

# 천연 발전소로서의 태양

되어 특이하게 태양

태양열 흡수기의 효율을 높이기 위한 강력한  
진공 기술 및 신뢰할 수 있는 기밀성 제어



발전에 사용되는 태양 에너지를 논의할 때 광전지 시스템이 가장 자주 떠오르는 시스템입니다. 그러나 집광형 태양열 발전 시스템이 관심을 끄는 대안으로서 인기를 얻고 있습니다. 이러한 유형의 발전소에서는 집광기 시스템이 태양광을 집광하여 이를 흡수기 파이프에 모읍니다. 이러한 흡수기 또는 집열기의 열 전달 유체가 에너지를 발전기에 연결된 터빈으로 전달합니다.

이러한 유형의 발전소는 스페인, 미국(캘리포니아주와 애리조나주) 및 북아프리카(모로코)와 같이 직사광선이 많이 내리쬐는 지역에 설치됩니다. 최근 들어서는 이러한 발전소가 인도, 이스라엘, 아라비아 반도, 남아프리카, 호주 및 중국의 시설을 포함하여 전 세계에 널리 확대 설치되는 추세입니다.

#### 기술

다양한 집광기 기술에서는 포물선 V자형, 태양광 타워, 프레넬 반사경, 그리고 태양광 발전과 합성 가스를 둘 다 에너지원으로 사용하는 하이브리드 시스템을 사용하고 있습니다. 대부분의 설비에서는 포물선 V자형을 사용합니다. 태양열 포물선 V자형 발전소의 경우 포물선형 미러에서 반사경의 초점에 위치한 소위 흡수기인 집열기 파이프로 태양 복사를 집광합니다. 열매체 오일 또는 용융염과 같은 열전달 유체가 흡수기를 통과합니다(그림 1 참조). 흡수기가 연속적으로 연결되어 있고 이를 통해 열전달 유체가 시스템의 발전소 집열기에 있는 증기 터빈으로 전달됩니다. 발전소의 추가 집열기는 태양 복사의 갑작스러운 변동을 보상할 수 있으며 야간에도 작동이 보장됩니다.

집열기가 있는 태양열 발전소는 에너지 생산을 소비 및/또는 망부하에 맞게 조정할 수 있기 때문에 계획이 가능합니다. 이러한 방식으로 획득한 열은 펌프로 끌어내고 열교환기를 통해 증기 터빈에서 발전을 위해 사용됩니다. 포물선 V자형 기술은 여러 해에 걸쳐 품질이 입증되고 테스트를 거쳤으며, 높은 효율과 신뢰성, 비교적 낮은 발전 비용 때문에 두각을 드러내고 있습니다.

#### 진공이 필요한 이유?

### 진공은 발전소의 효율에 결정적인 역할을 합니다.

진공은 발전소의 효율성에 결정적인 역할을 합니다. 얻은 열을 잃지 않으려면, 수신기 (또는 컬렉터)를 진공 절연을 위해 비워야 합니다. 수신기는 속이 빈 유리 파이프와 내부 강철

튜브로 구성됩니다. 이 설계를 통해 유리와 강철의 다양한 열팽창 계수가 온도 변화시 유연한 벨로우즈와 균형을 이룰 수 있습니다. 열전달 강관은 일사량을 제한하지 않고 단열되어야 합니다. 이러한 유형의 진공 단열재 (Thermo jug 원리와 유사)와 햇빛의 높은 투과율을 허용하는 특수 유리를 사용하고 두 튜브에 특수 코팅을 적용하면 복사 및 대류 손실이 크게 감소합니다.

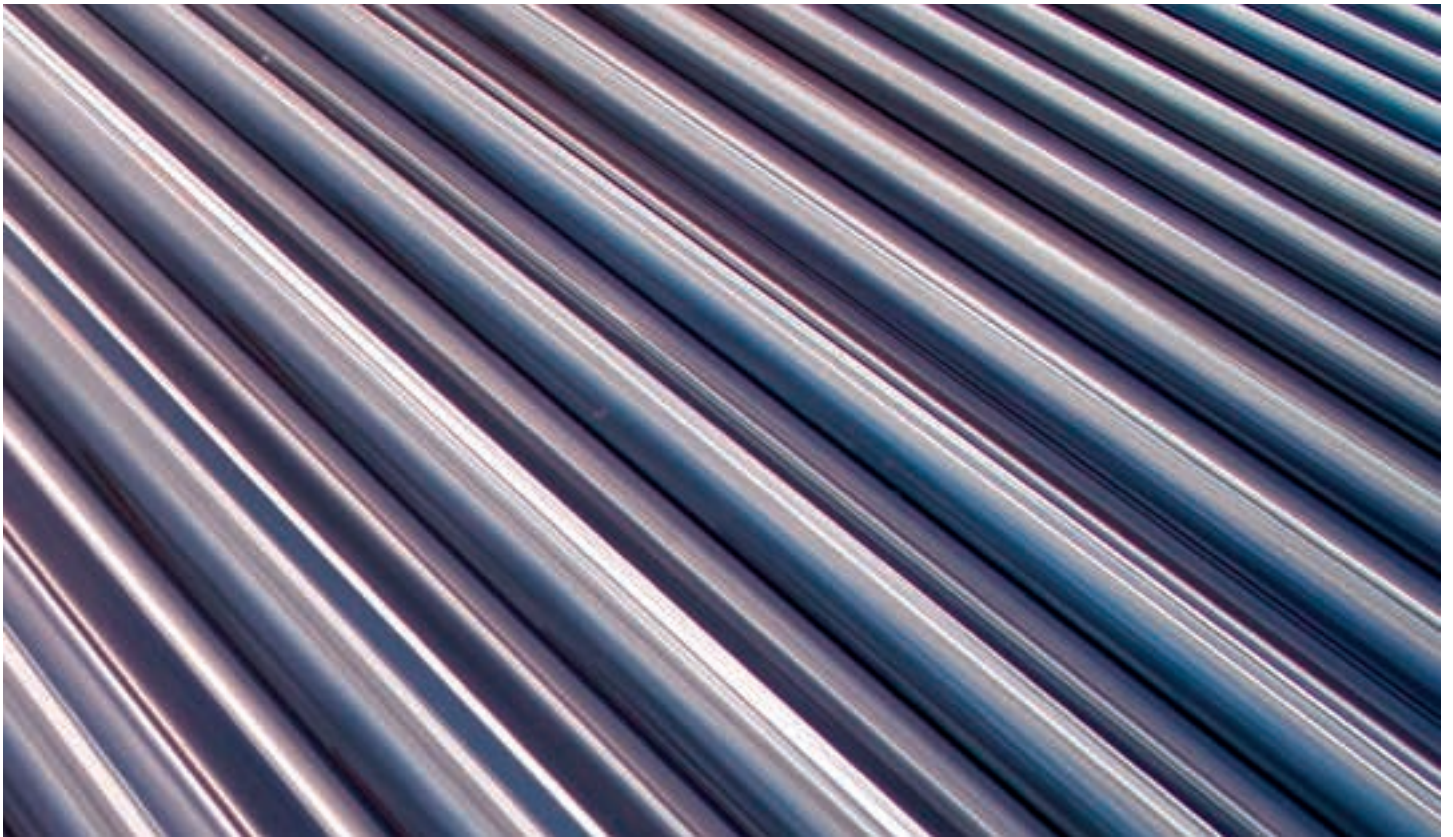


그림 1: 태양열 흡수기 탈기용 맞춤형 펌핑 카트

배기는 흡수기(일반적으로 개별 길이가 4 ~ 5 m인 구조물)가 펌핑 스테이션에 연결된 노에서 고온으로 수행됩니다. 펌프에 대한 적응은 연결 니플을 통해 이루어집니다. 진공 기술의 관점에서 볼 때, 배기 과정에서 전도도 손실을 최소화하기 위해 니플의 직경을 최대한 넓혀야 합니다. 그러나 흡수기 튜브를 밀봉하기 위해서는 여전히 유리 니플을 녹여야 합니다. 니플로 인해 유효한 펌프 속도가 제한되고 열처리 시 공정 시간이 비교적 길어지게 때문에 니플 치수를 적절히 조정해야 합니다. 이 공정 단계에서 장시간 작동하는 동안 탈착 가스 부하를 최소화하기 위해 흡수기 재질의 표면이 탈기됩니다.

### 압력이란 무엇인가?

튜브를 효과적으로 단열하기 위해서는 대류에 의해 전달되는 열을 차단해야 합니다. 열전달 매질로서 공기가 배기되면 대류의 결과로서가 아니라 대류보다 상당히 적은 양의 열을 전달하는 복사에 의해 열이 손실됩니다. 물리적으로 볼 때  $10^{-3}$  밀리바 미만의 진공에서 열이 최적으로 단열됩니다. 그 결과 흡수기가 사용 수명을 다할 때까지 지정된 압력을 유지해야 합니다. 이 밖에 실링재의 삼투, 벽에서의 탈착 또는 누출로 인한 기체 공급을 최소화해야 합니다.

흡수기에서 필요한 진공을 만들기 위해 파이프 베큘은 광범위한 진공 솔루션을 제공합니다. 특수하게 설계한 터보 펌핑 스테이션이 진공 기술을 최적화할 뿐 아니라 형태가 생산 설비에 맞게 조정되는 흡수기 파이프를 배기하는 데 사용됩니다. 그림 1은 맞춤형 펌핑 그룹의 예입니다. 진공 기술 매개변수 외에도 흡수기 튜브가 파손되거나 갑작스러운 공기 유입으로 강한 힘이 펌프에 가해진 후에도 유리 입자에 대한 저항성이 높게 유지되는가를 고려하여 구성품을 선정합니다.

### 흡수기에서 필요한 진공을 만들기 위해 파이프 베큘은 광범위한 진공 솔루션을 제공합니다.

### 리크 기밀성

흡수기 제조업체는 발전소 운영 시 효율이 유지되도록 최소 20년의 기간 동안 단열을 보장해야 합니다. 발전소의 출력, 설계, 함께 연결된 흡수기의 수량에 따라 다르긴 하지만 현장에서 흡수기를 매번 교체할 때마다 시간과 비용이 상당히 지출됩니다.

$$\text{리크율} = \frac{\text{압력 상승} \cdot \text{내부의 사용 가능한 부피}}{\text{사용 수명 기간}} \quad \text{또는} \quad Q_L = \frac{\Delta p \cdot V}{\Delta t} \left[ \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{s}} \right]$$

100% 기밀성은 기술적으로 달성할 수 없습니다. 따라서 지정된 기간에 걸쳐 압력 증가를 견디기 위해 삼투성이 얼마나 높아도 되는지, 그리고 이에 부합하여 압력이 흡수기의 전달 상태에서



리크 감지기 - ASI 35

보장된 값 미만으로 얼마나 떨어져야 하는지 분명히 밝혀야 합니다.

최대 허용 리크량 QL에 대한 요구사항은 다음과 같이 흡수기의 예정된 수명 시간[초], 최대 허용 압력 증가[Pa], 중공 유리 파이프에서 사용 가능한 체적[m<sup>3</sup>]에 따라 다릅니다.

앞서 언급했듯이 동시에 적절한 최종 압력을 달성하는 데 있어 흡수기의 형태 및 기술적인 진공 관점에서 배기를 위한 펌프 포트의 매우 좁은 연결 직경의 흐름 저항에 의해 제약을 받습니다.

고진공에서의 분자 흐름 조건이 펌프 아웃 횟수를 연장하여 압력을 떨어뜨립니다. 흡수기에 도달하는 압력은 이론적으로 계산된 압력과 생산에 적합한 허용 사이클 횟수에서 실제로 절충된 값을

제공합니다. 리크율과 최종 압력의 한계 때문에 게터 물질을 사용해야 할 경우가 있는데, 이 물질은 발생하는 기체를 바인딩하여 압력을 낮게 유지합니다. 그러나 생산 직후부터 사용 수명 내내 흡수기 내에서 단일 진공을 유지해야 하는 어려운 과제가 여전히 남습니다. 헬륨 리크 감지기에서 이러한 기밀성 요구사항을 테스트합니다. 헬륨을 사용하는 이유

헬륨은 불활성 기체로서, 이는 다른 물질과 반응하지 않는다는 것을 의미합니다. 다른 이점으로 헬륨은 독성과 폭발성이 없고 비용이 확실합니다. 즉 헬륨은 공기의 자연 구성 성분으로서 인체에 유해하지 않고 환경을 오염시키지 않습니다.

국제적으로 승인된 규정에 따른 몇 가지 방법을, 질량 분석법을 기반으로 하는 추적 가스 및 감지기 기술과 함께 사용할 수 있습니다. 이를 통해 타의 추종을 불허하는 감도 및 선택도와 함께 수월한 보정과 테스트의 높은 반복성 및 재현성을 얻을 수 있습니다.

#### 측정 방법

헬륨은 공기 중에 함유된 자연 구성 성분으로서 농도가 5 ppm입니다. 매우 정확한 측정을 위해 테스트 챔버 내의 공기 중에 잔류하는 헬륨을 배기하여 백그라운드 신호를 매우 낮게 만들어야 합니다. 최대 허용 리크량을 확실하게 감지할 수 있으려면 백그라운드 신호가 최소 정의된 기밀성 요구사항보다 5 정도는 낮아야 합니다.

헬륨 분자는 섹터 필드 질량 분석기로 감지하는데, 이는 특별히 응용 분야와 동기화한 터보 펌프로 배기합니다. 따라서 테스트 가스는 1밀리바 미만의 압력 범위에서 가능한 가장 높은 정확도와 감도로 감지할 수 있습니다.

**테스트 방향은 항상 실제 사용에 부합해야 합니다.**

#### 전체/국소 리크 감지

흡수기의 기밀성은 전체적으로 결정해야 합니다. 테스트할 흡수기의 기능에 대한 신뢰성 있는 증거는 누출의 소지가 있는 모든 지점을 감지하는 데 있어 대단히 중요합니다. 국소 리크 감지기는 수리 목적으로 삼투성 지점의 위치를 찾는 데 사용할 수 있습니다.

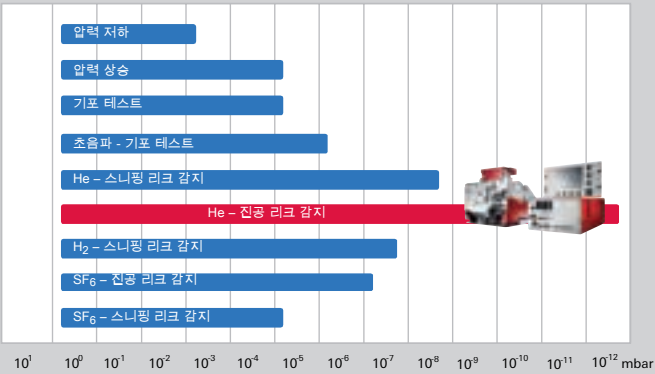
테스트 방향은 항상 실제 사용에 부합해야 합니다. 흡수기의 경우 이는 기압과 유리 파이프 내의 배기 공간 간의 압력 차이를 나타냅니다. 흡수기 파이프의 약점은 파이프 양쪽 끝의 유리-금속 접합부입니다. 전체 리크 감지의 경우 정의된 헬륨 농도로 충전하기 위한 챔버는 파이프 끝을 조정하여 만듭니다. 이러한 조정은 산업용에서는 완전 자동이어야 하며 헬륨 테스트 가스가 정의된 응용 분야에서는 필수적입니다. 리크 테스트는 프로세스에서 준수해야 할 압력 및 농도가 모두 정의되어 있는 ISO 20485에 따라 실시해야 합니다.



로터리 베인 펌프 - DuoLine

### 리크율의 결정

오늘날의 품질 표준에 따라 산업 생산 과정에서 100%의 리크율 테스트가 필요합니다. 실제 산업 현장에서는 다음과 같이 리크율을 결정하는 데 여러 가지 다른 방법들이 자리를 잡았습니다.



10<sup>-6</sup> mbar l/s 미만 범위의 리크율은 헬륨 리크 감지기를 사용할 때만 확실히 결정할 수 있습니다.

### 요약

태양열 흡수기 튜브의 배기는 진공 요구사항과 유리 가공 기술 간의 절충안입니다. 유리가 파손될 경우에 대비하여 견고성이 높고 높은 수준의 보호 기능이 필요한 동시에 최적의 진공 성능을 제공하기 위해 전용 펌핑 카트를 사용합니다.

생산 과정에서 흡수기의 기밀성 테스트는 아주 어려운 문제입니다. 현대적인 생산 라인에 통합하기 위해 산업용 리크 감지 시스템을 계획할 때 프로세스의 일관성 및 신뢰성은 완전 자동화 시스템을 통해서만 획득할 수 있습니다. 고품질 요구사항을 충족하고 재현성이 높은 결과를 얻으려면 복잡한 물리적 매개변수를 고려해야 합니다.

파이퍼 베콤에서는 필요한 시스템에 대한 컨설팅과 계획을 지원하고 헬륨 리크 감지 테스트를 위한 특별한 고객맞춤형 진공 솔루션과 개별 생산 단계에서 완전한 진공 기술을 제공합니다.

흡수기 파이프 테스트 시스템을 기술적으로 구현할 때 마주치는 어려운 문제는 생산에 기반한 테스트의 사이클 횟수를 조정하는 일과 진공 관점에서 테스트 대상의 형상이 까다롭고 펌프 시스템 및 테스트 조건에 맞게 조정하는 데 있습니다. 이 밖에 예를 들어 스위칭 밸브 때문에 발생하는 흡수기 물질의 리크 감지 효과 및 불감 부피의 감도를 고려해야 합니다.

## 원스톱으로 제공되는 진공 솔루션

파이퍼 베콤은 전세계에 걸쳐 혁신적인 고객 맞춤형 진공 솔루션, 기술적인 완벽성, 역량 있는 조업, 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](http://www.pfeiffer-vacuum.com)



Follow us on social media  
#pfeiffervacuum

**PFEIFFER**  **VACUUM**