

EVERFLON ^{ACADEMIC}



— Guida all'estrusione —

EVERFLON

FEP
PFA

ETFE

Resine fluoropolimeriche fondibili

Introduzione

Le resine fluoropolimeriche processabili per fusione ampliano la gamma di prodotti offrendo le proprietà desiderabili del PTFE Everflon™ in prodotti che possono essere lavorati con tecniche termoplastiche convenzionali, come lo stampaggio a iniezione e l'estrusione.

Le applicazioni comprendono quelle in cui progettisti e utenti finali richiedono un termoplastico con eccellente stabilità chimica, proprietà dielettriche, caratteristiche antiaderenti e resistenza meccanica per l'uso in ambienti con temperature estremamente alte e basse.

Questa versatile famiglia di resine fluoropolimeriche processabili per fusione è disponibile presso Everflon™ per soddisfare specifici requisiti di utilizzo finale e necessità di lavorazione:

- Everflon™ FEP è classificato per temperature di servizio fino a 200 °C e mantiene la resistenza chimica e la rigidità dielettrica delle resine fluoropolimeriche PTFE Everflon™.
- Everflon™ PFA è una resina ad alte prestazioni con buone caratteristiche di processabilità per fusione e un'esclusiva stabilità termica. Offre resistenza e rigidità alle alte temperature; eccellente resistenza alle cricche da stress; elevata resistenza alla flessione ed eccellenti proprietà elettriche. La sua classificazione di servizio ad alta temperatura è di 260 °C e resiste praticamente a tutti i prodotti chimici.
- L'ETFE Everflon™ è un materiale robusto e tenace, con resistenza chimica, proprietà elettriche e resistenza all'invecchiamento simili a quelle delle altre resine fluoropolimeriche Everflon™. Classificato per l'uso fino a 150 °C, l'ETFE Everflon™ presenta eccellenti proprietà di lavorazione con le tecniche termoplastiche convenzionali.

Le resine fluoropolimeriche Everflon™ presentano punti di fusione e viscosità di fusione più elevati rispetto alla maggior parte dei materiali termoplastici. Offrono rese e velocità di produzione eccellenti se lavorate con le tecniche descritte in questa guida.

Proprietà dei fluoropolimeri Everflon™ per estrusione

Property	Unit	ASTM standard	FEP	PFA	ETFE
Punto di fusione	°C	D5C	260	310	260
MFR	g/10min		6-12	6-14	6-12
Peso specifico	--	D792	2.15	2.15	1.7
Resistenza alla trazione 23 °C	MPa	D2116	24	26	45
Allungamento 23 °C	%	D2116	330	350	400
Resistenza all'urto (Izod)	kg-cm	D256A		No Break	
Durezza (Dorometro)	--	D2240	D56	D60	D70
Modulo di flessione	Mpa	D790	550	580	1200
Resistività di volume	Ω -cm	D257		$>10^{17}$	
Costante dielettrica	1 MHz	D150	< 2.1	< 2.1	< 2.6
Fattore dielettrico	1 MHz	D150	0.0007	0.0001	0.0007
Rigidità dielettrica	kV/mm	D149	78	78	70
Infiammabilità	--	UL94		V-0	
Indice di ossigeno	--	D2863		>95	
Resistenza chimica				Excellent	
Assorbimento d'acqua	%	D570		< 0.03	

CONCENTRATI DI COLORE

Everflon™ FEP e PFA, così come l'ETFE, possono essere colorati utilizzando concentrati di colore disponibili in commercio, forniti da Everflon+™. I carichi variano, ma di solito sono in proporzioni così ridotte da non avere alcun effetto apprezzabile sulle proprietà meccaniche finali del fluoropolimero. Tuttavia, è importante che il concentrato di colore venga miscelato nella stessa resina base che verrà utilizzata durante la fase di diluizione.

La maggior parte delle moderne estrusioni continue utilizza un sistema di aggiunta di colorimetri commerciali. Se si utilizza uno di questi, seguire le istruzioni del produttore del colorimetro per il funzionamento. La seguente procedura può essere utilizzata se le istruzioni del produttore non sono disponibili.

La procedura seguente è per la miscelazione a secco, o "diluizione", dei pellet di concentrato di colore nei pellet di resina fluoropolimerica Everflon™.

1. Essiccare il concentrato di colore per alcune ore a 95 °C in un forno ventilato o sotto vuoto. Non è necessario essiccare la resina fusa; Tuttavia, vale la pena notare che la resina trasportata da aree di stoccaggio non riscaldate in inverno può presentare formazione di condensa una volta che la resina entra nell'area di estrusione calda. Lasciare che la resina si stabilizzi prima dell'uso.
2. Pesare il concentrato nella proporzione necessaria per la resina da lavorare (ad esempio, 1%).
3. Aggiungere il concentrato di colore alla resina fusa in un contenitore pulito e asciutto.
4. Mescolare o agitare la resina e il concentrato di colore per almeno 15 minuti o fino a quando non saranno ben amalgamati. Versare la miscela nella tramoggia dell'estrusore. Tenere coperto con un coperchio o un foglio di alluminio durante l'uso.
5. I pellet di concentrato di colore non utilizzati devono essere conservati in contenitori ermetici. In caso contrario, devono essere nuovamente asciugati prima di un ulteriore utilizzo.

ATTREZZATURE

Estrusore

La funzione di un estrusore è quella di convertire i pellet termoplastici in resina fusa e di erogare il fuso a una velocità e una temperatura uniformi. Per la lavorazione dei fluoropolimeri vengono utilizzati estrusori monovite convenzionali. Il rapporto lunghezza/diametro (L/D) varia da 20/1 a 30/1. Tuttavia, è stato riscontrato che estrusori più lunghi, con un rapporto lunghezza/diametro di 28/1 o superiore, funzionano meglio. Queste macchine più lunghe sono in grado di produrre in modo più stabile a velocità di produzione elevate.

L'energia necessaria per plastificare la resina deriva dalla resistenza viscosa generata dall'azione meccanica della vite rotante e dal calore esterno condotto proveniente dai riscaldatori del cilindro. La vite rotante miscela il fuso e, insieme alle dimensioni della sezione di dosaggio, determina la portata del fuso dell'estrusore. Dimensionare l'estrusore per ottenere la portata desiderata di fuso ben miscelato è fondamentale per il successo.

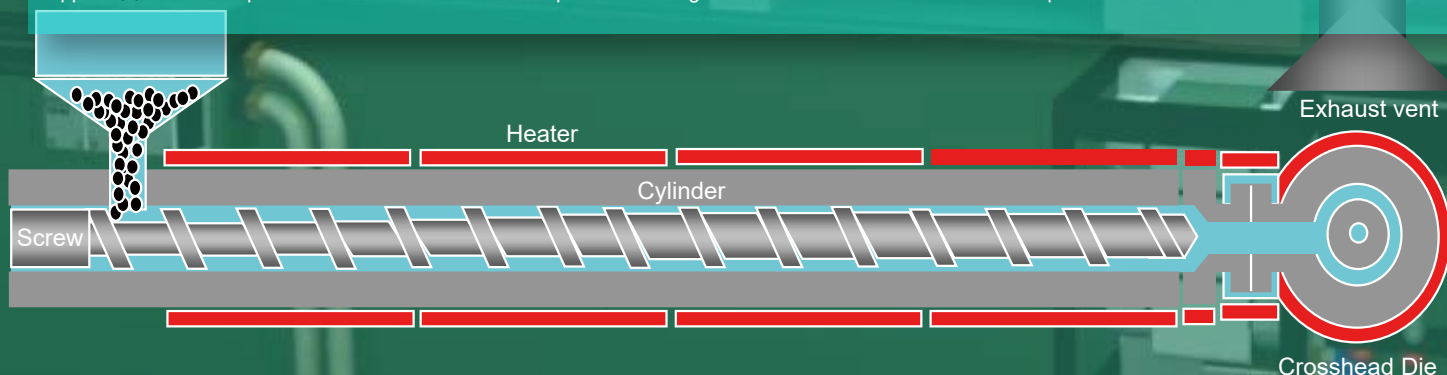
Le macchine di diametro inferiore richiedono un numero di giri della vite più elevato per raggiungere la portata di estrusori più lenti e di dimensioni maggiori. Tuttavia, un regime di giri ragionevole, compreso tra 20 e 50, è la soluzione migliore.

Problemi di lavorazione, come la perdita di resistenza del fuso, sono stati riscontrati con estrusori piccoli e corti che devono funzionare a temperature e regimi elevati per ottenere la resa desiderata. Analogamente, sono stati osservati problemi con macchine di grandi dimensioni che funzionano lentamente. Una miscelazione inadeguata e tempi di residenza prolungati possono portare a un fuso instabile, con conseguenti scarse prestazioni di tiraggio.

Materiali di costruzione

Il processo di fusione dei polimeri termoplastici causa una certa degradazione della resina e la formazione di sottoprodotti. I sottoprodotti del fluoropolimero fuso sono corrosivi per la maggior parte dei metalli. La corrosione è accelerata dalla decomposizione della resina e può essere ridotta al minimo evitando temperature di esercizio eccessivamente elevate e utilizzando canali di flusso della resina aerodinamici. Punti di ristagno, angoli morti, ecc., intrappolano la resina dove può essere degradata dall'esposizione ad alte temperature per periodi di tempo prolungati.

Pertanto, è necessario utilizzare attrezzature di estrusione realizzate in leghe resistenti alla corrosione, ad alto contenuto di nichel e basso contenuto di ferro. Tutte le apparecchiature di contatto, come rivestimenti per cilindri, schermi, piastre di interruzione, adattatori, traverse e utensili, devono essere realizzate in queste leghe. Le apparecchiature esposte, come i morsetti, devono essere protette da una nichelatura di alta qualità. Una gamma di tali apparecchiature è disponibile in commercio e i fornitori possono consigliare il loro corretto utilizzo con i fluoropolimeri.



Progettazione della vite

La maggior parte dei progetti convenzionali a vite singola funziona in modo soddisfacente per i fluoropolimeri. Le prestazioni variano a seconda del progetto della vite. Progetti di vite con lunghe sezioni di alimentazione, rapporto di compressione di circa 3:1, profili progressivi del nucleo ed elementi di miscelazione del fuso a basso taglio sono stati ampiamente utilizzati e rappresentano la scelta preferita. L'esperienza limitata indica che viti a passo variabile e a barriera possono essere realizzate per funzionare con i fluoropolimeri. Tuttavia, gli operatori di estrusori dovrebbero approcciare tali progetti con cautela.

In una "vite a passo quadro", un giro di elica sposta un diametro del cilindro lungo la vite. Una vite a passo quadro con un passo angolare costante di 17,7 gradi è comune.

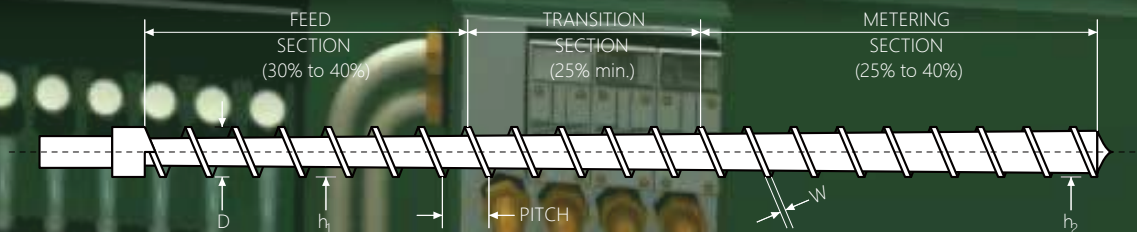
Ciò significa che il rapporto L/D è pari al numero di giri da allocare tra le sezioni della vite, alimentazione, transizione, dosaggio e miscelazione. Ad esempio, una vite con rapporto lunghezza/diametro di 28/1 a passo quadro ha 28 giri da allocare.

Il trasporto, la fusione e la miscelazione dei cubetti di resina avvengono nella sezione di alimentazione. Una lunga sezione di alimentazione, di almeno 8 giri, garantisce il tempo di residenza richiesto. È importante avere un buon equilibrio tra l'apporto di energia derivante dalla resistenza viscosa generata meccanicamente e dai riscaldatori del cilindro. Questo si ottiene tramite i giri al minuto della vite. La profondità della spirale deve essere

adeguata a consentire la compattazione dei pellet di resina, ma lasciare un diametro del nucleo sufficiente per la resistenza meccanica. La sezione di transizione progressiva del nucleo collega l'alimentazione alle sezioni di dosaggio. La transizione o compressione avviene su 3-4 giri della spirale. Man mano che la profondità della spirale diminuisce, la fusione è completata e l'aria o il gas vengono spinti indietro lungo il cilindro per sfiatare attraverso la gola di alimentazione. Questo crea un canale di spirale riempito volumetricamente che conduce alla sezione di dosaggio. Questo è fondamentale per ottenere una portata costante di materiale fuso.

Il materiale fuso viene convogliato lungo la sezione di dosaggio della vite per attrito sulle superfici. La portata è direttamente proporzionale ai giri al minuto della vite. Una sezione di dosaggio da 5 a 7 spirali genera solitamente una pressione adeguata per convogliare il materiale fuso attraverso il setaccio, la testa e gli utensili. Le profondità delle spirali della sezione di dosaggio sono ridotte per massimizzare il rapporto superficie/volume. Ciò riduce al minimo il reflusso di materiale fuso dovuto all'accumulo di pressione. È importante comprendere che si tratta di un processo volumetrico. La portata è determinata dalle dimensioni trasversali della sezione di dosaggio e dal numero di giri della vite.

I canali di dosaggio di grande diametro e profondità richiedono un numero di giri molto inferiore rispetto alle macchine di piccolo diametro e profondità ridotta. Quando si specificano nuove macchine o nuove viti per macchine esistenti, si consiglia di iniziare calcolando le dimensioni della sezione di dosaggio per un numero di giri medio, in base alla portata richiesta. Da questa base, utilizzando un rapporto di compressione tipico (ad esempio, 3:1), è possibile determinare facilmente le altre dimensioni della vite.



Essiccatore a tramoggia

Le resine fluoropolimeriche non assorbono acqua. Tuttavia, assorbono l'umidità superficiale, soprattutto quando vengono spostate dalla cella frigorifera alla sala di lavorazione calda. Poiché i concentrati di colore possono essere igroscopici, l'essiccazione di resine e concentrati si è dimostrata efficace nell'eliminare i difetti dovuti all'umidità. L'essiccazione in batch prima dell'estrusione è efficace, ma può risultare dispendiosa quando si lavorano grandi quantità di resina.

I fluoropolimeri non richiedono aria deumidificata. L'aria calda di passaggio può rimuovere l'umidità superficiale. Temperature comprese tra 120 e 160 °C, con un tempo di attesa di 1-2 ore, sono generalmente efficaci. Lo scarico dalla tramoggia deve essere ventilato in modo sicuro. Sono disponibili in commercio unità di riscaldamento della tramoggia preassemblate per fluoropolimeri.

Pacchetto di setaccio e piastra di separazione

Per l'estrusione di fluoropolimeri è possibile utilizzare una piastra di separazione e un pacco di setaccio. Questi sviluppano una contropressione aggiuntiva per una migliore dispersione del pigmento o del riempitivo nel fuso. Il processo deve essere sufficientemente pulito da non richiedere la rimozione di contaminanti o agglomerati di colore tramite setacciatura. I fori della piastra di rottura devono essere smussati su entrambi i lati per eliminare il ristagno della resina e il taglio su un bordo tagliente. Una configurazione tipica è un setaccio da 120 mesh (0,125 mm) inserito tra due setaccio da 80 mesh (0,177 mm). I setaccio devono essere realizzati in leghe resistenti alla corrosione di grado fluoropolimero.

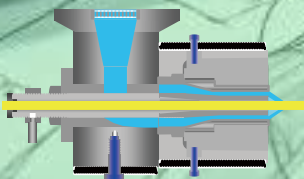
Adattatore

L'adattatore che collega la testa a croce al cilindro dell'estrusore deve essere aerodinamico internamente per un corretto flusso del fuso. Le riduzioni coniche della sezione trasversale devono essere eseguite con un angolo massimo di 30° incluso. Deve inoltre essere dotato di una fascia riscaldante con un regolatore di temperatura. La pratica di compensare temperature inadeguate dell'adattatore con temperature del cilindro più elevate può portare a degrado e a potenziali problemi di sicurezza durante l'avvio. La resina solidificata all'interno dell'adattatore ostacolerà il flusso del fuso dall'estrusore.

Testa a croce

È comunemente utilizzato un design convenzionale della testa a croce dell'estrusore. Sono disponibili anche altri design. Le teste in linea o a passaggio diretto vengono utilizzate per l'estrusione di profili continui come i tubi. Sono disponibili molte varianti commerciali. È importante che la testa abbia un flusso semplice e aerodinamico, senza punti di ristagno. Le dimensioni dipenderanno dal prodotto finale di estrusione desiderato. Tuttavia, la scelta migliore è il volume più piccolo e il tempo di residenza più breve disponibile, che soddisfi le esigenze del prodotto finale. La frattura del fuso, discussa più avanti in questo documento, può limitare la velocità di produzione. Tuttavia, i fluoropolimeri Everflon™ hanno una buona resistenza del fuso, consentendo elevati rapporti di stiro per ridurre al minimo l'effetto di frattura del fuso.

Altrettanto importante è la necessità di specificare materiali di costruzione di grado fluoropolimerico resistenti alla corrosione. I fornitori utilizzano diverse leghe bilanciando la resistenza alla corrosione con la facilità di lavorazione e l'aspetto estetico dopo l'uso con i fluoropolimeri.



Fasce riscaldanti

Le fasce riscaldanti devono avere una capacità sufficiente a consentire una temperatura massima di 425 °C durante il funzionamento. È possibile utilizzare densità di potenza di 4,65 W/cm² o superiori. I regolatori di temperatura proporzionali, integrali, differenziali (PID) o equivalenti sono un requisito per una produzione di estrusione a fusione stabile.

Ventilazione di scarico locale

La lavorazione a fusione di tutti i polimeri termoplastici, compresi i fluoropolimeri termoplastici, causa una certa degradazione che può rilasciare gas, vapori o fumi che possono essere dannosi per la salute o semplicemente creare odori sgradevoli. Il modo più efficace per controllare queste emissioni è "catturarle" alla fonte e rimuoverle tramite ventilazione di scarico prima che possano essere disperse nell'atmosfera del luogo di lavoro.

La ventilazione a scarico locale è efficace in quanto è necessario solo un volume d'aria relativamente piccolo per "catturare" e rimuovere le sostanze chimiche aerodisperse rilasciate dalla plastica, rispetto ai volumi molto grandi necessari per cercare di cambiare l'aria in un intero ambiente di lavoro o in una fabbrica. Inoltre, la "cattura" dei contaminanti alla fonte può praticamente eliminare l'esposizione dei lavoratori alle sostanze chimiche.

FUNZIONAMENTO DELL'ESTRUSORE

Un'operazione di estrusione di successo richiede la massima attenzione a molti dettagli, tra cui: la qualità e il flusso del materiale di alimentazione, un avvio e uno spegnimento che non degradino il polimero o mettano a rischio l'attrezzatura e l'operatore, un profilo di temperatura dell'estrusore che consenta di raggiungere e controllare il processo alla temperatura di fusione desiderata alla velocità di produzione richiesta, un adeguato sistema di ventilazione locale e la gestione della resina.

Manipolazione della resina

Prestare attenzione a prevenire la formazione di condensa sulla superficie della resina. L'umidità può essere assorbita da alcuni degli additivi utilizzati, come pigmenti o concentrati nucleanti. Lasciare acclimatare la resina nell'ambiente di lavoro fino a 24 ore prima dell'uso. Si raccomanda vivamente di mantenere la resina pulita da contaminazioni. Sacchi e altri contenitori di resina devono essere tenuti sigillati prima dell'uso. Evitare la contaminazione utilizzando tramogge e contenitori di stoccaggio coperti. I contaminanti spesso causano difetti nel prodotto estruso, come la rottura di una scintilla nell'isolamento dei fili.

Fluidità del fuso

Le resine fluoropolimeriche sono considerevolmente più viscosi alle temperature di lavorazione raccomandate rispetto alla maggior parte delle altre resine termoplastiche. La viscosità del fuso e l'indice di fluidità del fuso (MFR), ovvero la quantità di fuso in grammi che passa attraverso un determinato orificio a pressione e temperatura costanti per un periodo di 10 minuti, sono termini utilizzati per descrivere la fluidità del fuso polimerico. Queste proprietà vengono misurate in condizioni standard e specifiche di taglio e temperatura.

Gli standard ASTM definiscono questi valori e i relativi metodi di misurazione. La viscosità (a sforzo di taglio costante) di queste resine fluoropolimeriche varia inversamente alla temperatura. La fluidità del fuso dei fluoropolimeri Everflon™ FEP e PFA attraverso piccoli orifici di filiera, o utensili con profilo simile, è limitata dall'elevata viscosità del fuso e dal basso "indice di fluidità critico" dei polimeri. Tuttavia, presentano una resistenza del fuso sufficiente a consentire l'estrusione attraverso utensili più grandi e la successiva trafilatura fino alle dimensioni richieste. I fluoropolimeri Everflon™ ETFE hanno una resistenza al fuso inferiore rispetto a quelli di Everflon™ FEP e PFA e, pertanto, non possono essere estrusi con la stessa intensità. Tuttavia, le più elevate "velocità di taglio critiche" dei fluoropolimeri Everflon™ ETFE consentono velocità di estrusione comparabili.

Frattura del fuso

Quando una resina termoplastica scorre attraverso una filiera o un orificio profilato, il flusso del fuso risultante presenta una superficie liscia. Aumentando la portata, il flusso raggiunge una velocità alla quale è possibile osservare una rugosità superficiale. Questa rugosità, chiamata "frattura del fuso", è causata dall'attrito tra il fuso e le superfici delle pareti dell'utensile. A portate inferiori, l'attrito rallenta il flusso sulla parete dell'utensile. A velocità maggiori, l'attrito tende a "bloccare" il flusso; ma questo viene superato dalla pressione di processo che spinge il fuso in avanti. Il risultato è un flusso irregolare o "turbolento in superficie" che causa la rugosità superficiale. L'estrusione a una velocità troppo elevata per la viscosità del fuso, le dimensioni degli utensili e la temperatura dell'impianto è la causa più comune di frattura del fuso.

La frattura del fuso si verifica a velocità di flusso superiori alla "velocità di taglio critica" del polimero fuso. Questa velocità dipende dalla temperatura, quindi è spesso possibile aumentare la produzione aumentando la temperatura del fuso. Tuttavia, la temperatura del fuso dovrebbe sempre essere inferiore a quella che causa la degradazione del polimero.

Nei casi in cui vengono utilizzati pigmenti o ingredienti nucleanti, il cono è opaco; pertanto, la frattura del fuso è visibile solo sulla superficie esterna. È importante eseguire l'estrusione in condizioni che non provochino frattura del fuso.

La sperimentazione con resina non pigmentata può essere utile per determinare inizialmente tali condizioni. Anche l'esame del prodotto estruso, sia all'interno che all'esterno, aiuta a evidenziare la presenza di frattura del fuso.

La rugosità dovuta alla presenza di umidità, contaminazione o riempitivo può essere confusa con la frattura del fuso. Una breve riduzione della produttività ridurrà o eliminerà la frattura del fuso, se è la causa della rugosità superficiale. Al contrario, se la rugosità persiste anche a basse velocità di produzione, è necessario apportare le opportune correzioni per la presenza di umidità o contaminazione.



Tipica estrusione di un tubo che viene inserito in un calibratore sotto vuoto. Il tubo è lucido, con superficie liscia e trasparente. Non sono presenti fratture da fusione.



Stessa estrusione a una velocità di produzione maggiore con evidenti fratture da fusione presenti nel cono.

Sforzo di taglio e velocità di taglio

La figura rappresenta una mappa delle possibili condizioni di flusso per le resine fluoropolimeriche Everflon™ FEP e PFA, a temperatura costante del fuso e dello stampo. I fluoropolimeri Everflon™ ETFE non presentano questo andamento regionale. La mappa rappresenta un grafico dello sforzo di taglio in funzione della velocità di taglio e illustra come lo sforzo di taglio aumenti con l'aumentare della velocità di taglio.

La mappa definisce quattro possibili regioni di comportamento dell'estrusione. A velocità di produzione molto basse, potrebbe verificarsi una degradazione della resina indotta termicamente.

La regione I è l'ampia area di normale funzionamento in cui viene eseguita la quasi totalità dell'estrusione.

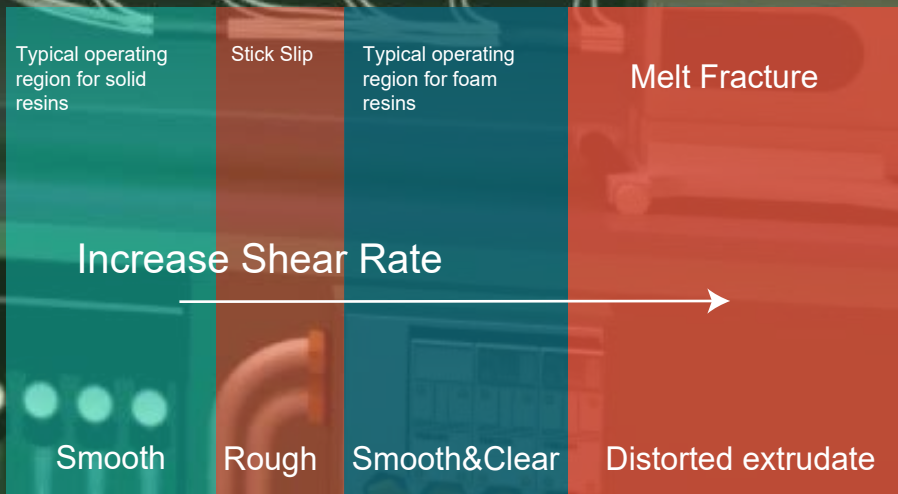
La regione II rappresenta il passaggio da un estruso liscio a un estruso ruvido "fratturato nel fuso" aumentando il flusso di resina attraverso l'attrezzatura. Durante questa transizione, il fuso polimerico raggiunge la sua "velocità di taglio critica". Questa velocità di taglio critica si applica alle specifiche condizioni di estrusione.

Un estruso liscio si ottiene nuovamente nella regione III, normalmente definita regione di "super taglio". Il super taglio si verifica quando il flusso del polimero fuso ha perso la sua aderenza alla superficie dell'utensile. Questo fenomeno è accompagnato da un calo significativo della pressione in testa all'estruso, riducendo l'ostacolo al flusso del fuso. In questo modo è possibile ottenere velocità di produzione più elevate, ma di solito si verifica una variazione nelle proprietà meccaniche misurate del prodotto risultante.

Nella Regione IV, l'estruso diventa nuovamente eccessivamente ruvido.

Per una data geometria dell'utensile, la velocità di taglio aumenta direttamente all'aumentare della produzione di fuso. Lo sforzo di taglio aumenta all'aumentare della pressione.

Come in molti fusi termoplastici non fluoropolimerici, lo sforzo di taglio nelle resine fluoropolimeriche Everflon™ ETFE mostra un aumento quasi diretto dello sforzo di taglio con l'aumentare della velocità di taglio. A seconda del peso molecolare e della temperatura di lavorazione, queste resine fluoropolimeriche Everflon™ possono iniziare a fratturarsi per fusione a velocità di taglio basse, comprese tra 10 e 100 secondi reciproci. L'Everflon™ FEP 4622 con MFR 22, estruso a una temperatura di fusione di 400 °C, si frattura per fusione in circa 500 secondi reciproci. Analogamente, vari gradi di fluoropolimeri Everflon™ ETFE si fratturano per fusione in un tempo compreso tra 200 e 3.000 secondi reciproci.



Extrudate Appearance in Flow Regions I, II, III, IV

Frattura estensionale

Quando il polimero fuso viene spinto attraverso l'attrezzatura, il polimero è soggetto a taglio che causa la frattura del fuso al superamento della velocità di taglio critica. Il fuso viene trascinato verso il basso nel cono immediatamente dopo l'uscita dall'attrezzatura. Questa azione di trascinamento induce un ulteriore taglio.

Quando il limite di taglio viene superato, il cono appare torbido (se non viene utilizzato alcun pigmento) e si verificano fori e/o lacerazioni nel flusso del fuso. In condizioni estreme, il cono si rompe.

Anche la velocità con cui si verifica l'estensione è importante. Un trascinamento troppo rapido causerà anche fori, lacerazioni e rotture del cono.

La quantità totale di taglio che un polimero può sopportare in questo processo può essere descritta come il suo "budget di taglio". Questo budget viene utilizzato in parte da ciascuna delle tre fasi del processo che influiscono sul taglio: taglio dell'attrezzatura, taglio estensionale e velocità del taglio estensionale. Quando una qualsiasi di queste fasi, o la combinazione di tutte e tre, supera la capacità del polimero fuso di resistere al taglio, il processo si destabilizza. Esiste tuttavia una certa flessibilità per spostare l'equilibrio del lavoro svolto sul fuso dal taglio di attrezzaggio al taglio estensionale. L'aggiunta del taglio estensionale e della velocità di estensione riduce efficacemente la "velocità di taglio critica del processo".

Everflon™ FEP 4622 a MFR 22, estruso a 400 °C, presenterà frattura del fuso quando espulso dall'attrezzaggio (ovvero, solo taglio dell'attrezzaggio) a circa 550 secondi reciproci. Quando viene tirato su filo (ovvero, con taglio di attrezzaggio, estensionale e velocità di estensione applicati), il processo è limitato a una produttività equivalente a 350 secondi reciproci. Questo spiega perché i processori di fluoropolimeri raramente raggiungono la potenziale produttività di estrusione descritta dalla velocità di taglio critica del polimero.

Rapporto di Draw-Down

Il rapporto di Draw-Down (DDR) è definito come il rapporto tra l'area della sezione trasversale del gap dell'utensile e l'area della sezione trasversale del profilo finito.

L'isolamento o il rivestimento di fili e cavi è per la maggior parte un processo di estrusione di tubi trafilati. La profilatura tubolare è il processo di estrusione di fluoropolimeri più comune e la produzione di tubi flessibili e flessibili è un processo di trafilatura. Nella profilatura tubolare di questo tipo, una punta circolare (o mandrino) viene inserita all'interno di una matrice circolare per formare un gap anulare con centro comune. L'area della sezione trasversale è, quindi, quella descritta dalla circonferenza della matrice meno l'area descritta dalla circonferenza della punta. Analogamente, l'area della sezione trasversale del profilo del prodotto (isolamento di tubi o tubolari sul filo) è l'area descritta dalla circonferenza esterna meno quella descritta dalla circonferenza interna. Queste quattro aree possono essere facilmente calcolate tramite formule geometriche di base. Tuttavia, poiché i termini comuni si annullano, il DDR può essere calcolato molto facilmente utilizzando il termine del diametro al quadrato.

Aumentando il rapporto di drawdown si riduce il taglio negli utensili. La frattura da fusione non si verificherà finché non si raggiungerà una maggiore produttività. Questo conferisce al processo il potenziale per aumentare la velocità di linea. Un DDR più elevato riduce anche

il rischio di sbavature in punta. In alcuni esperimenti limitati, un DDR più elevato ha fornito migliori prestazioni elettriche grazie alla maggiore aderenza del polimero al filo.

Un rapporto di drawdown più basso aumenta il taglio negli utensili, con conseguente insorgenza anticipata della frattura da fusione. Tuttavia, un DDR più basso garantisce un cono di drawdown più stabile. Ciò riduce la tendenza alla rottura del cono e migliora la costanza del controllo del diametro.

La velocità di produzione pratica rappresenta un equilibrio accettabile tra la velocità di linea e la qualità del prodotto finale richiesta. Le strutture in filo di piccole dimensioni vengono solitamente prodotte più velocemente di quelle di grandi dimensioni, e la produzione di tubi, dove il controllo del diametro e la concentricità dello spessore di parete sono così importanti, viene sempre eseguita con un DDR basso e basse velocità di linea.

Bilanciamento del rapporto di stiro

Il bilanciamento del rapporto di stiro (DRB) è definito come la velocità di discesa dell'esterno del cono di stiro, divisa per la velocità di discesa dell'interno del cono. Un bilanciamento perfetto è pari a 1,00.

Un DRB errato è la causa più comune di problemi di utensili nell'estrusione di fluoropolimeri Everflon™. Quando il DRB è significativamente maggiore di 1,0, si verificano strappi dovuti all'eccesso di polimero all'esterno del profilo. Quando il DRB è significativamente inferiore a 1,0, l'eccesso di polimero all'interno del profilo causa pieghe. Pertanto, il corretto dimensionamento degli utensili è essenziale per una buona estrusione.

Controllo della lunghezza del cono

Nel rivestimento del filo, la lunghezza del cono viene accorciata e controllata applicando il vuoto all'interno del cono attraverso un foro praticato nel tubo centrale della testa a croce.

Questo è il foro attraverso il quale passa il filo conduttore. Il vuoto può essere facilmente ottenuto da una pompa a vuoto e controllato da una valvola a spillo.

Accorciando il cono si riduce il tempo impiegato per la discesa del fuso. Ciò aumenta la velocità di estensione, causando fori, strappi e rotture del cono man mano che questo si accorcia. Coni lunghi portano a oscillazioni o oscillazioni visibili del cono, che causano fluttuazioni di diametro nel prodotto finale. Il vuoto è solitamente regolabile dall'operatore per garantire un processo stabile tra i difetti di lunghezza del cono lungo e corto.

Nella produzione di tubi, la lunghezza del cono è determinata dalla distanza tra la superficie dell'utensile e la matrice di dimensionamento nel serbatoio del vuoto. Il serbatoio del vuoto è solitamente regolabile.

A volte il vuoto viene applicato all'interno del cono per facilitare l'estrusione. In altri casi, quando il rapporto di dimensionamento è ridotto, o quando il cono viene estruso fino a un diametro maggiore, viene applicata aria all'interno del cono per aiutare a riempire completamente la matrice di dimensionamento.

Temperatura di fusione

L'effetto della temperatura di fusione sulla viscosità del polimero e sulle sue caratteristiche di estrusione è un fattore importante nell'estrusione a caldo di Everflon™ FEP, PFA ed ETFE. L'operatore deve scegliere una temperatura di fusione alla quale avviare il processo. Esperimenti strutturati hanno dimostrato che la temperatura di fusione e il rapporto di drawdown sono i due fattori di impostazione del processo più influenti, che determinano la produttività e la qualità.

Il fluoropolimero deve essere completamente fuso appena prima di entrare nella sezione di dosaggio. Un riempimento inadeguato della sezione di dosaggio con il fuso può comportare una produttività variabile.

È essenziale una sonda di temperatura del fuso a contatto con il processo. La temperatura del fuso varia considerevolmente al variare della produttività, ma il "profilo termico" deve rimanere invariato.

Preriscaldamento del filo

Il controllo del processo di rivestimento del filo e le successive prestazioni del cavo sono fortemente influenzati dalla temperatura del conduttore del filo, poiché il polimero fuso viene aspirato sul filo. Un conduttore freddo assorbirà calore anche dalla punta, rendendo più probabile la frattura del fuso all'interno del cono.

Si consiglia pertanto di preriscaldare il filo. Questo si ottiene solitamente utilizzando un preriscaldatore induttivo in linea.

Tuttavia, l'esperienza ha dimostrato che esiste una finestra operativa centrata intorno ai 150 °C. L'adesione del polimero al conduttore può essere regolata in una certa misura tramite il vuoto e il controllo del preriscaldamento.

Distanza di tempra

I profili dei tubi vengono raffreddati nel serbatoio sotto vuoto, solitamente mediante circolazione di acqua a temperatura controllata. Il rivestimento del filo viene raffreddato in aria e successivamente mediante l'uso di acqua di tempra. Everflon™ FEP, PFA ed ETFE si restringono quando vengono nuovamente raffreddati fino a raggiungere la forma solida.

Come la maggior parte dei polimeri, Everflon™ FEP, PFA ed ETFE sono buoni isolanti. Se la superficie esterna del rivestimento di un filo viene raffreddata per solidificare la superficie del polimero, la parte interna si ritira dal filo, poiché perde calore più lentamente. Il vuoto variabile che si crea lungo il conduttore influirà negativamente sulle prestazioni del cavo. Il modo migliore per prevenire questo raffreddamento variabile è lasciare raffreddare il filo rivestito in aria il più a lungo possibile prima della tempra in acqua. Con l'aumentare della velocità della linea, il "vuoto d'aria" nella maggior parte dei processi diventa meno efficace. L'effetto del raffreddamento in acqua viene talvolta controllato utilizzando un breve tratto di tempra in acqua calda prima del "vuoto d'aria". Nelle configurazioni di linea in cui i limiti di spazio impediscono un lungo "vuoto d'aria", è necessaria una sperimentazione per determinare il sistema di raffreddamento più efficace che impedisca la formazione di vuoti lungo il conduttore.

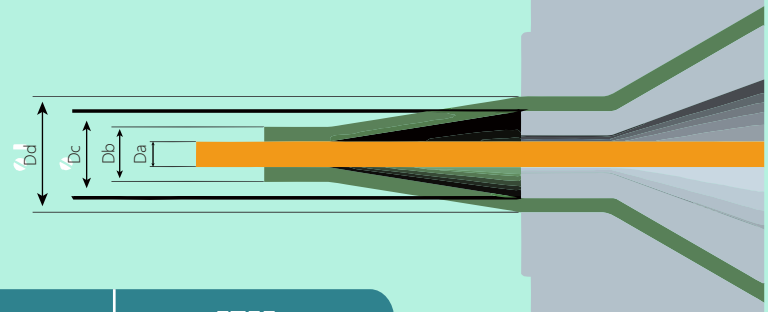
$$DDR=(D^2d-D^2c) / (D^2b-D^2a)$$

$$DRB=(D^2d-D^2b) / (D^2c-D^2a)$$

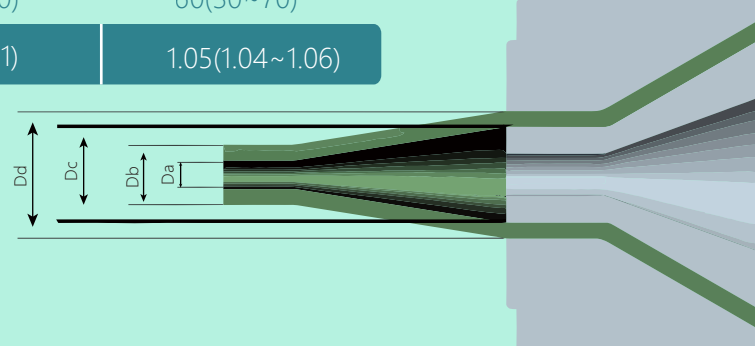
DDR e DRB consigliati per i fluoroplastici Everflon™

Materials	FEP	PFA	ETFE
DDR	100(90~110)	100(90~110)	60(30~70)
DRB	1.05(0.9~1.1)	1.05(0.9~1.1)	1.05(1.04~1.06)

Estrusione di cavi



Estrusione di tubi



AVVIAMENTO

Prima dell'avvio

1. A meno che la stessa resina non sia già presente nella macchina da una precedente lavorazione, è necessario pulire l'intero estrusore, inclusi tramoggia di alimentazione, cilindro, vite, piastra di sfogo, traversa, filiera e punta. Se si utilizzano pacchi filtro, sostituirli al momento della pulizia. Nota: assicurarsi che per tutti questi componenti siano state utilizzate leghe fluoropolimeriche resistenti all'erosione.
2. Verificare le condizioni e l'idoneità di tutte le fasce riscaldanti e dei collegamenti elettrici.
3. Verificare che le termocoppie siano correttamente posizionate e che i loro collegamenti siano saldi.
4. Ispezionare i trasduttori di pressione e assicurarsi che gli arresti di interblocco ad alta pressione siano impostati.
5. Assicurarsi che il percorso del flusso di fusione attraverso la testa non sia ostruito.
6. Assicurarsi che il sistema di ventilazione locale (LEV) abbia un flusso d'aria adeguato.
7. Predisporre un crogiolo di tempra parzialmente riempito con acqua pulita per raccogliere l'estruso di spurgo.

Procedure di avvio

1. Impostare tutti i termoregolatori a 177 °C e lasciare che tutti i riscaldamenti si equilibrino.
2. Assicurarsi che tutte le temperature aumentino a un ritmo normale. Verificare eventuali deviazioni che potrebbero indicare riscaldatori bruciati o fuori controllo. Un registratore a nastro è un modo utile per monitorare i termoregolatori e i cicli.
3. Impostare tutti i termoregolatori a 288 °C e lasciare nuovamente che tutti i riscaldamenti si equilibrino.
4. Verificare che tutte le temperature siano state raggiunte normalmente.
5. Impostare le singole temperature sul profilo di temperatura desiderato e lasciare che si equilibrino. Nota: questo profilo è regolato con precisione a velocità di rotazione per fornire la temperatura di fusione desiderata. Non utilizzare il profilo come "controllo". A un dato profilo, la temperatura di fusione varierà con la portata (RPM).
6. Attendere un tempo di "heat soak" di almeno 15 minuti dopo che tutte le temperature hanno raggiunto il punto di regolazione. Questo serve a garantire che tutto il polimero presente sia fuso e, quindi, a ridurre al minimo l'aumento eccessivo di pressione quando la vite gira.
7. Non sostare davanti all'estrusore durante l'avvio della vite. Non guardare mai direttamente nella tramoggia di alimentazione a causa del potenziale ritorno di pressione.
8. Avviare la vite e regolarla a circa 10 RPM. Spurgare per circa 10 minuti. Prestare attenzione a eventuali picchi di pressione o amperaggio e, se si verificano, spegnere l'estrusore.
9. Aumentare i giri al minuto a circa 25 e regolare la filiera in modo che sia centrata rispetto alla punta. Nota: questa operazione non è necessaria sulle teste autocentranti.
10. Iniziare a produrre il prodotto e regolare il profilo di temperatura per ottenere la temperatura di fusione desiderata alla velocità di produzione pianificata.

Procedure di spegnimento

La procedura di spegnimento varia leggermente a seconda che la macchina debba essere spenta e avviata per una nuova produzione o semplicemente fermata per un periodo di tempo prima di riprendere la stessa produzione.

L'obiettivo è evitare la degradazione del polimero, che contaminerebbe la produzione successiva riducendo al minimo l'esposizione della resina alle alte temperature. Tuttavia, una macchina dedicata a una produzione prolungata basata sulla stessa resina deve essere smontata e pulita periodicamente.

Se si deve utilizzare lo stesso tipo di resina in un'operazione successiva e l'esposizione alla temperatura della resina nell'apparecchiatura è ridotta al minimo, la pulizia non è solitamente necessaria. Il cambio di tipo di resina richiede lo smontaggio e una pulizia accurata. Non lasciatevi tentare di "risparmiare tempo" spurgando un tipo con un altro. Lo smontaggio e la pulizia sono preferibili quando l'apparecchiatura è ancora a temperatura elevata.

Spegnimento senza pulizia dell'estrusore

Seguire questi passaggi per uno spegnimento corretto:

1. Svuotare la tramoggia di alimentazione attraverso il suo scivolo di scarico e aspirare i pellet di resina rimanenti.
2. Se si sta rivestendo un filo, tagliarlo e rimuoverlo dalla testa di colata. Se si sta realizzando un tubo, scollegare il flusso di materiale fuso dalla filiera di dimensionamento.
3. Abbassare tutte le impostazioni di temperatura al punto di fusione dell'ultima resina lavorata.
4. Ridurre la velocità di rotazione della vite a una velocità moderatamente bassa (da 10 a 20 giri/min) e lasciare che il materiale fuso venga spurgato in un secchio di acqua di tempra o in un altro contenitore predisposto per eliminare o catturare i fumi provenienti dal materiale fuso.
5. In caso di calo significativo della pressione nel cilindro, o se l'estrusore si è svuotato completamente, abbassare la temperatura a 177 °C e arrestare la vite.

Nota: i passaggi 4 e 5 devono essere completati prima che la temperatura scenda significativamente.

6. Se si utilizzano una piastra di interruzione e pacchi filtro, scollegare la testa e rimuoverli per la pulizia.

Spegnimento con pulizia dell'estrusore

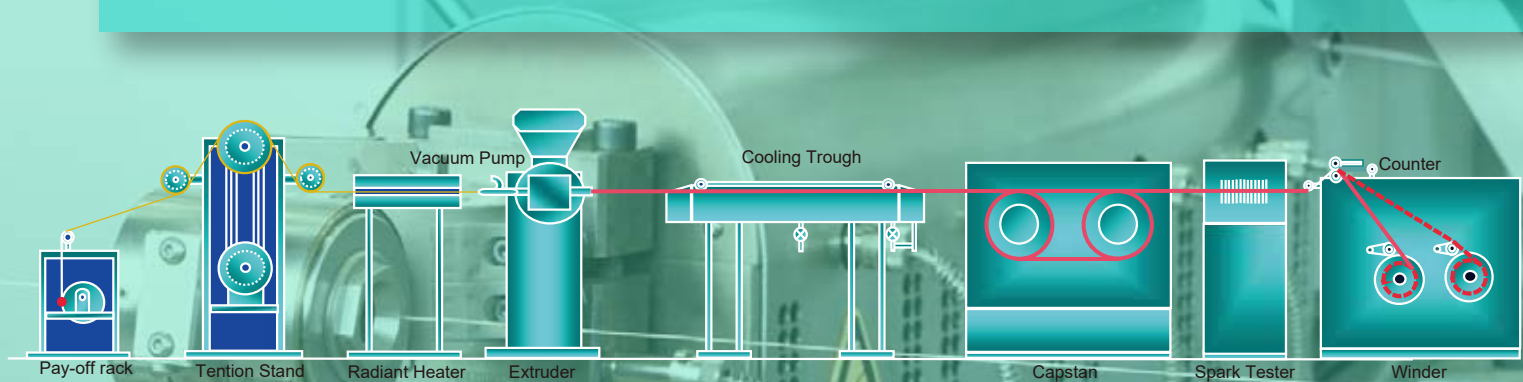
Seguire questi passaggi per un corretto spegnimento:

1. Svuotare la tramoggia di alimentazione come sopra.
2. Se si sta rivestendo un filo, fermarlo e rimuoverlo dalla testa di colata. Se si sta realizzando un tubo, scollegare il fuso dalla filiera di dimensionamento.
3. Abbassare tutte le impostazioni di temperatura: per Everflon™ FEP e PFA, regolare a ~288 °C. Per Everflon™ ETFE, regolare la temperatura a ~177 °C. Ridurre la velocità della vite a un regime moderatamente basso (da 10 a 20 giri/min) e lasciare che il fuso si scarichi in un recipiente di raffreddamento.
4. Quando l'estrusore sembra vuoto, fermare la vite.
5. Spegner e scollegare i riscaldatori della testa.
6. Smontare la testa e pulirla sotto una cappa aspirante mentre è ancora calda. Rimuovere gli utensili e il tubo centrale e pulirli con spatole e spazzole in rame o ottone. Rimuovere tutti i riscaldatori e le termocouple. Piccole parti dell'attrezzatura possono essere "bruciate" in un forno a muffola adatto. Non "bruciare" con una torcia a propano, poiché un riscaldamento non uniforme potrebbe deformare il componente.
7. Estrarre gradualmente la vite pulendo con una spazzola metallica e una paglietta di rame. Non utilizzare mai una fiamma propano per "bruciare" la resina. La lega potrebbe perdere la tempra o deformarsi. Ripetere l'operazione fino a rimuovere e pulire completamente la vite.
8. Pulire il cilindro con una paglietta di rame, quindi lucidare con una garza di cotone avvolta attorno alla testa della spazzola di alesatura.
9. Spegner i riscaldatori e isolare l'alimentazione elettrica del processo.

Come accennato in precedenza, per la pulizia di piccole parti è possibile utilizzare un forno a muffola ventilato impostato a 540 °C.

Rivestimento del filo

Nella figura è illustrata una tipica linea di rivestimento per fili. La linea deve essere in grado di far scorrere il filo con una tensione uniforme alla velocità di produzione desiderata, senza variazioni o derive. Il sistema di svolgimento del filo, il controllo della tensione, il preriscaldatore e l'avvolgitore sono generalmente progettati per una gamma di diametri di filo. Lunghi periodi di isolamento continuo del filo sono facilitati da svolgitori "a scorrimento", progettati per rilasciare il filo come una lenza da pesca da un mulinello. Molti impianti recenti includono una macchina di trafilatura in linea. Questo è un buon approccio quando si isolano lunghi tratti di filo dello stesso diametro. Le strutture di cavi più grandi e rigidi richiedono in genere attrezzature speciali per raggi di curvatura elevati.





Rivestimento di cavi di grande diametro - Conduttori multipli

Il rivestimento di cavi di grande diametro richiede tecniche speciali per i seguenti motivi:

- La resa è estremamente importante a causa della lunghezza finita e dell'elevato valore del nucleo multiconduttore.
- Il grande diametro del cavo impedisce l'utilizzo di elevati rapporti di tiro.
- Il cavo è spesso troppo rigido per essere gestito da cabestani e dispositivi di controllo della tensione convenzionali.
- I conduttori primari possono essere tenuti insieme da un nastro interno a temperatura inferiore.
- Spesso sono richiesti spessori di parete elevati.

La maggior parte dei conduttori di piccolo diametro scorre ben al di sopra delle pulegge in una tipica linea di rivestimento del filo. La soluzione migliore per cavi di diametro maggiore è quella di disporre di un regolatore di tensione posizionato in linea prima dell'estrusore e di uno dopo la vasca di raffreddamento, appena prima del riavvolgimento. Un centraggio ragionevole può spesso essere ottenuto "tagliando" l'estruso fuso e regolando i dadi della testa a croce fino a quando l'estruso non fuoriesce subito dopo un nuovo taglio. Le perdite di avviamento possono essere ulteriormente ridotte impostando il centraggio e la velocità di linea su un cavo o una barra di substrato di diametro simile a quello del cavo da rivestire.

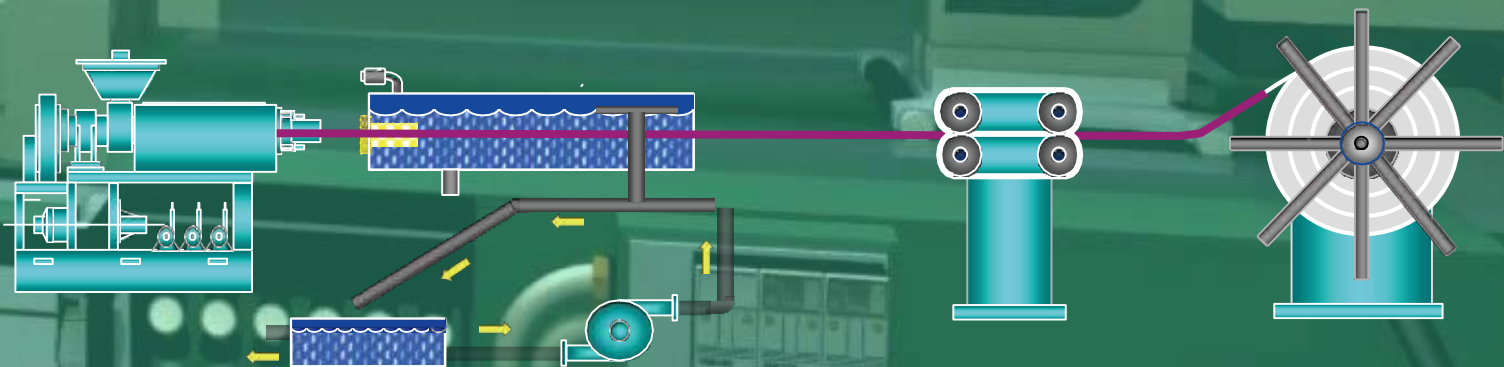
La scelta delle dimensioni dell'utensile è determinata dalle dimensioni del cavo e dalle dimensioni della testa a croce. Il DDR è solitamente piuttosto piccolo e, di conseguenza, anche la velocità di produzione è limitata. La lunghezza del piano dell'utensile deve essere sufficiente a creare una contropressione sufficiente a eliminare una linea di saldatura nella guaina. La tenuta o l'allentamento della guaina viene controllato applicando il vuoto o la pressione dell'aria sul retro del tubo centrale della testa. Se il substrato del cavo è avvolto con un nastro interno che assorbe l'umidità, ad esempio in fibra aramidica, l'intero cavo deve essere asciugato per almeno 10-12 ore a 130-150 °C per evitare la formazione di bolle durante l'estrusione della guaina.

Tubi e condotte

Il processo di estrusione dei tubi è simile a quello per il rivestimento dei fili. Tuttavia, le tecniche specifiche sono diverse e dipendono dalle dimensioni e dal tipo di tubo prodotto. Possono essere utilizzate filiere a croce, ma le teste in linea sono più comunemente utilizzate. Tubi e condotte possono essere estrusi dai fluoroplastici Everflon™. Queste estrusioni vengono solitamente utilizzate per il trasporto di sostanze chimiche corrosive e, in misura minore, come rivestimenti.

L'estrusione dei tubi è molto simile al processo di isolamento dei fili. I dettagli di lavorazione dipendono dalle dimensioni e dal tipo di tubo. I tubi possono essere prodotti sia con filiere in linea che con filiere a croce. I tubi in FEP Everflon™ possono essere prodotti con diametri esterni da 1 mm a oltre 20 mm.

Questo intervallo è suddiviso in tre zone di lavorazione in base alle dimensioni del diametro esterno: piccolo, medio e grande. La filiera di dimensionamento determina il diametro esterno del prodotto estruso e la velocità della linea determina il diametro interno. La velocità di avvolgimento, la distanza tra la filiera e la differenza tra il diametro interno della filiera e il diametro esterno della punta determinano lo spessore della parete.



Tubi di piccole dimensioni (Spaghetti)

I tubi di piccole dimensioni (<5 mm di diametro esterno e <1 mm di spessore della parete) vengono solitamente prodotti con il metodo dell'estrusione libera. Questo metodo è simile al rivestimento del filo, ma senza il filo. Le dimensioni e lo spessore della parete dipendono dalle dimensioni dell'utensile e dall'equilibrio tra la portata dell'estrusore e la lunghezza del tubo. La scelta dell'utensile può essere simile a quella utilizzata per il rivestimento del filo, tuttavia, viene utilizzato un rapporto di riduzione molto inferiore. Un rapporto di riduzione del diametro interno (DDR) compreso tra 7:1 e 10:1 è normale.

Per controllare il diametro esterno, è possibile utilizzare una filiera di dimensionamento situata all'ingresso del bagno di tempra. A volte è utile applicare una leggera pressione d'aria all'interno del tavolo per assicurarsi che la matrice di dimensionamento sia "riempita".

Tubi di medie dimensioni

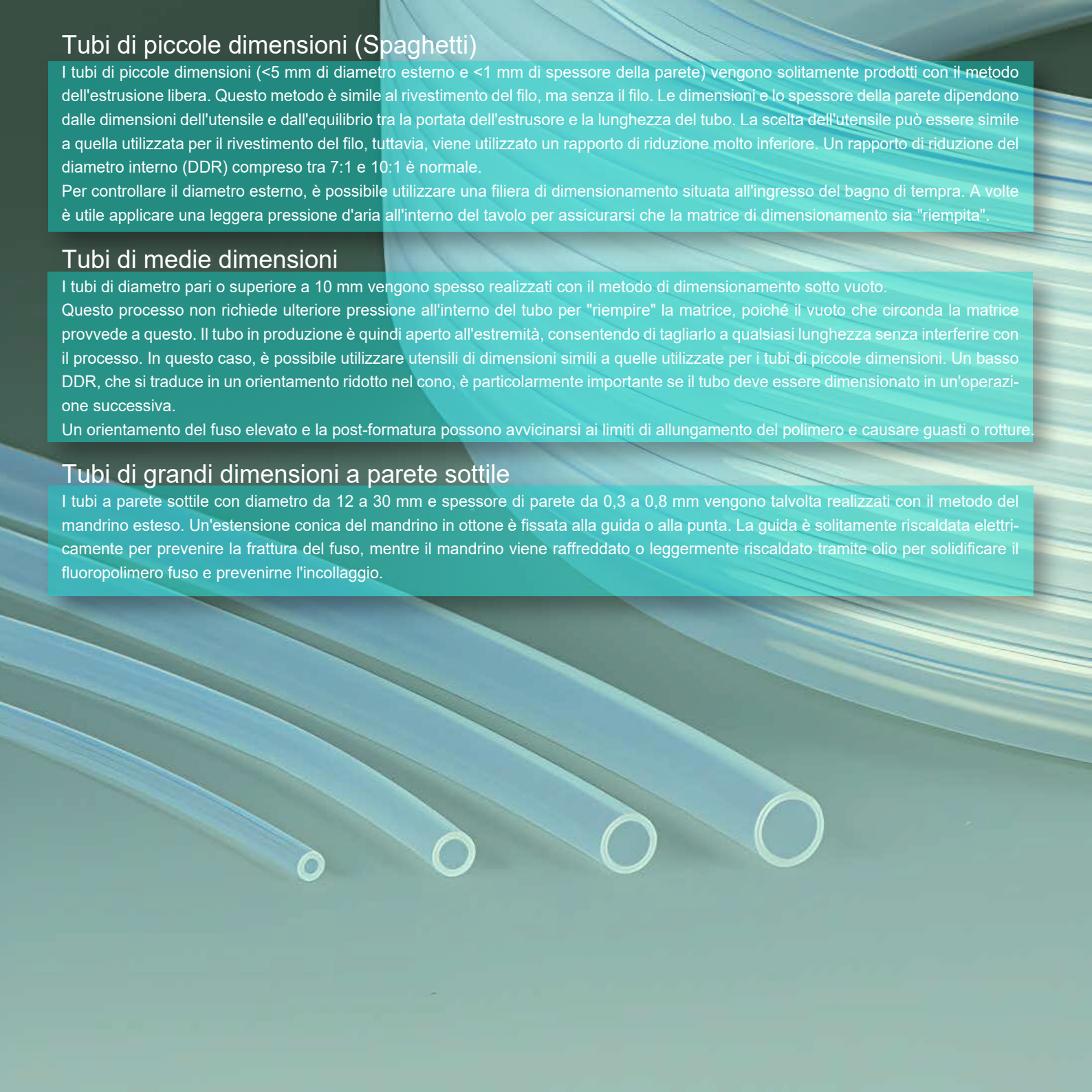
I tubi di diametro pari o superiore a 10 mm vengono spesso realizzati con il metodo di dimensionamento sotto vuoto.

Questo processo non richiede ulteriore pressione all'interno del tubo per "riempire" la matrice, poiché il vuoto che circonda la matrice provvede a questo. Il tubo in produzione è quindi aperto all'estremità, consentendo di tagliarlo a qualsiasi lunghezza senza interferire con il processo. In questo caso, è possibile utilizzare utensili di dimensioni simili a quelle utilizzate per i tubi di piccole dimensioni. Un basso DDR, che si traduce in un orientamento ridotto nel cono, è particolarmente importante se il tubo deve essere dimensionato in un'operazione successiva.

Un orientamento del fuso elevato e la post-formatura possono avvicinarsi ai limiti di allungamento del polimero e causare guasti o rotture.

Tubi di grandi dimensioni a parete sottile

I tubi a parete sottile con diametro da 12 a 30 mm e spessore di parete da 0,3 a 0,8 mm vengono talvolta realizzati con il metodo del mandrino esteso. Un'estensione conica del mandrino in ottone è fissata alla guida o alla punta. La guida è solitamente riscaldata elettricamente per prevenire la frattura del fuso, mentre il mandrino viene raffreddato o leggermente riscaldato tramite olio per solidificare il fluoropolimero fuso e prevenirne l'incollaggio.

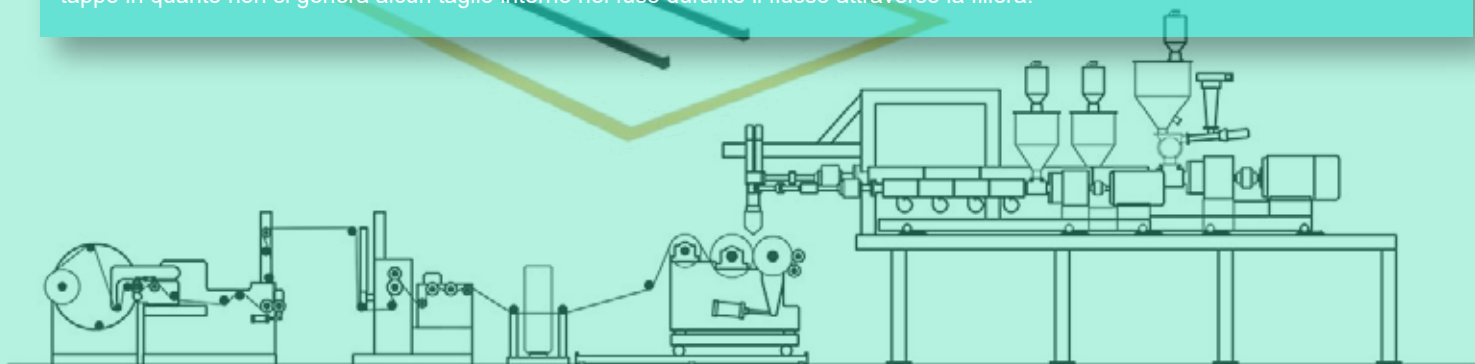


Film e fogli

I film in fluoropolimero Everflon™ hanno trovato applicazione in presenza di temperature estremamente alte e basse e di sostanze chimiche aggressive. Ad esempio, questi film vengono utilizzati come fogli distaccanti nello stampaggio a compressione di componenti ad alta temperatura con resine epossidiche e fenoliche. Un'altra applicazione comune è, in generale, quella di rivestimento. Un esempio è la copertura di rulli per proteggere i rulli metallici dalla corrosione nelle industrie di trasformazione chimica come la produzione di carta. Altre applicazioni includono la vetratura per collettori solari, sacche per campioni di gas e liquidi e imballaggi per farmaci e alimenti. I fluoroplastici Everflon™ parzialmente fluorurati forniscono film con resistenza alla trazione e modulo elastico particolarmente eccellenti per applicazioni in cui è richiesta resistenza meccanica.

I film in fluoropolimero Everflon™ orientati monoassialmente e biassialmente sono realizzati mediante estrusione a fusione della resina in nastri o tubi piatti. La funzione principale dell'orientamento è quella di migliorare le proprietà meccaniche del film, come la resistenza alla rottura a trazione e la resistenza allo strappo. La decisione sull'orientamento viene solitamente presa in base ai requisiti di proprietà meccaniche dell'utilizzo finale. La matrice più comune per l'estrusione di un film fluoroplastico piatto è quella a gruccia. La figura mostra lo schema di una matrice a gruccia. Il fuso di fluoropolimero Everflon™ entra nella matrice vicino al suo centro laterale e viene reindirizzato verso le due estremità. Il fuso attraversa i canali angolati verso il lato di uscita della matrice, distribuendosi così su tutta la larghezza della matrice. Il polimero fuso Everflon™ scorre attraverso la fessura della matrice verso la fessura di uscita, chiamata anche labbro della matrice. La fessura è formata da due piastre metalliche piatte ed è denominata "area di appoggio", come viene chiamata in altri tipi di matrici. Le due piastre sono solitamente formate da diverse sezioni, che possono essere regolate in modo indipendente per aumentare il controllo sullo spessore del film/foglio estruso.

La matrice è progettata in modo tale che i canali limitino il flusso del fuso in modo che tutto il fuso subisca la stessa quantità di taglio. La distanza di spostamento è equalizzata dai vincoli progettati nei canali di flusso. L'effetto netto è una portata uguale al centro e alle estremità della filiera, con conseguente uniformità dello spessore del nucleo. Ciò significa che il flusso al centro della filiera è maggiormente limitato. Un vantaggio di questo approccio è l'uniformità del tempo di residenza nella filiera. Questo regime è chiamato flusso a tappo in quanto non si genera alcun taglio interno nel fuso durante il flusso attraverso la filiera.



GUIDA ALLA RISOLUZIONE DEI PROBLEMI

Variazioni di lavorazione

Frattura del fuso
 Velocità di estrusione troppo bassa
 Guasti di scintilla
 Vesciche
 Variazione del calibro
 Centratra scarsa o ovalizzazione
 Fori, lacerazioni
 Rotture del cono

Possibili cause

Problema

Contaminazione			●					●	●	
Resina troppo fredda	●	●						●	●	
Matrice troppo fredda	●	●						●	●	
Velocità di estrusione troppo elevata	●		●					●	●	
Lunghezza del cono troppo corta								●	●	
Bolle nel fuso			●					●	●	
Substrato sporco, bagnato o ruvido			●					●	●	
Tasso di prelievo eccessivo			●					●	●	
Spruzzi d'acqua di raffreddamento			●						●	
Punta guida non centrata			●				●			
Foro centrale nella punta guida troppo grande							●			
Tempra in acqua inadeguata							●			
Tensione del fuso insufficiente							●			
Bilanciamento del rapporto di prelievo non corretto							●	●	●	
Erogazione di resina a sbalzo						●	●			
Progettazione della vite non corretta		●				●				
Variazioni della velocità del filo						●				
Variazioni del vuoto						●				
Lunghezza del cono troppo lunga						●				
Variazioni del diametro del filo						●				
Temperatura del cilindro posteriore troppo bassa		●								
Scarico troppo basso	●	●								
Interapedine d'aria troppo lunga						●				
Degasaggio del substrato			●	●						
Tempo di attesa della resina troppo lungo				●						
Temperatura della resina troppo alta				●						
Progettazione errata della matrice o della punta									●	
Resina o pigmento bagnati			●	●				●	●	

GUIDA ALLA RISOLUZIONE DEI PROBLEMI

Aspetto dell'estruso

Scolorimento
 Ruvidità superficiale
 Costruzioni con pigmenti di colore scadenti
 Crepe nell'isolamento
 Bolle
 Contaminazione

Possibili cause

Problema

Prodotti di corrosione						●
Ritenzione localizzata della resina	●				●	●
Temperatura della resina troppo alta	●		●	●	●	●
Tramoggia dell'estrusore non pulita						●
Manipolazione o stoccaggio impropri				●		●
Tempo di permanenza troppo lungo	●			●	●	
Tensione eccessiva				●		
Fili rotti o substrati taglienti					●	
Intrappolamento d'aria					●	
Preriscaldamento eccessivo del filo					●	
Resina bagnata					●	
Substrato sporco					●	
Vuoti da ritiro dovuti a tempra impropria						
Matrice troppo fredda		●		●		
Matrice troppo restrittiva		●				
Temperatura della resina troppo bassa		●		●		
Contaminazione		●				
Superficie della matrice scadente		●				
Posizionamento errato della punta guida		●				
Trafilatura errata del fuso		●		●		
Umidità assorbita dalla resina		●				
Ruvidità nel filo o nel cavo di base		●				
Linee di saldatura (matrice e punta errate)		●		●		
Rapporto di diluizione dei concentrati di colore errato			●			
Scarsa dispersione del pigmento			●			
Velocità di estrusione troppo veloce		●				
Colore errato Concentrato			●			

GUIDA ALLA RISOLUZIONE DEI PROBLEMI

Scarso invecchiamento termico

Scarso taglio passante

Elevata forza di taglio

Bassa forza di taglio

Bassa rigidità dielettrica

Bassa resistenza alla trazione o allungamento

Possibili cause

Problema

Proprietà dell'estruso

Calore del filo inadeguato						●
Bolle o vuoti	●				●	●
Scarsa concentricità	●	●				
Contaminazione					●	●
Lunghezza del cono troppo corta			●			
Lunghezza del cono troppo lunga				●		
Traferro troppo corto per la velocità di linea				●		
Traferro troppo lungo per la velocità di linea			●			
Degrado eccessivo	●					●
Rivestimento troppo sottile o non uniforme	●	●			●	●



Everflon Academic Center

Tel: +86-185-7168-9228

info@everflon.com

www.everflon.com

Per ulteriori informazioni sulla nostra azienda, sui nostri prodotti e servizi, visita il nostro sito web www.everflon.com o www.everflon-italy.com