

사워가스 부식, 염수 분무 및 웰보어 파울링의 원천적 차단: 업스트림, 미드스트림 및 해양 플랜트를 위한 Everflon™ 고성능 불소수지 코팅 솔루션

적용 분야: 다운홀 시추 공구, 서브시 유정두, 해양 플랜트 체결용 스톨드 볼트, 밸브 및 수송 파이프라인 | 개발 부서: Everflon 에너지 및 오일필드 사업부 | 발행일: 2026년 9월

고온고압(HPHT) 심해 유전, 황화수소(H₂S) 및 이산화탄소(CO₂) 농도가 극심한 사워가스 저류층, 가혹한 해상 비말대(Splash Zone) 환경에서 금속 장비의 내구성은 플랜트 운영 수익성을 결정짓는 핵심 지표입니다. Everflon™ 고기능성 불소수지 코팅 시스템(PTFE, PFA, FEP, ETFE)은 탄소강, 스테인리스강, 티타늄 기재 표면에 핀홀이 없는 불투과성 고밀도 차단막을 형성합니다. 갈바닉 부식 억제, 극저마찰을 통한 나사산 소착(Galling) 방지, 파라핀 및 아스팔텐 고착 차단을 구현하여 막대한 비용이 소요되는 유정 보수(Workover)를 미연에 방지합니다.

1. 오일필드 극한 운전 환경: 부식, 기체 투과 및 유동 장애(Fouling) 메커니즘

다운홀 드릴링 어셈블리, 서브시 크리스마스트리, 화학약품 주입 밸브 및 장거리 원유 수송관은 극심한 화학적 침식 환경에 노출됩니다. 습윤 사워가스 환경 내 황화수소(H₂S), 이산화탄소(CO₂), 염화물 이온 및 고염도 지층수는 비보호 금속 표면에 급격한 공식(Pitting), 응력부식균열(SCC), 황화물 응력부식(SSC) 및 수소 취성을 유발합니다. 또한 이종 금속 간의 전위차에 따른 갈바닉 부식이 수중 설비의 열화를 가속합니다.

동시에 중질유 생산 공정에서는 파라핀 왁스 석출, 무기 스케일 결정화, 아스팔텐 침적이 관로 내부와 밸브 트림에 고착되어 유동 단면을 좁히고 잦은 용제 세척과 피깅(Pigging) 작업을 초래합니다. 기존의 아연도금이나 카드뮴 도금은 해상 환경에서 급속히 소모되어 볼트 소착을 일으킵니다. 고온 소결된 Everflon™ 불소수지 피막은 부식성 유체와 기체를 완벽히 격리하고 유기물 부착을 방지하는 영구적 화학 보호막을 제공합니다.

NACE MR0175 / ISO 15156 사워 서비스 규격 완벽 적합: Everflon™ PFA, PTFE, ETFE 코팅은 황화수소, 이산화탄소 및 휘발성 방향족 용제에 대해 완벽한 화학적 불활성을 나타냅니다. 분자 단위의 치밀한 투과 차단층으로 작용하여 저합금 탄소강을 가혹한 사워 유체로부터 완전 격리함으로써 치명적인 황화물 유도 응력균열(SSC)을 차단합니다.

2. 석유 및 가스 플랜트 설비에서 Everflon™의 4대 핵심 엔지니어링 가치

사워가스 및 강산에 대한 불투과성 차단: 고농도 H ₂ S, CO ₂ , 유정 자극용 산(염산/불산) 및 포화 염수 지층수에 대해 완벽한 화학적 불활성 제공.	HPHT 연속 고온 및 급격한 감압(RGD) 내성: 최고 260 °C(500 °F) 연속 내열성을 제공하며, 쏘인 시 발생하는 급격한 가스 감압(RGD)에 의한 블리스터 파괴 원천 방지.
소착 방지(Anti-Galling) 및 정밀 체결 토크: 초저 동마찰계수(0.05~0.10)로 토크-축력 관계를 균일화하여 해양 환경에서도 스톨드 볼트의 소착을 방지하고 비파괴 탈착 보장.	파라핀, 아스팔텐 및 스케일 고착 억제: 초저 표면 에너지로 유로 내벽에 원유 왁스 결정, 바륨 설페이트 스케일 및 아스팔텐 슬러지가 들러붙는 현상을 차단.

3. 오일필드 가혹 환경용 Everflon™ 불소수지 선정 매트릭스

불소수지 등급	최고 연속 사용 온도	투과 저항성	핵심 기능적 메커니즘	대표적인 석유 및 천연가스 적용 부품
Everflon™ PTFE	260 °C (500 °F)	양호	최저 마찰계수, 건식 고체 윤활, 나사산 소착 방지, 고온 안정성	B7/L7 스테드 볼트, 플랜지 체결구, 볼밸브 시트, 액추에이터 피스톤
Everflon™ PFA	260 °C (500 °F)	매우 탁월	용융 핀홀 프리 치밀층, 사위가스 및 산에 대한 완벽한 불투과성, 크랙 저항	서브시 밸브, 지상 안전 밸브(DHSV), 케미컬 인젝션 라인
Everflon™ FEP	205 °C (401 °F)	우수	평활한 무기공 용융 피막, 점착성 파라핀 및 중질유 슬러지 비점착성	플로우라인, 초크 밸브 바다, 샘플링 실린더, 계측기 하우징, 튜블러 라이닝
Everflon™ ETFE	155 °C (311 °F)	우수	최고 수준의 인장탄성률, 내충격성, 드릴링 머드 슬러리 내마모성	드릴 파이프 외경 보호, 머드 모터 하우징, 슬러리 펌프, 라이저 클램프

4. 핵심 서브시스템별 산업 적용 분석

- 해양 플랜트 및 서브시 스테드 볼트 (ASTM A193 B7/B7M 규격 등): 염수 분무와 이종 금속 간 전위차로 인한 나사산 소착은 정기 점검 시 가스 토치 절단 작업을 초래합니다. Everflon™ PTFE 볼트 코팅은 ASTM B117 염수 분무 3,000시간 이상의 내식성을 입증하여 수년간 해수에 노출된 후에도 일반 수공구로 가벼운 탈착을 보장합니다.
- 다운홀 시추 및 완결 공구 (MWD/LWD 센서, DHSV, 패커): 고온 저류층 열기와 연마성 시추 머드는 비보호 센서 하우징과 슬라이딩 슬리브를 마모시킵니다. Everflon™ ETFE 및 PFA 피막은 고정밀 전자 장비를 진흙 고착으로부터 보호하고 기계 구동부의 원활한 저마찰 슬라이딩을 유지합니다.
- 밸브, 초크 및 액추에이터 (볼, 게이트, 플러그 및 버터플라이 밸브): 부식성 습윤 가스와 생산수 모래는 금속 밸브 시트를 침식시켜 조작 토크를 급상승시킵니다. 밸브 볼과 게이트 표면의 Everflon™ PFA/PTFE 라이닝은 구동 토크를 대폭 낮추고 완전 기밀(Bubble-tight)을 구현합니다.
- 생산 플로우라인 및 매니폴드 (파라핀, 아스팔텐 및 하이드레이트 제어): 심해 타이백 배관의 온도 강하는 파라핀 왁스 석출과 가스 하이드레이트 막힘을 유발합니다. 소수성 및 소유성을 갖춘 Everflon™ FEP/PFA 내부 코팅은 배관 내벽의 결정 성장을 차단하여 유량을 유지합니다.
- 해상 구조물 부품 및 라이저 가이드 클램프: 해상 비말대(Splash Zone)는 클램프와 볼트를 고산소 해수와 자외선에 연속 노출시킵니다. Everflon™ 다층 코팅 시스템은 전기적 · 화학적 절연을 제공하여 붉은 녹 유출과 응력부식균열을 방지합니다.
- 케미컬 인젝션 라인 및 유압 제어 엄빌리컬: 고압 주입되는 메탄올, 글리콜, 스케일 억제제 및 살균제는 기존 폴리머 튜브를 팽창 침식시킵니다. Everflon™ PFA 및 ETFE 라이너는 화학물질 전반에 대해 완전한 불활성을 유지하여 누설 위험을 제거합니다.

5. 품질 검사, 부식 시험 규격 및 기술 FAQ

Everflon™ 오일필드 코팅은 고전압 스파크 핀홀 시험(ASTM G62), 염수 분무 시험(ASTM B117), 크로스컷 밀착성 시험(ASTM D3359) 및 사위가스 오토클레이브 침적 시험을 거쳐 출하됩니다.

Q: 오프쇼어 화스너에서 기존 아연도금 대비 Everflon™의 기술적 우위는 무엇입니까?

A: 금속성 희생 도금은 해양 환경에서 급속히 부식 소모되어 수개월 내에 붉은 녹과 소착을 일으킵니다. Everflon™ 불소수지 코팅은 3,000시간 이상의 염수 분무 내성을 갖는 물리적 차단막으로 전이 부식이 발생하지 않으며 장기 해중 침적 후에도 일정한 분리 토크를 유지합니다.

Q: Everflon™ 코팅은 고압 가스 유정의 급격한 가스 감압(RGD)에 견딜 수 있습니까?

A: 예. Everflon™ PFA 및 ETFE와 같은 용융 불소수지는 분자 밀도가 높고 파단 신율이 우수합니다. 전용 고온 프라이머 상에 시공 시 엘라스토머나 에폭시에서 빈번히 관찰되는 블리스터, 미세 크랙 및 감압 폭발 파괴를 완벽히 차단합니다.

Everflon™ 첨단소재 — 에너지 및 오일필드 표면 기술 센터
NACE MR0175 적합성 평가, 화스너 염수 분무 시험 성적서 제공, 밸브 및 튜블러 시험 코팅 지원
기술 문의: oilgas@everflon.com | 웹사이트: www.everflon.com/oil-and-gas