

Guia para o manuseio seguro de resinas de fluoropolímero Everflon™



EVERFLON^{ACADEMIC}



PREFÁCIO

As informações apresentadas neste folheto são fornecidas gratuitamente e enviadas de boa-fé, sendo corretas, de acordo com o conhecimento atual da Everflon™.

Seguir o Guia não garante a conformidade com nenhuma regulamentação nem a operação segura de nenhuma unidade de processamento. Os usuários são avisados de que as informações nas quais este guia se baseia estão sujeitas a alterações que podem invalidar qualquer ou todos os comentários aqui contidos.

A Everflon™ não se responsabiliza por quaisquer reivindicações de terceiros relacionadas às informações apresentadas neste folheto. Não se pode presumir a liberdade sob patentes, direitos autorais e desenhos registrados.

INTRODUÇÃO

As resinas fluoropolímeras são produzidas e vendidas mundialmente pela Everflon™. Elas têm encontrado aplicação em praticamente todos os campos da indústria, tecnologia e ciência modernas. Em aplicações que vão da geração de energia ao controle de emissões em veículos, passando pela fabricação de semicondutores e pela indústria aeroespacial, os fluoropolímeros Everflon™ oferecem desempenho superior em produtos que contribuem para o aumento da segurança em escritórios, residências, indústrias e comunidades.

Das muitas propriedades que caracterizam as resinas fluoropolímeras Everflon™, uma das mais importantes é a resistência ao calor. Embora poucos materiais plásticos apresentem temperaturas de serviço contínuas muito acima do ponto de ebulição da água, as resinas fluoropolímeras Everflon™ podem suportar as temperaturas dentro de fornos de cozimento e nos compartimentos de motores de aeronaves a jato. A combinação de resistência a uma ampla gama de combustíveis, solventes e produtos químicos corrosivos, resistência ao calor e excelente estabilidade dielétrica significa que as resinas fluoropolímeras produzem uma família extremamente versátil de materiais de engenharia.

Essas propriedades únicas podem proporcionar certas características essenciais de desempenho necessárias em caso de incêndio, contenção ou exclusão de fluidos, sobrecarga elétrica e emergências semelhantes.

Devido à inércia geral das resinas fluoropolímero Everflon™, elas não se enquadram em todas as definições de materiais perigosos previstas nos regulamentos europeus de transporte e no Regulamento (CE) n.º 1272/2008 sobre classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas. Como acontece com qualquer material natural ou sintético, o superaquecimento ou a combustão dessas resinas pode produzir efluentes tóxicos. Aditivos usados com fluoropolímeros também podem apresentar certos perigos. Este guia inclui informações sobre o manuseio, processamento e uso seguros dos materiais identificados no Capítulo II. Embora fluoropolímeros compostos ou resinas na forma de micropós ou pós lubrificantes não sejam abordados em detalhes, devido à variedade e ao número de formulações, alguns comentários gerais serão incluídos neste guia.

PTFE Everflon™

O PTFE é um polímero constituído por unidades monoméricas de tetrafluoroetileno recorrentes, cuja fórmula é $[CF_2-CF_2]_n$. O PTFE não se funde para formar um líquido e não pode ser extrudado por fusão. Ao ser aquecida, a resina virgem forma um gel transparente e coalescível a $330^\circ C \pm 15^\circ C$. Uma vez processada, o ponto de gel (frequentemente chamado de ponto de fusão) é $10^\circ C$ menor que o da resina virgem. O PTFE Everflon™ é vendido como pó granular, dispersão coagulada/pó fino ou dispersão aquosa. Cada um é processado de uma maneira diferente.

FEP Everflon™

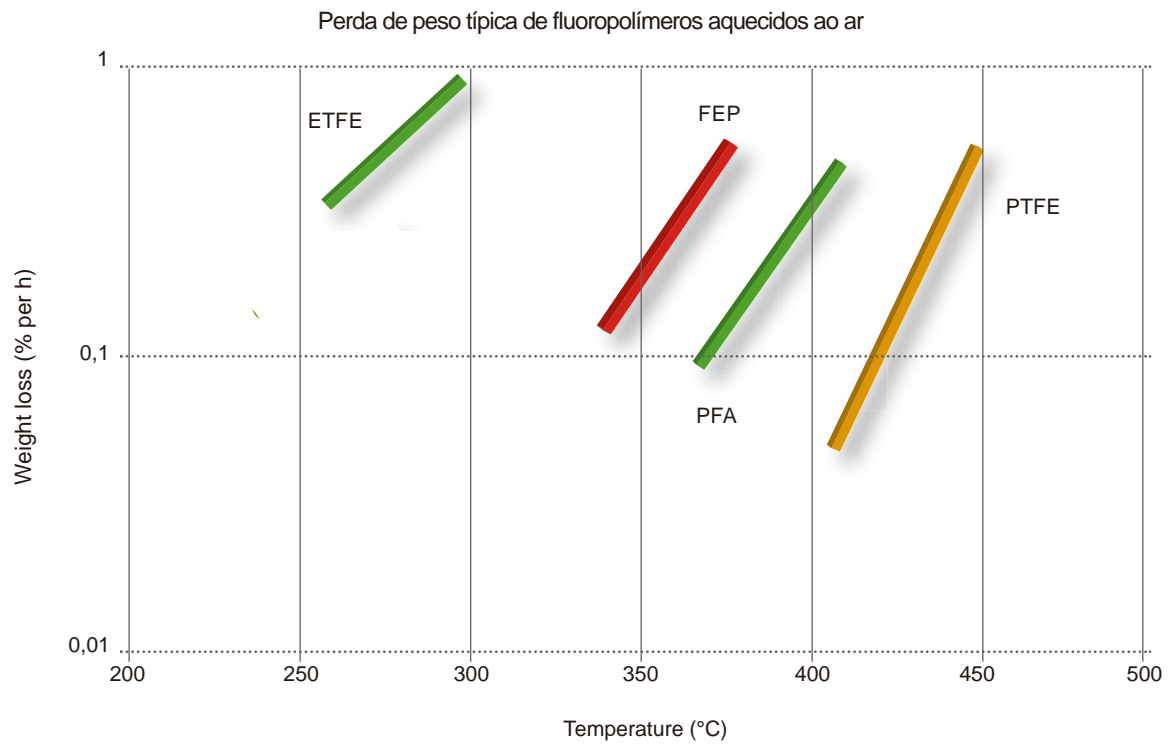
A resina de fluorocarbono FEP é um copolímero de tetrafluoroetileno e hexafluoropropileno com a fórmula $[(CF(CF_3)-CF_2)_x(CF_2-CF_2)_y]_n$. Possui um ponto de fusão de $260^\circ C$ a $270^\circ C$ e pode ser processada por fusão. É fornecido na forma de pellets translúcidos, pó ou como dispersão aquosa.

Everflon™ PFA

A resina de fluorocarbono PFA é um copolímero de tetrafluoroetileno e um éter vinílico perfluorado com a fórmula $[(CF(OR_f)-CF_2)_x(CF_2-CF_2)_y]_n$, onde OR_f representa um grupo perfluoroalcoxi. O PFA funde a uma temperatura mínima de $280^\circ C$ e pode ser processado por fusão. Alguns graus são quimicamente estabilizados. Está disponível na forma de pellets translúcidos, pó e como dispersão aquosa.

Everflon™ ETFE

O ETFE é um copolímero constituído principalmente por etileno e tetrafluoroetileno, com a fórmula $[(CF_2-CF_2)_x(CH_2-CH_2)_y]_n$, frequentemente modificada com uma pequena percentagem de um terceiro monômero. Dependendo da estrutura molecular, a faixa de fusão é de $210^\circ C$ a $270^\circ C$. É processável por fusão e é fornecido na forma de pellets, pó e dispersões.



Everflon	Ponto de fusão típico (°C)	Temperatura máxima típica de uso contínuo (°C)	Temperatura típica de processamento (°C)
PTFE	340**	260	380
PFA	265-310	260	360-380
FEP	250-270	205	360
ETFE	210-270	150	310

As resinas de fluoropolímero Everflon™ são conhecidas por sua alta estabilidade química e baixa reatividade. Esses compostos são de baixa toxicidade, demonstrando pouca ou nenhuma atividade toxicológica. Nos casos em que estudos toxicológicos foram conduzidos com fluoropolímeros, não foram relatados achados significativos para a avaliação de riscos à saúde humana.

Nenhum dos fluoropolímeros Everflon™ é conhecido por ser irritante ou sensibilizante da pele em humanos. Após exposição excessiva ao pó de resina de fluoropolímero por inalação, foram produzidos aumentos nos níveis de flúor urinário. No entanto, não foram observados efeitos tóxicos. Muitas resinas são formuladas com aditivos, como cargas, pigmentos ou surfactantes, para proporcionar um processamento favorável ou outras características. Esses aditivos podem apresentar outros riscos no uso das resinas. Alguns dos aditivos podem ter padrões regulatórios de exposição ocupacional.

A Ficha de Dados de Segurança deve ser consultada para obter informações específicas sobre a saúde dos aditivos utilizados em seus produtos.

Durante o processamento a quente das resinas fluoropolímeras Everflon™, alguns vapores serão gerados, mesmo nas temperaturas atingidas durante o processamento a quente normal, e é necessário presumir que os vapores resultantes apresentarão um risco potencial à saúde. É essencial que haja ventilação adequada para evitar a exposição aos vapores no local de trabalho. A consequência potencial da superexposição aos vapores dos fluoropolímeros que se decompõem nessas condições é a "Febre dos Vapores dos Polímeros". Esta é uma doença temporária, semelhante à gripe,

com febre, calafrios e, às vezes, tosse, que dura aproximadamente 24 a 48 horas. O início dos sintomas pode não ser aparente por até 24 horas. Como precaução, qualquer pessoa que suspeite estar sofrendo de febre dos vapores dos polímeros deve procurar atendimento médico.

A doença também está associada à exposição aos produtos de decomposição produzidos pelo fumo de produtos de tabaco, como cigarros, que foram contaminados por resinas fluoropolímeras, mesmo em quantidades residuais. É essencial que o fumo e os produtos de tabaco sejam proibidos nas áreas de trabalho onde as resinas fluoropolímeras são manuseadas.

Os quatro principais tipos de produtos formados na decomposição dos fluoropolímeros Everflon™ são fluoroalcenos, fluoreto de hidrogênio, produtos de oxidação e partículas de fluoropolímero de baixo peso molecular.

Os riscos à saúde dos produtos de decomposição mais significativos são os seguintes:

Fluoreto de hidrogênio: O limiar de odor do fluoreto de hidrogênio é significativamente inferior aos limites de exposição ocupacional (TWA 1,8 ppm – 2000/39/EC). A inalação de fluoreto de hidrogênio em concentrações mais elevadas causará sintomas de engasgo, tosse e irritação grave nos olhos, nariz e garganta. Em casos graves, e possivelmente após um período assintomático, podem ocorrer febre, calafrios, dificuldade para respirar, cianose e edema pulmonar, que podem levar à morte.

Fluoreto de carbonila: Os efeitos após a inalação ou contato com a pele ou os olhos com fluoreto de carbonila podem incluir inicialmente: irritação da pele com desconforto ou erupção cutânea; corrosão ocular com ulceração da córnea ou conjuntiva; irritação das vias respiratórias superiores; ou efeitos temporários de irritação pulmonar com tosse, desconforto, dificuldade para respirar ou falta de ar. Os sintomas respiratórios podem persistir por várias horas. Alguns países europeus aplicam um padrão de exposição ocupacional de 2 ppm (tempo de exposição ocupacional de 8 horas).

Monóxido de carbono: Um gás inodoro que reduz a capacidade de transporte de oxigênio do sangue, resultando em diminuição da capacidade de esforço, aumento da carga sobre o coração e, com exposição grave, inconsciência e morte.

PFIB (perfluoroisobutileno): O PFIB é altamente tóxico por inalação aguda, e a exposição a concentrações acima de 1 ppm por um período significativo pode ser fatal. O ACGIH (Conselho de Saúde e Serviços Humanos dos EUA) atribuiu um limite máximo de exposição (TLV) de 0,01 ppm ao PFIB.

TFE (tetrafluoroetileno): O tetrafluoroetileno é um gás incolor, inodoro e inflamável, muito pouco solúvel em água. O tetrafluoroetileno apresenta baixíssima toxicidade após exposição aguda, não apresentando potencial de sensibilização cardíaca e não apresentando potencial genotóxico in vitro e in vivo. O TFE demonstrou ser cancerígeno em estudos com animais e, de acordo com o regulamento REACH EC/1907/2006, a indústria concordou que o TFE é um carcinógeno de categoria 2 (GHS Cat. 1b). Um estudo epidemiológico multicêntrico para avaliar o impacto carcinogênico do TFE em humanos, se houver, envolvendo os principais produtores de TFE, está em andamento. O ACGIH dos EUA estabeleceu um TLV de 2,0 ppm (TWA de 8 horas) para o TFE.

HFP (hexafluoropropileno): O hexafluoropropileno é um gás incolor, inodoro e muito pouco solúvel em água. O hexafluoropropileno apresenta baixa toxicidade após exposição aguda. O HFP é geralmente considerado não genotóxico. A exposição repetida ou prolongada ao HFP pode causar efeitos tóxicos nos rins. O ACGIH dos EUA estabeleceu um TLV de 0,1 ppm (tempo de vida útil de 8 horas) para o HFP.

As operações de sinterização exigem o uso de fornos de alta temperatura, nos quais são formadas quantidades variáveis de produtos de decomposição. Os fornos devem possuir ventilação forçada com fluxo de ar suficiente para impedir a entrada de gases formados na área de trabalho durante a operação do forno e quando a porta é aberta. Os fornos devem receber manutenção regular e, em particular, os gases do forno devem ser impedidos de vazar para a área de trabalho.

Temperaturas acima da faixa normal de sinterização devem ser evitadas. Para auxiliar nesse processo, os fornos devem ser equipados com um sistema de corte independente para alta temperatura, acionado por um aumento de aproximadamente 5% da temperatura de sinterização desejada, além do sistema de controle normal. Ambos os sistemas precisam ser calibrados em intervalos regulares. É importante que haja um intertravamento que interrompa o aquecimento caso a ventilação forçada seja interrompida. Se a temperatura do forno exceder o ajuste de corte para alta temperatura, os aquecedores devem ser desligados e o forno deve ser resfriado à temperatura ambiente e devidamente ventilado antes da abertura da porta.

Compostos que contêm cargas podem ser mais sensíveis à decomposição do que o PTFE isolado e podem exigir o uso de temperaturas mais baixas. Ao abrir fornos de sinterização após superaquecimento, recomenda-se proteção individual adequada, como, por exemplo, roupas de proteção, equipamento de respiração autônomo, luvas com isolamento térmico, óculos de segurança, etc.

O processamento de resinas fluoropolímero Everflon™ em temperaturas excessivamente altas ou a exposição prolongada a temperaturas de processamento pode causar decomposição. Tal decomposição pode produzir gases e gerar pressões no equipamento de processamento suficientes para "retornar" pela porta de alimentação. Se não houver ventilação para esses gases, como em alguns equipamentos de moldagem por compressão, podem se desenvolver pressões que podem romper peças metálicas e possivelmente causar ferimentos às pessoas próximas ao equipamento de processamento.

É considerado má prática ficar em frente a uma extrusora por esse motivo. A exaustão da bomba de vácuo usada para controlar o comprimento do cone de fusão durante a extrusão provavelmente contém produtos de decomposição do fluoropolímero Everflon™ e deve ser descarregada fora do local de trabalho.

Materiais resistentes à corrosão devem ser usados no equipamento de processamento devido às propriedades corrosivas da fusão em altas temperaturas.

Se a fusão de uma resina fluoropolímero Everflon™ começar a escurecer, a mudança de cor é uma indicação de que a degradação térmica começou. Se um operador acreditar que está ocorrendo degradação térmica, as temperaturas da zona devem ser reduzidas e a resina fluoropolímero deve ser purgada do equipamento. As resinas fluoropolímero Everflon™ devem ser processadas em equipamentos com controle de temperatura preciso e reproduzível. A ciclagem de temperatura deve ser inferior a ± 5 °C.

O processamento das resinas de PTFE em pó fino Everflon™ requer extrusão por um processo especial, comumente conhecido como extrusão em pasta. Isso envolve a mistura da resina com um lubrificante, geralmente uma fração volátil de petróleo. O uso de líquidos combustíveis e inflamáveis com ponto de fulgor relativamente baixo apresenta um risco potencial significativo de incêndio e explosão. Recipientes eletricamente condutivos devem ser utilizados para os solventes e os equipamentos devem ser aterrados para reduzir as fontes de ignição. Além disso, os solventes frequentemente apresentam riscos à saúde devido à inalação e/ou contato com a pele associados ao seu uso.

Precauções adequadas devem ser tomadas para o uso, armazenamento e manuseio seguros das resinas de PTFE Everflon™ que contêm lubrificantes à base de solvente. Siga as recomendações do fornecedor do lubrificante. A remoção do lubrificante após a extrusão pode ocorrer em uma estufa de secagem por batelada separada ou em uma estufa contínua em linha com a extrusora. Precauções adequadas devem ser tomadas para minimizar o risco de formação de misturas explosivas de lubrificante e ar e para evitar a ignição. Na operação em linha, o forno de secagem é imediatamente seguido por um forno de sinterização de alta temperatura, e existe a possibilidade de que uma operação incorreta faça com que vapor inflamável seja transportado para a zona de sinterização, onde quase certamente se inflamará. É essencial ter equipamento de extinção de incêndio disponível. Para pequenos incêndios, extintores portáteis de dióxido de carbono geralmente são adequados, mas é aconselhável uma instalação permanente, que possa encher rapidamente todo o forno com dióxido de carbono em caso de um grande incêndio. A ventilação das operações de secagem e sinterização requer as mesmas precauções descritas anteriormente nesta seção para a operação de fornos de sinterização no local de trabalho.

Revestimento/Impregnação

O processamento de dispersões aquosas de fluoropolímero Everflon™ normalmente requer um processo de aquecimento para remover a água e o surfactante antes da sinterização do fluoropolímero. Alguns surfactantes e seus produtos de degradação são inflamáveis e podem ter efeitos irritantes específicos ou outros efeitos adversos à saúde. O forno utilizado para remover esses produtos deve ser provido de ventilação forçada para evitar o acúmulo perigoso de vapor. Além disso, pode haver acúmulo significativo de produtos de decomposição nos fornos. Equipamentos de proteção devem ser usados durante a remoção desses depósitos.

Usinagem

A retificação, a serragem e a usinagem de formas fabricadas de fluoropolímeros são realizadas rotineiramente nas oficinas dos fabricantes. Todas as técnicas normais de usinagem de alta velocidade podem ser utilizadas, desde que as ferramentas tenham arestas de corte afiadas. Refrigerantes são recomendados para melhorar as taxas de produção e a qualidade, e servirão para controlar qualquer tendência ao superaquecimento, eliminando a necessidade de ventilação especial. A poeira gerada pela usinagem de produtos fabricados a partir de resinas de fluoropolímero é geralmente considerada uma "poeira incômoda".

É comumente recomendado o uso de limites de exposição ocupacional de 10 mg/m³ de poeira total e 5 mg/m³ de poeira respirável. No entanto, produtos de usinagem fabricados com resinas que contêm cargas, pigmentos ou outros aditivos podem produzir poeiras perigosas devido à presença de cargas e outros aditivos. Consulte o fornecedor do aditivo ou as Fichas de Dados de Segurança (FISPQ) para obter mais informações sobre aditivos.

Soldagem

Precauções especiais são necessárias ao soldar peças de fluoropolímero entre si. O fluoreto de hidrogênio é gerado em quantidades significativas pelo processo. É necessária proteção completa da pele e dos olhos, bem como proteção respiratória adequada, que pode incluir o uso de equipamento de respiração autônomo.

Como ocorre com a maioria dos polímeros, pequenas quantidades de gases residuais podem se difundir das resinas, mesmo à temperatura ambiente. Portanto, como uma questão de boas práticas de higiene ocupacional, os recipientes de resina devem ser abertos e usados apenas em áreas bem ventiladas. O pessoal deve ser instruído a minimizar a exposição ao abrir e fechar os recipientes. A ventilação é necessária em operações de processamento a quente, onde podem ser liberados vapores, como secagem, extrusão ou sinterização.

Além disso, pode ser necessária em operações "a frio", como revestimento por pulverização, mistura e retificação ou usinagem em alta velocidade, para remover aerossóis, névoas ou partículas.

A ventilação exaustora adequada deve ser selecionada dependendo da natureza do processo envolvido e das condições locais. Sistemas proprietários podem estar disponíveis para atividades específicas, por exemplo, cabines de pintura ou capelas de exaustão, e, sempre que possível, devem estar em conformidade com as normas pertinentes. Em outros casos, a ventilação local por extração pode precisar ser projetada especificamente para o processo em questão. Em ambos os casos, os sistemas de ventilação devem sempre ser projetados ou fornecidos por especialistas competentes em ventilação por extração.

O projeto da coifa de exaustão, do sistema de dutos e do ventilador deve ser baseado em um bom entendimento das emissões envolvidas. Isso pode incluir condições ambientais e de processo que possam afetar a emissão ou causar uma emissão secundária. Será necessário especificar a velocidade de captura necessária no ponto de emissão, suficiente para garantir um controle adequado. Isso está relacionado à velocidade da emissão e a quaisquer movimentos ou correntes de ar associados. Um bom projeto da coifa (por exemplo, ranhuras, ventilação de borda, extração anular, cabines e armários) é importante para a eliminação eficiente dos gases de escape.

Ela deve ser projetada levando em consideração todas as características de emissão. As coifas mais eficazes são aquelas que encerram ou contêm a emissão. Mais ar é necessário à medida que o nível de contenção diminui. O volume de extração necessário para fornecer uma velocidade adequada no ponto de emissão deve ser determinado. A dutos, o ventilador e o filtro de ar podem então ser projetados corretamente para atender aos requisitos de volume de extração. Mais ideias sobre projeto e informações podem ser obtidas com seu fornecedor de resina.