

펌프 안전운전 메뉴얼

펌프(Pump)란 ?

정의

- 동력을 이용하여 유체를 이송하거나 압력을 높여 주는 기계

종류

- 터보형 : 원심식(볼류트, 터빈), 사류식, 축류식
- 용적형 : 왕복식(피스톤, 플런저, 다이어프램), 회전식(기어, 베인, 나사 등)
- 특수형 : 와류, 수격, 진공펌프 등

설치 및 운전상 주의사항

일반 펌프

➤ 설치 시 주의사항

- 유지관리를 위한 펌프 주변에 충분한 공간 확보
- 흡입배관에는 최소 4D 이상의 직관부 확보
- 흡입배관은 펌프로 1/100 상향/하향배관으로 설치
- 공기가 유입되거나 고일 수 없는 구조로 하고 공기빼기 노즐 설치
- 고온/저온의 액체를 취급하는 경우에는 워밍업(Warming-up) 배관 설치
- 자동운전 중 최소 운전유량(Minimum flow)을 확보할 수 있는 배관 설치
- 토출배관이 긴 경우, 실양정이 높은 경우, 압력탱크로 이송, 병렬운전 시 역류방지밸브(체크밸브) 설치(단 플런저, 피스톤, 다이어프램 펌프 제외)
- 흡입측에 연성계, 압력계, 드레인, 스트레이너 등 설치
- 압력계는 토출측 밸브 전단에 설치하고 예비용 펌프 설치 시 각각 설치
- 열응력, 진동 등을 흡수하기 위한 Expansion joint 설치 권장
- 용적형 펌프의 경우 토출 측에 안전밸브 설치

➤ 운전시 주의사항

- 베어링 윤활제의 점검 및 보급 실시(유면계의 규정 위치 확인)
- 모터 기동부하를 줄일 수 있도록 흡입토출 밸브 조작(예 :원심펌프는 흡입밸브의 전개와 토출밸브의 전폐 확인 후 시동)
* 흡입밸브가 전폐된 상태에서 가동 시 펌프 손상될 수 있음
- 프라이밍(Priming) 실시 여부 확인
- 공기빼기 밸브를 열어 케이싱 안의 기체 배출 및 밸브 차단

➤ 운전 시 주의사항(계속)

- Non-seal 펌프는 1분 이상 역회전 금지
 - * 비정상적인 양정과 유량, 공동현상 및 자동추력균형 손실, 진동에 의해 베어링과 볼트가 느슨해져 펌프 손상 및 사고 발생가능성이 있음
- 최소 운전유량(Minimum flow)용 배관의 밸브 전개 확인
 - * 소유량 운전 시 펌프의 과열(공동현상 발생, 케이싱 폭발), 반경 방향의 추력 증가(축절단) 및 진동과 소음 증가 발생
- 체절운전은 극히 짧은 시간만 실시(약 1~2분)
- 고온의 액체를 취급하는 경우 충분히 워밍업(Warming-up) 실시
 - * 차가운 펌프 케이싱에 고온의 액체가 급격하게 유입되면 국부적으로 온도차가 생겨 불균일한 열팽창에 의해 케이싱과 임펠러 변형
- 토출밸브를 서서히 열면서 압력 등 확인
- 안전장치나 경고장치가 작동하면 펌프를 정지하고 원인 제거 후 재가동

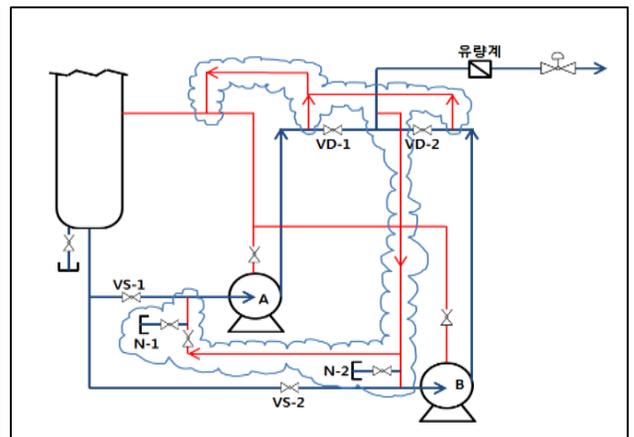
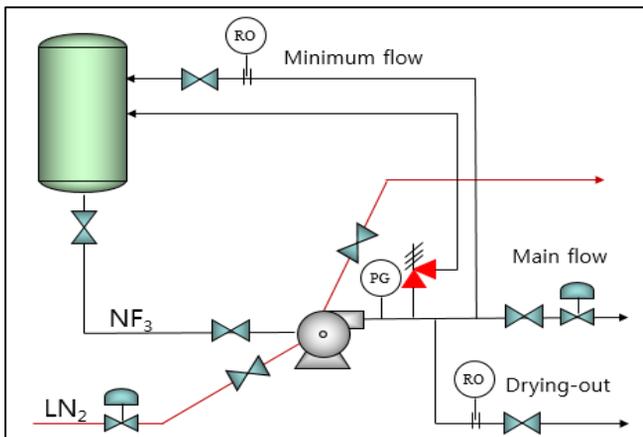
초저온 펌프(추가 사항)

➤ 설치 시 주의사항

- 가급적 예비펌프 설치 금지(펌프 고장 시 관련 공정 가동정지)
- 예비펌프용 토출 측에서 흡입 측으로 워밍업(Warming-up) 배관 설치
- 재가동전 펌프 내부 등을 건조(Drying-out)할 수 있는 노즐(N1~N4) 설치
- 펌프 회전상태 확인용 감지기 및 워밍업 상태 확인용 온도계 설치
- 펌프 토출 측에 저온액체 기화에 의한 과압방지용 안전밸브 설치

➤ 운전 시 주의사항

- 예비용 펌프는 워밍업 상태 유지 확인 및 가동 전 20분 이상 냉각
- 가동 전 펌프 내부 건조(Drying-out) 및 충분한 워밍업
- 워밍업 중 임펠러 회전 금지
- 안전운전절차 작성 및 교육 철저



펌프의 이상현상

➤ 공동현상(Cavitation)

- 펌프 흡입 측에서 유체의 정압이 증기압보다 낮아 유체가 증기화되면서 기포가 발행한 후 압력에 의해 소멸되면서 소음, 진동과 함께 충격에 의해 임펠러가 마모, 손상되는 현상
- 원인 : 펌프의 위치가 탱크보다 아래에 있거나 흡입 측 압력손실이 클 때
- 대책 : 흡입양정과 흡입 측 압력손실을 감소시킨다.

➤ 수격작용(Water hammering)

- 유체의 유속을 급격하게 변화시킬 때 유체의 압력변화가 일어나 배관벽을 치면서 소음과 충격을 발생시키는 현상
- 원인 : 밸브를 갑자기 개방하거나 차단할 때
- 대책 : 밸브 조작을 천천히 하고 서지탱크를 설치한다.

➤ 맥동현상(Surging)

- 펌프의 토출 측 유량이 일정주기로 압력과 유량이 변화하는 현상
- 원인
 - * 펌프 2차 측에 공기 고임부가 있고, 2차 측 압력이 펌프 양정보다 클 경우
- 대책
 - * 우하향 성능곡선을 가지는 펌프 사용
 - * 유량조절밸브의 위치를 토출 측 직후에 설치
 - * 토출배관 중에 압력탱크 또는 기체 부분이 존재하지 않도록 함

산업안전보건법에 따른 필수 안전조치

❖ 안전보건규칙 제261조 (안전밸브 등의 설치)

- 토출 측에 차단밸브가 설치된 정변위 펌프에 안전밸브 설치
- 안전밸브는 검사주기마다 적정하게 작동하는지 검사

❖ 안전보건규칙 제277조 (사용전의 점검 등)

- 처음으로 사용, 분해하거나 개저 또는 수리, 1개월 이상 사용하지 않고 다시 사용하는 경우 점검 실시

❖ 안전보건규칙 제278조 (개조·수리 등)

- 개조, 수리 및 청소를 위하여 분해하는 경우 작업책임자를 정하여 작업 지휘 및 위험물이 누출되지 않도록 하고, 가스농도 측정

❖ 안전보건규칙 제325조 (정전기로 인한 화재·폭발 예방)

- 정전기로 인한 화재 또는 폭발을 방지하기 위하여 접지 실시

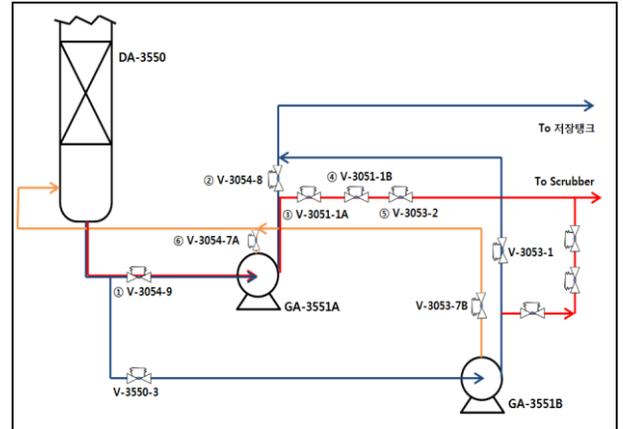
사고사례

개요

'16년 8월 3일(수) 10:29경 울산시 남구 소재 (주)OOO 삼불화질소(NF₃) 제조 공정의 최종 정제탑 하부 펌프 교체 운전 위해 예비펌프를 가동하는 순간 펌프가 폭발하여 인근의 근로자 7명이 부상을 입은 사고임.

사고발생공정

NH₃와 HF를 반응시켜 전해액(NH₄F)을 생산한 후 전해조(Cell)에서 NF₃를 생산한다. 사고는 불순물(HF, N₂O, N₂F₂, N₂, O₂등)을 제거한 NF₃를 저장탱크로 이송하는 펌프에서 발생



사고발생 현장(펌프)



파손된 베어링

발생원인

- 펌프 B에서 토출된 NF₃가 펌프 A로 유입되면서 임펠러가 역회전하여 맥동현상과 공동현상이 발생하였으며 이로 인해 펌프의 과부하 발생
- 펌프총 4회의 기동실패로 약 20분간 펌프가 공운전되어 과열된 상태에서 NF₃ 가스가 열분해 되어 폭발 발생

예방대책

- 펌프 입구와 출구 및 액화질소 배관에 온도계 설치
- 워밍업(Warming-up) 배관 설치 및 건조용(Drying-out) 노즐 설치
- 펌프의 토출측에 체크밸브 및 안전밸브 설치
- 안전운전매뉴얼 작성 및 교육 철저