



전문가의 팁과 힌트

허누출: 형성, 감지 및 방지

허누출이란 “외관상(실제가 아닌) 누출로서 소재의 표면이나 덩어리로부터 또는 시스템 내에 부분적으로 갇힌 부피로부터 흡수되거나 폐색된 기체가 천천히 방출됨으로써 야기됩니다. 위의 정의에서 중요한 요소는 느린 기체 방출입니다. 이것은 분명히 허누출의 효과를 펌핑 과정을 지연시키거나 원하는 기체 압력에 도달하는 시간을 상당히 연장시키는 기체원으로 파악하는 것입니다. 허누출로 인한 기체 유속은 진공 챔버의 갇힌 기체 저장 탱크와 자유 부피 사이의 누출 채널의 크기에 의해 결정됩니다. 채널이 매우 작으면 채널의 흐름 저항이 높기 때문에 갇힌 기체가 매우 느리게 방출됩니다. 그 결과 챔버의 펌프 다운 시간을 대폭 연장할 수 있습니다. 진공 시스템을 반복적으로 배기하면 기체 저장 탱크가 스스로 반복 보충될 수 있습니다. 이 효과는 펌핑이 일어날 때마다 반복됩니다. 펌프 자체는 탈기체율에 영향을 미치지 않습니다. 공동으로부터의 누출율(단위: mbar·l/s)은 펌프에 의해 추출되는 기체와 평형을 이룹니다. 즉, 펌핑 속도(l/s)에 실제 압력(mbar)을 곱한 것입니다.

밀폐된 기체 부피를 통한 허누출의 형성

기체 부피 막힘은 진공 챔버 생산시 접합 공정에서 발생할 수 있습니다. 진공 용기의 벽을 바닥판에 맞대기 용접해야 하는 경우, 경험이 없는 설계자는 종종 더블필렛 용접을 지정합니다(그림 1 참조). 이때 두 용접 사이에 기체가 갇히게 되는 위험이 따릅니다. 진공쪽의 용접 이음이 조밀하지 않으면 갇힌 기체가 진공 챔버 내부로 퍼질 것입니다.

확산은 갇힌 기체 부피와 챔버 내부 부피 사이의 작은 기공들의 흐름 저항이 높기 때문에 느리게 발생할 것입니다. 만약 그와 동시에 바깥 용접 이음이 조밀하면 헬륨 누출 감지기를 사용하여 누출 위치를 찾을 방법이 없습니다. 그러므로 대기쪽에서 접근 가능한 용접은 연속적이지는 않지만 방해되거나 그 후에 스팟 드릴됩니다.

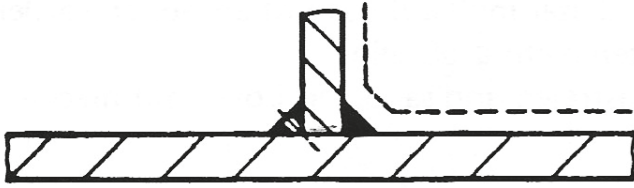


그림 1: 더블플랫 용접 (출처: Jobst H. Kerspe 외, Vakuumentchnik in der industriellen Praxis, expert-Verlag) [산업 실행에서의 진공 기술]. 진공쪽은 파선으로 표시되어 있습니다.

같은 이유로 CF 플랜지에는 누출 감지 홈이 제공됩니다. 일반적으로 실의 직렬 연결은 항상 허누출 위험성을 제기한다고 말할 수 있습니다. 안쪽 실은 진공 관련 실이고, 바깥쪽 실은 공동을 둘러싸서 누출 감지에 사용되는 헬륨이 관련 실에 도달하는 것을 막습니다.

앞서 누출 채널의 크기가 탈기체율을 결정한다고 언급한 바 있습니다. 일반적인 예는 기체가 진공 챔버 벽의 나사산을 통해 블라인드 홀로부터 빠져나갈 때입니다. 블라인드 홀 또는 삽관형 나사의 배출구를 이용하여 블라인드 홀의 기체 누출을 가속화할 수 있습니다. 그러나 구멍이 있으면 코어가 약화되어 베어링 능력이 줄어듭니다. 형체가 허용하는 경우 배출구를 측면으로부터 나사산 비가공 부분 안으로 만들 수 있습니다.

챔버에 설치하는 경우 챔버 벽에 나사산을 뚫는 대신 이미 배출 홈이 있는 나사산 슬리브를 챔버 벽에 용접해도 됩니다.

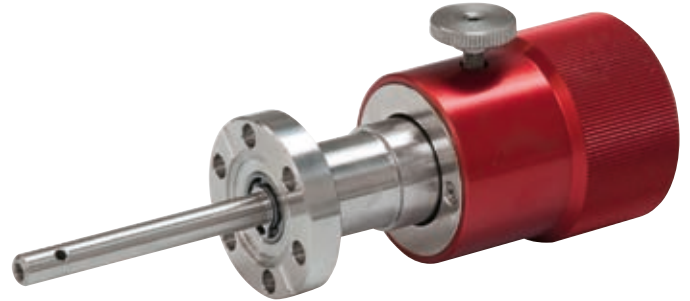


그림 3: 로터리 피드스루의 샤프트쪽은 옆 배출구가 있는 내부 나사산입니다

클램핑 링을 최대한 조여 개스킷을 찌그러뜨리면 가끔 두 플랜지 사이의 간극 때문에 허누출이 발생합니다.

침투 기체 흐름을 최소화하기 위해 챔버 실에 종종 더블립 실이 사용됩니다. 그러나 안쪽 실에 누출이 있으면 허누출이 발생합니다. 더블 오링들 사이의 오링과 진공 연결 뒤의 죽은 부피에서 기체를 빼기 위한 해결책이 있습니다. 홈이 있으면 갇힌 기체를 펌핑해 내고, 두 실 각각에 대한 헬륨 누출 감지를 개별적으로 수행할 수 있습니다.

지금까지 밀폐된 부피에 위치한 기체에 대해서만 설명하였습니다. 수증기가 허누출에 갇혀 있는 경우, 위의 허누출 효과, 즉, 펌프다운 시간 연장과 원하는 기저 압력의 달성 지연이 더욱 뚜렷해집니다. 이는 진공 챔버 내부의 냉각수 파이프에서 달아나는 습한 주변 공기 또는 물을 빼낼 때 발생할 수 있습니다. 수증기는 허누출로부터 달아난 후 진공 챔버의 최저 냉점에서 축적되어 표면에 강하게 붙지 않는 질소, 산소 또는 아르곤 같은 대기 기체보다 펌핑다운하기가 더욱 어려워집니다.

허누출을 감지하기 위해 다음과 같이 트릭을 사용할 수 있습니다. 불활성 기체의 통풍으로 허누출 위치를 찾아낼 수 없더라도, 진공 시스템에 질량 분석기가 장착된 경우 관련 질량에서 이온 전류의 증가를 통해 이를 감지할 수 있습니다. 예를 들어 헬륨의 통풍 후 허누출이 있는 챔버에서 기체를 빼면 4u라는 강한 신호가 발생하면서 허누출의 존재를 드러냅니다.

아르곤으로 배출하면 사용자는 진공 공정을 생략할 수 있습니다. 이 때 불활성 기체는 습도와 산소와 간섭하지 않습니다. 예를 들어 아르곤이 공정 기체로 종종 사용되는 스퍼터링 공정이 포함됩니다.

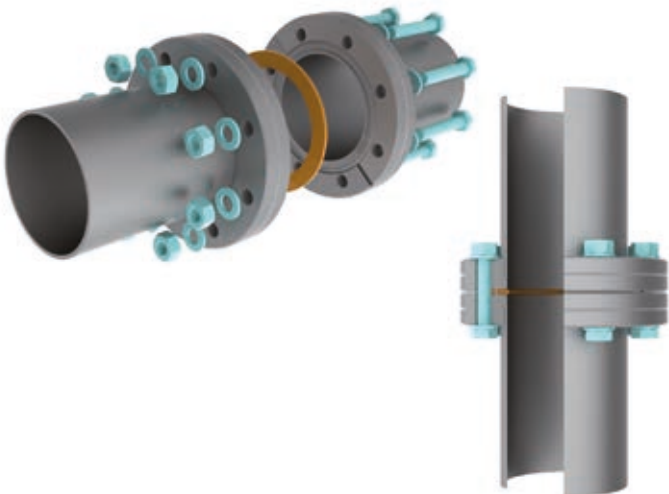


그림 2: CF 누출 감지 홈은 플랜지 표면과 구리 개스킷 사이의 정교되지 않은 밀봉 부피를 엮니다

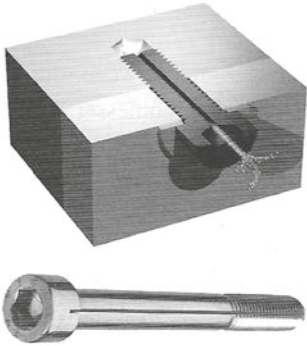


그림 4: 기체 배출구의 나사 (출처: Karl Jousten (출판물) 진공 기술 편람, 11. 판, Vieweg & Teubner Verlag Wiesbaden, 2013).



그림 6: ISO-K 연결을 위한 센터링 링과 바깥 지지 링에는 긴 구멍이 나 있어서 환기가 됩니다.

부착 기체를 통한 허누출의 발생

현재까지 갇힌 기체만 고려되어 왔습니다. 상기 정의에 따르면 기체는 표면에 단단히 붙거나 소재 내에 저장될 수도 있습니다. 설치되는 부품의 청결도 이외에 소재 선택이 전체 시스템의 탈기체 특성에 영향을 미칩니다.

진공 기술에 사용되는 밀봉 소재와 장비는 가벼운 기체, 특히 수소, 물, 공기와 용제 잔류물을 저장합니다. 방출은 부피를 통한 표면 확산에 의해 결정됩니다. 이러한 소재의 부피는 작게 유지되어야 합니다.

일부 소재는 스스로 기체상으로 진입합니다. 이 증기압은 온도에 크게 의존합니다.

그리스, 오일 또는 물 같은 액체의 경우, 상온에서도 지배적 기체 원인으로 전환될 수 있습니다. 예를 들어 금속의 경우, 아연이 높은 증기압을 보입니다. 따라서 고체 물질은 물론 용접 와이어 또는 땀납에서 이를 피해야 합니다.

알루미늄은 언제나 표면에 수동적인 산화물 층을 갖습니다. 처리되지 않은(원시) 알루미늄의 경우, 이 층은 몇 나노미터 두께일 뿐이며 완전히 조밀합니다. 양극 산화처리를 통해 이 층을 몇 십 마이크로미터 두께로 두껍게 할 수 있습니다. 이로써 경도를 상당히 개선할 수 있습니다. 그러나 이 양극 산화처리된 층은 기공이 매우 많아 종종 허누출을 형성하며 이런 이유로 진공 시스템에서 산화처리 층은 종종 생략됩니다.

세라믹은 제조 공정에 따라 80 ~ 99%의 유효 밀도에 도달하는 소결 산화물입니다. 기공 가능성이라는 취약점은 일반적으로 양호한 가열 탈기체 처리 속성으로 보상됩니다.

금속과 유리는 일반적으로 조밀하지만 표면에서 기체를 흡착합니다. 초고진공에서 이것은 모든 다른 허누출 및 실누출이 제거되면 지배적 기체원이 됩니다. 요약하면 진공 챔버를 설계 및 제작하거나 설치물을 통합할 때에도 허누출을 방지하기 위해 극히 주의해야 합니다.

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

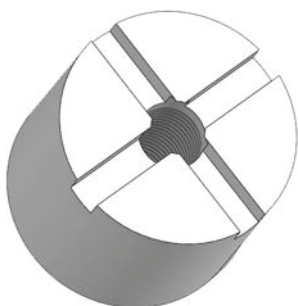


그림 5: 나사산 슬리브와 가공된 배출 홈

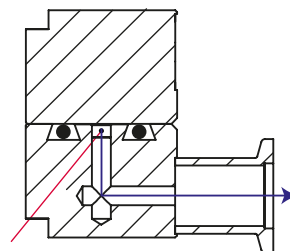


그림 7: 더블 오링 실과 단간 펌프

원스톱으로 제공되는 진공 솔루션

파이퍼 베큘은 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.

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

www.pfeiffer-vacuum.com