



# 폴리우레탄, 폴리이소시아네 이트 및 진공

화학 산업에서의 진공 기술



그림 1: 자동차 부문에서의 폴리우레탄 응용 제품

화학 산업은 다양한 산업에 필수불가결한 원료를 제공하는 산업입니다. 예를 들어 자동차 및 엔지니어링 산업뿐만 아니라 플라스틱, 식품, 유리 및 건축 자재 산업도 화학 산업에서 생산되는 기본 화학 물질에 의존합니다. 이들 중 단연코 가장 중요한 역할을 하는 화학 물질은 폼 또는 페인트의 기초가 되는 폴리우레탄 플라스틱 또는 수지입니다. 이 물질들은 우리가 매일 사용하는 무수한 완제품에 사용됩니다. 진공 기술은 이러한 응용 분야의 대부분에 필수불가결한 요소입니다.

**폴리우레탄, 폴리이소시아네이트 및 진공**

폴리우레탄은 중부가 반응을 통해 다중 알콜(디올, 트리올 또는 폴리올) 및 폴리이소시아네이트에서 형성되는 화합물입니다. 사용된 기본 구성 성분에 따라 열경화성 플라스틱, 열가소성 플라스틱 또는 엘라스토머를 얻을 수 있으며, 이들은 각자 특성이 크게 다르기 때문에 서로 종류가 다른 많은 최종 제품에 사용할 수 있습니다.

폴리우레탄 폼은 매트리스 폼, 카펫 백킹 재료, 청소용 스폰지, 필터 재료 또는 건물 및 냉각 장치의 절연 재료로 사용됩니다. 폼 형태로 폴리우레탄은 핸들, 실내 패널, 스티어링 휠 또는 팔걸이의 부드러운 커버와 같이 차량 제작에도 사용됩니다.

코팅 및 니스의 구성 요소로서 폴리우레탄은 우수한 접착 특성과 용제, 화학 물질 및 날씨 조건에 대한 높은 내성을 특징으로 합니다. 코팅제와 니스는 바닥, 섬유, 가죽뿐만 아니라 다양한 신발류 및 자동차 내장재를 포함한 다양한 분야에서 사용됩니다. 폴리우레탄은 특히 후자의 응용 분야에서 없어서는 안 될 소재가 되었습니다.

EU에서만 보더라도 매년 2백만 톤 이상의 폴리우레탄이 생산되며, 전 세계 수요는 매년 평균 5% 씩 증가하는 추세입니다.

폴리이소시아네이트는 반응성이 높은 유기 화합물로서, 2성분 폴리우레탄의 가교제로 작용하여 코팅 및 폼을 형성합니다. 실온에서 목표를 정해 물질을 경화하면서 특수 코팅 장치를 사용하면 특정 응용 분야에 맞춰 경화 시간을 조정할 수 있습니다. 예를 들어 생산 공장에서 코팅은 필요한 경우에만 즉시 혼합해야 합니다.

**고품질 폼 생산을 위해 중간 진공 조건으로 최대 0.05 hPa가 필요합니다.**

진공 기술은 폴리이소시아네이트 생산에서 매우 중요합니다. 실제로 이소시아네이트를 생산한 후에도 다단계 중류 공정을 통해 가능한 가장 높은 농도를 보장할 수 있습니다. 이 경우 중진공, 즉 0.05 hPa 범위의 절대 압력이 필요합니다.

## 폴리소시아네이트의 생산용으로 ATEX 인증을 받은 진공 솔루션

폴리소시아네이트 MDI(메틸렌 디페닐 디이소시아네이트) 다음으로 세계에서 가장 광범위하게 생산되는 폴리소시아네이트인 TDI(2,4-톨루엔 디이소시아네이트)는 독성이 매우 강한 액체일 뿐만 아니라 증기와 공기가 혼합된 인화성 물질을 형성하기 위해 고온에서 사용할 수 있습니다. 이러한 이유 때문에 시스템 운영자는 ATEX 지침 2014/34/EU에 따라 인증을 획득하였으며 기밀도에 대한 엄격한 요구 조건을 충족하는 진공 펌핑 스테이션의 사용을 선호합니다.

공정 운영에서 품질 및 안전성의 모든 측면을 다루기 위해서는 해당 응용 분야에 특정한 요구 사항에 맞춰 정확한 구성을 해야 합니다. 첫 번째 단계에서 물질 데이터에 기초하여 각 기체의 체적 유량을 계산한 후 공정 유량을 계산합니다. 그런 다음 이 계산값들은 적절한 진공 펌프를 선택할 때 매개변수로 사용됩니다. 중요한 요구 사항에는 안전 외에도 사용된 진공 기술의 내구성 및 신뢰성이 포함됩니다.

파이퍼 베콤은 폴리소시아네이트 생산을 위한 완벽한 ATEX 인증 진공 시스템을 제공합니다. 대부분의 공정의 경우 진공 시스템에서 다단계 구성이 필요합니다. 파이퍼 베콤 전문가는 대형 독일 화학 회사를 위해 5단계 루츠 펌프와 액체 링 진공 펌프로 구성된 6단계 시스템을 개발했습니다. 공정의 다른 단계에서도 다른 기체 유입을 고려해야 합니다. 이 시스템은 고객의 사양에 따라 제작되었으며 개별적인 모든 매개변수를 충족합니다.

### CombiLine 진공 펌핑 스테이션

파이퍼 베콤은 일선 회사들이 다양한 응용 분야에서 필요한 진공 조건을 효율적이고 비용에 최적화된 방식으로 만들 수 있도록 광범위한 제품들을 기반으로 고객 맞춤형 솔루션을 제공합니다. 특히 30 hPa 미만의 압력이 필요한 화학 산업의 응용 분야에 있어서 파이퍼 베콤의 CombiLine WS가 이 분야에 이상적인 솔루션으로 자리잡았습니다.

필요한 펌핑 속도 및 작동 압력에 따라 개별적인 펌핑 단계에서 유형과 수량이 다르게 펌프를 설치할 수 있습니다. 주로 회전 날개, 스크류, 액체 링 및 기생식 루츠 펌프를 배압 펌프로 사용할 수 있습니다.

루츠 펌프는 대체로 추가 단계에서 사용되는데, 공기 냉각식(표준) 또는 기체 재순환 버전 및 다양한 재료(예: 구상 흑연 주철 또는 스테인리스강)로 제작된 펌프가 있습니다. 특정한 코팅 및 커플링 유형도 사용할 수 있으며 개별적인 요구 사항을 위해 이들을 결합할 수 있습니다. 대기 폭발 가능성이 있는 응용 분야에서는 ATEX 인증의 2G 및 3G 루츠 펌프를 사용할 수 있습니다.

### ATEX 인증 루츠 펌프

자기 커플링 덕분에 OktaLine 펌프는 ATEX에서 기밀도 인증을 받았습니다.  $1 \cdot 10^{-6}$  Pa m<sup>3</sup>/s 미만의 극도로 낮은 리크율로 구역으로의 유입 현상을 방지하기 때문에 안전을 강화할 수 있습니다. 구역으로의 유입 현상이란 실이 파손될 경우 폭발성 혼합물이 펌프에서 외부로 유출되어 폭발 위험이 외부로 확산될 수 있는 위험을 의미합니다. 시스템 운영자는 대개 외부에 폭발성 혼합물이 있을 것이라고 예상하지 않기 때문에 위험 가능성이 그만큼 커집니다. 이 리크율은 지속적으로 낮기 때문에 펌프 역시 TA 공기 기준을 준수하게 됩니다.

## 긴 정비 주기 - 운영 비용의 절감 효과

앞서 언급한 장점 외에도 자기 커플링으로 샤프트 실을 사용하지 않아도 됩니다. 샤프트 실이 있는 펌프의 경우 마찰을 통한 오일 윤활이 부족하면 과열될 수 있기 때문에 점화될 위험이 있습니다. 이 분야의 경험에 따르면 샤프트 실의 윤활용 오일 탱크가 비워지는 경우가 매우 흔한 것으로 알려졌습니다. 나아가 샤프트 실은 압력 서지 발생 시 약점이 되며 정기적으로 정비해야 합니다.

반면 OktaLine ATEX는 정비 주기가 깁니다. 그러나 자기 커플링은 정비 비용 면에서만 유리한 것은 아닙니다. 엔진 토크가 거의 손실 없이 전달되므로 작동 포인트에서의 전력 소비를 최대 20% 정도 줄일 수 있습니다. 이는 자기 커플링 방식의 액체 링 펌프에 비해 난류 유도가 현저히 낮은 비금속 격납 셀에 의해 자기적으로 결합되는 다른 펌프와 비교하면 알 수 있습니다. 공기 냉각식은 수냉식보다 필요한 에너지가 훨씬 적기 때문에 운영 비용이 대폭 절감됩니다.

비차단형 과류 밸브로 펌프를 쉽게 교체하거나 작동할 수 있습니다.

고객과의 긴밀한 회의를 통해 파이퍼 베콤 전문가는 펌프를 가능한 한 쉽게 교체하고 작동할 수 있도록 하는 비차단형 과류 밸브가 있는 ATEX 인증 루츠 펌프가 필요하다는 것을 알게 되었습니다. 어떤 경우에는 이전에 사용된 표준 버전을 ATEX 인증 루츠 펌프로 교체해야 하는 모든 응용 분야에서 주파수 변환기를 개장할 수 없었습니다. 게다가 추가 압력 측정기가 없는 경우에는 정의된 카운터 압력으로 펌프를 시동할 수도 없습니다.



그림 2: ATEX 인증 진공 펌핑 스테이션의 부품



그림 3: 폭발 가능성이 있는 환경에서 사용되는 OktaLine ATEX 루츠 펌프

표준 펌프는 차단되지 않은 과류 밸브가 장착된 새로운 ATEX 펌프로 쉽게 교체할 수 있습니다. 주파수 변환기나 압력 모니터링 장치를 설치하지 않아도 됩니다. 다시 한 번 말하면 루츠 펌프는 배압 펌프와 동시에 시작할 수 있으므로 새로운 과류 밸브가 작동상 안전뿐만 아니라 배기 시간의 단축을 보장합니다. ATEX 과류 밸브를 주파수 변환기와 함께 사용하면 인버터 고장 시에도 장애 없이 계속 작동할 수 있습니다.

주파수 제어식 드라이브는 효율을 높이는 데 적합합니다. 이로써 시스템이 항상 최적의 작동 상태에서 작동할 수 있습니다. 에너지 비용이 절감되면서 "주문형 진공"이 가능해졌습니다.

이제 기존 장치를 교체하는 것이 더 쉬워졌다 하더라도 파이프 베큘은 항상 진공 시스템의 이전 설계를 점검할 것을 권장합니다.

경험에 따르면 시간이 경과하면서 공정 흐름에서 작은 변화라도 발생하면 새로운 고려를 해야 할 수도 있습니다. 이러한 고려 방안 중 한 가지 방법으로 루츠 펌프 및 백킹 펌프의 단계적 변화를 최적화함으로써 부하와 온도를 보다 효과적으로 분산시킬 수 있습니다.

이 경우 실행 시간을 연장할 수 있습니다. 구상에서 구현에 이르기까지 파이프 베큘의 전문가는 화학 산업의 다양한 분야에 종사하는 모든 고객과 협력하면서 개별 응용 분야의 요구사항에 꼭 맞는 개별 솔루션을 개발합니다.



그림 4: 루츠 펌프의 자기 커플링

모든 데이터는 사전 통지 없이 변경될 수 있습니다. PI0472PKO (June 2019/0)