

الفصل السادس

ورشة السباكة



مفردات الفصل :

1-6 السباكة

2-6 طرق السباكة

3-6 خطوات السباكة الرملية

1-3-6 تشكيل وتجهيز النموذج

2-3-6 تجهيز القالب الرملي

3-3-6 صهر المعدن

4-3-6 صب المعدن

5-3-6 اخراج المسبوكة وتنظيفها

6-3-6 فحص المسبوكات

التمارين العملية

الغرض :

التعرف مفهوم السباكة وأنواع وطرق السباكة المطلوبة للحصول على منتجات صناعية مفيدة والاطلاع على بعض انواع الافران المستخدمة لصهر المعادن والتدريب على اعمال السباكة الرملية وتنظيف المسبوكات.

الاهداف :

- عندما يكمل الطالب المتدرب هذه الورشة تكون لديه القدرة على :
1. التعامل مع السباكة وتصنيع المنتجات الصناعية بهذه الطريقة .
2. التعرف على بعض انواع افران صهر المعادن .
3. معرفة مكونات ورشة السباكة الرملية وانواع الرمال المستخدمة فيها .
4. التدريب على اعمال السباكة الرملية .
5. التدريب على اعمال تنظيف المسبوكات .

مستوى الاداء المطلوب :

ان يصل الطالب الى الاتقان بنسبة 100% .

الوقت المتوقع للتدريب :

6 ساعة

الوسائل المساعدة :

1. ورشة نجارة لصناعة النماذج.
2. أدوات قياس .
3. ورشة سباكة رملية متكاملة .
4. مستلزمات سلامة صناعية .

متطلبات الورشة :

1. التدريب على اجراءات السلامة الصناعية .
2. اتقان مهارات القياس والتحديد .
3. اتقان اعمل النجارة وصناعة النماذج .

وسائل السلامة :

1. ارتداء واقيات اليد الكفوف
2. ارتداء واقيات الجهاز التنفسي (الكمامة)
3. ارتداء واقيات الجسم (الصدرية)

1.6 السباكة Casting

السباكة ،هي إحدى عمليات تصنيع المعادن المهمة والأساسية ، التي تعنى بتشكيل المعادن وهي في حالة السيولة (Liquidity) ، أي صهر المعادن وصبها في قالب (Mold) له فجوة (Cavity) أو فراغ يشبه شكل المسبوك المطلوب وحجمه ويتم عمل هذا الفراغ اما في قالب رملي باستخدام نموذج (Pattern) من الخشب أو المعدن او في قالب معدني بعمليات تشغيل المعادن في ورش التشغيل الميكانيكي، ويمكن اعتبار الجزء المسبوك كمنتج نهائي ،أو اعتباره منتج نصف مصنع ،حيث تجري عليه عمليات التشطيب عن طريق الات التشغيل بالقطع .

تمتاز عمليات السباكة عن باقي عمليات تشكيل المعادن بمجموعة من المزايا منها:

1. يمكن الحصول بواسطة السباكة على منتجات ذات اشكال معقدة وبكميات كبيرة .
2. يمكن اعادة الانتاج اكثر من مرة بسهولة وبتكلفة قليلة .
3. الوحدات المنتجة تكون متشابهة الى حد كبير .
4. الوحدات المسبوكة بطريقة السباكة بطريقة متكاملة تكون اكثر جساء (Stiffness) من الاجزاء المجمع.

يبين الشكل (1-6) احد منتجات السباكة ويلاحظ كثرة التجاويف المعقدة التي يصعب تنفيذها بطريقة غير طرائق السباكة .



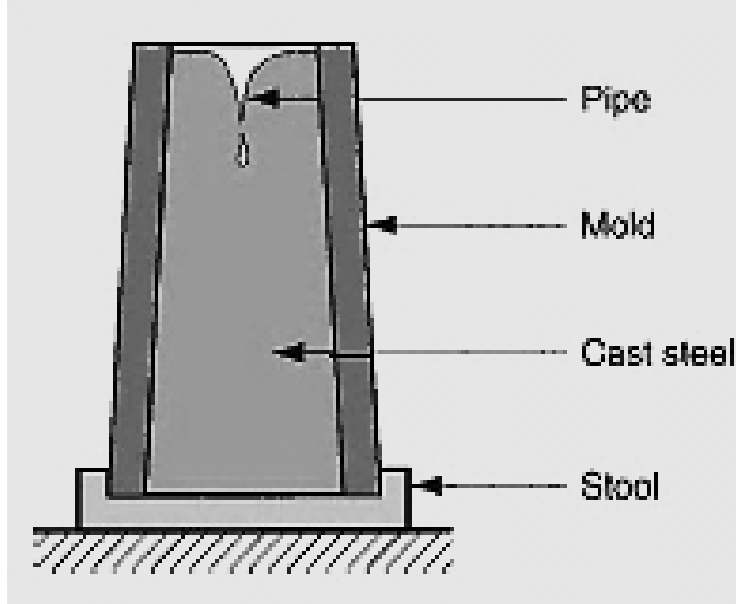
شكل (1-6)
منتج ينتج بأحد طرق السباكة

2.6 طرق السباكة

يمكن تقسيم عمليات السباكة الأكثر شيوعاً في الصناعة من حيث نوع القالب المستخدم إلى:

1. سباكة الصببات Ingot Casting

في هذه الطريقة يتم إنتاج صببات المعادن والسبائك بعد صب المعدن المنصهر في قوالب بسيطة ذات أشكال وأحجام مقاربة للمنتوج النهائي ويتم تشكيلها فيما بعد للحصول على المسبوك النهائي بالشكل والأبعاد المطلوبة ، ويبين الشكل (6-2) قالب نموذجي لإنتاج منتج بطريقة سباكة الصببات .

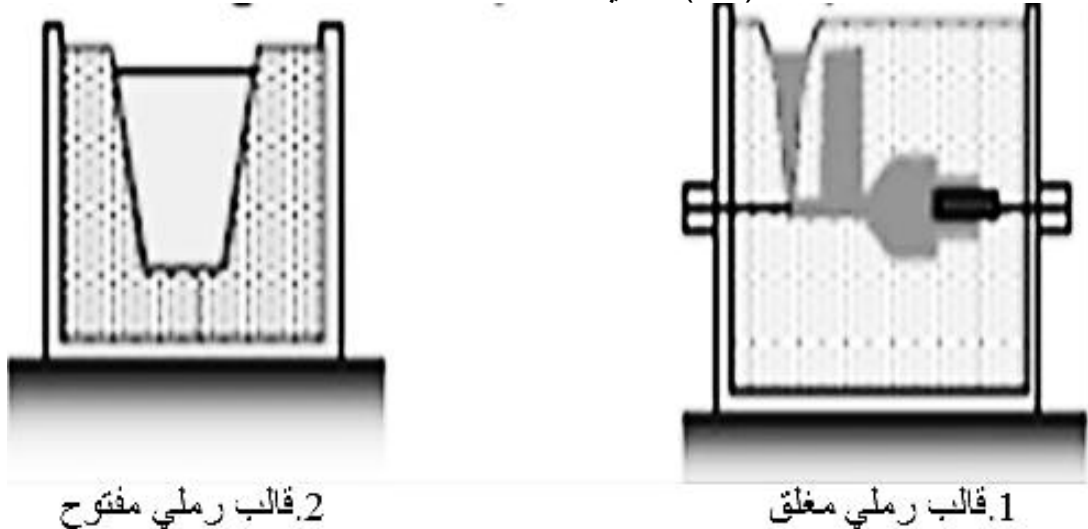


شكل (6-2)

قالب نموذجي لإنتاج الصببات

2. السباكة الرملية Sand Casting

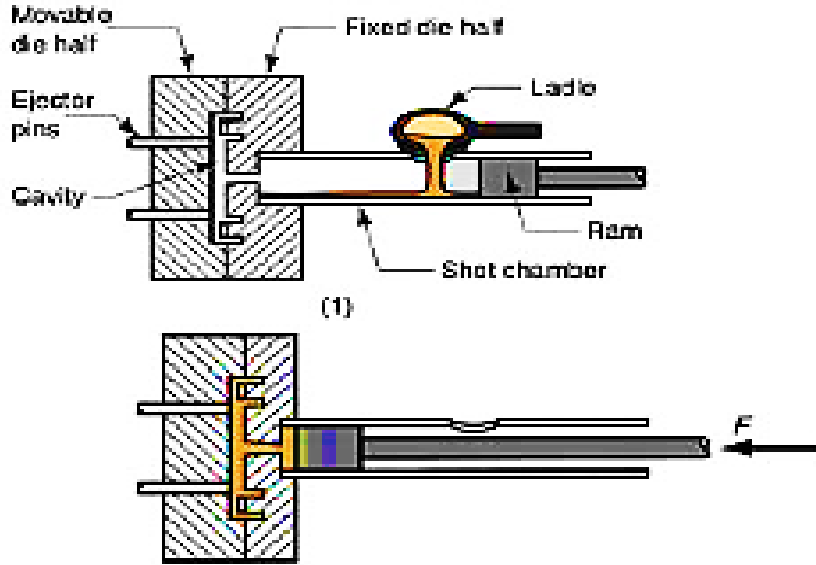
في هذا الأسلوب من السباكة يتم عمل تجويف في قالب رملي ويصب المعدن المنصهر فيه ليأخذ شكل المسبوك المطلوب بعد تجمده ، ويكون المسبوك الناتج في هذه الحالة له شكل وأبعاد المسبوك النهائي المطلوب ، لكنه يحتاج إلى عمليات تنظيف للأسطح وأحياناً إلى عمليات تشغيل مختلفة للحصول على الدقة المطلوبة . لاحظ الشكل (6-3) والذي يمثل نوعين من القوالب الرملية .



الشكل (6-3)
قالب سباكة رملية

3. السباكة في القوالب المعدنية Die Casting

وفي هذه الطريقة يكون القالب مصنوعاً من المعدن لذلك يكون المسيل منتجاً بدقة عالية ولا يحتاج إلى تشغيل إضافي، ويتم فيها دفع المعدن المنصهر إلى داخل فجوة القالب المعدني المتكون من جزأين أو أكثر. وتتميز هذه الطريقة بالحصول على أسطح للمسبوكات ذات نعومة ودقة عالية، وتكون كلفة إنتاج قوالبها عالية، ولكن كلفة إنتاج المسبوكات تكون قليلة في حالة إنتاج عدد كبير من المسبوكات. وفي هذه الطريقة يتم دفع المعدن إلى تجويف القالب إما بالتناقل أو بالضغط ولهذا هناك أسلوبين شائعين في هذه الطريقة هما السباكة بالتناقل Gravity Die Casting أو السباكة بالضغط Pressure Die casting. الشكل (4-5) يبين هذا النوع من السباكة.

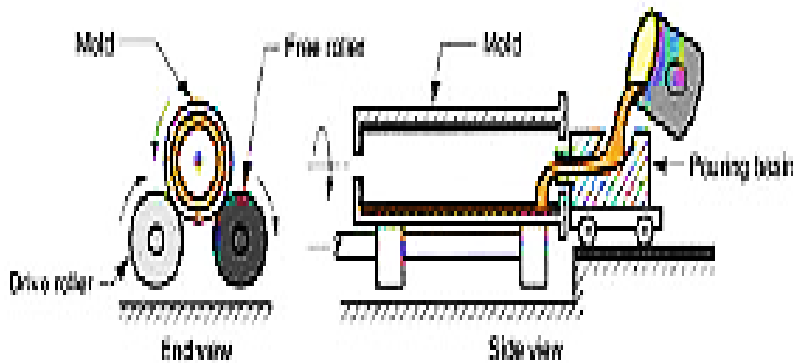


شكل (4-6)

السباكة بالقوالب المعدنية

4. السباكة بالطرد المركزي Centrifugal Casting

تعتمد هذه الطريقة على مبدأ القوة الطاردة المركزية التي تنشأ نتيجة دوران القالب بسرعة عالية فيندفع المعدن المنصهر بعيداً عن مركز الدوران، ومن مميزات هذه الطريقة هو عدم استعمال المصببات والمغذيات فيها بما يجعل نسبة الاستفادة من المعدن المصهور كاملة جداً وبدون تلف، وفي هذه الطريقة تنتج المسبوكات المجوفة التي تكون تجاويفها أسطوانية الشكل وأن القالب المستخدم فيها إما أن يكون محور دورانه أفقياً أو عمودياً. لاحظ الشكل (5-6) الذي يبين قالب ذو محور دوران أفقي لإنتاج المسبوكات المجوفة الطويلة بطريقة السباكة بالطرد المركزي.



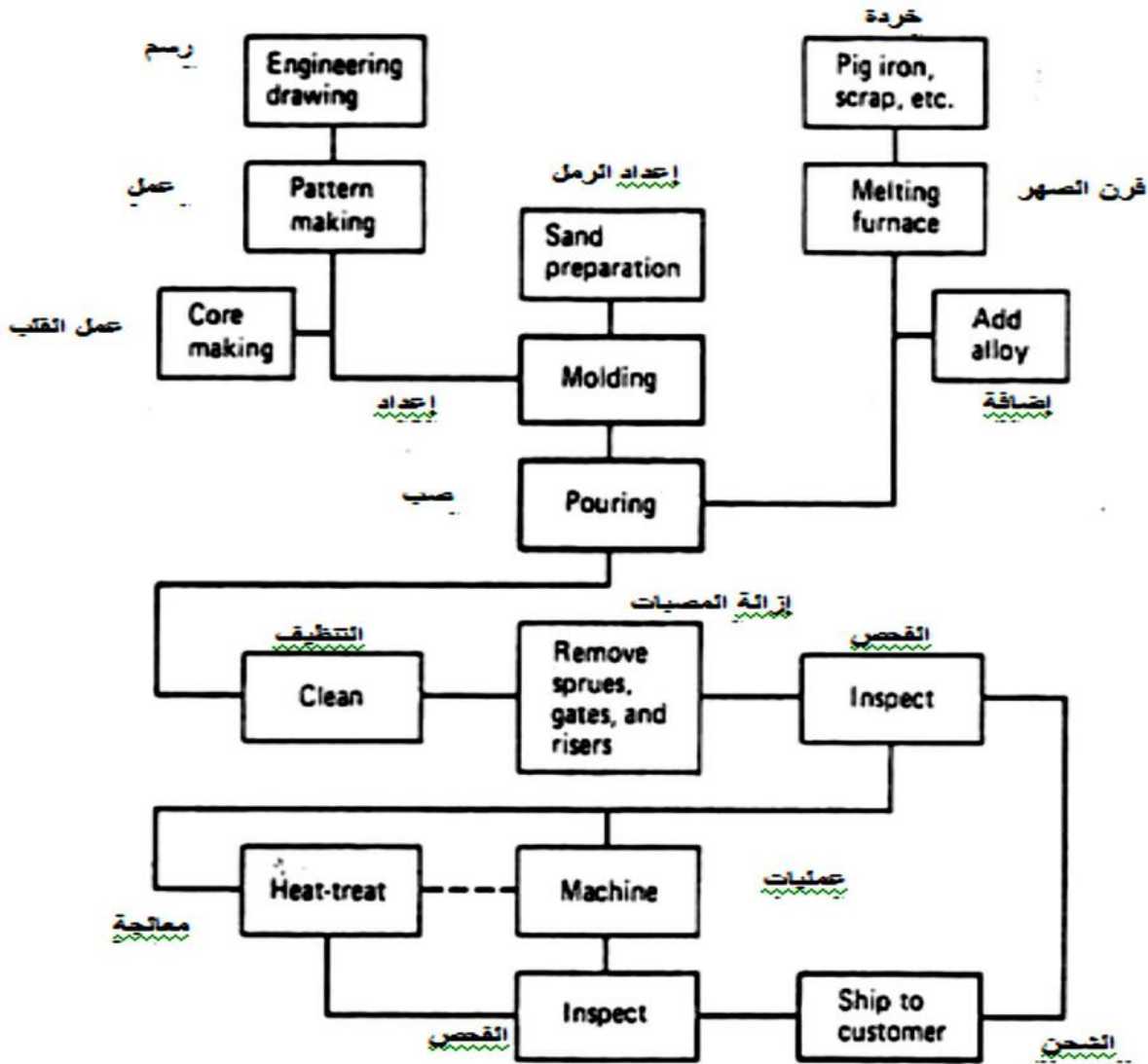
شكل (5-6)

السباكة بالطرد المركزي

3.5 خطوات السباكة الرملية Steps in Sand Casting

للحصول على منتج معدني مصبوب عن طريق سباكة القوالب الرملية ،فأنه يجب القيام بعدة عمليات اساسية هي كما يلي :

- 1.تشكيل وتجهيز النموذج .
 - 2.تجهيز القالب الرملي .
 - 3.تجهيز قوالب رملية للتجاويف الداخلية او ما يعرف لباب الرمل (Sand Core) في حالة وجود فراغ في الجزء المراد سباكته .
 - 4.صهر المعدن .
 - 5.صب المعدن المنصهر في القالب .
 - 6.اخراج القطعة من القالب وتنظيفها .
 - 7.فحص المسبوكات .
- يبين الشكل (6-6) مخطط للعمليات الاساسية التي تقود لإنتاج مسبوك بطريقة السباكة الرملية .



الشكل (6-6)

خطوات انتاج مسبوك بطريقة السباكة الرملية

5.1.3 تشكيل وتجهيز النموذج Pattern Preparation And Forming

وتتضمن اعداد نموذج خشبي او معدني يمثل شكل او هيئة القطعة المراد سباكتها وتصنع عاداتا من جزئين او جزء واحد استنادا على هيئة او شكل القطعة . يصنع النموذج من اجود انواع الخشب ،مثل خشب الصنوبر الابيض ،وذلك في حالة عدم زيادة العدد المطلوب سباكته عن 30 قطعة ،كما تستعمل الاخشاب الصلدة مثل خشب الماهوجني والبلوط والزان ،وذلك في حالة تجهيز 100 قالب تقريبا . ويفضل ان يتم طلاء النموذج بالزيت او بالورنيش للمحافظة عليه من الرطوبة ،بالإضافة للحصول على اسطح ناعمة . اما في حالة الانتاج الكمي فانه يجب استخدام نماذج معدنية من الالمنيوم . ويرعى عند تصنيع النماذج المختلفة ان تكون مطابقة لشكل وابعاد القطع المراد سباكتها مع الاخذ بالاعتبار عمل سلبية على جوانب النموذج العمودية تسمى **بسماح السحب (Drawing Allowance)** لتسهيل عملية اخراج النموذج من القالب الرملي بعد تشكيكه ،كما يتم اضافة ابعاد مناسبة **لسماحات الانكماش (Shrinkage Allowance)** لموازنة تقلص المعدن بعد انجماده ، كما تضاف زيادة اخرى تسمى **بسماح التشغيل (Machining Allowance)** لغرض اجراء بعض عمليات التشغيل والانجاز على المسبوكات . كما يرمى تجنب تصنيع النموذج باركان حادة ،لتجنب انهيار القالب عند سحب النموذج ،لذلك يجب تصنيع النماذج بصفة عامة بحيث تكون اركانها مستديرة (Fillets) ،وتضاف نتوات او بروزات الى النموذج لغرض تشكيل تجاويف او فراغات معينة في المسبوك . لاحظ الشكل (6-7) بعض اشكال النماذج المستخدمة في السباكة الرملية .



شكل (6-7)

بعض اشكال النماذج المستخدمة في السباكة الرملية

5.2.3.5 تجهيز القالب الرملي Sand Moulding Preparation

العمليات الضرورية لأعداد قالب رملي لمسبوك تشمل :

1. أعداد الرمل Sand Preparation:

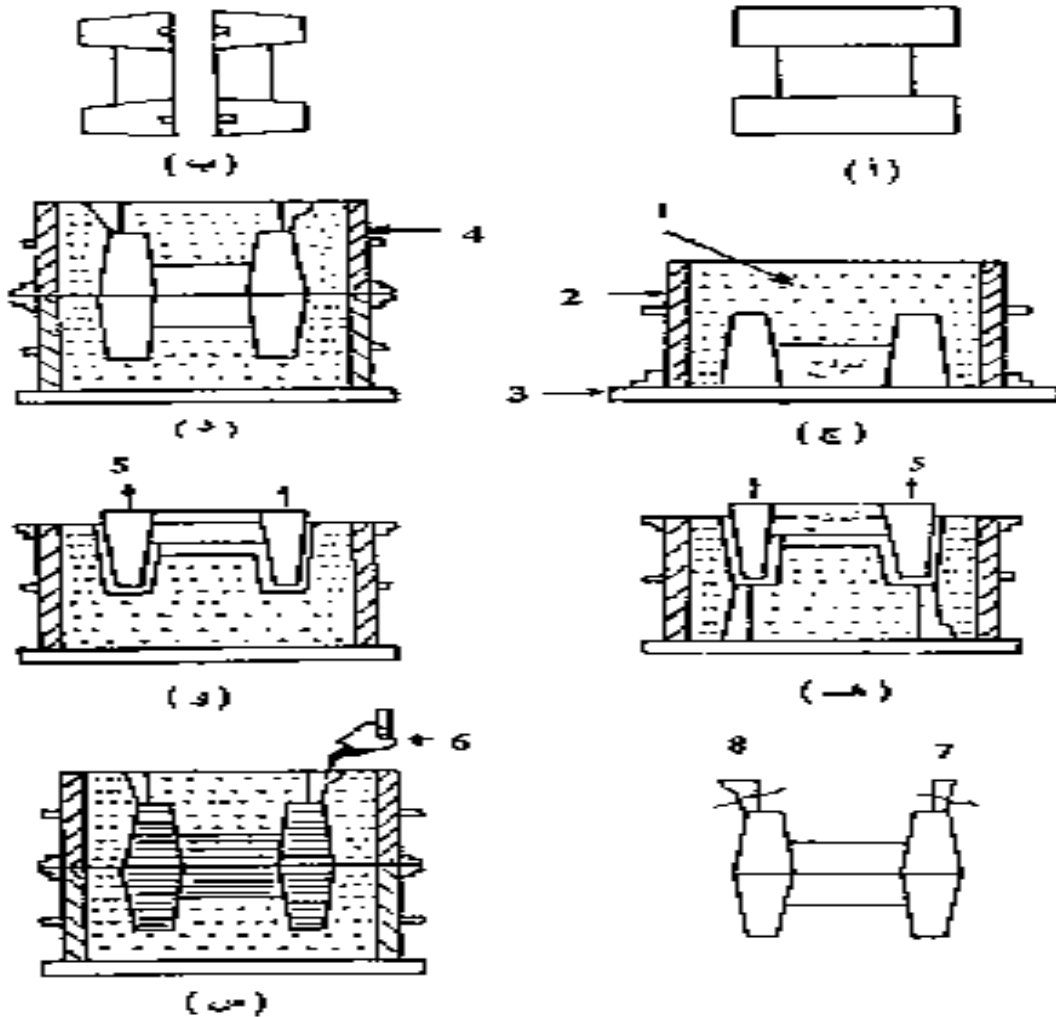
وتشمل هذه الخطوة اختيار الرمل او مزيج من الرمال واجراء الاختبارات اللازمة لمعرفة صلاحيتها، ومن ثم يخلط الرمل المراد استعماله بالمواد الرابطة مثل الطمي او مسحوق الفحم او الانواع الاخرى من المواد ،ثم تضاف اليه كميات معينة من الماء ،ويخلط المزيج خلطا جيدا بواسطة خلاطة الرمل .

2. عمل القالب Core making:

تجري عملية تجهيز القالب الرملي لإنتاج المسبوك بالشكل المطلوب باستخدام صندوق مقابلة بحجم مناسب ،بحيث لا تقل الابعاد حول النموذج وجدران الصندوق عن 50 ملم ،وذلك للسماح لعملية الدك حول النموذج ،ليتماسك القالب الرملي ويتم طبع القالب من خلال تسلسل الخطوات التالية المبينة في الشكل (5-8) ادناه :

1. يوضع النصف الاسفل للنموذج على لوحة المقابلة الخشبية بحيث تكون في وسط صندوق المقابلة تماما .
2. يوضع الرمل المستخدم في صناعة القالب في الصندوق مع الدك بعناية حول النموذج وباقي الصندوق ،بحيث يبدأ بالرمل الجيد وينتهي برمل المسبك المستعمل ،حتى يمتلئ الصندوق تماما ،ويسوى سطح الصندوق بعد دكه جيدا باستعمال مسطرة مستوية .
3. يرفع الجزء الاسفل للصندوق بمحتوياته مع اللوحة الخشبية ويقرب بحيث يكون نصف النموذج في قمة الصندوق ،وينظف السطح بفرشاة تنظيف .

4. يوضع النصف الثاني للنموذج فوق النصف الاول ويضمن انطباق جزئي النموذج اعتمادا على دلائل تثبيت النموذج، كما يوضع الجزء العلوي للصندوق فوق الجزء السفلي، ويثبتان من خلال مسامير تثبيت خاصة بذلك، ويرش السطح برممل فصل او بمسحوق فحم .
5. توضع خشبتي المصب (قناة صب المعدن) والمصعد (قناة التغذية) في مكانهما، ويمكن تثبيتهما بوضع كمية من الرمل حولهما، ويوضع الرمل داخل الجزء العلوي للصندوق، ويدك جيدا، كما حدث في الجزء الاسفل للصندوق، حتى يصل تماسك الرمل الى قوة التماسك المطلوبة، ويسوى بمسطرة مستوية .
6. يرفع الجزء العلوي، وينزع نصفي النموذج من جزئي الصندوق السفلي والعلوي بحرص شديد حتى لا يتهدم .
7. تعالج الاجزاء التي تهدمت، وتسوى الاسطح ويرش مسحوق الفحم الخشبي لنعومة اسطح الجزء المسبوك .
8. التأكد من عدم انسداد فتحة الصب واتصالها بفجوة القالب .
9. يوضع الجزء العلوي للصندوق فوق الجزء السفلي، ويثبتان من خلال مسامير التثبيت الخاصة بالصندوق.
10. توضع اثقال لمنع رفع المعدن المحتمل للجزء العلوي للصندوق اثناء عملية الصب .
11. يجفف القالب في أفران التجفيف للتخلص من الرطوبة الزائدة، وبذلك يزداد تماسكه وترتفع مقاومته للإجهادات ويكون القالب في هذه الحالة جاهز لصب المعدن .

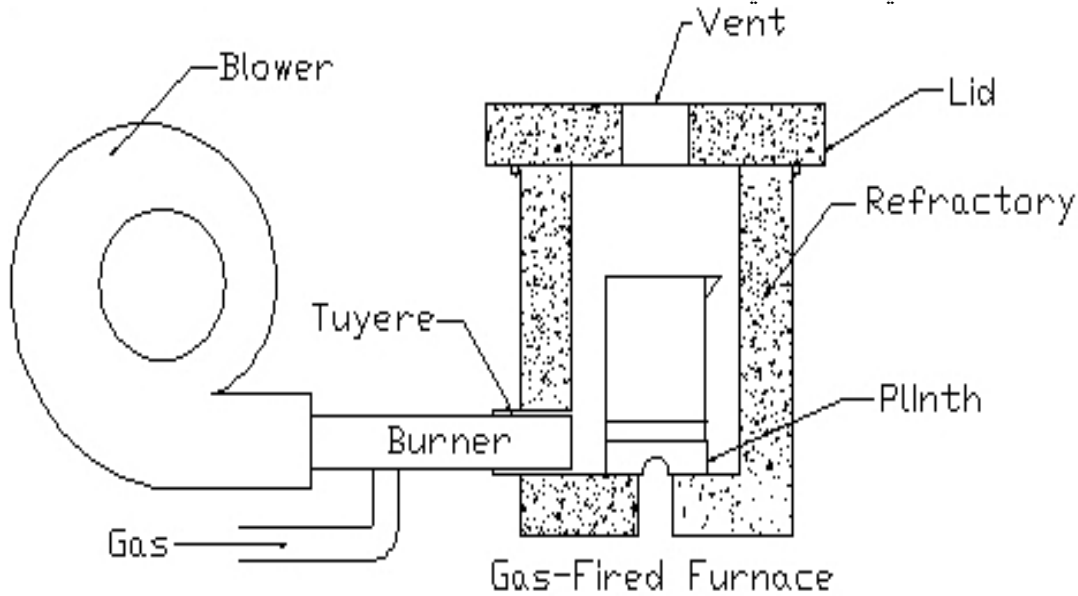


شكل (6-8)
تسلسل خطوات تجهيز القالب الرملي

3.3.5 صهر المعادن Metals Melting

تعتبر عملية صهر المعادن واجراء عملية الصب بالطرق الصحيحة من أهم عناصر المسبوكات الجيدة ،حيث يجب صهر المعدن دفعة واحدة ،وليس على مراحل متقطعة ،وفصل الخبث عن المسبوكات ،كما يجب ان تتميز السبائك المستعملة بخواص جيدة .

يتم اختيار الفرن بما يتناسب مع نوع المعدن المطلوب صهره ،حيث يتم صهر مسبوكات الصلب في الافران الكهربائية عامه وذلك للحصول على درجة جودة عالية واهم الافران الكهربائية المستخدمة في المسابك فرن القوس الكهربائي وافران الحث الكهربائي .كما توجد مجموعة من الافران الصغيرة التي يمكن ان تستخدم في المسابك الصغيرة مثل افران البودقة والتي يمكن ان يصهر فيها الالمنيوم والنحاس والحديد الزهر والمعادن ذات درجات الانصهار المنخفضة مثل الرصاص والقصدير .يبين الشكل (6-9) مخطط لفرن صهر بودقي يستعمل في صهر المعادن .

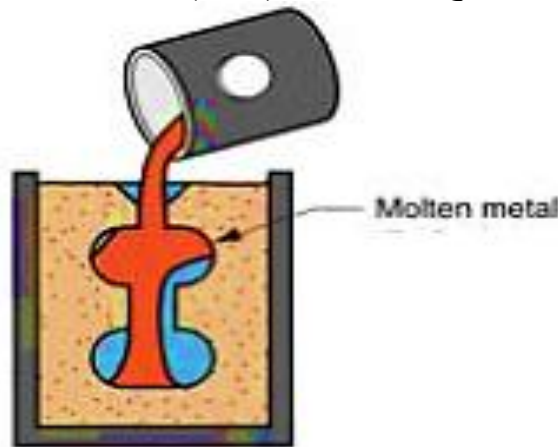


شكل (6-9)

مخطط لفرن صهر بودقي

4.3.5 صب المعدن Metals Casting

يصب المعدن المنصهر في فراغ النموذج المعد بالقالب مع ملاحظة ان يكون معدل تدفق المعدن المنصهر بتغذية مناسبة ومستمرة بدون انقطاع .لاحظ الشكل (6-10) لعملية صب المعدن في قالب رملي .

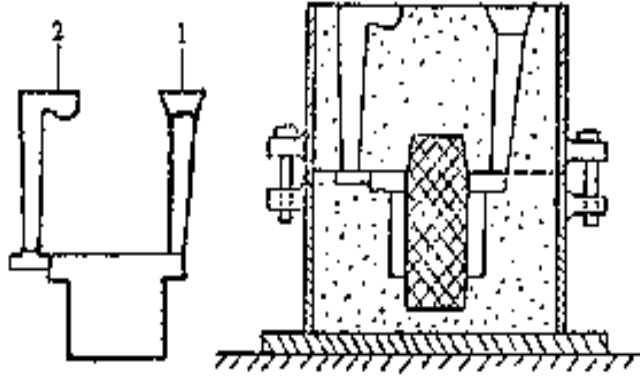


شكل (6-10)

صب المعدن المنصهر في القالب

3.5.5 اخراج المسبوكة وتنظيفها Removing And Cleaning Casting

بعد تجمد الجزء المسبوك تماما ووصول تبريده الى الدرجة المناسبة ، يكسر القالب الرملى عن طريق ماكينات هزازة خاصة ،ويمكن الاستفادة من رمل القالب واستخدامه بعد خلطه مرة اخرى ومن خلال تكسير القالب الرملى يظهر الجزء المسبوك المنتج ملتصقا به رؤوس التغذية (قناتي الصب والمغذي) ،كما يوجد على اسطح المسبوك كمية قليلة من الرمل المحترق والملتصق به .
تجري عملية تنظيف الجزء المسبوك على مرحلتين هما مرحلة ازالة القنوات او اي زوائد اخرى باستخدام مطارق ومناشير مناسبة ومرحلة ازالة الرمل المحترق والملتصق باستخدام ماكينات هزازة خاصة . لاحظ الشكل (11-6) الجزء المسبوك بعد اخلاله من القالب .



شكل (11-6)

الجزء المسبوك بعد اخلاله من القالب

3.6.6 فحص المسبوكات Casting Inspection

تجري عملية فحص للمسبوكات بعد الانتهاء من تنظيفها ،وتعتمد طريقة الفحص على المواصفات الفنية الموضوعه ،وكلما كانت المواصفات اكثر دقة كلما ارتفع ثمن المنتج ،وتتفاوت عمليات الفحص حسب درجة اهمية المسبوكات المنتجة والتي تتضمن احدى او كل العمليات التالية :

1.الفحص النظري Theoretical Inspection

2.الفحص بأدوات القياس Inspection By Measuring Tools

3.الفحص الكيميائي Chemical Inspection

4.الفحص الميكانيكي Mechanical Inspection

5.الفحص الاشعاعي Radiological Inspection

أسئلة للمراجعة

س1/ عرف المصطلحات التالية :1.عملية السباكة ،2.سباكة الصبات 3.سماح الانكماش ؟

س2/ عدد مميزات عمليات السباكة ؟

س3/ وضح خطوات تجهيز القالب الرملى ؟

س4/ عدد فقط طرق فحص المسبوكات ؟

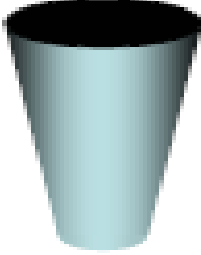
التمارين العملية

تمرين (1) :

إنتاج مسبوك بطريقة سباكة الصبات

النشاط المطلوب :

باستخدام قالب معدني بسيط قم بإنتاج صبات من معدن الألمنيوم للشكل المبين أدناه؟



الأدوات المستعملة :

1. شحنة من خامات الألمنيوم .
2. بودقة صهر المعدن .
3. فرن صهر غازي .
4. قالب معدني بسيط.
5. أداة رفع البودقة.
6. أداة تحريك المنصهر.
7. حاوية ماء معدنية تحتوي كمية كافية من الماء.
8. أداة اخراج المصبوبة .
9. جهاز قياس درجة حرارة المنصهر (ثرموميتر).

خطوات العمل :

1. توضع الشحنة في بودقة الصهر
2. يتم تشغيل الفرن الغازي
3. يتم تنظيف واعداد القالب لعملية الصب
4. يوضع القالب على سطح مستو يتحمل درجات الحرارة العالية .
5. يقلب المنصهر باستمرار وينظف من الخبث ان امكن .
6. تقاس درجة حرارة المنصهر عند درجة حرارة فرط تسخين اعلى من درجة انصهار المعدن بـ (100°C) .
7. يرفع المنصهر ويصب في القالب .
8. يترك المنصهر في القالب الى ان يجمد .
9. يبرد المنجمد والقالب في حوض الماء .
10. تخرج المصبوبة من القالب وتنظف.

الخبرة المكتسبة :

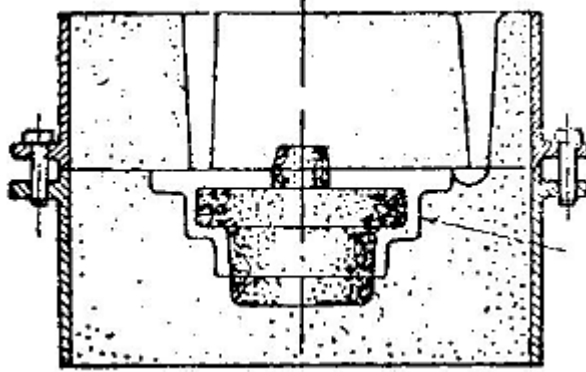
1. معرفة عملية صهر المعدن .
2. اجراء عملية الصب .
3. اخراج المسبوك
4. الفحص ودراسة الظواهر والعيوب في المصبوبة ومناقشة اسباب حصولها والعوامل المؤثرة في اثناء عملية الانتاج.

تمرين (2) :

تنفيذ قالب رملي

النشاط المطلوب :

قم بتنفيذ القالب الرملي المبين في الشكل ادناه و انتاج مسبوك باستخدام الادوات اللازمة ؟



الأدوات المستعملة :

1. نموذج خشبي للسباكة الرملية مصنع مسبقا طبقا للرسم الفني المطلوب .
2. صندوق القالب. 3. المدكات. 4. أداة قطع المصببات. 5. شوكة رفع النموذج .
6. أعمدة المصببات. 7. أسلاك التنفيس. 8. البوداق. 9. المنافيخ. 10. المناخل. 11. لوحات الاستناد .

خطوات العمل :

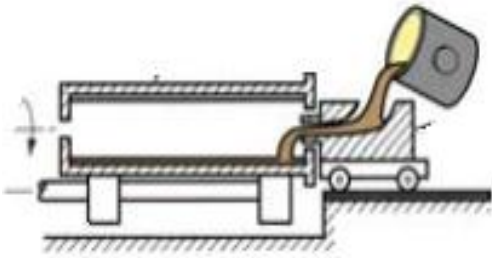
- يتم تنفيذ القالب وفق الخطوات التالية :
1. يوضع نصف النموذج فوق لوحة المقابلة .
 2. يوضع نصف القالب السفلي ليحتوي نصف النموذج بشكل مقلوب .
 3. يتم تغيير النموذج بالكرافيت او اي مادة عازلة .
 4. يوضع رمل الوجه ملاصقا للنموذج .
 5. يملأ القالب بالرمل ويدك ليتماسك حول النموذج ويقرب على وضعه الصحيح.
 6. يوضع نصف القالب العلوي فوق القالب السفلي .
 7. يتم التعبير باستخدام الكرافيت .
 8. يوضع رمل الوجه حول النموذج .
 9. يملأ القالب العلوي بالرمل بعد وضع عمودي المصبب والتنفيس ويدك الرمل .
 10. ينزع كل من عمودي المصبب والتنفيس وباستخدام سلك التنفيس يتم عمل فتحات تهوية في القالب الرملي .
 11. يرفع النصف العلوي ويوضع بجانب النصف السفلي ويتم مسح منطقة النموذج بالماء ويحرك النموذج قليلا ويتم إخراجهم مع مراعاة عدم تدهم الرمل وينظف القالب من الرمل المتساقط بواسطة منفاخ الهواء .
 12. وضع فحم ناعم على القالب الرملي الناتج عن النموذج وذلك بهز كيس من القماش الرقيق فيه الفحم فوق القالب للحصول على اسطح جيدة وحتى لا يلتصق الرمل بالمسبوك ويمكن تنظيفه بسهولة .
 13. وضع نصف القالب العلوي فوق نصف القالب السفلي ويثبت بالمسامير ويكون بذلك القالب جاهز لعملية الصب .

الخبرة المكتسبة :

1. تنفيذ القالب الرملي.
2. معرفة العوامل المؤثرة على تنفيذ القالب الرملي .
3. التدريب على عملية الصب والتنظيف والفحص .

تمرين (3) :

السباكة باستخدام طريقة الطرد المركزي



النشاط المطلوب :

قم بتنفيذ عملية الصب في قالب سباكة بالطرد المركزي و انتاج منتجات باستخدام الادوات اللازمة ومعرفة العوامل التي تؤثر على القالب في الوقت المحدد.

الأدوات المستعملة :

1. قالب معدني للسباكة بالطرد المركزي .
2. معدن مناسب .
3. بودقة يدوية .
4. فرن لصهر المعدن .

خطوات العمل :

1. تنظيف القالب بالفرشاة او بالهواء المضغوط وحفظه عند درجة حرارة معينة بواسطة لهب الغاز .
2. رش سطح القالب بالفحم الناعم .
3. وضع القالب في حالة استعماله ثم اغلاق القالب .
4. تجهز المعدن المراد صبه في بودقة يدوية ويوضع داخل الفرن عند درجة الانصهار الملائمة .
5. تشغل الماكينة ويصب المعدن المصهور في القالب من البودقة ليأخذ شكل القالب (المسبوك) .
6. تطفئ الماكينة ويترك المسبوك لفترة زمنية لكي يتصلب ويبرد .
7. يفتح القالب ويخرج المسبوك منه يدويا .

الخبرة المكتسبة :

1. اجراء عملية السباكة بالطرد المركزي .
2. يتم مناقشة العيوب واسبابها ان وجدت وقياس الابعاد المطلوبة ومطابقتها .

مع تمنياتنا بالنجاح

قسم الهندسة الميكانيكية

مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي / موبايل 07703947587