

Eliminando a Adesão de Isocianatos, o Acúmulo em Moldes e a Limpeza com Solventes: Revestimentos de Fluoropolímeros Everflon™ na Fabricação de Poliuretano

Aplicações-Alvo: Moldagem por Injeção e Reação (RIM), Espumas Flexíveis & Rígidas, Elastômeros Fundidos, Pele Integral & Cabeçotes de Dosagem | **Divisão:** Everflon Poliuretano & Soluções para Polímeros | **Data:** Setembro de 2026

Na fabricação moderna de poliuretano (PU) — abrangendo painéis RIM automotivos, espumas para assentos, telas de elastômero fundido para mineração, solas de calçados e painéis isolantes rígidos —, a adesão química agressiva representa um obstáculo operacional persistente. Isocianatos altamente reativos (MDI, TDI e prepolímeros alifáticos) formam ligações covalentes extremamente tenazes com as superfícies metálicas das ferramentas. Agentes desmoldantes externos tradicionais à base de ceras e solventes geram variabilidade contínua nos processos, mancham acabamentos superficiais, bloqueiam micro-ventilações a vácuo e exigem uma limpeza manual exaustiva dos moldes. Os sistemas de revestimento em fluoropolímeros Everflon™ (PTFE, FEP, PFA, ETFE) fornecem uma interface fluorocarbonada de filme seco, semipermanente e quimicamente inerte. Projetados para resistir a reações exotérmicas severas de reticulação e cargas abrasivas, os revestimentos Everflon™ eliminam a lavagem com solventes, preservam texturas superficiais complexas e garantem a desmoldagem sem transferência de material.

1. O Desafio do Poliuretano: Reatividade dos Isocianatos, Acúmulo em Moldes & Adesão Química

A formação do poliuretano baseia-se na poliadição rápida de polióis e poliisocianatos. Devido ao caráter fortemente eletrofílico dos grupos funcionais isocianato (-NCO), estes estabelecem ligações químicas instantâneas com átomos de hidrogênio ativo em óxidos metálicos e superfícies de ferramentas ricas em hidroxilas. Quando o aço para ferramentas bruto, fundidos de alumínio ou carcasas de níquel eletroformado são expostos a fluxos de impacto de alta pressão de MDI ou TDI, o poliuretano polimeriza diretamente sobre a rede cristalina do molde, causando rasgos nas peças e degradação prematura das ferramentas.

Historicamente, as plantas de processamento compensaram isso enchando as cavidades dos moldes com agentes desmoldantes líquidos sacrificiais contendo ceras, silicones e compostos orgânicos voláteis (VOCs). Sob ciclos térmicos exotérmicos contínuos (atingindo rotineiramente 120 °C a 180 °C), esses sprays sacrificiais sofrem degradação térmica. Ceras e polióis polimerizam-se em camadas duras de verniz, comumente conhecidas como incrustação de molde ou acúmulo de uretano. Esse acúmulo embota progressivamente as texturas de couro em volantes e apoios de braço, obstrui saídas de ar essenciais e causa paradas dispendiosas para limpeza a jato de gelo seco. Os revestimentos fluoropoliméricos sinterizados Everflon™ substituem esses líquidos consumíveis por uma matriz permanente de baixa energia superficial, neutralizando a afinidade do isocianato e mantendo as cavidades limpas por dezenas de milhares de ciclos.

Zero Transferência Química para Pintura e Adesão a Jusante Perfeitas: Como os revestimentos Everflon™ são reticulados e sinterizados a temperaturas superiores a 380 °C diretamente sobre o substrato metálico, nenhum silicone livre, cera ou estearato migratório é transferido para o produto de poliuretano. As peças são desmoldadas quimicamente puras, eliminando o desengraxe com solventes e garantindo 100% de adesão para revestimentos em molde (IMC), adesivos estruturais de poliuretano e tintas automotivas Classe A.

2. Principais Vantagens de Engenharia da Everflon™ no Processamento de Poliuretano

Quimiluminescência Anti-Adesão Total de Isocianatos: Completamente inerte contra MDI, TDI, HDI e catalisadores amínicos, impedindo enxertos químicos e aderência catastrófica ao molde.	Eliminação de Acúmulo de Resíduos e Entupimento de Ventilação: Evita a formação de verniz e pele de uretano em detalhes da cavidade, mantendo micro-ventilações a vácuo abertas e estendendo os intervalos de limpeza.
Reprodução de Textura e Grão de Alta Precisão: Aplicado em perfis ultrafinos e uniformes (15 a 35 µm) que reproduzem micro-texturas sutis, texturas foscas e linhas de estilo nítidas.	Resistência à Abrasião para Cargas de Polioli: Graus reforçados de fluoroplásticos ETFE e PFA resistem à erosão de retardantes de chama minerais abrasivos, fibras de vidro e pigmentos pesados.

3. Matriz de Seleção de Fluoropolímeros Everflon™ para Ferramentais e Equipamentos de PU

Grau de Fluoropolímero	Temp. Contínua Máx.	Eficácia de Desmoldagem PU	Mecanismo Funcional Primário	Aplicações Alvo em Poliuretano
Everflon™ PTFE	260 °C (500 °F)	Excepcional	Menor atrito dinâmico, lubricidade de contorno a seco, resistência térmica universal	Cabeçotes de mistura por impacto de alta pressão, injetores, tampas de moldes carrossel, vedações deslizantes
Everflon™ FEP	205 °C (401 °F)	Superior	Filme fundido sem poros, liberação excepcional de prepolímeros fundidos pegajosos	Moldes de elastômeros fundidos, correias transportadoras para espumas em bloco, bandejas de potting de PU
Everflon™ PFA	260 °C (500 °F)	Superior	Barreira de alta pureza processável por fusão, inércia química definitiva, alta resistência ao rasgo	Ferramentas de Moldagem por Injeção e Reação (RIM), ferramentas de espuma estrutural de PU, tubulação de transferência
Everflon™ ETFE	155 °C (311 °F)	Muito Bom (Alto Desgaste)	Maior tenacidade mecânica, resistência a cortes, durabilidade contra desgaste por lama abrasiva	Ferramentas RIM reforçadas com fibra de vidro/cargas minerais, impulsores de lama de polioli de alta velocidade

4. Subsistemas Críticos de Poliuretano & Aplicações Industriais

- **Moldagem por Injeção e Reação (RIM) & Espumas Estruturais de PU:** Mistura por impacto de alta pressão e tempos de ciclo rápidos exigem desmoldagem instantânea e impecável. Revestimentos Everflon™ PFA e ETFE aplicados em cavidades de moldes RIM eliminam a aplicação de desmoldantes líquidos em 80% a 100% dos disparos, prevenindo bolhas superficiais e permitindo pintura automotiva direta.
- **Assentos Automotivos, Encostos de Cabeça & Espumas Flexíveis Acústicas:** O acúmulo de cera sacrificial em linhas de assentos de alta volume e dupla dureza obstrui portas de vácuo e altera a densidade da almofada. Revestimentos de moldes contínuos Everflon™ PTFE e FEP evitam a adesão da pele da espuma, mantêm os micro-poros de vácuo limpos e eliminam a jateamento de gelo seco fora de linha.
- **Espumas de Pele Integral (Volantes, Apoios de Braço & Interiores de Cabine):** Moldes micro-texturizados para volantes e painéis sofrem rápida perda de fidelidade de granulação de couro quando camadas de cera se acumulam. Revestimentos fluoropoliméricos ultrafinos Everflon™ preservam definições de textura em nível micrométrico e garantem brilho de superfície

fosco, uniforme e consistente.

• **Elastômeros Fundidos (Rodas, Hidrociclones de Mineração & Lâminas Raspadoras):** Prepolímeros TDI/MDI de alta viscosidade curados por longos ciclos em temperaturas elevadas aderem violentamente a moldes de aço e epóxi. Revestimentos Everflon™ FEP e PFA fornecem superfícies escorregadias antiaderentes que permitem desmoldagem sem esforço, sem rasgar sub-esquadrias profundas ou nervuras elastoméricas.

• **Produção Contínua de Espuma em Bloco (Slabstock) — Correias Transportadoras:** Misturas líquidas de poliol/isocianato despejadas em transportadores contínuos não devem aderir às paredes laterais ou linhas de papel inferiores. Correias e placas guia impregnadas com Everflon™ PTFE de alta durabilidade garantem avanço contínuo e estável do bloco de espuma sem rasgamento de bordas.

• **Cabeçotes de Dosagem de Alta Pressão, Injetores & Câmaras de Mistura:** Câmaras de reação e orifícios de bicos frequentemente entopem devido ao acúmulo de uretano reticulado durante pausas na produção. Revestir furos de pistão internos, válvulas e câmaras de mistura com Everflon™ PTFE evita a cristalização de isocianato e garante dosagem volumétrica uniforme.

5. Metalurgia do Substrato, Preparación de Superfície & FAQ Técnico

Os revestimentos de poliuretano Everflon™ são aplicados com sucesso sobre aços para ferramentas forjados (P20, H13), ligas de alumínio de grau aeroespacial (A7075, A6061, AlSi10Mg), ferramentas de epóxi fundido e carcasas de níquel eletroformado. O processo requer desengraxe térmico abrangente, jateamento com micrograna de alumina virgem branca para criar um perfil de ancoragem Ra controlado, aplicação de primer fluoropolimérico de alta adesão e cura controlada por computador até 400 °C.

P: A Everflon™ pode eliminar completamente agentes desmoldantes externos na moldagem de espuma de poliuretano?

R: Em muitas geometrias de espumas flexíveis e elastômeros fundidos, agentes desmoldantes externos podem ser eliminados inteiramente. Em peças RIM estruturais complexas com pele integral ou alta densidade e zero ângulo de saída, a Everflon™ permite que os operadores transitem de ceras em pasta pesadas para agentes desmoldantes de névoa seca ultra-leves aplicados uma vez a cada 10 a 30 ciclos, cortando o uso de químicos em mais de 90%.

P: O revestimento Everflon™ amolecerá ou se degradará sob curas exotérmicas quentes de poliuretano?

R: Não. Fluoropolímeros Everflon™ totalmente curados (PTFE, PFA, FEP) são classificados para serviço contínuo até 205 °C–260 °C (401 °F–500 °F), o que excede em muito os picos exotérmicos de reação do poliuretano (tipicamente 120 °C–170 °C), garantindo ausência de quebra química ou perda de desempenho de desmoldagem.

Everflon™ Materiais Avançados — Centro de Tecnologia de Engenharia de Superfície para Poliuretano

Avaliações de viabilidade de ferramentais, revestimentos de teste para moldes RIM e de espuma, e decapagem & reforma de moldes desgastados

E-mail: polyurethane@everflon.com | Website: www.everflon.com/polyurethane-coatings