

이소시아네이트 고착 · 금형 파울링 및 용제 세척의 원천적 차단: 폴리우레탄 제조 공정에서의 Everflon™ 고성능 불소수지 코팅 응용

적용 분야: 반응 사출 성형(RIM), 연질 · 경질 폼, 캐스트 엘라스토머, 인테그랄 스킨, 디스펜싱 헤드 | 개발 부서: Everflon
폴리우레탄 및 고분자 가공 솔루션 사업부 | 발행일: 2026년 9월

자동차용 RIM 파시아, 시트 폼부터 광업용 캐스트 엘라스토머, 신발 밑창, 경질 단열 패널에 이르기까지 현대 폴리우레탄(PU) 제조 공정에서 강력한 화학적 부착성은 끊임없는 조업 장애 요인입니다. 고반응성 이소시아네이트(MDI, TDI 및 지방족 프리폴리머)는 금속 금형 표면과 강력한 공유 결합을 형성합니다. 기존의 외부 왁스 및 용제형 이형제는 공정 변동성을 유발하고, 표면 마감을 저하시키며, 진공 마이크로 벤트를 막고, 노동집약적인 금형 세척을 강제합니다. Everflon™ 불소수지 코팅 시스템(PTFE, FEP, PFA, ETFE)은 준영구적이며 화학적으로 불활성인 견식 필름 불소탄소 계면을 제공합니다. 고발열 경화 반응과 연마성 필러를 견디도록 설계된 Everflon™은 용제 세척을 없애고, 정교한 표면 그레인을 유지하며, 무이행(Zero-transfer) 탈형을 보장합니다.

1. 폴리우레탄의 과제: 이소시아네이트 반응성, 금형 파울링 및 화학적 부착

폴리우레탄 형성은 폴리올과 폴리이소시아네이트의 급격한 중부가 반응에 기반합니다. 이소시아네이트(-NCO) 관능기는 강한 친전자성을 가지므로 금속 산화물 및 수산기가 풍부한 금형 표면의 활성 수소 원자와 즉각적인 화학 결합을 형성합니다. 가공되지 않은 공구강, 알루미늄 주물 또는 전주 니켈 셀이 MDI 또는 TDI의 고압 충돌 스트림에 노출되면 폴리우레탄이 금형 결정 격자 위에서 직접 중합되어 제품 찢어짐과 금형 조기 열화를 초래합니다.

역사적으로 가공 업체들은 왁스, 실리콘, 휘발성 유기 화합물(VOC)을 포함하는 소모성 액체 이형제로 금형 캐비티를 적셔 이를 보완해 왔습니다. 지속적인 발열 사이클(일반적으로 120 °C ~ 180 °C 도달) 하에서 이러한 희생형 스프레이는 열적 열화를 겪습니다. 왁스와 폴리올은 단단한 바니시 층으로 중합되며, 이는 금형 파울링(Mold Buildup) 또는 우레탄 축적물로 알려져 있습니다. 이러한 축적은 스티어링 휠과 암레스트의 가죽 텍스처를 점진적으로 무더지게 하고, 중요한 배기 벤트를 막으며, 드라이아이스 세척과 같은 비용이 소요되는 가동 중단을 유발합니다. Everflon™의 소결된 불소수지 코팅은 이러한 소모성 액체를 표면 에너지가 낮은 영구 매트릭스로 대체하여 이소시아네이트 친화성을 중화하고 수만 사이클 동안 금형 캐비티를 깨끗하게 유지합니다.

결점 없는 하류 도장 및 접착을 위한 무이행(Zero-Transfer) 특성: Everflon™ 코팅은 380 °C를 초과하는 온도에서 금속 기재 위에 직접 가교 및 소결되기 때문에 유리 실리콘, 왁스 또는 이동성 스테아레이트가 폴리우레탄 제품으로 전혀 이전되지 않습니다. 제품은 화학적으로 순수한 상태로 탈형되므로 용제 탈지가 불필요하며, 인몰드 코팅(IMC), 구조용 PU 접착제 및 자동차 Class-A 탑코트에 대해 100% 밀착성을 보장합니다.

2. 폴리우레탄 가공에서 Everflon™의 핵심 엔지니어링 우수성

완벽한 이소시아네이트 비접착(화학 흡착 방지): MDI, TDI, HDI 및 아민 촉매에 대해 완전히 불활성이며 화학적 그라프팅 및 치명적인 금형 부착을 방지.	고정밀 그레인 및 텍스처 재현성: 초미세 균일 프로파일(15~35 μm)로 도포되어 미세 마이크로 텍스처, 무광 가죽 스티플링, 샤프한 디자인 라인을 충실히 구현.
금형 파울링 및 벤트 막힘 현상 제거: 캐비티 세부 구조 내 바니시 및 우레탄 스킨 형성을 방지하여 진공 마이크로 벤트를 개방 상태로 유지하고 세척 주기를 대폭 연장.	폴리올 필러에 대한 내마모성: 강화된 ETFE 및 PFA 불소수지 등급은 연마성 광물 난연제, 유리섬유, 중간료에 의한 침식을 방지.

3. 폴리우레탄 금형 및 설비용 Everflon™ 불소수지 선정 매트릭스

불소수지 등급	최고 연속 사용 온도	PU 이형 효율	핵심 엔지니어링 메커니즘	주요 폴리우레탄 적용 분야
Everflon™ PTFE	260 °C (500 °F)	탁월함	최저 동마찰, 건식 경계 윤활, 범용 내열성	항공기 엔진 부품, 연료 시스템, 화학 저장 탱크, 열교환기, 반도체 제조 장비, 의료 기기, 식품 가공 장비
Everflon™ FEP	205 °C (401 °F)	우수함	핀홀 프리 무기공 용융 필름, 점착성 캐스트 프리폴리머의 뛰어난 이형성	반도체 패키징, 고성능 코팅, 고성능 케이블, 고성능 파이프, 고성능 밸브, 고성능 펌프, 고성능 필터, 고성능 센서, 고성능 배터리, 고성능 반도체 장비, 고성능 의료 기기, 고성능 식품 가공 장비
Everflon™ PFA	260 °C (500 °F)	우수함	용융 가공성 고순도 배리어, 최고의 화학적 불활성, 고인찢김성	항공기 엔진 부품(RIM), 고성능 코팅, 고성능 파이프, 고성능 밸브, 고성능 펌프, 고성능 필터, 고성능 센서, 고성능 배터리, 고성능 반도체 장비, 고성능 의료 기기, 고성능 식품 가공 장비
Everflon™ ETFE	155 °C (311 °F)	매우 우수 (고내마모)	최고 기계적 인성, 내절단성, 연마성 슬러리 마모 내구성	항공기 엔진 부품, 고성능 코팅, 고성능 파이프, 고성능 밸브, 고성능 펌프, 고성능 필터, 고성능 센서, 고성능 배터리, 고성능 반도체 장비, 고성능 의료 기기, 고성능 식품 가공 장비

4. 핵심 폴리우레탄 서브시스템 및 산업 응용

• 반응 사출 성형(RIM) 및 구조용 PU 폼: 고압 충출 混合과 빠른 사이클 타임에는 즉각적이고 결함 없는 이형이 요구됩니다. RIM 금형 캐비티에 적용된 Everflon™ PFA 및 ETFE 코팅은 전체 사이클 샷의 80%~100%에서 액체 이형제 도포를 없애고 표면 블리스터를 방지하며 직접적인 자동차 도장을 가능하게 합니다.

• 자동차 시트, 헤드레스트 및 음향용 연결 폼: 대량 듀얼 하드니스 시트 라인에서의 희생 왁스 축적은 진공 포트를 막고 쿠션 밀도를 변화시킵니다. Everflon™ PTFE 및 FEP 연속 금형 코팅은 폼 스킨 부착을 방지하고 진공 마이크로 포어를 깨끗하게 유지하며 비용이 많이 드는 오프라인 드라이아이스 세척을 없애줍니다.

• 인테그랄 스킨 폼 (스티어링 휠, 암레스트 및 _Cab 내부): 미세 텍스처가 적용된 스티어링 휠 및 대시보드 금형은 왁스층이 축적됨에 따라 가죽 그레인 충실도가 빠르게 저하됩니다. Everflon™ 초미세 불소수지 코팅은 마이크로미터 수준의 텍스처 정의를 보존하고 일관되고 균일한 무광 표면 광택을 보장합니다.

• 캐스트 엘라스토머 (휠, 광업용 하이드로사이클론 및 스크레이퍼 블레이드): 고온에서 장기간 경화되는 고점도 TDI/MDI 프리폴리머는 스틸 및 에폭시 금형에 강하게 부착됩니다. Everflon™ FEP 및 PFA 라이닝은 깊은 언더컷이나 엘라스토머 리브를 찢지 않고 부드럽게 박리할 수 있는 매끄러운 논스틱 표면을 제공합니다.

• 연속 슬래브스톡 폼 생산 컨베이어: 연속 컨베이어에 부여지는 액체 폴올/이소시아네이트 혼합물은 측면 벽이나 하단 페이퍼 라이라인에 부착되면 안 됩니다. 고내구성 Everflon™ PTFE 함침 벨트 및 가이드 플레이트는 엣지 찢어짐 없이 꾸준히 연속적인 폼 블록 전진을 보장합니다.

• 고압 디스펜싱 헤드, 인젝터 및 믹싱 체인버: 생산 중단 시 반응 체인버와 노즐 오리피스에 가교된 우레탄 축적물로 인해 빈번히 막힙니다. Everflon™ PTFE로 내부 피스톤 보어, 밸브 및 믹싱 체인버를 코팅하면 이소시아네이트 결정화를 방지하고 균일한 샷 계량을 보장합니다.

5. 기재 야금학, 표면 전처리 및 품질 관리

Everflon™ 폴리우레탄 코팅의 금형 기재에 대한 야금학적 결합에는 정밀한 제조 공정이 요구됩니다: 단조 공구강(P20, H13), 항공우주 등급 알루미늄 합금(A7075, A6061, AlSi10Mg), 주조 에폭시 몰딩, 전주 니켈 셀에 성공적으로 적용됩니다.

Q: Everflon™은 폴리우레탄 폼 성형에서 외부 이형제를 완전히 없앨 수 있습니까?

A: 많은 연질 폼 및 캐스트 엘라스토머 기하학적 구조에서 외부 이형제를 완전히 없앨 수 있습니다. 구배각이 없는 복잡한 자동차 인테그랄 스킨 또는 고밀도 구조용 RIM 부품의 경우에도 Everflon™을 통해 무거운 페이스트 왁스에서 10~30사이에 1회 도포되는 초경량 드라이 미스트 이형제로 전환할 수 있어 화학물질 사용량을 90% 이상 줄일 수 있습니다.

Q: Everflon™ 코팅은 고온의 발열을 동반하는 PU 경화 반응 시 연화되거나 열화되니까?

A: 아니요. 완전히 경화된 Everflon™ 불소수지(PTFE, PFA, FEP)는 최대 205 °C ~ 260 °C (401 °F ~ 500 °F) 연속 사용 등급으로 설계되어 있어 폴리우레탄 반응 발열 피크(일반적으로 120 °C ~ 170 °C)를 훨씬 초과하므로 화학적 분해나 이형 성능 저하가 발생하지 않습니다.

Everflon™ 첨단소재 — 폴리우레탄 표면 엔지니어링 기술 센터
공구 타당성 평가, RIM 및 폼 몰드 시험 코팅, 마모된 금형 박리 및 재생 서비스
이메일: polyurethane@everflon.com | 웹사이트: www.everflon.com/polyurethane-coatings