



EVERFLON™ PTFE

Manual de Recursos

Polytetrafluoroethylene

EVERFLON ACADEMIC

Introdução

Everflon™ é uma marca registrada do Grupo C&F para suas resinas fluoropolímeras. As resinas fluoropolímeras Everflon™ PTFE fazem parte da família de produtos à base de flúor da C&F, que também inclui as resinas fluoropolímeras Everflon™ FEP, Everflon™ ETFE e Everflon™ PFA, além dos fluoropolímeros Everflon™ PVDF.

Esses materiais podem ser usados para fabricar uma variedade de artigos com uma combinação de propriedades mecânicas, elétricas, químicas, de temperatura e de resistência ao atrito incomparáveis a artigos feitos de qualquer outro material. O uso comercial dessas e de outras propriedades valiosas, combinadas em um único material, estabeleceu as resinas Everflon™ PTFE como materiais de engenharia excepcionais para uso em diversas aplicações industriais e militares. As resinas Everflon™ PTFE também podem ser compostas com cargas ou agentes de reforço para modificar seu desempenho em uso.

Os dados de projeto e engenharia apresentados neste manual têm como objetivo auxiliar o engenheiro de projeto a determinar onde e como as resinas de PTFE Everflon™ podem ser melhor utilizadas. Recomenda-se que o engenheiro de projeto trabalhe em estreita colaboração com um fabricante experiente, pois o método de fabricação pode afetar significativamente não apenas os custos de produção, mas também as propriedades do produto final.

Fluoropolímeros de PTFE Everflon™ disponíveis comercialmente

Everflon™ PTFE	Características da resina	Aplicações
M40 Granular	Resina projetada para ser moldada em formatos diversos	Aplicações mecânicas/elétricas de alto desempenho que exigem excelente desempenho no uso final Fitas, filmes e folhas cortadas Juntas, gaxetas e selos mecânicos usinados
G401 Granular	Resina de fluxo livre ideal para moldagem isostática, projetada para baixa pressão da pré-forma, com superfície mais lisa	Moldes rasos Sedes de válvulas de esfera Revestimentos de tubos Selos Válvulas Bujões de válvulas
F100 Fine Powder	Baixa taxa de redução; Resina de alta pressão	Fita não sinterizada Cabo coaxial Revestimento de fios e cabos com baixa taxa de redução
F500 Fine Powder	Resina de uso geral; Taxa de redução média; Excelente cor e transparência; Aceita filtros excepcionalmente bem	Fita e manga isolante Revestimento de fios e cabos Tubo sem suporte Tubo termocontrátil
F1000 Fine Powder	Alta resistência à fissuração por tensão	Isolamento de fios e cabos Tubos pequenos
D60 Dispersion	Dispersão com 60% de sólidos	Revestimento
MV1 Micropowder	Tamanho de partícula de 1 µm	Aditivo para lubrificação
MV3 Micropowder	Tamanho de partícula de 3 µm	Aditivo para tinta e revestimento
MVP Micropowder	Tamanho de partícula de 9 µm	Aditivo para plástico e elastômero

Property	ASTM Method	Unit	PTFE Granular Resin	PTFE Fine Powder
Resistência à tração, 23 °C	D4894/4895	MPa (psi)	31.0	20.7 min
Alongamento, 23 °C	D4894/4895	%	400	200 min.
Flexão MIT, carga de 2 kg	D2176		Did not break at 10 ⁶ cycles	
Módulo de flexão, 23 °C	D790	MPa	345–620	275–620
Índice de vazios por alongamento	D4895	—	—	15–200+
Resistência ao impacto, Izod	D256	J/m		
–40 °C		—	80	133–267
21 °C		—	106	—
24 °C		—	160	—
77 °C		—	>320	—
204 °C		—	No break	No break
Dureza, durômetro	D2240	Shore D	55	50–65
Coeficiente de expansão térmica linear por °C	E228	mm/mm·°C	10 x 10 ⁻⁵	—
Condutividade térmica, 4,6 mM		W/m·K	0.25	—
Calor específico	D4591	kJ/kg·K		
20 °C			1.4	1.5
40 °C			1.2	1.5
150 °C			1.3	1.3
260 °C			1.5	1.4
Índice de instabilidade térmica	D4894/4895		50 max.	50 max.
Deformação sob carga, 23 °C	D621	%		
3,4 MPa			<0.5	<0.5
6,9 MPa			2	2
14 MPa			10	5
Temperatura de deflexão térmica	D648	°C		
450 kPa			73	140
1800 kPa			45	55
Rigidez dielétrica, curto período	D149	kV/mm (V/mil)	24	24
Resistência ao arco superficial	D495	sec	>300	>300
Resistividade volumétrica	D257	ohm·cm	>10 ¹⁸	>10 ¹⁸
Resistividade superficial	D257	ohm·sq	>10 ¹⁸	—
Dielétrico Constante, 60 a 2 x 10 ⁹ Hz	D150		2.1	2.1
Fator de dissipação, 60 a 2 x 10 ⁹ Hz	D150		<0.0001	—
Absorção de água, 24 h	D570	%	<0.01	<0.01
Classificação de inflamabilidade UL 94			94 V-0	94 V-0
Resistência às intempéries			Excellent	Excellent
Coeficiente de atrito estático			0.05–0.08	—
Contra aço polido				
Gravidade específica	D4894/4895		2.16	2.1–2.3

Propriedades típicas do PTFE Everflon™

Propriedades Mecânicas

Resistência e Rigidez

As resinas de fluoropolímero PTFE Everflon™ são materiais de engenharia cujo desempenho em qualquer aplicação específica pode ser previsto por cálculo da mesma forma que para outros materiais de engenharia. No entanto, assim como as propriedades da madeira são diferentes das dos metais, as propriedades das resinas de fluoropolímero PTFE Everflon™ são diferentes das de outros materiais de engenharia. A partir dos dados a seguir, podem ser selecionados valores de resistência e rigidez que, com os fatores de segurança apropriados, permitirão o uso de fórmulas de engenharia padrão no projeto de peças.

Tensão de Compressão

A compressão e a deformação são indicadas em três temperaturas para as resinas de fluoropolímero PTFE Everflon™. As curvas tensão-deformação para compressão são semelhantes às de tração em baixos valores de deformação.

No entanto, à medida que a deformação aumenta, as curvas tornam-se menos semelhantes. Os pontos de escoamento para compressão e tração ocorrem em valores de tensão aproximadamente iguais. Para compressão, as deformações menores em tensões mais altas podem ser resultado da análise de dados de teste com base em seções transversais originais.

Coefficiente de Poisson

O coeficiente de Poisson é 0,46 a 23 °C e se aproxima de um valor limite de 0,50 com o aumento da temperatura.

Propriedades Elétricas

Constante Dielétrica

A constante dielétrica das resinas de fluoropolímero Everflon™ PTFE apresenta menor variação em uma ampla faixa de temperaturas e frequências do que qualquer outro material sólido. Esse valor permanece essencialmente constante em 2,1 em todo o espectro de frequências. Amostras de resina de fluoropolímero Everflon™ PTFE foram envelhecidas termicamente a 300 °C por seis meses e, em seguida, resfriadas à temperatura ambiente para medição, sem nenhuma alteração na constante dielétrica. Materiais isolantes não fluoropolímeros não apresentam essas propriedades.

Fator de Dissipação

O fator de dissipação das resinas de fluoropolímero Everflon™ PTFE permanece abaixo de 0,0004 em uma faixa de frequência de até 10⁹ Hz. O fator de dissipação das resinas de fluoropolímero Everflon™ PTFE permanece bastante constante. Para as resinas de fluoropolímero Everflon™ PTFE à temperatura ambiente, ele atinge um pico em cerca de 10⁹ Hz. O valor de pico é de 0,0004 para as resinas de fluoropolímero Everflon™ PTFE. Análises teóricas desse fenômeno e verificações pontuais indicam que, com o aumento da temperatura, o pico ocorrerá em frequências mais altas.

Rigidez Dielétrica

A rigidez dielétrica das resinas de fluoropolímero Everflon™ PTFE é alta e não varia com a temperatura e o envelhecimento térmico. A rigidez dielétrica inicial é muito alta (600 V/mil para 1,5 mm de espessura), conforme medido pelo teste de curta duração ASTM. Como em qualquer material, o valor diminui com o aumento da espessura da amostra.

A vida útil sob altas tensões dielétricas depende da descarga corona. A ausência de corona, como em construções especiais de fios, permite tensões muito altas sem danificar as resinas de fluoropolímero Everflon™ PTFE. Alterações na umidade relativa ou tensões físicas impostas ao material não diminuem a vida útil sob essas tensões.

Propriedades Químicas

Resistência ao Ataque Químico

As resinas de fluoropolímero Everflon™ PTFE são essencialmente inertes quimicamente. Até a temperatura máxima de uso (260 °C) das resinas de fluoropolímero Everflon™ PTFE, apenas alguns produtos químicos são conhecidos por reagirem quimicamente com essas resinas, ou seja, metais alcalinos fundidos, flúor líquido turbulento ou gasoso, e alguns fluorquímicos, como o trifluoreto de cloro, ClF₃, ou o difluoreto de oxigênio, OF₂, que liberam facilmente flúor livre em temperaturas elevadas.

O grau único de inércia das resinas de fluoropolímero Everflon™ PTFE reflete sua estrutura química. As moléculas das resinas de fluoropolímero Everflon™ PTFE são formadas simplesmente por fortes ligações interatômicas carbono-carbono e superfortes carbono-flúor; além disso, os átomos de flúor formam uma bainha protetora ao redor do núcleo de carbono de cada molécula. Essa estrutura também produz outras propriedades especiais, como insolubilidade e baixa aderência e fricção superficial.

Em menor grau, substâncias químicas orgânicas halogenadas podem ser absorvidas pelas resinas fluoropoliméricas. Isso causará uma pequena alteração de peso e, em alguns casos, um leve inchaço. Se a absorção for muito alta, geralmente indica uma peça fabricada com alta porosidade.

Permeabilidade

As resinas fluoropoliméricas podem ser permeadas, em pequena medida, por algumas substâncias. As taxas de permeação são geralmente comparáveis às observadas em outros termoplásticos.

Para obter dados mais detalhados sobre a exposição das resinas fluoropoliméricas Everflon™ PTFE a meios químicos, entre em contato com seu representante.

Resistência às intempéries

As peças fabricadas com resinas fluoropoliméricas Everflon™ PTFE são praticamente imunes às intempéries. Testes conclusivos em amostras expostas por 15 anos a praticamente todas as condições climáticas confirmam essas propriedades de resistência às intempéries.

Portanto, quando as aplicações exigem o máximo em confiabilidade nessas condições, essas resinas são a solução. A resistência ao calor extremo, ao frio e à luz ultravioleta encontrada em radares e outros componentes eletrônicos, como buchas de antenas, são excelentes exemplos do valor desse material para o designer industrial.

Propriedades Térmicas

Expansão Térmica

Uma variação significativa de volume de 1,0 a 1,8% é evidente para as resinas de fluoropolímero Everflon™ PTFE na zona de transição de 18 a 25 °C. Uma peça usinada em qualquer um dos lados dessa zona obviamente sofrerá alterações dimensionais se a atravessar. Portanto, a temperatura final de operação de uma peça de precisão deve ser determinada com exatidão.

A medição em escala de produção deve levar em consideração essa variação de volume caso a zona de transição seja atravessada durante a fabricação ou operação da peça.

Propriedades em Baixas Temperaturas

As peças fabricadas com resinas de fluoropolímero Everflon™ PTFE apresentam alta resistência, tenacidade e autolubrificação em baixas temperaturas. As resinas de fluoropolímero Everflon™ PTFE são úteis a partir de -268 °C e são altamente flexíveis a partir de -79 °C.

Condutividade Térmica e Calor Específico

A condutividade térmica média da resina fluoropolímera de PTFE Everflon™ é de $1,7 \pm 0,3$ Btu·in/hr·ft²·°F. A capacidade térmica média é de 0,3 Btu/lb·°F para as resinas fluoropolímeras de PTFE Everflon™. Esses dados foram obtidos em temperaturas que variam de 20 a 260 °C.

Distorção Térmica

As temperaturas obtidas para a distorção térmica das resinas fluoropolímeras de PTFE Everflon™ são de 122 °C para uma tensão de 66 psi e 56 °C para uma tensão de 264 psi (ASTM D648).

Memória Elástica

As peças fabricadas com resinas fluoropolímeras de PTFE Everflon™ tendem a retornar às suas dimensões originais após uma deformação, mas o processo de recuperação pode levar um longo tempo. Uma peça fabricada que sofre fluência ou deformação ao longo do tempo sob tensão recuperará sua forma original quando a tensão for removida e a peça for aquecida até a temperatura de sinterização. No entanto, uma recuperação parcial ocorrerá em temperaturas mais baixas. Em qualquer temperatura dada, a recuperação esperada é substancialmente completa em 15 minutos ou menos, mas a extensão da recuperação aumenta com o aumento da temperatura.

Decomposição em Altas Temperaturas

A taxa de decomposição de uma peça de resina fluoropolímera de PTFE Everflon™ depende da resina específica, da temperatura, do tempo de exposição ao calor e, em menor grau, da pressão e da natureza do ambiente.

Para a maioria das aplicações, essas taxas de decomposição são suficientemente baixas abaixo da temperatura máxima de serviço (260 °C para resinas fluoropolímeras de PTFE Everflon™), de modo que nenhuma precaução especial é necessária. Quando as temperaturas ultrapassarem 343 °C durante a fabricação, é necessária ventilação adequada.





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.