



전문가의 팁과 힌트

누출 감지 - 원리, 사용, 방식

지구 온난화, 기후 변화, 온실 효과와 같은 우리의 현대 산업화 생활양식이 환경에 커다란 영향을 줍니다. 그 결과 산업 기업들에 대한 환경 규제가 계속 커지고 있습니다. 유해 기체 및 액체의 방출은 억제되어야 하고, 냉매, 폐기물, 압축 가스의 해로운 영향은 줄여야 합니다. 이런 관점에서, 구성품의 누출 기밀성을 지정하는 산업 규제가 최근 몇 년 동안 꾸준히 증가하고 있습니다.

누출 감지로 알려진 누출 기밀성 검사는 누출 기밀성 사양을 충족시키는 데에 필수적입니다. 왜냐하면 기업들은 광범위한 누출 감지 방법을 사용해서만 이 검사를 통과할 수 있기 때문입니다. 다른 누출 기밀성 사양을 충족시키기 위하여 다양한 방법을 사용할 수 있습니다(표 1).

많은 경우에는 단순히 누출이 있음을 보여주는 정성적 검사를 수행하는 것으로 충분합니다. 그러나 특정한 품질 요구사항과 고객의 사양을 충족시켜야 할 경우 누출률을 평가할 필요가 있습니다. 이런 배경에 반하여, 대부분의 잘 알려진 누출 감지 방법은 표 1의 마지막 열에서 볼 수 있는 것처럼 배제될 수 있습니다.

정성적 누출 검사를 제공하는 데에 적합한 유일한 방법은 스니핑 추적 기체(예: 헬륨 사용)를 사용하는 누출 감지 방법과 압력 저하 및 압력 상승 방법입니다. 그러나 압력 저하 및 압력 상승 방법의 감지 한계는 $1 \cdot 10^{-3} \text{Pa m}^3/\text{s}$ 보다 더 큰 값으로 제한되어 있습니다. 그래서 더 엄격한 누출률 사양인 경우, 스니핑 또는 전체 누출 감지가 유일하고 가능한 옵션입니다. 시중에서 판매하는 전체 누출 감지기는 스니핑 프로브라 불리는 것으로, 진공 방식이나 스니핑 방식을 사용하는 옵션을 제공합니다.

방법	추적 가스	최소 감지 가능한 누출률		압력 범위	정량적 측정
		Pa·m ³ /s	g/a R134a		
거품 액체	공기 외	10 ⁻³	7 · 10 ⁻¹	과압	아니오
초음파 마이크	공기 외	10 ⁻¹	70	과압	아니오
열 전도성 누출 감지기	공기 제외 기타 기체	10 ⁻² – 10 ⁻³	10 ⁻¹ – 7	과압 및 진공	아니오
할로겐 누출 감지	할로겐 포함 물질	10 ⁻⁴ (10 ⁻⁵)	10 ⁻¹ (10 ⁻¹)	과압(진공)	제한 있음
다목적 스니핑 누출 감지기	냉각 헬륨과 기타 기체	10 ⁻⁴	10 ⁻¹	과압	예
		10 ⁻¹¹	7 · 10 ⁻⁹	진공	예
헬륨 누출 감지	헬륨	10 ⁻⁶	7 · 10 ⁻⁴	과압	예
거품 테스트	공기 외	10 ⁻²	7	과압	아니오
수압 테스트	물	10 ⁻¹	70	과압	아니오
압력 저하 테스트	공기 외	10 ⁻³	7 · 10 ⁻¹	과압	예
압력 상승 테스트	공기	10 ⁻³	7 · 10 ⁻¹	진공	예

표 1: 감지 한계와 해당 방출 수준(gram/년)이 있는 다양하고 다른 누출 감지 방법(여기서는 냉매 R 134a를 예로 들)

누출률의 정의

유럽에서 누출률을 정의하는 데에 사용되는 단위는 Pa m³/s입니다.

설명하면,

1리터의 부피로 진공화된 탱크의 압력이 1초에 1 hPa 증가할 경우, 또는 탱크가 과압인 상태에서 압력이 1초에 1 hPa 떨어질 경우, 누출률은 1 Pa m³/s입니다.

현재 한 가지 방식으로 설정된 헬륨 누출 감지기

방출을 방지하기 위하여 점점 더 제한되는 규제를 고려하여, 기체 나 액체 운반 부품에 대한 누출 기밀성 요구사항은 새어나오는 연료, 유압식 또는 변속기 오일, 또는 냉매로 인한 용인할 수 없는 환경적 영향을 멈추게 하기 위하여 강화되었습니다. 누출 기밀성 요구사항에 따라, 사용할 수 있는 다양하고 다른 테스트 방법이 있고, 그 감지 한계는 표 1에 제시되어 있습니다. 이 요구사항의 예는 다음을 포함합니다.

- 용인 가능한 최대 누출률
- 주기 시간
- 테스트 표본의 형체와 크기

최근 추적 기체로 헬륨을 사용하는 누출 감지가 누출 감지 방법으로 특화되었습니다. 다른 감지 방법과 달리, 이 공정은 최소한의 누출조차도 정량화 및 위치 찾기를 할 수 있습니다. 이렇게 하면 누출을 신속하게 찾아낼 수 있습니다. 추가로, 형체는 변할 수 있고, 생산 방법과 워크플로에 대한 개선이 이루어질 수 있습니다. 그 결과로 인한 이점은 개선된 품질, 더 높아진 생산, 그리고 생산 및 검사 비용의 절감입니다. 오늘날 사용 가능한 대부분의 추적 기체 누출 감지기는 스니핑 및 진공 누출 감지기로 사용할 수 있습니다.

헬륨을 추적 기체로 사용하는 이유

공기 중 자연스러운 헬륨 농도는 약 5 ppm에 불과합니다. 그 결과, 스니핑 테스트 시 배경에 있는 헬륨의 비율은 너무 낮아서 매우 예민한 판독을 하는 것이 가능합니다.

추적 기체로서의 헬륨의 장점 개요

- 헬륨은 모든 간격, 작은 틈 등을 통하여 침투하는 매우 작은 분자입니다.
- 헬륨을 사용하면 10⁻¹–10⁻¹² Pa m³/s의 무척 넓은 감도 스펙트럼을 커버할 수 있습니다.
- 질량 분광 분석은 무척 예민하고 매우 선택적인 감지 방법입니다.
- 빠른 측정 주기와 높은 테스트 표본 처리량은 빠른 반응 시간으로 인하여 테스트 비용을 줄여줍니다.
- 헬륨은 불활성 기체이며, 다른 물질과 화학적으로 반응하지 않습니다. 헬륨은 사용 시 해로우며, 환경 친화적이고, 식품과 약품에 첨가제로 승인되었습니다.
- 정밀하고, 표준을 준수하고, 재생 가능한 누출 감지

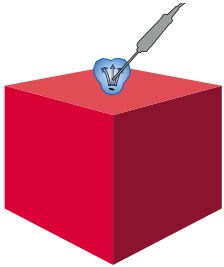


그림 1: 위치 찾기 스니핑 테스트 방법

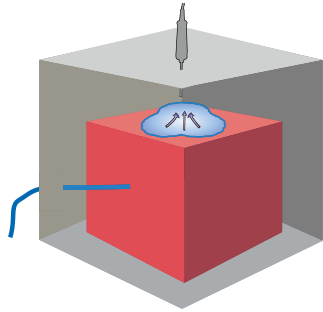


그림 2: 전체 스니핑 검사 방식(추적 테스트)

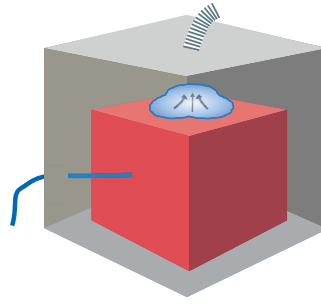


그림 3: 전체 진공 방식(추적 기체로 채워진 테스트 표본)

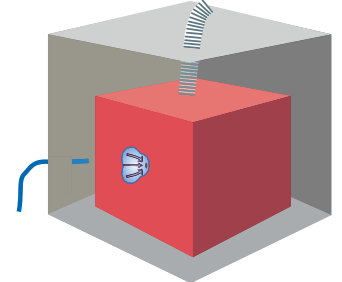


그림 4: 전체 진공 방식(추적 기체로 채워진 테스트 챔버)

스니핑 방식 개요

a) 위치 찾기 방식

위치 찾기 스니핑 방식에서, 테스트 표본은 헬륨 함유 기체 혼합물로 다시 채워집니다. 그런 다음 스니핑 프로브를 사용하여 누출 외부에서 테스트 표본을 검색합니다(그림 1 참조). 누출이 감지되면, 누출 감지기가 광학적 및 청각적 신호로 이를 알려줍니다. 그런 다음 누출이 표시되고 수리됩니다.

b) 전체 방식

전체 방식(추적 테스트 또는 에워싸는 셀에서의 스니핑 방식 포함, 그림 2 참조)에서는, 테스트 표본이 테스트 챔버의 헬륨 과압에 노출됩니다. 대기압에서, 스니핑 프로브는 테스트 표본 주위의 에워싸는 부피에서 헬륨 농도의 상승을 측정하고, 모든 누출에 대하여 테스트합니다. 그러나 이 방식을 사용하여 누출 위치를 찾는 것은 가능하지 않습니다.

스니핑 방식은 DIN EN 1779에 따라 최대 누출률이 $10^{-7} \text{ Pa m}^3 \text{ s}^{-1}$ (10^{-6} mbar l/s)보다 클 경우에 사용할 수 있습니다. 새로운 장비 기술은 이 범위를 최대 $5 \cdot 10^{-10} \text{ Pa m}^3 \text{ s}^{-1}$ ($5 \cdot 10^{-9} \text{ mbar l/s}$)으로 확장합니다.

진공 방식 개요

c) 전체 진공 방식(추적 기체로 채워진 테스트 표본)

이 방식에서, 테스트 표본은 진공실에 위치합니다. 그런 다음엔 진공화됩니다. 챔버의 압력과 비교하여 테스트 표본은 과압에서 추적 기체로 채워집니다(그림 3 참조). 이렇게 하면 가장 작은 누출도 진공 모드에서 감지될 수 있습니다. 이 방식은 전술한 누출 기밀성이 충족되도록 산업 생산에서 사용됩니다. 이것은 모든 크기의 테스트 표본과 함께 사용될 수 있습니다. 특정한 환경에서는 지정된 주기 시간과 감지 감도에 따라 테스트가 100% 헬륨으로 수행될 필요는 없습니다. 이 방식에서는 추적 기체 속에 더 낮은 헬륨 농도를 넣고 사용하여 비용을 절감할 수 있습니다. 그러나 더 낮은 추적 기체 농도는 더 긴 테스트 시간과 더 낮은 신호 강도를 유발할 수 있음을 기억해야 합니다.

d) 전체 진공 방법(추적 기체로 채워진 테스트 챔버)

이 방식은 실제 응용 분야의 사용에서 더 낮은 대기압에 노출된 테스트 표본과 함께 사용됩니다. 예를 들어, 이것은 진공실의 경우입니다. 테스트 표본은 진공화되고, 챔버에서 한정된 추적 기체 압력에서 한정된 추적 기체 농도의 영향을 받습니다(그림 4 참조). 추적 기체가 테스트 표본에 침투하자마자, 누출 감지기의 질량 분석기는 헬륨을 감지하여 광학 신호로 누출률을 알려줍니다. 누출 감지기는 청각 신호나 광학 표시 장치(빨간색/녹색)를 사용하여 한정된 최대 한계가 초과되었음을 알려줍니다.

테스트 데이터 기록

테스트 표본의 모든 테스트 데이터는 RS-485 인터페이스를 통하여 연속적인 숫자로 메인 컴퓨터에 전송되며, RS-485 인터페이스는 테스트 확인 문서를 언제든지 발행할 수 있게 해줍니다.

개별적인 경우에 적합한 테스트 방법 결정하기

응용 분야에 대한 최고의 테스트 방법은 각각의 경우 특정한 요구 사항과 매개변수에 대하여 결정되어야 합니다. 설명된 테스트 방법은 혼자 또는 진공 및 스니핑 방식의 조합으로 사용될 수 있습니다. 광범위한 누출 감지기 포트폴리오를 갖춘 파이프 베콤은 현장에서 사용 가능한 휴대용 누출 감지기와 고성능 누출 감지기 또는 다목적으로 사용 가능한 누출 감지기를 포함하여 모든 응용 분야에 대한 이상적인 솔루션을 보유하고 있습니다. 당사의 전문가들은 또한 특정한 고객 요구사항을 충족시키기 위하여 고객 맞춤형 누출 감지 시스템을 설계합니다.

언제라도 문의하십시오!

원스톱으로 제공되는 진공 솔루션

파이퍼 베콤은 전세계에 걸쳐 혁신적인 고객 맞춤형 진공 솔루션,
기술적인 완벽성, 역량 있는 조연, 신뢰성 있는 서비스를 제공합니다.

완전한 제품군

간단한 구성품에서 복잡한 구성품까지:
당사는 종합적인 제품 포트폴리오를 제공하는 유일한 진공 기술 공급업체입니다.

이론과 실재를 바탕으로 갖춰진 뛰어난 역량

당사의 노하우와 교육 기회의 포트폴리오에서 얻을 수 있는 이점!
당사는 전세계에 걸쳐 플랜트 레이아웃을 지원하고 최고의 현장 서비스를 제공합니다.

완벽한 진공 솔루션을 찾고 계
십니까 당사로 문의하십시오.

파이퍼베콤 GmbH
본사 · 독일
전화: +49 6441 802-0

www.pfeiffer-vacuum.com

PFEIFFER  **VACUUM**