



## 전문가의 팁과 힌트

### 리크 감지기의 측정 횟수 감소

기계와 시스템의 기밀도는 많은 생산 공정에서 생산 제품의 품질을 보장하는 데 매우 중요한 조건입니다. 냉장고의 냉각 회로, 차량 에어컨 하우징, 가스 탱크 또는 림과 같은 많은 기술적 최종 제품에서 리크가 발생하면 작동이 불가능해집니다.

진공에서 리크를 감지하거나 위치를 찾는 데 헬륨 리크 감지가 최적의 방법으로 자리잡았습니다. 거품 테스트나 압력 강하와 같은 종전의 방법에 비해, 헬륨 리크 감지는 정밀도가 높고 데이터를 광범위하게 제공합니다. 이로써 리크를 신뢰성 있게 찾아낼 뿐만 아니라 생산 공정을 최적화할 수 있습니다. 헬륨 리크 감지는 매우 정밀하고 정량적이고 반복 가능합니다.

리크의 존재가 의심될 경우, 시스템 사용자가 다음과 같이 신속하게 대응하는 게 매우 중요합니다. 생산상 지연이나 정지 시간을 방지하도록 가능한 한 빨리 리크를 찾아내 해결해야 합니다.

### 측정 기간의 단축

사용 중인 펌프의 펌핑 용량이 일정한 경우, 누출 감지기의 반응 시간은 챔버 부피가 늘어남에 따라 같이 늘어납니다. 측정 기간을 단축하여 결과를 신속하게 얻기 위해 다음과 같이 여러 가지 다른 측정 방법을 즉시 사용할 수 있습니다.

터보 펌프를 “부스터”로 사용함으로써 진공 시스템의 시간 상수와, 따라서 누출을 감지하는 동안의 반응 시간을 감소시킬 수 있습니다. 이를 위해 플랜지를 통해 터보 펌프를 테스트할 챔버에 직접 연결합니다. 터보펌프를 위한 배압 펌프로서 누출 감지기를 직렬로 사용합니다. 이렇게 배열하면 반응 시간을 단축할 수 있고, 신호의 시간 지연이 없어지며, 신호를 감지한 후의 신호 감소 속도가 상당히 증가합니다. 수백 리터 크기 챔버의 경우, 적당한 시간 내에 누출을 발견하기 위해 보조 펌프가 유용하며, 몇 입방미터의 경우에는 필수적입니다.

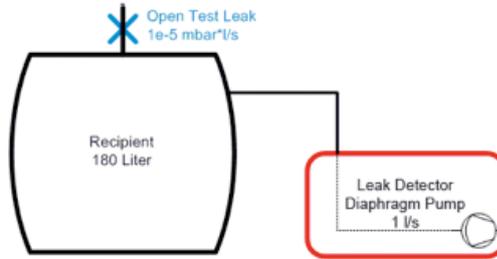
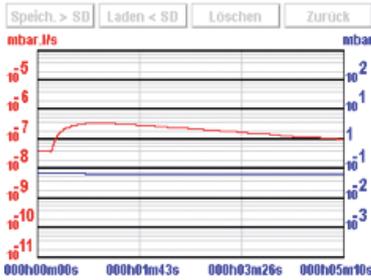


그림 1: 낮은 펌프 속도로 인한 시간 지연과 느린 신호 상승

헬륨이 누출을 통해 진공 시스템에 들어가면 들어가는 헬륨 기체 흐름은 챔버를 통해 운반되어 손실 없이 펌핑 시스템으로부터 나갑니다. 헬륨 기체 유속은 헬륨 누출 감지기를 사용하여 직접 측정할 수 있습니다. 용기가 헬륨 농도의 동적 평형값까지 차는 것은 진공 시스템의 시간 상수로 정해지는 신호 반응 시간과 함께 발생합니다. 자세한 내용은 정보 박스 또는 파이프 베컴 누출 감지 개요를 참조하십시오.

누출을 양적이 아닌 위치적으로 측정해야 하는 경우, 의심스러운 부위에만 소량의 헬륨을 짧게 분무합니다. 신호 측정은 상기와 같은 법칙을 따릅니다. 그러나 챔버 내의 테스트 기체 헬륨의 평형 농도를 조정하지 않으면 신호 상승 직후에 다시 한 번 감소가 관찰될 것입니다.

예를 살펴봅시다. 챔버는 추가 보조 펌프 없이 누출 감지기로 테스트해야 합니다. 여기서는 리크율  $1 \cdot 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  ( $1 \cdot 10^{-5} \text{ mbar} \cdot \text{l} \cdot \text{s}^{-1}$ )의 테스트 누출로 누출을 시뮬레이션하였습니다. 챔버 부피가 180리터이고 효과적인 누출 감지기 처리량이 1l/s 이면 시간 상수는 180초입니다. 그러므로 시험자는 신호가 실제 강도의 겨우 63%에 도달할 때까지 3분을 기다려야 하며 그렇게 정밀한 시간양 동안 누출 부위에 헬륨을 분무해야 합니다. 실제로, 시험자는 상당히 더 짧은 시간(당사의 예에서는 1초) 동안만 분무해도 신호 강도가 줄어듭니다. 신속하게 낮은 백그라운드로 돌아가기 위해 20초 후에 무헬륨 질소로 누출 부위를 씻어냅니다.

펌핑 속도가 낮으면 그림 2에 표시된 신호 상승이 느려져서 일시적으로 신호의 신호 지연을 보입니다. 표시된 신호 강도는 테스트 누출값보다 50배 더 작습니다. 헬륨 배경 속도에 도달할 때까지는 느린 감소도 실제 용도를 위해서는 부적당합니다. 각각의 분무 후에 시험자는 5~10분을 기다려야 그 다음 테스트를 수행할 수 있습니다.

그림 2는 신호 반응 시간의 펌핑 속도가 높은 병렬 펌핑 스테이션의 효과를 나타냅니다. 신호 상승이 상당히 급격하고, 특히 신호 감쇠 행동이 백그라운드 수준까지 빨라집니다. 그러나 신호 강도는 거의 변하지 않습니다. 펌핑 스테이션은 경쟁 펌핑 스테이션으로 작용하여 누출 감지기에 병렬로 연결되어 있기 때문에 테스트 기체의 대부분을 흡입합니다. 따라서 이 비율의 헬륨은 누출 감지기가 더 이상 감지할 수 없습니다.

그림 4는 직렬로 연결된 고진공 펌프와 누출 감지기의 신호 반응과 감쇠 행동을 나타냅니다. 터보펌프의 펌핑 속도가 높기 때문에 신호가 가능한 최단 시간에 테스트 누출의 명목값까지 상승합니다. 감쇠 행동도 상당히 가속화됩니다. 그러나 그림 2와 대비할 때 상승뿐만 아니라 감쇠 행동도 가속화되었습니다. 이제 신호 강도가 정확하게 표시되고 배경으로부터 40배 상승합니다 - 누출 감지기만으로 측정할 때 신호는 10배만 상승합니다.

결론:

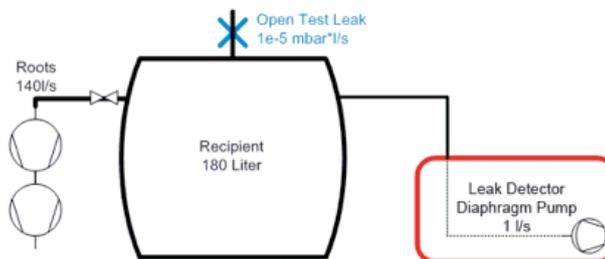
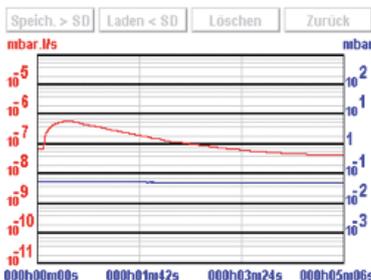


그림 2: 펌프 속도가 높은 병렬 펌핑 스테이션으로 인해 가팔라진 신호 상승

### 정보 박스

시간 상수는 진공 시스템의 부피와 펌핑 시스템의 유효 펌핑 속도에 의해 결정됩니다.

$$\tau_{63\%} = \frac{V}{S_{eff}}$$

$\tau_{63\%}$  시간 상수  
 $S_{eff}$  유효 펌핑 속도  
 $V$  테스트 대상의 부피

### 공식 1

그림 3에 표시된 일시적 증가 과정을 공식 2를 사용해 모델링할 수 있습니다.

$$q_{He}(t) = q_{He,end} \cdot [1 - e(-\frac{S_{eff} \cdot t_s}{V})]$$

$q_{He,final}$  최종값: 헬륨 누출 속도  
 $t_s$  신호 상승 시간 [s]  
 $S_{eff}$  유효 펌핑 속도 [l/s]  
 $V$  테스트 대상의 부피 [l]

### 공식 2

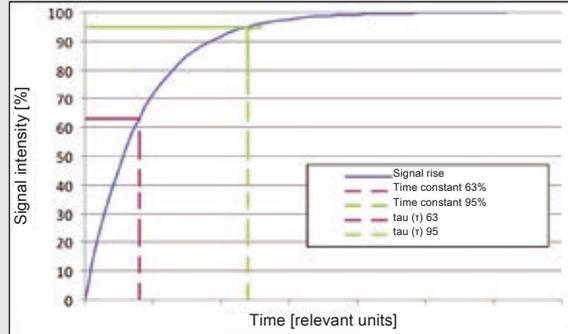


그림 3

이 과정에서는 사용된 테스트 누출의 명목값에 극히 가까워집니다. 시간 상수 길이의 3배 후에 이론적 최종값의 95%가 이미 달성되었습니다. 이 반응 시간은 헬륨을 지속적으로 공급하는 경우 관찰될 수 있습니다. 예는 저장 탱크를 사용한 테스트 누출 또는 진공 챔버에 위치한 과압 하에서 구성품의 일괄 테스트입니다.

부스터로서의 터보펌프는 누출 감지에서 다음 효과를 갖습니다.

- 신호 상승 시간이 빨라짐
- 신호 감쇠 시간이 빨라짐
- 일시적 신호 흐름이 없어짐

실제 누출 감지 과정에 요구되는 시간이 줄어드는 이외에 시스템 정지 시간 방지를 통한 절약과 생산 손실도 언급해야 합니다. 요구되는 시간과 신호 패턴을 측정하기 위해서는 테스트할 챔버에 연결될 외부 테스트 누출이 적극 권장됩니다.

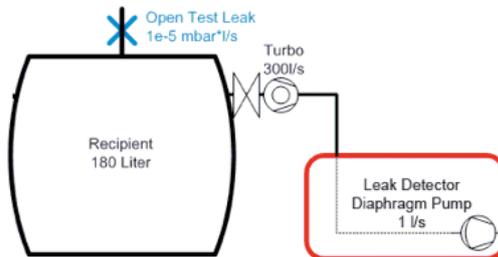
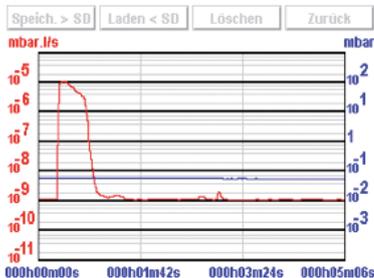


그림 4: 직렬로 연결된 고진공 펌프와 누출 감지기의 신호 반응과 감쇠 행동

## 원스톱으로 제공되는 진공 솔루션

파이버 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.

파이버베콤 GmbH  
본사 · 독일  
전화: +49 6441 802-0  
info@pfeiffer-vacuum.de

[www.pfeiffer-vacuum.com](http://www.pfeiffer-vacuum.com)

**PFEIFFER**  **VACUUM**