



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
كلية المستقبل الجامعة  
قسم هندسة التكييف والتبريد



## ENGINEERING WORK SHOPS

اسم المختبر: الورش الهندسية

رمز المختبر : **DL-005**

اعداد المهندس : **حسين حيدر علي**

تطوير واعادة تنقيح

الدكتور: **سامي محسن**

السنة الدراسية **2020-2021**

## شروط السلامة المهنية في ورشة السباكة :-

- ١- ضرورة لبس النظارات الواقية خشية دخول الاتربة الى العين .
- ٢- ازاله الشوائب من النموذج باستخدام خطوات خاصة .
- ٣- تأكد من سلامة بودقة الخاصة بفرن الصهر و تنظيفها باستمرار
- ٤- الحفاظ عل وجود ممرات لسير العاملين وعدم اعاقتهم .
- ٥- التأكد من نظافة الفرن والحفاظ على البودقة .
- ٦- عدم الاقتراب من الفرن اثناء العمل .
- ٧- التأكد من سلامة الادوات قبل وبعد الاستعمال.
- ٨- التأكد من القوالب اثناء العمل.
- ٩- اتباع النظام والدقة في العمل .
- ١٠- تنظيف الادوات والمكان بعد الانتهاء من العمل .
- ١١- عمل صيانة دورية على الادوات .

## سباكة : CASTING :-

هي احدى اهم واقدم عمليات التصنيع حيث يتم فيها صهر المادة المراد سبكها سواء مادة معدنية او غير معدنية حتى تصل الى درجة حرارة معينة يتم بعدها صب المصهور في هذا القالب الذي يبه التجويف الذي يمثل شكل المنتج المطلوب وعندما تبرد المادة وتصلد ثانية يتم فتح القالب لإخراج المنتج والذي قد اخذ نفس شكل الفراغ داخل القالب .

## مميزات عملية السباكة بشكل عام

- ١- يمكن استخدام عملية السباكة في انتاج الاشكال المعقدة والتي تحتوي على تشكيلات داخلية و خارجية .
- ٢- بعض انواع عملية السباكة يمكنها انتاج الشكل بإبعاده النهائية أي بالدقة النهائية المطلوبة وبالتالي لا يتم ادخال المنتج لأي مرحلة تشغيل أخرى على أي ماكينة.
- ٣- يمكن استخدام عملية السباكة لإنتاج الاشكال الضخمة جدا والتي قد تصل وزنها الى ١٠٠ طن واكثر.

٤- يمكن لعملية السباكة ان تستخدم على أي معدن يمكن الوصول به بالتسخين الى درجة الانصهار.

٥- بعض أنواع عملية السباكة تصلح لإنتاج الكمي.

### **عيوب السباكة- بشكل عام:-**

- ١- تأثير عملية السباكة على بعض الخواص الميكانيكية للمادة.
- ٢- عملية السباكة العادية غير دقيقة نسبيا.
- ٣- خشونة الاسطح الناتجة من السباكة كما في السباكة الرملية.
- ٤- ظهور بعض عيوب السباكة مثل وجود فجوات داخل المسبوك.
- ٥- درجة الأمان في عملية السباكة اقل نسبيا من باقي اغلب العمليات الصناعية وذلك بسبب التعامل مع معادن مصهورة ذات درجات حرارة عالية وكذلك التأثيرات البيئية للعملية.

" يوجد أنواع عديدة ومختلفة من عمليات السباكة تختلف في خواصها ودرجة دقة مسبوكتها الناتجة ومعاملات أخرى"

**أما القالب- Mold :** المستخدم في عملية السباكة فهو غالبا عبارة عن نصفين سواء كانت السباكة رملية او باستخدام قالبين معدنيين او تركيبة متعددة من اكثر من جزء وبها أيضا التجويف المطلوب انتاج المنتج على شكله وتحتوي القوالب غالبا على **طوارد لطرد الغازات المسبوكة** بعد تمام التبريد وكذلك مسارات داخلية لمرور ماء التبريد ان لزم الامر، هذا وتطلق كلمة Mold أيضا على قوالب حقن البلاستيك المصهور لإنتاج المنتجات البلاستيك ..

### **السباكة الرملية:-**

هي عبارة عن سبك او صب المعادن او السبائك المعدنية في قوالب مصنوعة من الرمل تمثل هيئة او شكل القطعة المراد سباكتها

### **خطوات السباكة الرملية:-**

"عملية السباكة الرملية تنقسم الى اربع خطوات رئيسية كما يلي:-

**أولا :-** تصميم وصناعة النموذج وحساب السماحات المختلفة:-

ولتجهيز الرمل يحتاج الامر الى نموذج يحاكي شكله الخارجي شكل الجزء المراد انتاجه للسباكة الرملية، وهذا النموذج يصنع عادةً من الخشب (اذا كان العدد المطلوب انتاجه اقل من ١٠٠ وحدة)، او من المعدن مثل الالمنيوم والحديد وحديد الزهر

( اذا كان العدد المطلوب انتاجه اكثر من ١٠٠ وحدة)

ويختلف النموذج عن المسبوك المنجز بما يلي :

- ١- يكون حجم النموذج اكبر من المسبوك بمقدار معين وتسمى هذه الزيادة ب( سماحة الانكماش).
- ٢- تضاف لحجم النموذج أيضا سماحة تسمى ب( سماحة التشغيل ) اذا كان سيتبع عملية السباكة عمليات تشغيل أخرى ، ويتم اضافتها على الابعاد التي سيتم تشغيلها فقط.
- ٣- يجب عمل سلبية الى جوانب النموذج تسمى ب( سماح السحب او السلبية) ويتوقف مقدار هذه السلبية على شكل النموذج وطريقة العمل. وتتراوح قيمة السلبية من (٢٥،٠-١) درجة.
- ٤- تضاف بروزات او نتوءات الى النموذج والغرض منها تشكيل تجاوير او فراغات معينة تستخدم لثبيت القلوب داخل الفراغ في الرمل تسمى ب (ركائز الديلك).

"ملاحظة: تستخدم هذه القلوب للمسبوكات المجوفة وتقوم بتشكيل الفراغ والذي يشبه شكل التجوير الموجود في المسبوك المراد سباكته.

- ٥- يجب مراعات تجنب انتاج نماذج باركان حادة، لان ذلك يؤدي الى انهيار الرمل عند رفع النموذج .

### **ثانيا :- اعداد وتشكيل :-**

وتشمل اختيار الرمل او مزيج الرمل واعدادها لصناعة الرمل وذلك بعد عمل الاختيارات اللازمة لمعرفة صلاحيتها، ومن أنواع رمل السباكة حسب الاستخدام:-

(١) **رمل السليكا:** وهو عبارة عن رمل طبيعي يحوي على كمية قليلة من الطين الذي يربط حبيبات الرمل مع بعضها وهذا النوع من الرمل يقاوم درجات الحرارة العالية ويتوفر بحجوم حبيبات مختلفة وتكاليفه منخفضة نسبياً.

(٢) **الرمل الصناعي:** ويتكون من رمل السليكا مضافة إليه مادة رابطة بمقدار حوالي ٤ % ، ومن عيوب هذا النوع من الرمل انه يسبب المسامية الغازية في المسبوكات.

(٣) **الرمل الاسمنتي:** وهو خليط من الرمل الطبيعي والاسمنت والماء ويمتاز بصلادته ومقاومته العاليتين ويستخدم عادة لسباكة المسبوكات الثقيلة نوعاً ما.

" وتعتمد جودة المسبوك الى حد بعيد على مواصفات الرمل المستخدم ، لذلك من الضروري اجراء بعض الاختيارات على الرمل قبل استخدامه مثل ( اختبار الخشونة ، اختبار المقاومة ، اختبار الصلادة ، اختبار النفاذية، اختبار الرطوبة، اختبار التقلص، اختبار التمدد، اختبار الانهيار) وغيرها من الاختبارات الضرورية لرمل السباكة"

### **اهم العمليات الضرورية لتشكيل الرمل للمسبوكة:-**

١- تحضير رمل السباكة (الخليط)

٢- اعداد النموذج الخشبي او المعدني ثم يقسم الى نصفين متناظرين ويكونان مصمتان تماما ولا يحتويان على تجاويف حتى الموجودة في الشكل الاسطواني ولسهولة تثبيت النصفين يحفر في احد الاسطح لاحد النصفين ثقوب وفي الوجه الاخر أقلام وبروزات تستقر في هذه الثقوب

٣- يوضع نصف النموذج المحتوي على ثقوب مقلوبا على لوح القالب الخشبي ويوضع حوله النصف السفلي من صندوق القالب.

٤- يؤتى بالرمل المعد مسبقا ويوضع حول نصف النموذج في صندوق القالب ويدك بالمذك دكا خفيفاً حول نصف النموذج . وعادةً يستخدم الرمل الحديث للتحضير والذي لم يستخدم سابقا حول النموذج مباشرة ويسمى ب( رمل المواجهة) وذلك ليستنسخ جميع تفاصيل النموذج مثل (الرموز ،الشعارات ، الكتابات) ومن ثم يوضع باقي الرمل ويسمى ب( رمل الحشو ) ثم يتم دكه دكا خفيفا. وبعد امتلاء الصندوق بالرمل يتم تسوية سطحه وازاله الرمل الزائد بواسطة مسطرة التسوية .

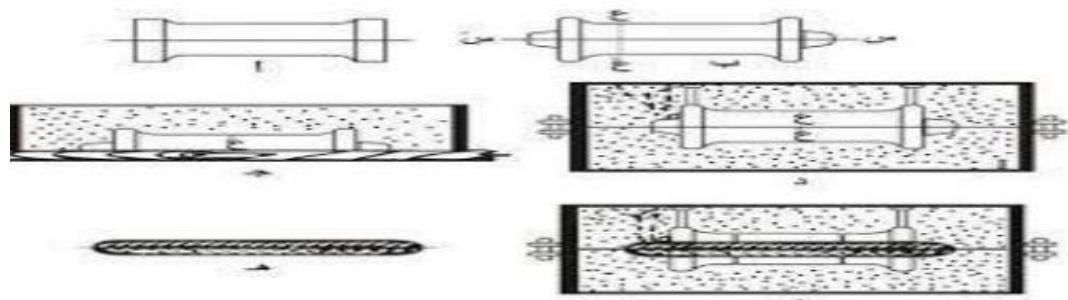
٥- بعد ذلك يقلب نصف النموذج راسا على عقب مع لوح القالب وترفع اللوحة الخشبية الأولى ثم ينظف سطح النموذج الثاني ثم يرش عليه مسحوق الفحم او كمية من الرمل الناعم وذلك لمنع التصاقه بالنصف العلوي ، ثم يوضع النصف الثاني من النموذج بحيث ينطبق عليه النصف الأول بواسطة أقلام التثبيت ، ويوضع صندوق القالب على النصف السفلي ثم يتم تثبيت عمود خشبي شبه اسطواني واخر مخروطي الشكل مفتوح من الأعلى وتسمى هذه الاعمدة بفتحة التغذية او المصعد ، ومن ثم يدك الرمل كما فعلنا سابقا.

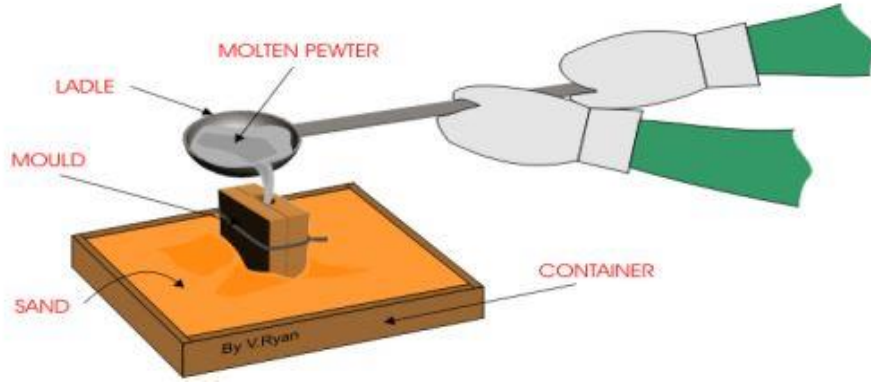
٦- تفصل نصفي الصندوق عن بعضهما برفع النصف العلوي وقلبه على لوح القالب الخشبية وذلك بعد سحب العمودين الخشبية ثم يفصل نصفي النموذج عن نصفي بحذر شديد دون تشوه للقالب ، ثم يحفر مجرى بين النهاية السفلية لقناة الصب وبين الفراغ الذي شكله النموذج.

**ثالثا:-** صهر المعدن وصبه في الرملي وإخراج المسبوك من الرملي بعد تجمد المعدن:-

تصهر المعادن في افران خاصه ومن ثم صبها داخل مع مراعاة حفر حوض حول فتحه قناة صب المعدن المنصهر في هذا الحوض ومن ثم ينساب بهدوء الى قناة الصب ومن فوائد قناة الصب :-

- ١- تسريب الغازات والابخرة الى جو الخارجي .
- ٢- يعمل على تغذية الفراغ بالمعدن المنصهر لمعادلة الانكماش الذي يحصل عند تجميد المعدن.
- ٣- تتجمع فيها المواد غير المرغوب فيها مثل الخبث والشوائب.





١ / احسب زمن الصب بطريقة السباكة الرملية اذا كان المعدن المسبوك من شبكية النحاس اذا كان سمك الشبكية (12mm) ومعادل المعدن = (1.21) ووزن المسبوك (58kg) ...

$$T = \delta \sqrt{GS} / sce$$

الوزن = G : السمك = S : معامل المعدن =  $\delta$  : الزمن = T

**رابعاً:-تنظيف المسبوك واعداده للاستعمال وكشف عيوب المسبوك ومعالجتها:**

١- تنظيف المسبوك ويتم كالتالي:

- قطع الأجزاء الإضافية من المسبوك التي تكونت بسبب تصاميم فتحه التغذية والمجرى ويتم القطع بالمنشار او أقراص الجرخ او القطع بواسطة الاوكسي اسيتيلين .
- تنظيف سطوح المسبوك الداخلية والخارجية من حبيبات الرمل اللاصقة نتيجة الحرارة ومن طبقة الاوكسيد الي تتكون عليها .
- بعض المسبوكات تحتاج الى انجاز سطحي او مظهر خارجي، ويتم ذلك بواسطة المحاليل الكيماوية او بالتنشغيل او الطلاء.

## ٢- عيوب المسبوكات:

- **التزحف:** وهو عدم التطابق بين نصفي المسبوك او بين نصفي صندوق .
  - **الانتفاخ:** وهو اتساع فراغ بسبب الغازات والابخرة ، وذلك بسبب عدم دك الرمل جيدا او صب المعدن بصورة سريعة ، مع ملاحظة ان الدك الشديد للرمل يسبب انخفاض في قابلية على تسريب الغازات .
  - **فجوات الانكماش:** وهي الفراغ الناتج عن تقلص المعدن خلال التجمد ويتم التخلص منها بواسطة التصميم الجيد لفتحة التغذية من حيث الحجم والموضع بالنسبة للقالب، اما بالنسبة للمسبوكات الثقيلة فيتم انتاج اكثر من فتحة للصب وذلك على حسب النموذج وذلك للتخلص من فجوات الانكماش .
  - **الفجوات الغازية:** وتتكون للأسباب التالية:-
    - الرطوبة العالية والدك المفرط تتسبب في انخفاض قابلية النفاذ.
    - ارتفاع كمية الغازات المذابة في المعدن المنصهر والتي تتحرر اثناء التجمد مسببة الفجوات الغازية
    - عدم توفر التنفيس الجيد للقالب الرملي وهي عبارة عن قنوات دقيقة نسبيا يزود بها الرملي لغرض تسريب الغازات .
    - السطح الخشن : وذلك بسبب استعمال الرمل الخشن الحبيبات او الدك الخفيف جدا للرمل .
    - الكشف على المسبوكات ويتم بطريقتين:-
- أولاً:** الكشف الاتلافي: ويتضمن اختبار الخواص الميكانيكية مثل ( مقاومة الشد والضغط ، الصلادة المطولية ) وماشابهها.
- ثانياً: الكشف غير الاتلافي: ويتضمن الكشف عن عيوب معينة مثل الفجوات الغازية وفجوات الانكماش ومن طرق الكشف عنها:
- ❖ الفحص المجهرى
  - ❖ الكشف بالأشعة السينية
  - ❖ الكشف بالجسيمات المغناطيسية



❖ الكشف بالموجات فوق الصوتية

### أساليب السباكة الأخرى :-

ان المجال لايتسع للخوض في كل هذه التطورات ، الى ان نظرة عامة الى بعض أساليب السباكة الحديثة نوعا ما قد تعطي فكرة عن مدى هذه التطورات. "وفيما يلي بعض الأساليب الحديثة للسباكة والتي لكل أسلوب منها مزاياه ومجاله الخاص للاستعمال".

(١) **السباكة في القوالب المعدنية (دائمة):-** تصنع القوالب الدائمة المعدنية من حديد الزهر او من الصلب المتضمن نسبة ضئيلة من الكروم كما تصنع في بعض الأحيان من البرونز، ولاطالة عمر التشغيلي ولتسهيل اخراج المسبوكات منه يغطي سطحه العامل بطلاء او بدهان خاص او يرش بمواد مقاومة للحرارة .

**ومن مزايا السباكة في قوالب دائمة ما يلي :-**

- ١ - إمكانية استعمال الدائم لعدد كبير من المسبوكات.
- ٢- إمكانية السيطرة على مقاسات المسبوك بدقة اكبر مما في السباكة الرملية.
- ٣- الإنجاز السطحي للمسبوكات افضل من مسبوكات السباكة الرملية.
- ٤- اختفاء عدد من العيوب التي تحدث في مسبوكات السباكة الرملية

### ومن اهم عيوب هذا النوع من السباكة :-

- ١- محدودية أنواع السبائك والمعادن الممكن سباكتها بهذه الطريقة استنادا على قابلية معدن لتحمل درجات الحرارة العالية.
- ٢- الاختلاف في سرعة تبريد المعدن المنصهر يسبب بعض المشاكل مثل الجهود الحرارية التي قد تسبب التشققات .

### ٢ ( السباكة في قوالب دائمة تحت الضغط:

وهي تشبيه بالأسلوب المذكور أعلاه مع الاختلاف في ان المعدن المصهور سوف يضغط الى داخل فراغ بواسطة مكبس يعمل تحت ضغط الهواء او السوائل . ومن المعادن والسبائك التي تسبك بهذه الطريقة (معدن الخارصين وسبائكه ، الألمنيوم ، النحاس، الرصاص)

**ومن مزايا هذه الطريقة :-**

- ١- الدقة العالية في المسبوكات مع سرعة عالية في الإنتاج

٢- يمكن سباكة المسبوكات الرقيقة المقطع او ذات الاشكال المعقدة

٣- تحسن عالي جدا في الإنجاز السطحي للمسبوكات

٤- اختفاء عدد اكبر من العيوب التي تظهر في السباكة الرملية

٥- ارتفاع في مقاومة ومتانة المسبوكات

### **اما عيوب السباكة في القوالب الدائمة تحت ضغط فهي:-**

١- ارتفاع تكاليف صناعة القوالب وصيانتها

٢- محدودية السبائك الممكن سباكتها بهذه الطريقة

### **٣ ( السباكة بالطرد المركزي):-**

ان مبدأ القوة الطاردة المركزية التي تنشأ نتيجة دوران داخل الماكنة بسرعة عالية يعتبر الأساس الذي تعمل بموجبه هذه الطريقة، حيث يتم صب المعدن المنصهر الى داخل تجويف ( الاسطوانة عادة) اثناء دورانه بواسطة مجرى خاص فيسقط على سطح ليحاول التشكل عليه بفعل دفع القوة الطاردة له بعيدا عن محور الدوران ف ينجمد هناك . في هذه لطريقة يندفع المنصهر المعدني الى جدران بتأثير تعجيل الطرد المركزي (٧٠-٨٠) مرة بقدر التعجيل الأرضي حيث ينجمد المنصهر المعدني على شكل اسطواني مجوفة، الشكل الخارجي للمسبوكة يغطى بواسطة محيط بينما قطر السطح الداخلي للاسطوانة يمكن ان يسيطر عليه بواسطة كمية المعدن المصبوب الى فجوة، المكائن المستخدمة لتدوير ربما تمتلك محاور دوران افقية او عمودية .

وتنتج بهذه الطريقة الانابيب والمسبوكات المجوفة ذات التجويف الاسطوانية الشكل وتستعمل هذه الطريقة لانتاج المسبوكات الحديدية ولا حديدية ، وتعتمد اطوال المسبوكات على طول المستعمل كما يعتمد سمكها على سرعة دوران وسرعة صب المعدن فيه وقد تستعمل مكائن ذات قالب افقي طويل لانتاج الانابيب او ذات الرأسى لانتاج الأسطوانات القصيرة التي يزيد قطرها عن طولها . تتميز مسبوكات الطرد المركزي بالكثافة العالية وتركيب حبيبي ناعم وخواص ميكانيكية جيدة و انتاجية عالية.

١/ جد الحجم والكتلة لعملية الصب بطريقة الطرد المركزي بوشة من حديد الزهر طولها (0.8m) وقطرها الداخلي (0.85m) وقطرها الخارجي (0.14m) علما ان كثافة حديد الزهر  $(7.2 \times 10^3) \text{ kg/m}^3$

٢/ جد الحجم والكتلة لعملية الصب بطريقة الطرد المركزي بوشة من حديد الزهر طولها (0.4m) وقطرها الداخلي (0.16m) وقطرها الخارجي (0.17m) علما انه كثافة حديد الزهر  $(7.2 \times 10^3) \text{ kg/m}^3$

=V حجم الاسطوانة او السلندر

= Do قطر خارجي

= Di قطر داخلي

=L طول الاسطوانية

= M كتلة

= ρ كثافة

Cylinder liner cast mass :

From Fig. ( 3.5 )

$$V_{\text{total}} = V_1 + V_2$$

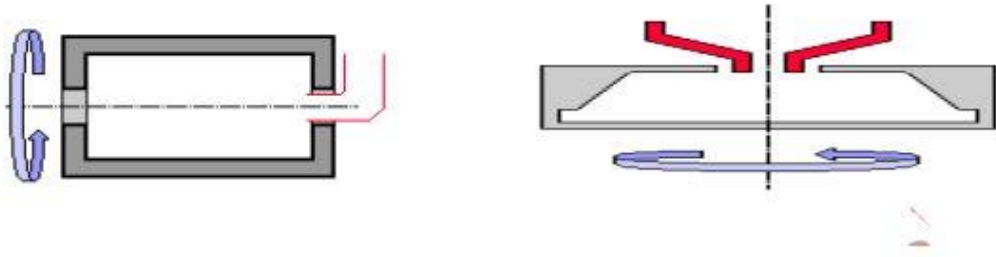
$$V_1 = \pi/4 ( D_o^2 - D_i^2 ) L_1 = \pi/4 ( 0.16^2 - 0.12^2 ) 0.31 = 2.72 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_2 = \pi/4 ( D_o^2 - D_i^2 ) L_2 = \pi/4 ( 0.17^2 - 0.16^2 ) 0.04 = 0.1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}} = 2.77 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\rho = 7.2 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3 \text{ ( for cast iron )}$$

$$m = \rho V = 19.944 \approx 20 \text{ Kg}$$



#### ٤ ( السباكة بالشمع الضائع)(المذاب):-

وفي هذه العملية يصنع موديل شمعي للقطعة التي تصب او تغلف بالطين لتشكيل قالب، ثم يزال الشمع بالتسخين تاركا تجويفا للشكل المطلوب بالضبط نسخته مطاطية للمنحوتة الاصلية (تفاحة) وقالب الجبصين المطابق لها.

السبك بالشمع الضائع او السبك بالشمع المفقود هي عملية لسبك المعدن (فضه او ذهب او نحاس اصفر او برونز ). تصنع الاشكال المعقدة بهذه الطريقة . في المجال الصناعي تسمى العملية بالسبك الدقيق . الطريقة قديمة جدا وتختلف اليوم بين معمل واخر ولكن الخطوات الأساسية تبقى نفسها . يمكن العثور على دلائل استخدام هذه الطريقة في الهند حوالي ٥٠٠٠ سنة.

تعد عملية السبك بالشمع الضائع مثل عملية سبك في القوالب الرملية ولكن بدلا من وضع نموذج خشبي او بلاستيكي يوضع هنا النموذج من الشمع وعند عملية الصب ينصهر الشمع ويدخل في المسافات البينية للمسبوك ، هذه العملية تتم عن طريق عدة خطوات اولها عمل نموذج من الشمع ، ثم تكوين شجرة على ٤٠ او ١٠٠ او ١٥٠ نموذج وتغمر الشجرة في مادة سيراميكية لتكوين قشرة عليها ، ثم تغطى الشجرة بعجينة حرارية ، وتدخل الفرن وترفع درجة الحرارة الى ١٥٠ او ٢٠٠ درجة حتى ينصهر الشمع وترفع درجة الحرارة الكلية الى ٩٠٠ درجة لتحسين الخواص الميكانيكية للقشرة ، ثم تقلب الشجرة ويصب المعدن المنصهر ، وأخيرا تكسير القشرة وتهذيب المنتجات

## البولسترين: polystyrene

الصب بطريقة (نماذج رغوة البوليسترين):

يعود استعمال نماذج رغوة البوليسترين في انتاج المصبوبات الى عام ١٩٥٨ عندما سجلت براءة الاختراع باسم شروبير في الولايات المتحدة الامريكية وكانت المصبوبة المنتجة بسيطة حيث تم تشغيل كتلة من رغوة البوليسترين ووضعت في صندوق مقابلة وذلك مزيج رمل المقابلة الرطب حول النموذج وتم الصب كما في القوالب الرملية الشائعة، وعند الصب يتبخر البوليسترين ليحل محله المعدن المصهور. وبعد التجمد يهدم القالب الرملي لنحصل على مصبوبة نضبه نموذج رغوة البوليسترين. وفي عام ١٩٦٤ استعمل فليمك رمل السيليكاج الجاف المرصوص رسا خفيفا لانتاج المصبوبات الأكثر تعقيدا. وفي عام ١٩٨٠ اعطت شركة (جنرال موتورز) عن انتاج سيارتها الاولى والتي استعملت بها اجزاء (كتلة الاسطوانات ورأس كتلة الاسطوانات والمحور القلاب) المصبوبات انتجت بطريقة نماذج رغوة البوليسترين. ومنذ ذلك الوقت ولحد الان استمر تطوير هذه الطريقة لانتاج مصبوبات عالية الدقة، ملسة السطوح وبتفاوت يصل في بعض الاحيان الى دقة التشغيل الميكانيكي في مختلف المجالات، وذات اوزان متفاوتة (من بعض الثرامات الى بضعة اطنان). وان المصبوبات المنتجة كانت تتميز بـ: دقة الابعاد كما في طريقة السباكة بالشمع المفقود، واقتصادية كما في السباكة الرملية التقليدية.

لقد اثبتت الطريقة كفاءتها بعد التطور الهائل على صعيدين: في مجال الاتمة (عند الانتاج الكمي) وفي مجال استعمال المواد. على الرغم من ان بداية استعمال نماذج رغوة البوليسترين كانت لانتاج مصبوبات حديد الزهر الا انها اليوم تستعمل لانتاج كل انواع السبائك الحديدية (الفولاذ المقاوم للصدء وكل انواع الفولاذ الكربوني والسيانكي...) وغير الحديدية (سبائك البرونز والبراص والالمنيوم والنيكل...) في كافة فروع الصناعة.

تتضمن الخطوات الاساسية لهذه الطريقة وبايجاز ما يلي:

١. صنع نموذج رغوة البوليسترين (اما في قوالب معدنية في الانتاج الكمي او بالتشغيل الميكانيكي في حالة الانتاج الفردي).
٢. صبغ النموذج بالتغطيس في محاليل سيراميكية والرش لعمل غلاف سيراميكي مقاوم للحرارة يحيط بالنموذج ثم تجفيفه.
٣. وضع النموذج المحاط بالغلاف السيراميكي في صندوق المقابلة محاطا برمل السيليكاج (او الزركون) ثم يرص الرمل رسا خفيفا بالاهتزاز.

٤. صب المعدن المطلوب لينتخر نموذج رغوة البوليسترين وياخذ المعدن المصهور شكل التجويف المطلوب.
  ٥. تهديم القوالب بعد تمام التجمد واجراء عمليات الانتاج النهائي (التشطيب).
- وسنختم المقالة بالاشارة الى اهم فوائد هذه الطريقة:
١. الاستغناء عن عمليات التشغيل الميكانيكي المكلفة.
  ٢. الحصول على سلع راح عالية النعومة.
  ٣. العدد المنتجة لنماذج الرغوة طويلة العمر التشغيلي.
  ٤. العملية صديقة للبيئة.
  ٥. الاقتصاد في استهلاك الطاقة.
  ٦. تفاوت الابعاد يصل الى دقة التشغيل الميكانيكي.
  ٧. مرونة عالية في تصميم المصبوبات المعقدة (لامكانية لصق مكونات متعددة او وضع حشوات معدنية في النموذج).
  ٨. انتفاء الحاجة لاستعمال اللباب.
  ٩. لا وجود لخطوط الفصل وميلانات المقالب.

## واستخدامه في الأعمال الهندسية

نعلم ان تكنولوجيا البناء في تقدم ونمو متواصل وفي يوم تظهر لنا اكتشافات واختراعات جديدة بغرض تطوير كافة الوسائل والتقنيات التي نستخدمها في مختلف المجالات في البناء الانشاءات. أحد الموارد البيئية والمعروف باسم البوليسترين يُعتبر من أهم هذه التقنيات المتداولة عالمياً والذي يلعب دوراً مهماً جداً في المنشآت والأعمال الهندسية

كما هو معروف فإن البوليسترين polystyrene ينتج من عملة البلمرة للستايرين الخام. وهو مركب عضوي معروف ومن فصيلة البتر وكيمياءويات وتصنف هذه المادة من عوازل الدرجة الأولى عالمياً كما أن استخدامها سائد في أغلب الدول المتقدمة حيث تتمتع بعدة خصائص طيبة مذهلة وهذا ما جعل أغلب الباحثين يولون اهتماماً لهذه المادة العجيبة و يستخدمونها في الهندسة والانشاء...

من أهم خصائصها أنها عازل جيد للحرارة لتكوّنها الخلوي الذي عمل على طرد الحرارة وعدم تسربها وكل هذا حسب كثافتها كما أنها تعتبر عازل صوتاً لمصها للصدمات ، وتؤدي الى انخفاض قوة الصوت بالانكسار.

البوليسترين مادة خفيفة الوزن وسهلة الحمل والنقل كما أنها مادة تتحمل قوة الانضغاط واثبت العلماء أنه كلما زادت الكثافة زادت قوتها وزادت قوة انضغاطها أما عن العزل ف المبان فة تصون المبنى من عدة ظواهر طيبة وكفاءة.

تساهم مادة البوليسترين ف توفر استهلاك الطاقة والمعالجة البيئية للمبنى خاصة عند استخدامها

كألواح في عزل قاعات الاستماع والمحاضرات ومنع انتقال الصوت الى الداخل بالإضافة الى أنها تستعمل في الأسطح كطبقة زائدة للعزل الحراري وتستخدم بين طبقات الجدران كألواح عازلة للصوت والحرارة.

### أحد أهم أنواع البوليسترين هو البوليسترين الذهب ( ستايرو جولد )

وهو عبارة عن بوليسترين صلب ذو خلايا مغلقة و طبقة سطحية شديدة الكثافة وتم إنتاجه بكثافات تتراوح من ٢٠ إلى ٣٥ كجم / م<sup>٣</sup>.

يجمع بوليسترين سابتكس الذهب ( ستايرو جولد ) أفضل مزايا البوليسترين الممدد و البوليسترين المبتثق حيث يتمتع بمعامل توصيل حراري مستقل من قدرة عالية على العزل لمدة طويلة جدا و ذلك نظرا لخلوه من غاز الفريون القدم (CFC) و الجديد HCFC خلافا للبوليسترين المبتثق الذي يحتوي على هذه الغازات و يفقد جزءا كبيرا من قدرته على العزل بمرور الزمن.

### مميزات البوليسترين الذهب:

- ١ - يتمتع بمعامل توزيع حراري منخفض.  $K-VALU = 0.032 W/MK$
  - ٢ - ثابت لا يتأثر مع مرور الزمن حث أنه لا يحتوي على غاز الفريون
  - ٣ - لا يمتص الماء تقريبا حث تصل نسبة امتصاصه للماء إلى أقل من ١,٢ % من الحجم.
  - ٤ - تصنع الألواح بحواف مفروزة لتتداخل مع بعضها و التقليل من الفقد الحراري عند اتصال الألواح كما أن الحواف مانعة لامتصاص الماء لأنه لا يتم قصها.
- استخداماته المختلفة :

- عزل الجدران : تستخدم الواح ستايرو- ذات كثافة ٢٠ كجم/م<sup>٣</sup> كعزل بين جدران او في العزل الداخلي مع الجبس او الخارجي.
- عزل الاسقف: نظرا لامتصاصه القليل جدا للماء (٢,٠%) فان البوليسترين سابتكس الذهبي يمكن استخدامه في عزل الاسقف بالنظام التقليدي (تحت عزل المائي ) او النظام المقلوب فوق العزل المائي حيث تمتاز الالواح بحواف مفروزة مانعة لتسرب المياه.
- يستخدم ستايروف + كثافة ٢٤-٢٦ كجم/م<sup>٣</sup> للاسطح ذات الاحمال العادية
- يستخدم ستايروف + كثافة ٣٢-٣٥ كجم/م<sup>٣</sup> للاسطح ذات الاحمال الزائدة