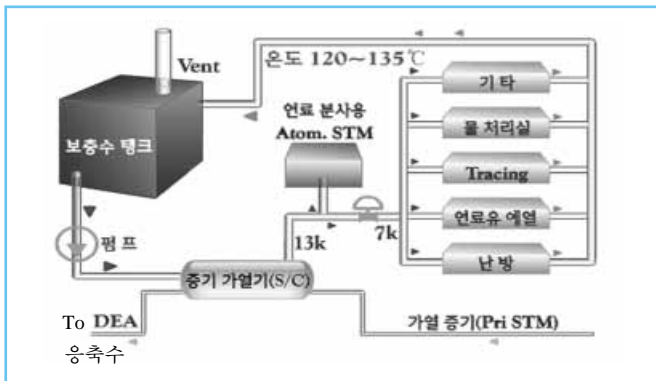


응축수 탱크의 벤트 증기를 회수하여 에너지 절약

다음 사례는 평택화력 발전소의 딱따구리 분임조에서 1980년 회사가 처음 가동하였을 때부터 20여년 동안 보조 증기 시스템의 응축수(보충수) 탱크에서 계속해서 벤트되고 있는 다량의 재증발증기를 회수하기 위한 개선 활동을 하면서 스파이렉스사코의 진단을 받고 제시된 개선안에 따라 문제를 완전히 해결한 사례이다.

■ 공정 소개

평택화력 발전소의 보조 증기 시스템은 그림과 같이 보충수 탱크의 응축수를 펌핑하여 증기 가열기로 공급하고 이 증기 가열기에서 13 kg/cm²의 증기를 발생시켜 연료유 저장탱크의 가열, 스팀 트레이싱, 난방 및 기타 공정에 사용하고 있다. 사용 후 발생된 응축수를 탈기기로 회수하고 있다.



■ 문제점

이 보충수 탱크에서는 항상 다량의 증기가 벤트되고 있어 환경적인 측면에서 문제가 되는 것 외에도 벤트되는 증기의 에너지는 물론 순수를 추가로 사용하는 손실도 많다고 본다.

이를 위하여 많은 분임조에서 개선방안을 강구하여 시도하여 보았지만 근본적으로 해결을 보지 못하였다. 따라서 이 주제를 선정한 딱따구리 분임조 역시 절반의 기대와 실패에 대한 우려 속에서 분임조 활동을 추진하였다.

분임조에서 파악한 문제점을 정리하면 다음과 같다.

1. 평택화력 준공이후 현재까지 대기로 다량 배출되는 에너지 손실이 크다.
2. 벤트 증기만큼 순수를 보충수로 공급하여 에너지 손실이 발생하고 있다.
3. 환경오염 발생
4. 벤트 증기에 의한 주변기기 부식 촉진(철 구조물 및 계장설비)

5. 동절기 주변 빙결로 안전사고 위험 초래

■ 개선방안 강구

분임조 활동 중에 스파이렉스사코의 진단을 요청하여 다음과 같은 방안으로 개선안을 설정하고 개선 작업을 추진하였다.

■ 벤트 증기가 많은 원인

벤트 증기가 많이 발생하는 원인을 분석한 결과 스팀트랩의 고장으로 증기 누출, 트랩의 바이패스 운전, 증기 공급압력이 높아 응축수의 온도가 높다, 응축수 배출량이 많다 등의 여러 가지 이유가 있으나 스팀트랩의 고장이나 바이패스의 개방 문제를 해결한다고 하더라도 증기 압력이 높고 증기 사용량이 많아서 발생하는 재증발 증기의 양은 줄일 수가 없는 자연적인 현상이라는 것이다.

■ 개선방안

이 벤트 증기를 회수하기 위하여 여러가지 방안이 제시되었다.

- 1) 일차적으로 스팀트랩의 작동 상태를 점검하여 누출하는 스팀트랩의 정비를 하는 것은 가장 기본적인 사항이지만 이것만으로는 벤트 증기를 완전하게 해소할 수 없다.
- 2) 두번째로 벤트 배관에 물을 분사하여 증기를 잡는 방법이 제시되었다. 그러나 이 방법은 과거에도 추진하였으나 과도한 순수를 분사해야 하는 문제와 그에 따라 탱크에서 오버후로우되어 버려지는 물이 많아서 제외하였다.
- 3) 마지막으로 응축수가 가지고 있는 열량을 탱크로 유입되기 전에 낮추는 방안을 강구하여 결국 회수되는 응축수 배관에 열 회수용 열교환기를 설치하여 응축수 온도를 90 °C 이하로 회수하기로 하였다.

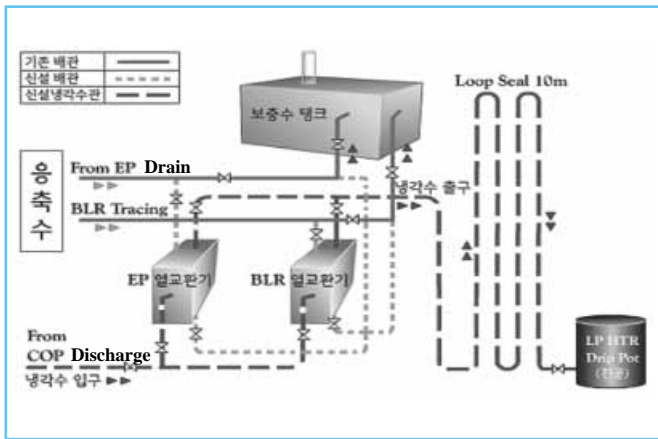
■ 투자 내용

효율적인 열교환을 위하여 고온 고압용 판형열교환기를 설치하였다. 그러나 실무적으로 냉각수의 사용처와 배관 방법에서 몇 가지 문제점이 발생하여 3차례의 시도 끝에 최선의 방법을 찾아 해결하였다. 결국 저압 보일러 급수로 공급되는 저온의 순수를 냉각수로 이용하였고 배관의 부식 문제, 진공도 유지를 위한 몇 가지 보완책을 강구하였다.

■ 개선 후 운전 현황

3차례의 보완 작업을 거친 최종 배관 시스템은 다음 그림과 같으며 이와 같이 운전한 결과 보충수 탱크에서는 전혀 증기 발생이 없어 고질적인 문제를 해결하였고 최종적인 운전 현황은 다음 표와 같다.

열교환기 응축수 온도		열교환기 냉각수 온도	
입 구	출 구	입 구	출 구
120~135 °C	45~75 °C	30 °C	78 °C



■ 개선효과

1. 보충수 탱크 배출증기 감소에 의한 에너지 절감
2. 배출증기 보유 열량을 열교환기를 통해 보일러 급수로 회수하여 에너지 절감
3. 순수의 소비 절감
4. 환경 보호



개선전

■ 경제성 검토

1. 에너지 절감 금액(4대 기준)

- 1) 벤트 증기 해소로 에너지 절감금액 : 223,200,000원/년
- 2) 순수 절감 금액 : 46,320,000원/년
- 3) 총 회수이익 : 269,520,000원/년

2. 투자금액

설비투자금액 : 104,000,000원

3. 투자비 회수시간 : 약 5개월

4. 무형의 효과

- 가. 고질적으로 발생하는 문제 해결로 인한 자부심
- 나. 순수 소비량 감소로 물 처리설비 운전부하 경감 및 순수 보유량 확보 도모
- 다. 보일러 및 주변기기 부식 방지
- 라. 배출증기 감소로 방문객의 에너지 낭비 인식 불식
- 마. 동절기 빙결로 인한 안전사고 방지
- 바. 원가절감으로 회사에 대한 주인의식 고취
- 사. 분임조 활동의 중요성 인식 및 개선활동에 대한 자신감

■ 딱따구리 분임조에게서 배울점

여기서 중요한 것은 이와 같은 에너지 절감 개선 활동에서 제안된 개선안은 공장의 운전 상황에 따라 약간씩 차이가 발생할 수 있다. 이번 경우에도 처음에 시도한 방안대로 한번에 결과를 본 것이 아니고 예기치 못한 문제가 발생하였으나 끝까지 문제를 해결하고 결국 목표를 달성한 것에 찬사를 보내고자 한다. 많은 경우 첫번째 시도에서 결과가 좋지 않으면 이를 해결하지 않고 포기하여 실패하는 경우가 많은데 그렇지 않고 성공할 수 있다는 확신을 가지고 추진한 것은 우리에게 많은 것을 시사하고 있다.



개선후

DP17 감압밸브의 감압비에 대해서

문

현재 저희가 사용하고 있는 모델은 DN40 DP17 감압밸브입니다. 귀사의 자료에 의하면 2차압력 조절범위가 스프링의 색깔에 따라 구분된다고 하였는데 저희가 사용하고 있는 밸브의 스프링 색깔은 황색이며, 이에 따른 2차압력 조절범위는 0.2~3.0 bar g로 되어 있습니다.

저희가 알고 싶은 것은 감압밸브 1차측 압력에 따른 2차측 압력을 알고자 합니다. 가령 1차측 압력이 15 bar g일 때 2차측 압력은 0.2~3.0 bar g까지 조절이 되고, 입구압력이 5 bar g일 때 0.2~1.0 bar g까지 조절이 된다는 식으로 말이지요.

혹시 이와 관련된 Graph나 Chart 같은 것이 있다면 더욱 좋겠지요.

답

먼저 DP17 파이로트식 감압밸브는 2차측 압력 조절범위에 따라 황색(0.2~3.0 bar g), 청색(2.5~7.0 bar g), 적색(6.0~17.0 bar g) 3가지 종류의 스프링으로 구분됩니다. 이와같이 스프링에 의해 압력범위를 정한 것은 1개의 스프링을 이용하여 0.2~17 bar g의 전체 압력범위를 제어할 수도 있지만 이때 스프링의 탄성이 강하여 미세한 압력조절이 힘들므로 일부러 압력 범위를 나누어 보다 민감하게 제어하기 위한 것입니다. 따라서 동일한 감압밸브를 가지고 압력이 변동되면 적절한 압력범위의 스프링으로 교체하여 사용하시면 보다 더 정밀하게 압력을 제어할 수 있습니다. 이때 용량은 다시 검토하여 사용중인 감압밸브의 구경이 적절한지를 검토해야 합니다.

그리고 질문하신 감압의 한계(감압능력의 범위)에는 다음과 같이 2가지로 분류하여 검토할 필요성이 있습니다.

1) 감압의 최저압력 조절범위와 감압비

감압밸브의 최저압력 조절범위는 감압밸브를 통해서 압력조절이 가능한 최저압력으로서, 일반적으로 제시된 2차측 압력 조절범위를 통해 쉽게 알 수 있습니다. 예를 들어 스파이렉스사코의 DP17 파이로트식 감압밸브의 경우 감압할 수 있는 최저 감압압력은 0.2 bar g로서 2차측 압력을 0.2 bar g 미만으로는 압력조절이 불가능하다는 것을 의미합니다.

감압비(Turndown ratio)란 감압밸브가 압력조절이 가능한 상태에서 1차측 압력을 최대한 낮출 수 있는 범위를 규정하고 있습니다. 예를 들어, 감압비가 10:1인 파이로트 피스톤식 감압밸브의 경우 1차측 압력이 3 bar g일 때 압력 조절이 가능한 2차측 최저 압력은 0.3 bar g까지이며, 그 이하의 압력으로는 감압할 수 없음을 의미합니다.

이 경우 주의해야 할 사항은 감압비를 고려하여 압력조절이 가능한 2차측 최저압력을 밸브가 조절 가능한 최저압력과 반드시 비교해 보아야 합니다. 즉, 위의 예에서와 같이 감압비가 10:1인 감압밸브를 이용하여 낮출 수 있는 2차측 최저압력이 0.3 bar g이고, 밸브가 조절 가능한 최저감압 압력이 0.3 bar g인 경우에는 0.3 bar g까지 2차측 압력을 낮출 수 있습니다.

그러나, 1차측 압력이 3 bar g를 넘어 5 bar g의 압력인 경우 이 밸브를 통해 조절할 수 있는 2차측 최저 가능압력은 0.3 bar g가

아니라 0.5 bar g이므로 감압밸브의 선정시 주의하여야 합니다.

그러나 당사에서 공급하고 있는 DP17 파이로트식 감압밸브는 감압비의 범위가 거의 제한이 없으므로 1차측 최고 사용압력이 17 bar g이고 최저 2차측 압력은 0.2 bar g까지 조절이 가능하므로 모든 조건에서 2차측 압력을 최소 0.2 bar g까지 낮춰서 압력을 조절할 수 있습니다. 단 이와같이 감압비가 너무 큰 경우에는 소음이 증가하고 유체속도가 증가하여 밸브시트 등이 급속하게 마모될 수 있기 때문에 짧은 시간동안 이런 조건에서 사용하는 것은 문제가 없지만 가급적이면 감압비를 작게하기 위하여 2개 이상의 감압밸브를 직렬로 설치하는 것이 좋습니다.

2) 감압의 최고압력 조절범위

감압의 최고 압력범위는 1차압력에 따라 어느 상한압력 이상으로는 감압을 할 수 없는 한계를 말합니다. 그림 1과 같이 스파이렉스사코 DP17 감압밸브의 경우 1차측 압력이 4 bar g일 때 2차압력의 최고 조절압력은 점 A와 같이 약 3.8 bar g가 되며, 1차압력이 6 bar g일 때는 2차측 압력의 최고 조절압력이 점 B와 같이 약 5.6 bar g가 됩니다. 물론 이때 감압밸브의 증기통과량은 요구조건에 부합되어야 합니다. 점 A와 B의 의미는 1차측 압력이 4 bar g일 때 2차측 압력은 3 bar g를 초과하는 압력으로 조절할 수 없으며, 1차측 압력이 6 bar g일 때 2차측 압력은 5.6 bar g를 초과하는 압력으로 조절할 수 없음을 의미합니다.

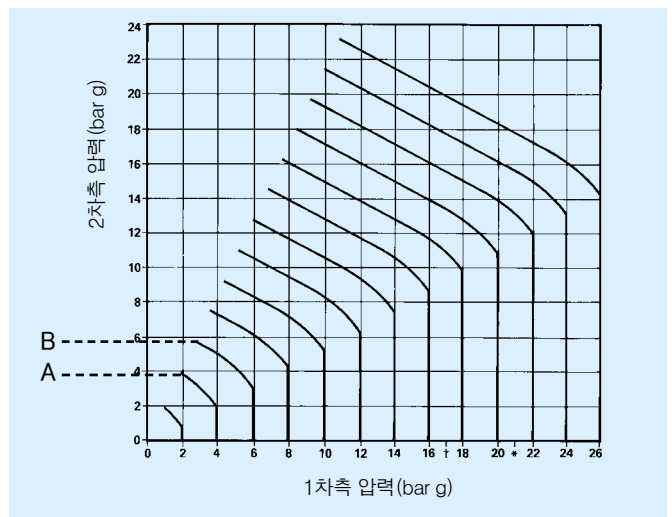


그림 1

기술자료 I

레토르트에서의 에너지 절약

■ 자동 에어벤트와 시스템 개선으로 에너지 절약

증기를 이용한 가열공정에서 생산효율은 열에너지가 증기에서 가열되는 제품으로 어떻게 이동하는가에 따라서 결정된다. 그림 1은 열전달이 이루어지는 금속면을 사이에 두고 공기층이 있을 때 얼마나 장애가 되는지를 보여주고 있다. 따라서 열교환에 장애가 되는 공기, 응축수 및 스케일 등은 가능한 빨리 제거하여야 하지만 일반적으로 그 심각성을 충분하게 이해하지 못하고 있다.

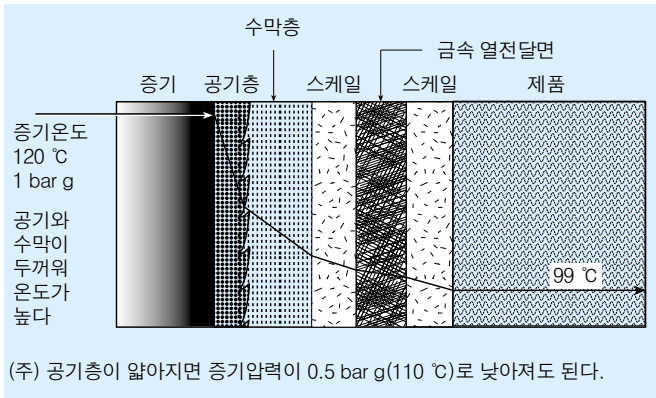


그림 1. 공기층이 열전달에 미치는 영향

■ 레토르트에서 문제가 되는 운전 방법

통조림 등을 만드는 레토르트에서 대부분의 설비는 그림 2와 같은 구조이다. 증기 공급은 솔레노이드 밸브 또는 공압식 컨트롤 밸브에 의해 컨트롤 되고 있으나 공기의 배출과 응축수 회수는 수동식 밸브를 사용하는 경우가 많았다. 비교적 발전된 예에서는 컨트롤 박스에서 프로그램을 이용하여 증기공급, 에어벤트 및 응축수 배출에 각각 솔레노이드 밸브 또는 공압식 On-Off 밸브를 이용하고 있다. 이때 가동 초기부터 종료시까지 아주 많은 양의 증기가 방출되고 있으며 그에 따라 다량의 에너지 손실이 되고 있다.

또한 온도조절을 위하여 압력계와 온도계가 설치된 상태에서 잔류공기를 배출하기 위한 블리드 밸브를 설치하고 예열부터 정상 운전까지 계속하여 증기를 방출하기도 한다.

공기를 배출하는 것은 공기배기 밸브를 완전히 열어두고 장치 내의 온도가 어느 일정한 온도에 도달하면 밸브를 서서히 잠그는 것이 최선의 방법이라고 생각하고 그렇게 운전하고 있기 때문이다.

또한 응축수 배출도 적절한 스팀트랩을 설치하여 운전하는 것이 아니고 드레인 밸브를 적당하게 열어 두거나 심지어는 예

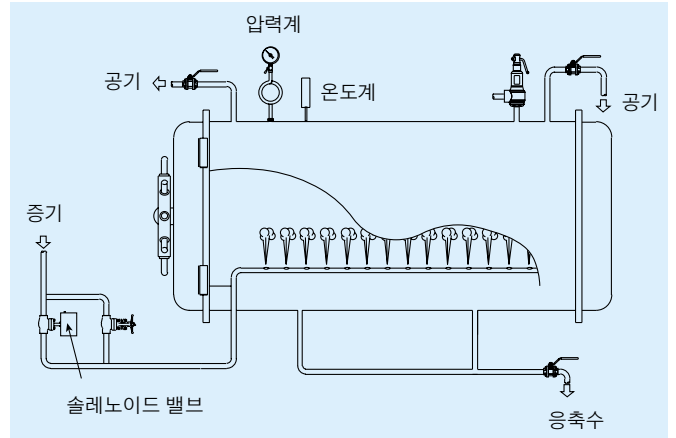


그림 2. 수동 에어벤트 레토르트

열이 끝나면 밸브를 완전히 잠가두는 경우도 있다. 먼지와 제품 부스러기가 많은 일부 공정은 트랩 사용을 거의 하지 않고 밸브를 항상 열어두고 있다.

이와 같은 운전을 통해 얼마나 많은 열손실이 있는가를 인식하여야 한다.

■ 레토르트 실제 운전 사례

그림 2와 같이 운전되는 통조림 살균 레토르트의 사례를 가지고 검토하여 본다. 지금 이 레토르트에서 1회 통조림 생산량이 1,200 kg, 가열온도는 110 °C이며 증기는 3~5 bar g의 압력으로 공급되고 있다. 온도조절은 솔레노이드 밸브를 이용하고 있으며 1일 5~7회 생산하고 1회당 가동시간은 96~100분 정도 소요된다.

운전 중에는 레토르트의 공기와 응축수는 공장 밖에 있는 배기통으로 배출하고 있는데 항상 흰색 증기가 나오고 있다.

그림 3의 그래프를 가지고 증기 소비량을 측정한 결과 1회당 약 600 kg의 증기가 사용되고 있으며 이 중에서 대기중으로 벤트되어 손실되는 증기량이 약 300 kg/h이라고 추정할 수 있다.

물론 살균공정은 최종 단계로서 다시 되돌릴 수 없는 부분이므로 안전상의 이유로 손실을 어쩔 수 없다고 볼 수도 있지만 가열비용이 제조원가에서 차지하는 비중이 너무 크므로 에너지 절약도 생각하여야 한다.

그림 4의 그래프를 보면 가열온도가 설정온도까지 도달하는데는 약 25분이 걸리고 제품의 상부, 중앙, 하부에서도 커다란 차이가 발생하고 있다. 결국 품질면이나 생산면에서도 문제가 되고 있다는 것을 보여주고 있다.

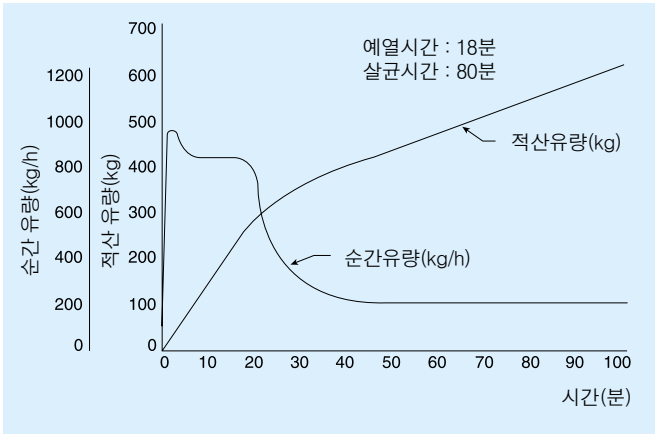


그림 3. 수동식 장치의 증기유량 변화

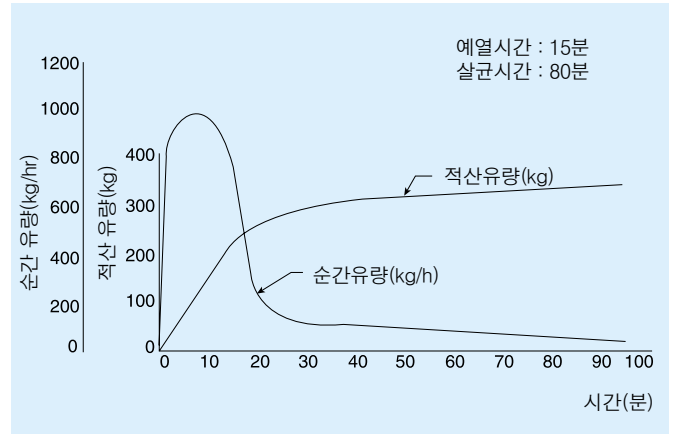


그림 6. 개선 후 증기유량 변화

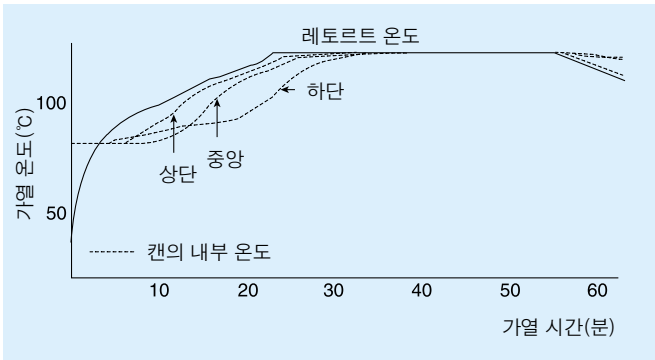


그림 4. 레토르트 내부 온도 변화의 예(음료)

■ 개선방안

이들 시스템을 개선하기 위하여 그림 5와 같이 자동 에어벤트를 요소 요소에 설치하고 응축수 배출을 위하여 레토르트 하부에 2개의 불후로트 스팀트랩을 설치한 뒤 이물질이 트랩으로 유입되지 않도록 배관을 변경하였다.

온도조절은 솔레노이드 밸브를 그대로 이용하였으나 비례제어식 자동제어 밸브로 변경하여 항상 일정한 온도를 유지하도록 하는 것이 필요하다.

증기 분사관의 배열을 변경하고 증기 압력을 0.7 bar g로 최대한 낮추어 분사된 증기가 공기와 혼합되지 않도록 하였다. 이때 배관 구경을 65~80 mm로 키워야 하지만 압력용기인 설비의 개조에 어려움이 있어 배관은 일단 기준으로 40 mm 배관을

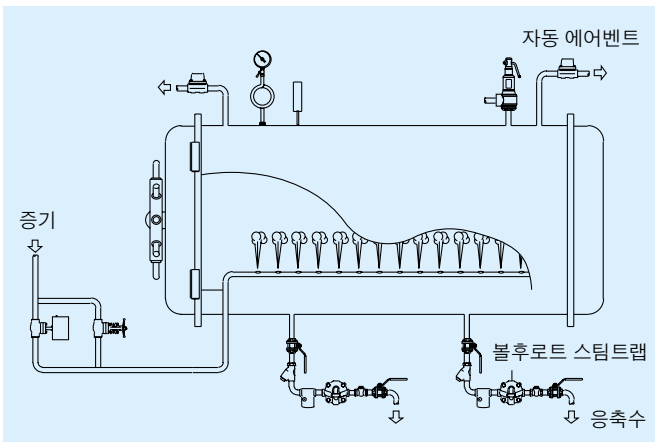


그림 5. 개선된 시스템

그대로 이용하였다.

증기 사용량의 변동에도 일정한 증기 압력을 유지하기 위하여 감압밸브는 병렬로 설치하였다.

■ 개선결과

그림 6과 같이 예열시간이 13~18분으로 단축되었다. 증기 배관 구경을 65 mm로 확장한 나중의 사례에서는 예열이 4~5분으로 끝나는 것을 확인하였다.

또한 1회 증기 소비량이 670 kg에서 270 kg으로 감소하여 약 55%의 에너지 절감이 가능하였다.

이와 같이 자동 에어벤트 및 불후로트 스팀트랩의 설치만으로도 생산성을 향상할 수 있으며 자동 온도조절 시스템을 설치하고 증기 배관구경을 개선하면 증기 사용량은 물론 예열 시간을 대폭 단축할 수 있어 경제적이다.

본 내용은 일본 스파이렉스사코(주)의 기술자료에서 발췌한 것으로 상세한 내용은 한국스파이렉스사코(주) 기술영업사원에게 문의하시기 바랍니다.

고장난 스팀트랩에서 누출되는 증기량 계산

1. 응축수 회수배관을 통해 응축수를 회수할 경우

$$\dot{m} = 0.0024 \times d^2 \times 0.33 \times \sqrt{\frac{0.42 \times P_1}{V_g}}$$

2. 응축수를 대기로 배출하는 경우

$$\dot{m} = 0.0024 \times d^2 \times 0.33 \times \sqrt{\frac{0.42 \times P_1}{V_g}} \times 2$$

\dot{m} = 증기유량(kg/h)

d = 오리피스 구경(mm)

V_g = 증기의 비체적(m^3/kg)

P_1 = 스팀트랩 입구측 압력(Pa, 1 bar = 10^5 Pa)

예제) 오리피스 구경이 4.0 mm인 스팀트랩이 고장나서 증기가 누출되고 있다. 이때 스팀트랩 입구측 압력은 4 bar g이고 응축수는 대기로 배출된다.

$$\dot{m} = 0.0024 \times d^2 \times 0.33 \times \sqrt{\frac{0.42 \times 4 \times 10^5}{0.374}} \times 2 = 28.7 \text{ kg/h}$$

증기 사용량 계산

I 증기 사용량 계산의 개요

증기 시스템을 정확히 설계하기 위해서는 각 공정 설비의 증기 사용량이나 응축 속도를 알아야 한다. 증기 사용량이나 응축 속도를 알면 관련 장비가 기대되는 조건을 충족하도록 컨트롤 밸브, 스팀트랩과 같은 장비 및 배관을 선정할 수 있다.

증기 사용량은 다음과 같은 3가지 방식으로 계산될 수 있다.

1. 열전달 기본식을 이용한 계산
2. 제작사의 설계 용량(kW, Btu/h, kcal/h 등)을 이용하여 계산
3. 단위 시간동안 모인 응축수의 무게를 측정하거나 신뢰성 있는 정확한 증기 유량계로 측정

주 : 증기로 가열되는 공정의 성능은 단순히 열교환기 자체에 의해서만 영향을 받는 것이 아니라 증기 컨트롤 밸브 및 스팀트랩 등에 의해서도 영향을 받는다. 이러한 3가지 요소는 열교환 시스템을 완벽하게 하고, 하나만 바뀌어도 다른 두개의 성능에 영향을 줄 수 있기 때문에 항상 함께 다루어져야 한다.

특수한 공정을 알아보기 전에, 열교환 응용처와 기본적인 열교환 이론에 대해 알아볼 필요가 있다.

열교환 응용처의 기본적인 형태는 다음과 같은 두 가지로 나눌 수 있다.

1. 가열되는 제품이 가열표면(전열면) 위로 흐르는 것-흐름이 있는 형태
2. 가열되는 제품이 어떤 장소에 저장-흐름이 없는 형태

■ 흐름이 있는 응용처

‘흐름이 있는 형태’의 한 예는 가열되는 유체가 연속적으로 열교환기에 유입된 후 배관을 통해 이동하는 것이다. 온수를 난

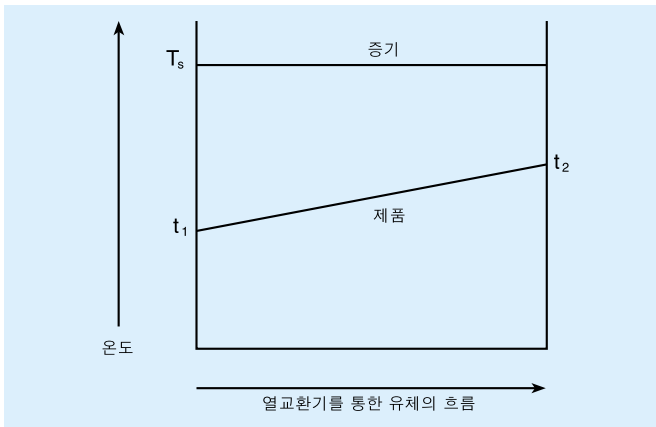


그림 1. 열교환기의 일반적인 온도 형상

방 시스템이나 개별 공정으로 공급하는 쉘/튜브 또는 판형 열교환기가 일반적이다. 다른 예는 연속적으로 통과하는 공기에 증기가 가지고 있는 열량을 공급하는 에어히터 бат데리이다.

피가열체의 유량이 일정한 경우, 열 부하는 제품의 온도 상승에 비례하고 가열 표면을 통한 열전달량은 증기와 제품의 온도차에 비례한다. 증기와 제품의 온도차는 열교환기의 입구측에서 크고 출구측에서 작다.

포화증기의 온도는 어떠한 부하조건에서도 열교환기를 통해 전반적으로 일정하게 유지되고, 증기온도(T_s)와 피가열체측의 입구 및 출구온도(t_1, t_2)의 상관 관계는 그림 1과 같다.

초기 가동시, t_1 은 정상적인 운전부하에서의 입구 온도에 비해 낮기 때문에 열 수요는 더 크다. 공정에서 가열시간이 중요하다면, 열교환기와 컨트롤 밸브 모두 초기 가동시의 가열부하를 반영하여 선정할 필요가 있다. 그러나, “흐름이 있는 응용처”에서 초기 가동은 일반적으로 불규칙적이고 설계조건에 이르는 데 걸리는 시간이 그다지 중요하지도 않기 때문에 일반적으로 예열부하는 무시된다. 그렇기 때문에, 전열면적과 컨트롤 밸브는 보통 정상적인 운전부하조건을 충족시킬 수 있도록 증기와 제품의 평균온도에 맞춰 선정된다.

그러나 컨트롤 밸브가 운전부하에 맞춰 선정되는 경우 초기 가동시 증기공간에서 증기가 부족하여 증기압력이 낮아진다. 예열시간이 중요하지 않는 경우 이는 운전측면에서 아무런 문제도 없다. 그러나 적절한 스팀트랩핑에 대한 사전조치가 취해지지 않는다면, 대기보다 낮은 증기의 압력으로 인해 증기공간에서 응축수가 정체되는 현상이 발생하여 열교환기에 열적, 기계적 스트레스를 유발할 수 있다.

정상적인 운전부하에 맞춰 정확하게 컨트롤 밸브를 선정하면 최소 구경의 밸브로 정상적인 부하 조건을 만족시킬 수 있으나, 초기 가동시의 부하에 대한 추가적인 용량의 여유를 갖지는 않는다. 그러나 현실적으로, 선정된 밸브의 용량(Kvs)은 계산된 밸브 용량(Kvr)에 비해 충분히 크기 때문에 초기 가동시의 부하에 대해 충분한 여유를 가지고 있다.

■ 흐름이 없는 응용처

일부 응용처는 “흐름이 없는 형태”이다. 여기서, 가열되는 유체는 열교환기를 통해 통과하지 않고 용기 내에 단일 배치(Batch)로 담겨있다. 용기 내에 있는 증기 코일이나 용기 둘레의 증기 자켓이 가열 표면의 역할을 한다. 전형적인 예는 펌프에 의해 이송되기 전에 가열이 필요한 점성이 있는 오일이 채워진 큰 원형 탱크이다. 일부 공정에서는 액체를 가열하는 것이

아니라 고체를 가열하는 경우도 있다. 타이어 프레스, 세탁소 다리미, 가류기 및 멸균기와 같은 응용처가 바로 “흐름이 없는 형태”의 경우이다.

일부 “흐름이 없는 형태”의 응용처에서 공정 가열 시간은 중요하지 않고 무시할 수 있다. 그러나 탱크와 가류기와 같은 설비에서는 중요할 뿐 아니라 전체적인 공정에 핵심적이다.

컨트롤 밸브를 운전부하에 맞춰 선정했다면(오직 열손실만 공급), 코일이나 자켓 내부의 증기압력은 밸브가 완전히 열려 있어도 초기 가동 후 얼마동안 대기압 이하일 수 있다. 스팀트랩의 용량이 감소하여 응축수가 증기 코일 내부에 정체되어 열교환 유량이 가열시간을 유지하기 위해 필요한 정도 이하로 감소된다. 직접적으로 코일에 심각한 소음 및 기계적 스트레스를 일으키는 워터해머가 발생할 수 있으며 이에 따라 결과적으로 코일이 파손되어 불필요한 수리비용을 지출해야 한다.

컨트롤 밸브가 초기 예열부하를 기준으로 선정되었다면, 코일 내부의 증기압력은 가열시간동안 안정되게 유지되고 스팀트랩이 응축수를 완벽히 배출할 수 있도록 충분할 수 있다. 그러나 이것은 컨트롤 밸브가 정상 운전부하시에는 약간 과대 선정되었다는 것을 의미할 수 있다. 초기가동을 자주하지 않는 경우에 과대 선정된 밸브는 대부분의 시간동안 시트에 근접하여 작동하기 때문에 조기 마모와 부적절한 제어를 유발할 수 있다. 과대 선정된 자율식(SA) 타입의 조절밸브는 밸브의 설계와 컨트롤 시스템이 작동하는 방식 때문에 일반적으로 문제가 되지 않는다. 그러나 과대 선정된 컨트롤 밸브가 전기식(EL) 또는 공압식(PN)이라면, 운전부하에서 양호한 제어상태를 유지하기 힘들어 결과적으로 특히 습증기의 경우 와이어 드로잉 현상을 경험하게 된다.

전기식 또는 공압식 컨트롤 밸브의 과대 선정을 피하기 위해서는 운전부하에 맞춰 선정하는 것이 좋다. 그러나 예열부하를 만족시키기 위해 충분히 큰 바이패스 밸브와 함께 설치되어야 한다. 즉 바이패스 밸브로 단순히 컨트롤 밸브와 같은 구경의 수동 글로브 밸브를 사용하는 것이다. 한 가지 결점은 제품의 온도가 운전 온도에 도달하기 전에 바이패스 밸브를 닫아야 한다는 것이다. 더 좋은 방법은 바이패스에 정상 온도 이하로 가깝게 온도를 설정한 단순한 on/off 피스톤 밸브를 사용하는 것으로, 운전부하에서는 컨트롤 밸브가 증기 유량을 제어하도록 하는 것이다.

이와 유사하게 자율식 조절밸브의 과대 선정을 피하기 위해서는, 운전부하를 충족하도록 선정하지만 예열부하를 만족시키기에 충분하도록 별도의 예열용 자율식 밸브로 바이패스를 구성하는 것이다. 그러나 운전부하용 조절밸브보다는 낮은 온도로 설정해야 한다.

어떠한 “흐름이 없는 응용처”에서도, 가열기기의 구성품(컨트롤 밸브, 스팀트랩 등)을 예열부하 및 열손실을 공급하기 위한 부하에 맞춰 선정하면 요구되는 예열시간을 맞출 수 있다.

■ 가열 요소 및 열손실 요소

대부분의 경우, 증기가 가지고 있는 열량은 다음의 두 가지의 일을 하기 위해 필요하다.

첫째, 가열표면을 통해 제품의 온도를 상승시킨다. 즉, 제품을 가열한다.

둘째, 자연적인 원인이나 설계상의 이유로 열손실이 발생함에 따라 제품의 온도를 유지한다. 즉, 열손실량을 보충한다.

어떤 가열공정에서도, 가열량은 제품의 온도가 상승하고 가열코일을 통한 온도차가 감소함에 따라 줄어든다. 그러나, 열손실량은 제품의 온도가 상승하여 더 많은 열이 탱크나 배관으로부터 외기로 손실됨에 따라 증가한다. 어느 경우에도 필요한 총 열량은 이 두 가지의 합이다.

가열표면이 오직 가열량만을 고려하여 선정되었다면, 시간 내에 공정의 온도가 기대되는 온도까지 상승할 수 있는 충분한 열량이 되지 못한다. 가열표면이 이 두 성분의 평균값의 합에 맞춰 선정되었다면, 일반적으로 필요한 총열량을 만족시킬 수 있다.

때때로 매우 큰 오일 저장 탱크에서 저장온도를 요구되는 펌핑 온도 이하로 유지하는 것이 상식적이다. 이는 탱크 표면에서의 열손실이 감소하기 때문이다. 출구히터와 같은 가열의 또 다른 방법이 사용될 수 있다. 출구히터는 저장탱크의 측면에 설치된 헬/튜브 타입 열교환기로서 오일이 탱크에서 펌핑되어 나올 때 가열하기 위한 것이다. 가열은 오직 오일을 펌핑할때만 필요하고, 탱크의 온도가 낮기 때문에 보통 보온은 하지 않는다. 출구히터의 사이즈는 오일의 온도, 펌핑 온도 및 펌핑 유량에 따라 달라진다.

특히 비중이 큰 오일의 경우, 탱크 코일과 출구히터를 조합하여 사용할 수 있다. 탱크 코일은 온도가 완전한 펌핑 온도로 상승하도록 하는 출구히터에 충분한 오일이 흐르도록 하는 보조 가열의 역할을 한다. 이는 출구히터의 크기를 적당한 크기로 유지하면서 최소한의 보온을 한 탱크에서 열손실을 작게 하는 이점을 준다. 선택은 탱크의 수량과 상황, 펌핑 주기와 유량 및 수송되는 오일의 온도에 따라 달라진다.

개방된 탱크에 첨가제를 투입하거나 처리를 위한 제품을 넣었다가 빼내는 탱크의 경우 또한 열 수요를 증가시키는 열손실 요소로 간주될 수 있다. 이 경우 열을 흡수하는 역할을 하기 때문에 가열표면을 선정할 때 고려되어야 한다.

앞서 언급한 것과 같이, “흐름이 있는 형태”의 응용에서 시스템으로부터 열손실은 가열요구량보다 상당히 작아지는 경향이 있어 일반적으로 무시된다. 그러나 열손실이 커지면 평균 열손실(주로 분배 배관에서)은 열전달면적을 계산할 때 포함되어야 한다.

응용처가 무엇이든간에, 열전달면적을 계산할 때는 먼저 평균 열전달율(kcal/h)을 구해야 한다. 이것으로부터 증기부하를 계산하여 컨트롤 밸브의 구경을 선정할 수 있다.

다음 호에서는 열전달 기본식을 이용해 증기 사용에 대한 주제를 고려해 보도록 하자.

수배관 시스템의 가압 방법

- ① 물의 부피 변화에 따른 시스템의 압력 변화
- ② 수배관 시스템의 가압 방법

이번 호에서는 수배관 시스템의 가압 방법에 대하여 알아 볼 것이다.

수배관의 압력과 관련하여 일반 HVAC 시스템에서의 가압의 방법은 대부분 팽창탱크를 통한 급수 압력으로 적용을 하고 있다. 특수한 지역 난방용 플랜트 설비인 경우에는 질소 가스 가압방식이나 에어 콤프레서에 의한 가압방식, 증기에 의한 가압방식 등이 다양하게 거론되고 있지만 일반 HVAC 시스템에서는 거의 적용하지 않는다. 여기에서는 HVAC 시스템에서의 가압방식에만 한정하였다.

■ 개방형 팽창탱크에 의한 가압 방식

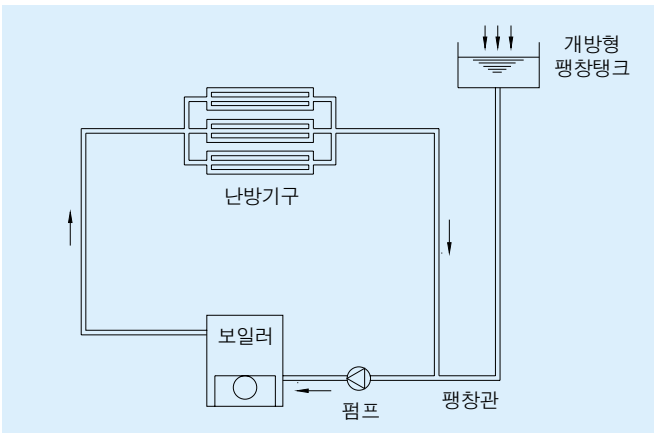


그림 1.

과거에 적용하였던 개방형 팽창탱크의 가압은 정수두 가압 방식이라고 할 수 있다. 냉온수 시스템에서 가장 높은 위치에 설치된 공조기, 팬코일 유닛, 방열기 등과 같은 냉온수 기기보다 더 높은 장소에 팽창탱크를 설치하여 수압 자체로 배관 상의 압력을 포화증기압 이상으로 확보했다고 볼 수 있다. 이 경우 팽창탱크의 설치 높이는 가장 높은 곳에 설치된 부하 기기보다 약 1 m 이상 높게 설치가 되었으며, 탱크 용량도 전체 팽창량, 즉 배관내부 전체 유량기준의 1.5~2배 정도의 용량으로 선정 한 상태에서 대기에 개방되어 있다. 팽창탱크의 수위는 냉온수의 팽창과 수축에 따라 약간씩 변동되면서 시스템을 가압하고 있다.

그러나 이 시스템이 대기에 개방되어 있으므로 공기가 수중에 녹아 들어갈 수 있으며, 외관상 주변 환경과의 부조화 뿐만 아니라, 유지관리 측면에서도 다소 좋지 않은 단점이 있었다. 팽창탱크의 설치 장소가 가장 높은 곳에 놓여야 하는 한정된 조건 때문에 건축 미관상의 문제 등을 안고 있었다. 최근에는 밀폐형 팽창탱크를 도입하면서 이러한 문제 등은 거의 해소되었다고 볼 수 있다.

■ 밀폐형 팽창탱크

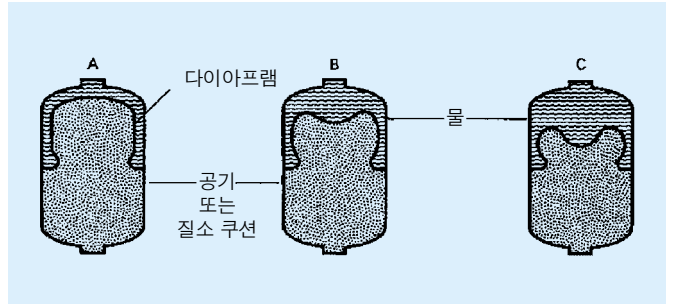


그림 2. 밀폐형 다이아프램식 팽창탱크

팽창 탱크를 밀폐형으로 한다는 것은 우선 공기가 유체 내로 녹아 들어감에 따라 발생할 수 있는 문제점을 방지할 수 있다는 것을 의미한다. 또한 현장에서 배관의 연결과 탱크의 설치 등이 이루어지는 개방형 팽창탱크와 비교해 볼 때, 밀폐형 팽창탱크 방식은 공장에서 제작된 탱크 내부에 질소나 압축 공기 같은 쿠션 기능이 있는 압축성 유체가 수배관 시스템측과 가변성이 있는 격막으로 탱크 내에서 나누어져서 밀리고 혹은 밀고하여 수배관의 압력을 인공적인 힘으로 유지한다는 의도에서 과거 구식인 개방형에 비해서는 진보한 것이라고 볼 수 있다.

밀폐형 팽창탱크 방식은 수배관 시스템 자체의 누수로 인해 발생할 수 있는 부족한 물을 공급하기 위한 보충수 공급라인을 급수관에 연결하여야 하고, 이 공급 수압을 일정하게 유지 시켜야 한다. 따라서 초기 상태에서 팽창탱크에 공급해야 하는 압력은 급수 시스템이 고기수조 방식이거나 부스터 펌프 급수 가압 방식에 관계없이 팽창탱크에 필요한 압력만큼 공급될 필요가 있으므로 감압밸브를 적용하여 급수라인과 팽창탱크를 연결하여야 할 것이다.

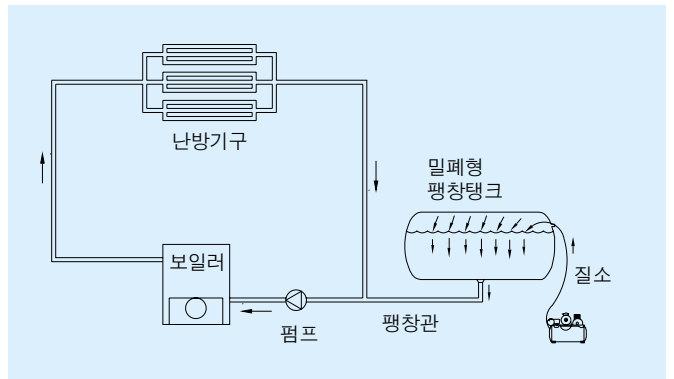


그림 3.

최근의 밀폐형 팽창탱크에는 일부 소형의 에어 콤프레서가 장착되어 탱크내의 압력을 보다 정밀하게 유지하고 있다. 즉 격막 반대편의 질소나 압축공기의 압력도 수배관의 팽창 및 수축

과 연동하여 일정하게 압력을 유지 할 수 있도록 하기 위한 것이다.

일반적으로 밀폐형 팽창탱크는 팽창 라인과 수배관 시스템의 냉온수 환수 헤더측 또는 순환펌프 흡입측에 연결된다.

팽창탱크의 크기를 선정하는 방법에는 여러 가지가 있겠지만 초기의 봉입 압력과 최종 압력과의 압력차, 그리고 배관 시스템에서 발생한 유체의 팽창량에 대한 상수를 적용한 계산으로 탱크의 크기를 선정한다.

초기 봉입 압력의 설정은 개방형 탱크의 경우 열부하기기보다 약 1 m 정도 높게 둔다고 언급하였던 바와 같이 최하층 기계실에 설치되는 밀폐형 팽창탱크에서도 역시 그 수두압을 인위적으로 형성시킨다는 것이다. 즉 밀폐형 팽창탱크의 초기 봉입 압력은 “정수두압+에어 벤트를 위한 봉입 압력 또는 재증발 방지를 위한 가압(약 3 m 수두, 일반적인 HVAC 온도 기준)”이지만 수배관의 온도에 따른 재증발 방지를 위해 적용하는 압력에 따라 달라질 것이다. 그 이유는 온도에 따라 증기압력이 달라지기 때문이다.

최종적인 봉입 압력은 이 초기 압력에 순환펌프 양정 및 기타 안전율(약 1 m 정도의 수두)을 포함한 압력 상승분을 합하여 최종적으로 결정된다. 이와 같이 계산된 팽창탱크의 유효 용량계수와 수배관 시스템의 팽창량을 기준으로 실제 팽창탱크의 크기를 산출하게 된다.

결과적으로 물의 팽창과 수축에 대하여 탱크 내부에서의 압력을 일정하게 유지하기 위하여 가압측(공기측)이 수배관과 연계하여 움직이게 된다.

$$\text{팽창탱크 용량 } V_t = \frac{V_e}{A.F}$$

V_e = 팽창량

$A.F$ = 유효용량계수(Acceptance Factor)

$$= (P_o - P_i) / P_o$$

$(P_i$ = 초기 봉입압력,

P_o = 최종 봉입압력, 절대압 기준)

참고로 팽창량은 냉동기 용량 1 RT 당 약 50리터 정도를 배관 내부의 유량으로 보면 여기에 온도차에 따른 체적 변화값을 곱하면 개략적으로 추정할 수 있다.

이렇게 선정된 팽창탱크는 설치 위치에 제약을 받지 않는다. 또한 개방형의 단점인 공기의 인입, 부식, 설치 위치상의 제약, 수명 등의 문제를 해결할 수 있는 장점을 갖는다고 할 수 있다.

지금까지의 설명에서 밀폐형 순환 시스템에 적용하는 팽창탱크의 개념은 어느 정도는 이해가 될 수 있었다고 생각된다. 그리고 이렇게 선정된 팽창탱크는 팽창탱크 본래의 목적인 배관계의 온도변화에 따른 체적변화를 흡수하는 쿠션기능을 성실히 수행한다는 것이다. 그리고 팽창라인과 연결되는 배관에는 절대로 밸브류가 설치되어서는 안된다. 그 이유는 팽창 탱크의 기능을 혹시 저해할 수 있는 치명적인 사고가 발생할 우려가 있기 때문이다.

■ 밀폐형 팽창탱크와 순환펌프 위치와의 관계

최근에 설계되고 있는 대부분의 HVAC 분야의 설계에서 팽창탱크의 설치 위치는 “순환펌프 흡입측”으로 거의 정해져 있다. 그 이유는 무엇인가?

대기에 개방된 개방형 팽창탱크는 설치 위치에 관계없이 그 압력은 항상 일정하다. 즉 팽창탱크 연결점에서의 압력은 팽창탱크의 사용 목적에서 출발하여야 한다. 즉 밀폐식 팽창탱크의 위치는 압력이 변하지 않는 지점이어야 한다는 것을 의미한다. 팽창탱크는 펌프의 운전에 관계없이 펌프의 흡입측과 토출측의 모든 압력변화를 그대로 수용하기 위한 의도로 설치된 것이므로 압력이 일정하다는 것이 그 출발점이라고 보면 된다. 그러면 이 압력은 얼마인가? 초기 압력 셋팅 상태에서의 압력, 즉 개방형 팽창탱크는 정수두압, 밀폐형 팽창탱크는 초기 봉입 압력이 그대로 유지된 상태로 있을 것이다. 펌프의 흡입측에 팽창탱크가 설치된 경우 대부분 배관의 압력은 상승하고, 펌프의 토출측에 설치되면 대부분의 압력이 하향으로 낮아진다. 즉 펌프 토출측에 팽창탱크를 설치하는 경우 배관내의 압력이 부압으로 변경될 가능성이 높아 배관내 특정 구간에서 진공이 형성될 수 있어 매우 위험한 상태를 초래할 수 있다. 또한 펌프 흡입측에 팽창탱크를 연결하는 것은 양압을 구성하여 특정 구간에서 배관의 허용압력에 근접하는 압력까지 상승시킬 수 있다. 그러나, 이와 같이 배관의 허용압력 이상으로 크게 압력이 형성되는 것은 거의 발생하지 않으며, 부압에 의한 진공의 발생으로 인해 문제를 야기시키는 것보다는 안전한 시스템의 적용이라 할 수 있다. 이때 발생하는 압력은 모두 펌프의 운전과 연관되어 있으며 펌프가 정지되어 있는 경우와는 다른 압력분포를 보인다. 펌프가 정지된 상태라면 배관 위치에 따른 정수두의 압력만이 형성되며, 마찰손실이나 기타 밸브류, 기기 등에 의한 압력손실과는 무관하다. 이것은 팽창탱크의 설치위치에 관계없이 그 압력 분포는 동일하다는 것을 의미한다. 펌프가 운전되고 있는 상태에서 배관에서의 압력분포 해석은 팽창탱크의 설치 위치, 즉 압력이 변하지 않는 지점에서 출발하여 계산을 하기 시작하면 된다. 팽창탱크가 펌프 흡입측에 설치되었을 경우 펌프 양정이 추가되어 양압이 형성되고, 펌프 토출측에 설치되었을 경우에는 펌프순환 양정도 팽창탱크가 설치된 지점에서 완전히 상쇄되어 원래 펌프가 정지된 상태의 정수두 압력을 기준으로 출발하여 펌프 흡입측 부근에서는 부압 즉 포화증기압 이하 또는 진공이 될 가능성이 매우 높아진다.

이 경우 일부 설계자가 진공해소장치의 설치를 고려한다면 반드시 펌프 토출측에 팽창탱크를 설치하지 않도록 충고하여야 할 것이다. 그러나 실무적으로 펌프의 토출측에 팽창탱크를 설치하는 경우는 거의 없을 것이다.

■ 팽창탱크의 설치 위치에 따른 임의 지점에서의 압력 계산

A) 펌프의 토출측에 팽창탱크를 설치하였을 경우

$$P_x = P_o - \Delta P_x - h$$

P_x = 임의 지점 x 에서의 압력(m)

P_o = 팽창탱크 접속점에서의 압력(m)

ΔP_x = 팽창탱크 접속점으로부터 임의지점 x 까지 배관
마찰손실 수두(m)

(펌프와 팽창탱크 사이에서의 임의지점 x 에서의
마찰손실 수두 ΔP_x 는 (-)값을 수식에 적용하고,
팽창탱크와 그 이외의 지점에서 발생하는 마찰손
실 수두 ΔP_x 는 (+)값을 수식에 적용한다.)

h = 팽창탱크 접속점으로부터 임의지점 x 까지의 높
이(m)

이 경우 최저압력에서 공기가 배관내로 흡입될 가능성이 매
우 높다. 그리고, 펌프가 운전되고 있는 상태에서의 압력은 펌
프가 정지된 상태보다 낮다.

B) 펌프의 흡입측에 팽창탱크를 설치하였을 경우

$$P_x = P_o + H_p - \Delta P_x - h$$

P_x = 임의 지점 x 에서의 압력(m)

P_o = 팽창탱크 접속점에서의 압력(m)

H_p = 펌프의 양정(m)

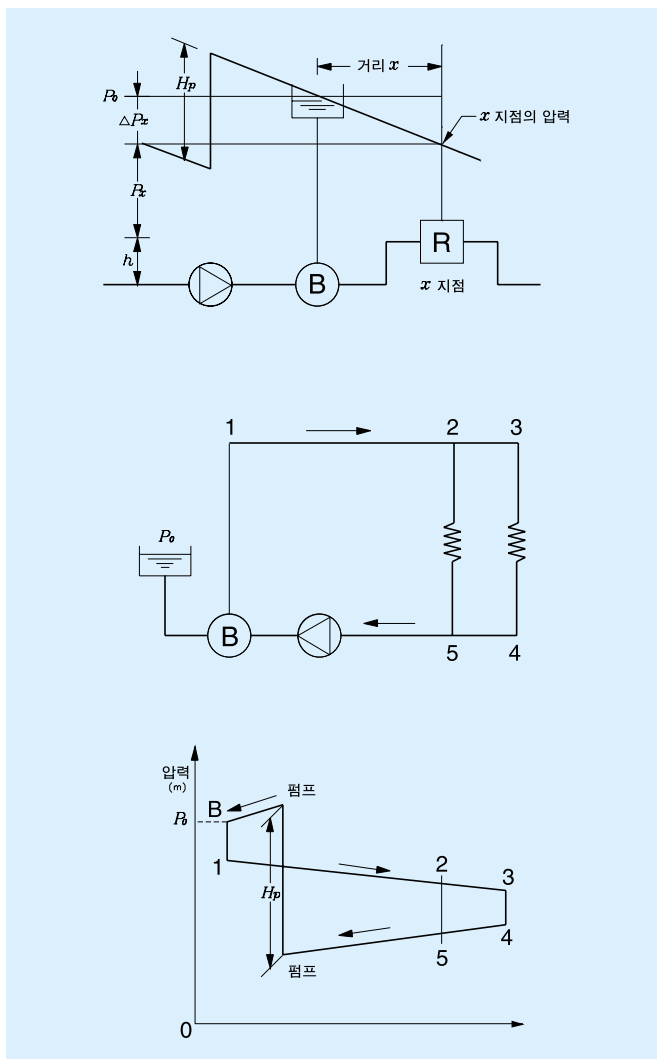
(펌프와 팽창탱크 사이의 임의지점 x 에서의 압력 산
정시 펌프 양정은 "0"을 적용한다.)

ΔP_x = 팽창탱크 접속점으로부터 임의지점 x 까지의 배
관마찰손실 수두(m)

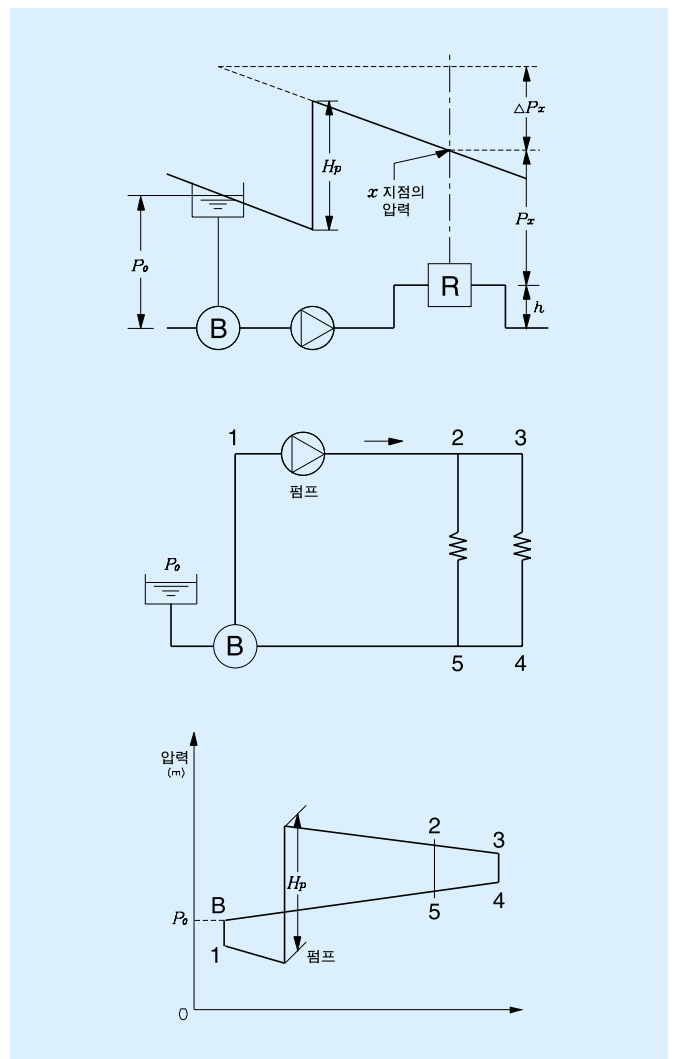
h = 팽창탱크 접속점으로부터 임의지점 x 까지의 높
이(m)

이 경우 최저압력이 배관의 최대허용압력보다 낮은가를 검
토하여야 한다. 펌프가 운전되고 있는 상태에서의 압력은 펌프
가 정지되었을때의 상태보다 높다.

일정압력의 팽창탱크를 펌프 토출측에 접속한 경우



일정압력의 팽창탱크를 펌프 흡입측에 접속한 경우



최근 스파이렉스사코에서는 ...

■ “제18회 설비설계인의 교류를 위한 신년모임” 개최

지난 1월7일 한강유람선상에서 서울지역 건축기계설비설계사의 대표 및 임원과 초청손님으로서 종합건설사 부서장, 2002년도 기술사를 포함하여 110개사에서 210여분이 참석한 가운데 “제 18회 설비설계인의 교류를 위한 신년모임”이 성황리에 개최되었습니다.

참석자 여러분의 상호 교류에 이어 한국스파이렉스사코의 박인순 사장의 인사말로 시작한 공식행사에서는 한국설비기술협회 황원택 회장님과 설비엔지니어협회 김문정 사장님께서 축사를 해주셨습니다. 변화하는 환경속에서 설비기술인이 한배를 탄 운명공동체라는 취지로 과거의 호텔 행사와는 다르게 한강유람선상에서 개최한 결과, 고객 여러분의 기대 이상의 호응으로 행사를 잘 마무리 할 수 있었습니다. 이에 지면을 빌어 다시 한번 감사의 말씀을 드리며 내년에도 역시 색다른 분위기로 행사를 준비할 것을 약속드립니다.

■ 스파이렉스사코 남동 기술연수원 보일러 신축공사

인천 남동공단 소재 스파이렉스사코 기술연수원에 신축하게 될 보일러실 기공식을 지난 2월 28일 임직원들과 함께 조촐하게 갖었습니다. 이번에 신축하게 될 보일러실에는 수관식 3 t/h × 24 bar g 보일러와 콘덴싱 타입의 1 t/h × 7 bar g 노통연관 보일러를 설치하게 되며 보일러 운전중 드럼내부의 상태를 확인할 수 있도록 특수유리를 드럼에 장착할 예정입니다.

또한, 3요소 수위제어장치, 블로우다운 및 폐열회수장치, 그리고 자동연소제어 시스템등 보일러 운전에 필요한 부속장치의 기능을 상세히 교육할 수 있도록 최신식 시스템으로 설계하였습니다.

이번 신축 보일러실은 2003년 상반기에 준공될 예정이며, 스파이렉스사코는 스팀의 발생부터 현장 응축수의 최종 회수까지 모든 교육시스템을 더욱 완벽하게 갖추게 되어 고객 여러분들에게 많은 볼거리와 살아 있는 교육시설을 제공할 수 있을 것으로 기대됩니다.

고객여러분의 많은 관심을 부탁드립니다.

■ 2003년도 지역세미나 개최 일정

당사는 증기 및 유체분야의 축적된 기술력을 바탕으로 2003년도에 8개 지역에서 기술교육의 장을 마련하였습니다. 바쁘시더라도 참석하시어 많은 성원 부탁드립니다.

지 역	일 시	장 소
울산	3월 25일(화) 13:20~18:30	경주 현대호텔 컨벤션홀
서울	4월 2일(수) 13:20~18:10	그랜드 인터콘티넨탈호텔 그랜드볼룸
부산	4월 9일(수) 13:20~18:10	조선비치호텔 대연회장
창원	4월 10일(목) 13:20~18:10	호텔인터네셔널 대연회장
청주	4월 17일(목) 13:10~18:20	청주호텔 그랜드볼룸
대전	4월 18일(금) 13:10~18:20	유성호텔 스타볼룸
대구	4월 22일(화) 13:00~18:00	대구 전시 컨벤션센터(EXCO) 3F
동부	4월 24일(목) 13:00~18:20	이천 미란다 호텔 그랜드볼룸

■ 2003년도 증기실무연수교육(SUMC) 상반기 일정안내

회수	일자	과 정 명	교육비 (VAT 별도)
SUMC 0301	05.15~16 1박 2일	정비 과정	160,000
SUMC 0302	05.22~23 1박 2일	자동제어 과정	160,000
SUMC 0303	05.28~30 2박 3일	일반 과정	260,000
SUMC 0304	06.12~13 1박 2일	정비 과정	160,000
SUMC 0305	06.18~20 2박 3일	일반 과정	260,000
SUMC 0306	06.26~27 1박 2일	에너지관리자 과정	160,000

- (주) 1) 상기 일정은 당사 사정에 따라 변경될 수 있습니다. 참가전에 확인하시기 바랍니다.
2) 전국을 대상으로 개방되어 있으니 원하시는 일정에 신청하여 주시기 바랍니다.
3) 정규과정 이외에 고객의 요청에 따라 단위회사별로 별도로 기획하는 특별과정도 실시하오니 영업사원에게 문의하여 주시기 바랍니다.

■ 신청방법

참가신청서를 작성하여 FAX로 신청하여 주십시오.
한국스파이렉스사코(주) 영업지원부 SUMC 담당자
Tel (02)525-5755, FAX (02)525-5764, 5766

증기 및 유체제어 전문가

spirax
sarco

- 보일러컨트롤시스템
- 가 슟 시 스템
- 스팀 트랩 핀
- 온도조절시스템
- 기 수 분 리 기
- 자동밸브신발브
- 펠로즈실스틀밸브
- 자동제어시스템
- 체 크 벨 브
- 후 레 쉬 베 셸
- 응축수회수시스템
- 차 압 벨 브
- 감 압 시 스템
- 안 전 벨 브
- 유량측정시스템
- 순간온수가열기
- 에 어 벤 트
- 펌프컨트롤밸브

한국스파이렉스사코(주) <http://www.spiraxsarco.com/kr>

본사 : 서울 서초구 서초동 1552-8(정우빌딩 3층) TEL(02) 525-5755, FAX: 525-5766
공장 : 인천 남동구 고잔동 640-13 남동공업단지 71블록 41로트 TEL (032) 811-0494

대구영업소 : 대구광역시 북구 산격2동 1629 산업용재관 업무동 3층
TEL: (053)382-0771, FAX: 384-1137

전주영업소 : 전북 전주시 완산구 중화산동 2가 577-2(서림빌딩 1층)
TEL: (063)226-1408, FAX: 226-1409

광주영업소 : 광주광역시 서구 농성동 415-24(정승빌딩 6층)
TEL: (062)367-8727, FAX: 367-8728

여수영업소 : 전남 여천시 신기동 12-9(호남계기 3층)
TEL: (061)682-1208, FAX: 681-2655

경남영업소 : 경남 김해시 전하동 438번지 국민건강보험공단 3층
TEL: (055)332-5755, FAX: 332-3399

인천영업소 : 인천광역시 남동구 고잔동 640-13 남동공단 71B 14L
TEL: (032)814-5755, FAX: 814-3898

울산영업소 : 울산광역시 남구 신정4동 872번지
TEL: (052)258-5744, FAX: 258-5725

수원영업소 : 경기도 수원시 팔달구 인계동 1026-3(라성빌딩 406호)
TEL: (031)238-5755, FAX: 239-5548

대전영업소 : 대전광역시 동구 가양동 426-4(대용제약빌딩 6층)
TEL: (042)636-4342, FAX: 636-4344

청주영업소 : 충북 청주시 흥덕구 병영2동 2161번지
TEL: (043)268-8040, FAX: 268-8044