



AMODEL[®] poliftalammido

guida allo stampaggio

version 10/04

SOLVAY
Advanced Polymers



MORE PLASTICS WITH MORE PERFORMANCE

Sommario

Resine AMODEL	1	Interruzione del funzionamento di una termocoppia su una fascia riscaldante	14
Nomenclatura	2	Ostruzione dell'ugello	14
Essiccazione della resina	3	Interruzione di una funzione della pressa	14
Apparecchiatura per l'essiccazione	3	Progettazione dello stampo	15
Tempo e temperatura d'essiccazione	3	Acciaio per stampi e trattamento delle superfici	15
Mantenimento dell'essiccazione della resina	4	Tipi di stampo	15
Conseguenze di un inadeguato controllo del contenuto d'umidità	4	Stampi a due piastre	15
Apparecchiatura di lavorazione	5	Stampi a tre piastre	16
Pressa ad iniezione: considerazioni	5	Sistemi a canale caldo	16
Controllo della temperatura dello stampo	5	Equilibratura delle impronte	16
Condizioni di lavorazione	7	Controllo termico	17
Impostazioni dei parametri macchina	7	Canali d'alimentazione	17
Temperature del cilindro	7	Iniezione	17
Impostazioni del ciclo di stampaggio	7	Iniezione da materozza	18
Iniezione del polimero o riempimento dello stampo	7	Punti d'iniezione al bordo	18
Compattazione e mantenimento	8	Punti d'iniezione a diaframma	18
Raffreddamento	8	Punti d'iniezione a tunnel o sottomarini	18
Controllo della temperatura dello stampo	8	Stampi a canale caldo	19
Sovrastampaggio di inserti	8	Dimensioni del punto d'iniezione	19
Distaccanti	9	Posizione del punto d'iniezione	19
Rimacinato	9	Sfoghi	19
Materiale adatto alla rimacinatura	9	Tolleranze di stampaggio	20
Quantità del rimacinato	9	Estrazione del componente	20
Effetti sul processo di stampaggio	10	Spoglia	20
Schemi d'utilizzo del rimacinato	11	Lucidatura dello stampo	20
Aggiunta continua di rimacinato	11	Estrattori	20
Utilizzo di rimacinato a cascata	11	Piastre d'estrazione	21
Specifiche e qualità del componente	11	Estrattori su piastra fissa	21
Ottimizzazione del rimacinato	11	Inserti smontabili	21
Rimozione dei contaminanti	11	Manutenzione dello stampo	22
Classificazione per dimensioni	12	Risoluzione dei problemi	23
Essiccazione	12		
Miscelazione completa con resina vergine	12		
Utilizzo di quantità costanti	12		
Spurgo	12		
Spurgo di routine	12		
Procedura di spurgo per interruzione di ciclo	13		
Procedura d'arresto giornaliero	13		
Procedura di sostituzione	13		
Spurgo in circostanze non standard	13		
Interruzione d'energia elettrica alla pressa	13		
Interruzione del funzionamento della fascia riscaldante del cilindro o dell'ugello	13		

Resine AMODEL

Le poliiftalammidi AMODEL[®] sono una famiglia di tecnopolimeri semicristallini che colmano la lacuna, in termini di costo/rendimento, tra i tradizionali tecnopolimeri termoplastici, come i policarbonati, le poliammidi, i poliesteri ed acetaliche, e i polimeri speciali di costo superiore, come i polimeri a cristalli liquidi, il solfuro di polifenilene e la polieterimmide.

La resina AMODEL presenta eccellenti proprietà meccaniche, quali resistenza, rigidità, resistenza alla fatica e resistenza al creep, in un ampio intervallo di temperatura. I gradi rinforzati con fibra di vetro, per applicazioni di tipo strutturale, offrono maggiore rigidità, resistenza e resistenza al creep ad elevate temperature. Le resine rinforzate con minerali offrono una migliore stabilità e planarità. Alcuni di questi gradi possono essere placcati o rivestiti con resine epossidiche. I gradi modificati all'urto offrono una tenacità notevolmente migliore, paragonabile a quella dei nylon super tenaci, ma con resistenza e rigidità molto superiori in un ampio intervallo di valori d'umidità e di temperatura.

Gli AMODEL non rinforzati sono adatti a generiche applicazioni di stampaggio e d'estrusione che richiedono elevata brillantezza superficiale, proprietà lubrificanti, bassa distorsione e tenacità, oltre ad elevate prestazioni meccaniche ad alte temperature. Le caratteristiche generali della famiglia di resine AMODEL sono riportate nella tabella 1.

Tabella 1

Classi di prodotti AMODEL

Classe di prodotti	Caratteristiche generali
Gradi rinforzati con fibra di vetro	Queste resine, da un punto di vista economico massimizzano le proprietà di resistenza e di rigidità e sono generalmente impiegate in applicazioni che richiedono integrità strutturale ad elevate temperature.
Gradi rinforzati con fibra di vetro/minerali	Questi materiali presentano rigidità e prestazioni termiche prossime a quelle dei prodotti rinforzati con fibra di vetro con una migliore stabilità dimensionale e costi inferiori.
Gradi autoestinguenti	Questi gradi sono autoestinguenti, classificati 94 V0 a 0,8 mm, classificati 94-5V a 1,6 mm e sono saldabili in fase vapore ed IR. Sono disponibili in gradi rinforzati con fibra di vetro e rinforzati con fibra di vetro/minerale.
Gradi senza rinforzo, elastomerizzati	Queste resine "supertenaci" hanno valori d'Izod con intaglio superiori a 800 J/m e combinano resilienza superiore con buona resistenza e rigidità alle basse e alte temperature.
Gradi tenacizzati rinforzati con fibra di vetro	Questi gradi presentano un eccellente equilibrio tra rigidità, tenacità e allungamento, elevate prestazioni termiche ed una buona stabilità dimensionale. Presentano inoltre una buona resistenza agli agenti chimici e buone proprietà d'attrito e d'usura.
Gradi rinforzati con minerali	I gradi rinforzati con minerali offrono un eccellente aspetto superficiale per metallizzazione sotto vuoto, verniciatura e applicazioni di cromatura.

Nomenclatura

Il sistema generale per la nomenclatura delle resine AMODEL è riportato nella tabella 2. Come esempio, si consideri la resina AMODEL AFA-6133 V0 Z BK 324: il nome indica che questo è un prodotto autoestinguente ottenuto con una resina base A-600x contenente il 33% in peso di fibra di vetro. La resina è classificata UL94 V-0 a 0,8 mm e presenta una migliore processabilità. Il prodotto è pigmentato nero con il colorante formula 324.

Un'eccezione a questa regola è rappresentata dai nomi dei gradi AMODEL "extra tenaci" che iniziano con ET, ma seguono altrimenti le regole di nomenclatura generali.

Tabella 2

Sistema di nomenclatura per le resine AMODEL

Posizione	Caratteristica	Significato/esempio
Prima lettera	Classe di prodotti	A = AMODEL
Lettere successive	Descrittore facoltativo	F = autoestinguente P = verniciabile/placcabile S = strutturale T = tenacizzato
-	trattino	
Prima cifra	Resina base	1 = resina base A-100x 4 = resina base A-400x 5 = resina base A-500x 6 = resina base A-600x 9 = resina base A-900x
Seconda cifra	Tipo di rinforzo	0 = non caricato 1 = fibra di vetro 2 = minerale A 3 = minerale A + fibra di vetro 4 = minerale B 5 = minerale B + fibra di vetro 7 = fibra di carbonio o grafite 9 = resistente ai glicoli
Terza e quarta cifra	Quantità di rinforzo	33 = 33% in peso 45 = 45% in peso ecc.
Spazio		
Una o due lettere successive	Suffisso	HN = termostabilizzato, non lubrificato HS = termostabilizzato HSL = termostabilizzato e lubrificato L = lubrificato, non termostabilizzato NL = né lubrificato né termostabilizzato V0 = UL 94 V0 a 0,8 mm V0 Z = UL 94 V0 a 0,8 mm, migliore stampabilità
Spazio		
Due lettere successive	Codice del colore	NT = naturale, non pigmentato BK = nero WH = bianco ecc.
Tre cifre successive	Numero del colore	Per esempio 324

Essiccazione della resina

Le resine AMODEL sono igroscopiche. Se esposte all'aria umida, assorbono umidità. Sebbene gli effetti dell'assorbimento d'umidità sulle proprietà e sulle dimensioni dei componenti stampati siano minime, gli effetti sul processo di stampaggio possono essere rilevanti.

Le resine AMODEL vengono fornite in imballi resistenti all'umidità ed essiccate a livelli d'umidità pari o inferiori a 1500 ppm (0,15%). Sebbene questo livello d'umidità possa essere accettabile per alcuni processi, un'essiccazione maggiore, a meno di 1000 ppm (0,10%) è solitamente considerata vantaggiosa. È importante che il livello d'umidità non solo sia basso, ma che risulti anche relativamente costante durante tutto il ciclo di stampaggio, così da assicurare l'uniformità della lavorazione e dei componenti prodotti.

Apparecchiatura per l'essiccazione

Generalmente, la resina viene essiccata in tramogge d'essiccazione montate sulla pressa. Il sistema per l'essiccazione deve essere in grado di mantenere un punto di rugiada pari a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. I sistemi essiccanti a letto singolo sono generalmente idonei all'uso, a patto che l'essiccante venga sostituito quando necessario. I sistemi a letto doppio sono generalmente più affidabili perché consentono di rigenerare un letto mentre l'altro funziona da essiccante. I sistemi a letto rotante, che garantiscono un continuo apporto d'essiccante fresco, sono preferibili a tutti. L'essiccazione su vassoio in forni a circolazione d'aria è conveniente solamente per piccole produzioni.

Tempo e temperatura d'essiccazione

Il tempo e la temperatura d'essiccazione dipendono dal contenuto d'umidità della resina di partenza, dalle dimensioni della tramoglia d'essiccazione utilizzata e dal ciclo di stampaggio. Per stabilire la corretta temperatura d'essiccazione, dividere la capacità della tramoglia (in kg) per il consumo di resina (in kg/h). Il risultato rappresenta il tempo di residenza nella tramoglia (in ore). Dopo aver determinato il tempo di residenza, utilizzare la tabella 3

per definire la temperatura d'essiccazione più idonea per l'AMODEL che deve essere subito trasferito dall'imballo sigillato alla tramoglia.

Tabella 3

Tempo di residenza in funzione della temperatura d'essiccazione

Tempo di residenza nella tramoglia, ore	Temperatura d'essiccazione, $^{\circ}\text{C}$
8 o più	80
6	95
4	110
2	120

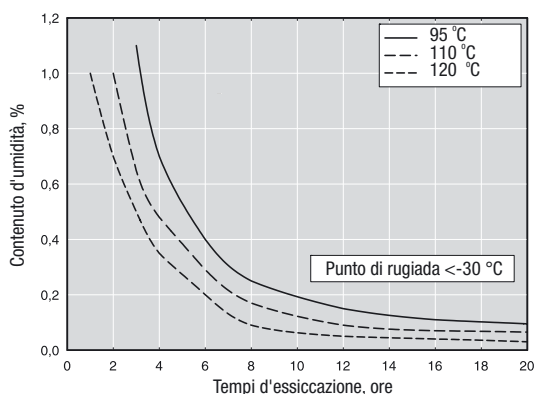
La resina AMODEL che è stata esposta all'atmosfera in un contenitore aperto per più di 24 ore assorbe umidità in quantità sufficiente da richiedere un'essiccazione per almeno 8 ore a $120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Nella figura 1 viene riportato il tempo richiesto per essiccare una resina AMODEL "umida" a varie temperature. Il grafico evidenzia come una temperatura di $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ non sia molto efficace e che è invece preferibile una temperatura di $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ o $120\text{ }^{\circ}\text{C}$. L'essiccazione effettuata a temperature superiori a $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ può causare uno scurimento delle resine naturali.

I livelli d'umidità possono essere misurati con apparecchiature tradizionali per l'analisi gravimetrica. Il test deve essere eseguito a $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ per 10 minuti.

Figura 1

Tempi d'essiccazione per resina umida



Mantenimento dell'essiccazione della resina

Durante il caricamento della resina nella tramoggia d'essiccazione da sacchi sigillati, aprire un sacco alla volta ed eseguire immediatamente il carico. Mantenere i sacchi sigillati sino al momento del caricamento nella tramoggia. Utilizzare un aspiratore per trasferire la resina nella tramoggia e non aprire più sacchi contemporaneamente. In questo modo la resina assorbe umidità con conseguenti possibili problemi nella lavorazione.

Durante il caricamento della resina da una scatola da 500 kg, eseguire un piccolo taglio nell'imballo protettivo attraverso cui inserire il tubo aspiratore. Risigillare l'involucro protettivo attorno al tubo aspiratore. Se il contenitore viene utilizzato solo parzialmente, risigillare bene l'involucro protettivo.

Per convogliare la resina, utilizzare aria secca. L'uso dell'aria ambiente può causare assorbimento d'umidità.

Conseguenze di un inadeguato controllo del contenuto d'umidità

La trasformazione di resine AMODEL contenenti eccessiva umidità influisce sul processo di stampaggio e può alterare le proprietà del componente stampato. La gravità di questi effetti dipende dal livello d'umidità, dal tipo di resina, dallo stampo e dal pezzo.

La quantità d'umidità presente nella resina durante la lavorazione ne determina la viscosità. Come riportato nella figura 2, un maggiore contenuto d'umidità causa una diminuzione di viscosità, conseguente alla perdita di peso molecolare del polimero.

Nel contempo, vengono generati altri prodotti volatili, con conseguente intasamento degli sfoghi. In casi estremi, i componenti stampati presentano bruciature e scarse proprietà meccaniche. Persino variazioni relativamente piccole nel contenuto d'umidità possono influenzare la viscosità in misura sufficiente da causare problemi dimensionali ed estetici.

Se il contenuto d'umidità non viene mantenuto sotto stretto controllo, risulta difficile mettere a punto uno stabile processo di stampaggio. Se il contenuto d'umidità varia e i componenti vengono stampati utilizzando una pressione ed un tempo di mantenimento costanti, la densità del componente subirà una variazione.

L'alterazione della densità porta a modifiche nelle dimensioni e nel peso del componente. In casi estremi, si possono presentare bave o stampate incomplete.

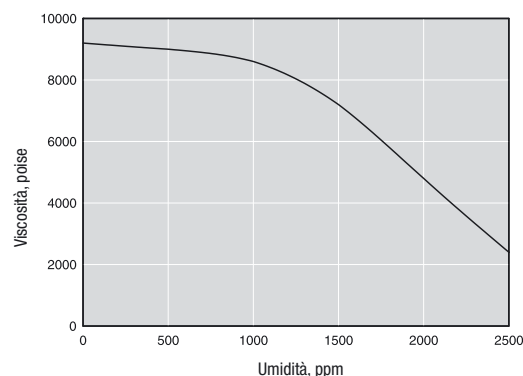
Per determinare se la viscosità (contenuto d'umidità) sta variando, si possono utilizzare gli indicatori della pressa, prima che la variazione abbia come effetto lo stampaggio di componenti non accettabili. Questi indicatori sono:

- **pressione idraulica al punto di commutazione**
Una diminuzione della pressione è un indizio della diminuzione della viscosità della resina. Per raggiungere la velocità d'iniezione impostata è necessaria una pressione inferiore. Questo indica un aumento dei livelli d'umidità.
- **posizione finale del cuscino**
Quando il cuscino diminuisce ad una pressione di mantenimento costante, la viscosità della resina diminuisce, molto probabilmente come conseguenza dell'aumento del contenuto d'umidità.

Molte presse hanno la capacità di monitorare uno o entrambi i parametri. Spesso è possibile impostare i valori limite ed ottenere un segnale d'allarme quando il parametro sta deviando dal valore impostato.

Figura 2

Il contenuto d'umidità influenza la viscosità



Apparecchiatura di lavorazione

Le resine AMODEL possono essere lavorate con apparecchiature tradizionali per lo stampaggio ad iniezione. Poiché le resine AMODEL sono igroscopiche, la pressa deve essere dotata di tramoggia d'essiccazione. Raccomandazioni specifiche sulle apparecchiature per l'essiccazione sono riportate a pagina 3.

Pressa ad iniezione: considerazioni

La pressa deve essere in grado di controllare la fase d'iniezione mediante la velocità e la posizione della vite. La maggior parte delle macchine prodotte dopo il 1980 è dotata di questa funzione. Le macchine di fabbricazione antecedente possono essere modificate mediante l'inserimento di trasduttori lineari e dispositivi di controllo elettronici. È consigliabile che i controlli della pressa includano il monitoraggio e l'impostazione degli allarmi per i seguenti parametri di lavorazione: tempo d'iniezione, cuscinio e pressione idraulica al punto di commutazione.

Si raccomanda di utilizzare viti con un rapporto di compressione compreso tra 2,5:1 e 3,5:1 e un rapporto lunghezza/diametro (L/D) compreso tra 18:1 e 22:1. Si raccomanda altresì d'impiegare un ugello a rastremazione invertita.

Scegliere una pressa con forza di chiusura pari ad almeno 55 MPa d'area proiettata ed una capacità del cilindro compresa tra 1,5 e 3,3 stampate. Una pressa di queste dimensioni minimizza il tempo di residenza nel cilindro, in quanto ogni stampata sfrutterà tra il 30 e il 60% della capacità del cilindro.

Le presse ad iniezione devono essere mantenute in efficienza. Il gioco tra il cilindro e la vite deve essere controllato regolarmente per garantire che vengano mantenute le specifiche del costruttore. Controllare che l'usura dell'anello di tenuta non sia eccessiva.

Controllo della temperatura dello stampo

A seconda del tipo di resina AMODEL da lavorare, è necessario l'utilizzo di un riscaldatore ad olio o ad acqua per mantenere la corretta temperatura dello stampo. Gli AMODEL della serie A-1000 richiedono temperature dello stampo di 135 °C e pertanto richiedono unità di termostatazione ad olio. Per tutte le altre resine AMODEL si possono utilizzare unità ad acqua. Il dispositivo di controllo della temperatura del fluido termostatico deve consentire un controllo di +/- 2 °C rispetto al valore nominale. La pompa deve avere una portata adeguata per creare un flusso turbolento del fluido nello stampo.

I tubi che vanno dalla pompa allo stampo devono essere di dimensioni adeguate e ricoperti di una guaina di filo metallico intrecciato. L'isolamento termico sui tubi impedisce le perdite di calore dal sistema. Le guaine e gli O-ring presenti nel sistema devono essere idonei per le temperature richieste.

Il sistema di controllo della temperatura dello stampo deve includere un allarme della temperatura massima e minima e della pressione massima. Si raccomanda d'adottare un dispositivo d'arresto automatico in caso di pressione massima per proteggere il personale addetto allo stampaggio.

Tabella 4

Condizioni iniziali di stampaggio

Parametro	Serie A-1000 AS-1000	Serie A-4000 AS-4000	Serie A-6000	Serie ET-1000 AT-5000 AT-1000	Serie AF-1000	Serie AF(A)-4000 FR-4000	Serie AF(A)-6000 FR-6000	Serie AT-1100	Serie AT-6100
Istruzioni per l'essiccazione⁽¹⁾									
Temperatura d'essiccazione, °C	120	120	120	110 ⁽²⁾	120	120	120	110 ⁽²⁾	110 ⁽²⁾
Tempo d'essiccazione, ore	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Condizioni di stampaggio									
Temperatura del fuso, obiettivo °C	320-337	330-345	325-340	320-330	325-335	325-335	325-335	320-330	320-330
Temperature del cilindro									
zona posteriore, °C	310	315	310	300	300	300	300	310	310
zona centrale, °C	315	320	315	310	310	310	310	315	315
zona anteriore, °C	320	325	320	315	315	315	315	320	320
Temperatura dell'ugello ⁽³⁾ , °C	320	325	320	315	315	315	315	320	320
Temperatura dello stampo, °C	>135	>80	>80	<90	>135	>80	>80	>135	>80
Velocità d'iniezione	elevata	elevata	elevata	moderata	elevata	elevata	elevata	moderata	moderata
Tempo di riempimento, secondi	1-2	1-2	1-2	2-4	0,5-2	0,5-2	0,5-2	1-3	1-3
Pressione d'iniezione, bar	700-1500	700-1500	700-1500	700-1500	600-1500	600-1500	600-1500	600-1500	600-1500
Pressione di mantenimento, bar	350-800	350-800	350-800	350-800	350-800	350-800	350-800	350-800	350-800
Tempo di mantenimento ⁽⁴⁾ , s/mm	3	1	1,5	3	3	1	1,5	3	1,5
Contropressione, bar	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Velocità della vite, m/s (gir/min)	<0,3 (150)	<0,3 (150)	<0,3 (150)	<0,3 (150)	<0,3 (150)	<0,3 (150)	<0,3 (150)	<0,3 (150)	<0,3 (150)

⁽¹⁾ L'aria utilizzata per l'essiccazione deve avere un punto di rugiada inferiore a -30 °C.

⁽²⁾ L'essiccazione di questi gradi a una temperatura superiore a 110 °C può determinare l'aggregazione dei granuli.

⁽³⁾ Diminuire se si verifica gocciolamento.

⁽⁴⁾ Calcolare il tempo di mantenimento in secondi moltiplicando s/mm per lo spessore massimo del componente in mm.

Condizioni di lavorazione

Impostazioni dei parametri macchina

Nella tabella 4 vengono riportati i parametri da impostare sulla pressa ad iniezione per i vari AMODEL.

Temperature del cilindro

Sono riportate le impostazioni tipiche delle temperature del cilindro. È auspicabile ottenere la temperatura del fuso riportata in tabella.

La temperatura reale dipende dal rapporto tra la capacità del cilindro e le dimensioni della stampata. Se per ciascuna stampata si utilizza una larga porzione del materiale contenuto nel cilindro, le temperature della zona posteriore devono essere aumentate. Nel caso venga utilizzata solamente una piccola parte del materiale contenuto nel cilindro, impiegare temperature inferiori per la zona intermedia. Un tempo di residenza prolungato causa la degradazione del polimero e porta ad un componente stampato con proprietà inaccettabili. Evitare di mantenere il fuso a temperature superiori a 350 °C poiché ciò può causare la degradazione del polimero.

La temperatura dell'ugello deve essere regolata in modo da compensare il congelamento o il gocciolamento. Impostare la temperatura dell'ugello al valore più elevato possibile per evitare il congelamento, ma sufficientemente basso per impedire il gocciolamento.

Impostare i dispositivi di controllo in modo da mantenere la temperatura dello stampo pari o superiore al valore minimo riportato nella tabella 4. Si possono impiegare temperature superiori per migliorare l'aspetto superficiale o per facilitare il riempimento della cavità dello stampo; tuttavia, il tempo di ciclo può risultare maggiore. Componenti con pareti sottili possono richiedere temperature dello stampo superiori per raggiungere la cristallinità ottimale.

Impostazioni del ciclo di stampaggio

Per gli scopi di questa discussione, il processo di stampaggio può essere suddiviso in tre fasi distinte:

- iniezione del polimero o riempimento dello stampo;

- compattazione e mantenimento o densificazione del componente;
- raffreddamento e ritorno della vite.

Iniezione del polimero o riempimento dello stampo

La fase di riempimento dello stampo è la frazione del ciclo a pressione elevata; essa termina quando la pressione viene ridotta ad un valore inferiore al valore di mantenimento. Questa fase del processo può essere controllata con vari metodi.

Questi includono il controllo del tempo a pressione d'iniezione costante, il controllo della pressione mediante un sensore oppure il controllo della velocità d'iniezione sino a quando la vite raggiunge una posizione impostata.

Se la pressa impiegata è dotata di questa funzione, si raccomanda l'utilizzo del metodo di controllo della velocità d'iniezione e, raggiunto il punto di commutazione, passare al controllo in pressione. Questo metodo ha il vantaggio di consentire il passaggio di un volume controllato di resina nella cavità ad una velocità definita. Generalmente, si raccomandano velocità d'iniezione elevate.

Per utilizzare questo metodo, è necessario determinare la posizione del punto di commutazione. Questa posizione deve essere tale per cui il componente risulti riempito al 95%, mentre la parte rimanente deve essere riempita e compattata alla pressione di mantenimento. Questo metodo consente lo sfogo d'eventuale gas residuo nello stampo senza combustione. Un metodo efficace per determinare la corretta posizione della vite per la transizione alla pressione di mantenimento è il seguente:

1. Impostare la pressione di mantenimento (bassa) a zero.
2. Impostare la velocità d'avanzamento (iniezione) della vite tra 5 e 13 cm/s.
3. Eseguire varie stampe e osservare i componenti. Lo scopo di questo metodo è individuare la posizione della vite alla quale il componente è quasi completamente riempito ma non compattato.
4. Se i componenti appaiono completamente riempiti, aumentare numericamente il punto di commutazione (minore volume iniettato).
5. Se i componenti sono molto incompleti, regolare il punto di commutazione ad un valore numericamente minore (maggior volume iniettato).

Alternativamente, per determinare il corretto punto di commutazione, si può utilizzare la pressione della cavità. La pressione della cavità aumenta quando il componente viene riempito. Pertanto, il punto di commutazione può

essere regolato aumentandone il valore sino a quando viene indicato un aumento di pressione e poi riducendolo progressivamente sino alla completa assenza di pressione nella cavità. La buona riuscita di questo metodo dipende dalla corretta posizione dei trasduttori di pressione nella cavità, che devono essere posizionati nell'ultima zona da riempire.

Un punto di commutazione così impostato consente di ottenere un componente quasi completamente riempito ma non compattato. Una volta determinato il punto di commutazione appropriato, applicare la pressione di compattazione per completare il riempimento e la compattazione del componente. Quando non sono disponibili comandi per la velocità e per la posizione, la pressione d'iniezione e i comandi dei tempi del ciclo devono essere regolati in modo da consentire il riempimento rapido del componente, generalmente in uno o due secondi.

Compattazione e mantenimento

Il riempimento della cavità dello stampo con il polimero viene completato durante la fase di compattazione e mantenimento. L'applicazione continua della pressione consente di ottenere la densità massima del componente. Le variabili sono la pressione e il tempo di mantenimento.

Durante la fase d'iniezione, la velocità è stata impostata utilizzando il valore riportato nella tabella 4. È necessario osservare la pressione richiesta per ottenere quella determinata velocità e settare inizialmente la pressione di mantenimento a metà di quel valore. Per ottenere la compattazione ottimale del componente stampato, il valore della pressione di mantenimento deve essere il più elevato possibile senza formare bave nella cavità.

Il tempo di mantenimento dipende da vari fattori, fra cui lo spessore del componente, le dimensioni del punto d'iniezione, la temperatura dello stampo e la velocità di cristallizzazione della resina. Il moltiplicatore fornito nella tabella, basato sullo spessore massimo del componente, consente una valutazione iniziale del tempo di mantenimento. Attualmente, il metodo migliore per determinare il tempo di mantenimento è la valutazione sperimentale. Pesare la stampata sino a quando un incremento del tempo di mantenimento non causa un aumento del suo peso. La mancanza di compattazione nei componenti stampati può provocare problemi sotto il profilo della prestazione, fra cui svergolamento, ritiro irregolare e/o cricche.

Raffreddamento

Durante la fase di raffreddamento, il componente riprende sufficiente rigidità e resistenza da potere essere estratto senza svergolamento e/o deformazione. Simultaneamente, la vite ruota facendo avanzare il materiale per il ciclo successivo. La velocità di rotazione della vite deve essere compresa tra 100 e 200 giri/min, con una contropressione appena sufficiente da garantire una stampata uniforme. La velocità di rotazione della vite è riportata in tabella.

Se si utilizzano tempi di raffreddamento lunghi, il tempo di residenza del polimero nel cilindro può diventare eccessivo, con conseguente degradazione. Un ritardo nella rotazione della vite (ritardo tra la fine della compattazione e l'inizio dell'arretramento) può aiutare a minimizzare la degradazione. In caso di problemi in fase d'estrazione, controllare che la spoglia nello stampo sia adeguata e verificare eventuali sottosquadra o assenza di finitura sulle superfici d'estrazione.

Controllo della temperatura dello stampo

È necessario mantenere lo stampo ad una temperatura uniforme. Ciò si ottiene generalmente facendo circolare nello stampo un fluido termoregolatore attraverso una serie di canali. Come termoregolatore, si utilizza generalmente una miscela d'acqua e di glicole etilenico per temperature dello stampo pari o inferiori a 95 °C, oppure olio diatermico per temperature superiori a 95 °C.

Si devono considerare anche le caratteristiche dello stampo, come per esempio inserti che possono essere isolati termicamente e che richiedono un controllo termico aggiuntivo. Si possono usare vari metodi, il più semplice dei quali consiste nel creare un canale di condizionamento aggiuntivo nella cavità e condizionare l'inserto. Se non ci sono spazi per il canale di condizionamento, si può posizionare un inserto in rame-berillio per facilitare il trasferimento di calore. Il mancato controllo dei punti caldi dello stampo può causare il prolungamento del ciclo e l'incollaggio dei componenti sullo stampo.

Sovrastampaggio di inserti

La pratica dello stampaggio su inserti è diventata molto diffusa. Questi inserti possono includere conduttori, ponti di diodi, cuscinetti, boccole, limitatori di coppia ed elementi strutturali. Ci sono varie considerazioni da fare per l'inserimento di inserti in un componente stampato.

L'inserto deve essere in grado di sopportare la temperatura del materiale plastico fuso. I lubrificanti e le placature dei cuscinetti devono essere in grado di sopportare elevate temperature. Per esempio, la stagnatura non è generalmente adatta per lo stampaggio di inserti con AMODEL, in quanto il punto di fusione dello stagno è inferiore alla temperatura di lavorazione della resina.

Gli inserti devono essere mantenuti nella corretta posizione per garantire che la forza del materiale plastico iniettato non ne provochi lo spostamento in una posizione indesiderata. Questo si può ottenere mediante l'utilizzo di puntali di posizionamento sulle due metà dello stampo. Gli inserti da incapsulare nel componente devono essere tenuti in posizione da puntali di posizionamento che vengono ritirati durante l'iniezione. Il momento opportuno per ritrarre il puntale di posizionamento deve essere determinato sperimentalmente e deve essere basato sulla posizione della vite per garantirne la riproducibilità. L'inserto deve essere altresì tenuto in posizione per assicurare che non venga dislocato durante la chiusura dello stampo. Questo fattore è più importante per le presse orizzontali che per le verticali.

Sebbene il ritiro del materiale plastico attorno ad un inserto sia generalmente sufficiente per mantenerlo in posizione, è spesso preferibile aggiungere asperità sulla superficie dell'inserto per creare un'unione meccanica. Su un conduttore questo si può ottenere con una qualsiasi asperità angolare; su un inserto diritto una superficie zigrinata garantisce un'ottima unione. Per il sovrastampaggio di inserti metallici di grandi dimensioni, è talvolta vantaggioso preriscaldare l'inserto. Il riscaldamento provoca l'espansione termica dell'inserto prevenendo la rottura del componente, in quanto la resina e l'inserto si raffreddano e si ritirano contemporaneamente.

Distaccanti

Si sconsiglia l'uso di spray o additivi per il distacco delle resine AMODEL. I distaccanti possono causare vari problemi, come per esempio formazione di macchie sulla superficie, difficoltà d'incollaggio, problemi relativi alle proprietà elettriche, depositi e problemi di riproducibilità

della lavorazione. L'uso di distaccanti non dovrebbe essere necessario, tranne che, forse, per l'avvio di uno stampo nuovo.

Se l'estrazione del componente risulta difficile, riesaminare il disegno dello stampo e le condizioni di lavorazione. Assicurarsi che vi siano sufficienti estrattori, che siano di superficie idonea e che lo stampo abbia angoli di spoglia sufficienti. Ispezionare lo stampo per verificare l'eventuale presenza di danni che possano causare un sottosquadra e verificare che il tempo di raffreddamento sia sufficiente.

Rimacinato

Poiché la resina AMODEL è termoplastica, le materozze e gli scarti possono essere rimacinati, miscelati con resina vergine e ristampati. Il materiale macinato viene comunemente detto rimacinato. Se effettuato correttamente, l'utilizzo del rimacinato è una pratica economica ed ottima per la salvaguardia dell'ambiente. I requisiti e le specifiche finali dovrebbero essere riconsiderati quando si utilizza del rimacinato.

Materiale adatto alla rimacinatura

In generale, la maggior parte del materiale per la rimacinatura è composto da materozze e canali di colata originati nel processo di stampaggio. Possono essere altresì utilizzati gli scarti, a patto che non contengano corpi estranei, come inserti, e che non siano contaminati con olio, grasso o sporco. Non utilizzare scarti o materozze che presentano bruciature.

Quantità del rimacinato

Idealmente, la quantità del rimacinato utilizzato deve essere pari alla quantità generata nel processo di stampaggio. È importante che la percentuale di rimacinato sia costante.

Per esempio, se la materozza rappresenta il 20% del peso della stampata, la quantità di rimacinato da utilizzare deve essere pari al 20%. Sebbene con una percentuale maggiore, per esempio il 25%, si possano comunque ottenere pezzi conformi, la lavorazione non genera sufficiente rimacinato da mantenerne costante il valore.

Se la quantità di rimacinato varia, anche il processo di stampaggio e la qualità dei componenti stampati possono variare.

Generalmente, percentuali di rimacinato pari al 25% sono largamente accettate e, in alcuni casi, anche percentuali superiori consentono di ottenere componenti accettabili. Da un punto di vista pratico, la percentuale di rimacinato non deve generalmente eccedere il 50%. Percentuali estremamente elevate possono causare problemi nella qualità dei pezzi.

Sono stati condotti degli studi per dimostrare che la qualità dei componenti prodotti con moderate percentuali di rimacinato risulta accettabile. Questi studi sono riassunti nelle figure da 3 a 5. I grafici evidenziano che quando viene utilizzata una quantità di rimacinato pari al 25% nelle resine AMODEL strutturali ed ignifughe, vengono mantenute sia la resistenza a trazione che la resistenza all'urto.

Effetti sul processo di stampaggio

Poiché il materiale rimacinato è stato precedentemente lavorato, esso può presentare un peso molecolare leggermente inferiore che, nel processo di stampaggio, si manifesta come una diminuzione della viscosità. Sebbene tale effetto non sia sempre evidente, può essere necessaria una compensazione regolando le condizioni di stampaggio. Di solito è opportuno diminuire leggermente il valore della pressione di mantenimento.

La potenziale riduzione della viscosità è una ragione importante per giustificare l'utilizzo di quantità costanti di materiale rimacinato. Se la percentuale di rimacinato varia nel tempo, le variazioni di viscosità richiederanno molte regolazioni dei parametri macchina per mantenere la qualità del componente stampato.

Se il rimacinato, prima o dopo la macinatura, assorbe umidità atmosferica e non viene essiccato in modo opportuno, si verifica una riduzione di viscosità rilevante e non controllabile. Il rimacinato deve essere maneggiato ed essiccato come la resina vergine. Bave sui componenti, gocciolamenti dall'ugello e/o eccessivi depositi sullo stampo possono indicare che la resina o il rimacinato sono umidi.

Figura 3

Effetto dell'uso del 25% di rimacinato sulla resistenza a trazione della resina AMODEL AS-1133 HS

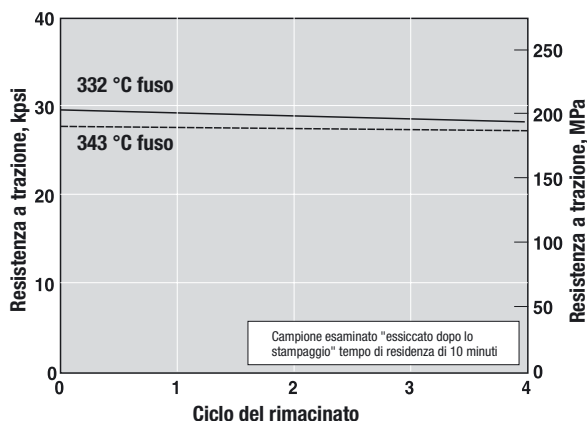


Figura 4

Effetto dell'uso del 25% di rimacinato sulla resistenza a trazione della resina AMODEL AF-1145 VO

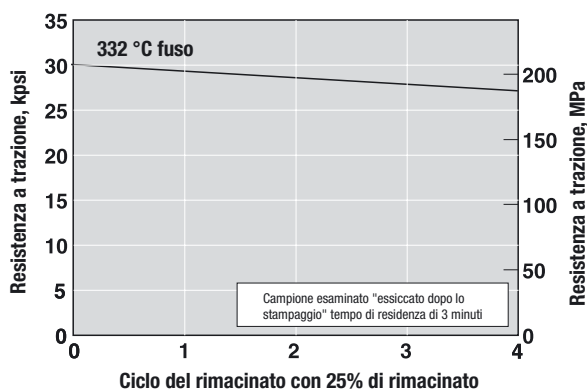
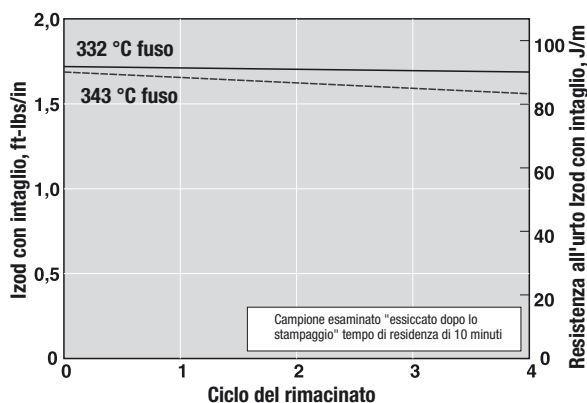


Figura 5

Effetto dell'uso del 25% di rimacinato sulla resistenza all'urto Izod della resina AMODEL AS-1133 HS



Schemi d'utilizzo del rimacinato

Aggiunta continua di rimacinato

Alcuni stampatori ritengono che il rimacinato debba essere eliminato dopo un certo numero di passaggi attraverso la pressa. Sebbene possa essere giustificata con alcuni materiali, questa precauzione non è necessaria con l'impiego delle resine AMODEL ed un opportuno schema d'utilizzo del rimacinato. Vi sono due metodi d'analisi del processo: il metodo sperimentale ed il metodo teorico. Dal punto di vista sperimentale, alcuni studi hanno dimostrato che l'impiego continuo di rimacinato al 25% non ha alcun effetto negativo sulle proprietà del componente (figure da 3 a 5).

Dal punto di vista teorico, si consideri che la quantità di rimacinato proveniente dal ciclo precedente viene ridotta della frazione del rimacinato utilizzato. Per esempio, si consideri una situazione in cui viene utilizzato materiale rimacinato per il 25%.

- Primo ciclo: il 75% di materiale vergine viene mescolato con il 25% di rimacinato, pertanto il 25% della resina è già passata attraverso la pressa.
- Secondo ciclo: il 75% di materiale vergine viene mescolato con il 25% di rimacinato proveniente dal primo ciclo, pertanto il 6,25%, o il 25% del 25%, è già passato attraverso la macchina due volte.
- Terzo ciclo: il 75% di materiale vergine viene mescolato con il 25% di rimacinato proveniente dal secondo ciclo, pertanto l'1,56% del materiale è già passato attraverso la macchina tre volte.
- Quarto ciclo: il 75% di materiale vergine viene mescolato con il 25% di rimacinato proveniente dal terzo ciclo, pertanto lo 0,39% del materiale è già passato attraverso la macchina quattro volte.
- Quinto ciclo: la quantità di rimacinato da stampare per la quinta volta è inferiore allo 0,1%.

Pertanto, la diluizione costante con resina vergine consente l'utilizzo continuo di rimacinato.

Utilizzo di rimacinato a cascata

Non utilizzare il metodo a cascata. Con questo metodo, tutto il rimacinato viene raccolto ed impiegato al 100%. Il rimacinato da questo ciclo viene riutilizzato al 100% ed il rimacinato successivamente originato viene eliminato. Questo metodo produce tre serie di componenti (vergine, prima e seconda generazione), con tre differenti serie di proprietà. Il metodo richiede inoltre tre differenti serie di condizioni di stampaggio dal momento che la viscosità dei materiali risulta differente. Questa procedura non è consigliata.

Specifiche e qualità del componente

In alcuni casi, il disegno di un componente specifica "100% vergine" oppure "nessun rimacinato consentito". In questi casi, si consiglia di rendere noto all'utente finale il vantaggio economico dell'utilizzo del materiale rimacinato. Durante la realizzazione di prototipi, è buona pratica preparare campioni contenenti la percentuale desiderata di rimacinato. Questa procedura consente al cliente d'eseguire sui componenti le prove opportune per la successiva produzione. Se non vengono fabbricati componenti contenenti rimacinato prima che la parte sia completamente qualificata, può essere necessario eseguire prove lunghe e dispendiose per verificare l'accettabilità del rimacinato.

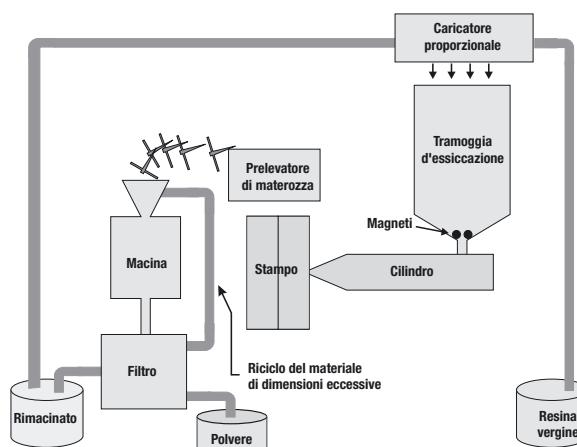
Ottimizzazione del rimacinato

Rimozione dei contaminanti

Utilizzando rimacinato, la presenza di olio, grasso e sporco sui componenti non può essere tollerata. Non consentire che materiali estranei contaminino il rimacinato. Se l'identità di un materiale non è certa, non rischiare l'utilizzo. Una quantità minima di materiale indesiderato può contaminare una grande quantità di resina vergine. La macina deve essere completamente pulita durante la sostituzione dei materiali. I magneti posizionati sopra la bocca d'alimentazione della pressa possono rimuovere metalli ferrosi, come schegge di lama di macina.

Figura 6

Diagramma del sistema di rimacinatura



Classificazione per dimensioni

Per consentire una buona miscelazione del macinato con la resina vergine, le dimensioni dei granuli di rimacinato devono essere il più simile possibile a quelle dei granuli di resina vergine. Pezzi di rimacinato di dimensioni maggiori possono passare con difficoltà nella bocca d'alimentazione e bloccarsi nella tramoggia. Polveri provenienti dalla macina tendono ad aderire alle pareti della tramoggia, richiedendo elevata manutenzione dei filtri d'aspirazione. Un metodo eccellente per controllare le dimensioni delle particelle consiste nell'utilizzo di un'unità vibrante a doppio filtro, con un filtro superiore a 4 mesh ed un filtro inferiore a 40 mesh. Le particelle che non passano attraverso il filtro a 4 mesh sono riciclate dalla macina. Le particelle fini che passano attraverso il filtro a 40 mesh devono essere eliminate. Il materiale che rimane tra i due filtri è idoneo allo stampaggio.

Essiccazione

Come osservato precedentemente, il rimacinato per poter essere stampato deve essere essiccato. Un metodo che elimina la necessità di procedure d'essiccazione è l'utilizzo del rimacinato in un sistema a "ciclo chiuso" come evidenziato nella figura 6. In questo sistema, materozze e scarti sono convogliati verso la macina e il setaccio non appena generati. Il rimacinato viene successivamente convogliato nella tramoggia d'essiccazione prima che possa assorbire umidità atmosferica.

Miscelazione completa con resina vergine

Al fine di mantenere la riproducibilità della stampata e del componente, il rimacinato deve essere ben mescolato con la resina vergine. Se effettuata fuori linea, l'operazione può essere eseguita con buratti o altri metodi analoghi. La figura 6 mostra un caricatore proporzionale sulla tramoggia d'essiccazione che misura quantità volumetriche di resina e di rimacinato. Il caricatore è dotato di un dispositivo di controllo che può modificare il tempo di prelievo di ciascun materiale, regolando così la percentuale di rimacinato come richiesto.

Per esempio, non è accettabile utilizzare il 25% di rimacinato caricando in tramoggia il 75% di resina vergine e successivamente il 25% di rimacinato. In questo caso, si produrrebbe il 75% dei componenti con materiale vergine al 100% e il 25% dei componenti con rimacinato al 100%.

Utilizzo di quantità costanti

Per avere un processo stabile, utilizzare sempre la stessa quantità di rimacinato. Da un punto di vista ideale, la quantità utilizzata dovrebbe essere pari alla quantità generata. Come osservato precedentemente, se la percentuale di rimacinato varia nel tempo, è possibile che vari anche il processo produttivo e la qualità del componente stampato. Un caricatore proporzionale preleva il materiale vergine e rimacinato e controlla che la quantità di rimacinato rispetti il rapporto desiderato.

Spurgo

Lo spurgo è il processo di rimozione della resina dal cilindro della pressa. Quando si deve sostituire la resina, il materiale residuo nel cilindro viene spurgato prima dell'introduzione dell'altra resina. Lo spurgo è inoltre importante nelle fasi d'avvio e d'arresto, quando la resina potrebbe essere esposta per molto tempo ad alte temperature. Generalmente, durante i periodi d'arresto, le resine termosensibili vengono spurgate e sostituite con resine più stabili. Lo spurgo può essere effettuato anche per pulire il cilindro e la vite, eliminando il materiale degradato. Di seguito vengono fornite raccomandazioni sullo spurgo nello stampaggio di resine AMODEL, in circostanze standard e non.

Spurgo di routine

Al termine del ciclo produttivo, oppure se il processo di stampaggio deve essere interrotto per più di dieci minuti, è consigliabile rimuovere l'AMODEL dal cilindro della pressa. La mancata rimozione della resina durante l'interruzione del processo può causarne la degradazione, con conseguente contaminazione dei componenti stampati.

Seguire sempre le procedure di sicurezza. Tutte le coperture e le protezioni devono essere utilizzate durante lo spurgo. È necessario indossare i dispositivi di protezione individuale. I materiali spurgati sono molto caldi e devono essere maneggiati con gli opportuni dispositivi di protezione. Si consiglia inoltre di collocare una protezione sulla boccia per proteggere lo stampo. Tale protezione deve essere fabbricata in materiale idoneo a sopportare le condizioni di spurgo. I materiali di spurgo devono essere smaltiti in modo corretto, in conformità alle regolamentazioni locali.

Procedura di spurgo per interruzione di ciclo

Se il ciclo deve essere interrotto per più di dieci minuti, uno spurgo a fase singola può essere eseguito nel modo seguente:

1. Chiudere la tramoggia.
2. Arretrare il carro d'iniezione.
3. Spurgare sino a completo svuotamento del cilindro.
4. Caricare polietilene ad alta densità (HDPE) alla bocca d'alimentazione.
5. Spurgare il cilindro con HDPE sino a quando lo spurgo appare trasparente.

Al momento del riavvio del processo di stampaggio, spurgare con resina AMODEL sino ad ottenere una stampata accettabile.

Procedura d'arresto giornaliero

Una volta completato lo stampaggio, oppure se questo deve essere sospeso per diverse ore e si intende riavviare il ciclo con resina AMODEL dello stesso grado, si può procedere nel modo seguente:

Ripetere le fasi da 1 a 5 del processo descritto precedentemente.

6. Spegnerle le resistenze del cilindro.

Procedura di sostituzione

Se, dopo aver completato uno stampaggio, si intende sostituire il materiale con una resina di grado differente, attenersi alla seguente procedura:

1. Interrompere l'alimentazione della resina alla tramoggia.
2. Arretrare il carro d'iniezione.
3. Spurgare la vite sino a completo svuotamento così che non vi sia altra resina AMODEL da spurgare.
4. Aggiungere alla bocca d'alimentazione un materiale di spurgo per elevate temperature. Diversi materiali di spurgo* disponibili in commercio sono classificati come adatti a sopportare alte temperature. Il materiale di spurgo impiegato deve essere idoneo per l'uso ad una temperatura minima di 400 °C. Seguire le istruzioni fornite dal fabbricante.
5. Spurgare con materiale per elevate temperature fino alla completa assenza di resina AMODEL dallo spurgo.
6. Aggiungere HDPE nella tramoggia.
7. Spurgare il cilindro con HDPE sino a quando lo spurgo appare trasparente.
8. Spegnerle le resistenze del cilindro.

*Un materiale di spurgo è generalmente composto da una miscela frazionata di polietilene ad alta densità ed acrilico (PMMA). Sono disponibili anche altri materiali con buone prestazioni.

Spurgo in circostanze non standard

Si possono verificare situazioni inattese che interrompono il processo di stampaggio. Lo spurgo è generalmente richiesto perché l'interruzione del ciclo causa spesso la degradazione della resina, il che può compromettere la qualità del componente.

Interruzione d'energia elettrica alla pressa

In caso d'interruzione d'energia elettrica, operare nel modo seguente:

1. Spegnerle le resistenze del cilindro e dell'ugello (posizione "off").

Una volta ripristinata la corrente:

2. Arretrare il carro d'iniezione dallo stampo e riaccendere le resistenze del cilindro e dell'ugello (posizione "on"). *Poiché le resistenze riscaldano il cilindro alla temperatura di processo, è possibile che si verifichi una degradazione della resina AMODEL. Come conseguenza di questa degradazione, si possono manifestare gocciolamenti dall'ugello e fuoriuscite di gas.*
3. Aumentare la ventilazione e installare schermi protettivi per evitare il contatto con la resina calda.
4. Dopo che il cilindro si è riscaldato sufficientemente, seguire la **procedura di spurgo** descritta precedentemente per rimuovere tutta la resina AMODEL dal cilindro. Non cercare d'accelerare il processo aumentando le temperature al di sopra dei valori di processo.
5. Una volta spurgata tutta la resina, il processo di stampaggio può essere riavviato.

Interruzione del funzionamento della fascia riscaldante del cilindro o dell'ugello

Una fascia riscaldante può guastarsi causando il parziale congelamento del cilindro.

1. Se questo si verifica, spegnere tutte le fasce riscaldanti.
2. Decomprimere manualmente la vite e lasciare raffreddare il cilindro.
3. Una volta raffreddato il cilindro, sostituire la fascia riscaldante difettosa e ripristinare il riscaldamento.
4. Dopo che il cilindro ha raggiunto la temperatura d'esercizio, spurgare seguendo la **procedura** descritta precedentemente.
5. Riavviare il processo di stampaggio.

Interruzione del funzionamento di una termocoppia su una fascia riscaldante

Una termocoppia può guastarsi, causando un surriscaldamento.

1. Se questo si verifica, spegnere la zona difettosa e seguire la **procedura di spurgo** descritta precedentemente.
2. Spegnere le resistenze del cilindro.
3. Una volta raffreddata, sostituire la termocoppia difettosa.
4. Riavviare il processo di stampaggio.

Ostruzione dell'ugello

L'ugello della pressa può ostruirsi in due casi: la resina solidifica (congela) nell'ugello, oppure l'ugello è ostruito da parti di puntale di vite o di anello antiritorno rotti, o un'altra ostruzione fisica. Poiché la solidificazione della resina è il caso più comune, eseguire innanzitutto i punti 1 e 2.

1. Verificare che la resistenza e la termocoppia dell'ugello siano funzionanti.
2. In caso positivo, aumentare la temperatura dell'ugello con incrementi di 5 °C sino a quando il flusso della resina non risulta scorrevole. Non aumentare la temperatura dell'ugello al di sopra di 350 °C. Se la temperatura dell'ugello non aumenta sufficientemente, può essere necessario installare una fascia riscaldante più larga e/o isolare l'ugello. Non utilizzare una sorgente di calore esterna, come per esempio una fiamma, in quanto un surriscaldamento localizzato può causare un aumento pericoloso della pressione. La resina calda può fuoriuscire a spruzzi quando viene applicata pressione.
3. Se l'ostruzione non viene eliminata aumentando la temperatura fino a 350 °C, è probabile che l'ugello sia fisicamente ostruito. Spegnere le resistenze del cilindro.
4. Una volta raffreddato il cilindro, rimuovere l'ugello ed eliminare l'ostruzione. Non cercare di rimuovere l'ugello quando la resina è ancora allo stato fuso, poiché si potrebbe liberare pressione accumulata.
5. Rimontare l'ugello pulito e accendere le resistenze del cilindro. Quando la temperatura del cilindro raggiunge il valore impostato, spurgare seguendo la **procedura di spurgo** descritta precedentemente.

Interruzione di una funzione della pressa

Se una funzione della pressa, ad esempio la chiusura, la pressione idraulica o un'altra funzione meccanica, non funzionano correttamente, le buone pratiche di sicurezza consigliano di riparare il malfunzionamento prima di procedere con lo stampaggio. Spurgare se la riparazione richiede un'interruzione maggiore di dieci minuti.

Progettazione dello stampo

Acciaio per stampi e trattamento delle superfici

Come per qualsiasi altro tecnopolimero, la selezione dell'acciaio per lo stampo è dettata dal numero e dalla qualità dei componenti da produrre. Per grandi produzioni, l'elevata spesa iniziale per uno stampo d'alta qualità sarà un buon investimento.

Generalmente, per la fabbricazione di stampi per iniezione, è accettabile l'impiego di acciai comuni come l'H-13, l'S-7 e il P-20. Per lo stampaggio di resine rinforzate con fibra di vetro o minerali, per cui si richiede una resistenza all'abrasione, l'H-13 offre migliori prestazioni. Evitare l'impiego di metalli molli, come l'alluminio, anche nella prototipizzazione. L'acciaio deve essere temprato prima della produzione; tuttavia, è opportuno provare lo stampo prima della tempra in modo da facilitare gli aggiustamenti alle dimensioni finali.

Dopo aver determinato le dimensioni generali dell'impronta utilizzando i valori di ritiro relativi alla resina da utilizzare, è prudente tagliare le matrici secondo la pratica "steel safe". Con questo metodo, i componenti dello stampo progettati per produrre cavità sui componenti devono essere maggiorati rispetto alle dimensioni nominali, mentre i componenti progettati per produrre pareti esterne devono essere di dimensioni inferiori. Dopo il campionamento iniziale, si possono misurare le parti stampate e modificare le dimensioni dello stampo per ottenere componenti dalle dimensioni desiderate.

Anche se non si richiede un aspetto superficiale eccellente, è necessario eliminare tutti i segni di lavorazione per garantire una corretta estrazione del componente. Tutte le superfici devono essere lucidate nella direzione dell'estrazione. Per componenti in cui si richiede un buon aspetto superficiale, sono permesse goffrature, ma non i sottosquadra. Ulteriori informazioni sono disponibili a pagina 20, nella sezione che descrive l'uso della spoglia per facilitare l'estrazione del componente.

Generalmente, non si richiede lucidatura della matrice. Una superficie brillante, se richiesta, può essere ottenuta mediante trattamento superficiale, come ad esempio un trattamento di cromatura HD o un trattamento al nitruro di titanio. Sono disponibili in commercio numerosi altri

rivestimenti e/o trattamenti per superfici di stampi. Sebbene non tutti i trattamenti alternativi siano stati esaminati, non ne è stato ancora trovato uno che superi a lungo termine le prestazioni dei trattamenti di cromatura HD o rivestimento al nitruro di titanio.

Sebbene le resine AMODEL non siano chimicamente aggressive verso l'acciaio degli stampi, si possono comunque manifestare usura ed abrasione, specialmente con i gradi rinforzati con fibra di vetro o cariche minerali. Tipicamente, l'usura si manifesta nelle zone dello stampo ove il frizionamento è elevato, come punti d'iniezione, angoli e nelle zone della cavità che vengono per prime in contatto con la resina iniettata. Nella progettazione dello stampo, bisogna tenere in considerazione il fenomeno dell'usura quando si posiziona il punto d'iniezione ed il layout delle cavità. Punti d'iniezione imbussolati e componenti interni intercambiabili nelle posizioni in cui l'usura è prevedibile minimizzano le interruzioni dovute ad eventuali riparazioni.

Tipi di stampo

Le resine AMODEL possono essere trasformate in stampi a due o a tre piastre e con canale caldo. Non sono generalmente adatte per stampaggio a compressione, trasferimento oppure per soffiaggio.

Stampi a due piastre

Gli stampi a due piastre, o A-B, sono i tipi più semplici e più comuni. Sono composti da una parte A fissa e una parte B mobile. La resina allo stato fuso viene iniettata attraverso la materozza nella parte A, poi lungo un canale d'iniezione sulla linea di giunzione sino alla cavità o alle cavità dello stampo, generalmente ricavate nella parte B.

Poiché il sistema d'estrazione è generalmente progettato per espellere il componente stampato dalla parte mobile (B), è necessario che il componente, la materozza e il canale rimangano sulla parte B al momento dell'apertura dello stampo. Per garantire che questo si verifichi, è pratica comune ricavare un pozzo freddo, il canale e la maggior parte della cavità nella parte B.

Il pozzo freddo, generalmente ritagliato nella parte B opposta alla materozza, ha due funzioni. Innanzitutto, consente di raccogliere il fronte avanzante della massa iniettata, che generalmente contiene un residuo freddo di resina proveniente dal puntale dell'ugello, e di prevenire che questo materiale penetri nella cavità dello stampo.

Poi, grazie ad un leggero sottosquadra, strappa la materozza dalla parte A al momento dell'apertura dello stampo. Posizionando un estrattore nella parte B, si può espellere la materozza.

Anche il canale d'alimentazione è generalmente tagliato nella parte mobile dello stampo. I perni d'estrazione nel canale (perni aspiranti), parzialmente al di sotto della superficie, garantiscono che il canale rimanga nella parte mobile. Questi estrattori possono contenere leggeri sottosquadra.

Per garantire che il componente stampato rimanga nella parte mobile al momento dell'apertura dello stampo, è pratica comune ricavare la maggior parte del componente in quella parte. Nella parte fissa le asperità devono essere minime. Se nella parte A le asperità sono rilevanti, è consigliabile adottare sistemi d'estrazione dalla parte A, come per esempio un sistema d'espulsione a molla.

Stampi a tre piastre

Gli stampi a tre piastre presentano una variante rispetto al sistema a due piastre, per cui una piastra centrale viene aggiunta tra la piastra mobile e quella fissa. La piastra centrale isola la materozza e i canali d'alimentazione dai componenti. Il canale è ricavato tra la piastra fissa e quella centrale e i componenti stampati sono ricavati tra la piastra centrale e quella mobile. Quando lo stampo si apre, i componenti rimangono sulla piastra mobile e sono estratti. I canali d'alimentazione e la materozza sono staccati dai componenti stampati e rimangono tra la piastra centrale e quella fissa. Un sistema d'estrazione a molla, posizionato sulla terza piastra, provvede all'estrazione dei canali d'alimentazione.

Vi sono vari aspetti di questo sistema che lo rendono preferibile rispetto a quello a due piastre. Innanzitutto, la smaterozzata viene operata durante il processo d'estrazione del componente e non come operazione secondaria. Inoltre, permette una grande libertà nella scelta del numero e del posizionamento dei punti d'iniezione lungo la piastra centrale. I componenti di grandi dimensioni possono essere iniettati in diversi punti per facilitarne il riempimento.

Sistemi a canale caldo

I sistemi a canale caldo sostituiscono il sistema a materozza e a canale freddo con un collettore riscaldato elettricamente che mantiene una porzione della stampata allo stato fuso. La resina viene iniettata nelle cavità sulla parte B direttamente dagli ugelli del collettore. Il maggior

vantaggio dell'impiego di un sistema a canale caldo consiste nell'impiego del materiale. Dal momento che non esistono né la materozza né il canale d'alimentazione, il 100% della resina è utilizzata nel componente.

Il controllo della temperatura dei sistemi a canale caldo per materiali cristallini come AMODEL PPA è un fattore critico. Evitare un tempo di residenza eccessivo nel collettore per evitare la degradazione del materiale. Impiegare dispositivi di controllo della temperatura separati per ciascun ugello. La posizione della termocoppia di controllo per ciascuna sorgente di calore nel collettore ed ugello deve essere collocata vicino alla resina e tra la sorgente di calore e la resina.

In generale, il progetto dello stampo deve essere il più semplice possibile. Nel determinare la posizione della cavità, bisogna considerare l'estrazione del componente e la posizione del punto d'iniezione. È determinante anche il controllo termico dello stampo. Il fluido termoregolatore deve mantenere la temperatura della cavità. Il mancato controllo di questi fattori può causare problemi durante l'estrazione del componente.

Equilibratura delle impronte

In uno stampo a più cavità, una sistemazione bilanciata delle cavità è determinante per lo stampaggio di componenti di qualità. Questo significa che tutte le cavità devono contenere lo stesso volume di materiale ed essere riempite contemporaneamente. Uno stampo non equilibrato causa l'eccessiva compattazione di alcune cavità e l'insufficiente compattazione di altre. Con uno stampo equilibrato, tutte le cavità vengono riempite alla stessa velocità e alla stessa pressione, garantendo così la produzione di componenti uniformi. Generalmente, questo si ottiene posizionando le cavità in modo equidistante dalla materozza con canali di dimensioni identiche. La lunghezza del cammino del flusso dovrà essere uguale per ciascuna cavità.

Famiglie di stampi sono talvolta fabbricate per stampare due o più parti differenti in uno stampo singolo. Questi tipi di stampi sono spesso impossibili da equilibrare e devono essere evitati. Quando per ragioni economiche si devono collocare cavità di dimensioni diverse in un singolo stampo, il canale d'alimentazione deve essere provvisto di dispositivi d'arresto del flusso alle singole cavità. Qualora i componenti diversi stampati insieme risultino non conformi, i dispositivi d'arresto consentono di stampare ogni componente individualmente.

Controllo termico

Dal momento che il processo di stampaggio ad iniezione di materie termoplastiche consiste essenzialmente nell'iniezione di una resina allo stato fuso in una cavità e nella conseguente solidificazione in essa prima dell'estrazione, è molto importante che la temperatura dello stampo sia controllata in modo adeguato. Questo si ottiene generalmente facendo circolare un fluido termoregolatore attraverso canali nello stampo. Per temperature dello stampo sino a 95 °C si può utilizzare l'acqua; per temperature superiori si richiede l'impiego di olio. La temperatura dello stampo dipende dal tipo di resina da lavorare.

Non utilizzare cartucce elettriche poiché, sebbene in grado di riscaldare lo stampo, non possono rimuovere il calore. Dal momento che il polimero da iniettare nello stampo è considerevolmente più caldo della cavità, il calore in eccesso deve essere rimosso. Questo è particolarmente vero nel caso di aree termicamente isolate come i perni degli inserti, dove il calore può accumularsi causando problemi d'estrazione. Per facilitare il trasferimento di calore, si possono inserire in queste aree dei perni termoconduttori in rame-berillio.

I canali termoregolatori devono essere collocati in modo equidistante da ciascuna cavità e il flusso deve essere diretto in modo che ciascuna cavità sia lambita dalla stessa quantità di fluido e alla stessa temperatura. Il flusso al di fuori delle cavità deve essere progettato in modo da essere controcorrente piuttosto che sequenziale. Per massimizzare il trasferimento di calore, le linee di trasporto del fluido devono essere dimensionate, entro i limiti di portata, in modo da creare un moto turbolento.

Canali d'alimentazione

Lo scopo dei canali d'alimentazione è quello di collegare la materozza alla cavità. Per evitare spreco di materiale nella materozza e nel canale, essi sono generalmente macinati e riutilizzati. In genere, è consentito mescolare il 25% di materozze e canali macinati con il 75% di resina vergine. Pertanto, la progettazione ottimale dello stampo dal punto di vista del materiale si ottiene quando il peso della materozza e del canale non è superiore al 25% del peso totale della stampata.

La riduzione del peso del canale può essere ottenuta minimizzando la lunghezza e il rapporto superficie/volume del canale. Un canale cilindrico presenta il rapporto superficie/volume più basso e, sebbene sia il canale più efficiente, è il più difficile da fabbricare. Un canale trapezoidale con una pendenza del 10% aumenta il peso del canale di circa il 25%, ma è notevolmente più facile da realizzare.

Le dimensioni del canale dipendono dalla lunghezza del cammino del flusso e dal grado della resina da utilizzare. In tutti i casi, l'asse principale del canale deve essere più largo della sezione più spessa del componente per garantire che il canale non congeli prima che il componente sia completamente solidificato.

Quando un canale si ramifica per riempire due o più cavità, il volume totale di tutti i canali secondari non deve essere superiore al volume del canale principale. Questo garantisce che la velocità del fronte allo stato fuso non diminuisca.

Utilizzare pozzi freddi ad ogni variazione di direzione del canale d'alimentazione ed alla base della materozza. Questi pozzi servono a rimuovere il bordo avanzante della materia fusa e ad impedire l'introduzione di materiale freddo nella cavità.

Poiché il materiale nel canale d'alimentazione viene generalmente riutilizzato, quest'ultimo deve essere ben ventilato per evitare bruciature. Lo sfogo del canale d'alimentazione consente inoltre al gas presente di fuoriuscire piuttosto che dover essere eliminato attraverso la cavità.

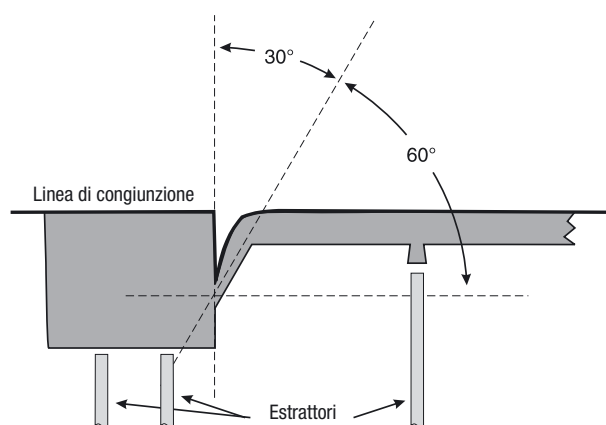
Il canale d'alimentazione può essere trattenuto nella giusta piastra durante l'apertura dello stampo mediante dispositivi d'estrazione della materozza e perni estrattori che fungono da leggeri sottosquadra. Estrattori generosi sul canale d'alimentazione assicurano l'estrazione positiva dallo stampo.

Iniezione

Per la lavorazione delle resine AMODEL possono essere usati tutti i sistemi convenzionali d'iniezione, inclusi i canali caldi.

Figura 7

Punti d'iniezione a tunnel



Le considerazioni per la scelta di un metodo d'iniezione devono comprendere la posizione del punto d'iniezione per la densificazione ottimale, il metodo di rimozione del punto d'iniezione, la generazione e l'impiego del materiale rimacinato, oltre che requisiti estetici.

Iniezione da materozza

L'iniezione diretta da materozza è il metodo utilizzato più frequentemente con sistemi a canale caldo anche su stampi prototipi. Con questo metodo, la cavità dello stampo viene messa direttamente in linea con la materozza o sotto l'ugello del canale caldo. I principali vantaggi di questo metodo comprendono la semplicità del sistema e il minimo volume di canale e la minima lunghezza di flusso. Fra gli svantaggi vi è la possibilità che residui di colata fredda risultino visibili sul componente e la necessità di rimuovere la materozza o le vestigia del canale caldo, il che implica generalmente un'operazione di postlavorazione o un'operazione manuale da parte dell'operatore addetto alla pressa.

Punti d'iniezione al bordo

Punti d'iniezione al bordo rappresentano di gran lunga il più comune tipo d'iniezione. Questi punti d'iniezione sono utilizzati con un sistema convenzionale di materozza e canale d'alimentazione. Il canale introduce la resina nella cavità dello stampo lungo la linea di separazione. Pozzi freddi sono collocati nel canale per tenere i residui gelidi lontani dai componenti. Generalmente, viene sistemato un sottosquadra nella parte mobile dello stampo per l'estrazione della materozza. Leggeri sottosquadra possono anche essere ricavati sul punto d'iniezione, dove avviene il contatto con il componente, per facilitare la separazione fra canale e componente.

Fra i vantaggi dei punti d'iniezione a bordo vi sono la facilità di fabbricazione, di modifica, di manutenzione e quella di operare senza difficoltà. I pozzi freddi eliminano la presenza di residui gelidi nei componenti. Lo svantaggio di questo metodo d'iniezione risiede nella generazione di residui, parte dei quali possono essere rimacinati e riutilizzati. Si raccomanda d'imbussolare il punto d'iniezione per facilitarne la sostituzione in caso d'usura eccessiva.

Punti d'iniezione a diaframma

L'iniezione a diaframma è utilizzata quasi esclusivamente per lo stampaggio di componenti circolari senza linee di giunzione. Con questo metodo si può ottenere anche un elevato grado di planarità impiegando un grado rinforzato con fibra di vetro che può essere soggetto a svergolamento con l'impiego di altri tipi d'iniezione. Analogamente all'iniezione da materozza, è necessaria una lavorazione a macchina per rimuovere il punto d'iniezione.

Punti d'iniezione a tunnel o sottomarini

L'iniezione tunnel o sottomarina è un altro metodo molto diffuso, perché il punto d'iniezione è ad autorimozione. I punti d'iniezione sottomarini impiegano un canale d'alimentazione con linea di separazione convenzionale simile a quello di un punto d'iniezione a bordo standard. Vicino alla cavità dello stampo, tuttavia, il canale forma un tunnel al di sotto della linea di congiunzione e penetra nel componente al di sotto delle superfici di congiunzione dello stampo, come evidenziato nella figura 7. All'estrazione, il componente stampato e il canale/punto d'iniezione vengono separati dallo stampo stesso. L'angolo d'inclinazione del punto è determinante per garantire che il canale venga espulso in modo corretto e non rimanga bloccato nello stampo. A causa dell'elevato modulo degli AMODEL rinforzati, per questi gradi si raccomanda un angolo massimo di 30° perpendicolarmente alla linea di congiunzione dello stampo. Per gradi non caricati con modulo inferiore si possono utilizzare angoli d'inclinazione meno pronunciati.

Il principale vantaggio dei punti d'iniezione sottomarini risiede nella proprietà di rimozione automatica. Uno svantaggio potenziale è rappresentato dalla possibilità di un punto d'iniezione irregolare. Per questi punti d'iniezione si raccomanda vivamente l'impiego d'inserti.

Stampi a canale caldo

Gli stampi a canale caldo sono estremamente diffusi grazie all'efficienza d'impiego del materiale. Gli stampi a canale caldo possono essere combinati con uno qualsiasi dei metodi d'iniezione precedentemente descritti, sebbene siano più frequentemente ad iniezione diretta. Gli stampi a canale caldo sono spesso forniti come sistema pronto all'uso; tuttavia, alcuni aspetti del progetto sono importanti per una buona trasformazione dell' AMODEL. I canali caldi devono presentare un flusso scorrevole, senza spigoli o punti di stagnazione. La resina allo stato fuso tende a stagnare negli angoli o nei punti di stagnazione, degradandosi e conseguentemente contaminando il materiale fuso ed i componenti.

Il controllo della temperatura dello stampo a canale caldo è critico. Ciascun ugello nello stampo deve avere la propria termocoppia e sorgente di calore. La termocoppia deve essere posizionata tra la sorgente di calore e il canale di flusso, permettendo un controllo termico accurato senza degradazione della resina.

Dimensioni del punto d'iniezione

Le dimensioni di un punto d'iniezione dipendono da vari fattori, fra cui le dimensioni e lo spessore del componente, il tipo di punto d'iniezione utilizzato e il grado della resina. In generale, le dimensioni minime del punto d'iniezione devono essere pari al 50% dello spessore di parete al punto da iniettare per garantire una densificazione ottimale. Se i punti d'iniezione sono troppo piccoli, i componenti possono risultare insufficientemente compattati, ritirarsi in modo imprevedibile, presentare una porosità interna e segni di risucchio ed avere scarse prestazioni meccaniche.

I punti d'iniezione a bordo rettangolare devono presentare una larghezza di 1,5 - 2 volte maggiore rispetto alla profondità e devono essere proporzionali allo spessore del componente come descritto precedentemente.

I punti d'iniezione sottomarini devono avere dimensioni di almeno 0,5 mm sull'asse minore, con un aumento nelle dimensioni per componenti più grandi.

Per gli stampi a tre piastre si devono utilizzare punti d'iniezione dimensionati proporzionalmente, ma non inferiori a 0,5 mm di diametro per componenti piccoli e non superiori a 3,2 mm per componenti grandi. Punti d'iniezione molto grandi utilizzati con stampi a tre piastre possono causare problemi di rimozione.

Posizione del punto d'iniezione

I punti d'iniezione devono essere sempre posizionati nella sezione più spessa del componente per consentire un flusso dalle sezioni spesse a quelle sottili. La posizione dei punti d'iniezione può essere regolata da considerazioni di natura estetica; tuttavia, si sconsiglia un flusso da una sezione sottile ad una più spessa. Altri fattori che possono influenzare la posizione del punto d'iniezione includono la posizione della linea di giunzione, requisiti di planarità e il numero di punti d'iniezione richiesti per riempire il componente.

Figura 8

Sfoghi

Dimensioni standard dello sfogo

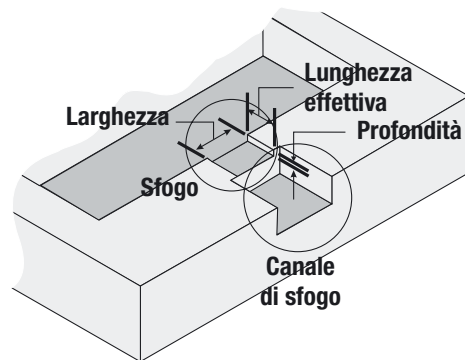
Profondità: 0,04 - 0,06 mm

Larghezza: 3,2 mm (minima)

Lunghezza effettiva: 0,8 - 1,6 mm

Profondità del canale di sfogo: 1,3 mm (minima)

Il canale di sfogo deve protrarsi sino al bordo dello stampo.



Sfoghi

Gli sfoghi nella cavità di uno stampo, come riportato nella figura 8, consentono la fuoriuscita del gas (aria) presente a mano a mano che la cavità viene riempita dalla resina. Uno sfogo inadeguato può portare alla compressione di gas nella cavità, che può successivamente essere riscaldato sino a causare bruciature sul componente e la formazione di un deposito sulla superficie della cavità. Questo fenomeno è noto come ignizione prematura (dieseling). Uno sfogo poco efficiente può anche causare una scarsa resistenza delle linee di saldatura e l'impossibilità di riempire completamente la cavità. Le velocità d'iniezione relativamente elevate richieste dalla maggior parte dei gradi AMODEL rendono necessaria una quantità notevole di sfoghi negli stampi.

La posizione degli sfoghi dipende dalla struttura della cavità e può essere accuratamente pronosticata mediante simulazioni di flusso. Per individuare le zone idonee agli sfoghi si possono anche utilizzare stampate incomplete. In generale, gli sfoghi devono essere collocati dalla parte opposta del punto d'iniezione, in corrispondenza di linee di giunzione previste, e in corrispondenza di varie posizioni sulla linea di congiunzione, in modo tale che ricoprano circa il 25% del perimetro della cavità. Lo sfogo al di sotto della linea di congiunzione può essere ottenuto sugli estrattori. Lo sfogo sui perni degli inserti e nelle cavità profonde facilita anche l'estrazione del componente, impedendo la formazione di vuoto ed il conseguente svergolamento del componente.

Se la produzione è spesso interrotta per eliminare depositi dallo stampo, sfoghi aggiuntivi o più profondi possono attenuare il problema.

Tolleranze di stampaggio

La variabilità dimensionale di un componente stampato è una combinazione della variabilità dimensionale nelle cavità, della variabilità dovuta al processo di stampaggio e della variabilità nel ritiro del materiale.

Il ritiro del materiale è funzione del tipo e della percentuale di rinforzo. Maggiore è la percentuale di rinforzo, minore è il ritiro. Rinforzi anisotropi, come la fibra di vetro, manifestano ritiri differenti nel flusso e nella direzione trasversale. Consultare la scheda tecnica per il ritiro di ogni grado.

Con le resine AMODEL si possono ottenere buone tolleranze, purché siano minimizzate le variazioni nel processo di stampaggio.

La tolleranza reale dipende dalle dimensioni: maggiori sono le dimensioni, maggiore è la tolleranza richiesta. Generalmente, può essere mantenuta una tolleranza pari a +/- 0,2%. Per dimensioni molto grandi, può essere possibile ottenere valori inferiori allo 0,2%. Per dimensioni molto piccole, assumere +/- 0,05 mm come tolleranza migliore.

Per caratteristiche di tolleranza statistiche, si consiglia di raddoppiare i valori sopra descritti.

Estrazione del componente

Vi sono numerosi ed importanti fattori da considerare nella progettazione del sistema d'estrazione. La maggior parte dei problemi di stampaggio ha origine da problemi d'estrazione che possono essere evitati.

Spoglia

La spoglia viene definita come l'aggiunta di una rastremazione che consente al componente di staccarsi dallo stampo dopo un breve spostamento degli estrattori. La rastremazione viene comunemente definita angolo di spoglia. Sebbene gli angoli di spoglia non possano generalmente essere considerati come parte del sistema d'estrazione, essi sono essenziali per assicurarne un buon funzionamento. I minimi angoli di spoglia per le resine AMODEL sono compresi tra 0,5° e 1° per superfici esterne e tra 1° e 1,5° per superfici interne o inserti.

Quando le tolleranze dimensionali non consentono la spoglia raccomandata, si devono ricercare metodi alternativi, come la suddivisione del componente stampato tra la superficie fissa e quella mobile dello stampo oppure la suddivisione dei perni degli inserti. Entrambi i metodi possono ridurre della metà la variazione dimensionale dovuta alla spoglia.

Quando la superficie di un componente presenta una goffatura, l'angolo di spoglia deve essere aumentato di 1° per ogni 0,025 mm di profondità del rilievo.

Lucidatura dello stampo

È essenziale che le superfici d'estrazione dello stampo siano lucidate nella direzione dell'estrazione. Questo processo è noto come finitura lucida. I sottosquadra non sono permessi in quanto ritengono il componente. La lucidatura dello stampo deve essere considerata parte integrante della manutenzione stampo.

Estrattori

Il metodo più comune per l'estrazione di un componente consiste nell'impiego di estrattori fissati a una piastra d'estrazione sulla metà mobile dello stampo. Quando lo stampo si apre, gli estrattori avanzano e spingono il componente fuori dalla cavità. La posizione e le dimensioni degli estrattori sono fattori estremamente importanti per garantire l'affidabilità nell'estrazione dei componenti. L'impiego di estrattori piccoli o in scarso numero può causare un difetto di stampaggio noto come "segni testimoni" oppure incrementare in modo non necessario la durata del ciclo di stampaggio.

Gli estrattori devono essere posizionati uniformemente attorno al componente per garantire un'estrazione uniforme. Altri devono essere posizionati nella parte più profonda della cavità. Questi garantiscono che il componente venga espulso uniformemente dalla cavità. Senza il loro impiego, la parte profonda verrebbe estratta dalle sezioni poco profonde del componente, con conseguente possibilità di distorsione o rottura del pezzo. Quando una parte profonda del componente nella cavità ha la forma di una nervatura, bisogna considerare l'impiego di un estrattore a lama o rettangolare. Gli estrattori devono essere quanto più larghi possibili per minimizzare la forza d'estrazione per area unitaria.

Piastre d'estrazione

Quando il progetto di un componente richiede l'introduzione di numerosi inserti con basse tolleranze per l'angolo di spoglia, si può utilizzare una piastra d'estrazione per far arretrare gli inserti nella metà mobile dello stampo prima dell'estrazione. Le piastre d'estrazione possono essere realizzate con molle, minimizzando la complessità del progetto.

Estrattori su piastra fissa

Quando la complessità di un componente presenta notevoli asperità sia sulla parte mobile che sulla parte fissa dello stampo, si può manifestare un'indesiderata tendenza del pezzo a rimanere bloccato sulla parte fissa dello stampo al momento dell'apertura. Questo fenomeno può spesso essere risolto mediante l'impiego di un sottosquadra (dispositivo d'estrazione della materozza) sulla parte mobile al di sotto della materozza. In casi estremi, il componente può essere costretto a rimanere sulla parte mobile collocando una piastra d'estrazione a molla sulla parte fissa dello stampo. A questo tipo di piastre si applicano le linee guida descritte per gli estrattori mobili laterali.

Inserti smontabili

Quando si richiedono sottosquadra su un diametro interno, si può impiegare un inserto smontabile. A causa della complessità e dell'elevata manutenzione richiesta, l'uso di questi inserti deve essere evitato.

Manutenzione dello stampo

Una corretta manutenzione dello stampo è determinante per mantenere la qualità dei componenti e massimizzarne la durata d'utilizzo. Il programma di manutenzione minimo raccomandato è riportato nella tabella 5. Gli stampi individuali possono necessitare di ulteriori apparecchiature per la manutenzione.

Tabella 5

Raccomandazioni sulla manutenzione dello stampo

Ogni turno	Quotidianamente	Ogni 20.000 cicli oppure ogni ciclo di produzione (scegliere il valore minore)	Ogni 100.000 cicli	Al momento del ripristino in servizio di uno stampo conservato in magazzino
<p>Verificare l'eventuale presenza nei componenti d'inserti o perni d'estrazione rotti e <i>rigature</i> indicanti danni alla cavità.</p> <p>Verificare l'eventuale presenza nei componenti di bruciature che possono indicare un intasamento degli sfoghi.</p> <p>Osservare lo stampo al momento dell'apertura e della chiusura per verificare eventuali movimenti irregolari.</p> <p>Pulire la superficie dello stampo, specialmente quella degli sfoghi con un detergente idoneo.</p>	<p>Verificare l'eventuale presenza nello stampo di estrattori usurati, piegati o allentati.</p> <p>Pulire tutti gli sfoghi che non sono nella linea di congiunzione.</p>	<p>Rimuovere lo stampo dalla pressa.</p> <p>Asciugare e pulire tutti i canali di condizionamento e assicurarsi che il flusso di acqua od olio sia scorrevole.</p> <p>Se lo stampo viene messo fuori servizio, pulirlo con solvente idoneo e spruzzarvi antiruggine prima di riporre in magazzino.</p> <p>Controllare che tutti i martinetti, i bulloni e le piastre siano ben strette e in buone condizioni.</p> <p>Se lo stampo viene messo fuori servizio, conservare l'ultima stampata imballata assieme allo stampo come esempio della qualità dei componenti da produrre.</p>	<p>Smontare le piastre e pulirle con un solvente idoneo.</p> <p>Verificare l'eventuale usura di tutti i componenti ed eseguire le sostituzioni necessarie.</p> <p>Lubrificare tutte le parti mobili se necessario.</p> <p>Verificare che le dimensioni dei punti d'iniezione e degli sfoghi siano appropriate.</p> <p>Verificare l'integrità di tutte le guarnizioni, anelli di tenuta e O-ring.</p> <p>Verificare l'allineamento del sistema d'estrazione.</p>	<p>Rimuovere il conservante dello stampo con un solvente appropriato.</p> <p>Controllare che lo stampo non sia stato danneggiato durante l'immagazzinamento.</p> <p>Verificare eventuali perdite di olio od acqua dal sistema di condizionamento.</p> <p>Fornire agli operatori l'ultima stampata proveniente dal ciclo precedente per consentire i controlli di qualità.</p>

Risoluzione dei problemi

La tabella 6 è una guida per facilitare la risoluzione dei problemi di stampaggio delle resine AMODEL.

Gli interventi sono stati suddivisi in due categorie, le modifiche al processo e le modifiche relative allo stampo o all'apparecchiatura impiegata. Le modifiche al processo possono essere applicate durante lo stampaggio. Le modifiche apportate allo stampo o alle apparecchiature ausiliarie richiedono generalmente l'arresto dello stampaggio per risolvere il problema. Sebbene questo sia generalmente invisibile, spesso risulta il miglior approccio alla risoluzione del problema.

INDICE

A

Acciaio per stampi 15
Apparecchiature
 di essiccazione 3
 di lavorazione 5
 di stampaggio 5
Arresto 13

C

Canali d'alimentazione 17
Ciclo di stampaggio 7
Compattazione 8
Condizioni d'essiccazione 3
Condizioni di lavorazione 7
Contenuto d'umidità
 controllo 4
Controllo termico 17
Cromo 15
Cuscino 4

D

Dimensioni del punto d'iniezione 19
Distaccanti 9

E

Estrattori 16
Essiccazione
 della resina 3
Estrattori
 su piastra fissa 21
Estrazione del componente 20

I

Impostazioni del ciclo di stampaggio 7
Impostazioni della macchina
 condizioni iniziali 7
Iniezione
 del polimero 7
Iniezione
 diretta da materozza 18
Inserti
 smontabili 21

L

Lucidatura
 stampo 20

M

Manutenzione
 pressa ad iniezione 5
 stampo 22

N

Nitruro di titanio 15
Nomenclatura 2

P

Piastre
 estrattori su piastra fissa 21
 estrazione 21
Posizione del punto d'iniezione 19
Pressa
 ad iniezione 5
Pressione
 contropressione 7
 mantenimento 7
Progettazione dello stampo 15
 acciaio per utensili 15
Punti d'iniezione 18,19
 a diaframma 18
 al bordo 18
 sottomarini 18
Punto di commutazione 4,7

R

Raffreddamento 8,24
Riempimento dello stampo 7
Rimacinato 9,10,11
 effetti sul processo di stampaggio 10
 ottimizzazione dell'utilizzo 11
 schemi d'utilizzo 11
Rimacinatura 11
Risoluzione dei problemi 23

S

Sfoghi 19
Sfogo 17
Sistemi a canale caldo 16
Sostituzione
 procedura 13
Sovrastampaggio di inserti 8
Spoglia 20
Spurgo 13
 di routine 12
 non standard 13
 procedura per interruzione 13
Stampaggio
 per compressione 15
 per trasferimento 15
Stampi 15
 canale caldo 19
 due piastre 15
 tre piastre 16

T

Temperatura dello stampo
 controllo 5
Temperature
 cilindro 7
 stampo 7
 stato fuso 7
 ugello 7

Tempo e temperatura
d'essiccazione 3
Tolleranze di stampaggio 20
Trattamento della superficie
dello stampo
 cromatura 15
 nitruro di titanio 15

V

Velocità d'iniezione 7
Viscosità
 effetti dell'umidità 4
 stato fuso 4
Viti
 raccomandazioni 5

Solvay Advanced Polymers, L.L.C.

4500 McGinnis Ferry Road
Alpharetta, GA 30005-3914
Stati Uniti

Telefono: +1.770.772.8200
+1.800.621.4557 (solo negli Stati Uniti)
Fax: +1.770.772.8454

Solvay Advanced Polymers e le società affiliate hanno sedi in America, Europa ed Asia. Visitare il nostro sito Web all'indirizzo www.solvayadvancedpolymers.com per ricercare la sede più vicina.

Informazioni tecniche relative ai prodotti

In base alle nostre conoscenze, le presenti informazioni sono accurate alla data di pubblicazione del documento. Tuttavia, Solvay Advanced Polymers, L.L.C. e le sue consociate, non riconoscono alcuna garanzia, espressa o implicita, e declinano ogni responsabilità relativa alle informazioni fornite ed al loro utilizzo. Tali informazioni, da utilizzarsi a propria discrezione e rischio, si rivolgono a personale esperto, e non attengono all'utilizzo del prodotto con sostanze o in processi diversi da quelli descritti. Il documento non costituisce una licenza in conformità ad alcun brevetto o altro diritto di proprietà. È responsabilità esclusiva dell'utente determinare l'adeguatezza di qualsiasi informazione o materiale per gli usi contemplati e le modalità di utilizzo, con riferimento anche ad eventuali violazioni di brevetti.

Informazioni sulla sanità e sulla sicurezza

Le Schede di sicurezza prodotto (Material Safety Data Sheet, MSDS) di Solvay Advanced Polymers possono essere richieste al funzionario di zona o scrivendo all'indirizzo sopracitato. Consultare sempre l'MSDS prima di utilizzare qualsiasi nostro prodotto.

AMODEL è un marchio di fabbrica registrato di Solvay Advanced Polymers, L.L.C.

Solvay
Advanced Polymers

