



전문가의 팁과 힌트

회전 날개 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.

회전 날개 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 회전 날개 펌프의 작업, 장비 선택 및 정비에 대한 이해와 가장 중요 정보를 제시합니다.

회전 날개 펌프의 수명 연장

회전 날개 펌프가 장기간 성공을 거두게 한 주요한 요소로 이 펌프의 탁월한 가성비, 기술적 신뢰성 및 긴 수명을 꼽을 수 있습니다. 60배 이상의 압축과 가스 종류와 관계없는 인입 용량 특징은 이 펌프 종류의 인상적인 특징 중 일부입니다. 회전 날개 펌프는 내부 압축 원리로 작동하고, 오일로 윤활하고 밀봉이 되었기 때문에, 이 펌프의 신뢰성 및 긴 수명의 주요 기준으로 펌핑 증기, 화학적 침식, 윤활제 노화를 들 수 있습니다.



그림 1: 기체 밸러스트 없이 작동하여 심하게 부식된 회전 날개 펌프

증기 펌핑

대부분의 회전 날개 펌프 제조업체에서는 수위 증기 허용값을 hPa 단위로, 그리고/또는 증기 용량을 grams/hour 단위로 지정합니다. 이 정보는 수증기에 적용됩니다. 기체 밸러스트 밸브가 열려 있고 펌프가 자동 온도에 있을 경우, 유입구 압력이 지정된 값 이하이면 펌핑된 수증기가 응결되지 않습니다. 건조 공정 동안 증기 용량에 따라 펌프 크기를 결정하는 것은 펌프의 펌프 속도가 아니고, 단위 시간당 누적된 물의 양입니다.

펌프 매개체	온도	응축	결과
운할제에서 용해 가능	$T_p > T_s$	아니오	최소 오일 희석
	$T_p < T_s$	예	오일 희석
운할제에서 용해 불능	$T_p > T_s$	아니오	유제 형성
	$T_p < T_s$	예	

T_p - 펌프 작동 온도/ T_s - 펌프의 배기 포트에서 증기의 비동점

약 70 ~ 80 °C에 해당하는 최적의 작동 온도(오일)에 도달하도록 하기 위해서는 진공축 밸브를 닫고 기체 밸러스트를 연 상태에서 약 15 ~ 30분 동안 펌프를 가열해야 합니다. 증기는 기체 밸러스트 밸브가 열린 상태에서 정확한 작동 온도에서만 펌핑됩니다. 고진공 밸브의 개방이 지연되면 제어 시스템에 쉽게 통합할 수 있습니다. 다음 표에서는 펌프 온도의 의존성과 비준수의 결과를 보여줍니다.

펌핑 공정을 종료한 후에도 기체 밸러스트를 연 상태에서 약 15분 동안 펌프를 계속 작동시킬 것을 권장합니다. 그래야 펌프에 아직 남아 있던 증기를 배기를 통해 내보낼 수 있습니다. 이 절차는 작동 유체를 재생하고 장치 부식과 발생 가능한 펌프 고장을 방지합니다.

필요한 사전 및 사후 펌프 작동은 시간 요소와 함께 컨트롤러에 쉽게 통합할 수 있습니다. 시스템에서 기체 밸러스트가 1 ~ 2 hPa 미만인 극한 압력이 필요한 경우, 2단 회전 날개 펌프를 사용해야 합니다. 2단 회전 날개 펌프의 증기 허용치와 증기 용량이 단일 단계 펌프와 비교할 때 낫다는 점에 유의하십시오.

작동 유체

작동 유체(펌프 오일)는 회전 날개 펌프에서 다음과 같은 세 가지 중요한 기능을 충족시킵니다. 즉 밸브 및 베어링을 밀봉하고 윤활하며, 알루미늄 케이스가 받은 압축 및 마찰열을 외부로 유도하여 펌프를 냉각시킵니다. 오일 수준을 유지하는 것은 트랜스미션이 있고 윤활제를 사용하는 모든 오일 밀봉된 회전 날개 펌프에 대한 중요한 예방 및 일상적인 정비입니다. 오일 수준이 너무 떨어지면, 펌프 시스템을 더 이상 윤활할 수 없습니다. 윤활 부족으로 펌프 시스템이 막혔습니다. 이 경우 펌프 고장으로 이어집니다. 오일 수준이 너무 낮으면, 그 결과 계속해서 오일 부피가 줄어 압축열을 최적으로 발산시키지 못합니다. 펌프가 과열되고, 이로써 유체가 조기에 노후화되어 결국 윤활이 부족하고 오일 탄소가 형성되면서 펌프가 고장나게 됩니다. 따라서 펌프의 오일 수준이 검사창의 중간 아래로 떨어지지 않도록 해야 합니다. 작동 유체의 색, 점도 또는 작동 유체에 오염물이 있는지 정기적으로 확인해야 합니다. 물 함량이 5%를 넘으면 오일 색이 우윳빛으로 변합니다. 이러한 현상은 기체 밸러스트 밸브가 닫혀 있거나, 아직 냉각 상태에 있는데 펌프 다운 공정을 켜거나, 최대 증기 용량을 초과할 때 발생합니다. 그림 2에서는 유체가 점점 더 마모되면서 색이 어떻게 검은색으로 변하는지 확실히 보여줍니다.

유체가 색도 6(왼쪽으로부터)에 이르면, 이를 즉시 교환해야 합니다. 색상이 있는 눈금이 파이버 베콤의 오일 P3에 적용됩니다. 예방 조치로서 12개월마다 오일을 교환할 것을 권장합니다. 사용자가 사용 중인 유체가 공정 가스에 내성이 있는지 잘 모를 경우, 제조업체에 문의하여 정확한 작동 유체와 펌프 디자인을 확인해야 합니다.

대기 중 산소 수준보다 높은 농도의 산소를 펌핑 다운하면, 산화와 작동 유체의 조기 노후화 때문에 광유를 사용할 수 없습니다. 이 경우 산소에 대한 BAM 승인을 받은 특별 오일을 사용해야 합니다. 그럴 경우, 사용 중인 유체의 증기압이 펌프의 작동 온도에서 충분히 낮아야 전체 압력(오일의 증기압)에 의해 제한을 받지만 원하는 극한 압력을 얻을 수 있다는 점에 유의하십시오.

배기측에서의 오일 분무

기능상 이유로, 모든 회전 날개 펌프는 배기에서 펌핑 기체 또는 증기와 함께 미세한 오일 방울을 분무합니다. 분무 오일 방울의 양은 펌프의 유입구 압력에 의해 결정됩니다. 압력이 높으면 높을수록, 오일의 방출량이 그만큼 많아집니다. 기존의 오일 방출량에 대한 실험값은 100 hPa 이상으로 펌핑되는 표준 입방미터당 약 3 mg의 오일입니다.

예:

유입구 압력이 200 hPa이고 펌프 속도가 60 m³/h인 경우, 펌프 속도가 이와 같은 단일 회전 날개 펌프는 24시간 내에 약 850 mg의 오일을 방출합니다. 이러한 펌프의 오일 함량이 약 5 리터인 경우, 이를 동안 계속 작동하면 오일 수준이 임계 수준으로 떨어집니다. 펌프를 계속 작동시키면, 부족한 윤활로 인해 펌프가 손상될 우려가 있습니다.

배기측 오일 분무 분리는 오일 방출을 방지하여 펌프 윤활이 불충분하게 되지 않도록 하는 데 사용됩니다. 이러한 필터에는 오일 방울이 빠져나가지 않고 필터 케이스 내에 남아있도록 하는 카트리지가 들어 있습니다. 공정이 허락하는 한, 부동 스위치 또는 기체 밸러스트 재순환을 사용하여 분리된 오일이 자동 오일 회수 유닛을 통해 다시 펌프로 공급됩니다. 건조 공정 동안 대량의 수증기가 펌핑되거나, 펌프가 부식성 증기를 처리할 경우 오일을 재사용하지 않는 것이 좋습니다. 필터에서 응결되는 증기가 다시 펌프로 공급되면 오일의 윤활 성능과 내구성이 대폭 떨어집니다. 이로써 펌프가 조기에 고장날 수 있습니다. 이 밖에, 펌프 용기와 오일 내에 응결된 증기 농도가 높아져 정지 부식의 위험도 증가할 수 있습니다. 이 경우, 손실된 오일을 수시로 보충해야 합니다. 오일 분무 필터가 회전 날개 펌프와 동일한 기체량을 처리할 수 있도록 해야 합니다. 필터의 a) 공칭 크기 또는 b) 최대 기체 처리량이 너무 낮은 경우, 기체 속도가 너무 높아 오일 방울이 필터 카트리지에 가라앉을 만큼 시간이 없습니다. 오일 방울은 배기를 통해 쉽게 달아나고, 오일 분무 필터는 효과가 상당히 떨어집니다.

배기 라인에서 중앙 추출을 사용할 수 없는 경우, 작업 안전을 위해 그리고 공기 품질 관리(TA Luft)에 관한 기술 지침 조항을 준수하기 위해 오일 분무 필터를 항상 사용해서 방출을 최소화하거나 방지해야 합니다. 오일 분무는 또한 사방으로 퍼지는 불쾌한 냄새를 풍기며, 바람직하지 못한 오일막을 형성합니다.

유입구 쪽으로의 오일 이동

0.5 hPa 미만의 극한 압력에서 회전 날개 펌프를 작동하면, 기능상 이유 때문에 오일 분자가 유입구 쪽으로 이동합니다. 공정 중 주로 고진공과 초고진공에서, 탄화수소는 공정에 방해가 되고 장비를 손상시키기 때문에 바람직하지 않고 허용되지 않습니다. 이 오염은 상당한 시간과 비용을 들여야만 제거할 수 있습니다.

오일의 이동을 방지하기 위해, 회전 날개 펌프의 유입구 측에 분자 여과기, 촉매 트랩 또는 골드 트랩을 설치하는 게 중요합니다. 촉매 트랩의 경우, 구리 촉매가 탄화수소가 물과 수소에 유입되는 것을 막고, 이어서 이를 펌핑하여 내보냅니다. 사용한 제올라이트 트랩(분자 여과기)은 정기적으로 약 250 °C에서 가열하여 재생할 것을 권장합니다. 이를 위해 제조업체에서 부속품으로서 적합한 가열 소자를 제공합니다. 촉매 트랩은 환풍을 통해 재생할 수 있습니다.

분자 흐름 영역에서 회전 날개 펌프의 펌프 속도는 전도도 손실(저항)에 의해 떨어집니다. 용도에 따라 펌프 크기를 선택할 때 이 점을 고려해야 합니다. 이는 다음 먼저 필터에도 적용됩니다. 다양한 압력 범위에서의 전도도 수치(초당 리터)는 펌프의 사양을 참조하십시오.



그림 2: 광유에 대한 유체 노후화의 색상 눈금.



그림 3 및 4: 먼지 필터가 없는 회전 날개 펌프의 유입구 회전자가 실린더에 의해 변색되었습니다. 펌프 시스템을 교체해야 합니다.

공정 중의 먼지

입자를 생성하거나 입자가 가득한 공정이 존재합니다. 펌프가 기계적 손상을 입지 않고 작동 유체의 수명을 연장하기 위해, 유입구 측에 먼지 필터를 설치하면 유용합니다. 응용분야에 따라, 종이, 폴리에스터, 탄소 섬유 또는 오일에 적신 패킹(라시히 링)으로 만든 필터 카트리지를 장착한 여러 가지 먼지 필터가 있습니다. 사이클론 분리기와 필터 카트리지를 사용한 2단계 조합이 마모성 먼지에 대처하는 한 가지 옵션입니다. 사이클론에는 자체 회전 동작이 있어 뜨거운 입자를 냉각시키는 또 다른 이점이 있습니다.

유입 및 배기 라인의 치수

유입 및 배기 포트의 명목 직경은 제조업체에서 펌프의 최대 펌프 속도에 따라 설계합니다. 따라서 유입 라인이 펌프의 명목 직경에 해당해야 합니다. 왜냐하면 그러지 않을 경우 특히 분자 흐름 범위에서 전도도 손실로 인해 펌프 속도가 상당히 떨어질 수 있습니다. 또한 배기 라인은 최소 펌프의 명목 직경과 일치해야 합니다. 그렇지 않을 경우, 작은 명목 크기와 높은 기체 처리량이 지속적으로 펌프에 기계적인 응력을 가하고 마모와 고장이 찾아지게 만드는 허용되지 않은 역압을 생성합니다. 이 밖에, 잡음 수준이 상당히 높아집니다.

배기 라인이 위로 올라갈 경우, 가장 깊은 지점에서 라인 형태가 사이펀과 같아야 응결된 증기가 바깥쪽 위를 향하게 되어 펌프로 역류하지 않습니다. 사이펀은 출구를 낮춰 비울 수 있습니다. 이 밖에, 응축 분리기를 배기 라인에서 펌프 노즐의 위로 약 20 ~ 50 cm 높게 설치할 수 있으며, 이로써 응축물을 수거합니다. 이를 펌프의 배기 라인 바로 위에 장착하지 않는 것이 좋습니다. 왜냐하면 콘덴서가 펌프에 직접 연결되어 있어 펌프의 온도를 받아들이고, 그 결과 효과가 떨어지기 때문입니다.

충분한 환풍

회전 날개 펌프는 압축 작업으로 인해 열을 방출하기 때문에 펌프를 충분히 환풍시켜야 하고, 필요한 경우 팬을 추가해야 합니다. 이는 특히 플랜트 또는 잠음 흡수 후드에 설치된 경우 그래야 합니다. 환풍 요구조건을 준수하지 않을 경우, 장비가 과열되어 펌프를 손상시킬 수 있습니다.

이러한 지침들 중 많은 부분은 루츠 펌프, 다이아프램 펌프, 건식 펌프에도 그대로 적용할 수 있습니다.

당사는 귀하가 특정한 응용분야에 사용할 진공 솔루션을 최적화하는 데 있어 귀하를 기꺼이 지원하고자 합니다. 자세한 내용은 다음 주소(<http://www.pfeiffer-vacuum.com/contact>)로 당사에 문의하십시오.

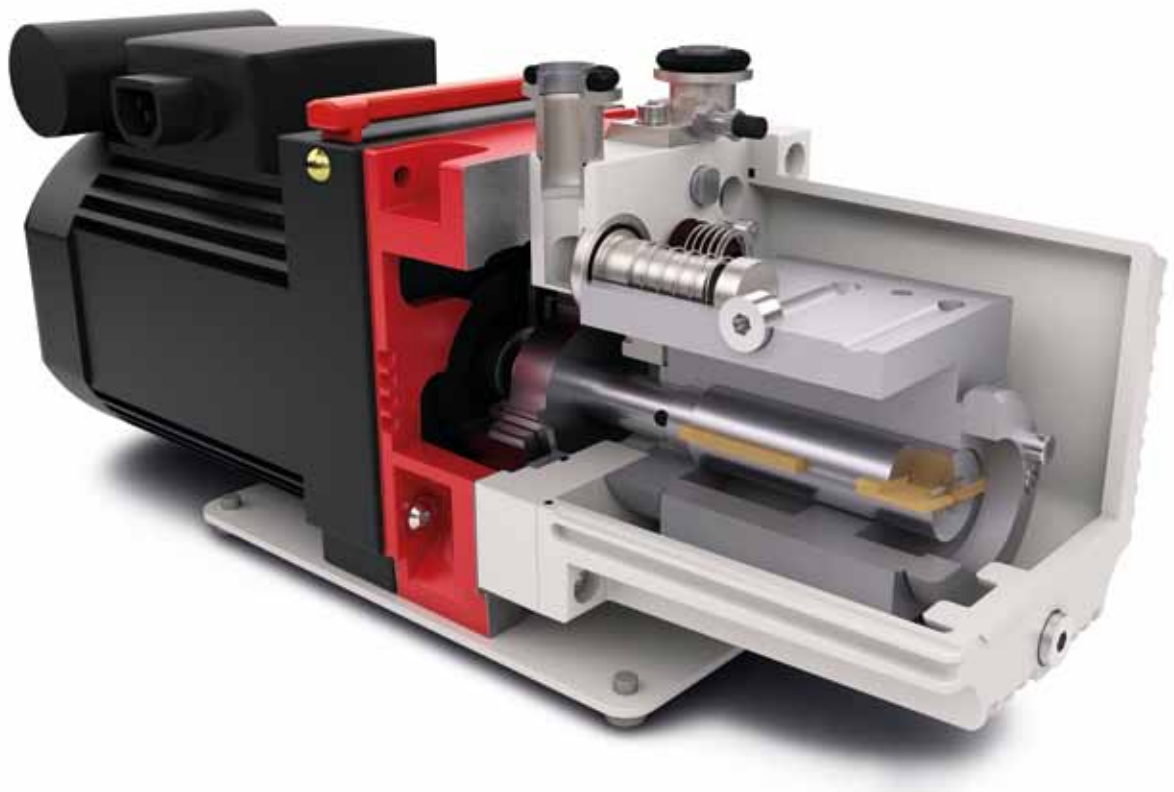


그림 5: 자기 커플링으로 연결된 파이퍼 베콤의 DuoLine 회전 날개 펌프의 단면

원스톱으로 제공되는 진공 솔루션

파이퍼 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.

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

www.pfeiffer-vacuum.com

PFEIFFER  **VACUUM**