

## صناعة 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 أصبح 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 (رانتيج 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 .



اجزاء سيارات

عدسات لاصقة

اجهزة كهربائية

ادوات طبية

النظارات

أما النوع الثاني من صناعة البلاستيك وهو المنتج النهائي فيقصد به عملية تشكيل الراتنج 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 تفاوتاً كبيراً فمنها مؤسسات ضخمة تقوم بصنع الماكينة والقالب ( مثل أمريكا وألمانيا واليابان ) وأخرى اصغر منها حجماً 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 أيضاً تعدد الألوان الواسع و خاصية 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 الثرمو بلاستيك 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 الثرمو بلاستيك كما أن العوادم الناتجة عن التشغيل لا يمكن إعادة استخدامها مرة أخرى ويستخدم الكيميائي مواد الحشو كمسحوق الخشب والألياف الزجاجية لتحسين خواص الثرموستينج في الاستخدامات العملية.**

## طرق تشكيل البلاستيك

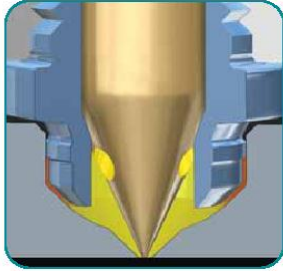
ولها عدة طرق:

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

توجد اللدائن على شكل حبيبات بودرة أو سوائل أو عصي أو أنابيب وبالتالي فإن عملية تصنيعها للحصول على المنتج النهائي تختلف لتناسب 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 أخرى للتشكيل ، وهذا يرجع إلى الخاصية المميزة للمواد الثرموبلاستيكية بإمكانية إعادة تشكيلها بالتسخين دون حدوث تغير كيميائي في تركيبها في حين أن المواد الثرموسيتنج 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 .

### -قوالب 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 ليئا وقابلا للتدفق.

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

4- عندما يبرد القالب فينفصل نصفه متباعدين.

5- يطرد المنتج النهائي من القالب .

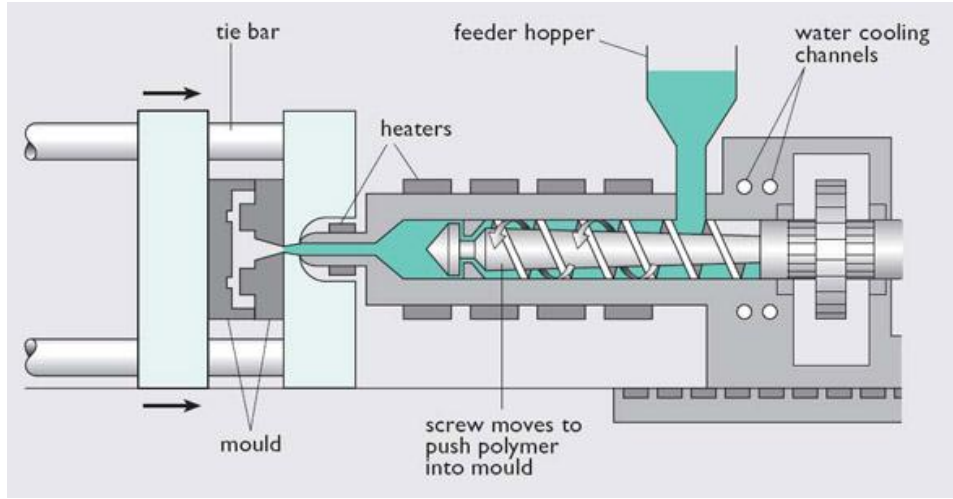
قد توجد خطوات اقل أو اكثر من هذه الخمسة الأساسية حسب نوع وطراز ماكينة الحقن المستخدمة إلا أنها ولا بد أن تتبع هذه الخطوات الأساسية .

## مكائن الحقن في قوالب

توجد مكائن الحقن في أحجام وقدرات مختلفة وقد تكون يدوية لتشغيل أو تعمل بالكهرباء أو آلية أو نصف إليه 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 أكثر من عشرة كيلو جرام كما يصل عزم الربط بين نصفي القالب إلى أكثر من 2700 طن. وتتكون ماكينة الحقن من وحدتين أساسيتين 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

لبداء دفعة الحقن.

3- باندفاع اللولب إلى الأمام هيدروليكيًا 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

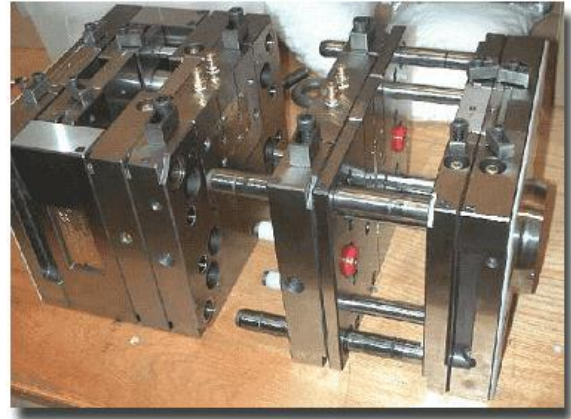
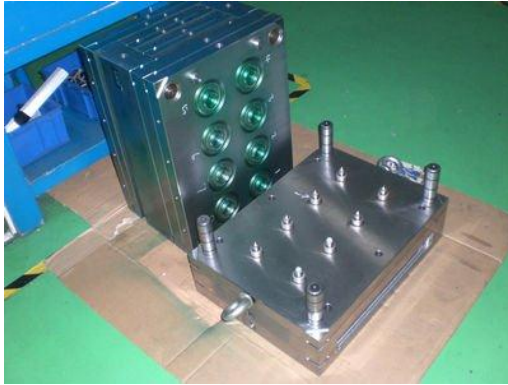
بسرعة متخذة شكل القالب.

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

زنبركي.



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 الحقن لذا يجب أن يكون الإنتاج غزيرا لتغطية هذه التكلفة العالية حين يبيعه 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 الترموبلاستيكية 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 الترموبلاستيكية (كانايلون) تمتص الرطوبة من الجو مما يؤدي إلى ظهور فقاعات 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 مثقبة 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 القولية 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 .

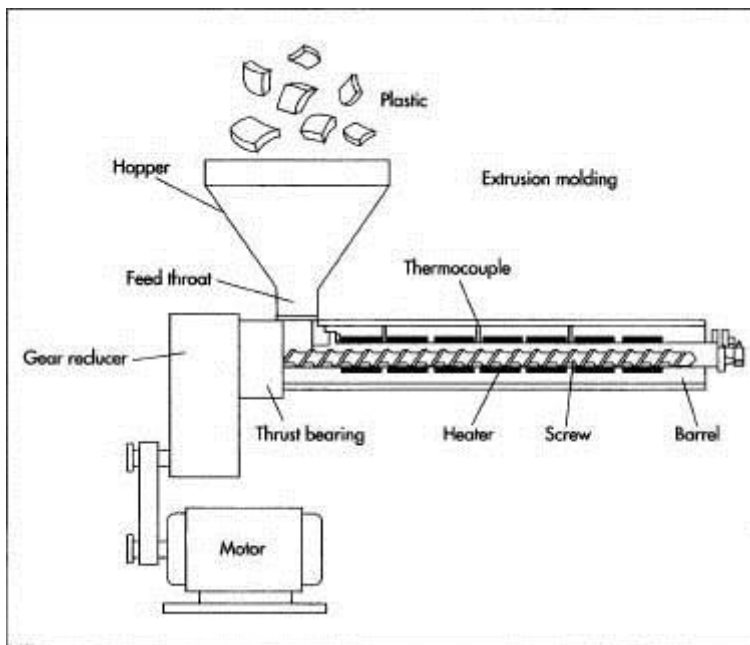
طريقة البثق:

عملية البثق هي الطريقة المثالية لتصنيع أشكال بلاستيكية ذات أحجام قياسية كالقضبان والأنابيب والشرائط والألواح ، وهي تصلح للمواد الترموبلاستيكية 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 المكينن الكبيرة الى 2 سم المكينن 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- - 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

سحبها إلى وحدة اخرى ملحقة حيث يبرد متخذا شكله النهائي . وتتخلص 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 إجمام 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 ( كالكضبان 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 خلاله 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 الاثنتين كوحدة واحدة من لقمة القالب حيث يبردا ويلف السلك أو الكابل على بكرات ذات إجمام وأطوال قياسية . ومن الراتنجات الشائع استخدامها في تغطية الأسلاك والكوابل راتنج البولي ايثيلين وكلوريد البولي فنيل والنايلون كما يستخدم أحيانا راتنج السيليكون للكابلات ذات المقاومة العالية للحرارة .

## FIBER GLASS الألياف الزجاجية

### الأساليب المختلفة في 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 هيكل 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 راتنج 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 البوليمرات راتنجات الداى 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 هيدروليكي ذي حجم مناسب.