

PROCEDIMENTI DI LAVORAZIONE Introduzione

Per lavorazione dei polimeri si intende la trasformazione in manufatto a partire dal polimero già sintetizzato o in uno stato intermedio di sintesi. Ciò significa che per alcuni polimeri durante la lavorazione per la trasformazione in manufatto avvengono ancora delle reazioni chimiche: questo è il caso dei polimeri termoindurenti e degli elastomeri vulcanizzati. Vi è quindi una differenziazione dei metodi di lavorazione. Indipendentemente dalla forma fisica del polimero di partenza, scaglie, granuli, polveri, liquidi viscosi, è sempre necessario passare attraverso una fluidificazione della massa in modo da impartire la forma finale. La fluidificazione si ottiene per riscaldamento accompagnato solitamente da sforzi meccanici. Segue una fase di formatura con cui alla massa fluida si impartisce la forma finale del manufatto desiderato. Per conservare la forma impartita al manufatto per i termoplastici è sufficiente un raffreddamento, mentre per i materiali termoindurenti e per gli elastomeri occorre un ulteriore riscaldamento in modo tale che si completino le reazioni necessarie. È opportuno quindi suddividere la descrizione delle lavorazioni tra le categorie dei polimeri termoplastici, termoindurenti ed elastomeri.

Lavorazione dei polimeri termoindurenti

I materiali termoindurenti vengono sintetizzati in uno stadio A in cui il polimero termoindurente è ancora fusibile. La successiva lavorazione trasforma il materiale in manufatto che è reticolato e come tale non più fusibile (stadio B). Questa trasformazione avviene con il calore, ma in alcuni casi anche a freddo con un catalizzatore. I processi di lavorazione risultano normalmente più lunghi dei processi che riguardano i termoplastici.

I principali sistemi di lavorazione sono:

Stampaggio a compressione. Il materiale viene posto in uno stampo riscaldato e chiuso con pressione. Con il calore e la pressione il materiale inizialmente fluidifica e occupa lo stampo, in seguito reticola e indurisce: può a questo punto essere estratto dallo stampo senza raffreddamento. Il processo può essere accelerato mediante preriscaldamento del materiale prima dell'introduzione nello stampo. Oltre che per oggetti, vari il sistema può essere utilizzato per la produzione di laminati o pannelli truciolati.

Stampaggio con trasporto a pistone (transfer):

Si tratta di una evoluzione del sistema precedente dove però il materiale non viene posto direttamente nello stampo aperto ma viene spinto nello stampo chiuso da una sera laterale mediante un pistone. Questo sistema permette un migliore riscaldamento ed è adatto alla produzione di manufatti con spessori variabili.

Stampaggio ad iniezione:

La principale differenza rispetto ai termoplastici è che lo stampo è riscaldato invece che raffreddato. Il riscaldamento del materiale tra la vite e il cilindro deve essere inoltre limitato e controllato per evitare la recitazione che deve avvenire nello stampo.

Termoplastici

Lavorazione dei polimeri termoplastici:

I polimeri termoplastici per essere trasformati in manufatto prevedono la fluidificazione, la formatura ed il raffreddamento. Queste fasi possono essere eseguite in diversi modi nei vari processi.

Estrusione:

Consiste nel portare il materiale allo stato fluido e nel forzarlo a passare in modo continuo attraverso un profilo sagomato, chiamato testa di estrusione, dove assume la forma e quindi raffreddarlo. L'estrusione (consiste di un motore che fa girare una vite all'interno di un cilindro riscaldato esternamente).

Stampaggio ad iniezione:

E' un processo ciclico e discontinuo e consiste nel riscaldare il materiale alimentato da una tramoggia e plastificarlo in una vite contenuta in un cilindro e nell'iniettarlo periodicamente in uno stampo con la forma desiderata che viene raffreddato. In un ciclo di stampaggio della durata variabile dai secondi a pochi minuti si individua la chiusura dello stampo, l'iniezione, il raffreddamento del materiale nello stampo, l'apertura dello stampo e l'estrazione del pezzo stampato.

Calandratura:

Serve per produrre laminati di vari spessori e larghezze in modo continuo mediante schiacciamento del polimero fuso tra cilindri metallici. Una calandra è costituita da diversi cilindri metallici ruotanti che possono essere riscaldati per fluidificare il polimero e dare lo spessore o raffreddati per mantenere lo spessore.

Termoformatura:

E' un processo discontinuo che permette di trasformare semilavorati come lastre piane in oggetti dalla forma voluta (es. vassoi, porte di frigorifero, ecc.) mediante uno stampo. La lastra deve essere prima riscaldata, di solito con lampade infrarosse e poi messa sullo stampo dove assume la forma con applicazione del vuoto, di pressione d'aria o di un controstampo.

Stampaggio rotazionale:

E' un processo discontinuo che permette di ottenere corpi cavi come palloni, bambole o contenitori di ampie dimensioni. Si opera introducendo nello stampo il polimero necessario, solitamente in forma di polvere. Quindi lo stampo viene riscaldato e fatto ruotare nelle due direzioni ortogonali in modo che la polvere si possa distribuire su tutta la superficie. La polvere fonde e ricopre tutta la superficie riscaldata con lo stesso spessore. Il raffreddamento finale e l'apertura dello stampo completano il ciclo.

Stampaggio per sinterizzazione:

E' un processo discontinuo applicato principalmente per il polistirolo espanso. Le perle di polistirolo, contenenti un solvente bassobollente, vengono fatte espandere in diverse fasi mediante vapore surriscaldato. Il processo viene effettuato in uno stampo contenitore che dà la forma all'espanso. Contemporaneamente all'espansione si ha la saldatura delle perle espanse tra di loro.

Spalmatura:

E' un processo continuo atto alla produzione di finte pelli, moquettes, ecc.. Il polimero tal quale o in soluzione viene spalmato su un supporto continuo. Il supporto passa quindi in un tunnel riscaldato dove avviene la fusione del polimero o l'evaporazione del solvente.

Oltre a queste tecnologie principali ve ne sono altre ausiliarie che precedono le prime come:

Granulazione o frantumazione

Dato che tutti i processi necessitano una alimentazione con il polimero in granuli o in polvere, occorre questa operazione quando il polimero sintetizzato non è in questa forma. La granulazione è comunque sempre necessaria ogni volta che si vuole riciclare un manufatto di materiale termoplastico.

Essiccazione:

Serve per eliminare l'umidità contenuta nel polimero che durante la successiva lavorazione può dare dei difetti (bolle o fiammature) e con alcuni policondensati delle degradazioni.

Miscelazione:

Operazione necessaria per mescolare polimeri diversi e per introdurre nel polimero i vari additivi.

Altre tecnologie sono invece derivate dalle precedenti.

Tra queste di notevole importanza:

Stampaggio per soffiatura (blow molding) che può essere effettuato su preforme ottenute sia per stampaggio ad iniezione sia per estrusione. Queste preforme tubolari vengono riscaldate, se già non lo sono e dopo la col. locazione nell'apposito stampo vengono investite inter. namente da aria pressurizzata in modo da assumere la forma dello stampo. È il sistema utilizzato per ottenere bottiglie di plastica.

Una operazione che viene abbinata all'estrusione è lo stiro con cui si orientano le catene polimeriche con conseguente aumento delle propriet  meccaniche nella direzione dello stiro. Viene effettuato normalmente sulle fibre e sui film. In questo caso lo stiro può essere effettuato sia in una che in due direzioni.

Lavorazione degli elastomeri

Il processo su cui si basa la lavorazione degli elastomeri è la vulcanizzazione, che è il nome particolare della recitazione in questo settore tecnologico. Contrariamente ai termoindurenti il polimero di base è lineare e con altissimo peso molecolare. La reticolazione avviene mediante legami chimici trasversali tra le catene dell'elastomero. La presenza di doppi legami nell'elastomero facilita queste operazioni.

Il metodo tradizionale è la vulcanizzazione con zolfo. Si può utilizzare zolfo elementare o anche donatori di zolfo. Nella miscela di reazione, che si chiama miscela, si inseriscono anche composti organici con la funzione di acceleranti (guanidine, tiazoli, sulfenamidi, tiurami, ecc.) e i coadiuvanti costituiti da un ossido metallico (di solito ZnO) e da un acido grasso superiore, come l'acido stearico. o direttamente un sapone come lo stearato di zinco. Mediante riscaldamento si formano dei complessi che portano alla formazione di ponti solfurei legati agli atomi adiacenti ai doppi legami. Si distingue la vulcanizzazione convenzionale con un rapporto zolfo/accelerante $> 2,5$ e la vulcanizzazione efficiente con rapporto zolfo/accelerante $< 0,6$ circa. Per gli elastomeri privi di doppi legami come le gomme sature o siliciche si ricorre ad altri sistemi di reticolazione come l'uso dei perossidi. Il processo che caratterizza la lavorazione degli elastomeri è la preparazione della miscela. L'elastomero è un polimero ad altissimo peso molecolare dell'ordine del milione e più: anche a temperature notevolmente sopra la Tg rimane un liquido altamente viscoso per cui risulta difettosa l'aggiunta degli additivi che sono numerosi e che devono essere ben dispersi per portare ad un prodotto soddisfacente. Nella mesta, oltre agli agenti di vulcanizzazione, devono essere introdotti le cariche rinforzanti come il nerofumo (carbon-black) e altre cariche, degli olii minerali o di sintesi (estensione) che hanno la funzione di ridurre la viscosità e favorire l'incorporazione delle cariche, e gli antiossidanti.

Durante la preparazione si ha per prima cosa la fluidificazione, segue l'incorporazione di cariche e plastificanti e per ultimo il sistema vulcanizzante. La fluidificazione avviene imponendo elevati sforzi di taglio che provocano una demolizione controllata delle catene polimeriche chiamata masticazione. A causa dell'elevato sviluppo di calore che si ha durante questa fase, il sistema vulcanizzante viene aggiunto per ultimo per evitare prereticolazione.

La miscela viene preparata in mescolatori aperti o chiusi. Al primo tipo appartiene il mescolatore a cilindri contrapposti che ruotano in senso contrario a velocità diverse. Il mescolatore chiuso, detto Banbury, consiste in due rotori sagomati che ruotano in senso opposto a velocità diverse. La miscela così preparata può essere granulata con un estrusore o trasformata in foglia con una calandra. A questo punto si può procedere alla vulcanizzazione che può avvenire con:

Stampaggio a compressione, per riscaldamento a 140/180°C per il tempo necessario in uno stampo si ha trasformazione in manufatto, è il sistema usato per i pneumatici.

Stampaggio a trasferimento e ad iniezione sono simili allo stampaggio dei termoindurenti. Vulcanizzazione in autoclave con vapore surriscaldato per manufatti particolari.

Vulcanizzazione in continuo. Dopo una estrusione si passa la mesta in un fluido caldo che provoca la reticolazione. è il sistema usato per tubi, cavi, profilati.