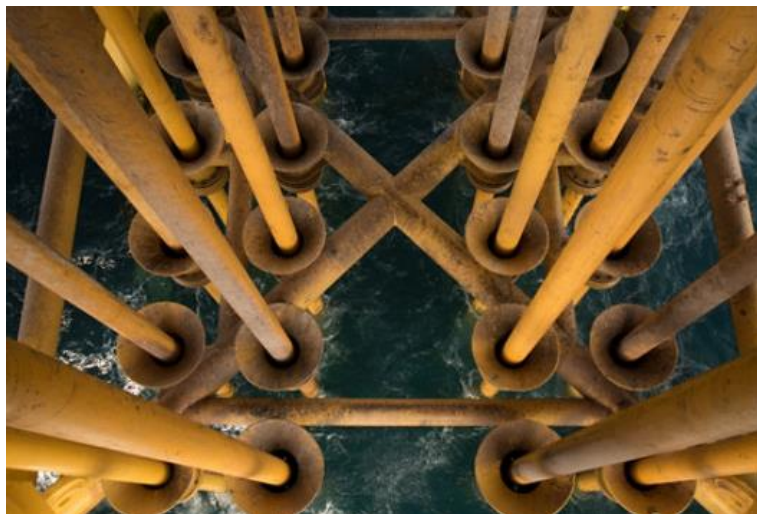


# PERFURAÇÃO SUBSEA MAIS PROFUNDA COM REVESTIMENTOS DE TUBULAÇÃO DE ALTA TEMPERATURA OPERACIONAL

**SHERWIN  
WILLIAMS®**

**Revestimentos de alta temperatura operacional permitem atividades de exploração de limite máximo e aplicações de bobinas.**

Jeffrey David Rogozinski, Diretor de Produto Global – Fusion-Bonded Epoxy/Pipe, Sherwin-Williams Protective & Marine



À medida que as atividades de exploração Subsea de petróleo e gás buscam extrair matérias-primas de campos de petróleo cada vez mais profundos, as tecnologias de extração de hoje estão sendo levadas ao limite. Poços perfurados cada vez mais fundo no mar estão enfrentando temperaturas e pressões elevadas que podem exceder as qualificações do equipamento que está sendo usado. Isso inclui os limites dos revestimentos tradicionais usados para proteger equipamentos Subsea e tubulações da deterioração pela água do mar corrosiva.

Temperaturas elevadas de fluidos extraídos podem ser especialmente prejudiciais aos revestimentos aplicados às tubulações Subsea que ligam amarrações submarinas a plataformas fixas e flutuantes. Os revestimentos epóxi ligados por fusão (FBE) mais antigos usados para proteger os tubos da corrosão não podem lidar com essa exposição adicional ao calor, tornando-os propensos a falhas, o que, por sua vez, ameaça a segurança da tubulação. No entanto, os avanços recentes viram os novos FBEs de alta temperatura de operação que permitem extrações de temperatura mais alta. Atualmente, esses revestimentos são capazes de acomodar temperaturas de tubulação de até 180°C, mas espera-se que lidem com temperaturas ainda mais altas em breve.

Os recursos aprimorados dos revestimentos FBE de alta temperatura operacional estão permitindo que as atividades de exploração de limite de pressão continuem, ajudando a indústria de petróleo e gás a desenvolver novos campos de petróleo que antes estavam fora dos limites. Isso não seria possível sem que os formuladores de revestimentos fizessem uma variedade de alterações em nível molecular nos FBEs. Essas mudanças ajudaram a aumentar a temperatura de transição de vidro (Tg) dos revestimentos, aumentar sua flexibilidade, melhorar sua densidade de reticulação e aumentar sua resistência a danos. Essas propriedades avançadas não apenas permitem aos operadores perfurar poços mais profundos e extrair materiais mais quentes, mas os revestimentos também podem permitir que os produtores enrolem tubos para instalações de tubulação mais eficientes em comparação com os métodos tradicionais de S-lay e J-lay.

### **Temperaturas de transição de vidro mais altas (Tg)**

A temperatura do conteúdo extraído da terra aumenta cerca de 25°C para cada quilômetro de profundidade perfurado. Até recentemente, os FBEs mais antigos só podiam acomodar temperaturas operacionais de até cerca de 110°C. Então, quando a indústria de petróleo e gás queria ir mais fundo, a indústria de revestimentos teve que acompanhar sua tecnologia. Alcançar o limite superior atual de 180°C significa que os produtores agora podem perfurar muito mais fundo do que antes. Essa profundidade pode ser estendida ainda mais com revestimentos classificados para 200°C provavelmente chegando ao mercado em breve e aqueles que permitem temperaturas ainda maiores atualmente em desenvolvimento.

Para atingir essas classificações de temperatura mais altas, os fabricantes de revestimentos estão manipulando as moléculas de FBE para aumentar suas temperaturas de transição de vidro (Tg), ao mesmo tempo em que equilibram outras propriedades. A Tg de um revestimento é a temperatura na qual o revestimento muda de um material rígido para um material mais macio. O revestimento não derrete neste ponto, mas torna-se mais macio e flexível e perde algumas propriedades físicas.

Neste estado amolecido, o revestimento é suscetível à degradação, perda de adesão, descolamento e, finalmente, falha prematura. Portanto, os operadores de tubulações não devem operar tubulações acima da temperatura de projeto dos revestimentos protetores de FBE aplicados. Na verdade, eles devem especificar revestimentos que tenham temperaturas de transição de pelo menos 5-10°C acima da temperatura operacional mais alta prevista do tubo. Este amortecedor permitirá que os revestimentos permaneçam duros e semelhantes a vidro para melhor adesão e desempenho.

### **Maior flexibilidade**

À medida que os fabricantes de revestimentos fazem alterações em nível molecular nos FBEs para ajustar suas propriedades, eles geralmente precisam fazer algumas trocas. Aumentar a Tg de um revestimento FBE, por exemplo, pode sacrificar parte da flexibilidade do revestimento. No entanto, apesar de ter valores de Tg mais altos, os novos revestimentos FBE de alta temperatura operacional são capazes de manter um alto grau de flexibilidade. Essa flexibilidade é especialmente importante para permitir eficiências de instalação de dutos e economia de custos.

Como os FBEs de alta temperatura de operação de hoje permanecem altamente flexíveis após a aplicação e cura, os operadores de dutos podem aproveitar as eficiências inerentes associadas aos tubos de colocação de bobinas. Em vez de passar pelo processo caro e demorado de soldar cada seção de tubo de 40 pés de comprimento e revestir as juntas de campo de uma barcaça, como fazem nas instalações tradicionais de tubulação S-lay e J-lay, os instaladores podem manter quase todos os esse processo em terra. Eles são capazes de preparar cerca de um quilômetro de oleoduto em um ambiente mais controlado em terra e, em seguida, enrolá-lo em grandes carretéis que são usados para enrolar o tubo no mar. O único revestimento de solda e junta de campo necessário para uma barcaça é quando os instaladores precisam conectar outra seção de tubulação com um quilômetro de comprimento. Este processo é significativamente mais simplificado e menos dispendioso em comparação com a execução de todo o trabalho offshore.

# PERFURAÇÃO SUBSEA MAIS PROFUNDA COM REVESTIMENTOS DE TUBULAÇÃO DE ALTA TEMPERATURA OPERACIONAL

**SHERWIN  
WILLIAMS®**

Além disso, a flexibilidade dos revestimentos FBE de alta temperatura operacional permite que o tubo seja enrolado e desenrolado várias vezes sem a preocupação de que o revestimento rache ou quebre devido às tensões de flexão.

## Propriedades de barreira aprimoradas

Outra vantagem que os valores de Tg mais altos oferecem para FBEs de alta temperatura de operação é maior densidade de reticulação dentro dos revestimentos. Os revestimentos tipo vidro curados são capazes de manter estruturas fortemente ligadas dentro de suas matrizes de revestimento. Quanto mais apertada a matriz, mais difícil é para as moléculas de água, eletrólitos, oxigênio e outras porções que contribuem para a corrosão entrarem e atravessarem o revestimento para atingir o substrato do tubo de aço. Manter esses elementos corrosivos longe do aço é fundamental para o desempenho de longo prazo de uma tubulação.

As características que permitem que os revestimentos impeçam que as moléculas penetrem em suas estruturas são conhecidas como propriedades de barreira. Tais propriedades podem ser medidas testando as taxas de transmissão de vapor de água (WVTR) e várias taxas de difusão através da matriz de revestimento em um laboratório. Conforme comprovado por meio de tais testes, os FBEs de alta temperatura de operação mais novos fornecem uma barreira muito forte contra uma ampla variedade de elementos.



## **Maior resistência a danos**

Como observado anteriormente, algumas compensações podem ocorrer ao ajustar as moléculas de FBE para permitir temperaturas de Tg mais altas. Entre eles, a resistência ao dano do revestimento pode se tornar melhor ou pior dependendo do equilíbrio entre a Tg e a flexibilidade do revestimento. Surpreendentemente, para proteger os revestimentos de danos relacionados a impactos e abrasões, é melhor que o revestimento retenha um grau de flexibilidade do que seja extremamente duro. Essa flexibilidade permite que os revestimentos “cedam” quando ocorre um impacto. A força do impacto é capaz de se dissipar dentro da matriz FBE ao invés de ser aliviada pela formação de uma rachadura no revestimento. Os revestimentos FBE de alta temperatura de operação mais recentes com valores de Tg mais altos permanecem um pouco flexíveis, mantendo uma estrutura altamente reticulada devido aos compósitos de nível molecular, tornando-os altamente resistentes a danos.

## **Alcançando um equilíbrio**

A chave para explorar com sucesso campos de petróleo mais profundos está no desenvolvimento de revestimentos avançados que podem lidar com as temperaturas operacionais mais altas que essas atividades enfrentam. Isso significa encontrar o equilíbrio certo de propriedades de revestimento que permitem valores de Tg mais altos, maior flexibilidade, melhores propriedades de barreira e maior resistência a danos para as tubulações que movimentarão os materiais extraídos a quente. Os novos FBEs de alta temperatura de operação de hoje estão atingindo o equilíbrio certo de propriedades para permitir a exploração offshore em áreas inexploradas, perfuração de poços mais profundos e extrações de materiais mais quentes. Além disso, eles também permitem eficiências bem-vindas e economias de custos associadas a aplicações de configuração de bobinas.

## **SOBRE O AUTOR**

Dr. Jeffrey David Rogozinski é Diretor de Produto Global – Fusion-Bonded Epoxy/Pipe para Sherwin-Williams Protective & Marine. Com mais de 30 anos de experiência em tintas e academia, é responsável pelo desenvolvimento de tintas protetoras, tintas em pó, resinas e aditivos para os mercados de óleo e gás, dutos, pontes e rodovias. Sua ênfase na ciência de revestimentos é pesquisar e testar a síntese de polímeros e a caracterização de propriedades de estrutura. Ele é membro de várias associações de revestimentos e consultor de redação de especificações globais para o CSA Group, a International Organization for Standardization (ISO), ASTM International, NACE International e outros. Rogozinski tem doutorado em ciência aplicada para química de polímeros e compostos.