



전문가의 팁과 힌트

터보 펌프를 사용할 때 발생하는 일반적인 오류 및 이를 방지하는 방법

최상의 가격으로 구입할 수 있는 이상적인 진공 솔루션이 주요한 의사결정 기준이 되는 경우가 많습니다. 그러나 이 사실은 비용 문제 때문에 완전히 최적화되지 않은 펌프 솔루션을 선택하고, 결국 가동 시간이 줄어들고 정비 비용이 늘어나는 결과를 초래할 수 있는 결정이 되고 마는 위험을 제기합니다. 신뢰성 있는 진공 펌프와 해당 부속품은 물론 감도가 우수한 모니터링 및 작동 모드를 선택할 경우, 장기적으로 볼 때 비용만큼 절약됩니다.

터보 펌프를 선택하여 운영하면 상당한 오류를 저지를 경우가 거의 없습니다. 이러한 오류들은 개별 펌프 타입에 유효한 특정 매개변수를 고려하면 쉽게 방지할 수 있습니다. 다음에서는 일반적으로 사용되는 터보 펌프의 작업, 장비 선택 및 정비에 대한 이해와 가장 중요 정보를 제시합니다.

터보 펌프 – 강력하고 신뢰성 있는 펌프

터보 펌프는 고진공에서 초고진공까지 있으며 필수적으로 회전자와 고정자로 구성되어 있습니다. 회전하는 회전자 디스크와 고정된 고정자 디스크가 특정 압축비를 발생시키는 펌프 스테이지를 만듭니다.

자체적으로 압축 효과를 증대시키는 다중 펌핑 단계를 연속적으로 켜면 최대 10^{13} 의 높은 압축비에 도달합니다. 예를 들어 현대 펌프는 배압 측면에서 압축에 영향을 주지 않고 터보 단계 수를 감소시키는 홀백 단계를 사용합니다. 동시에 허용되는 전방선 압력이 30 hPa 이상으로 증가합니다. 이와 함께 배압 펌프의 크기가 대폭 줄어들어 처음으로 다이어프램 펌프를 배압 펌프로 사용할 수 있습니다.



그림 1: 터보 펌프를 올바르게 설치해야 안전하게 작동할 수 있습니다.

좁은 간격이 퇴적물, 기계적 손상 및 막힘을 유도할 수 있기 때문에 추가 압력 단계가 없는 터보 펌프를 응축, 승화 및 입자 형성을 하기 쉬운 공정에 사용해야 합니다.

전진공 압력 – 안전한 펌프 작동을 위한 모니터링

추가 압력 단계가 있는 펌프의 경우 전진공 압력이 30 hPa 이상으로 올라갈 수 있습니다. 순수한 터보 단계가 있는 펌프의 경우 최대 전진공 압력은 2 ~ 3 hPa이지만 예를 들어 질소 2 hPa 및 수소 0.5 hPa인 경우처럼 펌핑 기체에 따라 달라집니다.

제조업체에서 지정한 최대 압력을 초과하면 펌프 과열로 인하여 베어링 손상 그리고 극단적인 경우 전체적인 고장이 발생할 수 있습니다. 이 경우 기체 마찰이 너무 높게 올라가고 그 결과로 만들어진 추가 압력 열이 방산될 수 없습니다. 베어링과 회전자 온도를 모니터링하지 않는 펌프의 경우 이는 특히 중요하고, 많은 경우 회피할 수 없습니다. 최종 압력이 2 ~ 5 hPa 사이인 다이어프램 펌프를 사용할 경우, 경계 영역 근처에 있는 장비를 조작할 수 있습니다.

다이어프램 펌프를 제외하고 건식 펌프에는 배출 밸브가 없습니다. 배압 펌프가 고장나면, 공정 챔버가 배압 측면에서 환기됩니다. 갑자기 큰 챔버를 환기하면 하우징 내에서 소위 헬리콥터 효과로 인해 터보 회전자가 손상될 수 있습니다. 터보 펌프를 보호하기 위해 파이프 베큘은 배압 펌프나 전진공 압력이 실패하는 경우 챔버에 불리한 배기 라인을 즉시 차단하는 데 사용되는 안전 밸브를 제공합니다.

폐쇄 시간은 그에 부응하여 짧아야 합니다. 전방 압력 측정이 가능한 경우, 압력 상승 또는 배압 펌프의 고장 신호를 사용하여 밸브를 제어하고 작동할 수 있습니다.

배기 라인 치수 측정

부정적인 전도값으로 인해 펌프 속도가 크게 손실될 수 있으므로 펌프의 공칭 크기 내에 배기 라인과 밸브 설치가 권장됩니다.

아래는 직경 25 mm와 길이 100 mm의 유입구 라인에서 전도도 수치 손실의 영향을 보여주기 위해 약간 과장된 예시입니다.

공칭 펌프 속도가 다음과 같은 터보 펌프의 효과적인 펌프 속도:

60 l/s: 10 l/s

5000 l/s: 14 l/s

그림과 같이 80배나 큰 터보 펌프는 단지 40%만 높은 펌프 속도를 만들어냅니다.

고진공 및 전진공 연결

펌프의 고진공 플랜지가 수용기에 연결된 경우, 전방선이 굳게 연결되었으면 이를 유연하게 해야 합니다. 펌프 케이스가 가열되면 확장할 수 없습니다. 그러면 소재가 적절하지 않은 응력을 받게 됩니다. 굳게 연결된 상태에서는 회전자가 자유롭게 움직일 수 없고 남은 최소 불균형이 시간이 흐름에 따라 베어링 고장으로 이어지고 회전자 손상을 초래할 수 있습니다.

터보 펌프는 저진동 작동 및 최적의 베어링 내구성을 보장하도록 균형잡혀 있습니다. 정상적인 시작 시, 회전자 동역학에 따라 터보 펌프가 특정 공명 진동수를 보일 수 있습니다.

이러한 진동수가 진공실, 프레임 또는 전체 시스템의 고유 주파수를 자극하는 경우 주파수 진폭을 크게 증가시킬 수 있습니다. 이러한 진동수에 펌프가 심하게 진동하고 큰 소리를 낼 수 있습니다. 이러한 진동수 영역에서 가동하면 회전자 손상의 위험이 있고 장비나 진동에 민감한 내장 구성품에 손상을 줄 수 있습니다. 자기 베어링이 있는 터보 펌프도 예외가 아닙니다.

그러므로 시스템의 고유 주파수를 알아내고 펌프 제조업체에 이 값을 알려주는 게 좋습니다. 강화, 추가 중량 및 설계 변경으로 진동을 방지할 수 있습니다.

안전하게 고진공 플랜지/진공실 연결하기

터보 펌프, 특히 자기 베어링과 1000 l/s 보다 큰 벨-회전자 설계가 있는 터보 펌프는 정상 속도에서 토크가 높습니다. 이 펌프는 회전자가 충돌할 때 1000분의 1초 이내에 고장날 수 있습니다. 챔버를 적절하지 않게 배치하거나 터보 펌프를 챔버에 직접 장착하면, 챔버가 변형될 수 있습니다. 최악의 경우, 터보 펌프가 비틀어지거나 심지어 챔퍼 플랜지에서 떨어져 나올 수 있습니다.

최근 몇 년 동안, 충돌 테스트와 방지 분석으로 펌프 하우징과 유입구 플랜지에 가해지는 모멘트와 힘을 식별하고 테스트했습니다. 챔버에 플랜지 연결은 이상적으로 ISO-F 또는 CF-F에서 수행되어야 한다는 점이 확인되었습니다. ISO-F 플랜지가 있는 펌프가 돌아가는 것은 긴 구멍이 있는 구멍에 의해 그리고 장착 나사가 있는 ISO-CF를 사용함으로써 방지됩니다. 파이프 베콤은 충분한 클램프 수 또는 필요한 재료 등급의 장착 나사 및 적절한 센터링 링이 포함되어 있는 소위 장착 키트를 제공합니다. 이것만이 충돌의 경우 연결이 온전하고 밀봉되게 할 수 있습니다. 작동 매뉴얼의 제조업체 지침을 엄격하게 준수해야 합니다.

스플린터 보호

떨어지는 부스러기로 인한 회전자 손상을 피하려면 터보 펌프의 고진공 플랜지에 보호 가드를 삽입하는 게 좋습니다. 전도도 손실 때문에 펌프 속도가 기체 종류에 따라 최대 30%까지 감소됩니다. 가능한 경우 중력으로 인해 이물질이 떨어지도록 터보 펌프를 챔버 위에 거꾸로 놓아야 합니다. 따라서 펌프가 오버헤드 작동에 사용될 수 있도록 하십시오.

펌프 베이킹 아웃

펌프를 가열하여 탈기체할 때 제조업체가 지정한 120°C의 최대 고진공 플랜지 온도를 준수해야 합니다. 허용된 온도를 초과하면 펌프 과열과 베어링이나 회전자 손상으로 이어질 수 있습니다. 베이킹 아웃 시 펌프를 수냉식으로 냉각시켜야 합니다. 베이킹-아웃 과정은 최소한 6시간은 걸려야 합니다.

펌프 환기

환기하지 않으면 회전 날개 펌프가 배압 펌프로 사용되는 경우 압력이 진진공에서 고진공 측면으로 균형을 잡을 때 정지된 후 터보 펌프가 탄화수소로 오염됩니다. 고진공 측면에 밸브가 설치되지 않은 경우 오염이 수송기 측이나 기기로 확산됩니다.

건성 가스, 질소 또는 무유 공기로 펌프를 환기하면 오염을 방지하고 배압 펌프에 적절하게 공기를 통하게 할 수 있습니다. 터보 펌프 구동 전자 장치를 채택한 경우, 특정 속도의 환기 밸브를 사용하여 펌프를 안전하게 환기할 수 있습니다.

속도에 따라 터보 펌프의 압축률이 달라지듯이 최적의 초기 환기는 정상 속도 50%에서 이루어져야 하며 늦어도 20%에서 시작해야 합니다. 공장 설정에 추가하여 현대 전자 장치는 환기 속도를 어느 정도 유연하게 해줍니다. 올바르게 환기할 경우, 수송기도 오염으로부터 안전하게 보호됩니다.

펌프 독립형 환기가 제어 시스템보다 선호되는 공정이 있습니다. 이는 펌프 속도에 중요한 링크의 손실로 이어집니다. 펌프 구동 전자 장치를 통해 환기가 이루어질 때 펌프 속도에 대한 추가적인 모니터링은 필요하지 않습니다. 환기 시, 펌프의 내부 표면이 건성 질소로 덮입니다. 이로써 제거하기 힘든 그리스나 물이 표면에 축적되지 않기 때문에 배기 시간이 상당히 단축됩니다. 응축물, 입자 및 오일조차 고진공 측면에 도달할 수 있듯이 환기 가스는 배압 측면에서 들어올 수 없습니다.

잦은 정전으로 불안정한 전력망에서, 특히 여름에 에어컨 사용에 의해 과부하되었을 때 정전 시 자동으로 펌프를 환기하고 적절하게 중단시키는 소위 정전 환기 밸브를 사용하는게 좋습니다. 잦은 환기, 특히 고진공 측면에서의 잦은 환기는 엄청난 양의 기체 마찰로 인한 펌프의 과도한 가열, 기계적 응력 및 짧아진 베어링 내구력으로 이어집니다.

자기장 및 방사선

자기장은 가동하는 터보 펌프의 회전자에 와상 전류를 발생시키며, 이는 회전자를 데우고 빠르게 과열시킵니다. 필요한 에너지는 전자 장치에서 받으며 모터 전류가 상당히 높아집니다. 이는 회전자 가열을 위한 직접적인 값을 대표합니다.

mT(밀리 테슬라)로 지정된 최대 허용 자기장은 펌프 제조업체의 작동 지침에 명시되어 있습니다. 이 값을 초과하면, 펌프를 차폐하거나, 자기장 분포가 알려진 경우 재배열해야 합니다.

강도와 지속시간이 변하는 중성자 및 감마 방사선이 입자 가속기 주변에서 발생합니다. 이 방사선은 구동 전자 장치와 펌프에 장착된 주파수 변환기를 파괴합니다. 이 둘은 모두 전력 트랜지스터와 다이오드에 민감합니다. 이 경우 구동 전자장치는 연결 케이블을 사용하여 방사선에서 안전한 거리를 두고 설치해야 합니다. 측정 장비도 똑같이 적용됩니다. 센서 전자장치 역시 방사선에 의해 파괴되므로 능동 센서를 피해야 합니다.

공정 적합성

터보 펌프가 특정 공정에 적합한지 확인하는 것이 중요합니다. 당사 전문가의 자세한 조언과 공정 및 공정 특성에 대한 정확한 정보가 최적의 솔루션을 보장합니다. 특히 반도체 산업에서 부식성 공정의 경우 밀봉 기체로 펌프를 작동하고, 볼 베어링 펌프에 대해 합성 PFPE 오일을 사용하고, 회전자에 니켈이나 세라믹 코팅과 같은 내부식성 재료를 사용할 필요가 있습니다.

건성 질소와 같은 밀봉 기체는 미로식 밀봉과 관련하여 볼 베어링에 대해 뛰어난 부식 방지 및 먼지 방지를 형성합니다. 배압 펌프 크기를 측정할 때 이 추가 기체 부하를 고려해야 합니다. 제공된 밀봉 기체 밸브가 최적의 밀봉 기체 흐름을 조절합니다. 운영 지침에 지정된 밀봉 기체 압력을 준수해야 합니다.

대기 산소 수준보다 높은 농도의 산소를 펌프로 넣을 때 광유가 산화되어 윤활 특성을 잃어버리지 않도록 확인하는 게 중요합니다. 이는 밀봉 기체로 질소 및/또는 PFPE 오일을 사용하면 방지할 수 있습니다.

예를 들어 화학 증착(CVD)과 같은 퇴적물을 형성하는 경향이 있는 공정의 경우 코팅 공정이 회전자 및 공정 챔버를 마주하는 케이스 부품에서 지속됩니다. 이는 회전자 충돌을 초래할 수 있는 불균형 및 진동으로 이어집니다. 그런 공정에서는 공정 챔버를 설계할 때에도 예방책과 추가적인 관리를 포함시켜야 합니다. 가능하면 터보 펌프를 거꾸로 설치해야 합니다. 그래서 중력으로 인해 먼지가 아래로 내려오고 펌프에 먼지가 축적되기 더 어렵게 해야 합니다. 가동 중인 펌프 속으로 먼지가 직접적으로 떨어지는 걸 방지하기 위하여 배플 판을 설치하는 것도 좋습니다. 오버헤드 설치가 가능하지 않은 경우, 펌프를 T-프레임 옆으로 90도 각도로 설치할 수 있습니다. 배압 포트가 아래쪽을 향해야 합니다.

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

<http://www.pfeiffer-vacuum.com/contact>



그림 2: 하이브리드 베어링을 채택한 파이버 베콤의 HiPace 터보 펌프의 단면

원스톱으로 제공되는 진공 솔루션

파이퍼 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 실제를 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
info@pfeiffer-vacuum.de

www.pfeiffer-vacuum.com

