

Les Thermodurcissables :

Introduction :

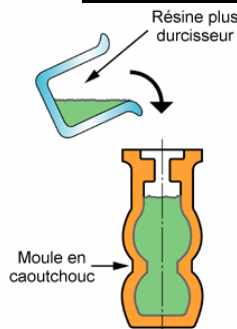
Les débuts du plastique date de 1870 fabrication et de la première boule de billard en cellulose. Mais ce n'est que dans la première moitié du XXème siècle que les matières plastiques ont pris un véritable essor. La production actuelle est de plus de 170 millions de tonnes par an.

Définition :

Les thermodurcissables sont des mélanges de molécules, de chaînes appelées polymères. Les thermodurcissables sont des chaînes avec de véritables liaisons chimiques. La forme qu'on leur donne après chauffage est irréversible. S'ils sont soumis à haute température ils cassent. Ils représentent 20% du marché mondial des plastiques.

Les différents procédés de mise en forme :

1. La coulée de polymères :



Plusieurs résines sont suffisamment fluides avant polymérisation pour être coulées, c'est à dire versées dans un moule de forme sans appliquer de pression. La plupart des thermodurcissables peuvent être coulés. Un retrait considérable se produit, pouvant atteindre 21% et il faut en tenir compte lorsque l'on conçoit des moules pour la coulée. L'utilisation de sirops de polymère avec du monomère fabriqués en interrompant la polymérisation permet de contrôler la température et le retrait.

Utilisations typiques :

Godets de chaînes élévatrices, grands engrenages, feuilles, tuyaux, encapsulation en électronique, barreau, balles de bowling, outillage en époxy. On utilise la coulée centrifuge pour des tuyaux, des citernes et des récipients.

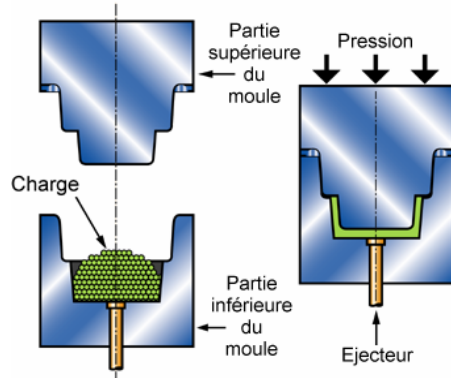
Les données économiques :

L'outillage nécessaire est bon marché; on peut faire des moules rigides (métal ou époxy) ou flexibles (élastomère). Pour les petits outillages, le prix est en dessous de 100 € pour les grands outillages, il est de quelques milliers d'euros.

L'environnement :

La plupart des polymères émettent des vapeurs pendant la réticulation. Une ventilation adéquate est importante.

2. Le moulage par compression :



En moulage par compression on place dans un moule chauffé une quantité pré-pesée de polymère, généralement un thermodurcissable, sous forme de granulés ou de tablette préformée contenant la résine et le durcisseur. On ferme le moule ce qui donne une pression suffisante pour forcer le polymère dans la cavité du moule. On laisse le polymère réticuler, on ouvre ensuite le moule et on en retire la pièce. Le moulage par compression est limité à des formes simples sans contre-dépouilles.

Notes techniques :

Les pièces nécessitent généralement une certaine finition pour enlever les bavures. Les moules sont faits en aluminium, fonte ou acier coulé. Ils sont chauffés à la vapeur ou électriquement jusqu'à la température de réticulation ou de moulage (typiquement 140-160°C). Les temps de cycle typiques sont de 2-4 minutes.

Utilisations typiques :

Pièces pour appareils électriques ou électroniques, pièce de table, agitateurs pour machine à laver, poignées d'ustensiles, couvercles de récipients, capots d'appareils électroménagers; SMC : panneaux de carrosserie et pare-chocs pour des voitures ou des camions, boîtiers de compteur de gaz ou d'électricité et boîtiers de fusibles. BMC : formes plus compliquées.

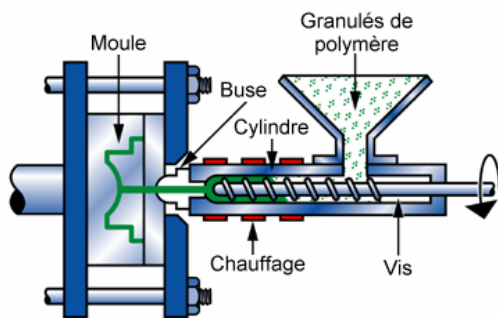
Les données économiques :

Les coûts d'outillage sont élevés, ils dépendent essentiellement de la taille et de la complexité des moules. . Le moulage par compression est très fréquemment utilisés pour de grandes pièces pour lesquels il est moins cher que le moulage par injection ou le moulage par transfert de résine; La taille maximale possible est déterminée uniquement par la capacité de la presse. Les coûts d'outillage sont relativement élevés, ce qui tend à les limiter aux grandes séries

L'environnement :

Le procédé lui même ne cause pas de dommages à l'environnement mais on ne peut pas recycler les bavures et les déchets dans le cas des thermodurcissables.

3. Le moulage par injection :



L'équipement le plus courant pour le moulage des thermoplastiques est la presse avec vis réciproquante, représentée schématiquement dans l'illustration. Les granules de polymère sont amenés dans une presse en spirale où ils se mélangent et se ramollissent pour atteindre une consistance pâteuse qui peut être forcée de pénétrer par un ou plusieurs canaux (carottes) dans le moule. Le polymère se solidifie en maintenant une pression (pression de maintien) et les pièces sont alors éjectées. Les thermoplastiques, les thermodurcissables et les élastomères peuvent chacun être moulés par injection. La co-injection permet le moulage de pièces avec des matériaux, des couleurs ou des caractéristiques différents. Le moulage par injection d'allégés permet la production économique de grandes pièces moulées en utilisant un gaz inerte ou un agent de gonflage chimique pour faire des pièces qui ont une peau compacte et une structure interne cellulaire.

Recommandations pour la conception :

Le moulage par injection est le meilleur moyen de produire en masse des petits articles en polymère, précis et avec des formes complexes. Le fini de surface est bon; on peut facilement changer la texture et le décor en modifiant le moule et des détails fins sont bien reproduits. On peut surmouler sur des étiquettes décoratives qui apparaissent à la surface des pièces (voir décoration dans le moule). La seule opération de finition est le décarottage.

Utilisations typiques :

Extrêmement varié. Des capots, des récipients, des couvercles, des boutons, des poignées d'outils, des pièces de plomberie, des lentilles etc.

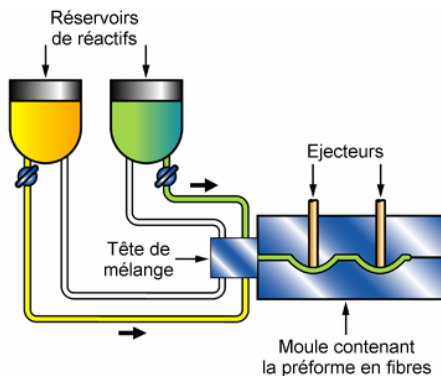
Les données économiques :

Le coût en capital est moyen à élevé, les coûts d'outillage sont d'habitude élevés – ce qui rend le moulage par injection économique uniquement pour les grandes séries. La vitesse de production peut être élevée particulièrement pour de petites pièces.

L'environnement :

Un système d'extraction d'air peut être nécessaire pour les fumées volatiles. Des expositions significatives aux poussières peuvent se produire dans la formulation des résines.

4. Le moulage par injection-réaction (RIM) :



Le moulage par injection-réaction est un procédé basse pression (0,35 – 0,70 MPa) utilisé pour la polymérisation in-situ de pièces. Il utilise des produits chimiques de basses viscosités préchauffés. Ces substances chimiques sont conduites sous pression dans une tête de mélange d'où elles sont injectées dans le moule où la polymérisation se fait. Le procédé est généralement utilisé pour de grandes pièces qui peuvent avoir des formes complexes. On l'utilise le plus couramment pour du polyuréthane thermodurcissable (PUR). Les pièces allégées structurelles produites par cette technique ont une peau compacte créée par le refroidissement sur la paroi du moule et un cœur allégé ou moussé.

Notes techniques :

Le moulage par injection-réaction (RIM) est surtout utilisé pour le polyuréthane thermodurcissable, particulièrement pour faire des pièces allégées structurelles, mais il peut également être utilisé avec d'autres thermodurcissables comme les résines époxydiques, polyesters, silicones.

Utilisations typiques :

Pare-chocs d'automobile, isolation thermique pour des réfrigérateurs, capots, boîtiers de télévision, volants et sièges de voiture, encadrement de vitres de voiture, panneaux de construction.

Les données économiques :

Les coûts en capital sont élevés (mais plus faibles qu'en moulage par injection classique), mais les coûts de l'outillage sont relativement bas à cause des basses pressions d'injection. La consommation d'énergie est également plus faible qu'en moulage par injection classique. Le temps de cycle est largement contrôlé par le temps de polymérisation ainsi que le temps requis pour ouvrir le moule et éjecter la pièce (l'éjection des pièces peut être difficile dans le cas des thermodurcissables).

L'environnement :

La consommation d'énergie est relativement faible – moins de 50 % de celle de la plupart des procédés de mise en œuvre des thermoplastiques. Les polyols et surtout les iso cyanates sont des substances assez nocives qui nécessitent des protections adéquates.