Al-Mustaqbal University
Department Prosthetics & Orthotics Engineering
Class 1st
Subject: Physics lab
Lecturer : Assist.Lect Mohsen Alawi&Eng. Noor Adnan

1stterm – Lect .1

ENGNEERING WORK SHOPS

أسم المختبر: الورش الهندسية

رمز المختبر : DL–005

شروط السلامة المهنية في ورشة السباكة : -

1) ضرورة لبس النظارات الواقية خشية دخول الاتربة الى العين.
2) ازالة الشوائب من النموذج باستعمال فرش خاصة.
3) تأكد من سلامة البودقة الخاصة بفرن الصهر وتنظيفها باستمرار.
4) الحفاظ على وجود ممرات لسير العاملين وعدم اعاقتهم.
5) التأكد من نظافة الفرن والحفاظ على البودقة.
6) عدم الاقتراب من الفرن اثناء العمل.
7) التأكد من سلامة الادوات قبل وبعد الاستعمال.
8) التأكد من القوالب اثناء العمل.
9) اتباع النظام والدقة في العمل.
10) تنظيف الادوات والمكان بعد الانتهاء من العمل.
11) عمل صيانة دورية على الادوات.

Costing - السباكة

هي إحدى أهم وأقدم عمليات التصنيع حيث يتم فيها صهر المادة المراد سبكها سواء كانت مادة معدنية أو غير معدنية حتى تصل إلى درجة حرارة معينة يتم بعدها صب المصهور في قالب ، هذا به التجويف الذي يمثل شكل المنتج المطلوب و عندما تبرد المادة وتصلد ثانياً يتم فتح الإخراج المنتج و الذي قد أخذ نفس شكل الفراغ داخل...

Email: noor.adnan@uomus.edu.iq

مميزات عملية السباكة - بشكل عام :

1- يمكن استخدام عملية السباكة فى إنتاج الأشكال المعقدة والتي تحتوى على تشكيلات داخلية و خارجية.

2- بعض أنواع عملية السباكة يمكنها إنتاج الشكل بأبعاده النهائية, أي بالدقة النهائية المطلوبة و بالتالي لا يتم إدخال المنتج لأي مرحلة تشغيل أخرى على أي ماكنة.

3- يمكن استخدام عملية السباكة لإنتاج الأشكال الضخمة جدا والتي قد تصل زنتها إلى 100 طن وأكثر مثل هياكل المضخات الكبيرة والتوربينات المائية

4- يمكن لعملية السباكة أن تستخدم في أي معدن يمكن الوصول به بالتسخين إلى درجة الانصهار.

5- بعض أنواع عملية السباكة تصلح للإنتاج الكمي.

عيوب السباكة - بشكل عام :

1- تأثير عملية السباكة على بعض الخواص الميكانيكية للمادة.

2- عملية السباكة العادية غير دقيقة نسبيا.

3- خشونة الأسطح الناتجة من السباكة كما فى السباكة الرملية.

4- ظهور بعض عيوب السباكة مثل وجود فجوات داخل المسبوك

5- درجة الامان فى عملية السباكة أقل نسبيا من باقي أغلب العمليات الصناعية و ذلك بسبب التعامل مع معادن مصهورة ذات درجات حرارة عالية و كذلك التأثيرات البيئية للعملية.

يوجد أنواع عديدة و مختلفة من عمليات السباكة تختلف فى خواصها و درجة دقة مسبوكاتها الناتجة و معاملات أخرى.

أما القالب - Mold المستخدم فى عملية السباكة فهو غالبا عبارة عن نصفين سواء كانت السباكة رملية او غيرها, أو باستخدام قالبين معدنيين أو تركيبة متعددة من أكثر من جزء و بها أيضا التجويف المطلوب إنتاج المنتج على شكله. وتحتوى القوالب غالبا على طوارد لطرد المسبوك بعد تمام التبريد, وكذلك مسارات داخلية لمرور ماء التبريد إن لزم الأمر , هذا و تطلق كلمة mold أيضا على قوالب حقن البلاستيك المصهور لإنتاج المنتجات البلاستيكية.

السباكة الرملية

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

خطوات السباكة الرملية:
عملية السباكة الرملية تنقسم إلى أربع خطوات رئيسية كما يلي:

أولاً: تصميم وصناعة النموذج وحساب السماحات المختلفة:
لتجهيز القالب الرملي يحتاج الأمر إلى نموذج يحاكي شكله الخارجي شكل الجزء المراد إنتاجه بالسباكة الرملية, وهذا النموذج يصنع عادة من الخشب (إذا كان العدد المطلوب إنتاجه أقل من 100 وحدة), أو من المعدن مثل الألمنيوم والحديد وحديد الزهر(إذا كان العدد المطلوب إنتاجه أكثر من 100 وحدة).
ويختلف النموذج عن المسبوك المنجز بما يلي:

1) يكون حجم النموذج أكبر من حجم المسبوك بمقدار معين وتسمى هذه الزيادة بـ(سماحة الانكماش).
2) تضاف لحجم النموذج أيضاً سماحة تسمى بـ(سماحة التشغيل) إذا كان سيتبع عملية السباكة عمليات تشغيل أُخرى, ويتم إضافتها على الأبعاد التي سيتم تشغيلها فقط.
3) تضاف لحجم النموذج (سماحة السلبة وسماحة دوران الاركان) ، لسهولة اخراج المسبوك من القالب الرملي دون انهياره ، وهي تتوقف على شكل النموذج وطريقة عمل القالب .. وتتراوح بين (0.25 - 1) درجة

4) تضاف بروزات أو نتوءات إلى النموذج والغرض منها تشكيل تجاويف أو فراغات معينة تستخدم لتثبيت القلوب داخل الفراغ في القالب الرملي.

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

5) يجب مراعات تجنب إنتاج نماذج بأركان حادة, لأن ذلك يؤدي إلى إنهيار الرمل عند رفع النموذج.

ثانياً: إعداد وتشكيل القالب:

وتشمل اختيار الرمل أو مزيج الرمل وإعدادها لصناعة القالب الرملي وذلك بعد عمل الاختبارات اللازمة لمعرفة صلاحيتها, ومن أنواع رمل السباكة حسب الاستخدام:

1) 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.

2) الرمل الصناعي: ويتكون من رمل السليكا مضافة إليه مادة رابطة بمقدار حوالي 4%, ومن عيوب هذا النوع من الرمل أنه يسبب المسامية الغازية في المسبوكات.

3) الرمل الإسمنتي: وهو خليط من الرمل الطبيعي والإسمنت والماء ويمتاز بصلادته ومقاومته العاليتين ويستخدم عادةً لسباكة المسبوكات الثقيلة نوعاً ما.

وتعتمد جودة المسبوك إلى حد بعيد على مواصفات الرمل المستخدم, لذلك من الضروري إجراء بعض الاختبارات 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.

أهم العمليات الضرورية لتشكيل القالب الرملي للمسبوك:

1) تحضير رمل السباكة (الخليط).

2) إعداد النموذج الخشبي أو المعدني ثم يقسم إلى نصفين متناظرين ويكونان مصمتان تماماً ولا يحتويان على تجاويف حتى الموجودة في الشكل الأسطواني, ولسهولة تثبيت النصفين يحفر في أحد الأسطح لأحد النصفين ثقوب وفي الوجه الآخر أقلام وبروزات تستقر في هذه الثقوب.

3) يوضع نصف النموذج المحتوي على الثقوب مقلوباً على لوح المقالبة الخشبي ويوضع حوله النصف السفلي من صندوق المقالبة.

4) يؤتى بالرمل المعد مسبقاً ويوضع حول نصف النموذج في صندوق المقالبة ويدك بالمدك دكاً خفيفاً حول نصف النموذج. وعادة يستخدم الرمل الحديث التحضير والذي لم يستخدم سابقاً حول النموذج مباشرة ويسمى بـ(رمل المواجهة) وذلك ليستنسخ جميع تفاصيل النموذج مثل (الرموز, الشعارات, الكتابات) ومن ثم يوضع باقي الرمل والذي يسمى بـ(رمل الحشو)ثم يتم دكه دكاً خفيفاً. وبعد إمتلاء الصندوق بالرمل يتم تسوية سطحه وإزالة الرمل الزائد بواسطة مسطرة التسوية.

5) بعد ذلك يقلب نصف النموذج رأساً على عقب مع لوح المقالبة وترفع اللوحة الخشبية الأولى ثم ينظف سطح النموذج الثاني ثم يرش عليه مسحوق الفحم أو كمية من الرمل الناعم وذلك لمنع إلتصاقه بالنصف العلوي من القالب, ثم يوضع النصف الثاني من النموذج بحيث ينطبق عليه النصف الأول بواسطة أقلام التثبيت, ويوضع صندوق المقالبة على النصف السفلي ثم يتم تثبيت عمود خشبي شبه إسطواني وآخر مخروطي الشكل مفتوح من الأعلى وتسمى هذه الأعمدة بفتحة التغذية أو المصعد, ومن ثم يدك الرمل كما فعلنا سابقاً.

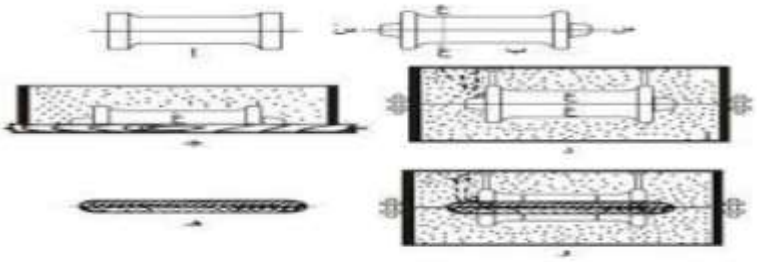
6) تفصل نصفي الصندوق عن بعضهما برفع النصف العلوي وقلبه على لوح المقالبة الخشبية وذلك بعد سحب العمودين الخشبية ثم يفصل نصفي النموذج عن نصفي القالب بحذر شديد دون تشوه للقالب, ثم يحفر مجرى بين النهاية السفلية لقناة الصب وبين الفراغ الذي شكله النموذج.

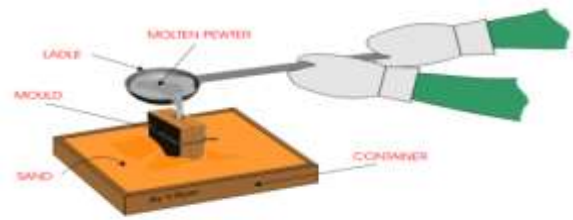
ثالثاً: صهر المعدن وصبه في القالب الرملي وإخراج المسبوك من القالب الرملي بعد تجمد المعدن:

تصهر المعادن في أفران خاصة ومن ثم صبها داخل القالب مع مراعاة حفر حوض حول فتحة قناة صب المعدن المنصهر في هذا الحوض ومن ثم ينساب بهدوء إلى قناة الصب.

ومن فوائد قناة الصب:

1) تسريب الغازات والأبخرة إلى الجو الخارجي.
2) يعمل على تغذية الفراغ بالمعدن المنصهر لمعادلة الإنكماش الذي يحصل عند تجميد المعدن.
3) تتجمع فيها المواد غير المرغوب فيها مثل الخبث والشوائب.





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

$T=\delta\sqrt{GS}$ /sce : الزمن=T : معامل المعدن =δ : السمك =S : الوزن=G

رابعاً: تنظيف المسبوك وإعداده للاستعمال وكشف عيوب المسبوك ومعالجتها:

1) تنظيف المسبوك ويتم كالتالي:

أ) قطع الأجزاء الإضافية من المسبوك التي تكونت بسبب تصاميم فتحة التغذية والمجرى ويتم القطع بالمنشار أو أقراص الجلخ أو القطع بواسطة الأوكسي أستلين.

ب) تنظيف سطوح المسبوك الداخلية والخارجية من حبيبات الرمل اللاصقة نتيجة الحرارة ومن طبقة الأوكسيد التي تتكون عليها.

ج) بعض المسبوكات تحتاج إلى إنجاز سطحي أو مظهر خارجي, ويتم ذلك بواسطة المحاليل الكيماوية أو بالتشغيل أو الطلاء.

2) عيوب المسبوكات:

أ) التزحف: وهو عدم التطابق بين نصفي المسبوك أو بين نصفي صندوق القالب

ب) الإنتفاخ: وهو إتساع فراغ القالب بسبب الغازات والأبخرة, وذلك بسبب عدم دك الرمل جيداً أو صب المعدن بصورة سريعة, مع ملاحظة أن الدك الشديد للرمل يسبب انخفاض في قابلية القالب على تسريب الغازات.

ج) فجوات الانكماش: وهي الفراغ الناتج عن تقلص المعدن خلال التجمد ويتم التخلص منها بواسطة التصميم الجيد لفتحة التغذية من حيث الحجم والموضع بالنسبة للقالب. أما بالنسبة للمسبوكات الثقيلة فيتم إنتاج أكثر من فتحة للصب وذلك على حسب النموذج وذلك للتخلص من فجوات الإنكماش.

د) الفجوات الغازية وتتكون للأسباب التالية:

1. الرطوبة العالية والدك المفرط تتسبب في إنخفاض قابلية النفاذ.
2. إرتفاع كمية الغازات المذابة في المعدن المنصهر والتي تتحرر أثناء التجمد مسببة الفجوات الغازية.
3. عدم توفر التنفيس الجيد للقالب الرملي وهي عبارة عن قنوات دقيقة نسبياً يزود بها القالب الرملي لغرض تسريب الغازات.
4. السطح الخشن: وذلك بسبب إستعمال الرمل الخشن الحبيبات أو الدك الخفيف جداً للرمل.

3) الكشف على المسبوكات: ويتم بطريقتين وهما:

أ) الكشف الإتلافي: ويتضمن إختبار الخواص الميكانيكية مثل (مقاومة الشد والضغط, الصلادة, الممطولية) وما شابهها.

ب) الكشف غير الإتلافي: ويتضمن الكشف عن عيوب معينة مثل الفجوات الغازية وفجوات الإنكماش ومن طرق الكشف عنها:

1. الفحص المجهري.
2. الكشف بالأشعة السينية.
3. الكشف بالجسيمات المغناطيسية
4. الكشف بالموجات فوق الصوتية.

أساليب السباكة الأخرى

إن المجال لا يتسع للخوض في كل هذه التطورات, إلا أن نظرة عامة إلى بعض أساليب السباكة الحديثة نوعاً ما قد تعطي فكرة عن مدى هذه التطورات.

وفيما يلي بعض الأساليب الحديثة للسباكة والتي لكل أسلوب منها مزاياه ومجاله الخاص للإستعمال.

1) السباكة في قوالب دائمة (معدنية):

تصنع القوالب الدائمة المعدنية من حديد الزهر أو من الصلب المتضمن نسبة ضئيلة من الكروم كما تصنع في بعض الأحيان من البرونز, ولإطالة عمر القالب التشغيلي ولتسهيل إخراج المسبوكات منه يغطي سطحه بطلاء أو بدهان خاص أو يرش بمواد مقاومة للحرارة.

ومن مزايا السباكة في قوالب دائمة ما يلي:

أ) إمكانية إستعمال القالب الدائم لعدد كبير من المسبوكات.

ب) إمكانية السيطرة على مقاسات المسبوك بدقة أكبر مما في السباكة الرملية.

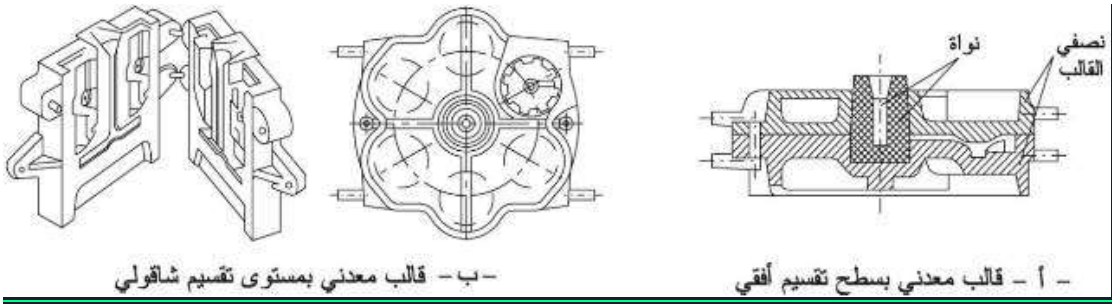
ج) الإنجاز السطحي للمسبوكات أفضل من مسبوكات السباكة الرملية.

د) اختفاء عدد من العيوب التي تحدث في مسبوكات السباكة الرملية.

ومن أهم عيوب هذا النوع من السباكة:

أ) محدودية أنواع السبائك والمعادن الممكن سباكتها بهذه الطريقة إستناداً على قابلية معدن القالب لتحمل درجات الحرارة العالية.

ب) الإختلاف في سرعة تبريد المعدن المنصهر يسبب بعض المشاكل مثل الجهود الحرارية التي قد تسبب التشققات.



أ – قالب معدني بسطح تقسيم أفقي ب – قالب معدني بمستوى تقسيم شاقولي

2) السباكة في قوالب دائمة تحت الضغط:

وهي شبيهة بالأسلوب المذكور أعلاه مع الإختلاف في أن المعدن المصهور سوف يضغط إلى داخل فراغ القالب بواسطة مكبس يعمل تحت ضغط الهواء أو السوائل.

ومن المعادن والسبائك التي تسبك بهذه الطريقة (معدن الخارصين وسبائكه, الألمنيوم, النحاس, الرصاص).

ومن مزايا هذه الطريقة:

أ) الدقة العالية في المسبوكات مع سرعة عالية في الإنتاج.
ب) يمكن سباكة المسبوكات الرقيقة المقطع أو ذات الأشكال المعقدة.
ج) تحسن عالي جداً في الإنجاز السطحي للمسبوكات.
د) إختفاء عدد أكبر من العيوب التي تظهر في السباكة الرملية.
ه) إرتفاع في مقاومة ومتانة المسبوكات.

أما عيوب السباكة في القوالب الدائمة تحت الضغط فهي:

أ) إرتفاع تكاليف صناعة القوالب وصيانتها.
ب) محدودية السبائك الممكن سباكتها بهذه الطريقة.

السباكة بالطرد المركزي :

ان مبدأ القوة الطاردة المركزية التي تنشأ نتيجة دوران داخل الماكنة بسرعة عالية يعتبر الاساس الذي تعمل بموجبه هذه الطريقة، حيث يتم صب المعدن المنصهر الى داخل تجويف الاسطواني عادة اثناء دورانه بواسطة مجرى خاص فيسقط على سطح ليحاول التشكل عليه بفعل دفع القوة الطاردة له بعيدا عن محور الدوران فينجمد هناك في هذه الطريقة يندفع المنصهر المعدني الى جدران بتاثير تعجيل الطرد المركزي (70 80 مرة بقدر التعجيل الارضي حيث ينجمد المنصهر المعدني على شكل اسطوانة 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 التجاويف الاسطوانية الشكل وتستعمل هذه الطريقة لا نتاج المسبوكات الحديدية و لا حديدية، وتعتمد اطوال المسبوكات على طول المستعمل كما يعتمد سمكها على سرعة دوران وسرعة صب المعدن فيه وقد تستعمل مكائن ذات قالب افقى طويل لانتاج الانابيب او ذات الرأسي لانتاج الاسطوانات القصيرة التي يزيد قطرها عن طولها تتميز مسبوكات الطرد المركزي بالكثافة العالية وتركيب حبيبي ناعم وخواص ميكانيكية جيدة وانتاجية عالية

١/ جد الحجم والكتلة لعملية الصب بطريقة الطرد المركزي بوشة من حديد الزهر طولها (0.8m) وقطرها الداخلي (0.85m) وقطرها الخارجي(0.14 m) علما ان كثافة حديد الزهر ($7.2*10^3$) .... kg/m³

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 ($7.2*10^3$) .... kg/m³

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)

$V_{total} = V_1 + V_2$

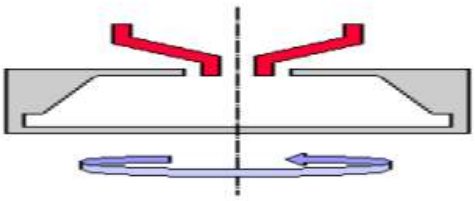
$V_1 = \pi/4 (D_o^2 - D_i^2) L_1 = \pi/4 (0.16^2 - 0.12^2) 0.31 = 2.72 * 10^{-3} \ m^3$

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

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

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

$m = \rho V = 19.944 \approx 20 \ Kg$



٤) السباكة بالشمع الضائع (المذاب):-

وفي هذه العملية يصنع موديل شمعي للقطعة التي تصب أو تغلف بالطين لتشكل قالب، ثم يزال الشمع بالتسخين تاركاً تجويفاً للشكل المطلوب بالضبط

نسخة مطاطية للمنحوتة الأصلية (تفاحة) وقالب الجبصين المطابق لها.

السَّبْكُ بالشمع الضائع أو السبك بالشمع المفقود هي عملية لسبك المعدن (فضة، أو ذهب، أو نحاس أصفر، أو برونز). تُصنّع الأشكال المعقدة بهذه الطريقة. في المجال الصناعي تسمى العملية بالسبك الدقيق. الطريقة قديمة جدًا وتختلف اليوم بين معمل وآخر ولكن الخطوات الأساسية تبقى نفسها. يمكن العثور على دلائل استخدام هذه الطريقة في الهند منذ حوالي ٥٠٠٠ سنة.

تعد عملية السبك بالشمع الضائع مثل عملية سبك في القوالب الرملية ولكن بدلًا من وضع نموذج خشبي أو بلاستيكي يوضع هنا النموذج من الشمع وعند عملية الصب ينصهر الشمع ويدخل في المسافات البينية للمسبوك، هذه العملية تتم عن طريق عدة خطوات أولها عمل نموذج من الشمع، ثم تكوين شجرة على ٤٠ أو ١٠٠ أو ١٥٠ نموذج وتغمر الشجرة في مادة سيراميكية لتكوين قشرة عليها، ثم تغطى الشجرة بعجينة حرارية، وتدخل الفرن وترفع درجة الحرارة إلى ١٥٠ أو ٢٠٠ درجة حتى ينصهر الشمع وترفع درجة الحرارة الكلية إلى ٩٠٠ درجة لتحسين الخواص الميكانيكية للقشرة، ثم تقلب الشجرة ويصب المعدن المنصهر، وأخيرًا 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 شرويرفي الولايات المتحدة الامريكية وكانت المصبوبة المنتجة بسيطة حيث تم تشغيل كتلة من رغوة البوليسترين ووضعت في صندوق مقالبة ودك مزيج رمل المقالبة 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 تشبه نموذج رغوة البوليسترين. وفي عام ١٩٦٤ استعمل فليمنك رمل السيليكا الجاف المرصوص رصا خفيفا لانتاج المصبوبات الاكثر تعقيدا. وفي عام ١٩٨٠ اعلنت شركة (جنرال موتورز) عن انتاج سيارتها الاولى والتي استعملت بها اجزاء (كتلة الا سطوانات 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 الغرامات 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 كفائتها بعد التطور الهائل على صعيدين: في مجال الاتمتة (عند الانتاج الكمي) وفي مجال استعمال المواد. على الرغم من ان بداية استعمال نماذج رغوة البوليسترين كانت لانتاج مصبوبات حديد الزهرالا انها اليوم تستعمل لانتاج كل انواع السبائك الحديدية (الفولاذ المقاوم للصدء وكل انواع الفولاذ الكاربوني والسبائكي...) 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 المقالبة محاطا برمل السيليكا (او الزركون) ثم يرص الرمل رصا خفيفا بالاهتزاز.

٤. صب المعدن المطلوب ليتبخر 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 سطوح 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 المقالبة.

واستخدامه في الأعمال الهندسي

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 البولسترين يعتبر من أهم هذه التقنيات المتداولة عالمياً والذي يلعب دوراً مهماً جداً في المنشآت والأعمال الهندسية

كما هو معروف فأن البولسترين polystyrene ينتج من عملية البلمرة للستايروين الخام .

وهو مركب عضوي معروف ومن فصيلة البتروكيماويات وتصنف هذه المادة من عوازل الدرجة الأولى عالمياً كما أن استخدامها سائد في أغلب الدول المتقدمة حيث تتميز بعدة خصائص طبيعية مدهشة وهذا ما جعل أغلب الباحثين يولون اهتماماً لهذه المادة العجيبة ويستخدمونها في الهندسة والانشاء...

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

البولسترين 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 في المباني فهي تصون المبنى من عدة ظواهر طبيعية وكيميائية .

تساهم مادة البولسترين في توفير 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 البولستيرين هو البولسترين الذهبي (ستايرو جولد) :

وهو عبارة عن بولسترين صلب ذو خلايا مغلفة و طبقة سطحية شديدة الكثافة و يتم إنتاجه بكثافات تتراوح من ٢٠ إلى ٣٥ كجم / م٣ .

يجمع بولسترين سابتكس الذهبي (ستايرو جولد) أفضل مزايا البولسترين الممد و البولسترين المبثوق حيث يتمتع بمعامل توصيل حراري مستقل يؤمن قدرة عالية على العزل لمدة طويلة جداً و ذلك نظراً لخلوه من غاز الفريون القديم (CFC)

و الجديد HCFC خلافاً للبولسترين المبثوق الذي يحتوي على هذه الغازات و يفقد جزءاً كبيراً من قدرته على العزل بمرور الزمن .

مميزات البولسترين الذهبي :

١- يتمتع بمعامل توزيع حراري منخفض K-VALU = 0.032 W/MK .

٢- ثابت لا يتأثر مع مرور الزمن حيث أنه لا يحتوي على غاز الفريون .

٣- لا يمتص الماء تقريباً حيث تصل نسبة امتصاصه للماء إلى أقل من ٠.٢ % من الحجم .

٤- تصنيع 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 ألواح ستايرو – ذات كثافة ٢٠ كجم /م٣ كعزل بين جدارين أو في العزل لداخلي مع الجبس أو الخارجي .

- عزل الأسقف : نظراً لامتصاصه القليل جدا للماء (٠.٢ %) فان البولسترين سابتكس الذهبي يمكن استخدامه في عزل الأسقف بالنظام التقليدي (تحت العزل المائي) أو النظام لمقلوب فوق العزل لمائي حيث تمتاز الألواح بحواف مفروزة مانعة لتسرب المياه .

- يستخدم ستايروف + كثافة ٢٤ – ٢٦ كجم /م٣ للأسطح ذات الأحمال العادية.

- يستخدم ستايروف + كثافة ٣٢ – ٣٥ كجم /م٣ للأسطح ذات الأحمال الزائدة .