

الجامعة الأردنية  
كلية الهندسة والتكنولوجيا  
قسم الهندسة الكيميائية  
صناعات اردنية 0905101

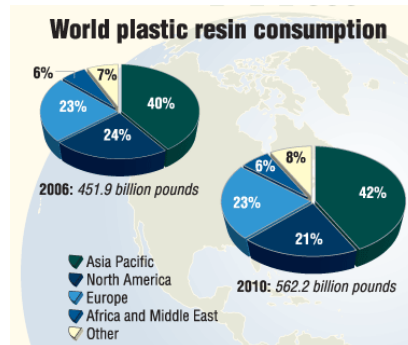
## المبلمرات واللدائن

### مقدمة

دخلت صناعة البلاستيك (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 الأجزاء 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 راتنتاج صناعية 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.



## مزايا و عيوب البلاستيك

يوجد للمواد البلاستيكية مزايا و عيوب كأى مادة أخرى يستخدمها الإنسان إلا أن أهم ما يميز البلاستيك عن غيره من المواد الطبيعية الأخرى هو:

1. 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.
2. ومن المزايا أيضا تعدد الألوان الواسع.
3. خاصية العزل للسخونة والبرودة والكهرباء.
4. مقاومة التآكل.
5. سهولة التشغيل.
6. رخص التكاليف.

### أما العيوب فهي:

1. صعوبة الإصلاح.
2. إمكانية إعطاء رائحة غير مرغوب فيها.
3. عدم احتمال درجات الحرارة العالية.
4. عدم ثبات الأبعاد.
5. التعرض للكسر والتلف.
6. التأثيرات البيئية الضارة في حالة إحراقها أو استخدامها كأواني وأكواب للطعام والشراب.

## تعريف أساسية

- 1- البلمرة: اتحاد كيميائي لجزيين أو أكثر من مادة واحدة أو أكثر ذات تركيب جزيي بسيط لتكوين مركب كتلته الجزيئية كبيرة و يختلف في خواصه الفيزيائية و الكيميائية عن المركبات المكونة له.
- 2- البوليمر ( polymer )  
ويسمى في بعض الأحيان الجزيء العملاق (macromolecule) وهو جزيء لمركب كيميائي ويتمثل بوزن جزيئي عالي، والجزيء على شكل سلسلة حلقاتها عبارة عن جزيئات لمركب بسيط ترتبط مع بعضها البعض بروابط تساهمية. ( covalent bond )
- 3- المونمر ( Monomer )  
ويقصد بالمونمر مركب كيميائي بسيط ذو وزن جزيئي صغير و يتميز جزيء هذا المركب بتركيب خاص يمكنه التفاعل مع جزيء آخر من نوعه أو مع جزيء لمركب آخر و تحت ظروف مناسبة لتكوين سلسلة البوليمر.
- 4- الوحدة التركيبية المتكررة (structural repeating unit)  
تسمى الوحدة التركيبية أو البنائية التي يتكرر وجودها على طول سلسلة البوليمر ب (ماكرو جزيء) وهي اما متشابهة او مختلفة متكررة بشكل منتظم وتوضع صيغتها بين قوسين.

مثال:

لو أن (A) هو الوحدة البنائية فان الماكرو جزئى يكون على النحو التالي(A-A-A-A-A-A--)

## لماذا كلمة بوليمر:

إن كلمة (بوليمر) لاتينية الأصل وهي مركبة من مقطعين هما بولي (poly) وتعني متعدد و مر (mer) وتعني جزء أو وحدة، لذلك (polymer) تعني متعدد الأجزاء أو متعدد الوحدات.

والآن تعد البوليمرات العضوية ذات أهمية بالغة في حياة الإنسان إذ تدخل في الوقت الحاضر في مكونات غذائه وكسائه ومسكنه ، فهو ينتفع من النشويات والسكريات والبروتينات في الغذاء ويستخدم القطن والصوف والحريير وجلود الحيوانات في صنع الملابس كما يستفيد من الخشب في تشييد المسكن والأثاث ويستخدم المطاط والصبغ وغيرها من المواد التي لا تحصى في أغراض شتى.

وقد حلت بعض البوليمرات المحضرة صناعيا في الآونة الأخيرة مكان المواد الطبيعية وهذا ناتج عن التطور الهائل الذي حصل في الصناعات الكيماوية والقائمة على النفط ومشتقاته وهذه تتميز بصفات ميكانيكية جيدة كما تتميز برخص الثمن وتوفرها بشكل كبير وقد تم استخدامها في صناعة الأدوات المنزلية والصناعات الحربية و المدنية كالسيارات والطائرات والغواصات والأجهزة الكهربائية.

## مصادر البوليمر

يمكن الحصول على البوليمرات من مصدرين أساسيين هما:

### 1- البوليمرات الطبيعية: Natural Polymers

وهي مركبات مصدرها إما نباتي أو حيواني ،مثال ذلك الخشب والقطن والمطاط الطبيعي والأصماغ النباتية والصوف والجلود والشعر والوبر والحريير الطبيعي وجميعها مركبات بوليمرية طبيعية ضرورية لحياتنا اليومية ويمكن الحصول عليها من مصادر نباتية أو حيوانية ، ومن المواد الغذائية التي تعد بوليمرات طبيعية

النشا والبروتين (Protein) و السليلوز (Cellulose)

### 2- البوليمرات المحضرة: Synthetic Polymer

وهي المواد التي غزت الأسواق العالمية حديثا ومنها المواد البلاستيكية (Plastics) والمطاط (Rubber) وأقمشة النايلون (Nylons) والجلود الصناعية (Synthetic Leather) والبولي استر (Polyesters) وبعض الاصباغ (dyes) و الطلائع الواقية وغيرها . ومن هذا يتضح مدى أهمية هذا الحقل من حقول الكيمياء في خطط التنمية الصناعية وازدهار القطر صناعيا واقتصاديا وتدل الإحصائيات التي أجريت عام 1975م في الولايات المتحدة الأمريكية أن 75% من الكيميائيين يتعاملون مع البوليمرات بصورة مباشرة أو غير مباشرة فما بنا في عصرنا الحالي.

ففي الآونة الأخيرة أخذت صناعة البوليمرات تدخل حتى في عالم الإلكترونيات وبشكل كبير حتى دخلت في تصنيع مصادر الطاقة للأجهزة الإلكترونية احمولة نظرا لخفة وزنها ومواصفاتها الأخرى الحسنة. وتعتبر المبلمرات الاصطناعية مبلمرات بسيطة نسبيا بالمقارنة مع المبلمرات الطبيعية وأقل في التكلفة.

## تقسيمات المبلمرات الصناعية

تنقسم المبلمرات الصناعية إلى خمسة أقسام تبعا لخواصها الفيزيائية وهي:

### 1- الثرموبلاستيكات:

وهي المبلمرات الصناعية الصلبة التي تلين بارتفاع الحرارة ثم تعود لصلابتها بالتبريد دون تغير في تركيبها الكيميائي.

2- الثرموستاتيكات:

وهي المبلمرات ذات القواطع العرضية والتي تعطي بتسخينها مبلمرات شديدة الصلابة (لا تلين بالتسخين كما في الثرموبلاستيكات) وتستخدم في صناعة المواد اللاصقة وهي مثل البولي يوريثان ، ويوريا ولدائن ميلانين، ولدائن الفينول الإيبوكسي.

3- الملدنات:

وهي مواد عضوية صغيرة وتستخدم كملدنات للمبلمرات الصلبة مثلاً البلاستيك لتعطيها ليونة ومن أهمها ثنائي الكيل فيثالات.

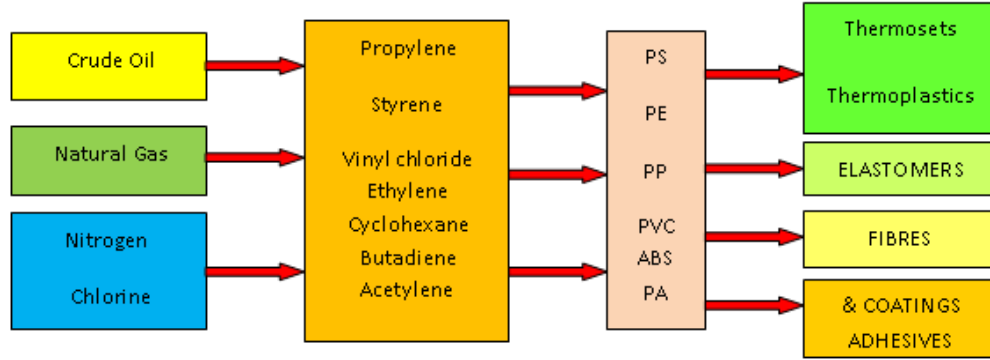
4- الاستومير ( المبلمرات المرنة (Elastomers)

وهي مواد هيدروكربونية غير مشبعة ذات أوزان جزيئية عالية وتتميز بأن لها القدرة على تحمل زيادة الطول تصل نسبتها من 500 إلى 100% ومن ثم ترتد إلى شكلها الأصلي بعد إزالة السبب وتنتج هذه المرونة من عملية ترابط شبكي بسيط بين السلاسل المكونة لها ومن أمثلتها المطاط.

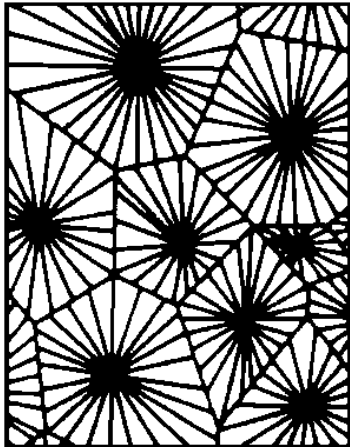
5- الألياف الصناعية (Fibers)

وهي من أهم المبلمرات المستخدمة في الصناعة وتمتاز بمقاومة شديدة للتشوه وتتحمل إطالة صغيرة حوالي (10-50%) ولها قوة شد عالية لاحتوائها على مراكز قطبية أو هيدروجينية وتمتاز بضعف امتصاصها للرطوبة ولها درجة تبلور عالية نتيجة لوجود قوى ثانوية من أمثلة هذه الألياف بولي استر وبولي أميد وبولي بروبيلين.

## 6- المواد الاولية للمبلمرات



## الخواص الفيزيائية للبوليمرات



يمكن تصنيف البوليمرات من حيث حالتها الفيزيائية إلى متبلورة وغير متبلورة وهناك نوع ثالث بينهما هي المبلمرات شبه المتبلورة ونعني بالتبلور في البوليمرات تكوين تراكيب منتظمة ، ونادراً ما تتكون بلورات منفردة ذات أشكال هندسية ثابتة ، كما في المركبات العضوية البسيطة واللاعضوية. أما البوليمرات غير المتبلورة (الزجاجية) فتكون سلاسل الجزيئات البوليمرية منتشرة بشكل غير منتظم .

وتعد هذه الأنظمة سوائل من الناحية الفيزيائية وتسمى بالسوائل المتجمدة وكما الحال في الزجاج الاعتيادي فالتعريف الفيزيائي للمادة الصلبة الحقيقية هي التي تكون متبلورة أما غير المتبلورة تكون عادة شفافة كالزجاج وذات مرونة أكثر نسبياً من المتبلورة.

وتكون المناطق المتبلورة في البوليمر منتظمة أما باقي السلاسل البوليمرية فتبقى موزعة بشكل اعتباطي وتكون في الحالة الزجاجية ، والنسبة بين المناطق المنتظمة المتبلورة وغير المنتظمة تدعى بدرجة التبلور. وتعتمد درجة التبلور على عدة عوامل منها طبيعة الجاميع الفعالة ( المستبدلة ) الموجودة على السلسلة البوليمرية وحجمها ومدى قطبيتها ودرجة تفرع السلاسل والانتظام الفراغي لها . وكلما قلت درجة التفرع وكانت السلاسل متجانسة ومنتظمة كلما زادت القدرة على التبلور والعكس بسبب ازدياد القوى البينية للجزيئات.

## طرق تشكيل البلاستيك

توجد اللدائن على شكل حبيبات بودرة أو سوائل أو عصي أو أنابيب وبالتالي فإن 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 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.

### أ- طريقة القوالب بالحقن Injection Moulding

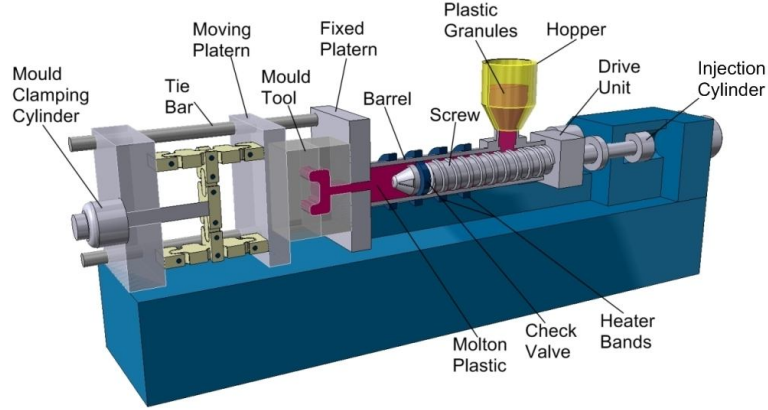
يمكن القول إن أسلوب تصنيع البلاستيك بطريقة قوالب الحقن هو الأسلوب الشائع الاستعمال في تشكيل المواد البلاستيكية وهو أيضا واحد من اقدم الأساليب في هذا المجال. ويمكن تلخيص أساسيات عملية الصب في قوالب بواسطة الحقن إلى الخطوات التالية :

- 1- يملأ القادوس بحبيبات البوليمر المستخدم.
  - 2- يسخن البوليمر إلى الدرجة التي تجعله ليئا وقابلا للتدفق.
  - 3- يدفع البوليمر المتدفق خلال الفونية إلى تجويف القالب ( أنثى القالب ).
  - 4- عندما يبرد القالب فينفصل نصفه متباعدين.
  - 5- يطرد المنتج النهائي من القالب.
- وقد توجد خطوات اقل أو أكثر من هذه الخمسة الأساسية حسب نوع وطراز ماكينة الحقن المستخدمة إلا أنها ولا بد أن تتبع هذه الخطوات الأساسية ، ونجد في الصور المرفقة بعض ماكينات الحقن وأنواع المنتجات المختلفة منها.

### مكائن الحقن في قوالب :

توجد مكائن الحقن في أحجام وقدرات مختلفة وقد تكون يدوية التشغيل أو تعمل بالكهرباء أو آلية أو نصف آلية 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 إلي أكثر من 2700 طن. وتتكون ماكينة الحقن من وحدتين أساسيتين هما :

- 1- قادوس التغذية.
  - 2- اسطوانة الحقن الساخنة.
  - 3- كباس الحقن أو النظام اللولبي.
- الوحدة الثانية : وحدة فتح وغلق نصفي القالب وتتكون من طنبور ( صينية ) ثابت يوضع عليه نصفي القالب وآخر متحرك هيدروليكيًا.



### قوالب الحقن

يتكون القالب المستخدم في مكائن الحقن من نصفين أحدهما ثابت وملصق بالصينية الثابتة للماكينة ويتصل مباشرة بالفونية أثناء التشغيل 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 متركرة 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.

وتعرف المنتجات البلاستيكية المصنعة بمكائن الحقن من نقطة الحقن التي تظهر عليها وتكون غالبا عن خط الاتصال بين نصفي القالب أو في منتصف المنتجات الاسطوانية الشكل كالفناجين ... الخ.

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 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 الترموبلاستيكية أن تصنع بطريقة الحقن.

### ب- طريقة البثق EXTRUSION

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 إلى

- (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.

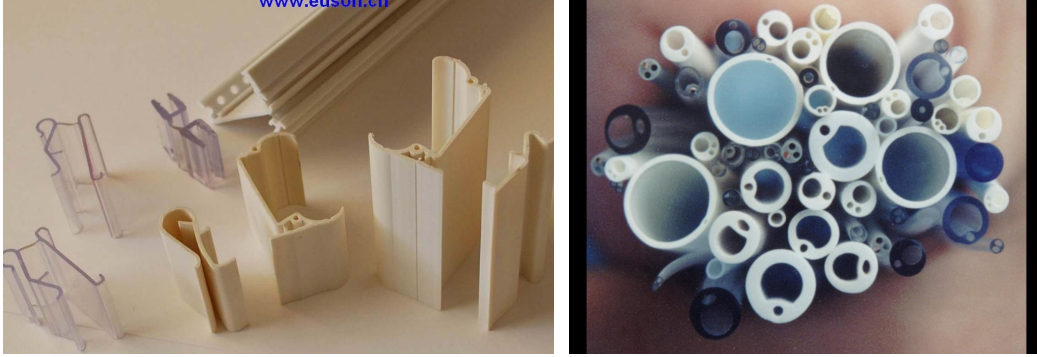
الأجزاء الرئيسية في ماكينة البثق :

- 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.

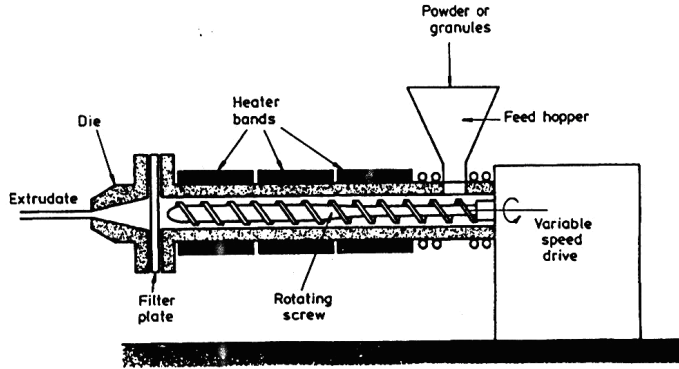
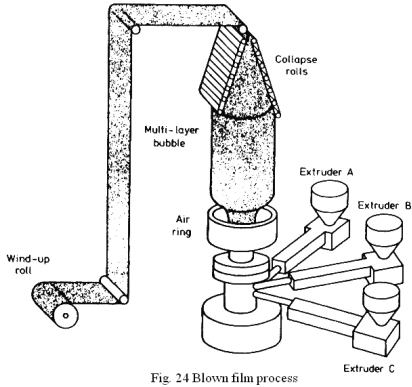
ت- قسم القياس وهو الجزء الأخير من اللولب والمنتهي بمصفاة لمنع الشوائب من المرور للفونية.

ث- قسم الضغط وهو الجزء الأوسط الذي يندفع فيه البلاستيك اللدين الى الامام.  
 3- اللقمة وهي قالب معدني قياسي الحجم حسب نوع المنتج.  
 وبخروج البلاستيك المنبثق من الماكينة يتم سحبه إلى وحدة اخرى ملحقة حيث يبرد متخذاً شكله النهائي.  
 وتتلخص طريقة البثق في تغذية المادة الترموبلاستيكية 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 الترموبلاستيكية.
- 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- سخانات الخارجية المحيطة بماسورة اللولب.  
 ب- الحرارة الناتجة من احتكاك الحبيبات مع جسم اللولب الدوار.
- وفي أثناء حركة المواد الترموبلاستيكية 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 متخذاً شكله النهائي بعد تقطيعه إلى الأطوال أو المساحات المطلوبة أو لفة على اسطوانات ذات إحجام وسعات معلومة.



### ت- طريقة القولبة بالنفخ BLOW MOULDING

تستخدم قوالب النفخ في إنتاج الأجزاء البلاستيكية من مادة الترموبلاستيك ذات التجويف رقيق الجدران (كالقوارير مثلاً) وذلك بوضع اسطوانة من البلاستيك تسمى "باريسون" بين فكي القالب الذي يقوم بثني نهايتي الاسطوانة البلاستيكية الساخنة بينما يندفع هواء مضغوط بقوة ليدفع بالصهير البلاستيكي إلى جدران القالب ، وبالتبريد يصبح البلاستيك المترام على جدران القالب الداخلية جامدا وقويا متخذاً شكلها.

ويمكن حصر تقنية النفخ في ثلاث مراحل أساسية :



أولا : تليين البوليمر بالتسخين وذلك باستخدام باثق لتسخين اللدينة إلى حالة الانصهار ودفعها إلى راس لقمة القالب (وهذه المرحلة مشابهة تماما لعملية البثق).

ثانيا : تكوين الاسطوانة الباريسون حتى تكون جاهزة للدخول بين نصفي القالب.

ثالثا : نفخ الاسطوانة داخل القالب بواسطة هواء مضغوط يقوم بفرد مادة الباريسون المنصهرة على جدران تجايف القالب متخذة شكله (زجاجة مثلا) علما بأنه عند غلق نصفي القالب فان الضغط الهيدروليكي المستخدم في الإغلاق يقوم بثني نهايتي اسطوانة الباريسون.



وتعتبر طريقة تصنيع البلاستيك بالنفخ واحدة من العمليات الرئيسية في صناعة البلاستيك وبالتالي في الأسواق العالمية مما نلمسه يوميا من إنتاج غير محدود للقوارير والزجاجات التي نستخدمها في حياتنا اليومية.

وقد استخدم هذا الأسلوب أساسا بغرض تصنيع القوارير الأسطوانية البسيطة ومع التقدم التقني السريع وتصميمي ماكينات ذات مواصفات متميزة تطورت عمليات النفخ لينتج منها مختلف الأشكال بكميات وفيرة حيث ناجذ دورة الإنتاج زما قصيرا ، كما أمكن إنتاج نوعيات ذات أشكال معقدة.

وفي الواقع العملي فانه يمكننا الآن إنتاج أي جسم مفرغ تقريبا باستخدام تقنية النفخ سواء كانت مقاعد وظهور كراسي السيارات أو مساند الرأس والأذرع وكذلك الزجاج الأمامي.

ويستخدم البولي إيثيلين بكثرة في عمليات النفخ حيث انه بوليمر مثالي لإنتاج القوارير الخفيفة وكذلك الحاويات الصلبة القوية. ويمكن استخدام النفخ في معظم أنواع المواد الترموبلاستيكية إلا أن كلوريد البولي فنيل ، والبولي كربونات والاسيتال تستخدم بقلّة في هذا المجال.

ويعتبر أهم تطبيق عملي تجاري لعملية النفخ هو إنتاج القوارير والأدوات ذات الاستخدام الواحدة نظرا لخفة وزنها وعدم قابليتها للكسر وسهولة التخلص منها كفضلات بالحرق والتكلفة الإنتاجية البسيطة جدا مقارنة بالزجاج. ويستخدم عنصر الألومنيوم في صناعة القوالب المستخدمة في عمليات النفخ بدلا من سبيكة النحاس والبريليوم التي كانت تستخدم في السابق.

عملية النفخ :

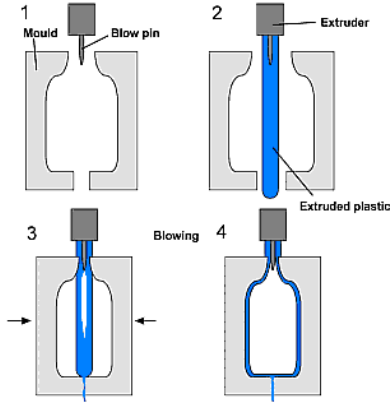
أولا : قبل التشغيل :

- 1- يبدأ ترتيب عملية النفخ بتأمين القوالب المطلوبة وتثبيتها على الصينية المتحركة هيدرليكيًا في الماكينة.
- 2- تضبط لقمة القالب مقاس وسمك جدران الباريسون عند بثقه.
- 3- يملأ القادوس بحبيبات المادة البلاستيكية أما يدويا أو بنظام تفرغ أو توماتيكي.



- 4- تشغيل سخانات لتدفئة الراتنج وتليينه في اسطوانة البائق رؤوس لقمة القالب.
- 5- يضبط ضغط الهواء المستخدم في نفخ الاسطوانة (الباريسون).
- 6- تضبط مواقع الطرد للمنتج النهائي.
- 7- تشغيل دورة التبريد بالمياه لضبط حرارة القالب وتنشيط النظام الهيدروليكي في الماكينة والذي يقوم بفتح وغلق القالب.

ثانيا : بدء التشغيل :



- 1- نضغط زر التشغيل للباتق في الوضع "Auto" أي تشغيل اوتوماتيكي.
- 2- تنبثق اسطوانة الباريسون بين نصفي القالب المفتوح.
- 3- يغلق نصفي القالب هيدروليكيًا ويندفع هواء مضغوط ينفخ الاسطوانة البلاستيكية ويفردها على جدران القالب متخذة شكل تجاويفه.
- 4- بعد إتمام دورة النفخ يفتح القالب ويترد المنتج النهائي.
- 5- تقطع النهايات المنتهية للمنتج لنهايي في عملية التشغيل اما في ماكينة منفصلة او يتم نقلها اوتوماتيكيًا الى ماكينة التقطيع.



وكما نعلم فإن المادة الترموبلاستيكية يمكن تكسيروها وإعادة استخدامها مرة أخرى لذا فإن بقايا التقطيع والإنتاج المعيب يتم تكسيروه وإعادة تغذية القادوس به.

عملية النفخ مع الحقن:

تختلف هذه العملية عن عملية النفخ العادية في ان الباريسون يتم انتاجه بواسطة الحقن. ويتم تشكيل الباريسون في قالب حول خابور في الوسط ثم ينقل إلى قالب النفخ حيث يشد بين نصفيه ، وفي تلك المرحلة يدفع هواء مضغوط خلال الخابور الاوسط لفرد الباريسون الساخن على تجاويف القالب.

وتتميز هذه العملية بان المنتج النهائي لا يحتاج إلى قطع الزوائد حيث انه لم يتم تثنية أصلا قبل دخوله القالب كما أنها تعطي سطحا أملسا متجانسا وكذلك شكل العنق يكون مضبوطا مما يعطي الفرصة لتصنيع الحاويات ذات الاشكال الغير تقليدية بهذه الطريقة إلا أن تكلفة مكائن النفخ مع الحقن تكون أعلى من تكلفة مكائن النفخ التقليدية (مع البثق) وذلك لضرورة وجود قالبين وكذلك محطتين للقوالب فيها كما أن زمن المشوار فيها أطول من المكائن العادية كما توجد بعض القيود على حجم وشكل القالب المستخدم.

### ث- القولية بالضغط Compression Moulding

تتلخص هذه الطريقة في وضع كمية محسوبة من البوليمر في القالب الذي يسخن صم يدفع مكبس على العجينة المنصهرة فتملأ الفراغات داخل القالب حيث يرفع الضغط بعد أن يأخذ الراتنج شكل التجاويف التي ملأها ثم يترك ليتصلب بتأثير التفاعلات الكيميائية التي تتم عملية البلمرة كما هو معلوم في مواد الترموسيتنج.

وتوجد مواد الترموسيتنج على شكل مسحوق أو حبيبات أو صفائح أو حبال وفي بعض الأحيان يتم تشكيلها على هيئة أقراص سبابة التشكيل متصلة ببعضها وذات أوزان محسوبة لا تسمح إلا بكميات ضئيلة زائدة (فاقد) عند كبسها داخل القالب (والطبع يجب قطع هذه الزيادة عند تشطيب المنتج النهائي قبل اكتمال تصلبه).

وتتراوح درجة حرارة القالب المسخن بين 93م و 205م بينما يتراوح الضغط في المكبس بين 1000 و 10000 رطل / بوصة مربعة وتكتمل عملية بلمرة الراتنج في زمن ما بين 3 و 20 دقيقة.

ويمكن احتواء القالب الواحد على تجويف أو أكثر حسب حجم المنتج وبصنع عادة من مادة الفولاذ ذات الأسطح العالية الصقل لتعطي إنتاج ذو مظهر جيد.

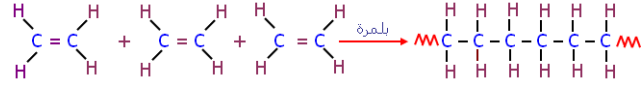
ويتم تثبيت نصفي القالب بصينية المكبس الهيدروليكي العلوي والسفلي وذلك حتى يكون قفلهما وقفهما هيدروليكي أثناء دورة التشغيل.

وفي المكائن اليدوية فإن العامل يقوم بوزن كمية الراتنج المطلوبة وضعها داخل القالب الساخن ودفع ذراع المكبس يدويا ثم إخراج الناتج من القالب وقطع الزائد منه قبل تمام تصلبه , بينما نجد في المكائن الآلية كمية الراتنج المحسوبة تغذي القالب وتضغط ويفتح القالب بعد فترة زمنية قياسية وبطرد الناتج أليا إلا في حالة إذا كان هناك أجزاء معدنية يراد إدخالها في المنتج النهائي فتلك توضع بواسطة العاملة يدويا في القالب المفتوح ثم تكمل الدورة أليا.

اهم الميلمات

#### 1- مبلمر الاثيلين

ينتج مبلمر البولي إيثين من اتحاد عدد كبير من جزيئات الإيثين ، وأثناء عملية ارتباط جزيئات الإيثين تتكسر الروابط الثنائية بين ذرتي الكربون ، ويسمى هذا النوع من التفاعل بتفاعل الإضافة . يمكن تمثيل بلمرة الإيثين كما يلي:



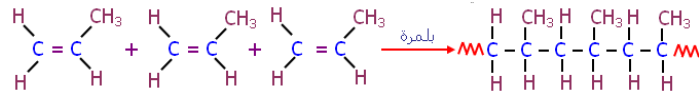
وتتم عملية البلمرة بتسخين غاز الإيثين تحت ضغوط كبيرة ، وبوجود عامل مساعد. استخدامات مبلمر متعدد الإيثين :

- 1- صنع الأغشية البلاستيكية
- 2- صنع أكياس تعبئة الخضراوات وأكياس النفايات
- 3- صنع الأدوات المنزلية
- 4- تغليف الأسلاك الكهربائية لأنه مادة عازلة



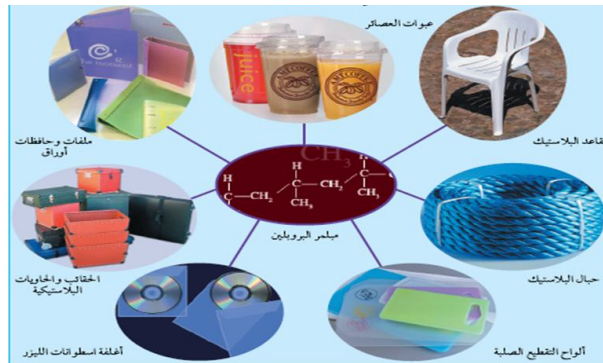
## 2- البولي بروبيلين

ينتج مبلمر البولي بروبيلين من اتحاد عدد كبير من جزيئات البروبين ، وأثناء عملية ارتباط جزيئات البروبيلين تتكسر الروابط الثنائية بين ذرتي الكربون ، ويسمى هذا النوع من التفاعل بتفاعل الإضافة  
يمكن تمثيل بلمرة البروبيلين كما يلي:

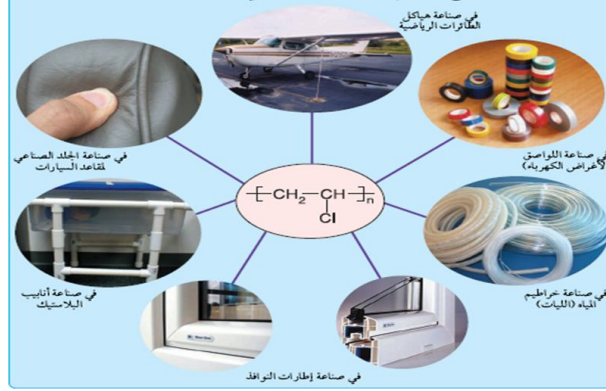


استخدامات مبلمر متعدد البروبيلين:

- 1- نفس استخدامات مبلمر متعدد الإيثين
- 2- صناعة الحبال.
- 3- صناعة السجاد.
- 4- صناعة المنسوجات



### 3- ميلمر كلوريد الفينيل



### 4- ميلمر الستايرين



### 5- ميلمر النيلون



وهو الاسم التجاري الذي اطلقتها شركة ديبونت التجارية على انتاجها من مادة كيميائية تسمى (أميد) وهي مادة مهمة في صناعة الالياف الصناعية.

ويستخدم النيلون في صناعة الجوارب، والملابس والسجاد والمواد المقوية لاطارات السيارات واكياس الاطعمة التي تطهى داخل الكيس وشباك الصيد وفرشاة الاسنان.

### الدائن، المجتمع، والبيئة

أسهمت الدائن في تطور ورفاهية المعيشة بطرق عدة لاتعد ولا تحصى. فالعديد من المنتجات قد تكون أكثر غلاءً أو قد لا تكون موجوده لولا وجود الدائن. ولكن حتى وقتنا الحاضر، فإننا عند استخدام أي مادة فهناك منافع ومضار بيئية لهذا الاستخدام.

أولاً، هناك تأثير بيئي ناتج عن تصنيع الدائن فإن صناعة الدائن عملت بجد على تقليل إستهلاك الطاقة والماء، وانتاج المخلفات خلال عملية التصنيع

ثانياً ، خلال حياة منتجات اللدائن، فإن منتجات اللدائن بإمكانها توفير الطاقة وتقليل انبعاث ثاني أكسيد الكربون عبر طرق متنوعة. كمثال على ذلك، فإن كون اللدائن خفيفة الوزن يقلل من الحاجة إلى الطاقة. ولذا فإن الاجزاء اللدائنية في السيارات والطائرات تقلل من وزن المركبة وبالتالي تقلل الطاقة المستخدمة لإدارة محركات المركبات أي تقلل الانبعاثات.

