

1.5 Potenzialità

La tabella fornisce gli attributi principali dei processi.

Estrusione. Con l'estrusione si producono solo geometrie 2D (gruppo 0 nel piano di classificazione), anche se lo spessore di parete può variare con un movimento programmato del mandrino conico.

Fissate queste limitazioni, si ha una sostanziale libertà ed alta produttività. Le dimensioni sono limitate solo dal raffreddamento.

Le tolleranze sullo spessore di parete sono più ampie che nell'estrusione dei metalli e arrivano a $\pm 8\%$ e le tolleranze lineari sulla larghezza variano da $\pm 8\%$ per dimensioni sotto i 3 mm fino a $\pm 1.5\%$ su dimensioni oltre i 100 mm.

Un raffreddamento non uniforme provoca deflessioni, perciò si preferisce avere spessore di parete uniforme.

Estese zone piatte possono distorcersi e per limitare le distorsioni si possono irrigidire con nervature.

I prodotti estrusi sono usati in molti settori, come edilizia e automobili. Tubi, fogli e film si usano diffusamente, anche come materiali di partenza per ulteriori trasformazioni; i condotti nelle fognature, per lo scarico e l'aerazione.

Il rettangolo giallo evidenzia che il costo delle macchine può essere alto, mentre, grazie all'alto livello di automazione, il costo di manodopera è basso.

2 Stampaggio. La bassa temperatura di stampaggio aumenta notevolmente la vita degli stampi in acciaio e permette di usare anche l'alluminio per lotti più piccoli (fino a decine di migliaia di pezzi).

1 Forma. Le limitazioni di forma sono simili alla pressocolata, ma grazie alla bassa temperatura di processo, si possono realizzare stampi di notevole complessità.

Si usano anche anime rotanti per componenti filettati. L'iniezione attorno ad un'anima a perdere (lost core in tabella) elimina molte limitazioni di forma, ma il processo diventa più complicato.

2 Dimensioni. La rimozione di gas (prodotti per reazione o intrappolati durante la compattazione del materiale particellare di partenza) è assolutamente auspicabile.

Questa esigenza fissa un limite di 100-200 mm al massimo spessore ottenibile senza porosità eccessive.

La bassa conducibilità termica della plastica determina lunghi tempi di raffreddamento e limita lo spessore economico normalmente sotto i 6 mm (meglio sotto i 3 mm).

Il minimo spessore di parete è limitato dalla difficoltà di rimuovere pezzi molto sottili dallo stampo e dalle pressioni elevate necessarie per riempire cavità con elevato rapporto larghezza/spessore.

3 Il grafico mette a confronto alcune tecniche di produzione dei polimeri. Non vengono prese in considerazione la varietà di forme ottenibili, ma (i) il costo unitario in ordinata, (ii) la dimensione considerata accettabile dei lotti producibili in ascissa, (iii) la capacità di produrre forme complesse e la durata dell'industrializzazione di prodotto.

Tra le tecniche considerate adatte alla produzione di pezzi singoli sono l'asportazione di truciolo, molto costosa, la colata e lo stampaggio 3D. Il rotomolding è preso in considerazione separatamente dalla colata ed è considerato adatto anche per lotti abbastanza piccoli. Lotti più grandi sono necessari per giustificare l'uso dell'estrusione e ancora maggiori per lo stampaggio ad iniezione.

4 Passando ai suggerimenti per la progettazione di componenti in plastica, come è già stato detto, grandi variazioni di spessore danno porosità, vuoti interni o risucchi della superficie, come nella colata dei metalli, perciò in fase di progetto bisognerebbe evitarle (Fig. 14-13b). In generale, sarebbe consigliabile che lo spessore fosse costante (Fig. 14-13a).

5 3 Tolleranze. Mentre stampi e matrici possono rispettare tolleranze strette, la grande sensibilità delle dimensioni alle condizioni di processo, alle variazioni dopo il processo (polimerizzazione, cristallizzazione, perdita di plasticizzatore, invecchiamento, riduzione delle tensioni residue) impone che le tolleranze siano il più possibile ampie per la specifica applicazione.

Le variazioni dimensionali sono minori se la permanenza nello stampo è sufficiente per far diventare rigido il polimero.

Spesso è possibile ridurre il tempo ciclo rimuovendo il pezzo quando può mantenere la forma e il raffreddamento prosegue fuori dallo stampo.

6 4. Finitura superficiale. In tutti i processi di stampaggio la plastica riproduce la finitura superficiale dello stampo, perciò una volta prodotta la costosa matrice si ottiene una superficie liscia o ornata senza ulteriori spese.

L'usura degli stampi è un parametro significativo con le plastiche rinforzate. I segni degli estrattori rovinano la superficie e dovrebbero essere posizionati dove non sono visibili.

5. Linea di separazione. Deve essere scelta in modo da minimizzare la complessità dello stampo, evitare sottosquadri inutili che richiederebbero inserti mobili costosi ed anime e minimizzare il costo di rimozione della bava, per esempio consentendo la rimozione della bava per caduta.

Questo diventa più difficile quando lo stampo è diviso lungo l'asse (Fig. 14-13c). Le distorsioni sono minimizzate quando l'attacco è posizionato in modo da produrre un'alimentazione simmetrica.

6. Nervature. La distorsione viene minimizzata usando nervature in corrispondenza delle superfici più ampie, ma la larghezza delle nervature deve essere piccola per evitare la formazione di zone calde estese (Fig. 14-13b). L'uso di superfici a cupola è conveniente, soprattutto nei componenti cilindrici (Fig. 14-13d).

7. Spoglia e raccordi. L'estrazione dallo stampo richiede un angolo di spoglia di $0,5-2^\circ$ o maggiore sulle nervature e rilievi.

Si possono usare raccordi piccoli, ma se sono grandi migliorano il flusso, aumenta la vita dello stampo e prevengono la concentrazione degli sforzi in servizio.

È consigliato non scendere sotto 1-1.5 mm. Se i raggi sono troppo grandi si hanno zone calde e depressioni in superficie (Fig. 14-13b).

7 8. Fori. Le dimensioni dei fori passanti sono limitate solo dalla resistenza della spina. Di solito hanno un rapporto lunghezza/diametro < 8 .

Per i fori ciechi sono necessarie spine a sbalzo, perciò questi fori hanno un rapporto profondità/ diametro < 4 se $d > 1.5$ mm e un rapporto di 1 per fori più piccoli.

I fori filettati con $D > 5$ mm possono essere ottenuti direttamente dallo stampo, preferibilmente a passo grande, anche se è richiesto uno stampo più complesso.

È meglio realizzare i fori più piccoli col trapano. Si deve prevedere uno scarico, cioè una zona non filettata, per evitare bordi rialzati e innalzamento della tensione (Fig. 14-13e and f).

Geometrie molto complicate richiedenti anime non retrattili si possono ottenere con anime che fondono durante il processo (Fig. 14-14).

8 9. Inserti. L'uso di inserti metallici aumenta notevolmente le possibili applicazioni delle plastiche e spesso elimina il problema di successivi assemblaggi, anche se aumenta il costo. Inserti filettati, spine, terminali elettrici, piatti di ancoraggio, dadi e altri componenti metallici sono stampati nella plastica a milioni.

Sono necessarie alcune precauzioni. Il sistema di attacchi deve essere progettato accuratamente per evitare linee di saldatura deboli quando il fuso fluisce attorno all'inserto. La forma del componente metallico deve garantire il legame con la plastica, per esempio con zigrinature profonde, perché non c'è adesione tra plastica e metallo, se non in presenza di accurata preparazione delle superfici.

L'espansione termica delle plastiche è molto maggiore dei metalli; questo aiuta la contrazione della plastica sull'inserto, ma potrebbe anche causare la frattura di una plastica fragile.

Lo spessore della parete attorno all'inserto deve perciò essere abbastanza grande da sopportare le tensioni di trazione secondarie.