

가혹한 부식 환경 극복: 화학공정산업(CPI)을 위한 Everflon™ 불소수지 코팅 및 라이닝 솔루션

적용 분야: 석유화학, 정밀화학, 반도체 습식 케미컬, 제약 원료 합성 | 개발 부서: Everflon CPI 첨단소재 사업부 | 발행일: 2026년 9월

비계획적 공장 섯다운이 막대한 경제적 손실을 초래하고 부식성 유체 누출이 심각한 안전·환경 사고로 직결되는 화학공정산업(CPI)에서 장비의 표면 보호 기술은 설비 수명의 핵심입니다. Everflon™ 산업용 불소수지 코팅(PTFE, FEP, PFA, ETFE)은 보편적인 내화학 불활성, 극도로 낮은 가스 투과율, 무기공 용융 밀폐막, 완전 진공 내구성, 그리고 스케일 고착을 방지하는 안티파울링 비점착성을 제공합니다.

1. 화학공정 환경의 부식 문제와 소재 경제성 분석

화학 반응기, 증류탑, 열교환기, 저장 탱크 및 밸브·배관 설비는 가혹한 열역학적·화학적 응력 속에서 연속 운전됩니다. 설비 내부는 고온의 무기산(염산, 불산, 황산, 질산), 산화성 할로젠(습염소, 브롬), 강알칼리 수용액 및 고극성 유기용매에 지속 노출되며, 연속 운전 온도는 최대 260 °C에 이르고 압력 조건은 풀 진공에서 고압까지 광범위합니다.

하스텔로이(Hastelloy®), 인코넬(Inconel®), 탄탈륨 등의 고가 특수합금은 원자재 비용이 극심하고 납기가 길습니다. 또한 할로젠 혼합물이나 산화환원 전위 변동 시 틸새부식, 점식, 응력부식균열(SCC) 위험을 완전히 배제하기 어렵습니다. 글라스라이닝강(GL)은 내식성이 우수하지만 기계적 충격이나 급격한 열충격에 취약하며 알칼리에 용출 손상됩니다. Everflon™ 불소수지 코팅은 탄소강 및 스테인리스강 표면에 강력하게 결합하여 특수합금 대비 훨씬 경제적인 비용으로 완벽한 내화학 장벽을 구축합니다.

고전압 스파크 방전 시험 및 진공 안정성: 열 순환이나 진공 감압 시 부풀어 오르고 붕괴하기 쉬운 기존 루즈 라이닝(Loose Lining)과 달리, Everflon™ 정전 분체 도장 및 회전 성형 라이닝(Rotolining)은 블라스트 처리된 금속 표면에 기계적·화학적으로 강력히 앵커링 결합합니다. 전 제품을 대상으로 ASTM D5162 / NACE SP0188 규격에 따라 최대 10,000V DC 고전압 스파크 테스트를 전수 실시하여 미세 핀홀 제로를 보증합니다.

2. 화학공정 환경에서 Everflon™의 4대 핵심 소재 장점

보편적인 내화학 불활성: 왕수, 비등 상태의 유기산 및 무기산, 고농도 가성소다, 방향족 용매, 습윤 염소 가스 등 pH 0~14 전 영역에서 화학적으로 완벽히 비반응.	탁월한 내투과 성능: 고결정성 PFA 및 ETFE 용융막이 분자 단위의 치밀한 구조를 형성하여 부식성 가스(HCl, HF, Cl2)의 금속 기재 침투 확산을 근본적으로 차단.
안티파울링 및 신속한 이형성: 극도로 낮은 표면 에너지로 고분자 수지 고착, 타르 침착, 결정 스케일 생성을 방지하여 설비 정지 세정(CIP) 시간을 대폭 단축.	초고순도 및 금속 이온 무용출: 최첨단 반도체 웨이퍼 세정 케미컬 규격(ppb 이하 이온 검출 한계)을 만족하며 제약 원료합성용 FDA 21 CFR 177.1550 및 USP Class VI 인증 획득.

3. Everflon™ 화학플랜트용 불소수지 선정 매트릭스

수지 등급	최고 연속 사용 온도	투과 차단성	주요 기능적 메커니즘	대표적인 적용 장비 및 부품
Everflon™ PFA	260 °C (500 °F)	매우 탁월	무기공 용융 밀폐 차단벽, 우수한 굴곡 피로 수명, 절대적 화학 불활성	화학 반응기 본체, 증류탑 인터널, 덤 튜브, 밸브 라이닝, 샘플링 노즐
Everflon™ PTFE	260 °C (500 °F)	양호	최저 표면 에너지, 오염 방지, 고온 열안정성, 건식 고체 윤활성	가스켓, 벨로우즈, 교반기 임펠러 블레이드, 열교환기 튜브시트, 슈트
Everflon™ FEP	205 °C (401 °F)	우수	완전 용융 밀폐막, 우수한 광학 투명도 및 화학 이형성	사이트 글라스, 액면계 웰, 케미컬 펌프 케이싱, 롤러 커버
Everflon™ ETFE	155 °C (311 °F)	고인성 · 내마모	우수한 내마모성 및 내충격성, 내방사선성, 높은 기계적 탄성률	원심분리기 바스켓, 슬러리 밸브, 배관 스톱, 스크러버 배인, 필터 하우징

4. 핵심 화학공정 장비 응용 분야

- 화학 반응기, 교반기 샤프트 & 배플: 배치식 중합 및 염소화 반응에서는 부식성 산 증기와 고점도 폴리머 스케일이 심각한 문제입니다. Everflon™ PFA/PTFE 라이닝은 금속 셀을 보호하고 임펠러와 배플에 끈적한 수지가 부착되는 것을 방지하여 정위치 세정(CIP) 시간을 최대 70% 단축합니다.
- 공정 밸브(볼, 플러그, 버터플라이) & 펌프 케이싱: 부식성 슬러리와 비등산 유체는 금속 시트면을 손상시키고 패킹부 누출을 유발합니다. Everflon™ PFA 및 ETFE 라이닝 밸브는 주철 및 스테인리스 밸브 바디를 완벽히 밀폐하여 제로 누출 차단과 낮은 조작 토크를 실현하며 불산(HF)과 고온 가성소다에 완전 대응합니다.
- 플랜지 배관 스톱, 피팅 & 증류탑 인터널: 염소화 탄화수소, 습윤 이산화황, 혼합 폐산을 이송하는 배관과 탑조류는 급격한 두께 감소에 직면합니다. Everflon™ 후막 정전 분체 코팅은 트레이, 디스트리뷰터, 배관 스톱을 이음새 없이 일체형으로 보호하여 루즈 라이너의 용접 조인트 취약점을 해결합니다.
- 열교환기 튜브시트 & 증발관 셀: 산성 폐가스 폐열 회수 시 산 이슬점 이하 응축으로 인한 심각한 저온 부식이 일어납니다. Everflon™ 불소수지 코팅은 스케일 결정화, 바이오 파울링 및 산 응축액 부식을 차단하여 수년간 안정적인 총괄 열전달 계수를 유지합니다.
- 반도체 초고순도 웨트 에칭 케미컬 공급 라인: 최첨단 나노 반도체 공정에서는 불순물 금속 이온 농도가 ppt 이하인 초고순도 화학약품이 필수적입니다. Everflon™ 초고순도 PFA 라이닝은 금속 이온 용출과 미세 입자 탈락이 전무하며 농불산, 질산, 오존수 환경에 완벽한 내구성을 보장합니다.
- 제약 원료합성(API) 원심분리기, 필터프레스 & 건조기: 원료의약품 결정의 고액 분리 공정은 부식성 용매와 엄격한 오염 방지 기준이 요구됩니다. Everflon™ ETFE 코팅은 결정 슬러리의 심한 마모를 견뎌내며 증기 멸균을 완벽히 지원하고 FDA 21 CFR 177.1550 및 USP Class VI를 충족합니다.

5. 품질 보증, 핀홀 방전 시험 & 기술 FAQ

Everflon™ 화학공정용 코팅 소재는 ISO-9001:2015 품질 인증 시스템 아래 생산되어 완전한 로트 추적성을 제공합니다. 출하 전 모든 시공품은 NACE SP0188 / ASTM D5162 규격에 따라 고전압 스파크 방전 시험을 거치며 ISO 2808에 준거한 도막 두께 측정이 이루어집니다.

Q: Everflon™ PFA 라이닝은 기존 루즈 라이닝에서 발생하는 진공 붕괴 문제를 어떻게 해결합니까?

A: 감압이나 급격한 열 순환 시 들뜨거나 찢어지기 쉬운 열압입 루즈 시트와 달리, Everflon™의 정전 분체 도장 및 회전 성형 라이닝은 블라스트 표면 금속에 일체형으로 견고히 앵커링 결합하므로 풀 진공(-1.0 bar / 0 psia) 조건에서도 박리 없이 안정적으로 운전됩니다.

Q: 화학 설비에서 PFA 대신 ETFE를 지정해야 하는 조건은 무엇입니까?

A: PFA는 최고 사용 온도(260 °C)와 범용 내식성이 탁월하지만, 고형분 함량이 높은 마모성 슬러리, 고속 회전 원심분리기 바스켓, 심한 기계적 유체 충격이 가해지는 배관의 경우 인장 강도와 표면 경도, 내마모성이 월등한 Everflon™ ETFE가 최적의 선택입니다.

Everflon™ 첨단소재 사업부 — 화학공정산업(CPI) 엔지니어링 기술지원센터
내약품성 데이터 검토, 플랜트 용기 라이닝 사양 컨설팅 및 내식 테스트 시편 제작 지원
이메일: cpi@everflon.com | 웹사이트: www.everflon.com/chemical-processing