعدن المنكمش.

المصادر:

1-S.Sayar,(Heat Transfer During Melting and Solidification In Heterogeneous Materials) M.Sc. Thesis Mech. Eng. Univ. of Virginia Polytechnic Virginia ,2000.

2- S.T. Mclain , 2003 , American Foundry Society, "Study of Porosity and Solidification and its Effect on Porosity formation in Aluminum Alloy " Pore Morphology in Aluminum A 356", step Casting .

3-K.Y.Lee , S.M.Lee and C.P.Hong ,(Modeling of Fluid Flow and Solidification Grain Structures of AL-Cu Crystalline Ribbons in Planar Flow Casting) 2001 .

4- J. lnst . Met , 2009 , " Secondary Hydrogen Porosity in Aluminum " , selected by Metals Hand book , volume 15 , Ninth Edition .

5- A.K.Singh , R.Pardeshi and B.Bash, (Modeling of Convection During Solidification of Metal) , Sadhana ,2001, Vol.26. part 1&2 February-April, P.139-162.

6- S.G.Humberto and D.F.Osmario, (Simulation of the Mushy Zone Solidification of a Binary Alloy) ,2000 , European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering, Barcelona, September, P.1-12 .

7- ASM international 1989 ," The Influence and control of porosity and Inclusions in Aluminum castings Aluminum Alloy Castings" , properties processes and Applications . B. Cantor.

8- 2001, "Microstructure Development During Rapid Solidification". Kun – Dar Li and Edward change American foundry

9- Society , 2009 " Explanation of The porosity Distribution in A206 Aluminum Alloy Castings" .J . P Anson, T . E

10- 2010, Gruzleski " The Eeffect of Hydrogen content on Relative Shrinkage and Gas Microporosity in Al- 7% Si Casting". kun – Davli Ming cheng and Edward chang ,

11- 2001 " Effect of pressure on the Feeding Behavior of A 356 Alloy in low Pressure Casting" , American foundry society .

Ingots Defects under the influence of Solidification and Freezing Conditions.

*Farouk Mahdi Mansour** *Mustafa A. Rijab Al-Najar***
*Amera kanan Asfur****

*Assistant Professor/University of Tikrit - Faculty of Engineering.
**Assistant Professor/ Technical Institute-Baquba /Mechanical Department
*** Assistant Lecturer / Faculty of Science for Girls

Abstract:

The results of research to reach the conditions that prevents the emergence of primary or secondary voids and achieve worker benefit from molded by almost 100%, which was the situation that cast poured in a mold heated and insulated from all sides to achieve freezing directional full starting from the region remote from the casting and ending then. Has also been compared to the microscopic structure of the resulting castings of various molding conditions, as these conditions have achieved the best sound microscopic structures.