



## 전문가의 팁과 힌트

### 터보 펌프의 압축비 정의, 계산 및 데이터의 사용

압축비란 일반적으로 펌프의 인입 압력에 대한 배출 압력의 비입니다. 특히 터보분자 펌프의 경우, 고진공 플랜지에서 측정된 압력에 대한 전진공 플랜지에서 측정된 압력의 비입니다.

#### 압축비의 정의

압축비는 일반적으로 펌프 내에 기체 처리량이 없는 상태에서 결정됩니다. 이것은 지수 "0"으로 식별되는 제로 처리량으로 알려져 있습니다. 그러므로 터보 펌프에 대한 설명서와 기술 데이터에서 압축비는 일반적으로  $K_0$ 으로 지칭됩니다. 터보 펌프의 압축비는 사실상 전진공 라인 안으로 기체를 점진적으로 도입해 배압을 증가시키므로써 측정하되 뒤이은 고진공 압력도 측정합니다.

$$K = \frac{p_{VV}}{p_{HV}}$$

$p_{VV}$  = 전진공 플랜지에서의 압력  
 $p_{HV}$  = 고진공 플랜지에서의 압력

#### 공식 F1: 압축비의 계산

압축비는 몇 가지 요인에 따라 달라집니다. 가장 중요한 요인은 기체 종류와 터보 펌프의 설계입니다. 터보 펌프의 펌핑 작용은 고진공 쪽으로부터 전진공 쪽으로 흐르는 기체 입자가 그 반대 쪽으로 흐르는 기체 입자보다 더 많다는 사실에 근거합니다. 이것은 로터 블레이드를 급속 회전시켜 입자의 목표 가속화로 달성됩니다. 기체가 가벼울수록 분자 운동이 더 빠릅니다(표 1 참조).

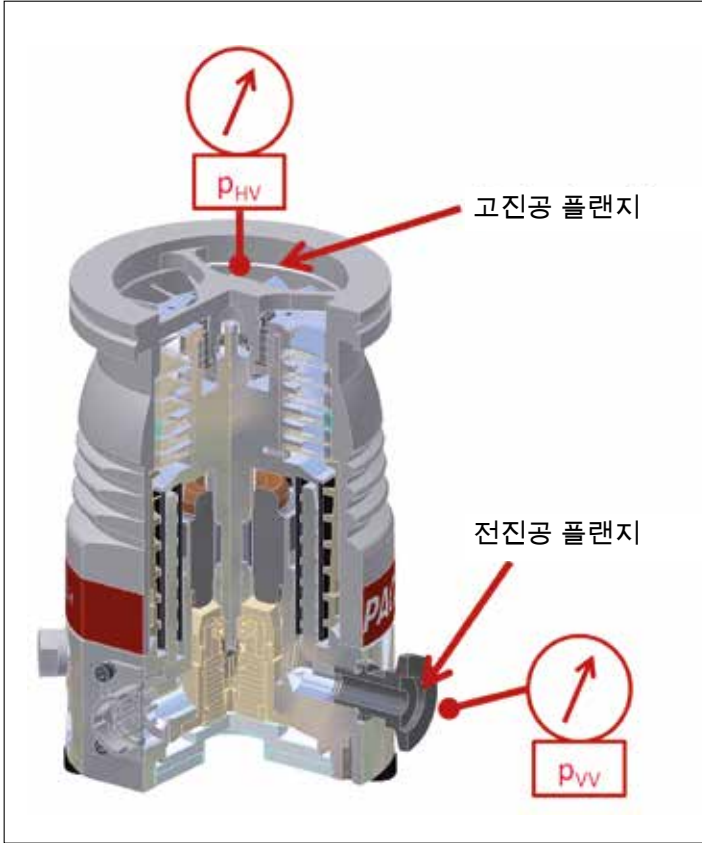


그림 1: 터보펌프의 단면도

그러므로 고진공 쪽으로 향하는 역류 속도는 기체 분자가 무거운 경우보다 분자가 가벼운 경우에 더 빠릅니다. 기체 분자가 가벼운 경우, 그 결과 고진공 측에

기체 입자가 그만큼 더 많이 존재합니다. 그에 따라 압력이 그만큼 높고 압축비는 그만큼 낮습니다(그림 2 참조).

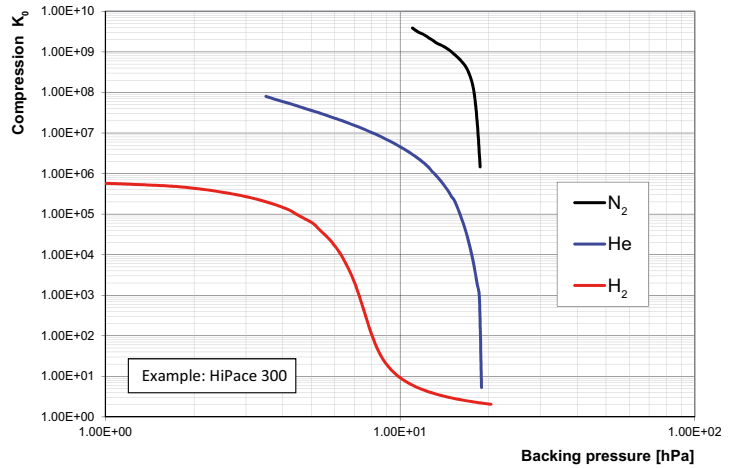


그림 2: 압축비의 기체 종류 의존성

첨단 터보 펌프의 경우, 일반적으로 몇 가지 펌핑 원리가 조합되어 있습니다. 모든 터보 펌프에는 터보 펌핑 단계가 공통적입니다. 터보 펌핑 단계는 펌프의 고진공 플랜지를 들여다 보면 알 수 있습니다. 모습이 터빈과 유사하여 이 펌프에 터보란 이름이 붙었습니다. 압축비를 늘리기 위해 종종 터보 단계의 하류에서 펌핑 단계를 사용합니다. 펌핑 원리는 제조업체에 따라 다릅니다. "Holweck", "Gaede" 또는 "Siegbahn" 단계로 알려진 여러 단계가 있습니다. 드문 경우지만, 측면 채널 단계도 사용됩니다. 이 모든 단계들은 헬륨 기체를 예로 든 그림 4에 표시되어 있듯이 특히 그냥 터보 단계보다 더 높은 압력 범위에서 가벼운 기체를 더욱 효과적으로 펌핑합니다. 이 기체의 경우 파이프 베큘의 HiPace 터보 펌프에서 볼 수 있는 Holweck 단계의 압축비가 뛰어납니다.

기체	몰 질량 [g/mol]	평균 속도 [m/s]	마하수
H <sub>2</sub>	2	1,762	5.3
He	4	1,246	3.7
H <sub>2</sub> O	18	587	1.8
N <sub>2</sub>	28	471	1.4
공기	29	463	1.4
Ar	40	394	1.2
CO <sub>2</sub>	44	376	1.1

표 1: 다양한 기체의 몰 질량 및 평균 속도

### 데이터의 해석 및 사용

가장 중요한 타입의 기체들(일반적으로 질소, 아르곤, 헬륨 및 수소)의 압축비  $K_0$ 은 펌프의 카탈로그 데이터에 속하며 분명히 기술 데이터에서 발견할 수 있습니다.

압축비가 높을수록 고진공 쪽의 최종 압력이 더 낮을 것을 예상해야 합니다. 이것을 설명하는 가장 쉬운 방법은 예를 드는 것입니다.

HiPace 300 타입 터보분자 펌프의 경우 헬륨에 대한 압축비  $K_0$ 은  $1 \cdot 10^8$  이상입니다. 최종 압력이 0.1 hPa인 배압 펌프, 예를 들어 회전 날개 펌프를 사용하는 경우, 공식 F1의 순서를 바꾸면 이론적 최종 압력은  $1 \cdot 10^{-9}$  hPa 미만이 됩니다.

$$p_{HV} = \frac{p_{VV}}{K_0} = \frac{1 \cdot 10^{-1}}{1 \cdot 10^8} [hPa] = 1 \cdot 10^{-9} [hPa]$$

그러나 실제로는 실을 통해 기체 분자가 스며드는데 챔버 벽에 의해 탈착되기 때문에 이러한 압력에 도달하기 힘들며, 항상 펌프를 통과하는 기체 흐름이 있습니다. 그럼에도 불구하고 압축비가 높은 터보 펌프는 압축비가 낮은 터보 펌프보다 상당히 더 낮은 최종 압력에 도달할 수 있습니다.

당사는 귀하가 특정한 응용분야에 사용할 진공 솔루션을 최적화하는 데 있어 귀하를 기꺼이 지원하고자 합니다. 자세한 내용은 다음 주소로 당사에 문의하십시오.

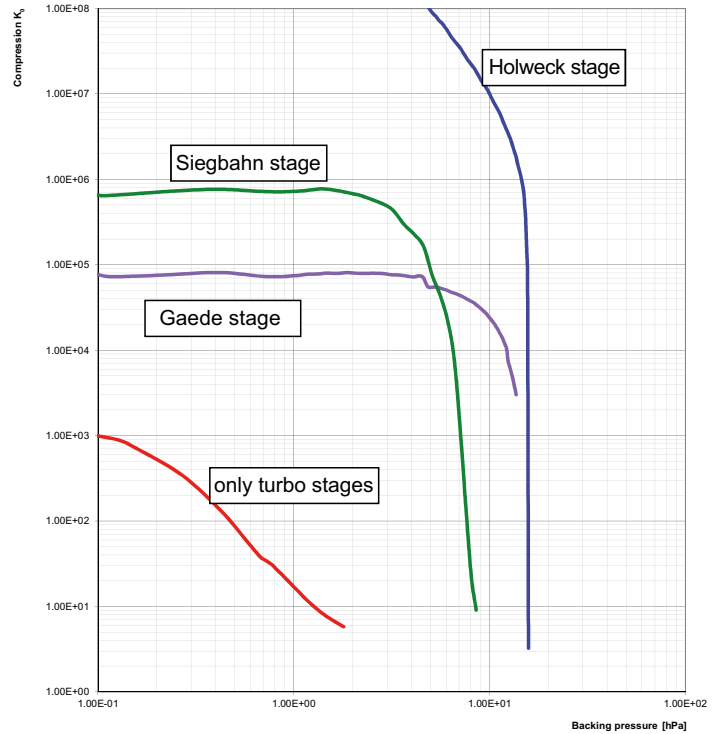


그림 4: 다양한 펌프 원리의 헬륨 압축 비교

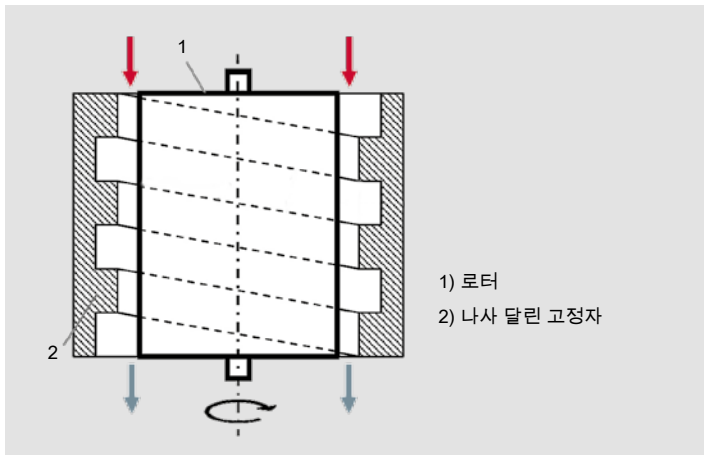


그림 3: 압축비가 우수한 Holweck 단계의 작동 원리

## 원스톱으로 제공되는 진공 솔루션

파이버 베콤은 전세계에 걸쳐 혁신적인 고객 맞춤형 진공 솔루션,  
기술적인 완벽성, 역량 있는 조언, 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)