



EVERFLON™ PFA

Manuale delle funzionalità

Polyfluoroalkoxy

EVERFLON ACADEMIC

Introduzione

Everflon™ PFA è un copolimero di tetrafluoroetilene (C₂F₄) e perfluoroalcoossietilene. Come mostra il diagramma sottostante, nella struttura di base di Everflon™ PFA, tutti gli atomi di carbonio sono fortemente legati agli atomi di fluoro.

Di conseguenza, in un ampio intervallo di temperature, Everflon™ PFA presenta eccellenti proprietà chimiche, elettriche, meccaniche e superficiali. Inoltre, rispetto a Everflon™ PTFE, è fluido allo stato fuso e quindi si presta a processi di iniezione, estrusione, soffiaggio, trasferimento e altri processi di fusione. Questa brochure tecnica è fornita per assistere gli utenti nello sviluppo di diverse applicazioni che sfruttano le proprietà di Everflon™ PFA; il documento fornisce una panoramica completa delle proprietà del materiale Everflon™ PFA e informazioni su come utilizzare la resina nei processi di stampaggio.

Fluoropolimeri Everflon™ PFA disponibili in commercio

Everflon™ PFA Grade	Resin Characteristics	Applicazioni
403/S	Resina a basso MFR per applicazioni di stampaggio ed estrusione	Tubi Rivestimento tubi Film Parti stampate a iniezione/soffiaggio
410/S	Resina a MFR medio per applicazioni di stampaggio ed estrusione	Isolamento fili a parete sottile Parti stampate a iniezione complesse/piccole
420/S	Resina ad alto MFR per applicazioni di iniezione ed estrusione	Tubi Fili e cavi Parti stampate a iniezione
430/S	Resina ad altissimo MFR per applicazioni di iniezione ed estrusione	Isolamento fili a parete sottile Parti stampate a iniezione complesse/piccole
GC403	Resina a basso MFR con elevata resistenza alle cricche da stress per applicazioni di stampaggio ed estrusione	Tubi e condutture Parti stampate e rivestimenti Rivestimento in fogli per serbatoi e sistemi di distribuzione di prodotti chimici in applicazioni ad alta purezza
GC410	Resina a MFR medio per applicazioni di stampaggio ed estrusione	Parti e tubi stampati a iniezione in applicazioni ad alta purezza
GC420	Resina ad alto MFR per applicazioni di stampaggio ed estrusione	Parti stampate a iniezione in applicazioni ad alta purezza (ad esempio, raccordi, corpi valvola, alloggiamenti filtri)
GC430	Resina ad altissimo MFR per applicazioni di iniezione ed estrusione	Isolamento fili a parete sottile Parti stampate a iniezione complesse/piccole
C403	Resina statico dissipativa a basso MFR	Tubi, rivestimenti e parti stampate che richiedono prestazioni statico dissipative
C410	Resina statico dissipativa a medio MFR	Cavi, tubi, rivestimenti e parti stampate che richiedono prestazioni statico dissipative
C420	Resina statico dissipativa ad alto MFR	Cavi, tubi, rivestimenti e parti stampate che richiedono prestazioni statico dissipative Prestazioni
CC04	Concentrato colorato con resina vergine PFA	Cavi, tubi, rivestimenti e parti stampate con diverse esigenze di colore
JP04	Polvere per applicazioni speciali	Ideale per compounding e stampaggio a compressione
GS04	Polvere fluida e ad alta purezza per stampaggio rotazionale e rivestimento rotazionale	Parti cave Geometrie complesse Rivestimento

Caratteristiche di Everflon™ PFA

Eccellente resistenza meccanica costante

Da -200 a +260 °C, Everflon™ PFA mantiene la sua resistenza meccanica in un ampio intervallo di temperature e, all'interno di questo intervallo, i prodotti mantengono una forma stabile.

Eccellente resistenza chimica

In grado di resistere alla maggior parte dei solventi, Everflon™ PFA è un materiale altamente stabile se utilizzato con sostanze chimiche.

Eccellenti caratteristiche elettriche

Con una costante dielettrica e una tangente dielettrica molto basse, Everflon™ PFA è un materiale eccezionale per l'isolamento elettrico e ha contribuito ad aumentare l'affidabilità nel settore elettronico.

Eccellente incombustibilità

Everflon™ PFA ha un indice di ossigeno superiore al 95% grazie alla sua incombustibilità, trovando ampia applicazione in diversi settori.

Eccellenti caratteristiche superficiali

Oltre al basso attrito, alle proprietà antiaderenti, all'idrorepellenza e alle altre eccellenti caratteristiche superficiali che possono essere utilizzate con successo, Everflon™ PFA è anche altamente affidabile e presenta una bassa resistenza al flusso dei fluidi.

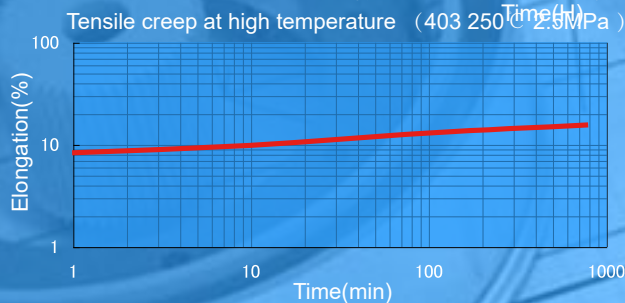
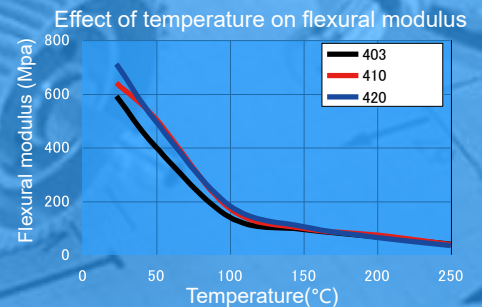
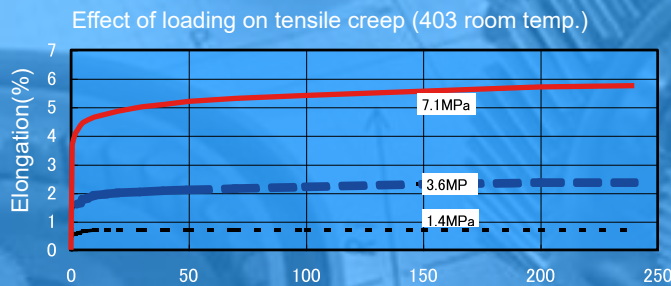
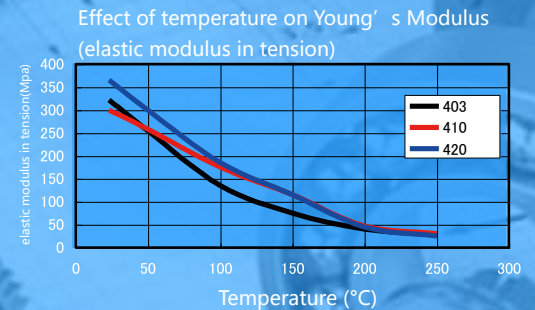
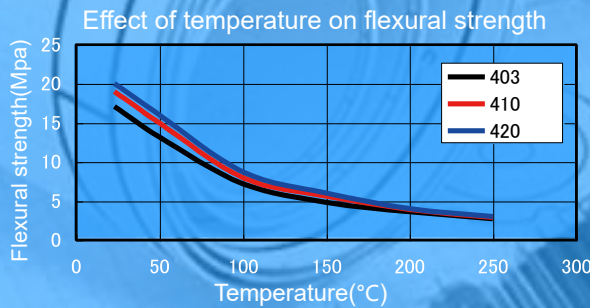
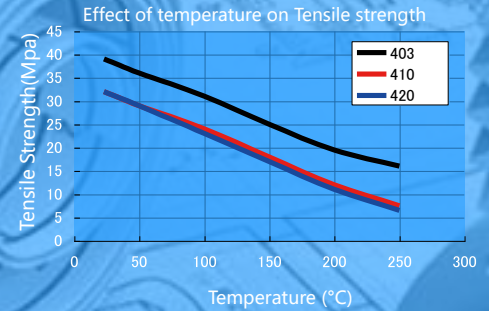
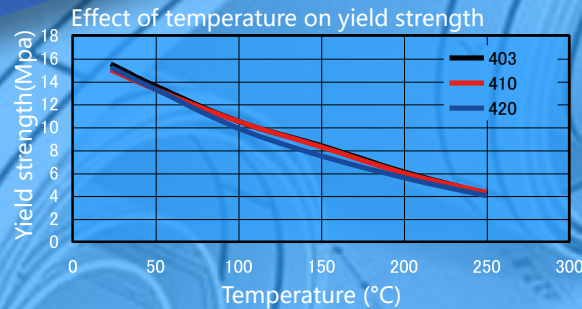
Eccellente resistenza agli agenti atmosferici

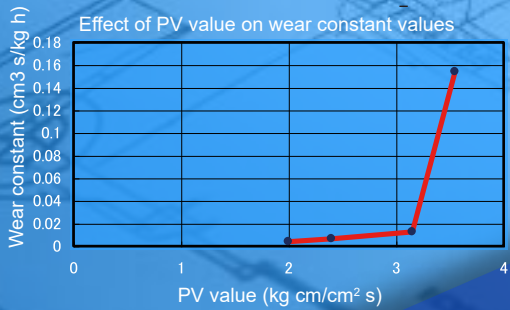
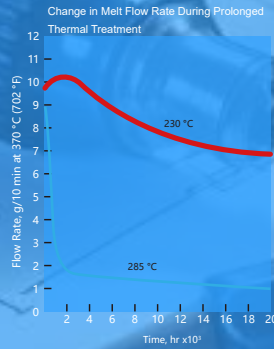
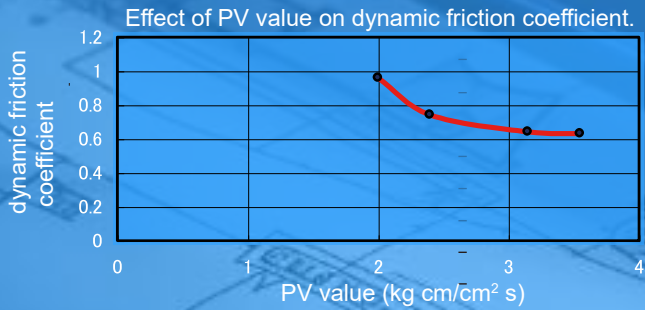
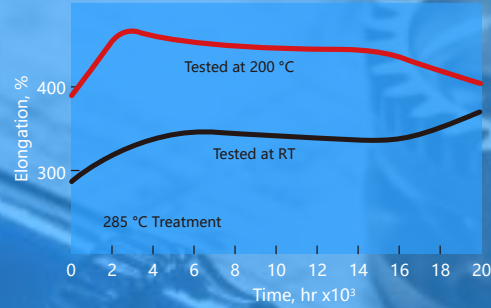
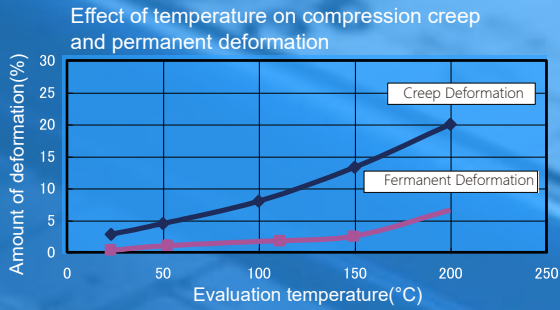
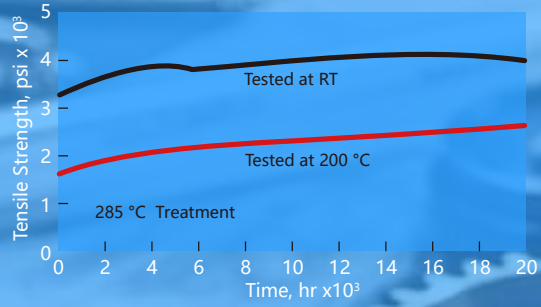
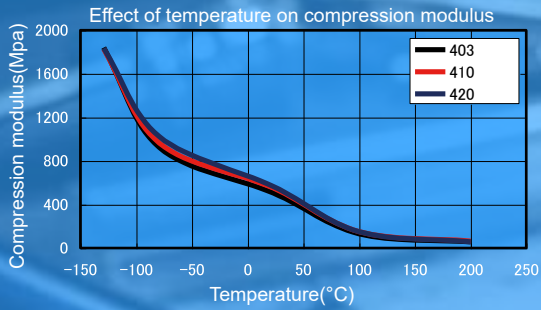
Everflon™ PFA resiste alla luce solare diretta, al vento e alle intemperie, ai gas di scarico e ad altre prove senza subire cali di prestazioni o deterioramenti: anche dopo una lunga esposizione all'aria aperta, le sue proprietà non vengono compromesse.

	Property	Unit	ASTM standard	403	410	420	430
Fisiche	Punto di fusione	°C	--	305-315			
	MFR	g/10min		1-3	6-12	20-30	35-45
	Peso specifico	--	D792	2.12-2.17			
Meccaniche	Resistenza alla trazione 23 °C	MPa	D638	30	28	24	22
	250 °C			16	8	7	
	Allungamento 23 °C	%	D638	380	350	330	300
	250 °C						
	Resistenza all'urto	kg-cm/cm (J/M)	D256A	No Break			
	Durezza (Dorometro)	--	D1706	D60			
	Modulo di flessione	10 ³ kg/cm ² (GPa)	D790	5.5 0.54	6.3 0.62	6.5 0.64	6.5 0.64
	MIT (Flex life)	Times	D2176	500,000	20,000	10,000	10,000
Termiche	Conducibilità termica	10-4cal/cm/sec °C	C177	6.0			
	Calore specifico	cal/°C.g		0.25			
	Coefficiente di dilatazione termica lineare	10 ⁵ °C	D696	14		15	15
	Temperatura di pressione della sfera	°C		230			
	Temperatura massima di servizio(continua)	°C		260			
Elettriche	Resistività di volume	Ω-cm	D257	>10 ¹⁷			
	Resistività superficiale	Ω	D257	>10 ¹⁷			
	Costante dielettrica	60Hz	D150	< 2.1			
		10 ³ Hz					
		10 ⁶ Hz					
		10 ⁹ Hz					
	Tangente dielettrica	60Hz	D150	< 0.0003			
10 ³ Hz							
10 ⁶ Hz							
Resistenza all'arco	S	D495	>300				
Altre	Assorbimento d'acqua	%	D570	< 0.03			
	Infiammabilità	--	UL94	V-0			
	Indice di ossigeno	--	D2863	>95			

Proprietà del materiale Everflon™ PFA

Proprietà meccaniche





Hub dati

Resistenza all'impatto (ASTM D256)

Il test di impatto Izod con intaglio è un metodo per valutare la resistenza all'impatto della plastica. In questo test, un pezzo di plastica intagliato viene sottoposto a un impatto e viene misurata l'energia di rottura assorbita. Everflon™ PFA non si rompe a temperatura ambiente.

Temperature	Unit: J/m		
	403	410	420
-40 °C	700	680	570
25 °C	No breakage	No breakage	No breakage

Test piece: 64*12.7*3.2mm

Effetti della temperatura criogenica

Test effettuati a temperature dell'azoto liquido indicano che le resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA offrono buone prestazioni nelle applicazioni criogeniche.

Property	ASTM Method	Unit	Value	
			Room Temperature, 23°C	Cryogenic Temperature, -196°C
Resistenza allo snervamento	D1708	MPa (psi)	15 (2,100)	No Yield
Resistenza alla trazione	D1708	MPa (psi)	18 (2,600)	129 (18,700)
Allungamento	D1708	%	260	8
Modulo di flessione	D790-71	MPa (psi)	558 (81,000)	5,790 (840,000)
Resistenza all'impatto, Izod con intaglio	D256-72	J/m (ft-lb/in)	No Break	64 (1.2)
Resistenza alla compressione	D695	MPa (psi)	24 (3,500)	414 (60,000)
Deformazione a compressione	D695	%	20	35
Modulo di elasticità	D695	MPa (psi)	69 (10,000)	4,690 (680,000)

Adesione

Le resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA, utilizzate come adesivi hot melt a film sottile, offrono legami forti e altamente resistenti all'acqua a una varietà di substrati termicamente resistenti. Metalli, vetro e altri materiali termicamente resistenti sono stati incollati utilizzando questa tecnica.

Durata di vita flessibile (metodo MIT ASTM D2176)

Utilizzando il metodo MIT, la durata alla flessione del PFA è stata misurata come semplice mezzo per valutare la resistenza alla criccatura da stress. I campioni di prova erano cinghie corte, 1,25 mm * 130 mm * 0,23 mm, piegate a +135° a una velocità di 175 volte al minuto fino alla rottura; è stato registrato il numero di flessioni. I risultati mostrano che Everflon PFA ha una durata maggiore rispetto a qualità simili prodotte da altre aziende.

Grade	403	410	420
Cycles	50*10 ⁴	2.5*10 ⁴	1.8*10 ⁴

Durezza

La durezza delle resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA è di 55–57 durometri. Questo risultato è stato ottenuto in test eseguiti su pannelli stampati a compressione secondo la norma ASTM D2240.

Esposizione termica

Le resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA sono classificate per l'uso continuo a temperature fino a 260 °C. Tuttavia, il trattamento termico a lungo termine delle placche, delle barre di trazione e dei fili rivestiti in resina fluoropolimerica Everflon™ PFA a 285 °C indica che la resina può essere esposta continuamente a questa temperatura senza che le sue proprietà meccaniche o elettriche subiscano un deterioramento.

Dati su usura e attrito

Sono stati eseguiti test di attrito e usura sulle resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA per indicarne il livello di prestazioni (non caricate) in applicazioni meccaniche, come cuscinetti e guarnizioni. I test sono stati eseguiti su cuscinetti reggispinta stampati a 0,7 MPa (100 psi) su acciaio AISI 1018, Rc20, 16AA; i test sono stati eseguiti in condizioni ambientali, in aria e senza lubrificazione.

Velocity, ft/min	Wear Factor, K x 10 ⁻¹⁰	Dynamic Coefficient of Friction	Duration, hr
3	1,591	0.210	103
10	1,837	0.214	103
30	983	0.229	103
50	694	0.289	103

Proprietà chimiche

È noto che le resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA mantengono elevati livelli di prestazioni meccaniche dopo l'esposizione chimica; infatti, la serie di resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA completamente fluorurate è nota per presentare i più elevati livelli di inerzia chimica grazie all'assenza di gruppi terminali reattivi.

- Non vengono degradate dai sistemi chimici comunemente presenti nei processi chimici.
- Sono inerti a:
 - Acidi minerali forti – Basi inorganiche – Agenti ossidanti inorganici – Soluzioni saline
- Sono inoltre inerti a composti organici quali:
 - Acidi organici – Anidridi – Aromatici – Idrocarburi alifatici – Alcoli – Aldeidi – Chetoni – Eteri – Esteri – Clorocarburi – Fluorocarburi – Miscele dei composti sopra menzionati

Come nel caso di altri prodotti perfluorurati, le resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA possono essere attaccate da alcuni complessi alogenati contenenti fluoro. Questi includono trifluoruro di cloro, trifluoruro di bromo, pentafluoruro di iodio e il fluoro stesso. Le resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA possono essere attaccate anche da metalli come sodio o potassio, soprattutto allo stato fuso. Si raccomanda la massima cautela quando si miscelano fluoropolimeri finemente suddivisi con metalli finemente suddivisi, come alluminio, magnesio o bario, poiché questi possono reagire violentemente se infiammati o riscaldati ad alte temperature. Anche alcuni complessi di questi metalli con ammoniaca o naftalene (in entrambi i solventi) attaccano il prodotto.

Infatti, questi complessi vengono utilizzati per realizzare film o tubi di resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA con una superficie cementabile. È stato osservato che anche alcuni idruri metallici, come i borani (B_2H_6), il cloruro di alluminio ($AlCl_3$) e alcune ammine, attaccano le resine fluorocarboniche a temperature elevate.

I danni fisici derivanti dall'assorbimento di varie sostanze chimiche nelle pareti dei manufatti (in particolare se combinati con cicli di temperatura), le rapide variazioni di pressione e l'abuso meccanico rappresentano la causa più frequente di guasto nei manufatti realizzati con resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA.

La tabella mostra le prestazioni nelle prove di trazione e l'aumento di peso di pezzi fabbricati di resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA dopo l'immersione in mezzi chimici inorganici. Solitamente non vi è alcun effetto misurabile dei comuni reagenti inorganici sulle proprietà di trazione delle resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA; tuttavia, se presente, si osserva un aumento o una perdita di peso misurabile. Il cloruro di solforile rappresenta un caso speciale in cui un composto "ibrido" viene assorbito dalle forme fabbricate, con conseguente bassa ritenzione delle proprietà. In nessuno dei casi sopra descritti si osservano interazioni chimicamente degradative.

La tabella mostra anche la variazione delle proprietà di trazione e l'aumento di peso quando le forme fabbricate di resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA vengono sottoposte a liquidi organici tipici che rappresentano una gamma di composti classici. Le resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA presentano prestazioni di resistenza chimica equivalenti o migliori.

Questi dati mostrano che i liquidi che bagnano la resina tendono a generare elevati aumenti di peso e una bassa ritenzione della resistenza a trazione, soprattutto se riscaldati ad alte temperature. Everflon™ PFA presenta un'eccellente resistenza chimica ad altri acidi e basi inorganici e ai solventi organici. Tuttavia, è opportuno sottolineare che Everflon™ PFA condivide con il PTFE e altre fluororesine la tendenza a reagire con metalli alcalini (sodio metallico) e fluoro.

Chemical	Temp	Days	Number of cracked
Ciclo termico non chimico		21	0/5
Toluene	100°C	7	0/5
Nitrobenzene	100°C	7	0/5
Acetofenone	100°C	7	0/5
Percloroetilene	100°C	7	0/5
Cloruro di solforile	23°C	7	0/5
Tetracloruro di carbonio	75°C	7	0/5

Effetto dell'immersione chimica sulle resine fluoropolimeriche della serie Everflon™ PFA (168 ore)

Chimico	Test Temperature		% Retained Physicals			
	°C	°F	Tensile	Elongation	% Weight Gain	
Prodotti chimici inorganici						
Acidi minerali	Cloridrico (Conc.)	120	248	98	100	0.0
	Solfuro (Conc.)	120	248	95	98	0.0
	Fluoridrico (60%)	23	73	99	99	0.0
	Solfuro fumante	23	73	95	96	0.0
Acidi ossidanti	Acqua regia	120	248	99	100	0.0
	Cromico (50%)	120	248	93	97	0.0
	Nitrico (Conc.)	120	248	95	98	0.0
	Nitrico fumante	23	73	99	99	0.0
Basi inorganiche	Idrossido di ammonio (Conc.)	66	150	98	100	0.0
	Idrossido di sodio (50%)	120	248	93	99	0.4
Perossidi	Perossido di idrogeno (30%)	23	73	93	95	0.0
Alogeni	Bromo	23	73	99	100	0.5
	Bromo	59	138	95	95	0.5
	Cloro	120	248	92	100	0.5
Soluzioni di sali metallici	Cloruro ferrico	100	212	93	98	0.0
	Cloruro di zinco (25%)	100	212	96	100	0.0
Altri inorganici	Cloruro di solforile	69	156	83	100	2.7
	Acido clorosolfonico	151	304	91	100	0.7
	Acido fosforico (Conc.)	100	212	93	100	0.0

Permeabilità

unit $\times 10^{-10} \text{cm}^3 \text{ cm/sec cm}^2 \text{ cmHg}$

	403	410	420
Ossigeno	4.4	3.6	3.6
Azoto	1.5	1.4	1.6

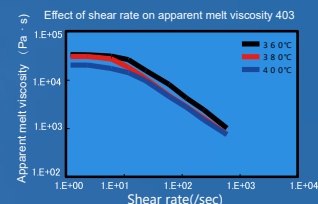
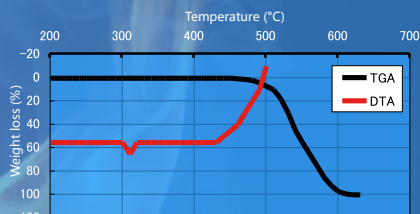
Chimico	Test Temperature		% Retained Physicals			
	°C	°F	Tensile	Elongation	% Weight Gain	
Prodotti chimici organici						
Acidi/Anidridi	Acido acetico glaciale	118	244	95	100	0.4
	Anidride acetica	139	282	91	99	0.3
	Acido tricloroacetico	196	384	90	100	2.2
Idrocarburi	Isoottano	99	210	94	100	0.7
	Nafta	100	212	91	100	0.5
	Olio minerale	180	356	87	95	0.0
	Toluene	110	230	88	100	0.7
Funzionali Aromatici	o-cresolo	191	376	92	96	0.2
	Nitrobenzene	210	410	90	100	0.7
Alcoli	Alcol benzilico	205	401	93	99	0.3
	Anilina	185	365	94	100	0.3
Ammine	n-butilammina	78	172	86	97	0.4
	Etilendiammina	117	242	96	100	0.1
Eteri	Tetraidrofurano	66	151	88	100	0.7
	Benzaldeide	179	355	90	99	0.5
Chetoni Aldeidi	Cicloesanone	156	312	92	100	0.4
	Metiletilchetone	80	176	90	100	0.4
	Acetofenone	202	396	90	100	0.6
	Acido fosforico (concentrato)	220	392	98	100	0.3
Esteri	Dimetilftalato	220	392	98	100	0.3
	n-butilacetato	125	257	93	100	0.5
	Tri-n-butilfosfato	200	392	91	100	2.0
Clorurati Solventi	Cloruro di metilene	40	104	94	100	0.8
	Percloroetilene	121	250	86	100	2.0
	Tetracloruro di carbonio	77	171	87	100	2.3
Solventi polimerici	Dimetilformammide	154	309	96	100	0.2
	Dimetilsolfossido	189	372	95	100	0.1
	Diossano	101	214	92	100	0.6

Proprietà termiche

Decomposizione termica

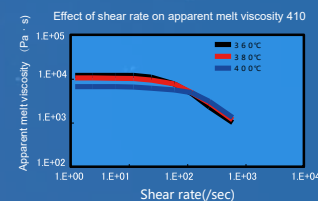
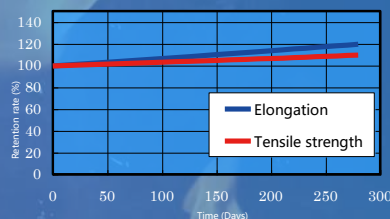
Fino a circa 400 °C si riscontra un'eccellente stabilità termica senza perdita di peso. Inoltre, a 700 °C non si sono riscontrati residui di decomposizione.

	Unit: (°C)		
Grade	403	410	420
Initial weight loss	400	400	400
10% weight loss	510	510	510
50% weight loss	540	542	539



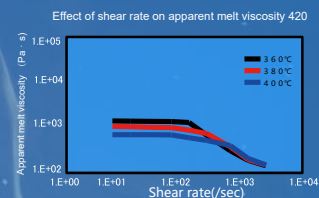
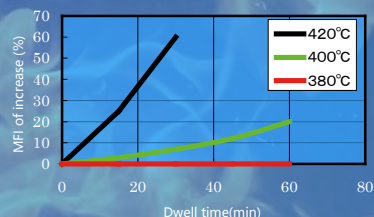
Invecchiamento termico

Dopo essere stato mantenuto a 280 °C per 280 giorni, i valori di resistenza alla trazione e allungamento erano superiori ai valori ottenuti all'inizio dell'esperimento.



Stabilità termica

Dopo essere stato mantenuto a queste temperature, per i tempi specificati, è stato valutato il MFR. Dopo essere stato mantenuto a 380 °C per più di 1 ora, non si è verificata alcuna variazione del



Temperatura di deformazione termica

Le temperature sono quelle a cui i provini sottoposti a carico, uno inferiore a 0,45 MPa e l'altro inferiore a 1,81 MPa, hanno mostrato una flessione di 0,254 mm con un aumento della temperatura di 2 °C/min.

Temperatura di deformazione termica

Loading	403	410	420
0.45MPa	91	92	93
1.81MPa	56	57	57

Temperatura di rammollimento Vicat

I valori indicati sono le temperature alle quali un ago di 1 mm di diametro e sottoposto a un carico di 1 kg, posizionato al centro di un provino, è penetrato di 1 mm nel provino aumentando la temperatura di 50 °C/h.

403	410	420
287°C	281°C	270°C

Coefficiente di dilatazione termica lineare

Intervallo di temperatura °C	403	410	420
-100~-75	9	9	8
-75~-15	12	11	12
-15~100	14	14	15
100~150	16	16	17
150~210	21	21	21

Proprietà elettriche

Le applicazioni elettriche includono rivestimenti estrusi per numerose strutture di cavi, cavi riscaldanti, condutture a parete spessa, guaine per cavi e cavi geofisici. Le resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA vengono inoltre stampate a iniezione in componenti di interruttori elettrici, inserti per connettori, boccole isolanti e isolatori distanziali.

Costante dielettrica e tangente dielettrica (ASTM D150)

La costante dielettrica delle resine Everflon™ PFA è inferiore a 2,1 in un ampio intervallo di frequenze, temperature e densità.

I valori di densità delle resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA variano solo leggermente (2,13–2,17) e la costante dielettrica varia solo di circa 0,03 unità in questo intervallo, tra i più bassi tra tutti i materiali solidi. Non vi è alcun effetto misurabile dell'umidità sulla costante dielettrica delle resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA.

Rigidità dielettrica

La rigidità dielettrica (a breve termine) di tutte le resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA è di 80 kV/mm (2.043 V/mil) misurata su film da 0,25 mm (10 mil) secondo la norma ASTM D149.

I film sottili di resina FEP forniscono risultati simili, mentre i film in PTFE vengono in genere misurati a 47 kV/mm (1.200 V/mil).

Come con altre resine fluoropolimeriche, Everflon™ PFA perderà rigidità dielettrica in presenza di scarica corona.

Fattore di dissipazione

Il fattore di dissipazione delle resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA varia con la frequenza e la temperatura. Il fattore di dissipazione a bassa frequenza (10^2 – 10^4 Hz) aumenta a temperature più elevate. Si osservano piccole variazioni del fattore di dissipazione con la temperatura a frequenze comprese tra 10^4 – 10^7 Hz. All'aumentare delle frequenze fino a 10^4 Hz, si verifica un aumento costante del fattore di dissipazione. Gli incrementi sono maggiori se misurati a temperatura ambiente. Vi è anche un'indicazione che un massimo si verifica a circa 3×10^9 Hz. I gruppi terminali completamente fluorurati presenti nelle resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA determinano fattori di dissipazione inferiori alle alte frequenze. Le resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA sono preferite quando si considera l'uso come materiale isolante elettrico ad alte frequenze.

Resistività elettrica

Le resistività di volume e di superficie delle resine fluoropolimeriche sono elevate e non sono influenzate dal tempo o dalla temperatura.

Le misurazioni della resistività di volume delle resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA con il metodo descritto nella norma ASTM D257 hanno fornito un valore superiore a 10¹⁸ ohm-cm. La resistività di superficie è risultata superiore a 10¹⁸ ohm/m².

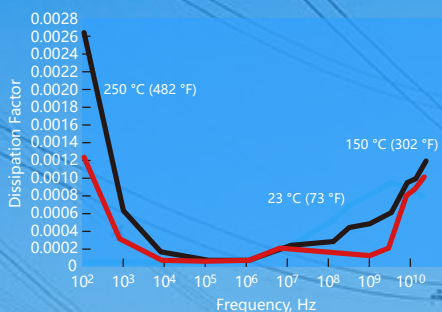
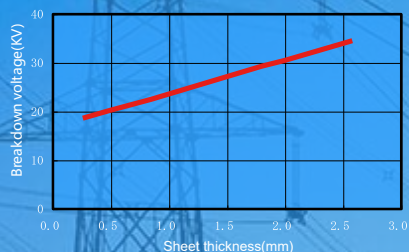
Quando le resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA sono state testate con il metodo descritto nella norma ASTM D495 utilizzando elettrodi in acciaio inossidabile, non è stata osservata alcuna traccia per tutta la durata del test (180 secondi), a indicare che la resina non forma un percorso conduttivo carbonizzato.

Effetto della temperatura sulla resistività di volume ASTM D257

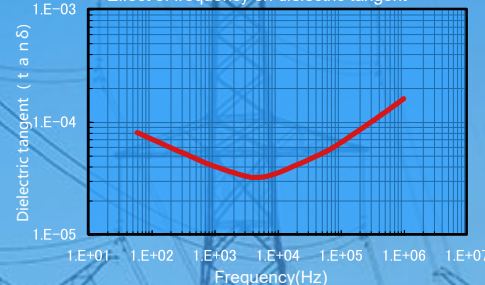
Temperatura (°C)	23	50	100
Resistività di volume (Ωcm)	3*10 ¹⁷	5*10 ¹⁷	3*10 ¹⁷

Insulation

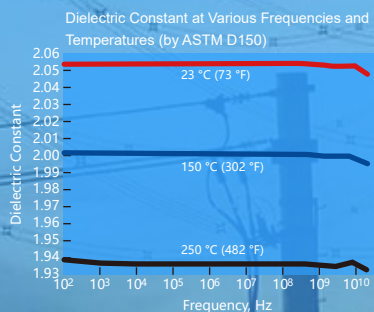
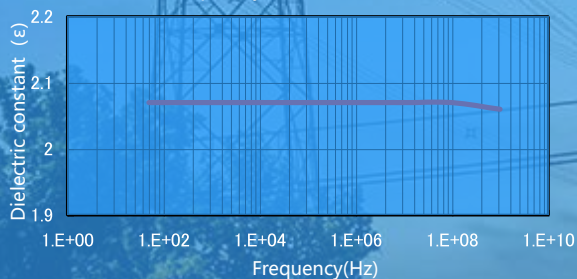
Dependence of insulation breakdown voltage on material thickness.



Effect of frequency on dielectric tangent

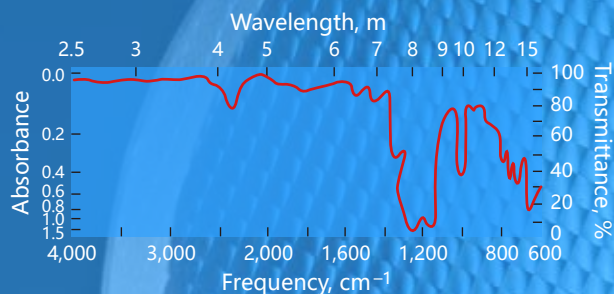


Effect of frequency on dielectric constant



Proprietà ottiche

In forma di film, le resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA presentano eccellenti proprietà ottiche con bassa opacità, misurate con metodi ASTM. I valori specifici della percentuale di trasmissione per determinate lunghezze d'onda sono riportati nella Tabella. L'indice di rifrazione del film realizzato con resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA viene misurato alla lunghezza d'onda di 546 nm (luce verde) e a temperatura ambiente. In Figura è presentato uno spettro infrarosso delle resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA. Questa "impronta digitale" è spesso utile per identificare la resina tra gli altri polimeri fluorocarbonici.



Property	Test Method	Value
Indice di rifrazione	ASTM D542-50	1.350
Opacità	ASTM D1003-52	4%
Trasmissione luminosa		
UV (0,25-0,40 μm)	(Cary Model 14)	77-91%
Visibile (0,40-0,70 μm)	Spectrophotometer, 100-gauge (0.025-mm)	91-96%
Infrarossi (0,70-2,4 μm)	film thickness	96-98%

Aggressività

Le resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA sono estremamente idrofobiche e rilasciano acqua quasi completamente. È stato riportato un assorbimento di umidità <0,03% dopo 24 ore in acqua a temperatura ambiente, seguite da 2 ore in acqua bollente. Sono inoltre praticamente insensibili all'ossigeno, all'ozono e alla luce visibile o UV. Campioni di prova, esposti per molti anni a praticamente tutte le condizioni climatiche, hanno dimostrato che le resine fluoropolimeriche Everflon™ PFA sono completamente resistenti agli agenti atmosferici. Non si sono verificate variazioni significative nelle proprietà di trazione, nel peso specifico o nell'indice di fluidità dopo questa esposizione. I risultati non mostrano né invecchiamento né infragilimento. Poiché durante la lavorazione non vengono utilizzati plastificanti, antiossidanti o altri additivi, non si verifica lisciviazione di sostanze.

Radiation resistance

Se Everflon™ PFA viene esposto a una grande quantità di radiazioni, trattandosi di una perfluoresina, la catena principale nella struttura del copolimero è soggetta a rottura, con conseguente riduzione della resistenza alla trazione e dell'allungamento a trazione.

Guida alla fabbricazione

Estrusione

I fluoropolimeri Everflon™ PFA sono adatti all'estrusione con tecniche normalmente applicate ad altre materie plastiche termoprocessabili, a condizione che l'estrusore sia dotato di leghe resistenti alla corrosione. Si raccomandano estrusori con rapporto L/D da 20:1 a 30:1. Gli estrusori devono essere dotati di riscaldatori a controllo indipendente in grado di controllare accuratamente la temperatura fino a 450 °C.

È possibile utilizzare diverse tipologie di vite. Si raccomandano viti a singola spira, mentre si consiglia di evitare quelle a barriera. Una tipica configurazione di vite prevede una lunga sezione di alimentazione (almeno 12 spire), seguita da una transizione da 2 a 6 spire e da una sezione di dosaggio da 5 a 7 spire. Piastra di rottura e setaccio non vengono normalmente utilizzati, nemmeno quando si utilizzano masterbatch colorati.

Una panoramica dei requisiti di temperatura, utensili e attrezzature per l'estrusione di cavi è fornita nella Tabella.

Le temperature impostate devono essere scelte e regolate in base alle dimensioni dell'estrusore e alla portata massima raggiungibile. In generale, maggiore è la portata, maggiore deve essere il profilo di temperatura, mentre minore è la lunghezza dell'estrusore, maggiore deve essere il profilo di temperatura. È importante notare che la temperatura più efficace per modificare la temperatura del fuso e quindi la pressione in filiera e la velocità della linea è la temperatura nella zona di dosaggio.

La velocità massima della linea raggiungibile con le resine Everflon™ PFA è limitata dalla comparsa della frattura del fuso o risonanza di tiro (nell'estrusione di tubi, la frattura del fuso si manifesta solitamente prima sulla superficie interna del cono). Questo fenomeno può essere ridotto aumentando la temperatura in filiera fino alla formazione di bolle o alla degradazione termica. Una piccola riduzione della frattura del fuso può essere ottenuta anche riscaldando la punta interna. La velocità di taglio critica del polimero può essere considerata un buon parametro per prevedere la velocità massima di estrusione. Maggiore è questo valore, maggiore è la velocità di linea raggiungibile.

Ad esempio, alla temperatura di 372 °C, Everflon™ PFA 410 ha una velocità di taglio critica compresa tra 50 e 70 sec-1, mentre il valore di Everflon™ PFA 403 è compreso tra 10 e 15 sec-1.

	[°C]
Z1	250
Z2	320
Z3	355
Z4	360
Z5	380
Flangia	380
Adattatore	380
Testa a croce	380
Matrice	400
Temperatura del fuso	390-400

Grade	Wall Thickness	DDR
Everflon PFA 403	0.80-1.20 mm	50-25
	1.20-2.00 mm	25-5
Everflon PFA 410	0.10-0.25 mm	250-100
	0.25-0.45 mm	100-50

Il DRB deve essere mantenuto vicino a 1

$$DDR = \frac{D_{die}^2 - D_{tip}^2}{d_{wire}^2 - d_{copper}^2}$$

$$DRB = \frac{D_{die}/D_{tip}}{d_{wire}/d_{copper}}$$

	Value
Diametro del cavo	6 mm
Spessore della parete	0.25 mm
Rapporto di stiro	25
Bilanciamento del rapporto di stiro	1
Preriscaldamento del filo	-
Velocità di avvitamento	5 rpm
Pressione	40 bar
Intercapedine d'acqua	200-400mm
Velocità di linea	5 m/min
Diametro della vite = 35 mm, L/D = 25	

	Value
Diametro del cavo	1.5 mm
Spessore della parete	0.25 mm
Rapporto di stiro	110
Bilanciamento del rapporto di stiro	1
Preriscaldamento del filo	180 °C
Velocità di avvitamento	20 rpm
Pressione	21 bar
Intercapedine d'acqua	200-400mm
Velocità di linea	61 m/min
Diametro della vite = 35 mm, L/D = 25	

Guida alla fabbricazione

Stampaggio

Stampaggio a trasferimento

Everflon™ PFA può essere utilizzato per produrre articoli rivestiti mediante stampaggio a trasferimento. Questa tecnica consiste essenzialmente nei seguenti passaggi:

- Fusione e plastificazione
- Iniezione in uno stampo caldo
- Riempimento e raffreddamento

Le resine tipiche per lo stampaggio a trasferimento sono quelle a basso indice di fluidità (MFI), come Everflon™ PFA 403.

La temperatura dello stampo viene solitamente impostata al di sopra del punto di fusione della resina, a differenza dello stampaggio a iniezione, in cui lo stampo viene mantenuto a una temperatura molto più bassa. I risultati migliori si ottengono solitamente utilizzando basse velocità di iniezione e applicando un certo tempo di attesa prima del raffreddamento. In seguito, si consiglia un raffreddamento rapido.

Le condizioni operative devono essere ottimizzate per ogni singola applicazione. Ad esempio, basse temperature di fusione sono raccomandate per articoli di grandi dimensioni o quando la resina viene fusa e plastificata in forno. Temperature di fusione elevate sono raccomandate per pezzi sottili o quando la fusione e la plastificazione vengono eseguite tramite estrusore.

Stampaggio a compressione

Everflon™ PFA può essere stampato a compressione per ottenere articoli semilavorati come lastre, barre e film. Le condizioni di stampaggio più adatte devono essere selezionate in base al processo specifico e alla forma dell'articolo finale. In tutti i casi la temperatura di stampaggio sarà compresa tra 340 e 380 °C

Guida alla fabbricazione

Stampaggio a iniezione

Everflon™ PFA può essere stampato a iniezione seguendo gli stessi processi utilizzati per le normali resine termoplastiche. I gradi a bassa viscosità sono specificamente progettati per lo stampaggio a iniezione di forme complesse.

Si consiglia di utilizzare tre zone di riscaldamento a controllo indipendente per il cilindro e una per l'adattatore. I regolatori del riscaldatore devono essere in grado di controllare accuratamente la temperatura fino a 450 °C.

Si consiglia l'utilizzo di un'attrezzatura a vite alternativa per garantire una corretta plastificazione e ridurre il ristagno del polimero e la degradazione termica. La vite deve avere una breve sezione di transizione, un passo costante e un rapporto di profondità della vite tra la sezione di alimentazione e quella di dosaggio di circa 3:1.

Si consiglia un ugello a conicità inversa di tipo convenzionale. Il foro deve essere il più ampio possibile e rastremato per evitare punti morti o rapide variazioni di velocità della resina. La valvola di non ritorno impedisce alla resina fusa di rifluire lungo le viti durante il processo di iniezione.

La temperatura dello stampo deve essere impostata a non meno di 180 °C (355 °F) per ridurre la delaminazione nel pezzo. L'ottimizzazione della temperatura dello stampo deve tenere conto dello spessore del pezzo per ridurre al minimo il ritiro, l'aspetto superficiale e i tempi di ciclo totali.

La pressione di iniezione deve essere impostata al minimo possibile, a seconda del pezzo da stampare. In generale, basse pressioni di iniezione riducono la deformazione, con conseguente miglioramento della stabilità dimensionale. La pressione di iniezione deve essere impostata in funzione del pezzo stampato, del suo spessore e della presenza di linee di saldatura. Nella maggior parte dei casi, è consigliabile applicare una pressione di mantenimento per ridurre il ritiro e la formazione di vuoti. La velocità di iniezione deve essere moderatamente lenta, in modo da ottenere un buon aspetto superficiale senza rugosità.

Al contrario, è necessario evitare velocità di iniezione troppo basse perché influiscono negativamente sulla fase di riempimento. Generalmente sono richieste basse velocità di rotazione, anche se una contropressione moderatamente bassa potrebbe comportare una migliore omogeneizzazione senza particelle non fuse. L'aumento della contropressione deve essere attentamente controllato per evitare un aumento della temperatura del fuso.

Il profilo di temperatura lungo il cilindro di iniezione deve essere aumentato dalla zona posteriore all'ugello, come riportato di seguito, per evitare degradazione termica. La temperatura del fuso non deve superare i 400 °C (750 °F) e il tempo di permanenza o di mantenimento deve essere ovviamente ridotto se si opera alle temperature più elevate.

Condizioni di stampaggio tipiche per Everflon™ PFA

	Units	410	420
Z1	°C	300	320
Z2	°C	325	345
Z3	°C	335	355
Z4	°C	340	360
Ugello	°C	360	380
Temperatura del fuso	°C	380	380
Temperatura dello stampo	°C	200–240	200–240
Pressione di iniezione	kg/cm ² (psi)	270 (3,850)	345 (4,900)
Pressione di compressione	kg/cm ² (psi)	270 (3,850)	345 (4,900)
Velocità della vite	cm/s (mil/s)	0.2 (80)	0.2 (80)
Rotazione della vite	rpm	21	21
Tempo ciclo	s	100	100

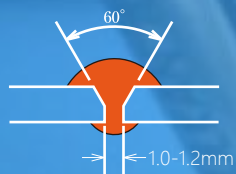
Dimensioni dello stampo: disco da 102 mm, spessore 3 mm

Guida alla fabbricazione


Saldatura



Temperatura apparente
di saldatura
340-450 °C



Temperatura apparente di saldatura



Aria calda

5mm

Temperatura al centro della
fiamma a 5 mm dalla punta della pistola

I rivestimenti Everflon™ PFA sono materiali termoplastici che possono essere saldati utilizzando le tecniche standard note per le materie plastiche comuni, ad esempio PE o PVC. In particolare, la saldatura a gas caldo viene utilizzata di routine per la termosaldatura dei rivestimenti Everflon™ PFA. I test di trazione eseguiti sui cordoni di saldatura hanno dimostrato che le fusioni sono affidabili al 100% come il materiale originale. Le seguenti raccomandazioni generali si applicano alla saldatura a gas caldo dei rivestimenti Everflon™ PFA.

Attrezzatura

Utilizzare pistole di saldatura in grado di controllare bene la temperatura fino a 650 °C e con una potenza di riscaldamento di 900-1.000 W o superiore. Una corretta misurazione della temperatura è fondamentale per garantire saldature uniformi. È buona norma misurare la temperatura del flusso di gas all'interno dell'ugello, a 5-7 mm dall'uscita.

Se per la saldatura si utilizza aria, assicurarsi che sia pulita e asciutta. Sono disponibili diverse punte di saldatura. Per la saldatura primaria si utilizzano punte di saldatura ad alta velocità, mentre le punte di puntatura possono essere utilizzate per tenere in posizione le varie sezioni del rivestimento.

Saldatura

Utilizzare bacchette di saldatura tonde realizzate con lo stesso grado di Everflon™ PFA dei profili da saldare. Si sconsiglia di saldare insieme profili realizzati con gradi diversi.

Raschiare accuratamente le superfici da saldare. Quando si utilizzano fogli con supporto in tessuto, rimuovere il tessuto lungo la linea di saldatura (2-3 mm su ciascun foglio) per evitare inclusioni di fibre. Allineare e mantenere i due fogli da saldare a una distanza non superiore a 0,5-1 mm.

Creare una scanalatura a V tra i due fogli utilizzando l'apposito raschietto. Evitare l'uso di utensili di fortuna in quanto potrebbero causare un cordone di saldatura irregolare. Pulire accuratamente l'area di saldatura e la bacchetta di saldatura.

Pulire l'ugello della pistola di saldatura con una spazzola di ottone, regolare il flusso d'aria a 50-60 litri/minuto standard e impostare la temperatura della pistola di saldatura come indicato nella tabella seguente.

Saldare tenendo la pistola a un angolo di 45-60° e regolare la pressione e la velocità di saldatura assicurandosi che il filo di saldatura e le lamiere si fondano simultaneamente. Velocità di saldatura comprese tra 5 e 30 cm/min (2-12 pollici/min) sono solitamente adatte.

Se la velocità è troppo bassa, il filo di saldatura si surriscalda e potrebbe rompersi; d'altra parte, se la velocità è troppo alta, il filo di saldatura non si fonde correttamente e la scanalatura tra le due lamiere non viene riempita correttamente dal materiale fuso. Analogamente, se la pressione di saldatura è troppo bassa, la scanalatura tra le due lamiere non viene riempita completamente, mentre una forza eccessiva può causare delle fossette lungo il cordone di saldatura che alla fine agiscono come concentratori di stress.



Everflon Academic Center

Tel: +86-185-7168-9228

info@everflon.com

www.everflon.com

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