



EVERFLON™ ETFE

Manual de Recursos

Ethylene-Tetrafluoroethylene Copolymer

EVERFLON ACADEMIC

Introdução

Everflon™ ETFE é um fluoropolímero termoplástico desenvolvido pelo Grupo C&F. É um copolímero composto de tetrafluoroetileno (C₂F₄) e etileno (C₂H₄).

Os fluoropolímeros Everflon™ ETFE são termoplásticos processáveis por fusão. Fazem parte da família de produtos à base de flúor que inclui as resinas fluoropoliméricas Everflo™ PTFE, FEP e PFA.

Este manual apresenta dados para engenheiros e outros profissionais envolvidos na seleção de materiais e no projeto de produtos. Contém informações detalhadas para a avaliação do Everflon™ ETFE em aplicações elétricas, mecânicas e químicas.

Todas as propriedades apresentadas neste manual devem ser consideradas como valores típicos e não devem ser usadas para fins de especificação.

Uma variedade de composições naturais e reforçadas está disponível, permitindo a seleção de resinas com base em aplicações específicas ou necessidades de processamento.

Para obter dados técnicos adicionais, informações sobre a linha atual de graus de ETFE Everflon™ ou assistência no projeto de uma aplicação específica, entre em contato com seu representante de vendas.

Fluoropolímeros Everflon™ ETFE Disponíveis Comercialmente

Everflon™ ETFE Grade	Características da Resina	Aplicações
4003	Resina fluoropolimérica premium com baixa taxa de fluxo, vida útil à flexão significativamente aprimorada e resistência a tensões ambientais	Componentes, revestimentos e peças moldadas para uso em ambientes térmicos, mecânicos e químicos excepcionalmente extremos
4010	Resina fluoropolimérica de uso geral com taxa de fluxo intermediária. A temperatura máxima de serviço recomendada é de 150 °C (302 °F)	Mangas elétricas, bobinas, soquetes, conectores e interruptores
4020	Resistência superior a trincas por tensão com propriedades mecânicas superiores em altas temperaturas Maior índice de fluidez (MFR) entre as resinas ETFE	Componentes, revestimentos e peças moldadas para uso em ambientes térmicos, mecânicos e químicos excepcionalmente extremos
4030	Maior índice de fluidez (MFR) entre as resinas ETFE	Ideal para moldagem por injeção e extrusão de paredes finas
C-4003	Resina semicondutora dissipadora de estática com baixo MFR	Tubos extrudados, canos e outros perfis para mangueiras Revestimentos de componentes usados em indústrias de processamento químico Filme industrial Artigos moldados por injeção e sopro que exigem propriedades elétricas, químicas e térmicas superiores e resistência à fissuração por tensão
C-4010	Resina semicondutora dissipadora de estática	Tubos extrudados, canos e outros perfis para mangueiras Artigos moldados por injeção e sopro que exigem propriedades elétricas, químicas e térmicas superiores
JP-40	Pó para aplicações especiais	Ideal para quando os materiais precisam ser dispersos em uma matriz de ETFE. Os materiais podem ser bem dispersos no pó e, em seguida, moldados por compressão ou misturados por fusão para processamento adicional.
GS-40	Grau para rotomoldagem e revestimento rotomoldado	Peças ocas Geometrias complexas Revestimento
X-40	Resina ETFE reticulável	Fio de reticulação radiográfica

A especificação ASTM para o material Everflon™ ETFE é D3159.

O Everflon™ ETFE também é especificado em diversas aplicações industriais e militares para tubos, peças moldadas e filmes, além de inúmeras aplicações em fios e cabos.

Propriedades Gerais dos Fluoropolímeros Everflon™ ETFE

O Everflon™ ETFE pode ser descrito como um termoplástico robusto com um excelente equilíbrio de propriedades.

Mecanicamente, é resistente e possui rigidez média (1.170 MPa [170.000 psi]), resistência a impactos e abrasão. A vida útil sob flexão depende da classe utilizada.

O Everflon™ ETFE é tipicamente considerado como tendo uma temperatura de uso contínuo sem carga de 150 °C. Em certas aplicações específicas, o Everflon™ ETFE pode ter uma temperatura máxima de serviço superior a 230 °C. Consulte a seção “Propriedades Térmicas” para uma discussão mais completa sobre a classificação térmica.

O Everflon™ ETFE é resistente às intempéries, inerte à maioria dos solventes e produtos químicos e hidroliticamente estável. Possui excelente resistência à radiação, mas não é imune a danos causados pela exposição prolongada à radiação gama, especialmente em temperaturas elevadas. Quando requisitos específicos de radiação precisam ser atendidos, testes adequados da aplicação proposta no ambiente de radiação devem ser realizados para estabelecer a adequação do Everflon™ ETFE para essa aplicação.

Elétricamente, o Everflon™ ETFE é um excelente dielétrico de baixa perda com uma uniformidade de propriedades elétricas normalmente não encontrada em outros termoplásticos.

O Everflon™ ETFE pode ser extrudado ou moldado por injeção facilmente, usando técnicas convencionais e, portanto, não apresenta problemas incomuns de treinamento do operador. Equipamentos resistentes à corrosão são recomendados para longas tiragens de produção. Matrizes aquecidas eletricamente são recomendadas para moldes de injeção.

O Everflon™ ETFE pode ter um desempenho bem-sucedido em aplicações onde outros materiais carecem de resistência mecânica, ampla capacidade térmica, capacidade de atender a condições ambientais severas ou são limitados por problemas de fabricação.

Property	ASTM Method	Unit	Everflon™ ETFE
Mecânica			
Taxa de Fluidez	D3159	g/10 min	2-40
Resistência à Tração Máxima, 23 °C	D638	MPa (psi)	46 (6,500)
Elongação Máxima, 23 °C	D638	%	300
Resistência à Compressão, 23 °C	D695	MPa (psi)	17 (2,500)
Módulo de Flexão	D790	MPa (psi)	600–1,200 (85,000–170,000)
Resistência ao Impacto, 23 °C	D256	J/m (ft·lb/in)	No Break
Dureza, Durômetro, Shore D	D2240		67
Coefficiente de Atrito, Metal/Filme	D1894		0.23
Deformação sob Carga, 23 °C, 1.000 psi, 24 h	D621	%	0.3
Coefficiente de Expansão Linear	E831	mm/mm· °C $\times 10^{-5}$ (in/in· °F $\times 10^{-5}$)	
0-100 °C			13.1 (7.3)
100-150 °C			18.5 (10.3)
150-200 °C			25.2 (14)
Gravidade Específica	D792		1.71
Absorção de Água, 24 h	D570	%	0.007
Elétrica			
Resistividade Superficial	D257	ohm·sq	>10 ¹⁶
Resistividade Volumétrica	D257	ohm·cm	>10 ¹⁶
Rigidez Dielétrica, 23 °C	D149	kV/mm (V/mil)	
0,25 mm			64 (1,600)
3,20 mm			15 (370)
Constante Dielétrica, 22 °C, 1 MHz	D1531		2.6
Fator de Dissipação, 22 °C, 1 MHz	D1531		0.007
Resistência ao Arco	D495	sec	122
Térmica			
Fusão Ponto de Fusão	DSC D3417	°C (°F)	220–280 (428–536)
Calor de Fusão	DSC D3417	kJ/kg (Btu/lb)	50.7 (21.8)
Calor Específico	DSC	kJ/kg·K (cal/g·°C)	
25 °C			0.25
100 °C			0.3
150 °C			0.34
300 °C (Fusão)			0.38
Calor de Combustão	D240	MJ/kg (Btu/lb)	13.7 (5,900)
Condutividade Térmica		W/m·K (Btu·in/hr·ft ² ·°F)	0.24 (1.65)
Índice Limite de Oxigênio (LOI)	D2863	%	30-32
Temperatura de Deflexão Térmica	D648	°C (°F)	
455 kPa (66 psi)			81 (177)
1620 kPa (264 psi)			51 (123)
Temperatura de Serviço Contínuo		°C (°F)	150 (302)

Propriedades Mecânicas

Resistência e Rigidez Resistência ao Impacto

O Everflon™ ETFE é menos denso, mais resistente, mais rígido e apresenta maior resistência à tração e à fluência do que as resinas fluoropoliméricas Everflon™ PTFE e Everflon™ FEP. Apesar disso, possui ductilidade semelhante. As composições de Everflon™ ETFE exibem as relações tensão-deformação relativamente não lineares características de quase todos os materiais dúcteis.

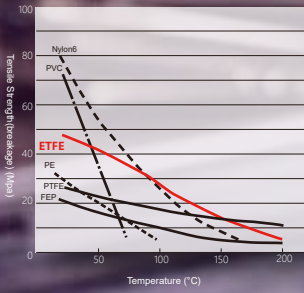
Como método de avaliação da resistência ao impacto de plásticos, utiliza-se o teste de impacto Izod, ASTM D256, ou o teste de impacto Charpy. O Everflon™ ETFE possui uma capacidade extremamente alta de absorver energia de impacto e mantém excelente resistência ao impacto em uma ampla faixa de temperaturas, mesmo em testes de impacto com entalhe.

Propriedades de Atrito e Desgaste

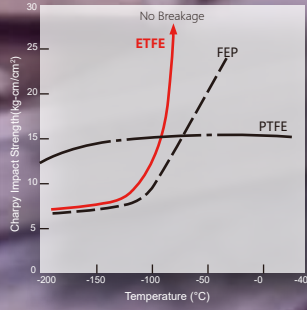
Os coeficientes para determinar as propriedades de atrito e desgaste variam dependendo dos métodos e condições escolhidos. Portanto, é necessário realizar um teste comparativo adequado à aplicação desejada. O valor crítico de PV do Everflon™ ETFE é de aproximadamente 2,0 (kg·m/crri·s).

O Everflon™ ETFE também é significativamente resistente a impactos em baixas temperaturas e, como pode ser observado nos resultados mostrados na Figura, não ocorre quebra por impacto até -80 °C. A destruição começa por volta de -100°C e a energia necessária para a quebra na faixa de -120°C a -200°C é aproximadamente constante. O ponto de fragilidade, de acordo com a norma ASTM D746, é de -125°C, o que sugere que a temperatura de transição vítrea da porção não cristalina do Everflon™ ETFE se situa em torno dessa faixa.

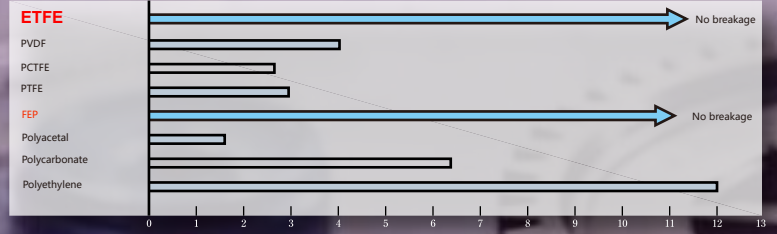
Effect of Temperature on Tensile Elongation



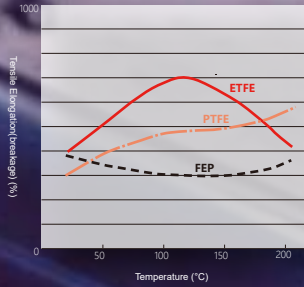
Effect of Temperature on Charpy Impact



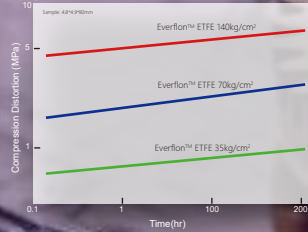
Impact Strength(ft.lb/in with notch, 25°C)



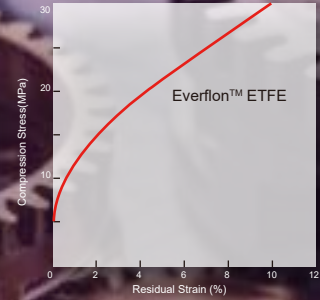
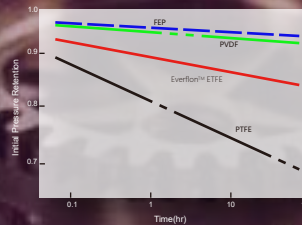
Effect of Temperature on Tensile Strength



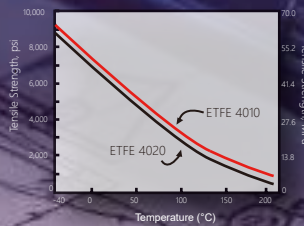
Dependence of Compression Creep Characteristics on Load



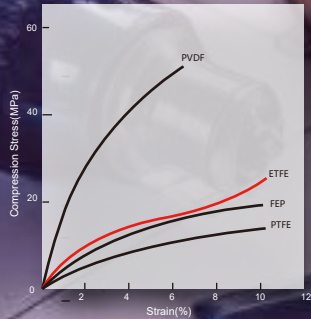
Compression Stress Relaxation



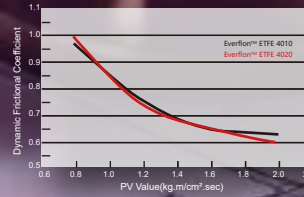
Tensile Strength vs. Temperature



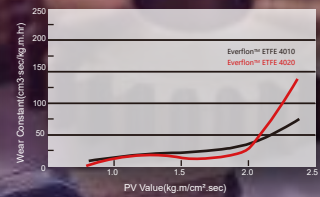
Compression Stress-Strain Curve



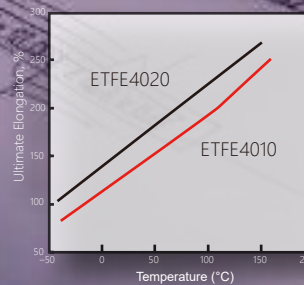
Dynamic Friction Coefficient and PV Value



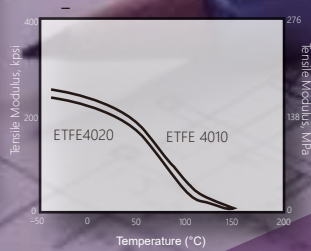
Wear Constant and PV Value



Elongation vs. Temperature



Compression Stress-Residual Strain Curve



Tensile Modulus vs. Temperature

Centro de dados

Propriedades mecânicas de vários plásticos

	ETFE	PTFE	PFA	ECTFE	PVDF	PE	PVC	Nylone6	Polyacetal
Gravidade específica	1.75	2.2	2.15	2.17	1.75	0.95	1.4	1.1	1.42
Resistência à tração (MPa)	40-54	20-39	32-39	19-22	49-60	10-44	40-70	50-80	60-70
Alongamento (%)	350-450	230-600	340-400	250-330	200-300	20-700	2-40	60	16
Módulo de tração (MPa)	500-800	400	---	670	800-1400	---	2500-4000	2700	3000-4500
Módulo de flexão (MPa)	850-1000	400-600	530-630	350	1400-1800	500-1000	2500-2800	1000-2800	2600-2900
Resistência à flexão (MPa)	20-30	13	---	No Breakage	---	11-110	70-110	56-110	100
Módulo de compressão (MPa)	670	410	---	430	1300	---	---	---	4600
Dureza Rockwell	R55	R20	R50	R25	R110	D50-70	M5-120	R100-120	R120
Resistência ao impacto Izod (ft/lb.in, com entalhe)	No Breakage	3.0	No Breakage	---	3.5-3.8	0.5-20	0.5-20	1-3.5	1-4
Coefficiente de atrito (contra aço inoxidável)	0.20	0.09	0.20	0.20	0.21	0.35	0.45	0.15-0.40	0.14

Propriedades Químicas

Trincas por Tensão Química

Alguns materiais poliméricos formam trincas quando submetidos a tensão química por um longo período. A tabela mostra os resultados do método de teste ASTM D 1693, no qual uma tira estreita de plástico, com 2,3 mm de espessura e 38 mm de comprimento, foi dobrada a 180° e imersa em produtos químicos por 10 dias. A tira foi então examinada para verificar a formação de trincas. O Everflon™ ETFE apresenta boa adaptabilidade à tensão química.

Resistência Química

O Everflon™ ETFE possui excelente resistência ao ataque de produtos químicos e solventes que frequentemente causam deterioração rápida de outros materiais plásticos. Sua resistência a produtos químicos é superada apenas pelos fluoropolímeros Everflon™.

O Everflon™ ETFE é inerte a muitos ácidos minerais fortes, bases inorgânicas, halogênios e soluções de sais metálicos. Ácidos carboxílicos, anidridos, hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos, álcoois, aldeídos, cetonas, éteres, ésteres, clorocarbonos e solventes poliméricos clássicos têm pouco efeito sobre o Everflon™ ETFE. Sob condições de alta tensão, alguns solventes com tensão superficial muito baixa tendem a reduzir a resistência à fissuração por tensão dos produtos de menor massa molecular. Ácidos oxidantes muito fortes, como o nítrico, bases orgânicas, como aminas, e ácidos sulfônicos em altas concentrações e próximos aos seus pontos de ebulição afetarão o Everflon™ ETFE em graus variados.

Efeitos da Radiação

O Everflon™ ETFE é muito mais resistente à radiação gama e a feixes de elétrons do que outros fluoropolímeros. Testes mostraram que tanto temperaturas elevadas quanto a presença de oxigênio têm um efeito deletério sobre as propriedades físicas quando o Everflon™ ETFE é exposto à radiação gama. O efeito sobre as propriedades físicas é significativamente reduzido em uma atmosfera inerte, como nitrogênio. O Everflon™ ETFE parece degradar-se muito menos com radiação de feixe de elétrons do que com radiação gama em níveis equivalentes de exposição total. A diferença provavelmente se deve à taxa de dosagem muito maior sob condições de feixe de elétrons. A taxa de dosagem mais alta aparentemente permite que as reações de reticulação predominem, enquanto a taxa muito mais lenta sob radiação gama aparentemente permite que as reações concorrentes de oxidação e degradação predominem. A exposição controlada a baixos níveis de radiação de feixe de elétrons, especialmente em atmosferas inertes, parece resultar em um baixo nível de reticulação com uma melhoria inerente em algumas propriedades. No entanto, a exposição além das condições controladas de baixo nível resulta em efeitos prejudiciais às propriedades físicas. Assim como com a radiação gama, as reações de oxidação são inibidas sob atmosferas inertes.

Estabilidade Hidrolítica e Absorção de Água

A estabilidade hidrolítica é indicada pela ausência de deterioração nas propriedades físicas após longos períodos de exposição à água fervente. Usando a resistência à tração e o alongamento à temperatura ambiente como propriedades de controle, o Everflon™ ETFE permanece essencialmente inalterado após 3.000 horas de exposição à água fervente. Os dados são mostrados na Tabela. A absorção de água do Everflon™ ETFE sem carga é inferior a 0,03% em peso, conforme determinado pela norma ASTM D570.

40 145
135

Resistência à água quente

A absorção de água do Everflon™ ETFE foi medida de acordo com os métodos de teste da norma ASTM D570, onde uma folha de 6 mm de espessura foi imersa em água fervente por 2 horas. A absorção de água foi considerada extremamente baixa, indicando que as propriedades elétricas e mecânicas não são afetadas pela presença de umidade.

A tabela mostra a variação na resistência do Everflon™ ETFE, medida à temperatura ambiente após a imersão de uma folha de 1 mm de espessura em água fervente por um determinado período de tempo. Como sugerem os dados de resistência química, o Everflon™ ETFE também apresenta excelente resistência à água quente.

Produto	psi	Resistência à Tração Mpa	Alongamento, %
4010 (Sem exposição)	5800	40	400
3.000 h Água fervente	5800	40	390

Permeação de gases e umidade

A permeação de oxigênio, nitrogênio, dióxido de carbono, etc., é aproximadamente constante, independentemente da espessura do filme. A energia de ativação é de 6 a 8 kcal/mol.

A permeabilidade a gases e a umidade do Everflon™ ETFE é semelhante à do polietileno ou do polipropileno. A permeabilidade a gases foi obtida pelo método ASTM D1434 e a permeabilidade à umidade pelo método do copo, conforme o método ASTM E96.

Material	Permeabilidade, cm ³ /100 pol ² 24 h·atm/mil
Dióxido de Carbono	250
Nitrogênio	30
Oxigênio	400

Resistência à Chama e Fumaça

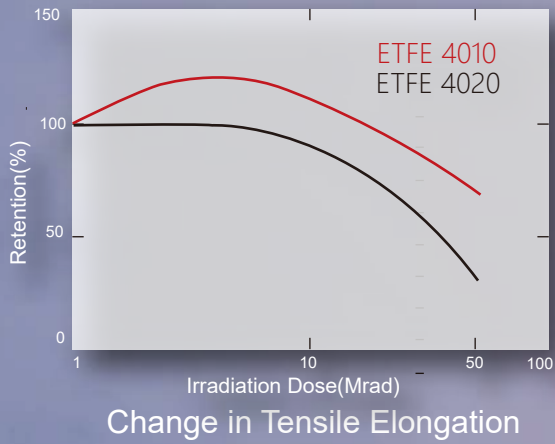
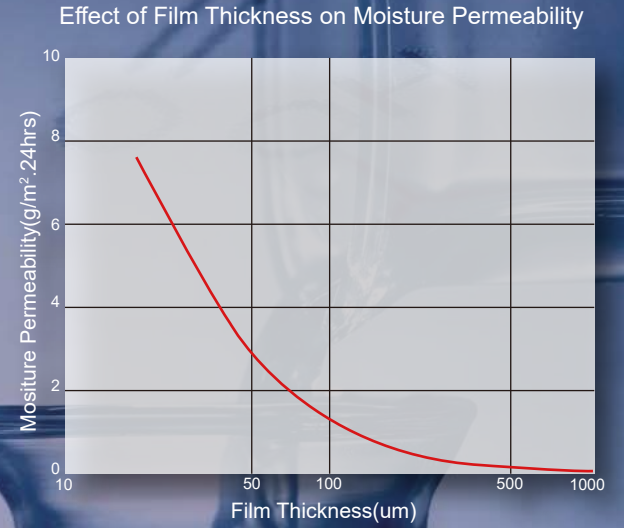
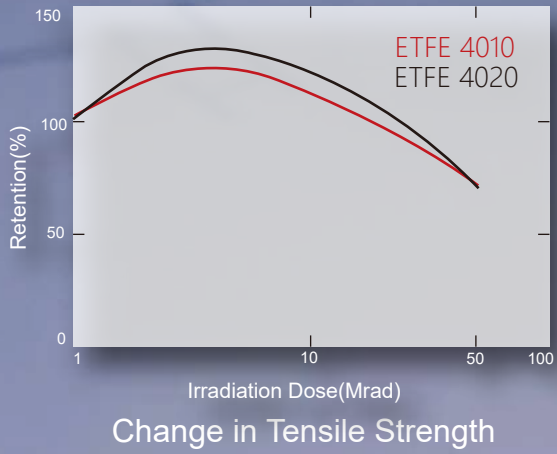
O Everflon™ ETFE possui classificação UL 94 V-0 para resinas não pigmentadas com espessura de até 0,062 polegadas. Seu índice limite de oxigênio (LOI) é 30, de acordo com a norma ASTM D2863, o que significa que uma atmosfera contendo pelo menos 30% de oxigênio é necessária para manter a combustão em uma chama descendente. De acordo com a norma ASTM D635, o Everflon™ ETFE tem um tempo médio de queima (ATB) inferior a 5 segundos e um comprimento médio de queima (ALB) de 10 mm (0,39 polegadas).

Perda de Peso com o Envelhecimento

A perda de peso do Everflon™ ETFE abaixo do ponto de fusão varia de 0,1% a 0,3%, sendo a maior parte referente à oxidação. Umidade.

Resistência às intempéries

O Everflon™ ETFE apresenta boa resistência às intempéries, e o "Techyours™ ETFE Film", um filme obtido por moldagem por extrusão, não sofrerá alterações em suas propriedades mesmo quando utilizado em ambientes externos como material de revestimento.



4010

Centro de dados

Trincas por Tensão Química em Everflon™ ETFE

Ácido Químico	Temperatura (°C)	No. of cracked pieces	
		ETFE 4010	ETFE 4020
Nitrobenzeno	121	0/5	0/5
Anilina	121	0/5	0/5
Benzaldeído	121	0/5	0/5
Clorobenzeno	121	0/5	0/5
Etilenodiamina	117	0/5	0/5
Dimetilformamida	121	0/5	0/5
Dimetilsulfóxido	121	0/5	0/5
Dimetilacetamida	121	0/5	0/5
Ácido nítrico 60%	121	0/5	0/5

Características das Trincas por Tensão Química em Everflon™ ETFE

Characteristics	Tempo de Exposição (h)	15um ETFE Film			25um ETFE Film		
		0	1000	2000	0	1000	2000
Resistência à Tração (MPa)	48	48	48	48	48	48	
Retenção de Resistência à	-	102	102	-	102	102	
Tração (%)	340	390	390	340	390	390	
Alongamento (%)	-	116	116	-	116	116	
Retenção do Módulo de	780	800	800	780	800	800	
Elasticidade (%)							

Perda de Massa Inicial das Resinas Everflon™ ETFE Acima de 300 °C

Temperatura		Everflon™ ETFE 4010 wt loss, %/hr
°C	°F	
300	572	0.05
330	626	0.26
35	662	0.86
370	698	1.60

Testes Laboratoriais Reais sobre a Compatibilidade Química do Everflon™ ETFE com Produtos Químicos Representativos

Propriedades Químicas	Ponto de Ebulição		Temperatura de Teste		Dias	Propriedades Retidas (%)		
	°C	°F	°C	°F		Resistência à Tração	Alongamento	Ganho de Peso
Ácidos/Anidridos								
Ácido Acético (Glacial)	118	244	118	244	7	82	80	3.4
Anidrido Acético	139	282	139	282	7	100	100	0
Ácido Tricloroacético	196	384	100	212	7	90	70	0
Hidrocarbonetos Alifáticos								
Óleo Mineral	—	—	180	356	7	90	60	0
Nafta	—	—	100	212	7	100	100	0.5
Hidrocarbonetos Aromáticos								
Benzeno	80	176	80	176	7	100	100	0
Tolueno	110	230	110	230	7	—	—	—
Aromáticos Funcionais								
o-Cresol	191	376	180	356	7	100	100	0
Aminas								
Anilina	185	365	120	248	7	81	99	2.7
Anilina	185	365	120	248	30	93	82	—
Anilina	185	365	180	356	7	95	90	—
N-Metilanilina	195	383	120	248	7	85	95	—
N-Metilanilina	195	383	120	248	30	100	100	—
N,N-Dimetilanilina	190	374	120	248	7	82	97	—
n-Butilamina	78	172	78	172	7	71	73	4.4
Di-n-Butilamina	159	318	120	248	7	81	96	—
Di-n-Butilamina	159	318	120	248	30	100	100	—
Di-n-Butilamina	159	318	160	320	7	55	75	—
Tri-n-Butilamina	216	421	120	248	7	81	80	—
Tri-n-Butilamina	216	421	120	248	30	100	100	—
Piridina	116	240	116	240	7	100	100	1.5
Solventes Clorados								
Tetracloroeto de Carbono	78	172	78	172	7	90	80	4.5
Clorofórmio	62	144	61	142	7	85	100	4.0
Dicloroetileno	77	170	32	90	7	95	100	2.8
Cloreto de Metileno	40	104	40	104	7	85	85	0
CFC-113	46	115	46	115	7	100	100	0.8
Éteres								
Tetraidrofurano	66	151	66	151	7	86	93	3.5
Aldeídos/Cetonas								
Acetona	56	132	56	132	7	80	83	4.1
Acetofenona	201	394	180	356	7	80	80	1.5
Cicloexanona	156	312	156	312	7	90	85	0
Metil Etil Cetona	80	176	80	176	7	100	100	0

Propriedades Químicas	Ponto de Ebulição		Temperatura de Teste		Dias	Propriedades Retidas (%)		
	°C	°F	°C	°F		Resistência à Tração	Alongamento	Ganho de Peso
Ésteres								
Acetato de n-butila	127	260	127	260	7	80	60	0
Acetato de etila	77	170	77	170	7	85	60	0
Solventes de polímeros								
Dimetilformamida	154	309	90	194	7	100	100	1.5
Dimetilformamida	154	309	120	248	7	76	92	5.5
Dimetilsulfóxido	189	373	90	194	7	95	90	1.5
Outros compostos orgânicos								
Álcool benzílico	205	401	120	248	7	97	90	—
Cloreto de benzoíla	197	387	120	248	7	94	95	—
Outros compostos orgânicos (continuação)								
Cloreto de benzoíla	197	387	120	248	30	100	100	—
Decalina	190	374	120	248	7	89	95	—
Cloreto de ftaloíla	276	529	120	248	30	100	100	—
Ácidos								
Clorídrico (conc.)	106	223	23	73	7	100	90	0
Clorídrico (conc.)	106	223	106	223	7	96	100	0.1
Clorídrico (conc.)	125	257	125	257	7	100	100	—
Clorídrico (conc.)	—	—	23	73	7	97	95	0.1
Clorídrico (conc.)	—	—	100	212	7	100	100	0
Sulfúrico (conc.)	—	—	120	248	7	98	95	0
Sulfúrico (conc.)	—	—	150	302	*	98	90	0
Sulfúrico (conc.)	—	—	90	194	*	93	89	0.2
Água régia	100	212	100	212	14	100	100	—
Ácido nítrico - 25%	105	221	105	221	14	87	81	—
Ácido nítrico - 50%	120	248	23	73		100	100	0.5
Ácido nítrico - 70% (conc.)	120	248	60	140	53	100	100	—
Ácido nítrico - 70% (conc.)	120	248	120	248	2	72	91	—
Ácido nítrico - 70% (conc.)	120	248	120	248	3	58	5	—
Ácido nítrico - 70% (conc.)	120	248	120	248	7	0	0	—
Ácido crômico	125	257	125	257	7	66	25	—
Ácido fosfórico (Conc)	—	—	100	212	7	—	—	—
Fosfórico (Conc)	—	—	120	248	7	94	93	0
Halogênios								
Bromo (Anhy)	59	138	23	73	7	90	90	1.2
Bromo (Anhy)	59	138	57	135	7	99	100	—
Bromo (Anhy)	59	138	57	135	30	94	93	3.4
Cloro (Anhy)	—	—	120	248	7	85	84	7

Propriedades Químicas	Ponto de Ebulição		Temperatura de Teste		Dias	Propriedades Retidas (%)		
	°C	°F	°C	°F		Resistência à Tração	Alongamento	Ganho de Peso
Bases								
Hidróxido de Amônio	—	—	66	150	7	97	97	0
Hidróxido de Potássio — 20%	—	—	100	212	7	100	100	0
Hidróxido de Sódio — 20%	—	—	120	248	7	94	80	0.2
Peróxidos								
Peróxido de Hidrogênio — 30%	—	—	23	73	7	99	98	0
Decapantes Metálicos Salinos								
Cloreto Férrico — 25%	104	220	100	212	7	95	95	0
Cloreto de Zinco — 25%	104	220	100	212	7	100	100	0
Outros Inorgânicos								
Cloreto de Sulfurila	68	115	68	155	7	86	100	8
Tricloreto de Fósforo	75	167	75	167	7	100	98	—
Oxicloreto de Fósforo	104	220	104	220	7	100	100	—
Tetracloro de Silício	60	140	60	140	7	100	100	—
Água	100	212	100	212	7	100	100	0
Diversos								
Skydrol	—	—	149	300	7	100	95	3.0
Aerosafe	—	—	149	300	7	92	93	3.9
Solução Removedora A-20	—	—	140	284	7	90	90	—

Propriedades Térmicas

O Everflon™ ETFE é normalmente considerado como tendo uma temperatura de uso contínuo sem carga de 150 °C. Essa classificação de temperatura de uso contínuo é baseada em testes de envelhecimento de 10.000 horas que envolvem a exposição de corpos de prova padrão para ensaio de tração e isolamentos de fios a uma série de temperaturas elevadas para determinar a taxa de variação de diversas propriedades físicas ao longo do tempo. Alongamento e resistência à tração são propriedades que mudam significativamente com a exposição à temperatura.

Na prática, a temperatura máxima de serviço de um material depende da natureza específica da aplicação final. De acordo com a Underwriters Laboratory, o nível de propriedade fixa e a porcentagem do nível de propriedade não envelhecida são dois critérios de fim de vida útil que parecem ter maior relevância em relação às aplicações finais. As tabelas contêm estimativas de temperaturas máximas de serviço, dependendo de diferentes requisitos de uso final. Esses resultados são consistentes com as informações fornecidas graficamente nas Figuras. As temperaturas máximas de serviço reais podem diferir dos resultados da tabela, dependendo de fatores como envelhecimento sob carga, exposição a produtos químicos, suporte do substrato, etc. Essas temperaturas máximas de serviço devem ser usadas como diretrizes. Testes de desempenho em uso final devem ser realizados para verificar a aceitabilidade do Everflon™ ETFE para cada aplicação específica.

Uma definição convencional de temperatura máxima de serviço é a temperatura mais baixa na qual uma das principais propriedades físicas é reduzida pela metade após 20.000 horas. Usando as Tabelas 1 e 2, o Everflon™ ETFE 4010 tem uma temperatura de meia-vida de 20.000 horas de aproximadamente 159 °C. (Para o Everflon™ ETFE, o alongamento diminui mais rapidamente do que a resistência à tração; portanto, a meia-vida de 20.000 horas para a resistência à tração é de 176 °C.

Outra definição de temperatura máxima de serviço é a temperatura na qual o alongamento cai para 50% após 20.000 horas de exposição. A temperatura máxima de serviço esperada seria de 175 °C.

Decomposição Térmica

A temperatura de término da perda de peso, quando a temperatura é elevada a uma taxa de 10 °C, situa-se na faixa de 350-360 °C no ar e 390-400 °C em nitrogênio. A energia de ativação da decomposição térmica é de aproximadamente 30 kcal/mol no ar e cerca de 55 kcal/mol em nitrogênio.

Portanto, na temperatura normal de moldagem, a decomposição térmica não ocorre. Contudo, mesmo em torno de 300 °C, se mantida por um longo período, ocorre perda de peso devido à decomposição. Nessa situação, o gás gerado pela decomposição consiste principalmente em fluoreto de hidrogênio.

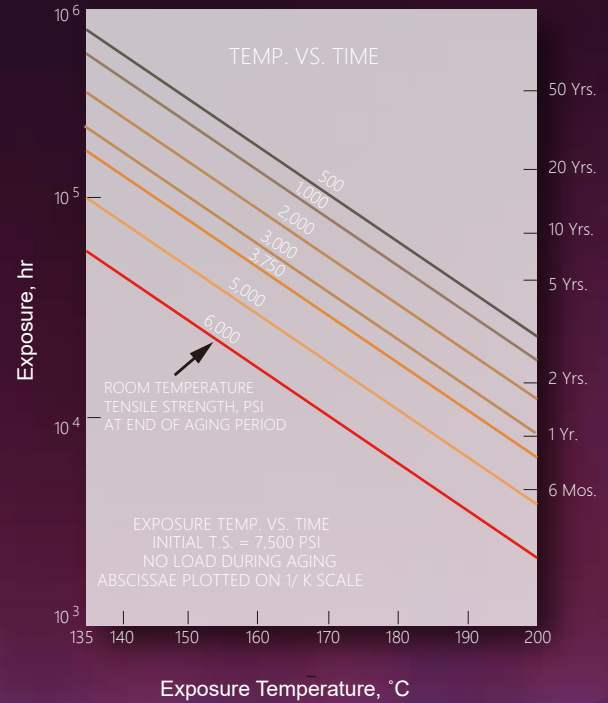
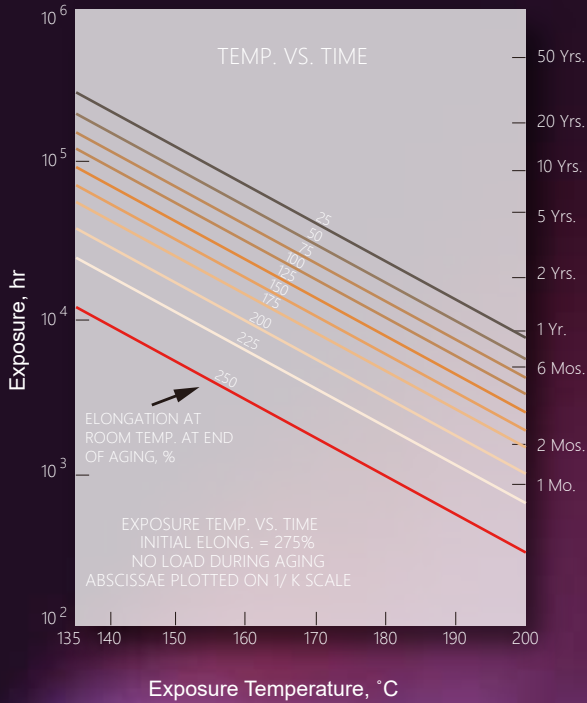
Inflamabilidade

Embora o Everflon™ ETFE possua unidades de C_2H_2 na cadeia principal, de acordo com as avaliações da norma UL 94, ele apresenta inflamabilidade 94V-0. Os resultados da norma ASTM D 165 também demonstram que ele é não combustível. Além disso, o índice de oxigênio com base na norma ASTM D 2863 é de 32%.



Retenção da Resistência à Tração à Temperatura Ambiente Após Envelhecimento — Everflon™ ETFE 4010

Retenção da Resistência à Tração à Temperatura Ambiente Após Envelhecimento — Everflon™ ETFE 4010



Centro de dados

Temperaturas Máximas de Serviço Estimadas (°C), Critério de Fim de Vida Útil por Envelhecimento Térmico sem Carga com Base no Alongamento e Tempo de Exposição

Alongamento Real, %	Critério de Fim de Vida Útil		Tempo de Exposição, h					
	Alongamento Retido, %		1000	3000	10,000	20,000	50,000	100,000
135	50		210	195	172	159	143	132
50	18		**	211	188	175	158	147
25	9		**	**	196	182	165	153

Temperaturas Máximas de Serviço Estimadas (°C), Critério de Fim de Vida Útil por Envelhecimento Térmico sem Carga com Base na Resistência à Tração e Tempo de Exposição

Resistência à Tração Real	Critério de Fim de Vida Útil		Tempo de Exposição, h			
	Resistência à Tração Retida, %		10,000	20,000	50,000	100,000
26 MPa (3,750 psi)	50		190	176	159	147
14 MPa (2,000 psi)	27		204	190	172	158

Temperatura de Distorção Térmica do Fluoroplástico

Temperatura de Distorção Térmica (°C)	Everflon™ ETFE	Everflon™ PTFE	Everflon™ FEP	Everflon™ PFA	Everflon™ PVDF
4.6 kg/ cm2	80	120	70	70	150
18.5 kg/ cm2	50	50	50	50	90

Coefficiente de Expansão Térmica Linear do Fluoroplástico

Coefficiente de Expansão Térmica Linear	Everflon™ ETFE	Everflon™ PTFE	Everflon™ FEP	Everflon™ PFA	Everflon™ PVDF
4.6 kg/ cm2	9~14	9~11	8~11	11~13	3~6

Propriedades Elétricas

Resistência ao Arco Elétrico

A resistência ao arco elétrico do Everflon®ETFE, medida de acordo com a norma ASTM D495, é de 120 segundos. Há relatos de valores de 300 segundos ou mais para PTFE e 170 segundos ou mais para FEP. Acredita-se que esse alto valor se deva ao fato de o polímero decomposto pelo arco ser disperso na forma de fluorocarbono de baixo peso molecular, e materiais condutores como o carbono não permanecerem no polímero.

Isolamento

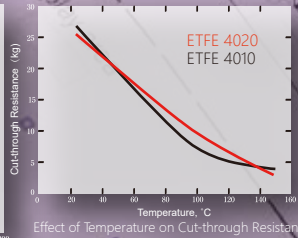
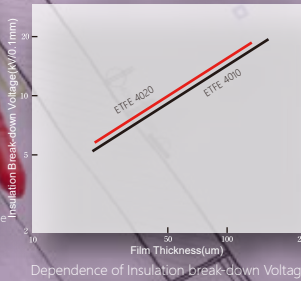
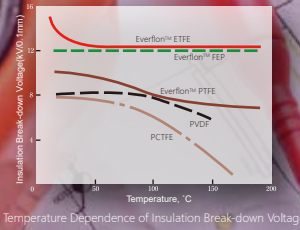
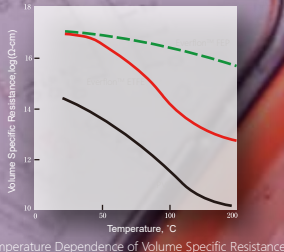
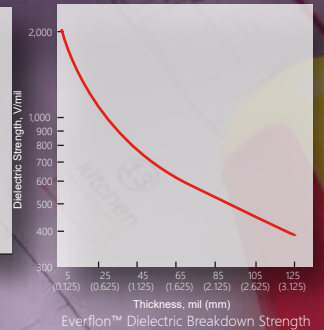
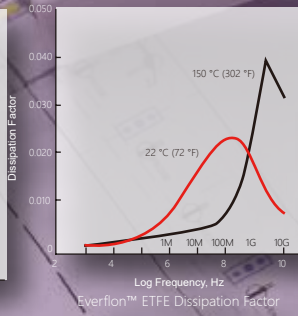
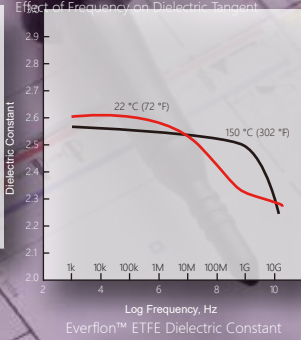
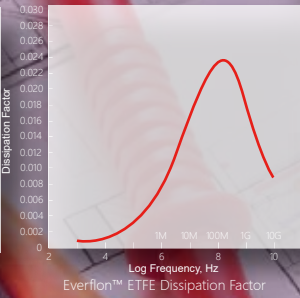
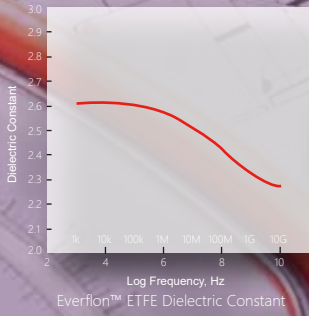
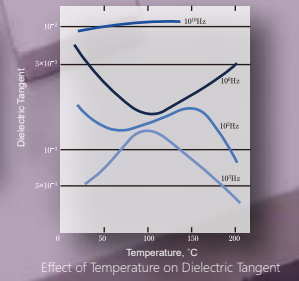
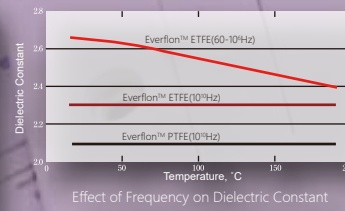
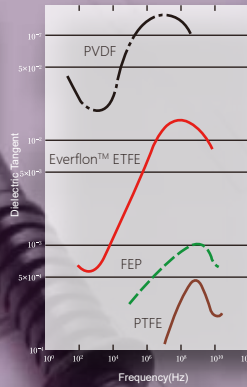
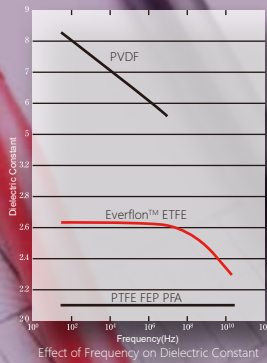
A resistência de isolamento é geralmente representada pela resistividade volumétrica, que indica o grau em que o polímero, como isolante, resiste à passagem de corrente elétrica.

Quanto maior esse valor, melhor o polímero como isolante. Com relação à tensão de ruptura do isolamento, outra característica importante dos materiais isolantes, o Everflon™ ETFE demonstra ser um excelente material. A tensão de ruptura do isolamento depende da espessura da amostra.

Os resultados do efeito da espessura do filme na tensão de ruptura indicam que a tensão de ruptura é proporcional à potência de 0,65 da espessura até 100 µm.

Entre as propriedades elétricas dos polímeros, as mais importantes são as propriedades isolantes e dielétricas. Na faixa de alta frequência, a energia elétrica é convertida em energia térmica pelo efeito dielétrico, causando a perda de energia elétrica. O Everflon™ ETFE apresenta alta resistividade e baixas perdas.

O Everflon™ ETFE possui uma constante dielétrica de 2,5–2,6 em frequências abaixo de 10 MHz. Em frequências mais altas, o valor diminui para aproximadamente 2,3 em 10 GHz. O fator de dissipação é inferior a 0,001 em baixas frequências, mas aumenta gradualmente até atingir um pico de cerca de 0,023 em aproximadamente 100 MHz — após o qual diminui para menos de 0,01 em 10 GHz.



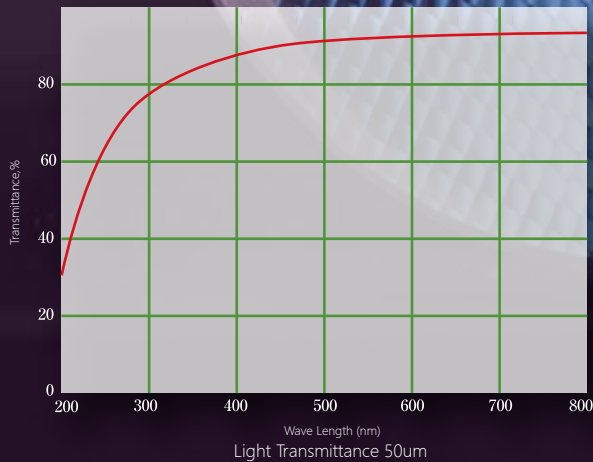
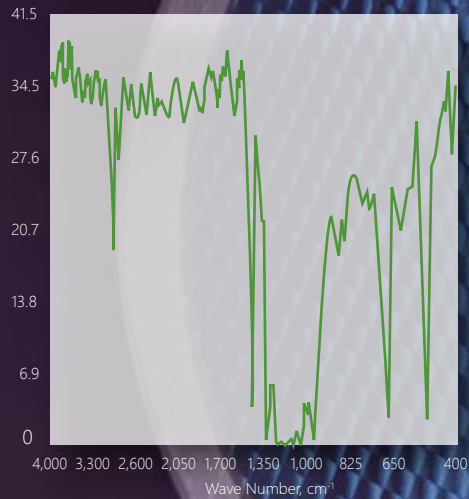
Centro de dados

Propriedades Ópticas


Dados de Transmitância vs. Comprimento de Onda Normalizados para Filmes de 0,025 mm (1,0 mil)

Wavelength, nm	Cathay ETFE Film Transmittance, %
Ultraviolet Range	
200	91.5
250	92
300	92
350	93
400	94
Visible Range	
500	94
94	
600	94
700	95
800	95

Infrared Scan of Everflon™ ETFE



Aplicações Típicas



Nenhuma outra resina plástica se compara aos fluoropolímeros em termos de propriedades químicas e elétricas, oferecendo ao mesmo tempo alta resistência mecânica e processamento fácil e econômico. O Everflon™ ETFE proporciona aos engenheiros de projeto uma ampla gama de oportunidades para obter melhor desempenho do produto em diversas áreas de aplicação.

Braçadeiras para cabos e linhas hidráulicas, cintas para cabos e outros fixadores moldados em Everflon™ ETFE apresentam bom desempenho em ambientes corrosivos e de alta temperatura. Aplicações nucleares são possíveis devido à resistência à radiação do Everflon™ ETFE. A baixa absorção de umidade garante uniformidade das propriedades mecânicas independentemente da umidade. Alta resistência ao impacto e aos raios UV são vantagens adicionais.

Propriedades elétricas excepcionais, resistência a solventes, classificação de inflamabilidade SE-O e excelentes características de envelhecimento em altas temperaturas fazem do Everflon™ ETFE um material ideal para componentes elétricos de alto desempenho. Bobinas, conectores, peças encapsuladas, soquetes e isoladores são aplicações típicas.



O isolamento resistente do Everflon™ ETFE está sendo utilizado em condutores que variam de AWG #30 para terminações de computadores até 535 MCM para circuitos de alta potência. O Everflon™ ETFE apresenta excelente desempenho em cabos para siderúrgicas, fios para estruturas de aeronaves, cabos para perfilagem de poços de petróleo, fios de controle para trens e locomotivas de transporte rápido, e outros fios e cabos para serviços robustos. Está recebendo atenção especial para uso em usinas nucleares e outras áreas onde pode haver exposição à radiação.



Tubos termocontráteis, lisos e corrugados estão disponíveis em uma ampla gama de espessuras e diâmetros. São utilizados em altas temperaturas como isolante elétrico e em contato com produtos químicos agressivos. Os tubos termocontráteis se adaptam a terminações elétricas, conexões de mangueiras e outros componentes para isolar, proteger contra abrasão e prevenir corrosão.

Alta resistência ao impacto, resistência química, resistência à esterilização por altas temperaturas e facilidade de processamento são propriedades necessárias para aplicações biomédicas e de laboratório. Componentes de respiradores de oxigênio, válvulas de analisadores de sangue, cápsulas de evaporação e tubos de centrífuga são exemplos.



Alta resistência ao impacto, resistência química, resistência à esterilização por altas temperaturas e facilidade de processamento são propriedades necessárias para aplicações biomédicas e de laboratório. Componentes de respiradores de oxigênio, válvulas de analisadores de sangue, cápsulas de evaporação e tubos de centrífuga são exemplos.

O filme de Everflon™ ETFE pode ser selado a quente, termoformado, soldado, laminado a quente e revestido para fabricar fitas adesivas sensíveis à pressão, circuitos impressos flexíveis, bolsas para líquidos e outras estruturas onde resistência, resistência térmica e integridade elétrica são necessárias.



O Everflon™ ETFE substituiu outros polímeros e o vidro como revestimento de válvulas. A excelente resistência do Everflon™ ETFE a ácidos, bases e solventes em uma ampla faixa de temperatura, combinada com a resistência à abrasão e a facilidade de processamento, resulta em uma válvula durável e econômica.

Guia de Fabricação



Everflon™ ETFE, como um polímero termoplástico, pode ser processado pela maioria das técnicas aplicáveis a este tipo de resina. Entre elas estão:

- Moldagem por injeção
- Moldagem por compressão
- Moldagem rotacional
- Extrusão

Everflon™ ETFE também pode ser moldado, usinado, colorido e impresso utilizando técnicas descritas nos boletins de processamento apropriados.

Guia de Fabricação

Extrusão

O Everflon™ ETFE pode ser moldado por extrusão em hastes, tubos, canos e revestimento de fios elétricos de pequeno diâmetro (até 10 mm), e por meio de matriz em T, ou por moldagem por insuflação, em filmes. A moldagem por sopro e a moldagem por extrusão com molde de perfil uniforme também são possíveis. As condições padrão de moldagem são mostradas abaixo.



	Specification	Electric Wire Covering	Film	Tube
Extruder	Screw diam	40 mm	40 mm	35 mm
	Screw type	metering	metering	metering
	Screw L/D	25	22	22
	Screw comp ratio	2.6:1	2.8:1	2.5:1
	Screen	80,100,200 mesh 2 each	80,100,200 mesh 2 each	80,100,200 mesh 1 each
Die	Die i.d.	4.3 mm	Coat hanger type manifold die	13.5 mm
	Nipple o.d.	2.0 mm		12.1 mm
	Rand Length	20 mm	Lip spacing 0.2 mm	
Product		core: tin-plated soft coper wire	film thickness: 25 um	tube i.d.: 9 mm
		core diam:0.26 mm	film width: 400 mm	tube i.d.: 10 mm
		thickness:0.15 mm		thickness: 0.5mm
		final diam:0.56 mm		
Processing Conditions	Cylinder temp			
	C1	250-260 C	270 C	270 C
	C2	270-290 C	290 C	290 C
	C3	330-340 C	310 C	300 C
	Cross head	330-340 C		
	Die	350-360 C	315 C	310 C
	Air gap		80 mm	100 mm
	Draw down ratio	59		die diameter/sizing die diameter 1.35
	Pull speed	80-150 m/min	5 m/min cooling roller temp 120 C	4 m/min vacuum sizing

Guia de Fabricação

Revestimento em Pó

Métodos de revestimento em pó, como revestimento eletrostático, imersão em fluido, etc., podem ser usados para o revestimento de Everflon™ ETFE. A seleção da resina bruta depende da espessura desejada e da aplicação. O polímero não é higroscópico, mas o fluxo do pó é afetado pelo teor de umidade. Portanto, o ar comprimido usado para o fluxo deve ser seco antes do processo. Além disso, como a poeira misturada ao polímero pode causar poros e descoloração, a embalagem ou o funil não devem ser deixados abertos.



Material e Formato do Substrato

Desde que o material suporte temperaturas na faixa de 290-340°C, o Techyours™ ETFE pode ser aplicado não apenas em superfícies metálicas, mas também em vidro e cerâmica. As bordas tendem a encolher na espessura durante a solidificação. Portanto, é necessário garantir uma circularidade de IR (Índice de Retorno) em revestimentos de camada fina e, para revestimentos espessos de 0,4 a 1 mm, 3R ou maior em extrusões e 5R ou mais em intrusões.

Pré-tratamento

Aço (Revestimento Espesso)	Desengorduramento: secagem a 400 °C por 2 horas ou mais Grossamento: jateamento com peneira de aço de 60 mesh e areia (pressão do jato de 3 a 7 kg/cm ²)
Aço, Aço Inoxidável, Alumínio (30-50 µm)	Desengorduramento: lavagem com tricloroetileno Grossamento: jateamento com peneira de aço de 100 mesh e areia (pressão do jato de 3 a 7 kg/cm ²)
Cobre e Liga de Cobre	Durante a secagem, forma-se uma película de oxidação frágil. Portanto, realiza-se o tratamento de revestimento metálico ou de película de óxido de cobre (fervura por 5 minutos em uma mistura de 1 parte de persulfato de potássio, 4 partes de hidróxido de sódio e 95 partes de água).
Vidro	Tratamento com agente de acoplamento de silano: lavagem; imersão em ácido nítrico a 30% a 60 °C por 2 horas; imersão em Solução de etanol a 1% de agente de acoplamento de silano (Union Carbide A-1120) por 24 horas; secagem ao ar; revestimento

Revestimento

Aplique uma tensão de 60 a 90 kV, utilizando uma máquina de revestimento eletrostático, e desligue-a imediatamente antes de induzir a repulsão eletrostática. Espessuras de filme de 30 a 150 µm para os graus naturais e 1 mm para o JP40, repetindo-se de 5 a 7 camadas de revestimento, podem ser obtidas. Por imersão em fluido do GS40, uma espessura de filme de 0,6 mm pode ser obtida com um substrato de 5 mm de espessura e pré-aquecimento de 340 a 360 °C.

Cura

A cura deve ser realizada a uma temperatura na faixa de 290 a 340 °C por 10 a 16 minutos, dependendo da espessura do substrato, do material e da espessura de filme desejada.

A cura deve ser realizada a uma temperatura na faixa de 290 a 340 °C por 10 a 16 minutos, dependendo da espessura do substrato, do material e da espessura de filme desejada. O filme formado é testado por um método semelhante ao método de teste para filme de PTFE, bem como por outros métodos, como o teste de espessura do filme, teste de porosidade, teste de Erichsen, teste de resistência à corrosão, etc.,

Guia de Fabricação

Moldagem por Injeção



Máquina de Injeção e Material de Moldagem

Qualquer máquina de injeção do tipo êmbolo ou rosca em linha pode ser usada para moldagem, desde que o aquecedor suporte uma capacidade térmica de até 340 °C. Para as peças que entram em contato com o polímero (superfície interna do cilindro, rosca, torpedo, bico, etc.), recomenda-se o uso de materiais resistentes à corrosão, como Hastelloy-C, X-alloy 306, Duranickel, etc. Caso a máquina não seja usada exclusivamente para Everflon™ ETFE, materiais nitretados e cromados também podem ser utilizados.

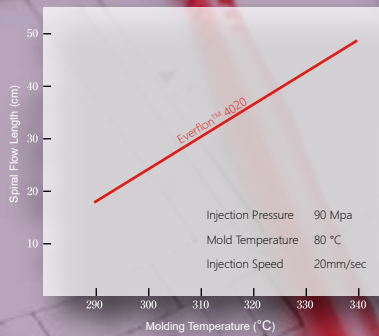
Molde

O molde utilizado, embora dependa do número de injeções, deve ser cromado em materiais comuns e projetado para suportar temperaturas de até 120 °C. A estrutura do ponto de injeção pode ser selecionada entre injeção lateral, injeção pontual, injeção em película, etc., dependendo do produto desejado. O canal de injeção deve ser projetado com uma seção transversal circular e o menor comprimento possível.

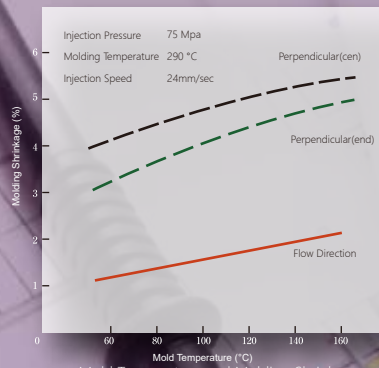
Condições de Moldagem

A tabela descreve as condições típicas para moldagem de Everflon™ ETFE. Para moldagem de peças finas (menos de 0,5 mm), a velocidade deve ser aumentada, enquanto para moldagem de peças grossas (mais de 5 mm), o tempo de resfriamento deve ser aumentado. Além disso, para obter uma superfície lisa, a velocidade de injeção deve ser reduzida.

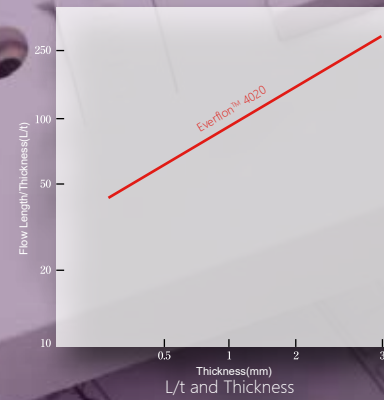
		ETFE 4010
Temperatura de Processamento (°C)	Back	260-280
	Middle	270-290
	Front	280-300
	Nozzle	290-320
Temperatura do Molde (°C)		60-120
Pressão de Injeção (MPa)		50-120
Velocidade de Injeção (velocidade do pistão) (mm/s)		1-15
Ciclo de Moldagem (s)		30-120



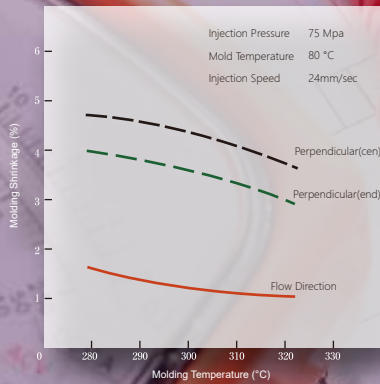
Molding Temperature and spiral Flow Length



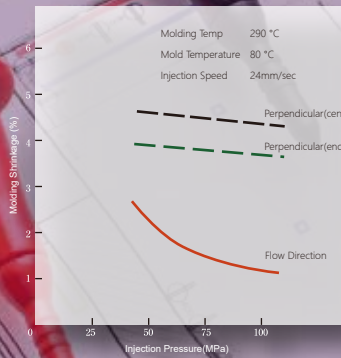
Mold Temperature and Molding Shrinkage



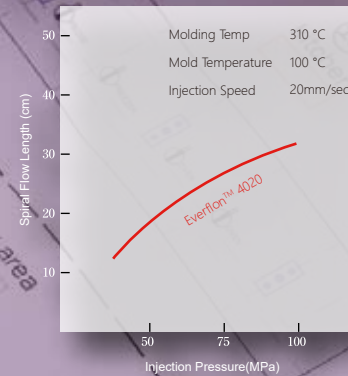
L/t and Thickness



Molding Temperature and Molding Shrinkage



Injection Pressure and Molding Shrinkage



Injection Pressure and Spiral Flow Length

Centro de dados

Guia de Fabricação

Soldagem



Temperatura aparente de soldagem
340-450°C



Temperatura aparente de soldagem



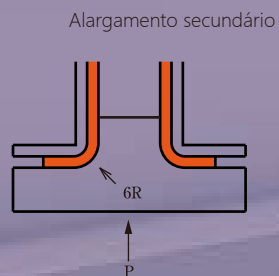
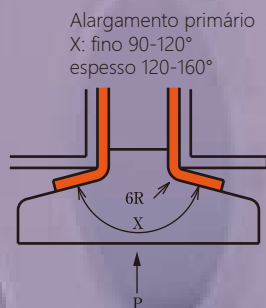
Temperatura no centro da chama a 5 mm da ponta da pistola

A soldagem requer um certo grau de habilidade, mas, prestando atenção cuidadosa à área a ser soldada e condicionando tanto o material base quanto o eletrodo de solda a um estado ceroso, é possível obter uma resistência equivalente a 60% da do material base e atingir uma velocidade de soldagem de 80 mm/min.

Guia de Fabricação

Processamento de Alargamento

O processamento de alargamento a 90° de tubos e peças moldadas por injeção de Everflon ETFE pode ser realizado utilizando ferramentas especiais. (Aquecendo o material da ferramenta a 130~150 °C, o processamento de alargamento pode ser feito a uma taxa de 60 mm/min.)





Everflon Academic Center

Tel: +86-185-7168-9228

info@everflon.com

www.everflon.com

Para obter mais informações sobre nossa empresa, produtos e serviços, visite nosso site em www.everflon.com ou www.everflonultra.com.