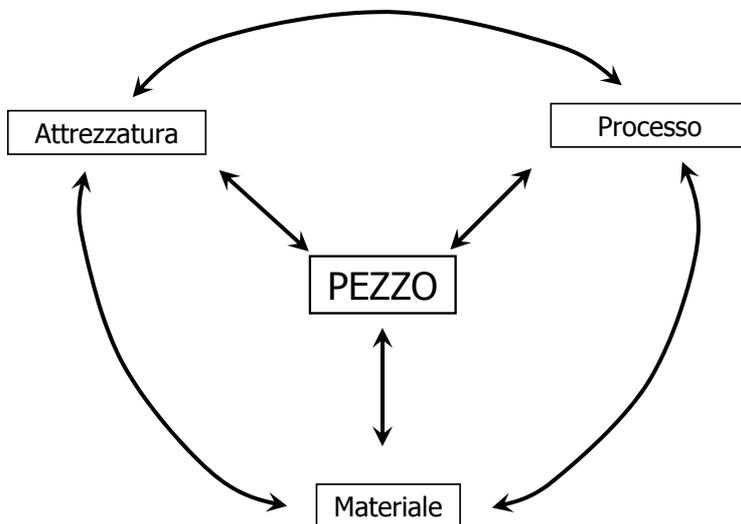
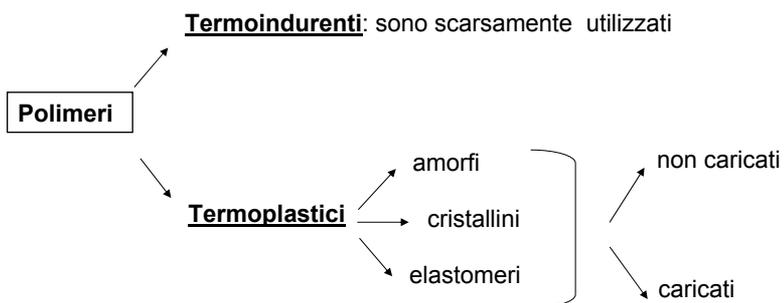


INTRODUZIONE ALLO STAMPAGGIO AD INIEZIONE

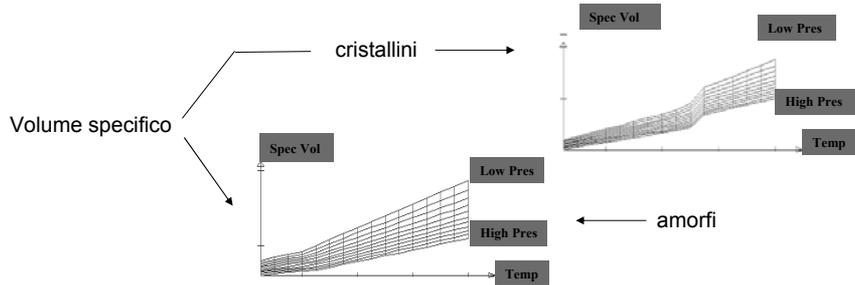
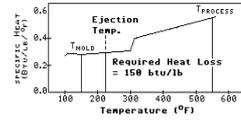
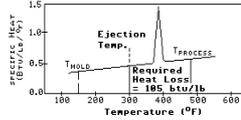
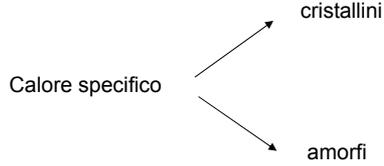


MATERIALI PER LO STAMPAGGIO



PROPRIETA' TERMOPLASTICI

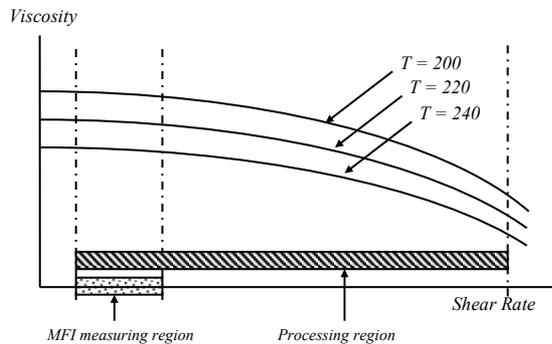
• Proprietà fisiche



PROPRIETA' TERMOPLASTICI

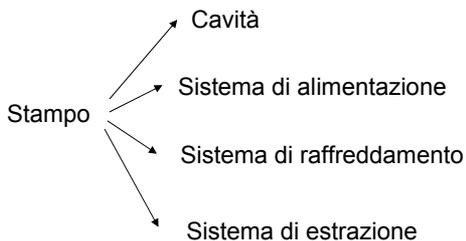
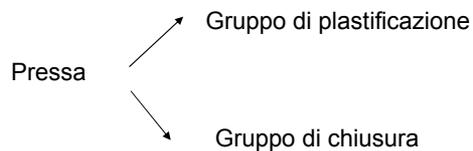
• Proprietà reologiche

La viscosità di un polimero è una delle proprietà che maggiormente influenza il processo di stampaggio. Si noti che ha differenza dei fluidi newtoniani la viscosità è funzione non solo della temperatura ma anche del gradiente di velocità.

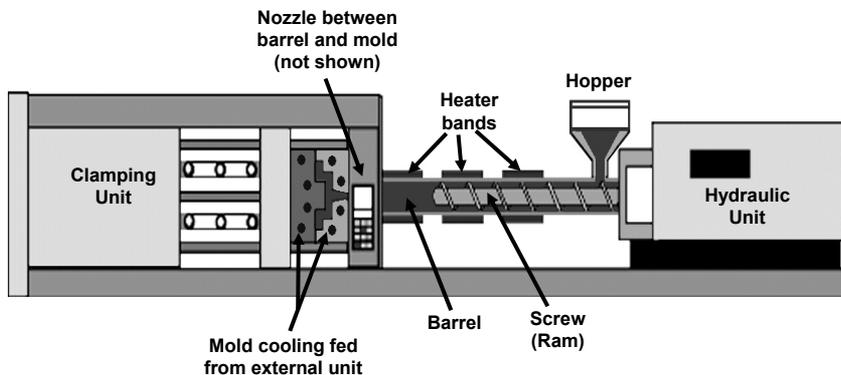


ATTREZZATURA

I Componenti fondamentali per realizzare un pezzo tramite stampaggio ad iniezione sono:



PRESSA PER LO STAMPAGGIO AD INIEZIONE



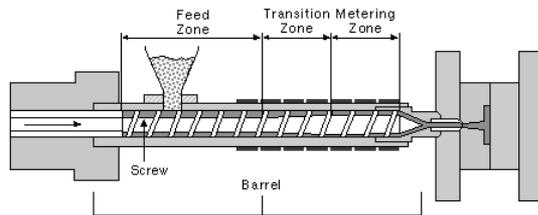
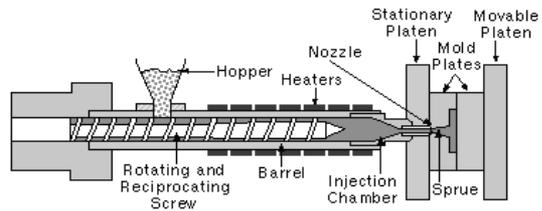
GRUPPO DI PLASTIFICAZIONE

Gli elementi principali del GRUPPO DI PLASTIFICAZIONE sono:

- tramoggia di carica
- vite di plastificazione punzonante
- cilindro di plastificazione
- elementi riscaldanti
- ugello

Le funzioni svolte dal sistema di iniezione sono:

- portare il materiale nello stampo
- plastificare il polimero proveniente dalla tramoggia
- garantire la pressione sul fuso necessaria a riempire lo stampo



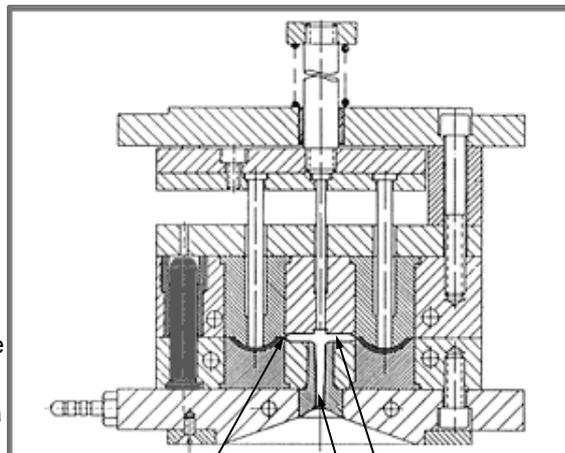
STAMPO

Uno stampo può essere diviso nelle seguenti parti:

- Canali di iniezione
- Cavità e punzone
- Canali di raffreddamento
- Sistema di estrazione
- Piastre di supporto
- Sistema di guida

Lo stampo nel processo di iniezione di materie plastiche svolge le seguenti funzioni:

- portare la materia plastica fusa in cavità
- dare la forma desiderata al fuso.
- asportare il calore dal materiale fuso
- permettere l'estrazione del pezzo



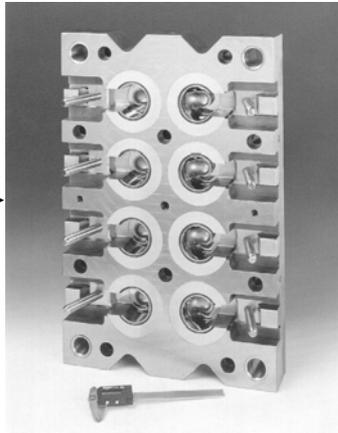
gate

runner

Sprue

ESEMPIO DI STAMPO

Matrice (parte fissa)



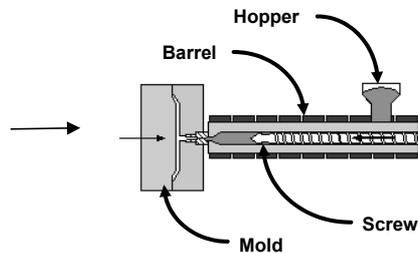
Punzone (parte mobile)



FASI DEL PROCESSO DI INIEZIONE

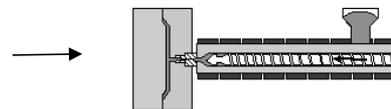
1. INIEZIONE

Durante questa fase lo stampo si chiude, il materiale viene iniettato velocemente all'interno dello stampo e si forma una pellicola solida di materiale plastico a contatto delle pareti delle cavità.



2. IMPACCAMENTO

Dopo aver riempito lo stampo si continua ad iniettare materiale così da compensare il ritiro del materiale che si produce con il raffreddamento del polimero (curve PVT). L'impaccamento continua fino al congelamento del gate. E' una fase delicata in quanto influenza pesantemente le deformazioni post-stampaggio

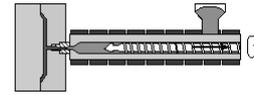


FASI DEL PROCESSO DI INIEZIONE

3. RAFFREDDAMENTO

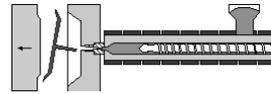
Finita la fase di impaccamento il materiale all'interno dello stampo continua a raffreddarsi fino a quando anche il punto più caldo raggiunge la temperatura di estrazione.

Durante questa fase la vite continua a ruotare per plastificare il materiale necessario allo stampaggio del pezzo successivo.

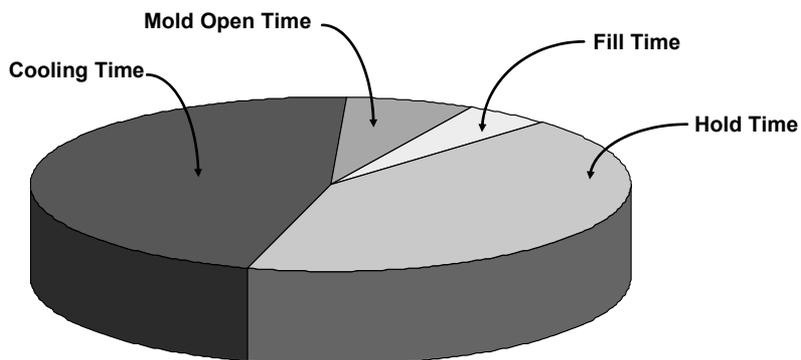


4. ESTRAZIONE

Quando il materiale si è raffreddato a sufficienza lo stampo si apre e il pezzo viene estratto.



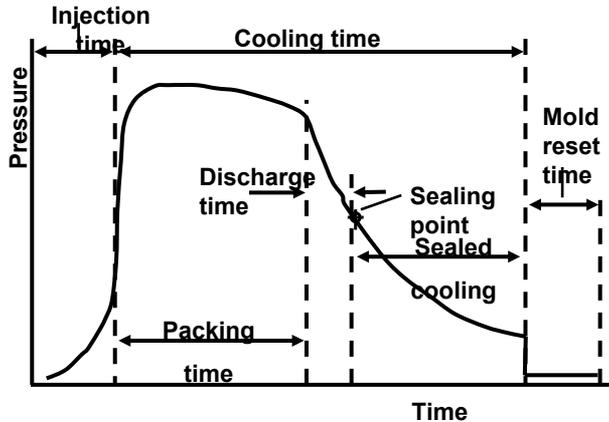
CICLO DI STAMPAGGIO



CICLO DI STAMPAGGIO

PROFILO DI PRESSIONE

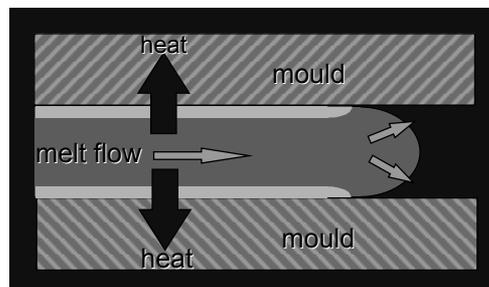
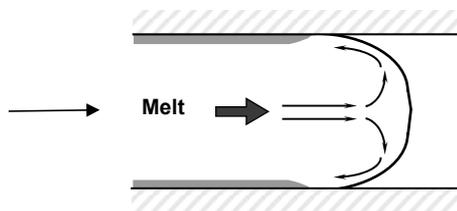
Per la qualità del pezzo stampato è importante che la pressione sia il più omogenea possibile in ogni punto della cavità. Il profilo di pressione a cui è soggetto il polimero influisce infatti sull'entità del ritiro finale. Affinchè il pezzo presenti deformazioni contenute è indispensabile che il ritiro volumetrico sia uniforme in tutta la cavità.



FASE DI RIEMPIMENTO

All' interno della cavità il flusso di polimero fuso assume una configurazione a fontana.

- si forma immediatamente una pellicola di materiale solido a contatto con la superficie dello stampo, all'interno della quale fluisce il materiale fuso.
- il primo materiale che entra nello stampo si trova sulla superficie del pezzo vicino al punto di iniezione
- la modalità con cui il flusso si sviluppa influenza la disposizione molecolare.

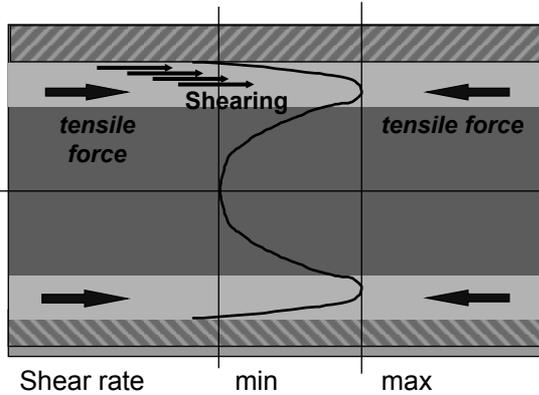


FASE DI RIEMPIMENTO

In direzione normale alla superficie della cavità e parallelamente alla direzione del flusso si sviluppano gradienti di sforzi di velocità che producono proporzionalmente sforzi di taglio.



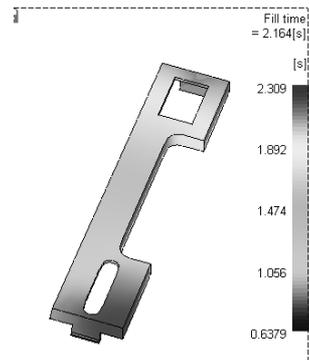
Gli sforzi di taglio orientano le catene polimeriche nella direzione del flusso. Se il polimero raffredda molto velocemente questi orientamenti si congelano influenzando le caratteristiche del prodotto stampato.



FASE DI RIEMPIMENTO

Nella fase di riempimento vogliamo garantire:

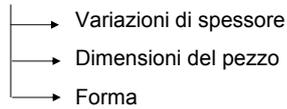
- Flusso unidirezionale
- Spessore uniforme e simmetrico dello strato di materiale solidificato
- Tensioni uniformi e ridotte
- Temperatura costante del fuso
- Sovraimpaccamento minimo (flusso bilanciato)



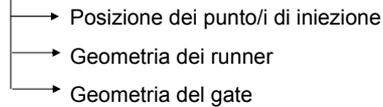
FASE DI RIEMPIMENTO

Parametri su cui agire per ottimizzare la fase di riempimento (fissato il materiale):

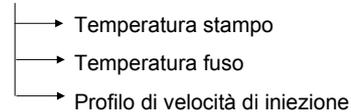
- geometria del pezzo (variazioni di spessore, dimensioni, forma)



- geometria e tipologia dei canali di iniezione



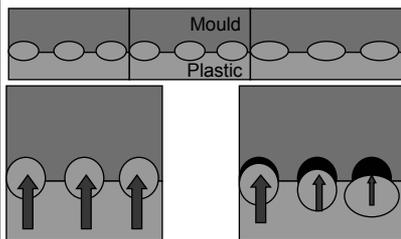
- parametri di processo



FASE DI IMPACCAMENTO

Durante la fase di impaccamento si continua ad iniettare materiale per compensare i ritiri dovuti al raffreddamento. Il modo in cui il fuso ritira all'interno della cavità dipende dalle curve PVT che caratterizzano il polimero utilizzato.

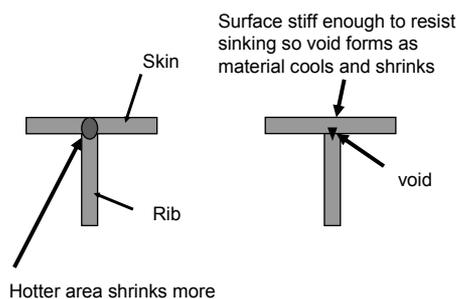
Formazione di texture non uniformi



Uniform packing pressure

Non-uniform packing pressure

Formazione di vuoti nel pezzo



FASE DI IMPACCAMENTO

Nella fase di impaccamento vogliamo garantire:

- un ritiro volumetrico del materiale uniforme in tutto il volume del pezzo
questa esigenza dipende (1) dall'andamento in funzione del tempo di due parametri temperatura, pressione (curve PVT) e (2) presenza di orientamento molecolare
- assenza di vuoti
- assenza di sink marks



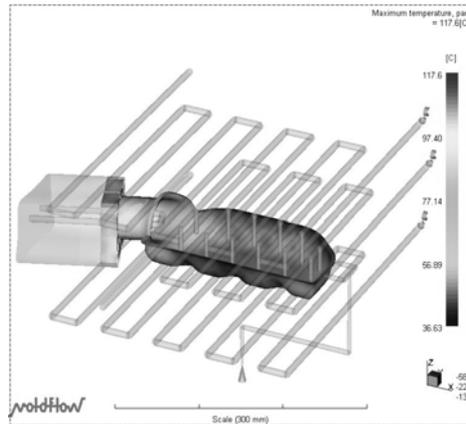
FASE DI IMPACCAMENTO

Parametri su cui agire per ottimizzare la fase di impaccamento (fissato il materiale):

- geometria del gate → non si deve solidificare prima di aver completato l'impaccamento
- canali di raffreddamento → devono permettere un raffreddamento omogeneo così da contribuire ad un ritiro uniforme del materiale
- geometria del pezzo → gli spessori dovrebbero essere uniformi per evitare formazione di risucchi e di vuoti.
- parametri di processo → profilo di pressione di impaccamento

FASE DI RAFFREDDAMENTO

In questa fase il materiale viene portato ad una temperatura tale per cui il pezzo non subisce deformazioni permanenti (temperatura di estrazione) durante l'operazione di estrazione dallo stampo. L'obiettivo di questa fase è raffreddare il pezzo nel minor tempo possibile senza però pregiudicare le specifiche funzionali ed estetiche.



FASE DI RAFFREDDAMENTO

OBIETTIVI

1. Velocità di raffreddamento
2. Uniformità di raffreddamento

Parametri su cui agire per ottimizzare la fase di raffreddamento:

- Geometria del pezzo → Spessori di parete

Il tempo di raffreddamento è direttamente proporzionale al quadrato dello spessore di parete

- Geometria dei canali di raffreddamento
- Materiali con cui realizzare lo stampo → è possibile inserire inserti ad alta conducibilità (rame-berilio)
- Parametri di processo

- Temperatura del fluido refrigerante
- Partata del fluido refrigerante tale da ottenere bassa differenza di temperatura tra ingresso ed uscita dei circuiti e moto turbolento all'interno dei canali

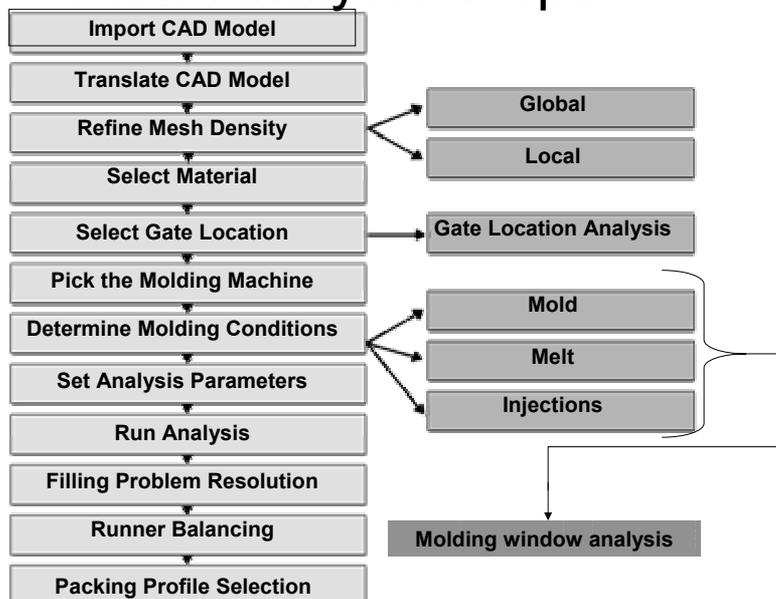
CAE DI PROCESSO

La simulazione di processo permettere di intervenire efficacemente sui parametri descritti precedentemente (parametri di processo, geometria stampo e pezzo)



- Interventi di aggiustaggio ridotti in numero e in entità
 - Minori tempi di progettazione dello stampo
- Geometria di canali di alimentazione e raffreddamento ottimizzata con una maggiore qualità del pezzo stampato
- Messa a punto dei parametri di processo accelerata

Flow Analysis Steps



CAE DI PROCESSO

- Fill
 - Optimize filling of the part
 - Balance/size feed system
 - Possible packing
- Cooling
 - Minimize temp differences
 - DON'T run filling as input to cool
- Model part & mold
- Flow
 - Optimize packing if necessary,
 - Use cooling as input to Flow, cooling may have strong influence on packing
- Warp
 - Determine type (midplane only)
 - Determine magnitude
 - Determine cause
 - Reduce warpage

