

# Processing dei materiali polimerici

## Additivi per polimeri

- **Pigmenti:** sono usati per impartire la colorazione voluta agli oggetti realizzati con materiali polimerici. Devono essere compatibili con essi, chimicamente e termicamente stabili e resistere alle pressioni alle quali gli oggetti vengono plasmati.
- **Stabilizzanti:** prevengono il deterioramento del polimero dovuto alle condizioni ambientali. In genere sono antiossidanti (aggiunti al polietilene e al polistirene), stabilizzanti nei confronti del calore (aggiunti ai polimeri contenenti alogeni X, in particolare Cl, per evitare la formazione di HX con conseguente infragilimento del materiale) o delle radiazioni ultraviolette.
- **Agenti antistatici:** la maggior parte dei polimeri sono cattivi conduttori e tendono a caricarsi elettrostaticamente. Questi additivi attirano l'umidità dall'aria sulla superficie del polimero e in questo modo ne migliorano la conducibilità superficiale, riducendo la probabilità di scintille o scariche.
- **Ritardanti di fiamma:** la maggior parte dei polimeri, essendo molecole organiche, sono facilmente infiammabili. Si usano allora additivi contenenti atomi di cloro, bromo, fosforo o sali metallici che riducono la probabilità di incendi.
- **Plastificanti:** sono molecole a basso peso molecolare che riducono la T di transizione vetrosa del polimero, migliorandone la lavorabilità e aumentandone la flessibilità. Sono usate in particolare per quei polimeri che avrebbero  $T_g < T_{ambiente}$  (es. polivinilcloruro).
- **Riempitivi o filler:** migliorano alcune proprietà meccaniche del polimero, quali la resistenza agli sforzi e all'usura (es. C aggiunto alle gomme).
- **Rinforzanti:** sono materiali fibrosi che aumentano la forza e la rigidità del polimero. In genere si usano filamenti di vetro, fibre di C, ritagli di cotone o carta dispersi nella matrice polimerica.

## Stampaggio dei polimeri

La tecnica da impiegare per conferire al materiale polimerico la forma voluta va scelta distinguendo tra termoplastici e termoindurenti. Soprattutto per questi ultimi il processo è delicato, dal momento che una volta che il polimero è stato scaldato e formato non può essere più riprocessato. Lo stesso problema si presenta per gli elastomeri dopo la vulcanizzazione.

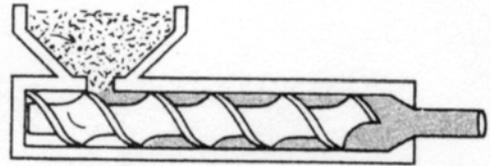
Riassumendo i tre metodi di classificazione dei polimeri, si può compilare la seguente tabella:

Proprietà	Struttura	Meccanismo di polimerizzazione
Termoplastici	Catene lineari flessibili	Addizione o condensazione
Termoindurenti	Network rigido tridimensionale	Condensazione
Elastomeri	Catene lineari incrociate	Addizione

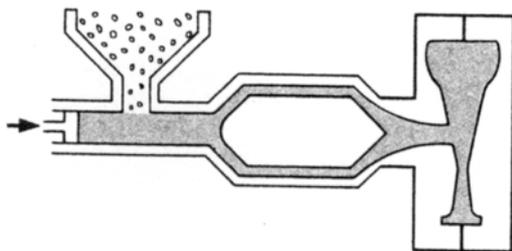
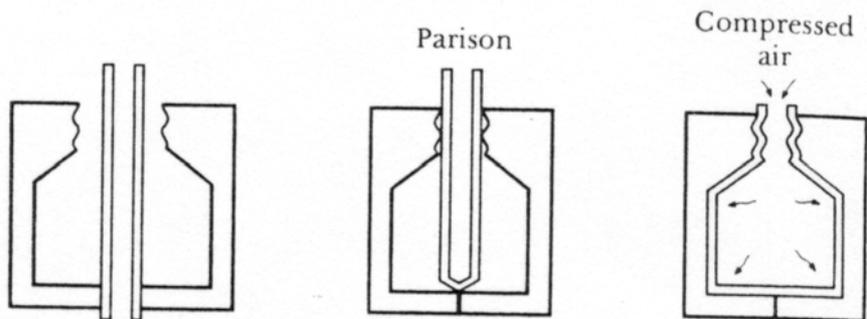
## Tecniche usate per i termoplastici

Il polimero viene scaldato a  $T$  prossima o superiore alla  $T$  di fusione in modo da renderlo sufficientemente plastico e deformabile o addirittura portarlo allo stato liquido. A questo punto si può formare tramite:

1) **estrusione**. Il materiale fluido viene forzato tramite un meccanismo a vite attraverso una filiera opportunamente sagomata che produce un manufatto continuo. Permette di ottenere fogli, film, tubi, profilati, pellicole, lastre e anche borse di plastica. L'estrusione è usata anche per ricoprire fili e cavi con guaine di termoplastici o elastomeri.

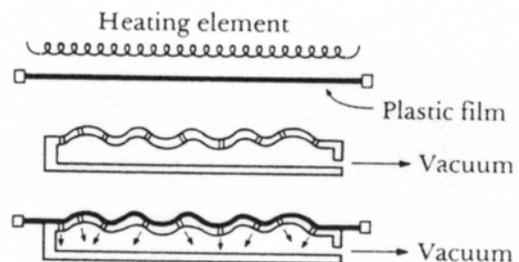


2) **formatura per iniezione e soffiaggio**. Nella massa plastica fusa viene immerso uno spinotto forellato detto *parison*. Una volta che le sue pareti si sono ricoperte del materiale polimerico, esso viene introdotto nello stampo ed espanso contro le sue pareti per insufflamento d'aria. In questo modo il materiale polimerico viene schiacciato contro le pareti dello stampo e costretto a prendere la sua forma. Questa tecnica è usata per produrre bottiglie di plastica, contenitori e altri oggetti cavi.



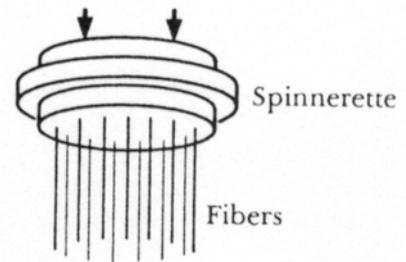
3) **iniezione**. Il polimero fluido viene iniettato a pressione elevata, tramite un meccanismo a vite o un pistone, all'interno di uno stampo ermeticamente chiuso e viene lasciato solidificare al suo interno. In questo modo si possono ottenere oggetti di qualunque forma.

4) **termoformatura**. I fogli di polimero termoplastico riscaldati a  $T$  sufficienti per renderli deformabili plasticamente vengono formati su stampi con forme apposite in vuoto o in aria compressa (per ottenere ad esempio contenitori per le uova).



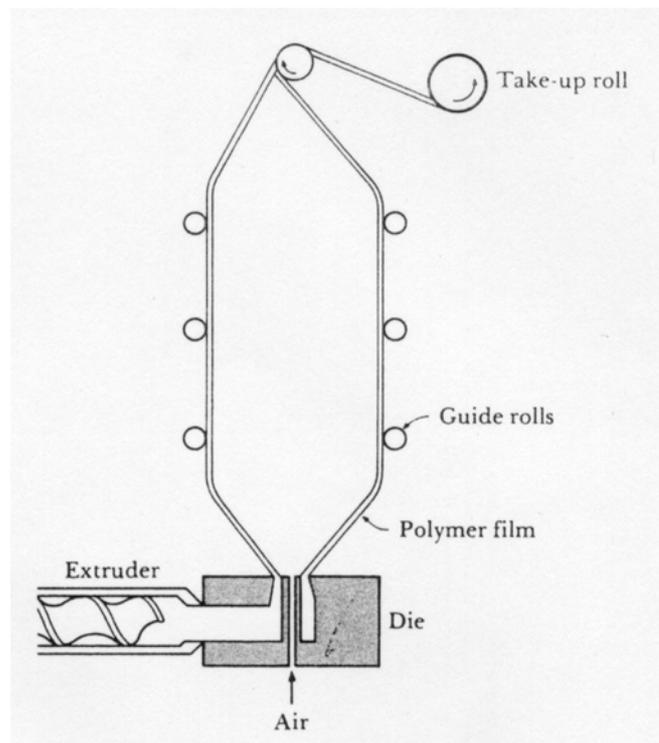
5) **calandratura**. In una calandra, il polimero fluido è inserito e forzato a passare attraverso una serie di rulli successivi e viene schiacciato. I rulli possono riportare sulle pareti dei disegni, che rimangono incisi sui fogli di polimero in uscita, in modo da decorarli. Si ottengono ad esempio tende per le docce e ricoprimenti per i pavimenti.

6) **spinning**. E' un processo di estrusione che consente di ottenere filamenti, fili e fibre. Il polimero fluido viene forzato ad attraversare uno stampo, detto *spinnerette*, recante sulla superficie inferiore un numero molto elevato di fori di piccole dimensioni. Lo stampo può anche ruotare per fare intrecciare le fibre e produrre un filato. Per alcuni materiali come i nylon la fibra viene successivamente stirata per allineare le catene parallelamente all'asse della fibra, per aumentarne la resistenza.



7) **Schiumatura meccanica**. Il polimero viene portato allo stato di goccioline e miscelato con un agente schiumogeno (che ad alta  $T$  decompone a dare  $N_2$ ,  $CO_2$  e altri gas) a dare un'emulsione. Si ha un primo processo di pre-espansione, ad opera di gas ad alta pressione o aria compressa, durante il quale le gocce aumentano fino a 50 volte di dimensioni. A questo punto esse vengono iniettate in uno stampo dove coagulano a dare oggetti leggerissimi, con densità eccezionalmente basse ( $0.015 \text{ Mg m}^{-3}$ ). Questo metodo è usato per produrre imballaggi e isolanti.

8) **Estrusione per la produzione di film** (Figura a lato). Il film viene estruso in forma di sacchetto e le sue due superfici sono separate con getti di aria compressa.

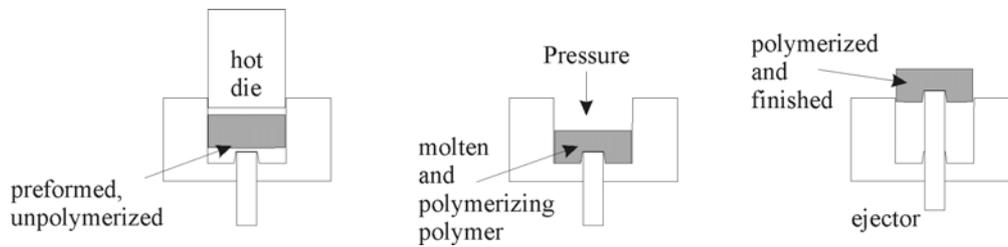


A partire dal polimero solido si può usare la tecnica della

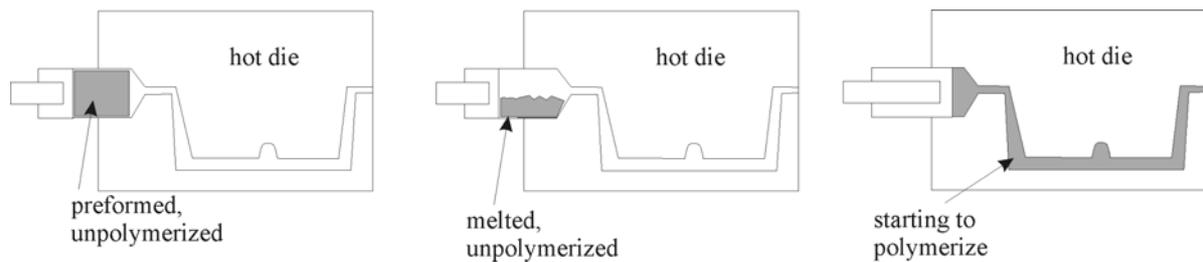
9) **formatura per rotazione**. Il materiale viene posto in uno stampo cavo che viene fatto ruotare entro un forno. Il polimero fonde e, per la forza centrifuga, aderisce uniformemente alle pareti dello stampo.

## **Tecniche usate per i termoindurenti**

1) **stampaggio per compressione**. La polvere da stampaggio viene posizionata direttamente nello stampo riscaldato. Applicando una P elevata ad alta T il polimero rammollisce, assume la forma dello stampo e indurisce in esso.



2) **stampaggio per trasferimento**. In questo caso viene usato un apparecchio a doppia camera. Nella prima il polimero è riscaldato sotto pressione; una volta fuso esso viene iniettato nella seconda camera, che funziona da stampo: qui il polimero assume la forma voluta e indurisce.



3) **stampaggio per iniezione reattiva**. I due componenti liquidi della resina vengono iniettati in un miscelatore per dare inizio alla reazione e poi direttamente nello stampo riscaldato per l'indurimento e la formatura, che avvengono simultaneamente. Con questa tecnica è possibile ottenere anche i materiali compositi, introducendo nella miscela delle resine il materiale rinforzante in forma di particelle o fibre.