متالورجيا المساحيق Powder Metallurgy

هو فرع من(علم الفلزات المتالورجيا) يتناول كيفية إعداد المساحيق الفلزية وتصنيعها ودراستها علمياً وتطبيقياً. ان بداية استخدم مسحوق المعادن ليحل محل صب المعادن التي كان يصعب اذابتها صناعيا بسبب درجة ذوبانها العالية. لقد استعملت هذه الطريقة لتشكيل المعادن والسبائك التي لا يمكن تشكيلها بعمليات التشكيل الميكانيكي أو عمليات التشغيل مثل معادن التنجستن والمولبدنيوم وسبائكهما وخاصة كاربيد التنكستن وكاربيد المولبدنيوم ذو الصلادة الفائقة ودرجات الانصهار المرتفعة ثم اتسع استعمالها إلى أن أصبح يشمل عددا كبيرا من المعادن والسبائك الواسعة الانتشار مثل الألمنيوم والنحاس والصلب . ويهتم بتصنيع السبائك من مساحيق مكوناتها وذلك بخلطها و كبسها تدميجها في شكل المنتج المطلوب ثم تلبيدها. تختلف طرق إنتاج المساحيق الميتالورجية على حسب طبيعة المعدن المستخدم وأيضاً طبيعة المساحيق المراد تحضيرها من حيث الخواص التي يجب أن تتوافر فيها وعند إنتاج المساحيق يجب أن تكبس على أشكال معينه ثم تسخن وتلبد.

طرق إنتاج المساحيق الميتالورجية:

الطرائق الميكانيكية

وتتبع للحصول على مساحيق المعادن الهشة مثل بعض الخلائط الحديدية والحديد الصب الأبيض وأكاسيد المعادن وبعض الخلائط الخاصة، وتستعمل في هذا المجال الطواحين ذوات الكرات أو الطواحين الهزازة أو الطواحين الدوامية التي تحدث فيها دوامات هوائية تؤدي إلى اصطدام حبيبات المادة بعضها ببعض وتطحن أو تسحق ذاتياً. ومن الطرائق الميكانيكية تلك التي يلجأ إليها لتذرير المعدن المصهور أو تقطيعه على شكل قطرات في أثناء صبه في أحواض مائية ليتجمد على شكل حبيبات معدنية.

الطرائق الفيزيائية

إن أكثر الطرائق الفيزيائية شيوعاً للحصول على الأذرة المعدنية هي طريقة التحليل الكهربائي الذي يمكن أن يتم باستعمال المحاليل المائية لأملاح المعادن أو الأملاح المعدنية المصهورة لبعض المعادن النادرة. ويتم التحليل في حوض يحتوي محلولاً مائياً لأحد أملاح المعدن المراد تذريره، ويكون المصعد مصنوعاً من هذا المعدن. وبإمرار التيار المناسب تبدأ ذرات المصعد بالتشرد في المحلول لتنتقل وتترسب على المهبط على شكل صفائح هشة سهلة التفتيت، أو على شكل حبيبات ناعمة يختلف حجمها باختلاف كثافة التيار الكهربائي المستخدم. ويمكن بالتحليل الكهربائي الحصول تقريباً على أذرة المعادن كافة. غير أن هذه الطريقة تقتصر على الحصول على الأذرة الضرورية في صنع

بعض القطع التي تحتاج في تصنيعها إلى أذرة نقية خالية من الشوائب لبعض المعادن كالنحاس والفضة والنيكل، أو في الحصول على أذرة بعض المعادن النادرة مثل الزركونيوم والثوريوم والتيتانيوم. ويمكن الحصول على أذرة المعادن ذات درجات الانصهار المنخفضة بطريقة التكثيف، وذلك بصهر المعدن وتبخيره، ثم تمرير أبخرته على سطوح مبرَّدة، فتتكاثف على شكل حبيبات كروية ناعمة، ذات قابلية جيدة للتشكيل والتلبيد sintering

الطرائق الكيماوية

وتضم مجموعة من الطرائق، منها ما هي كيمياوية فيزيائية أو كيمياوية ميكانيكية، ومنها ما هي كيمياوية صرف وأهمها:

الطريقة الكربونيلية

وهى تعتمد على قابلية إتحاد معظم المعادن مع أول أكسيد الكربون لينتج مركباً كيميائياً يسمى الكربونيل فهذا المركب غير ثابت ويمكن أن يتفكك بسهولة إلى أول أكسيد الكربون والمعدن الصافى الذى يترسب على شكل حبيبات نقية يمكن التحكم في حجمها طريقة الهدرجة.

طريقة الهدرجة

إن أكثر المعادن إذا ما سخنت إلى درجة حرارة واقعة ما بين 300 و 800 درجة مئوية، تصبح ذات قابلية كبيرة للاتحاد مع الهدروجين لتكوّن مركباً يسمى هدريد المعدن، وهذا المركب هش، سهل التفتيت. وتتم العملية بتسخين المعدن (الذي يكون على شكل قطع صغيرة) إلى درجة الحرارة اللازمة، ضمن جو من غاز الهدروجين ليتشكل هدريد المعدن، الذي يجرش ويطحن، ثم يعاد تسخينه من جديد في جو مفرغ من الهواء لتخليصه من الهدروجين. فيُحصل على حبيبات ناعمة من المعدن النقي، ذات قابلية للكبس والتلبيد.

طريقة الإرجاع (الاختزال)

وهي أكثر طرائق الحصول على الأذرة شيوعاً لغزارة إنتاجها وقلة تكاليفها إذ يمكن بوساطتها الحصول على أذرة المعادن من أكاسيدها مباشرة، كما يمكن الاستفادة من مخلفات بعض العمليات

التقنية، مثل قشور الصدأ الناتجة من تطريق المنتجات الحديدية وسحبها. ويتم الاختزال بوساطة مواد اختزال ذات قابلية كبيرة للتفاعل مع الأكسجين من المعدن المراد اختزاله، ويمكن أن تكون صلبة مثل الفحم والصوديوم والكلسيوم والمغنزيوم، أو غازية مثل الهدروجين و أول أكسيد الكربون وغاز النشادر.

وتتلخص عملية تشكيل مساحيق المعادن بثلاثة عمليات أساسية هي :-

1.مزج الخليط

وتستعمل لهذه الغاية خلاطات ذات أشكال مختلفة، الغاية من استعمالها توزيع الحبيبات توزيعاً منتظماً فيما بينها، ويكون الخلط جافاً أو رطباً، وتستعمل طريقة الخلط الرطب على نحو خاص في خلط الأذرة المركبة والحاوية أكثر من مكون واحد، ولاسيما عندما يكون التفاوت في الوزن النوعي بين مكونات الخليط كبيراً، ويستخدم للخلط الرطب كل من الغول (الكحول) والبنزين والماء المقطر والغليسرين وغيرها. من أجل الحفاظ على تجانس الخليط وزيادة انسيابية وقابليته للتشكل، يُلجأ إلى تحبيب granulation الأذرة، وذلك بتكوين تجمعات وقتية الثبات مكونة من عدد كبير من الأذرة المتناهية في الصغر، ويستعان لهذه الغاية بمواد رابطة تساعد في الوقت نفسه على انزلاق الحبيبات بعضها على بعض عند عملية الكبس، ويمكن التخلص منها بسهولة عند عملية التلبيد من دون أن تترك أثراً ضاراً في المنتج. وأهم هذه المواد: البرافين والشمع والمطاط الصناعي والكافور وغيرها من بعض السوائل العضوية.

2.عملية الكبس (compacting) :

ويتم فيها تعريض المساحيق إلى ضغط عالي بوجود درجة الحرارة ويسمى الناتج بالقالب الأخضر ويمكن أن يتم الكبس على البارد أو على الساخن. تكون عملية الكبس ذات أهمية كبيرة لكونها تحدد كثافة وتجانس المنتج النهائي. إن القدرة على الحصول على كثافة ضغط مناسبة تكون محددة غالبا بقابلية التصنيع بطريقة ميتالورجيا المساحيق. إن الغرض من عملية الكبس هو من اجل جمع حبيبات المسحوق المعدني داخل الشكل المطلوب وحسب الأبعاد المرغوب بها اخذين بنظر الاعتبار

التغيرات التي تحصل في العملية اللاحقة للكبس وهي التلبيد. يمكن تصنيف عمليات الكبس إلى نوعين أساسيين هما:

أ-الكبس بالضغط: ويتم باستخدام الضغط في هذه العملية ومن الأمثلة عليها الكبس بالقوالب ، الكبس المتساوي في كافة الاتجاهات وغيرها من العمليات.

ب-الكبس بدون ضغط: وتشمل الكبس بتأثير الجاذبية

3.التلبيد

بعد الانتهاء من الكبس والتشكيل بالكبس تكون القطعة هشة، غير صالحة للاستخدام، تتفتت عند تعرضها لأي جهد خارجي. لذلك تجري لها عملية التلبيد لإكسابها المتانة الكافية، والخواص الفيزيائية والكيمياوية اللازمة للاستخدام. والتلبيد تسخين القطعة أو المنتج إلى درجة حرارة مرتفعة، تصل أحياناً إلى 0.9 من درجة الانصهار المطلقة لمعدن الأذرة أو للمعدن الرئيسي في حال كون الأذرة مزيجاً من عدة مكونات. وتعد عملية التلبيد من أكثر العمليات التكنولوجية أهمية، لتأثيرها المباشر في خواص القطعة المنتجة ومواصفاتها كافة ومدى صلاحها للاستعمال، وذلك لما تحدثه من تغيرات في بنية الأذرة. ومن أهم هذه التغيرات:

أ - تغيّر كمي وكيفي في سطوح الحبيبات وكيفية تلامسها وتداخل بعضها في بعض.

ب - التخلص من الإجهادات الناجمة عن عملية التشكيل.

ج - إعادة التبلور في حبيبات الأذرة ونمو البلورات، واختلاف النسبة بين حجم الفراغات المسامية والحجم الكلي للقطعة.

د - قد ينصهر واحد أو أكثر من مكونات المزيج المؤلَّف من أذرة أكثر من معدن واحد، والطور السائل الناتج قد يكون قابلاً للاندماج في بعض المكونات الصلبة على شكل محاليل صلبة، أو إذابة بعضها في محلول سائل يتبلور فيما بعد إلى محلول صلب أو إلى عدة أطوار صلبة، وقد يقضي وجود الطور السائل على الفراغات المسامية كلياً أو جزئياً. وهكذا فإن البنية الصلبة للمزيج قد تتغير كلياً، وتتغير تبعاً لذلك الخواص كافة. لهذا فإن الحصول على البنية المطلوبة والخواص اللازمة، يتم عن طريق التحكم في العوامل الرئيسية المؤثرة في عملية التلبيد وهي درجة الحرارة التي يتم فيها التلبيد، وزمن إبقاء المزيج في هذه الدرجة، والتركيب الغازي لجو الفرن.

الخواص التكنولوجية للمساحيق

1.الوزن النوعي: وهو حجم ما تشغله مساحيق المعدن من الحجم الكلى الذى تحتله حبيبات هذا المعدن كما يمكن من خلاله تحديد كثافة المعدن وتتعلق هذه الخاصية بخواص أخرى منها حجم الحبيبات وانتظام شكلها ونعومة سطحها وتركيبها الحبيبى.

2. الانسيابية:

فهى قابلية حبيبات المساحيق لملء أجزاء القالب ولهذه الخاصية أثر كبير فى سرعة الكبس .

3. قابلية الكبس: هى قابلية المساحيق للتشكيل والاحتفاظ بالشكل والأبعاد الداخلية للقالب عندما تتعرض لقوة كبس خارجية.

4.شكل حبيبات المساحيق: فهى تختلف باختلاف طبيعة المعدن وطريقة الحصول عليه ويمكن أن تكون كروية أو بيضاوية أو أبرية أو شجرية.

5. البنية الحبيبية للمساحيق: فهى تعتمد على نسب الحجوم المختلفة للحبيبات لأن حبيبات المسحوق الواحد غالبا ما تكون غير متجانسة فى الحجم لذلك يتم تحليلها منخليا.

6. السطح النوعي للحبيبات: فهو مجموع مساحات سطوح الحبيبات فى وحدة الحجم أو الوزن ويتعلق هذا السطح بشكل الحبيبات وبنيتها الحبيبية .

7. تركيب المساحيق:

حيث أن الخليط الواحد من المساحيق قد يتكون من معدن واحد أو أكثر من معدن كما يمكن أن يكون من مركبات معدنية أو مواد غير حديدية وذلك على حسب القطع المراد تصنيعها من هذه المساحيق ويجب أن تجرى سلسلة من عمليات التنقية مثل تخليصها من الشوائب والتنسيق الحبيبى.

واهم منتجات هذه الطريقة :

1-المحامل الذاتية التزييت 2-المرشحات المعدنية 3-أسلاك المصابيح الكهربائية ورؤوس أقلام القطع .

مزايا وعيوب عملية تشكيل مساحيق المعادن :-

تمتاز عملية تشكيل مساحيق المعادن عن غيرها من عمليات التشكيل بما يلي :- 1

-إن منتجات هذه العملية لا تحتاج إلى عمليات إضافية للتشكيل أو التشغيل حيث يمكن استعمالها مباشرة .

2-خطوات إنتاج المنتجات سهلة وذات كفاءة إنتاجية عالية .

3-تتوفر إمكانية إنتاج منتجات لا يمكن تشكيلها أو تكون صعبة التشكيل بالطرق الاعتيادية للتشكيل والتشغيل .

4-تتوفر إمكانية كبيرة لتغيير التركيب الكيمياوي للمنتجات عن طريق التحكم في مزيج المساحيق وبالتالي توفر الإمكانية في الحصول على الخواص المتباينة .

أهم عيوب هذه الطريقة هي:

1-صعوبة إنتاج المنتجات ذات الأشكال أو الهيئات المعقدة .

2- معظم منتجات هذه الطريقة تكون ذات مقاومة ومتانة اقل من منتجات عمليات التشكيل الأخرى .

3-ارتفاع تكاليف صناعة القوالب والمكابس المستعملة في العملية .

صناعه البلاستيك:

دخلت صناعة اللدائن تقريبا كل بيت ومصنع ومكتب فالمقاعد والطاولات وأدوات المائدة والأسقف المعلقة وطلاء الجدران والسيارات والطائرات ومركبات الفضاء وأجهزة التليفزيون والمسجلات السمعية والبصرية وأعمدة الإنارة والملابس لا تخلو من أجزاء البلاستيكية في صنعها مما يجعل الاستغناء عنها أمرا صعبا لان الصناعات البلاستيكية هي صناعة العصر التي تستثمر فيها بلايين الدولارات في مختلف بلدان العالم الغنية والفقيرة على السواء لإنتاج المواد التخليقية والتي بدورها تستخدم في تصنيع مختلف الأشياء التي لم يكن يحلم بها أحد منذ سنوات قليلة. لقد اصبح البلاستيك شيئا مقبولا في المجتمع الذي نعيشه مكونا حضارة كاملة بما يفرزه لنا من جديد التصميمات والأشكال كل يوم بما يجعلنا نقول بكل اطمئنان إننا نعيش عصر البلاستيك الذي هو راتنجات صناعية (راتنيج هو إفراز المواد الهيدروكربونية من النبات،) تنتج من تفاعلات كيميائية لمواد عضوية ، وترتبط صناعة البلاستيك ارتباطا وثيقا ببعض الصناعات الأساسية العصرية كتقطير البترول وصناعات الحديد والصلب والصناعات الكيميائية ، كما أنها تدخل مباشرة في صناعات أخرى لا حصر لها كالصناعات المعدنية والأخشاب وكابلات الكهرباء والإلكترونيات والأجهزة المنزلية وصناعات التغليف . الخ . ويمكن تقسيم صناعة البلاستيك إلى قسمين رئيسيين هما : **تصنيع اللدائن والمنتج النهائي .أما تصنيع اللدائن** فيقصد بها عملية الحصول على المادة الرانجية من خاماتها الأولية (أساسا البترول) وتقوم بذلك شركات كبيرة ذات استثمارات طويلة الأجل تعتمد في عملها على مصانع البتروكيماويات حيث تتوافر لها معامل أبحاث حديثة وعلماء متخصصين لإنتاج مختلف أنواع الراتنجات في أشكال قياسية كالمساحيق والحبيبات والعصي والسوائل والعجائن .

أما النوع الثاني من صناعة البلاستيك وهو المنتج النهائي فيقصد به عملية تشكيل الراتنجات في صورة المنتج النهائي الصالح للاستعمال الاستهلاكي اليومي وتعتمد المصانع في عملها على مكونين أساسيين هما **مادة الراتنج وشكل القالب المطلوب** إلى جانب عدد غير محدود من نوعيات ماكينات التشغيل التي تختلف في تصميمها حسب طريقة الإنتاج المستخدمة في التصنيع . لذلك يتفاوت حجم المؤسسات العاملة في مجال الحصول على المنتج النهائي تفاوتا كبيرا فمنها مؤسسات ضخمة تقوم بصنع الماكينة والقالب (مثل أمريكا وألمانيا واليابان) وأخرى اصغر منها حجما تقوم بتصنيع القالب فقط في ورش خاصة بها كما يحدث في معظم مصانع البلاستيك في العالم الثالث كما توجد الكثير من الوحدات الإنتاجية(الورش) التي تقوم بتشغيل المنتج النهائي فيها بعد الحصول على الراتنج والآلة والقالب من مصادر خارجها ، وظهر في هذا المجال شركات تقوم بتأجير القالب المطلوب لفترة محدودة لتلك الورش الصغيرة.

مزايا وعيوب البلاستيك

يوجد للمواد البلاستيكية مزايا وعيوب كأي مادة أخرى يستخدمها الإنسان إلا أن أهم ما يميز البلاستيك عن غيره من المواد الطبيعية الأخرى و اجتماع الخواص المتعددة في المادة البلاستيكية الواحدة بينما المواد الأخرى يتمتع كل منها بخاصية منفردة مميزة وهذا هو السبب في الانتشار الكبير لاستخدامات المنتجات البلاستيكية فمن الممكن أن تجتمع صفات القوة والمرونة والصلابة وخفة الوزن والشفافية في آن واحد في مادة بلاستيكية واحدة مما يجعلها صالحة لعدة استخدامات متباينة بينما المواد الأخرى بخاصيتها المنفردة لا يمكن أن تصلح لذلك. ومن المزايا أيضا تعدد الألوان الواسع وخاصية العزل للسخونة والبرودة والكهرباء ومقاومة التآكل وسهولة التشغيل ورخص التكاليف .

أما العيوب فهي صعوبة الإصلاح وإمكانية إعطاء رائحة غير مرغوب فيها وعدم احتمال درجات الحرارة العالية وعدم ثبات الأبعاد والتعرض للكسر والتلف إلى جانب التأثيرات البيئية الضارة في حالة إحراقها أو استخدامها كأواني وأكواب للطعام والشراب .

معلومات أساسية

ومن المهم جدا للعاملين في صناعة البلاستيك التعرف الجيد على الخواص الكيميائية والفيزيائية للدائن (**الثرمو بلاستيك**) وهي مواد التلدن بالحرارة وبالتالي يمكنهم الاختيار الامثل لنوعية الاستخدام المطلوب ، لذلك يجب معرفة لماذا وكيف تشغل هذه المواد بالطرق المختلفة ، فالعلاقة بين خواص كل لدينة وتأثير هذه الخواص على الطريقة المستخدمة في تشكيلها وسبب اختيار لدينة معينة لمنتج ذي خواص مميزة تتناسب مع استخدامه العملية هي مفتاح فهم صناعة البلاستيك وينبغي تذكر العوامل الثلاثة التالية وهي الخواص المميزة للراتنج وكيف تحدد هذه الخواص طريقه تصنيعه (حقن – بثق – نفخ ... الخ) وملاءمة هذه الخواص للاستخدام العملي للمنتج المطلوب .

والنوع الثاني من منتجات اللدائن هي مواد (الثرموستينج) وهي من المواد التي يتم فيها عملية البلمرة بالتصلد بالحرارة ففي حين تكون مواد الثرموبلاستيك بطريقة البلمرة بالإضافة نجد أن مواد (الثرموستينج) تتكون بطريقة البلمرة بالتكثيف مما يعطينا جزئيات ذات سلاسل طويلة شبكية متقاطعة تنتج بوليمرات متينة قوية لا تنصهر أي غير قابلة لإعادة التشكيل بالحرارة ، وبالتالي فان طرق تشغيلها محدودة بالمقارنة بطرق تشغيل مواد الثرموبلاستيك كما أن العوادم الناتجة عن التشغيل لا يمكن إعادة استخدامها مرة أخري ويستخدم الكيميائي مواد الحشو كمسحوق الخشب والألياف الزجاجية لتحسين خواص الثرموستينج في الاستخدامات العملية.

طرق تشكيل البلاستيك

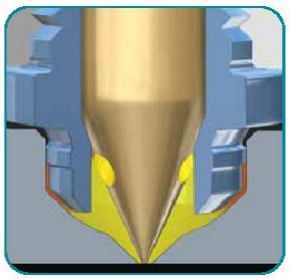
ولها عده طرق:

(طريقة القولبة بالحقن ، طريقة البثق ، قوالب الضغط والنقل ، الصقل ، مواد ألواح التشكيل الحراري ، اللدائن المصبوبة ، طريقة القولبة بالبلاستيزول ، اللدائن الرقائقية).

توجد اللدائن على شكل حبيبات بودرة أو سوائل أو عصي أو أنابيب وبالتالي فان عملية تصنيعها للحصول على المنتج النهائي تختلف لتتناسب مع طبيعة الشكل الموجودة عليه . ونلاحظ أن المواد الثرموبلاستيكية (مواد التلدن بالحرارة) تكون قابلة للتصنيع بمعظم الطرق المعروفة بينما المواد الثرموسيتنج (مواد التصلد بالحرارة) تحتاج إلى طرق أخري للتشكيل ، وهذا يرجع إلى الخاصية المميزة للمواد الثرموبلاستيكية بإمكانية اعادة تشكيلها بالتسخين دون حدوث تغير كيميائي في تركيبها في حين أن المواد الثرموستينج يكون التفاعل الكيميائي لعملية البلمرة أثناء عملية صناعة المنتج النهائي منها بتأثير الحرارة والضغط والعوامل المنشطة ، وهذا المفهوم يجب تذكرة دائما عند دراسة طرق تصنيع البلاستيك ونوع الراتنج المستخدم في عملية التصنيع .

ـقوالب الحقن Injection moulds :

يمكن القول إن أسلوب تصنيع البلاستيك بطريقة قوالب الحقن هو الأسلوب الشائع الاستعمال في تشكيل المواد البلاستيكية وهو أيضا واحد من اقدم الأساليب في هذا المجال. ويمكن تلخيص أساسيات عملية الصب في قوالب بواسطة الحقن إلى الخطوات التالية:



1:يملأ القادوس بحبيبات الراتنج المستخدم.

2- يسخن الراتنج إلى الدرجة التي تجعله لينا وقابلا للتدفق.

3 - يدفع الراتنج المتدفق خلال الفونية إلى تجويف القالب (أنثى القالب).

4- عندما يبرد القالب فينفصل نصفيه متباعدين.

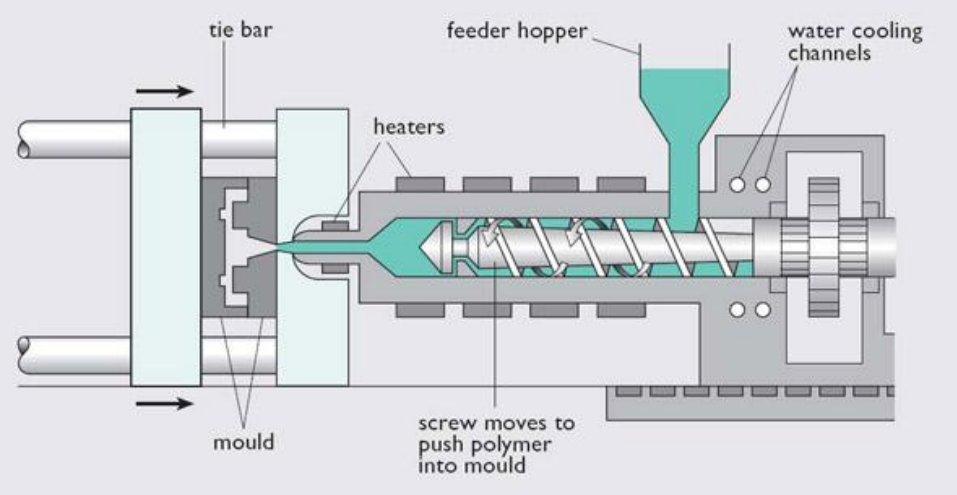
5- يطرد المنتج النهائي من القالب .

قد توجد خطوات اقل أو اكثر من هذه الخمسة الأساسية حسب نوع وطراز ماكينة الحقن المستخدمة إلا أنها ولابد أن تتبع هذه الخطوات الأساسية .

مكائن الحقن في قوالب

:توجد مكائن الحقن في أحجام وقدرات مختلفة وقد تكون يدوية لتشغيل أو تعمل بالكهرباء أو آلية أو نصف اليه كما أن الأنواع الحديثة منها تخضع لبرمجة الكمبيوتر ، كما تختلف أنواعها حسب وزن المنتج النهائي وعزم المكبس الذي يقوم بربط نصفي القالب أثناء الحقن. ويتراوح وزن المنتج النهائي بين عدة جرامات إلى اكثر من عشرة كيلو جرام كما يصل عزم الربط بين نصفي القالب إلي اكثر من 2700 طن. وتتكون ماكينة الحقن من وحدتين اساسيتين هما:

الوحدة الأولى : وحدة حقن البلاستيك الساخن وفيها -1 : قادوس التغذية. 2- اسطوانة الحقن الساخنة. 3- كباس الحقن أو النظام اللولبي



. وهناك تصميمات مختلفة لمكائن الحقن إلا أنها تعتمد أساسا على أحد النوعين التاليين :

1- مكائن تستخدم دافعة الحقن.

2 -مكائن تستخدم الكباس اللولبي التبادلي .

والفرق بين النوعين هو في الطريقة التي يتم بها دفع المادة البلاستيكية الساخنة من داخل اسطوانة الحقن الساخنة عبر الفونية الى القالب. ولما كان النوع الثاني هو الأكثر شيوعا واستخداما فهو ما سنعني به في هذا الكتاب وذلك للميزات التالي :

1- سرعة المشوار.

2- انخفاض درجة حرارة الانصهار.

3- سهولة امتزاج الصهير . وفي مكان القلاووظ (اللولب) التبادلي تتم عملية الحقن حسب الخطوات التالية:

1 -توضع البودرة في القادوس لتسلك طريقها إلى اسطوانة الحقن خلال فتحة اتصال.

2- تتقدم البودرة إلى الأمام نتيجة للحركة اللولبية للكباس والتي تدفع بها تحت ضغط عال الى الجدران الساخنة للاسطوانة كي تنصهر ومع تزايد الضغط وتراجع اللولب يتجمع مزيد من البودرة المنصهرة تمهيدا لبدء دفعة الحقن.

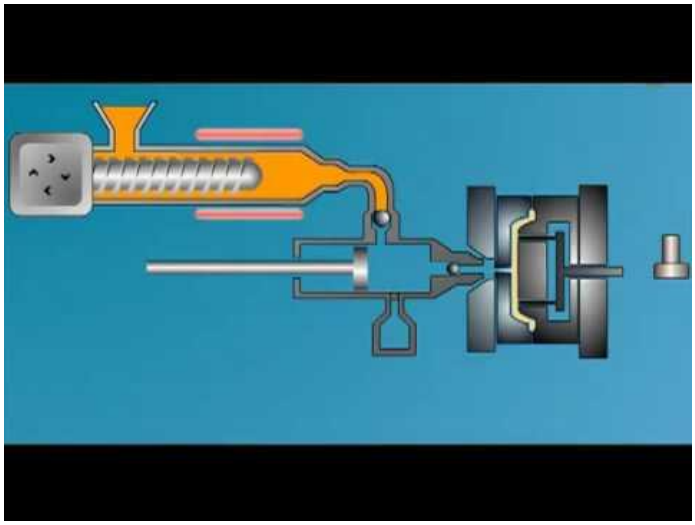
3- باندفاع اللولب إلى الأمام هيدروليكيا تحقن البودرة المنصهرة من خلال الفونية مرورا بعيون الصب والمجاري إلى تجاويف القالب المغلق.

4- يظل تأثير ضغط الاندفاع فترة قصيرة تسمح للصهير المحقون بالثبات في القالب.

5- يتراجع اللولب ويقل الضغط بينما يقوم الماء بتبريد القالب حيث تتماسك وتتصلب المادة المنصهرة بسرعة متخذة شكل القالب.

6- يفتح القالب ويطرد المنتج النهائي من النصف المتحرك فيها ما بضغط الهواء أو بواسطة خابور طرد زنبركي.

7- يغلق القالب مرة أخرى لبدء مشوار جديد.

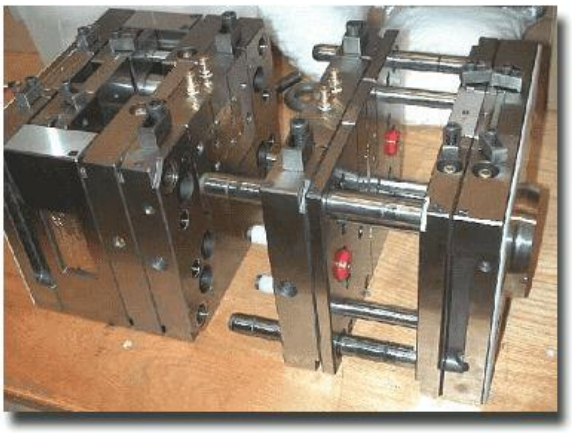


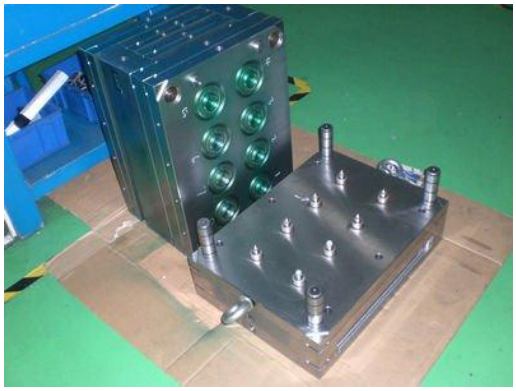
الوحدة الثانية : وحدة فتح وغلق نصفي القالب وتتكون من طنبور (صينية) ثابت يوضع عليه نصفي القالب وآخر متحرك هيدروليكيا.

قوالب الحقن

يتكون القالب المستخدم في مكائن الحقن من نصفين أحدهما ثابت وملتصق بالصينية الثابتة للماكينة ويتصل مباشرة بالفونية أثناء التشغيلة بينما النصف الآخر متحرك مع الصينية المتحركة ويتصل به عادة نظام طرد المنتج (بضغط الهواء أو خوابير الطرد).وهناك آلاف الأشكال لقوالب الحقن ذات الأحجام المتباينة وبعضها هد يعطي وحدة واحدة من المنتج والبعض الآخر قد يعطي وحدات متركزة في المشوار الواحد (خاصة الوحدات الصغيرة الحجم) . حيث يقوم مصمم القالب بوضع عدة تجاويف فيه تحقن بالبلاستيك المنصهر في نفس المشوار وذلك بعمل مجاري في القالب تحمل الصهير من عنق الصب إلى كل تجويف على حدة عبر بوابة ذات فتحة اصغر من اتساع المجرى حتى تعطي امتلاء كامل ومنتظم للتجويف وفي نفس الوقت تسهل عملية فصل المنتج النهائي عن المجاري.

وتتميز طريقة الحقن في قوالب بالإنتاجية العالية وهذا عامل رئيسي في خفض تكلفة الإنتاج حيث نجد أن سعر القالب والماكينة مرتفعان جدا بالمقارنة بسعر الخام المستخدم في احقن لذا يجب أن يكون الإنتاج غزيرا لتغطية هذه التكلفة العالية حين بيعه بسعر رخيص في الأسواق .ومعظم مكائن الحقن يمكنها إنتاج آلاف القطع البلاستيكية في الوردية الواحدة اعتمادا على وزن وحجم المنتج النهائي وزمن المشوار . ونلاحظ هنا انه يمكن لجميع المواد الثرموبلاستيكية أن تصنع بطريقة الحقن .





المعدات الثانوية المساعدة

1-التلوين : يتم تلوين حبيبات أو بودرة الراتنج في براميل للتغليب قبل وضعها في قادوس الماكينة وذلك بخلها بنسبة 1 – 5% صبغة مركزة باللون المطلوب.

2- التجفيف **:** بعض المواد الثرموبلاستيكية (كانايلون) تمتص الرطوبة من الجو مما يؤدي إلى ظهور فقاقيع مائية على سطح المنتج النهائي ، لذا فان الراتنج المستخدم يجب تسخينه الى ما قبل درجة انصهاره لطرد بخار الماء منه قبل إدخاله في القادوس ، ومعظم مكائن الحقن الحديثة مزودة بوحدة تجفيف ملحقة بقادوس الماكينة.

3- التبريد : لابد من استخدام نظام تبريد عبارة عن مواسير يجري بها تيار من الماء البارد المتجدد حول القالب لتبريده وامتصاص حرارة الصهير المحقون فيه ما يساعد على سرعة تماسك المنتج النهائي وبالتالي تقليل زمن المشوار.

4- الكسارة : لما كانت المواد الثرموبلاستيكية يمكن إعادة استخدامها لذا فان النفايات الناتجة عن التشغيل كالقطع المعيبة أو الزوائد الناتجة عن التشذيب (محل فتحة الصب أو بواسطة كشارة مثقبية يفضل اتصالها بالماكينة مباشرة (لمنع التلوث) حيث تقوم سكاكين التقطيع بقذف النفايات إلى الكسارة ثم تدفع الحبيبات الناتجة بالشفط إلى القادوس لتختلط بالحبيبات الجديدة متجهة جميعها إلى وحدة الحقن .ويمكن تغذية الكسارة يدويا بواسطة العامل حيث توضع بجانب ماكينة الحقن إلا أن المشكلة الأساسية في الأسلوب اليدوي هو تلوث واتساخ الحبيبات الناتجة أثناء النقل .

حقن مواد الثرموست (مواد التصلد بالحرارة).

علمنا مما سبق أن مواد الثرموست تحتاج إلى الحرارة وليس التبريد لكي تتم بلمرتها إلى مواد صلبة . ويمكننا بإجراء بعض التعديلات في مكائن الحقن ذات اللولب التبادلي أن نستخدم طريقة القولبة بالحقن لإنتاج قطع بلاستيكية من مواد الثرموست .ولعمل ذلك فإننا نقوم بتسخين مادة الثرموست في الاسطوانة إلى درجة حرارة تجعلها لينة (من 65م إلى 115م) ثم تحقن إلى القالب الساخن وتترك لتأخذ شكلها النهائي عند درجة حرارة (من 162م إلى 204م) وبعد تصلبها فإنها تطرد من القالب ساخنة .

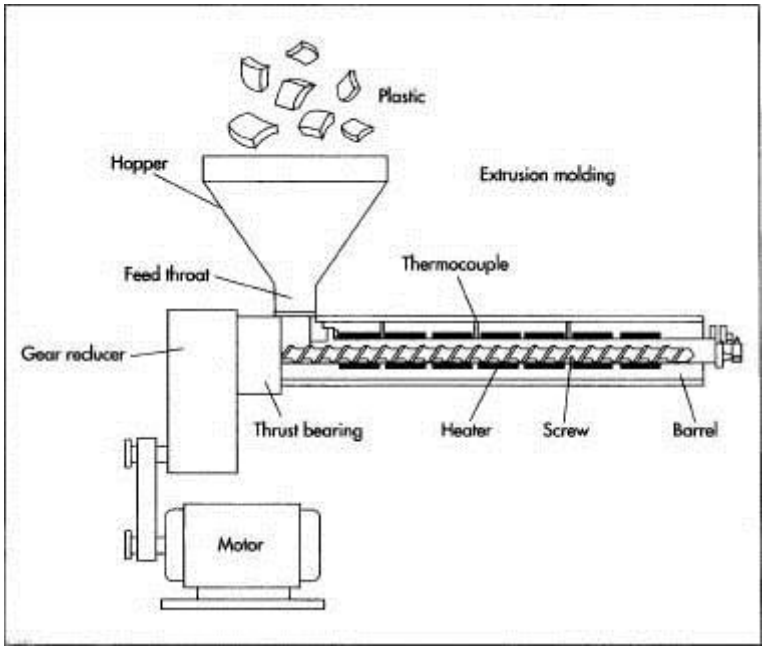
طريقة البثق:

عملية البثق هي الطريقة المثالية لتصنيع أشكال بلاستيكية ذات أحجام قياسية كالقضبان والأنابيب والشرائط والألواح ، وهي تصلح للمواد الثرموبلاستيكية فقط ، ويمكن تلخيص أنواع المنتجات التي نحصل عليها بهذه الطريقة إلي :

(1) الأشكال القياسية كالقضبان والأنابيب والألواح والأشكال ذات المقاطع الغير عادية .

(2) الشرائط المفردة أو المتعددة الطبقات للاستخدام المباشر أو كطبقة تغطية للورق ، الملابس او أي سطح اخر.

(3) عمل طبقة حماية وعزل حول الأسلاك والكابلات بالبثق .ويختلف حجم المنتج حسب حجم الماكينة أو على الأصح باختلاف طول وسمك اللولب الدوار والذي يتراوح بين 20 سم في المكائن الكبيرة الى 2 سم المكائن الصغيرة .



الأجزاء الرئيسية في ماكينة البثق :

1-قادوس التغذية.

2- اللولب الدوار ويوجد داخل ماسورة محاطة باسطوانة التسخين ، ويمكن تقسيم طول اللولب الى 3 اجزاء هي

: أ- قسم التغذية وهو المتصل بالقادوس.

ب- قسم الضغط وهو الجزء الأوسط الذي يندفع فيه البلاستيك اللدين الى الامام.

ت- ـ قسم القياس وهو الجزء الأخير من اللولب والمنتهي بمصفاة لمنع الشوائب من المرور للفونية

3- اللقمة وهي قالب معدني قياسي الحجم حسب نوع المنتج . وبخروج البلاستيك المنبثق من الماكينة يتم سحبه إلى وحدة اخرى ملحقة حيث يبرد متخذا شكله النهائي . وتتلخص طريقة البثق في تغذية المادة الثرموبلاستيكية وانتقالها عبر اللولب الدوار الساخن تحت ضغط عال خلال فتحة قياسية الحجم إلى (لقمة القالب) حيث يتم سحبها وتبريدها خارج الماكينة .

عملية البثق :

1- يملأ القادوس بحبيبات المادة الثرموبلاستيكية.

2- تلتقط الحبيبات بواسطة اللولب الدوار المحاط ببطانة مصلدة لاسطوانة البثق وتدفع للأمام وعلى طول اللولب الدوار واندفاع حبيبات البلاستيك إلى امام فانها تسخن وتلين وتنعم بتأثير عاملين :

أ- السخانات الخارجية المحيطة بماسورة اللولب.

ب- الحرارة الناتجة من احتكاك الحبيبات مع جسم اللولب الدوار وفي أثناء حركة المواد الثرموبلاستيكية على طول اللولب الدوار فإنها تمتزج في صهير متجانس ومتماسك مع بعضها أو مع المادة الملونة (في حالة إضافة لون إليها) وهذا التجانس يمنع حدوث تموجات سطحية أو عدم انتظام المقطع للمنتج النهائي .

3.تدفع المادة المنصهرة تحت ضغط عال عبر رصة ترشيح (تمنع مرور الشوائب) إلى لقمة القالب.

4- يخرج القطاع البلاستيكي المنبثق من اللقمة إلى وحدة التبريد ليتصلب متخذا شكله النهائي بعد تقطيعه إلى الأطوال أو المساحات المطلوبة أو لفة على اسطوانات ذات إحجام وسعات معلومة .

بثق الشرائط والألواح المسطحة :

يتم عادة بثق الألواح المسطحة حوالي 6 سم بينما يطلق اسم الشرائط على منتجات البثق ذات السمك اقل من 0.25 سم . ويستخدم نفس نظام البثق في القطاعات الأخرى (كالقضبان والأنابيب) في بثق الألواح والشرائط مع ملاحظة اختلاف لقمة القالب ومعدات الاستلام النهائي .

البثق لتغطية الأسلاك

من أهم التطبيقات العملية لطريقة البثق هو تغطية الأسلاك المعدنية والكابلات بمادة بلاستيكية عازلة للكهرباء ومقاومة للتآكل وعوامل الجو .وهي تماثل عمليا طريقة بثق الأنابيب لشاقة في لقمة القالب تستبدل بدليل متدرج) بالتناقص) يمر من خالاه السلك المعدني المراد تغطيته وأثناء مرور المادة البلاستيكية الساخنة عبر لقمة القالب فإنها تحيط بالسلك المعدني الساخن (تكون درجة حرارته كدرجة انصهار المادة البلاستيكية) ويحرجا الاثنين كوحدة واحدة من لقمة القالب حيث يبردا ويلف السلك أو الكابل على بكرات ذات إحجام وأطوال قياسية ._ومن الراتنجات الشائع استخدامها في تغطية الأسلاك والكوابل راتنج البولي ايثلين وكلوريد البولي فنيل والنايلون كما يستخدم أحيانا راتنج السيليكون للكابلات ذات المقاومة العالية للحرارة .

FIBER GLASSالألياف الزجاجية

الأساليب المختلفة فى تصنيع الفيبرجلاس:

تستخدم الراتنجات البلاستيكية مع نسيج المادة المقوية في عمليات إنتاج البلاستيك المقوى ، وعادة تشبع مادة التقوية بالراتنج قبل صبها في القوالب بعدة طرق فنية مختلفة حسب نوع المنتج وحجمه ونوع مادة الراتنج والمادة المستخدمة للتقوية .ويستخدم تعبير الألياف الزجاجية (الفيبرجلاس) غالبا للدلالة على القوالب المقواة أيا كان نوع المادة المستخدمة في التقوية رغم أن هذا التعبير يشير إلى الإنتاج الذي تستخدم فيه الألياف الزجاجية في عملية التقوية ، ويبدو أن ذلك يرجع إلى شيوع استخدام الألياف الزجاجية في معظم المنتجات المقواة مقارنة بغيرها من مواد التقوية .ومن المنتجات البلاستيكية المقواة هياكل السيارات ، حشوات الأسطح والجدران ، العصي المستخدمة في رياضة القفز بالزانة ، مقاطع الطائرات ، خوذات السلامة والقوارب .

الراتنجات المستخدمة في قوالب التقوية

تستخدم راتنجات الثرموستينج أساسا في عملية تقوية اللدائن ، ويعتبر راتج البوليستر أهم الراتنجات المستخدمة في هذا المجال وذلك لما يتمتع به من قوة العزم ورخص التكاليف إلى جانب خاصيته في التماسك في درجة حرارة الغرفة (25°م) ، ويستخدم في حشوات المباني والقوارب وأجزاء السيارات .

تحذير هام :

يجب ملاحظة أن مادة العامل المنشط أو عامل التصلب المستخدمة عادة لتقوية الألياف الزجاجية مع راتنجات البوليستر هي مادة غاية في الخطورة ، إذا دخلت قطرة واحدة من هذه المادة في العين فإنها تسبب تلف نسيج العين بالتالي العمى إذا لم تغسل بالماء خلال 4 ثوان على الأكثر من وقت الإصابة وإذا لم يتم ذلك

فليس هناك علاج معروف حتى الآن لوقف تلف نسيج العين .والى جانب البوليسترات راتنجات الداي آليل فيثالات ، السيليكون ، الفينولات ، الايبوكسي والميلامين اخذين في الاعتبار الخواص المميزة لكلا منها وملاءمة تلك الخواص للمنتج المطلوب .

مواد التقوية:

كما أسلفنا أن اكثر المواد استخداما في تقوية اللدائن هي الألياف الزجاجية) الفيبرجلاس) حتى أنها تطلق عليه جميع منتجاته عموما إلا انه يمكن استخدام خيوط النسيج والبلاستيك والورق والاسبتوس والجرافيت لنفس أغراض التقوية في حالات خاصة تتطلب احتمال درجات حرارة عالية مع القوة وخواص العزل الجيدة .أما الألياف الزجاجية فتتوافر على شكل حصائر منسوجة ذات درجات متعددة م السمك ونوعيات مختلفة من النسيج فقد تنتظم الالياف في جميع الاتجاهات مما يجعلها سهلة التشكل ف يتجاويف القالب ذات الحدود الضيقة والدقيقة أو قد تتخذ الألياف اتجاها معينا داخل النسيج يخدم غرض مطلوب في الاستخدام . وهناك الألياف الزجاجية المفرومة التي تستخدم في القوالب سابقة التجهيز حيث تختلط مع الراتنج مكونة عجينة يعاد خلطها مع سائل الراتنج ويرش بها سطح القالب .

قالب البلاستيك المقوى

يستخدم الصلب عادة في صناعة القوالب المغلقة المتوائمة والتي تستخدم في إنتاج كميات كبيرة من المنتج ويتميز إنتاج هذه القوالب بالأسطح المصقولة من الجانبين .أما القوالب المفتوحة فتصنع من مواد كالجبس ، البلاستيك ، الصفائح المعدنية ، الخرسانة والخشب ونلاحظ أن المنتج منها ذو سطح مصقول من جانب واحد .ويختلف نوع القالب ومادة تصنيعه حسب كمية الإنتاج المطلوب والتقنية المستخدمة في الإنتاج وكذلك نوع الراتنج المستخدم .وعادة تثبت هذه القوالب على الصينية العلوية أو السفلية لمكبس هيدرولكي ذي حجم مناسب.