

열설비의 이해(실무교육)

기술자문위원 함이호



사단법인
한국열관리사업회

◆ 목록 정리 ◆

1. 아연도강관(백관)을 온수배관으로 사용하면 안되는 이유?
2. 보일러의 운전압력 배관
3. 동파의 이론적 원인 접근
4. 급수펌프의 설치기준
5. 결로의 발생원인
6. 난방용설비의 증기압력을 $2\text{Kg}/\text{cm}^2$ 으로 하는 이유?
7. 보일러세관의 필요성
8. 콘덴싱보일러의 이해
9. 압력계 싸이폰관에 물을 채워야 하는 이유?
10. 실내온도 1°C 차이에 따른 에너지절약율의 이론적 접근
11. 보일러 운전압력의 높고 낮음이 미치는 영향
12. 재증발증기란?
13. 경수연화장치의 이온수지 교환 시기 및 소금 투입량과 소금의 종류
14. 브라운가스 란?
15. 보일러 전열면 과열의 원리
16. 공기비 조절 및 끄으름, 스케일의 두께에 따른 효율 변화
17. 수배관에서 공기(Air)의 장애
18. 응축수탱크의 설치 위치 등
19. 증기배관으로서의 스테인레스강관 사용 적정성 여부
20. 순환펌프의 양정 계산
21. 냉,온수배관의 차압밸브 및 밸런싱밸브
22. 급수저장탱크(응축수탱크)의 운전온도
23. 급수온도의 차이에 따른 절약율
24. 에어챔버의 잘못 알고 있는 상식
25. 펌프 축의 그랜드 패킹(Grand Packing)에서의 누수
26. 펌프주변 배관상의 밸브, 체크밸브 설치위치
27. 보일러 내부 진공상태 발생시 일어나는 현상
28. 공기압축식 밀폐형 팽창탱크의 블래드 파손 확인
29. 스팀 트랩의 여러 점검 방법
30. 증기배관의 에어벤트 필요성
31. 관류보일러가 AL방열기를 부식시킨다?
32. 경수연화장치의 관리

33. 트랩의 용량 선정
34. 감압 효과
35. 감압밸브 주변배관 및 손상 원인
36. 열교환기에서의 응축수 정체 원인
37. 공기의 무게와 비체적과의 관계
38. 보일러의 프로그램제어 구축과 안전관리
39. 동관배관 시 절연후렌지를 사용하는 이유
40. 웬 벨트(Fan-Belt)의 장력(Tension) 조절

1. 아연도강관(백관)을 온수배관으로 사용하면 안되는 이유?

아연(ZN)은 주기율표 제2족B에 속하는 원자번호30에 비중이 7.14인 금속입니다.

아연의 주요 성질을 보면 용점이 낮고 취성이 있기 때문에 구조 재료로서는 부적당하지 만 구조가 용이하여 압력주조(Die Casting)에 많이 사용되고 있습니다.

아연의 성질중 가장 중요한것은 희생적 방식작용이 강하다는 것입니다.

희생적 방식작용이란 아연을 철강재의 표면에 접촉시키면 아연이 완전히 부식되기 전까지는 철강재는 부식되지 않고 아연만 부식된다는 것입니다.

따라서 아연의 용도가 철강재의 보호피막으로 사용되는 것이 일반화되어 있습니다.

그 대표적인 것이 아연도 강관(흔히 백관이라 부름)입니다.

이 백관을 배관으로 많이 사용하는 이유는 가격도 경제적이지만 아연의 희생적 방식작용을 이용한 부식방지 때문입니다.

그런데 아파트나 건물의 온수배관에 송곳으로 구멍을 뚫은 듯한 부식이 일어나 백관을 내용년 수와 상관없이 막대한 비용을 들여 교체하는 경우가 종종 발생합니다.

아연의 희생적 방식작용이 약60℃부근에서는 도리어 역전현상이 일어난다는 것이 연구 결과 밝혀졌습니다.

그 연구결과를 보면 아연이 60℃부근에서는 반대로 강관이 부식되고 아연이 보호되는 역전현상이 일어납니다.

이 역전현상 때문에 급격한 부식이 일어나고 따라서 냉수나 해수등 온도가 60℃이하에서는 상관없지만 기존의 난방이나 온수관에서 60℃부근(그이상온도에서는 상관없음)의 온수공급을 피하는 것이 부식을 줄이는 방법이고 신설하는 온수나 난방배관의 경우 백관을 피해야 하는 이유가 됩니다.

백관을 사용하는 곳에서는 부식을 근본적으로 막을 수는 없지만 부식이 심한곳이나 우려가 되는곳에는 강재표면에 아연판을 부착하여 주면 부식이 현저히 감소하게 됩니다.

급수처리장치가 발달되기 전에는 보일러 내부에 아연판을 매달아 놓는 경우가 있었는데 이 자기희생적 방식작용의 원리를 이용한 것이죠.

2. 보일러의 운전압력

처음 보일러 관리에 입문하는 초보 회원님들께서 가장 많이 물어보는 질문중의 하나가 보일러의 운전압력입니다.

그러나 일반적으로 보일러의 운전압력이 얼마면 적당한가는 부하측 사용설비의 요구압력, 배관길이, 보온상태, 증기의 비체적 등을 고려하여야만 결정되어질 수 있는 문제입니다.

증기가 배관을 따라 공급되면서 배관의 저항에 의해 압력 손실이 발생하고 또한 배관에서 방열 손실에 의한 응축수가 발생하게 됩니다.

그러므로 초기에 분배용 공급압력을 정할 때에는 이 압력 손실을 고려하여 여유분을 추가한

높은 압력으로 공급해야 합니다.

① 이것을 요약하면 운전압력을 결정할 때에는 다음 사항을 고려해야 합니다.

1. 증기 사용처에서 요구하는 압력
2. 배관 마찰저항에 의한 압력 손실
3. 배관에서 방열 손실

② 높은 압력의 증기는 낮은 압력의 증기에 비해 비체적이 적으므로 높은 압력으로 증기를 발생하면 다음과 같은 장점이 있습니다.

1. 증기배관 구경이 작아져 증기주관의 설치비 즉 파이프, 플랜지, 지지대와 인건비 등이 감소..
2. 배관 보온을 위한 투자비용이 절감..
3. 감압을 하여 사용하게 되는 증기 사용처에서는 감압의 효과에 따른 보다 건조한 증기를 사용할 수 있음.
4. 보일러의 열 보유 능력도 증가하여 부하의 변동에 대한 대처도 용이하며 피크부하시 프래이밍과 캐리오버의 위험도를 줄여 줄 수 있음.

증기를 높은 압력으로 분배하면 시스템이 증기 사용처에서 각각의 응용별 또는 구역별로 요구하는 압력으로 감압하여 사용하여야 합니다.

③ 보일러의 운전압력 셋팅은 얼마가 좋을까?

셋팅압력 조정에서 문제되는 것은 보일러의 정지압력은 그다지 큰문제가 아닙니다.

그것은 최고사용압력이하의 안전사용 압력으로 운전하면 되지만 그보다는 보일러의 기동압력이 보일러의 운전적정 압력을 결정하는데 중요한 요소로 작용합니다.

그 이유는 "증기 사용처에서 요구하는 적정한 압력의 증기를 충분히 공급할 수 있는냐의 문제"가 뒤 따르기 때문입니다.

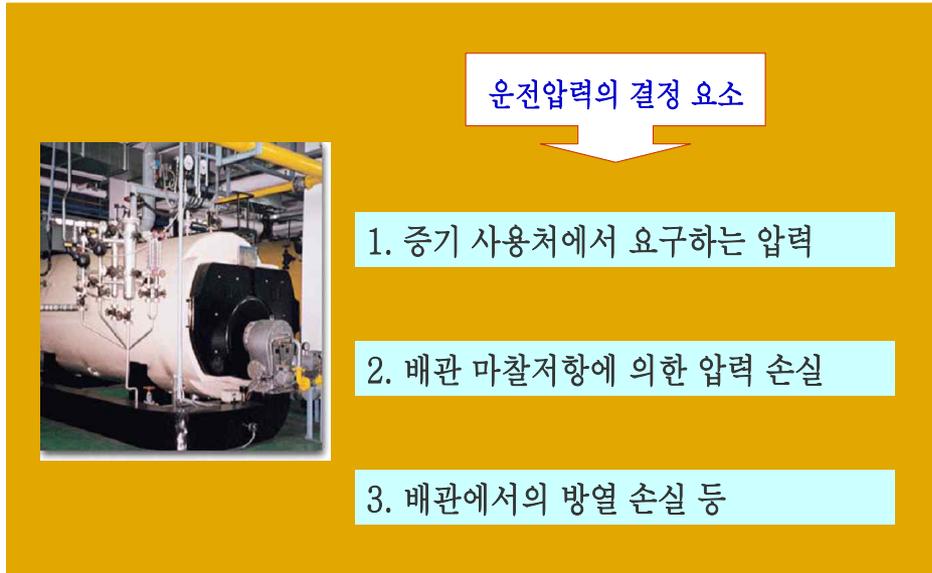
보일러가 정지되었다 재 기동 압력에서도 충분히 공급량이 확보되는 점을 기동압력으로 맞추는 노력이 필요합니다.

이러한 근본적 근거를 바탕으로 현장 여건에 알맞게 적용하여 보일러에 적정한 압력을 설정하여야 합니다.

증기의 효율적인 사용에는 일차적으로 "공급압력은 높게, 사용처에서는 낮게" 라는 것을 항상 기본개념으로 하여 증기를 공급하는 노력이 필요합니다.

보일러의 운전 압력

운전압력의 고려 사항



3. 배관 동파의 이론적 원인 접근

물은 대기압하에서 0℃가 되면 동결하고 현저히 체적팽창을 하게되는데 그 팽창력을 견디지 못하여 배관이 파열됩니다.

0℃ 물 1Kg의 체적은 1/0.999 즉, 1.0001 l 가 되며 0℃ 얼음 비중량은 0.9176kg/l 이므로 1/0.9176 즉, 1.0909 l 가 됩니다.

증가한 체적은 1.0909 l - 1.0001 l 즉, 0.0908 l 이므로 물이 빙결하면 체적은 약 9% 팽창하게 됩니다.

체적팽창에 의하여 생기는 팽창력은 일반적으로 170Kg/cm²에서 250Kg/cm²까지 매우 큰 값으로서 우리가 상상하는 이상이라고 봅니다.

따라서 겨울철에 발생하는 배관의 동파원인은 물이 동결되면서 일어나는 팽창력 때문이라는 이론적 계산을 해볼 수 있습니다.

동파의 이해



4. 급수펌프의 설치기준

① 보일러 제작기준, 안전기준 및 검사기준 제45조(급수장치)에 보면, 보일러의 급수장치에 관련된 사항은 KS B 6233(육용강제 보일러의 구조)의 17에 따른다.

다만, 전열면적 14m²이하의 가스용 온수보일러 및 전면적 100m²이하의 관류보일러에는 보조펌프를 생략할 수 있으며 상용압력 이상의 수압에서 급수할 수 있는 급수탱크 수원을 급수장치로 하는 경우에는 예외로 할 수 있다.

② 보일러 설치검사 기준에 보면,

1. 급수장치를 필요로 하는 보일러에는 다음의 조건을 만족시키는 주펌프(인젝터를 포함한다. 이하 같다)

세트 및 보조펌프세트를 갖춘 급수장치가 있어야 한다.

다만 전열 면적 12 m²이하의 보일러, 전열면적 14m²이하의 가스용 온수보일러 및 전열면적 100 m²이하의 관류보일러에는 보조펌프를 생략할 수 있다.

주펌프세트 및 보조펌프세트는 보일러의 상용압력에서 정상가동상태에 필요한 물을 각각 단독으로 공급할 수 있어야 한다.

다만 보조펌프세트의 용량은 주펌프세트가 2개 이상의 펌프를 조합한 것일 때에는 보일러의 정상상태에서 필요한 물의 25 %이상인면서 주펌프세트 중의 최대펌프의 용량이상으로 할 수 있다.

2. 주펌프세트는 동력으로 운전하는 급수펌프 또는 인젝터이어야 한다.

다만 보일러의 최고사용압력이 0.25 MPa(2.5 kgf/cm²) 미만으로 화격자면적이 0.6 m² 이하인 경우, 전열면적이 12 m² 이하인 경우 및 상용압력 이상의 수압에서 급수할 수 있는 급수탱크 또는 수원을 급수장치로 하는 경우에는 예외로 할 수 있다.

3. 보일러 급수가 멎는 경우 즉시 연료(열)의 공급이 차단되지 않거나 과열될 염려가 있는 보일러에는 인젝터, 상용압력 이상의 수압에서 급수할 수 있는 급수탱크, 내연기관 또는 예비전원에 의해 운전할 수 있는 급수장치를 갖추어야 한다.

4. 1개의 급수장치로 2개 이상의 보일러에 물을 공급할 경우 이들 보일러를 1개의 보일러로 간주하여 적용한다....라고 정해져 있습니다.

예비펌프를 설치하는 것은 펌프가 1대라면 펌프에 문제 발생할 시 급수불능으로 큰 낭패를 볼 수 있는 여지가 다분히 있으며 예비 펌프도 항상 정상 운전상태로 정비하여 놓으면 좋지 않을까 생각합니다.



5. 결로의 발생원인

<1> 결로(Condensation)란 무엇인가?

① 결로 현상이란 무엇인가?

건축물의 외부 온도와 내부 온도차가 큰 경우 외부에 면한 방 안쪽의 벽체 표면에 물방울이 맺히는데 이러한 현상을 결로현상(結露現狀)이라 한다.

환기가 잘 되지 않는 곳이나, 건축 시 단열재를 정상적으로 시공하기 힘든 벽면의 모서리 부분이나 외기와 접한 창틀주위에서 결로 현상이 많이 발생하는데, 심한 경우는 물이 줄줄 흘러 내리기도 한다.

② 결로는 왜 생길까?

공기 중에 포함된 수증기는 온도가 높을수록 포함될 수 있는 수증기의 양은 많고 온도가 낮을수록 포함될 수 있는 수증기의 양은 적다.

갑자기 더운 공기가 찬 공기로 변하면 더운 공기 속에 포함 되어있던 수증기는 물방울로 변한다.

공기중의 수증기가 물방울로 변할 수 있는 온도를 노점온도(Dew Point Temperature)라 하며 온도와 습도에 따른 노점온도의 변화는 노점온도표로 알 수 있다.

예) 실내온도가 20℃ 이고 벽면 표면온도가 15℃일 경우 습도가 70%이하 일 때는 결로가 발생하지 않지만 습도가 80%이상이 되면 결로가 발생한다.

습도는 생활습관에 따라 달라지고 표면온도는 건축물의 단열정도에 따라 달라진다.

③ 표면결로와 내부결로의 차이는?

결로현상은 벽체 표면에 발생하는 표면결로와 벽체 내부에 발생하는 내부결로가 있으며 표면결로는 곰팡이를 발생시키고 내부결로는 벽체의 결빙, 동해(凍害) 등으로 건축물 구조체를 손상시켜 건축물의 수명을 단축시킨다.

④ 결로가 일어나는 원인과 그 방지대책은?

1. 건축물 주위의 여건과 관련

기후의 변화가 심하거나 건물들이 밀집되어 일조량이 부족하고 통풍이 잘 안될 때, 외부의 습도가 높을 때 결로 현상이 생긴다.

해당 지방의 기후를 감안한 건축물의 배치나 평면계획이 이루어져야 한다.

2. 건축물의 상태와 관련

콘크리트 건축물은 그 자체가 수분을 함유하고 있는데, 너무 기밀하게 시공하여 통풍을 할 수 없는 구조로 한다면 단열 시공이 불량해서 결로가 발생한다.

흡수성이나 방습능력이 부족한 내장재로 시공하거나, 콘크리트가 완전히 건조하지 못한 상태에서 마감을 한 경우에는 결로가 발생할 수 있다.

이 경우 단열재를 끈김없이 기밀하게 시공하고 연결부위는 테이프 등으로 틈이 없도록 해야한다.

완전히 건조되지 않은 콘크리트의 수분이나 외부 습기의 구조체 유입을 막기위해 방습층은 필히 설치하여야 하며 방습층은 단열재의 내측에 설치하는 것이 좋다.

건축물의 단열 공법은 건축물 외부에 단열재를 설치하는 외 단열이 가장 좋고 다음으로 건축물 내부에 설치하는 내 단열이며 벽돌 공간쌓기에 사용하는 중 단열은 시공 방법상 단열상태

가 아주 불량하다.

아무리 좋은 단열재라도 시공이 정상적으로 이루어지지 않으면 제 기능을 상실하여 결로가 발생한다.

단열재를 설치하기 힘든 창문틀부위, 모서리부위, 보나 기둥부위의 단열재의 끈김이 없도록 시공하여야 한다.

※ 단열재가 1% 수분을 함유하면 열전도율은 30%떨어진다.

그러므로, 방습층을 설치하여 구조체나 단열재가 항상 건조한 상태를 유지하여 단열성능을 100% 유지하도록 해야한다.

3. 생활습관과 관련

실내의 수증기배출량이 많거나, 건축물이 기밀하여 통풍이 전혀 되지 아니할 때 이를 고려하지 않고 사용할 경우 강제환기장치를 설치해야 한다.

그러므로, 수시로 환기를 시키고 필요할 경우 강제환기장치를 설치해야 한다.

욕실이나 주방 등 다량의 습기를 발생하는 곳에는 환기시설을 필히 설치해야 한다.

⑤ 결론

결로 예방을 위해서는 단열, 방습, 생활습관, 이 세박자가 조화를 이루어야 한다.

빈틈없는 단열과 끈김없는 방습층 설치로 외부습기를 차단하고 생활습관을 바꿔 자연환기로 수증기량을 줄여야 하며 내부마감재는 흡습기능이 뛰어난 석고보드등을 설치하는 것이 좋으며 반대로 의미 없이 단열재를 두껍게 하는 것만으로는 결로를 방지할 수 없다.

<2> 결로 방지대책

위에서 설명한 내용은 결로에 대한 일반적인 이론적 내용분석이다.

현실적으로 단열, 방습 등이 모두 끝난 상태에서는 큰 도움이 못된다.

따라서, 특히 여름에 심하게 발생하는 것은 대기중의 습도와 구조체, 설비표면온도와 온도차가 큰 경우가 주 원인이므로 이를 제거하면 되는데 이 또한 쉬운일이 아니다.

단순히 습도가 높다고 결로가 발생하는 것이 아니라 노점온도가 영향을 주 요인이다.

제 경험으로 미루어 보면 여름 냉방을 하지 않는 공간에는 일정주기로 환기 또는 공조기를 가동하여 온도와 습도를 잡아주는게 효과적인데 가동비가 문제이고, 공기조화장치가 설치되지 않는 곳에서는 외기와 환기를 충분히하여 주면 습도를 조금이라도 떨어뜨리는 효과를 볼 수 있는데 그러나, 여름철 고온의 외기는 어쩌면 온도 그 자체가 습도일 수 있으니 특별한 효과를 기대하기는 어렵다고 봅니다.

따라서, 벽체에서 발생하는 결로는 내부에 방습벽을 다시 설치하면 쉬우나 시공비가 따르는 문제가 있으므로 실내를 통과하는 배관등은 보온을 추가로 철저히하고 일반적으로 냉온수기가 설치된 기계실의 설비 및 벽체는 결로 발생이 없거나 적은데 그것은 실내온도가 벽체와 온도차가 적어서 입을 위의 표에서 볼 수 있듯이 결로가 발생하는 실이 기계실과 가까이 있다면 기계실과 결로 발생실로 통하는 공기순환시설을 설치하면 보다 효과적인 결과를 얻을 수 있습니다.

(일정효과가 있는 것을 제 경험으로 관찰되었으며 이때 반드시 기계실에서 결로실로 급기팬과 결로실에서 기계실로 순환되는 환기팬을 동시에 설치하여 공기의 순환이 이루어 지도록 하는 것이 더 효과적임) 이와 동시에 외부와 환기시켜주는 시설은 필수적인데 온도가 상승된 주간에 환기시켜 주는 것보다는 야간의 낮은 온도를 유입시키는 나이트퍼지(Night Purge)를 주간과 병행하여 시켜주면 보다 효과적이지 않을까 봅니다.

나이트퍼지는 Fan에 타이머를 설치하여 일정시간을 자동으로 운전하게 하면 관리적 측면에서 효과적이라 봅니다.

※ 나이트퍼지(Night Purge) 란?

여름철 실내보다 외기온도가 낮은 경우 야간에 실내 공기를 외기와 환기하여 외기온도 만큼 실내온도를 낮추어주는 공기 교환작업을 말하며 청정(환기)의 목적으로 이용 됨.

운전요령은 공조기의 OA(외기)댐퍼 및 EA(배기)댐퍼를 열고 송풍기를 가동하여 외기를 실내로 도입한다.

6. 난방용설비의 증기압력을 2Kg/cm²으로 하는 이유?

열교환기 등 증기를 사용하는 열설비에서의 사용 압력을 2Kg/cm²로 하는 것은 별도로 정해져 있지는 않습니다.

증기 공급압력은 보일러에서는 보일러 최고 사용압력의 80%로 공급을 하는 것이 가장 경제적이며 효과적이라고 합니다.

그 이유는 보일러를 선정할 때 난방부하 + 급탕부하 + 배관부하 + 예열부하를 계산하여 보일러의 크기 즉, 용량을 선정합니다.

보일러의 연속 운전시에는 예열부하가 별도로 들어가지 않지만 일반적으로 상용 부하의 20% 정도 소비하는 것으로 보기도 하나 제조회사 마다 다소 차이가 있습니다.

일반적으로 보일러의 운전압력을 최고사용압력의 50%정도 저부하운전을 하는 경우가 많습니다.

이것은 아주 잘못된 운전방법입니다.

증기의 압력은 높을수록 좋으며 그 이유는 동일 배관구경에서 수송능력이 상대적으로 좋기 때문입니다.

그렇다면 높은 압력의 증기를 열설비(열교환기 등)에서 사용하면 좋지 않느냐의 반론이 성립 되는데 이럴 경우 열설비의 재질과 구조에서 상대적으로 설계가 달라져야 하며 증기가 가지는 또 다른 열의 이용이라는 문제가 따르게 됩니다.

증기가 열교환하는 과정에서 우리는 잘못 생각하고 있는 것이 열이 온도에 의한 열전달로 착각하기 쉬우나 “증기는 온도의 전달이 아니라 증기가 가지는 증발잠열의 상태변화에서 얻어지는 열” 이 이용되고 있는 것을 주시할 필요가 있습니다.

즉, 증기가 물로 응축되면서 상태변화하는 잠열(539Kcal/kg)을 이용하는 것입니다.

증기는 압력이 올라가면 증발잠열은 내려가는 성질이 있습니다.

예로 포화증기표를 보면 $1\text{Kg}/\text{cm}^2$ 는 $539\text{Kcal}/\text{Kg}$, $5\text{Kg}/\text{cm}^2$ 는 $504\text{Kcal}/\text{Kg}$ 입니다.

그러므로 열설비 전단까지 고압으로 이송하여 열교환을 하는 과정에서는 보다 큰 증발잠열을 얻을 수 있는 저압으로 공급을 함으로서 효과적인 열을 이용하게 됩니다.

이와 같은 이유로 가장 효과적인 열설비의 증기 공급압력은 일반적으로 $2\text{Kg}/\text{cm}^2$ 로 설계하고 실제로 시공되어지고 있습니다.

이것은 일반적인 열교환시에 적용되며 모든 열설비에서 적용되는 것은 아닙니다.

특히 높은 온도를 요구하는 부하에서는 증기의 압력이 가지는 포화온도가 압력이 높을수록 높으므로 각 설비에서 요구되는 압력이 상대적으로 틀리기 때문에 증기의 공급압력도 달라져야 한다고 봅니다.

증기가 가지는 열량에는 포화온도와 증발잠열 있는데 각 사용설비에서 어떤 조건이 요구되는냐에 따라 공급압력도 달라집니다.

그렇다면 상대적으로 증기 압력을 아주 낮게 즉, $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 로 공급하면 더 좋지 않을까 생각될 수 있지만 너무 압력이 낮으면 열교환 후 응축수가 배출되는 과정에서 원활하지 못할 수 있으며 열설비 내부에 체류하는 등 악영향이 나타날 수 있습니다.

일반적으로 응축된 응축수는 개방된 응축수탱크로 회수되는데 여기에는 대기압이 작용하므로 대기압보다 다소 높은 압력으로 공급하여 열교환을 마친 응축수가 원활하게 배출되도록 하는 것도 하나의 이유가 될 수 있습니다.

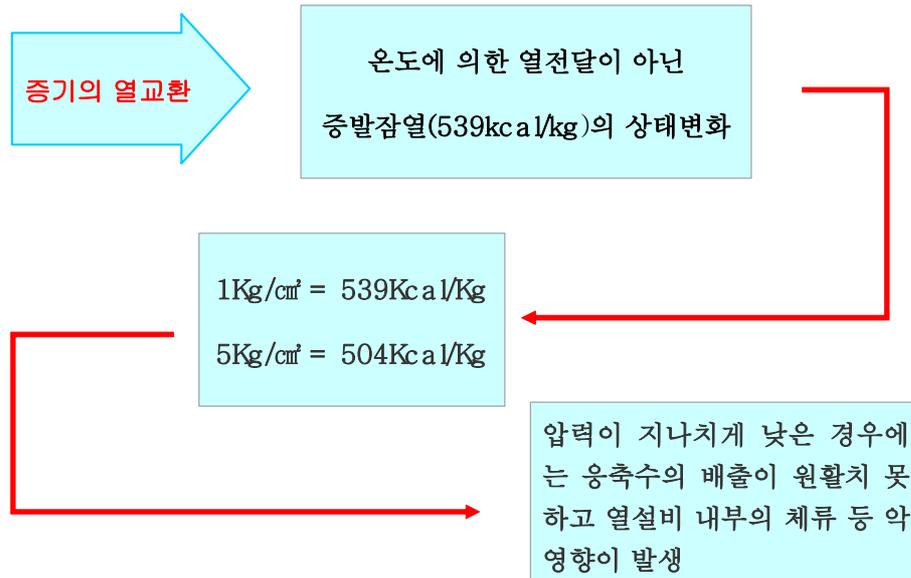
그렇지 않으면 응축수 배관내의 배압과 증기 트랩에서의 배출 등 또 다른 문제가 발생될 수 있습니다.

결론적으로 증기의 공급압력은 이송효율, 증발잠열, 포화온도 등 열의 이용효율이 최대로 나타나는 점이 어딘가에 그 초점이 맞추어져야 합니다.

또한 사용하는 부하측 열설비가 요구하는 열량 및 온도에 따라 공급압력이 달라지는 것에도 영향을 받습니다.

이러한 여러 가지 문제가 반영되어 정해지며 일반적인 공조기, 급탕탱크 등에서의 공급압력은 $1\sim 2\text{Kg}/\text{cm}^2$ 가 최적의 압력이라고 볼 수 있습니다.

부하 설비의 증기압력을 1~2 Kg/cm² 으로 하는 이유 ?



7. 보일러세관의 필요성

보일러의 세관은 청소, 끈을음 제거, 부속품의 정비 등을 말하며 연관의 바깥쪽이나 수관의 내면 또는 노통이나 보일러의 동체에 슬러지나 스케일 형태로 존재하는 이물질 제거하는 것을 포괄적으로 포함하는 의미로 통용됩니다.

저는 세관을 하여야 하는 이유를 이렇게 정립하고자 합니다.

첫째, 안전을 위함이고,

둘째, 슬러지나 스케일이 제거된 상태여야 용접부등에 대한 정확한 검사를 할 수 있고,

셋째, 열효율 상승으로 인한 에너지 절약이라고 정의하고 싶습니다.

스케일과 안전의 관계를 이야기 하자면 보일러의 재질을 알아야 하기 때문에 재질에 대하여 살펴 보겠습니다.

보일러(열매체포함) 동체의 재질은 일반구조용강(SS400), 또는 보일러 및 압력용기용 탄소강(SB410)이 주재료로써 일반적으로 사용되고 있습니다.

① 일반구조용강(SS400)

인장강도가 41Kg/mm², 허용응력은 10.25Kg/mm²입니다.

또한 최고사용압력은 검사기준에서 7Kg/cm² 까지만 허용되고 있습니다.

따라서 일반구조용강은 mm²당 10.25Kg의 힘을 견딜 수 있다는 이야기입니다.

mm²와 cm²는 100배 차이니까 우리가 사용하는 압력으로 고치면 이론상으로는 1,025Kg/cm² 까지

사용이 가능하므로 재질상으로는 절대적으로 안전하다고 볼 수 있습니다.

그러나 이재질은 압력에서는 안전하지만 온도에서는 상황이 다릅니다.

일반구조용강은 자기 자신이 가지는 온도가 350℃ 이내에서는 허용응력이 10.25Kg/mm²가 유지되지만 350℃가 넘으면 허용응력이 ZERO(0)가 되어 버리는 성질이 있습니다.

결론적으로 일반구조용강을 사용한 보일러의 동체나 노통은 어떤 경우에도 자기 자신이 가지는 온도가 350℃를 넘어서서 운전되면 안됩니다.

그러면 여기에서 우리가 일반적으로 운전하는 보일러의 노통이 몇도 정도에서 운전이 되고 있는지를 살펴봐야 합니다.

압력이 5Kg/cm²로 운전 되고 있는 노통연관 보일러의 노통 전열면이 가지는 온도는 내부 포화수 온도의 +30℃정도입니다.

예를 들어 계산해보면 스케일이 전혀 없는 보일러의 압력이 5kg/cm²일때 포화수온도가 158.8℃이니까 여기에 30℃를 더하면 전열면이 가지는 온도는 약 190℃입니다.

여기에서 허용온도는 350℃이니까 160℃의 여유를 가지고 운전이 되고 있으므로 안전합니다.

그러나 전열면에 스케일이 부착되어 열전달이 방해되면 점차 전열면의 온도가 올라가 350℃를 넘어서게 되고 재질의 버팀력이 없어져 사고로 이어지게 됩니다.

결론적으로 세관을 해야하는 이유는 보일러를 350℃이내로 운전하므로서 안전사고를 예방하라는 것입니다.

② 보일러 열교환기용 탄소강관(STBH340)

보일러 열교환기용 탄소강관(STBH340)의 인장강도는 35kg/mm², 허용응력은 8.8kg/mm²입니다.

이 재질 또한 허용응력만 낮을 뿐이지 온도에서는 앞에 일반구조용강과 마찬가지로 350℃가 한계이므로 스케일에 대해 더욱 취약합니다.

특히 수관에서의 스케일은 바로 과열로 이어지게 됩니다.

관류보일러가 스케일에 약한 것도 이 때문이죠.

여기에서 알 수 있는 것은 최고사용온도 350℃는 불변인데 압력을 높이사용하면 포화수온도가 높아지니까 재질의 온도도 따라서 높아지는것을 알 수 있습니다.

그래서 압력이 높은 보일러는 물치리를 잘해야 하고 스케일이 없어야 하는 이유인 것입니다.

③ 보일러 및 압력용기용 탄소강(SB410)

이 재질은 최고사용압력이 7kg/cm²이상 사용하도록 허용되고 있습니다.

보일러 및 압력용기용 탄소강은 인장강도는 42kg/mm², 허용응력은 10.5kg/mm²입니다.

인장강도와 허용응력에서는 일반구조용강과 별 차이 없지만 온도에서는 큰 차이가 납니다.

보일러 및 압력용기용 탄소강은 350℃에서 허용응력이 10.5kg/mm², 375℃에서는 10kg/mm², 450℃에서는 5.8kg/mm², 550℃에서도 1.8kg/mm²의 허용응력을 가지고 있습니다.

이처럼 온도에 강하기 때문에 높은 압력을 허용하는 겁니다.

이 부분만 이해하면 스케일이 많은 보일러를 어느 재질로 선택해야 하는지 알 수 있고 스케일 제거의 필요성을 알 수 있습니다.

결론적으로 전부는 아니라해도 세관은 스케일이 없으면 하지말고 그냥 분해 정비만 하면 된다고 저는 생각합니다.

법이나 검사규정 어디에도 세관의 강제규정은 없습니다.

검사는 세관상태를 보는 것으로 인식되어 있는데 그것은 잘못된 생각이고 안전밸브 분해정비, 저수위경보장치의 청소, 수면계분해정비 등 보일러를 안전하고 효율적으로 사용할 수 있는가를 확인하는 절차라 생각합니다.

8. 콘덴싱보일러의 이해

① 콘덴싱(Condensing : 응축)이란?

수증기 또는 가스가 액체로 변할 때 상태변화가 일어나는데 이 과정을 콘덴싱(응축)이라고 하는 것은 우리가 잘 알고 있는 내용입니다.

만일 수증기를 포함하고 있는 공기를 차갑게 하면 그 온도에서 포함할 수 없는 수증기는 응축되게 되죠.

온도를 낮추면 수증기는 계속 응축될 것이고 이 과정에서 열을 방출하게 되는데 이 열을 응축열이라고 합니다.

반대로 액체가 수증기 또는 가스로 변할 때도 상태변화가 일어나며 이 과정을 기화라고 하며 이를 위해서는 기화열이라는 열의 흡수가 필요합니다.

② 콘덴싱보일러의 잠열회수율

여기서는 도시가스를 연료로 사용하는 보일러를 기준으로 설명드리겠습니다.

LPG 등 에서는 약간 달라질 수 있지만 일반적으로 콘덴싱보일러에서 잠열을 회수함으로써 일반가스 보일러에 비해 약 10~30%의 열효율 상승효과를 기대할 수 있다는 보고서가 있습니다.

도시가스의 주성분인 메탄(CH₄)을 연소시킬 경우 화학반응식은 1mol을 기준으로 $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + Q$ 이므로 메탄 1m³ 기준으로 다시 정리하면

$44.6 CH_4 + 89.2 O_2 \rightarrow 44.6 CO_2 + 89.2 H_2O + 8,574 Kcal$ (메탄 발열량 : 8,574 Kcal/m³) 이 때 발생하는 수분발열량은 89.2 mol 이므로 약 1.61Kg이 됩니다.

여기서 수분발열량 전부가 수증기로 증발하여 배출된다면 물의 기화열(응축잠열)이 539 Kcal/Kg 이므로 1m³ 당 868 Kcal의 열량을 빼앗기게 된다는 이론이 성립됩니다.

따라서,

위의 화학반응식을 다시 고쳐보면 $44.6 CH_4 + 89.2 O_2 \rightarrow 44.6 CO_2 + 89.2 H_2O + (8,574 - 868) Kcal$

즉, 연소생성물 중의 수분을 기체상태로 배기시켰을 때 메탄 1m³ 당 7,706(8,574-868)Kcal의 열량을 얻을 수 있지만 기체상태로 빠져나가는 수분을 응축시켜 열을 회수하면 1m³ 당 8,574 Kcal 의 열량을 얻을 수 있다는 결과가 나타납니다.

따라서 연소생성물 중의 수분을 응축시킴으로써 추가적으로 회수하는 열량은 (8,574 -

$7,706)/7,706 * 100 = 11.3 \%$ 로 계산될 수 있습니다.

③ 콘덴싱보일러의 원리 이해

앞서 설명드린 내용을 충분히 이해하면 콘덴싱보일러의 원리가 충분히 이해가 되리라 봅니다.
간단하게 요약하면,

일반 가스보일러는 배기가스에 포함되어 있는 수증기를 모두 외부로 방출하게 되는데 콘덴싱 보일러는 배기가스 통로에 열교환기를 설치하여 열교환기의 전열면에서 배기가스에 포함된 수 증기를 물로 응축시키고 이 때 발생하는 열을 회수하여 보일러의 효율을 높여주는 고효율보일러로 간단하게 설명될 수 있습니다.

④ 콘덴싱보일러의 적용시 판단기준

보일러에서 열손실이 가장 많은부분은 배기가스 손실열입니다.

따라서 열효율을 높여 에너지절약을 하기 위해서는 배기가스온도를 낮추는것이 아주 중요한 항목이 되었습니다.

액체연료를 사용하고 있는 사업장에서는 연료가 가지고 있는 유효성분 때문에 저온부식을 우려해서 배기가스온도를 150℃이하로 낮추지 못했습니다.

그러나 최근에는 많은 사업장이나 가정의 보일러에 가스연료가 사용됨으로써 배기가스온도를 150℃ 이하로 낮추고 배기가스 성분중에 있는 수증기를 응축시키면서 이때 얻어지는 잠열을 이용하는 콘덴싱보일러가 각광을 받고 있습니다.

특히 콘덴싱보일러에서는 배기가스열을 회수하는 장치 등이 있는데 일반 유류용보일러에서 절탄기는 단순하게 현열을 이용하여 보일러수를 가열하는 용도로 폐열회수를 해왔습니다만 가스 연료에서는 잠열을 이용하는 폐열회수 시스템인 콘덴싱이 산업용과 가정용 보일러에서 유행처럼 쓰여지고 있습니다.

#어떤 시설 및 기기에도 장, 단점이 있게 마련이고 거기에는 허와실이 분명히 존재한다는 사실입니다.#

가스용보일러에서 연소가스성분 중에 수증기가 100% 응축이 일어나는 배기온도가 약 55℃이고 100℃에서는 응축이 중단되게 됩니다.

따라서 100% 잠열을 이용할수 있으려면 배기가스온도를 55℃ 이하로 낮추어야 합니다.

여기서 중요한것은 배기가스와 열교환할 보충수의 온도와 보충수량입니다.

예를들어 난방용보일러에서,

절탄기에 공급하는 보충수의 온도가 70~80℃가 되면 배기가스와의 온도차가 적어서 응축이 덜 일어날거고 배기가스온도도 70~80℃이하로 낮출수가 없습니다.

그러면 일반 현열을 이용하는 절탄기와 다를바가 없습니다.

절탄기에 20℃의 보충수를 공급하면 응축율은 높아지겠지만 응축수를 전량회수하는 건물이라면 계속해서 보충수를 공급할수있는 여력이 없어집니다.

그러나 공정상 응축수를 전혀 회수하지 못하고 찬물을 공급하는 산업체의 가스용보일러라면 당연히 콘덴싱의 검토가 필요하게 됩니다.

또 한가지는 콘덴싱이 된물은 산성이 강해서 재질의 부식이나 환경오염의 원인이므로 재질선택이나 폐수처리 부분에서도 신경을 써야합니다.

⑤ 결론

결론적으로 자기회사에 조금 가격이 비싼 콘덴싱보일러를 설치할거냐 아니면 일반보일러를 설치할것이나 하는것은 위의 보충수온도와 보충수량의 조건 및 사용연료 등이 맞아서 콘덴싱을 얼마나 많이시켜 잠열을 회수할수 있느냐로 그 판단 기준을 삼아야 하며 보다 콘덴싱보일러가 가지는 효과를 극대화 시킬 수 있다고 결론을 말하고 싶습니다.

9. 압력계 사이폰관에 물을 채워야 하는 이유?

① 증기용 압력계는 사이폰관에 물을 채워놓아야 하며, 물용 압력계는 공기를 채워 놓는 것이 올바른 설치 방법입니다.

② 법적근거

KSB-2481 압력계의 부착에 관한 사항을 보면 보일러의 압력계 부착은 다음에 따른 다라고 규정하고 있습니다.

(1)압력계는 원칙적으로 보일러의 증기실에 눈금판의 눈금이 잘보이는 위치에 부착하고 열지 않도록 하며 그주위의 온도는 사용상태에 있어서 KSB-5305(부르돈관 압력계)에 규정하는 범위 안에 있어야 한다.

(2) 생략

(3)압력계에는 물을 넣은 안지름 6.5mm 이상의 사이폰관 또는 동등한 작용을 하는 장치를 부착하여 증기가 직접 압력계에 들어가지 않도록 해야 한다.

③ 원리

유체(냉,난방기기) 배관에서 물(냉,온수)에 설치되는 사이폰관은 공기가 차 있어야 유체의 충격으로 인한 손상을 막을 수 있고,

증기설비 사이폰관 설치시에는 초기에 물을 넣어야만 높은 온도가 압력계에 직접 접촉되지 않아 계기의 변형을 막을수 있습니다.

어떤 분들은 유체의 충격 완화를 위하여 비압축 유체인 물보다 압축성 유체인 공기가 더 충격 완화율이 높아서 공기를 채워 넣어야 한다고 말을 하고 있으나 그 이유도 틀린 근거는 아니나 사용 유체가 증기냐! 물이냐!에 따라 적용이 달라짐을 유념하여야 합니다.

④ 적용의 오해

위의 KS규격 에서 보듯 압력계에 사이폰관을 설치할 경우 사이즈는 내경기준 6.5mm이 상에 물을 채워서 설치토록 되어있습니다.

일부 관류보일러에는 사이폰관이 없다고 말씀하시는 분들이 많으신데 없는 것이 아니라 관류보일러는 사이폰관은 없지만 동으로된 동등한 작용을 하는 장치가 부착되어 있기때문에 위의

KS조건을 충족 하는겁니다.

또하나는,

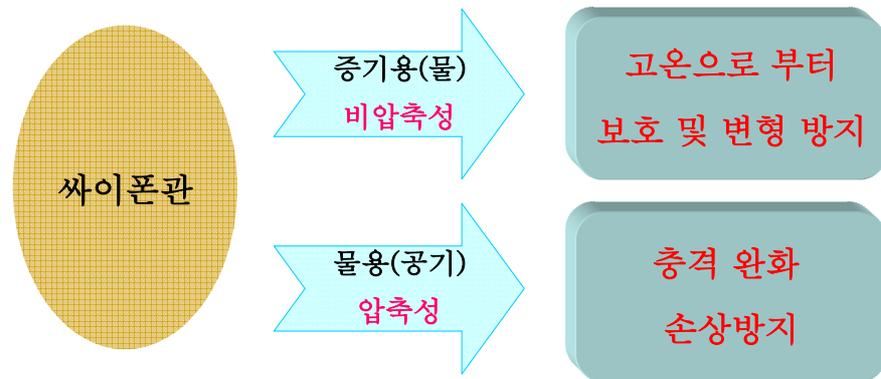
증기배관상에 트랩을 설치하는 것이 워터햄머로 인한 배관의 파손방지라는 예를 들면서 사이 폰관에 물을 채우면 안된다 했는데 증기배관상의 트랩과 사이폰관의 물채움은 그원리 자체가 다릅니다.

물론 트랩의 설치는 배관의 파손방지의 목적도 있겠지만 주요목적은 증기속에 물이 섞어있으면 현저하게 잠열이 줄어 열손실이 커지게되고 에너지낭비요인이 생기므로 트랩을 설치하는겁니다.

또한 트랩의 경우 배관관로가 길고 응축수의 발생이 많아 워터햄머 등이 발생할 수 있는 여건이 많지만 싸이폰관은 길이 및 관로가 짧아 워터햄머의 손상은 거의 없으며 높은 온도로 인하여 계기에 미치는 영향이 더 크기 때문에 여기에 중요 목적을 부여하고 있습니다.

보일러나 압력용기에 압력계를 처음 설치할때는 반드시 물을 채워 운전하고 보수를 위해 분해했을때도 물이 빠졌으면 채워서 사용하여야 합니다.

싸이폰관에 물을 채워야 하는 이유?



KSB- 2481(압력계의 부착에 관한 사항)

(3)압력계에는 물을 넣은 안지름 6.5mm 이상의 싸이폰관 또는 동등한 작용을 하는 장치를 부착하여 증기가 직접 압력계에 들어가지 않도록 해야 한다.

10. 실내온도 1℃차이에 따른 에너지절약율의 이론적 접근

I. 냉·난방온도 제한 기준 변화

○ 냉·난방온도의 제한기준

- 91. 12. 14 에너지이용합리화법에 신설(법률 제4426호)
 - 92. 7. 9 시행규칙에 대상 건축물의 범위 신설(동력자원부령 제128호)
 - 연면적 3,000㎡ 이상의 업무시설
 - 연면적 2,000㎡ 이상의 숙박시설
 - 연면적 3,000㎡ 이상의 판매시설
 - 92. 7. 13 제한기준온도 공고(동력자원부 공고 제1992-21호, 의무사항)
 - 동절기 : 18 ~ 20℃
 - 하절기 : 26 ~ 28℃
 - 93. 6. 10 제한기준온도 공고(상공자원부 공고 제1993-35호, 권장사항)
 - 동절기 : 18 ~ 20℃
 - 하절기 : 26 ~ 28℃
 - 98. 1. 1 에너지이용합리화법에서 삭제
- 온도기준 자료
- 사무소건물의 에너지소비 실태 조사 연구(83. 12 한국동력자원연구소)
 - 쾌적반응 실내온도 범위
 - 동절기 : 17.8 ~ 22.1℃, 하절기 : 21.2 ~ 26.5℃

○ 외국의 운용사례

| 구 분 | 미 국 | 영 국 | 프랑스 | 일 본 | 이태리 |
|--------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------|------------------|
| 온 도 | 냉방:25.6℃ 난방:18.3℃ | 난방:19℃ | 난방:19℃ | 냉방:28℃ 난방:18℃ | 냉방:26℃ 난방:20℃ |
| 규제근거 및 수단 | ASHRAE 90-75 권장사항 | 칙 령 1013호('80) 권장사항 | 정령(79.10) 별급 천프랑 | 각료회의 결정사항 권장사항 | 법 제373호 권장사항 |

II. 실내온도 1℃차에 따른 난방연료비 차이

개선온도차(1℃)

$$\frac{\text{동절기평균외기온도}-\text{실내온도}}{\text{동절기평균외기온도}} \times 100 = \text{절감률}$$

예1)

$$\frac{1^{\circ}\text{C}}{5^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}} \times 100 = 6.7\%$$

↑ ↑
 중부지역 실내온도
 동절기평균
 외기온도

예2)

$$\frac{1^{\circ}\text{C}}{5^{\circ}\text{C} - 18^{\circ}\text{C}} \times 100 = 7.7\%$$

↑ ↑
 중부지역 실내온도
 동절기평균
 외기온도

III. 실내온도 1°C차에 따른 냉방 절전효과 ≒ 7~10%

$$\frac{\text{개선온도차}(1^{\circ}\text{C})}{\text{냉방전온도} - \text{최저냉방온도}} \times 100 = \text{절감률}$$

예1)

$$\frac{1^{\circ}\text{C}}{33^{\circ}\text{C} - 19^{\circ}\text{C}} \times 100 = 7.1\%$$

냉방전온도 최저냉방온도

예2)

$$\frac{1^{\circ}\text{C}}{33^{\circ}\text{C} - 21^{\circ}\text{C}} \times 100 = 8.3\%$$

↑ ↑
 냉방전온도 최저냉방온도

예3)

$$\frac{1^{\circ}\text{C}}{33^{\circ}\text{C} - 23^{\circ}\text{C}} \times 100 = 10\%$$

↑ ↑
 냉방전온도 최저냉방온도

- ※ 실내 냉방의 경우 냉방온도 차이는 생활환경에 따라 차이를 보일 수 있지만 전기절약 비율은 일정하다고 볼 수 있음
- ※ 냉방기의 성능에 따라서도 차이가 있으며, 최저냉방 가능 온도가 높을수록 1°C 높임에 따른 절감률은 더욱 커짐.

IV. 냉방온도 관리에 따른 에너지절감 효과 simulation

1. 건물규모

| | 연상면적(m ²) | 층간높이(m) | 천정고(m) |
|--------|-----------------------|---------|--------|
| 지상 5층 | 2,500 | 4 | 3 |
| | 5,000 | 4 | 3 |
| 지상 10층 | 10,000 | 4 | 3 |

2. 내부부하

- 조명 : 20W/m², 작업밀도 : 0.2인/m²

3. 취입외기량 : 30m³/인*h

4. 창

- 보통유리 8m/m일중 명색칼라유리 사용

5. 산정기간 : 6~9월

◎ 계산결과

1. 단위면적당 부하(계절 : 6~9월 4개월간)

| 온도 규모 | | 24℃ | 26℃ | 28℃ |
|----------|--------|---------|----------------------------|----------------------------|
| | | 10,000㎡ | kcal/㎡ | 69,490 |
| | kWh/㎡ | 28.4 | 23.7 | 19.0 |
| | 절감률 | | 24℃→26℃일 때 16.5% | 26℃→28℃일 때 19.8% |
| 5,000㎡ | kcal/㎡ | 70,120 | 58,440 | 47,100 |
| | kWh/㎡ | 28.6 | 23.9 | 19.2 |
| | 절감률 | | 24℃→26℃일 때 16.4% | 26℃→28℃일 때 19.6% |
| 2,500㎡ | kcal/㎡ | 80,640 | 66,640 | 52,880 |
| | kWh/㎡ | 32.9 | 27.2 | 21.6 |
| | 절감률 | | 24℃→26℃일 때 17.3% | 26℃→28℃일 때 20.6% |

주) 습도 50%, 2,450kcal/kWh 환산

실내온도 1℃차에 따른 냉방 절감율

$$\frac{\text{개선 온도차}(1^{\circ}\text{C})}{\text{냉방전온도} \sim \text{최저냉방온도}} \times 100 = \text{절감률}(\%)$$

| | |
|---|--|
| 예) $\frac{1^{\circ}\text{C}}{33^{\circ}\text{C} \sim 21^{\circ}\text{C}} \times 100 = 8.3\%$ | 예) $\frac{1^{\circ}\text{C}}{33^{\circ}\text{C} \sim 23^{\circ}\text{C}} \times 100 = 10\%$ |
|---|--|

냉방기의 성능에 따라서도 차이가 있으며, 최저냉방 가능 온도가 높을수록 1℃ 높임에 따른 절감률은 더욱 커짐.

11. 보일러 운전압력의 높고 낮음이 미치는 영향

보일러의 운전압력이 얼마면 적당한가는 부하측 사용설비의 요구압력, 배관길이, 보온상태 등을 고려하여야만 결정되어질 수 있는 문제입니다.

증기가 배관을 따라 공급되면서 배관의 저항에 의해 압력 손실이 발생하고 또한 배관에서 방열 손실에 의한 응축수가 발생게 됩니다.

그러므로 초기에 분배용 공급압력을 정할 때에는 이 압력 손실을 고려하여 여유분을 추가한 높은 압력으로 공급해야 합니다.

① 이것을 요약하면 운전압력을 결정할 때에는 다음 사항을 고려해야 한다.

1. 증기 사용처에서 요구하는 압력
2. 배관 마찰저항에 의한 압력 손실
3. 배관에서 방열 손실

② 높은 압력의 증기는 낮은 압력의 증기에 비해 비체적이 적으므로 높은 압력으로 증기를 발생하면 다음과 같은 장점이 있습니다.

1. 증기배관 구경이 작아져 증기주관의 설치비 즉 파이프, 플랜지, 지지대와 인건비 등이 감소 한다.
2. 배관 보온을 위한 투자비용이 절감된다.
3. 감압을 하여 사용하게 되는 증기 사용처에서는 감압의 효과에 따른 보다 건조한 증기를 사용하게 된다.
4. 보일러의 열 보유 능력도 증가하여 부하의 변동에 대한 대처도 용이하며 피크부하시 프라이밍과 캐리오버의 위험도를 줄여준다.

증기를 높은 압력으로 분배하면 시스템이 증기 사용처에서 각각의 응용별 또는 구역별로 요구하는 압력으로 감압하여 사용하여야 합니다.

③ 보일러의 운전압력 셋팅은 얼마가 좋을까?

2. 셋팅압력 조정에서 문제되는 것은 보일러의 정지압력은 그다지 큰문제가 아닙니다.

그것은 최고사용압력이하의 안전사용 압력으로 운전하면 되지만 그보다는 보일러의 기동압력이 보일러의 운전적정 압력을 결정하는데 중요한 요소로 작용합니다.

그 이유는 "증기 사용처에서 요구하는 적정한 압력의 증기를 충분히 공급할 수 있느냐의 문제"가 뒤 따르기 때문입니다.

보일러가 정지되었다 재 기동 압력에서도 충분히 공급량이 확보되는 점을 기동압력으로 맞추는 노력이 필요합니다.

이러한 근본적 근거를 바탕으로 현장 여건에 알맞게 적용하여 보일러에 적정한 압력 설정하여야 합니다.

증기의 효율적인 사용에는 일차적으로 "공급압력은 높게, 사용처에서는 낮게" 라는 것을 항상 기본개념으로 하여 증기를 공급하는 노력이 필요합니다.

12. 재증발증기란?

① 재증발증기란?

포화온도의 응축수가 압력이 떨어지는 경우에 발생합니다.

상온 20℃의 물도 압력이 절대압력으로 0.02bar까지 낮아지면 끓을 수 있습니다.

온도가 170℃인 물은 6.9bar.g 이하이면 어떤 압력하에서도 끓게 됩니다.

즉, 6.9bar.g의 증기온도와 응축수온도는 170℃이며 트랩 후단의 압력은 0bar.g로서 포화온도는 100℃ 이므로 그 이상의 온도를 가지는 응축수는 재증발하게 됩니다. 재증발 과정에서 발생하는 증기는 일정한 압력하에서 포화수에 열을 가함으로써 발생 되는 증기와 똑 같습니다.

예를 들어 보일러에 부하가 증가하면 보일러 압력은 약간 떨어지게 되는데 이때 보일러 관수는 보일러 연료로부터 열량을 받아 생성되는 증기를 보충하기 위해 그 일부가 재증발하게 됩니다.

이때 보일러 내에서 발생되었다고 하여 이 모든 증기를 “생증기” 라고 부릅니다.

일반적으로 스팀트랩의 배출측과 같은 저압공간에서 재증발된다는 이유로 재증발증기 라는 말이 널리 사용됩니다.

불행하게도 이런 표현은 재증발증기가 생증기와는 어떤 면에서는 다르며 혹은 생증기 보다 가치가 적다는 오해를 불러오기도 합니다.

어떠한 설비이던 간에 효율을 최대한으로 유지하기 위해서는 응축수로부터 재증발증기를 분리하는 것이 필요하며 이렇게 함으로써 저압측 증기부하에 재증발증기를 보충할 수 있게 되며 공급되는 재증발증기량 만큼 보일러에서는 증기를 직접 공급할 필요가 없게 됩니다.

재증발증기를 회수하는 이유는 응축수를 회수하는 이유와 같이 이로 인한 경제적, 환경 적인 면이 강하게 작용합니다.

② 재증발증기 발생량

재증발증기를 사용하려면, 생성되는 양을 알 필요가 있습니다.

예) 트랩 유입 압력 7bar.g. 응축수량 250Kg/h 일때 응축수량을 살펴보자.

7bar.g 일때의 포화수 엔탈피는 171.26Kcal/Kg이며 스팀트랩을 통과한 후 응축수 회수관의 압력은 0bar.g 이다.

이 스팀트랩 통과 후의 압력에서 포화수가 보유할 수 있는 최대 열량은 100Kcal/Kg 이고 최대온도는 100℃이다.

그러면 초과되는 71.26Kcal/Kg의 열은 어디로 가는가? 실제로 응축수의 일부가 증발하 지만 얼마나 많은 양이 증발하는가?

0bar.g. 100℃의 물이 동일온도의 포화증기로 변하기 위해서는 539Kcal/Kg의 열량을 필요로 한다.

그러므로 71.26Kcal/Kg의 열량에 의해 응축수 1Kg에서 $71.26/539=0.13$ Kg의 증기가 증발하며 재증발 증기 발생율은 약 13%이다.

7bar.g의 증기를 사용하는 장비가 550Kg/h이 증기를 응축시키고 있다면 0 bar.g에서 방출되는 재증발증기의 양은 $0.13 \times 250\text{Kg/h} = 32.5\text{Kg/h}$ 이다.

★ 응축수 및 재증발 증기

증기는 보유하고 있는 전열량 중에서 잠열만 피가열체에 주고, 나머지 열량은 응축된 물 속에 남아 있다.

응축수는 열량을 가지고 있을 뿐만 아니라 증류수이기 때문에 보일러 급수로 사용하는데 아주 이상적이다.

일반적으로 응축수에서 재증발되는 비율은 시스템의 증기측과 응축수측의 압력차에 의해 결정되지만 질량 기준으로 10-15%정도이다.

그러나 부피 변화율은 상당히 더 클 수 있다.

7bar.g의 응축수가 대기압에서 재증발할 때 질량을 기준으로 응축수 중 약 13%가 재증발하지만 생성되는 증기는 재증발 전의 응축수보다 약 200배 이상 큰 공간을 필요로 하므로 스팀트랩 출구 배관의 구경 선정에 유의하여야 한다.

가. 응축수는 왜 회수하여 재사용하는가?

- (1) 금전적 가치-높은 온도의 응축수는 양질의 물로서 가열하기 위한 비용을 절감
- (2) 용수비용-응축수량 만큼 보충수가 절약
- (3) 폐수비용-영국의 경우 43°C 이상의 물은 환경과피를 이유로 하수도에 버릴 수 없다.

또한 냉각시켜 버리는 경우 냉각시설 비용이 추가

- (4) 보일러의 효율증대-급수온도가 높아서 증발량을 증대
- (5) 보일러 급수의 질 향상-응축수는 고형물(TDS)이 거의 없는 증류수이다.

응축수 온도에 따른 열감- $Q=GC\Delta t$

증기 시스템의 초기 가동시에는 재증발증기가 거의 발생되지 않을 만큼 냉각되어 있고 응축속도가 최대가 되며 공기가 응축수와 함께 트랩을 통과한다.

응축수회수 배관의 기울기는 1/70

공동배관으로 연결할 때는 Swept 티를 사용하면 기계적 스트레스 및 침식현상을 감소시킬 수 있다.

액체의 유량계수 $Kv=Q\sqrt{G/\Delta P}$

* Kv -유량계수, Q -유량(m^3/h), G -비중, ΔP -차압(bar)

13. 경수연화장치의 이온수지 교환 시기 및 소금 투입량과 소금의 종류

① 경수연화장치의 이온수지 교환 시기

일반적으로 보일러 수처리시설은 1차 활성탄여과, 2차 경수연화 처리하여 사용하는게 중 형보일러 이하는 기본이며 수질에 따라 추가시설을 설치 또는 약품투입을 하며 대용량 고압(발전

설비) 보일러 등은 순수처리를 해야 하므로 처리비용이 많이 들어갑니다.

연수처리(음이온처리와 양이온처리) 수중의 Ca경도를 처리하기 위해 양이온 수지를 사용하며 이온수지는 Ca경도가 5ppm이하로 유지되어야 정상적인 처리가 가능하며 이 주기(처리능력)로 수지를 재생하여 사용해야 합니다.

간혹 재생주기를 놓쳐서 처리능력을 상실하는 경우를 자주 보게 되는데 일정주기가 되면 자주 검사를 하여 그 시기를 적절히 조절하는 관찰이 필요합니다.

한가지 예를 들어보면 처리능력 500톤/Cycle인 경수연화장치에서 분석하여 Ca성분이 5ppm이하로 나오는 적당한 처리능력이 470톤/Cycle이면 이 처리능력을 재생주기로 결정합니다.

경도 측정방법은 시약과 실험기구를 구입하여 할 수 있고 보다 정확한 검사를 위하여 전문업체에 의뢰하는 방법도 있습니다.

간단한 방법은 육안으로 수지를 재생하였는데도 관수가 유유빛으로 변해 있다면 처리가 원활히 되지 않고 있으니 조치 해야 합니다.

이온교환수지 종류는 여러 가지 있으며 수처리 및 용수의 성분에 적합한 것을 선택하여 사용하고 수질분석은 매일하는 것이 좋으며 용수는 처리 전·후, 보일러관수, 응축수 등의 Ca경도, 전도도, PH, 탁도, 염소이온농도 등을 측정하여 종합적으로 분석하는 것이 올바른 급수관리입니다.

한가지 보충설명을 한다면 Ca경도를 측정해보고 경도가 약 5ppm이상 검출되면 교체하는 것이 좋으며 관수가 우유빛으로 나타나는 경우는 실리카이온이 높아서 이며 실리카이온은 연질이므로 소량이 있어도 보일러 블로워시 빠져나가게 되므로 크게 걱정될 일은 아닙니다.

Ca경도가 보일러 내부 용해도 이상으로 농축되면 탄산칼슘이 석출되어 전열면에 부착되고 전열을 방해하고 더 심하면 스케일로 고착되어 전열면이 과열되어 사고로 이어지는 일이 발생하게 됩니다.

보일러 관리는 연소관리 못지 않게 급수관리도 중요하기 때문에 세심한 관찰과 점검이 함께 관리되어야 합니다.

② 경수연화장치의 소금 투입량과 소금의 종류

풀이) 경수연화장치의 소금물 투입량은 정확히 알기 위하여는 보일러의 일일 가동시간, 원수의 질 등을 정확히 알아야 적정 투입량을 판단할 수 있습니다.

또한 경수연화장치의 종류와 제작회사의 기종에 따라 다소 차이가 있으므로 여기서는 일반적으로 우리나라에서 생산되는 평균적 기종에 대하여 설명하기로 하겠습니다.

관류형보일러 1톤의 경수연화장치에 봉입되어 있는 수지량은 통상 20~30ℓ 정도됩니다.

상수도 원수를 기준으로 채수량은 10톤~15톤/Cycle이고 경수연화장치의 자동 운전모드로 재생시 소금 소모량은 대략 2.4kg~3.5kg/Cycle입니다.

소금은 화학반응으로 연수기 수지에 붙어있는 Ca(칼슘), Mg(마그네슘) 등 수처리된 이온이 양이온교환에 의하여 수지에서 분리(떨어짐)시켜 주는 공정을 역세라고 합니다.

일반적으로 길게는 2시간(118분)정도가 걸립니다.

소금은 고체상태로 있을 때는 NaCl 이지만 물에 용해되면 양이온인 Na^+ 와 음이온인 Cl^- 로 나뉘어져 연수기 내부로 투입시키면 수지에 붙어 있는 Ca^+ , Mg^+ 는 소금물속의 염소성분(Cl)과 결합하여 떨어져 나가 배수되고 다시 그 자리에 나트륨(Na^+)가 붙어 계속해서 연수를 만들 수 있게 되는데 이 작업을 재생작업 이라고 합니다.

따라서 연수기는 설치만 하면 계속해서 연수를 생산하는 것이 아니고 소금을 연수기 소금통에 계속해서 보충을 시켜 주어야 합니다.

소금은 주로 천일염을 많이 사용 하지만 보다 좋은 연수를 생산하기 위하여 정제염을 사용하는 경우도 있습니다.

천일염은 정제가 덜되어 소금 생산과정에서 뽕 등이 섞여 있어 잘못 사용하는 경우 이온수지에 악영향을 주는 경우도 있습니다.

이온수지는 연수 생산량에 따라 달라지겠지만 위 이온수지 교환주기 문·답에서 설명되었듯이 일반적으로 2~3년 주기로 완전히 교체하여 주는 것이 좋은 연수를 생산하는 하나의 방법입니다.



14. 브라운가스 란?

물을 전기분해하면 음극(-)에서 수소가 발생하고 양극(+)에서는 산소가 발생합니다.

1971년 호주의 울브라운박사가 음극과 양극사이에서 제3의 가스가 발생하는 것을 발명하였다 하여 "브라운가스($2H_2O+O_2$)" 라고 이름 붙여진 것으로 알고 있습니다.

앞으로 기후변화협약을 대응하기 위하여 에너지가 가야할 방향은 무공해, 무이산화탄소 배출인 브라운가스 같은 것이 아닐까 생각합니다.

그러나 오래전부터 국내에도 여러기업이 연구활동을 해오고 산업화에 응용하려고 노력을 해왔으나 소비자의 신뢰(기술+경제성)를 얻을 만큼의 단계는 아닌것 같습니다.

소규모의 가스용접이나 절단등에는 일부 사용되고 있으나 사업장의 보일러에 적용하기에는 앞으로 많은 시간이 필요한 것도 사실입니다.

보일러나 가열로, 용해로쪽에 브라운가스를 채택시에는 연료 전체량을 브라운가스로 충당하기 보다는 연소보조제로 사용하여 로내의 연소온도를 높여 완전연소 시킴으로써 에너지를 절약한다는 이론이므로 경제성 면에서는 아직은 시기상조인 것 같습니다.

15. 보일러 전열면 과열의 원리

일반적으로 노통에 화염이 직접 닿아 운전이 지속되면 과열이 일어난다고들 말을 합니다.

그러나 통상적으로는 노통에 화염이 직접 닿을 수 있는 경우는 극히 드물며 만약 그런 현상이 발생한다면 화염의 길이 등 버너의 재조정이 반드시 뒤따라야 합니다.

아울러 과열이 왜 일어나는가에 대한 원인을 설명하기는 그리 단순한 문제가 아니라 봅니다.

그러면 무엇 때문에 전열면에 화염이 직접 닿으면 과열이 일어날까?

보일러의 전열면에 열을 가하면 철판을 통하여 반대편에 있는 물쪽으로 열의 전달이 일어납니다.

이것은 누구나 잘알고 있는 열 이동의 기본입니다.

전열면을 통하여 열이 전달되면 그 반대편 즉, 물쪽 전열면에서는 온도 상승에 비례하여 공기방울(기포)가 생기게 됩니다.

가정에서 냄비에다 물을 넣고 가열하여 보면 물의 온도가 올라가면서 냄비 밑바닥에 공기방울(기포)가 생기는 것과 같은 원리라 봅니다.

이때 냄비 밑바닥에 생기는 기포 현상을 “막비등(Film Boiling)” 이라하고 밑바닥의 기포가 수면위로 올라오면서 터지는 현상을 "핵비등(Nucleate Boiling)"이라 합니다.

이러한 현상은 물의 가열시에는 반드시 수반되는 물리적인 현상으로 어떤 가열매체든지 피할 방법이 없습니다.

보일러에서도 마찬가지로 막비등에서 핵비등으로 이어지는 현상이 반복되어 일어나는데 막비등이 오래 그리고 두텁게 일어날 경우 과열이 일어나게 됩니다.

보일러 전열면이 열을 받으면 반대편의 물쪽으로 열전달이 일어나는데 단위시간 동안의 열전달에는 한계가 있습니다.

이 열전달의 한계를 넘게 열을 지속적으로 가하게 되면 반드시 막비등이 심하게 수반됩니다.

그러면 그 기포가 단열재 역할을 하게 되어 열전달을 방해하여 과열이 일어나게 됩니다.

그러므로 노통에 화염이 직접 닿도록 운전하게 되면 열전달의 속도가 한계속도를 넘어 막비등이 심하게 되고 이때 생긴 기포가 단열재가 충분하게 열전달이 되지 못하고 과열을 일으키게 됩니다.

공기의 열전도율은 온도에 따라 차이가 있지만 일반적으로 보일러 물쪽의 전열면 운전온도인 200℃부근에서 약 0.0347kcal/mh℃로 됩니다.

흔히 쓰이는 단열재인 스티로폼이 약0.035 kcal/mh℃이며 공기의 열전도도가 스티로폼과 비슷하다는 것을 알 수 있습니다.

결론적으로 과열은 전열면에 화염이 장시간 닿아 운전되면 스케일이 없는 상태에서도 국부과열이 일어날 수 있다는 것을 우리는 명심하고 화염의 길이, 각도 등 버너의 연소상태를 예의 주시하여야 되겠습니다.

16. 공기비 조절 및 꼬으름, 스케일의 두께에 따른 효율 변화

① 보일러 연소효율향상을 위한 공기비 조절

연료의 완전연소를 위해 공기량 조절은 유류 최적공기비 1.2, 가스:1.1로써 공기비 0.1% 저하시 효율0.6% 상승효과가 있으며 공기비를 조사해보면 일반적으로 평균공기비 1.4~1.5정도로 운전되고 있으므로 연소효율 향상을 위한 세심한 관찰이 필요합니다.

(공기비 1.2 정도 유지하려면 0-3.5, CO2 : B-C유-13.08, 경유-12.58, LNG-9.33, LPG-9.66 등)

② 그을음

그을름은 평균적으로 0.8mm 부착 시 2.2% 열손실 있다고 합니다.

(그을음 두께에 따른 열손실 : 0.8mm-2.2%, 1.6mm-4.15%, 3.2mm-8.2%)

③ 스케일

보일러 급수중 불순물로 인해 스케일생성, 부착시 연료량 증가 및 전열관 과열로 주요 사고의 원인이 되며. 스케일 1mm 부착 시 2.2% 열손실 있다고 합니다.

(스케일두께에 따른 열손실 : 0.5mm-1.1%, 1mm-2.2%, 2mm-4.0%, 3mm-4.7%, 4mm-6.3%, 5mm-6.8%)

* 예) 그을음 0.8mm, 스케일 1mm제거시 4.4% 효율 상승효과 기대 됨.

17. 수배관에서 공기(Air)의 장애

① 열전달의 방해

물 배관 시스템에서의 공기는 증기 시스템과 마찬가지로 코일에서의 열전달을 방해합니다.

공기는 동(구리)보다 약 13,000배 이상의 열전달을 방해하는 자연에서 얻을 수 있는 가장 이상적인 단열물질이라고 합니다.

따라서 원활한 열교환을 위해서는 적절한 방법으로 에어 벤팅을 해주지 않으면 결과적으로는 에너지 손실 및 시스템의 가동에 막대한 영향을 미친다고 봅니다.

공기의 열전달율은 $0.0224 \text{ Kcal/m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$, 물- $0.516 \text{ Kcal/m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$, 철- $40 \text{ Kcal/m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$, 구리- $292 \text{ Kcal/m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$ 로서 물-23배, 철-1,785배, 구리-13,035배로 공기가 열전달을 방해한다고 볼 수 있습니다.

② 부식의 촉진

공기에는 약 20% 이상의 산소를 포함하고 있으며 배관 및 밸브류의 부식을 촉진시켜 수명을 단축 시킵니다.

일반적으로 물 배관에서의 부식은 간헐 운전을 하는 증기 배관보다는 부식 속도가 작으나 용존 산소와 수처리에 사용되는 각종 약품에 함유된 부식성 가스와 함께 배관 수명을 단축시킵니다.

③ 소음 유발

물 배관에서 공기는 증기 배관과는 달리 코일에서의 유속에 의한 소음을 유발시킵니다.

이는 펌프 주변의 높은 압력의 물이 부하측 관말에 이르러서는 압력 강하에 의해 물속에 녹아 있던 공기 방울이 튀어나오며 열전달을 방해하는 동시에 공기 방울의 생성과 소멸에 따른 배관 내에서의 심각한 소음을 일으키게 됩니다.

특히 아파트의 경우 입주 초기 에어 벤팅이 되지 않은 상태에서 펌프를 운전할 경우 말단 부하에서의 소음은 대부분 공기에 의한 원인으로 보아도 무방합니다.

따라서 시운전 초기에 충분한 에어 벤팅을 통하여 소음 및 부식을 방지해야 합니다.

④ 공기의 제거

물 배관에서의 공기 제거(에어 벤팅)은 공기를 배출시켜야 할 위치가 제일 중요합니다.

물용 에어 벤트의 작동 원리는 물과 공기의 부력차이를 이용하기 때문에 공기가 모일 수 있는 곳 즉, * 관말, *장비 입구, *배관 굴곡부 등에 설치하며 에어 포켓을 만들어 원활히 에어가 배출되도록 해야 합니다.

또한 작동 특성상 운전 초기에 에어 벤트를 통하여 소량의 물이 배출될 수 있기 때문에 이로 인하여 오염이 될 수 있는 곳, 예를 들면 전기실 등에서는 유도 배관을 하여 오염을 예방하도록 하여야 하는 등 주의가 필요합니다.

18. 응축수탱크의 설치 위치 등

① 응축수는 왜 회수하며 재사용하는가?

응축수는 적은 양을 회수하더라도 금전적인 가치가 큰 자원으로서 비록 1개의 트랩에서 배출되는 양이라도 회수할 가치가 충분히 있으며 그 이유는 아주 간단하다고 봅니다.

응축수를 회수하지 않으면 그 양 만큼의 찬 보충수가 더 공급되어야 하기 때문에 수처리해 추가적인 비용이 발생하며 낮은 온도의 물을 가열하기 위해 더 많은 연료가 소모되는 것은 너무나 당연하 이치입니다.

그렇다면 응축수를 회수함으로써 발생하는 이점을 살펴보면 * 용수비용의 절감 * 보일러 효율 증대 * 폐수비용 절감 * 보일러 급수의 질 향상 등으로 요약할 수 있습니다.

② 응축수탱크의 설치위치

현장 점검을 다녀보면 오래전에 설치된 시설일 경우 특히 응축수탱크의 설치 높이가 응축수 회수배관보다 높게 설치된 사례가 많습니다.

특별한 현장여건이 아닌 경우를 제외하고는 응축수탱크의 설치위치는 회수배관보다 낮게 즉, 중력식으로 설치하는 것이 원활한 응축수의 회수 및 장애를 방지하는 설치 방법입니다.

부득히 현장여건이 원만하지 못하여 회수배관이 높은 경우에는 기계식응축수펌프(일명 오그덴 펌프)을 설치하여 트랩에서 원만하게 처리할 수 있고 열교환기 등에 응축수가 체류하지 않도록 하여 주는 설비가 뒷바침되어야 하겠습니까.

또한 응축수를 처리하는 기본적 시설인 트랩의 설치는 가능한 한 짧아야 하며 불필요하게 트랩 후단을 높인다든가 배관의 굴곡부를 많게하여 응축수 회수에 부하를 증가시키는 배관법은 삼가야 될 것으로 봅니다.

③ 응축수회수용 트랩 전후에 드레인밸브 설치가 필요한가?

일부 현장에서 트랩 주위에 드레인밸브를 설치하는 시공자가 간혹 있는데 기본적으로는 필요 없는 시설이라고 봅니다.

다만,

그 설치 타당성에는 어느 정도 인정되는 부분이 있는데 그것은 관리상 필요한 시공이라고 여겨 집니다.

열교환기나 증기를 사용하는 열설비 트랩쪽의 바이패스관 전단에 드레인 밸브를 설치하는 것은 처음 증기 송기시에 배관내의 이물질 제거하기 위한 후레싱 작업과 트랩의 정상 작동유무를 확인하고 열교환기 코일의 이상 유,무를 점검하기 위한 기능정도로 사용되는데...

그것보다는 근본적으로 싸이드글래스를 설치하는 것이 효과적인 방법이라 사료됩니다.

④ 트랩 후단에 체크밸브를 설치하는 경우가 많은데....

응축수를 회수 하는 방법에는 크게 중력식과 기계식으로 나눕니다.

중력식은 자연 스럽게 압력차에 의해 응축수가 탱크로 회수 되는 것이고 기계식에는 기계식응축수펌프를 설치하여 환수 하는 방법입니다.

일반적으로 증기 설비의 대부분이 중력 환수식의 방법을 채택하고 있습니다.

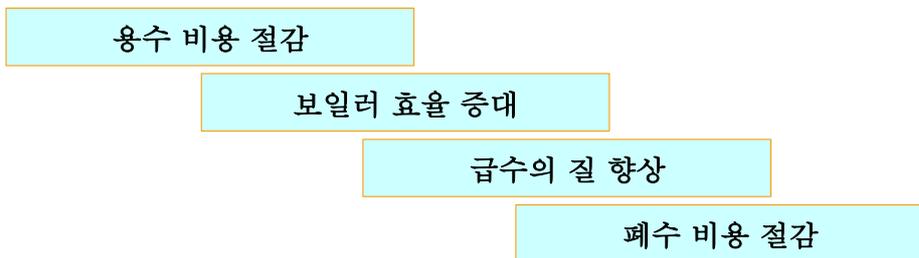
하지만 현장의 여건이 응축수 탱크가 모든 응축수 라인 보다 낮게 설치되어 있어야 중력환수가 원활하게 이루어 지지만 그렇지 못하고 응축수 회수 라인보다 탱크가 높이 설치되는 경우가 너무나 많은 것이 또한 현실입니다.

트랩 후단에 체크밸브를 설치하는 경우는 일반적으로 회수배관이 응축수탱크보다 낮게 설치된 경우에 많이 설치되며 그 이유는 트랩을 빠져나간 응축수가 역류하는 것을 방지하기 위한 하나의 방법일 수 있습니다.

앞서 설명드렸지만 회수배관이 응축수탱크보다 낮게 설치된 경우에는 기계식 응축수펌프를 설치하는 것이 근본적 해결방법이며 체크밸브 설치의 역류의 위험을 다소 줄일 수 있는 정도의 역할에 국한된다고 봅니다.

응축수 탱크의 설치 위치 등

응축수 회수 시 이점



응축수 탱크의 설치 위치

- 응축수 회수배관 보다 낮게 설치하여 응축수 회수가 원활한 위치에 설치.
- 응축수 회수배관 보다 높게 설치하여 회수에 장애가 발생되지 않도록 기계식 응축수펌프(오그덴펌프) 등을 설치.

19. 증기배관으로서의 스테인레스강관 사용 적정성 여부

※ 증기배관으로서의 스테인레스강관의 적정성 여부

STS(옛날표현 SUS)의 온도에 대한 성질은 STS304를 기준으로 인장강도 53kg/mm², 허용응력 13.2kg/mm²로서 강관배관에 비해서 허용응력이 월등히 높습니다.

그러나 안전사용온도를 살펴보면 -196℃에서 부터 +40℃까지는 허용응력이 변하지 않다가 7

5°C에서는 11.8kg/mm², 150°C에서는 9.9kg/mm²로 떨어지고 온도가 올라갈수록 허용응력값은 급속히 내려갑니다.

허용응력값이 내려간다는 것은 재료의 버팀력이 낮아진다는 이야기입니다.

스테인레스 계열의 재질은 저온에서는 강하지만 고온에서는 점차 약해지는 것을 허용응력값으로 우리는 알 수 있습니다.

따라서 증기의 배관이나 보일러의 연관에는 STS계열의 재질을 사용할수 없습니다.

특히 스테인레스계를 사용시에는 용접부나 곡관부위에서 크랙이 많이 발생합니다.

하여,

증기배관으로 사용시에는 반드시 압력배관용 탄소강관(SPPS)을 사용하는 것이 안전하며 그 이유는 SPPS계열의 배관은 350°C까지는 허용응력이 변함이 없고 용접성이 좋기 때문입니다.

간혹 부식관계로 우리 열관리사님들께서 스팀헤더 및 일부 시설에 스테인레스를 요구하는 경우가 있는데 이런 경우 고온용인 STS 329 J1 TP를 사용하는 것이 좋다고 봅니다.

이 재질은 일반 STS보다 Cr의 함량을 높이고 Ni의 함량을 줄여 고온에 견디도록 합금된 재질입니다.

20. 순환펌프의 양정 계산

일반적으로 펌프의 용량을 결정하기 위하여는 양정, 구경, 소요동력 등을 고려하게 되는데 기본적으로 유체역학이 바탕되어 구해지게 됩니다.

그러나 순환펌프에서의 양정은 그리 복잡한 공식과 이론을 요하지는 않습니다.

일반 양수펌프와 순환펌프의 가장 상이한 부분이 양정이라 생각합니다.

양수펌프는 소요동력 및 토출량이 크다고 하여도 토출할 수 있는 높이를 확보하지 않으면 최고 배출구에서 필요한 양수량을 얻을 수 없습니다.

그러나 순환펌프의 경우에는 그 목적에서 보듯 순환시켜주는 정도의 양정만 가지고 있으면 충분한 결과를 얻을 수 있습니다.

근본적으로 하고자 하는 목적이 상이하므로 이점에 착안하여 살펴보면 어느 정도 양정의 상이함이 이해되리라 봅니다.

순환펌프의 양정 계산

냉,온수배관망은 개방회로와 밀폐회로 나눕니다.

개방회로에서의 펌프 양정은 물을 보내고자 하는 장소까지의 수두차와 설치되는 배관, 밸브, 부속 등에 대한 상당 길이를 고려한 압력손실을 계산합니다.

일반적으로 피팅류(밸브, 부속 등)에 의한 압력 손실은 배관 길이의 약 10%로 보며 상당 길이 1m당 압력 손실은 최대 40mmAq 이하(일반적으로 20-30mmAq/m)로 계산하는 것이 일반적입니다.

예) 펌프에서 개방형 팽창탱크까지의 높이가 50m이고 배관 길이가 200m일 때 순환펌프의 양정

은 $H=50m+(200*1.1*20mmAq/m)=54.4m$ 반면에 냉난방 순환펌프와 같은 밀폐회로에 사용되는 펌프의 양정은 개방회로와는 달리 수두차를 고려할 필요가 없고 배관 길이에 대한 압력손실만을 계산하게 됩니다.

예) 순환계통의 총 배관길이가 200m라면 $H=200*1.1*20mmAq/m=4.4m$

위 계산을 정리하면 개방회로와 밀폐회로에 적용되는 순환펌프의 차이는 수두차를 고려하느냐 하지 않느냐로 결정됩니다.

그렇다면 그 이유는 무엇일까?

개방회로는 노출되어 있어 대기압이 작용하므로 팽창탱크 연결부까지 물을 양수시켜주고 다시 환수되어야 하지만 밀폐회로는 대기압을 배제하기 때문에 수두차를 고려할 필요가 없고 상당 길이만 계산하여 주면 순환이 이루어 지기 때문입니다.

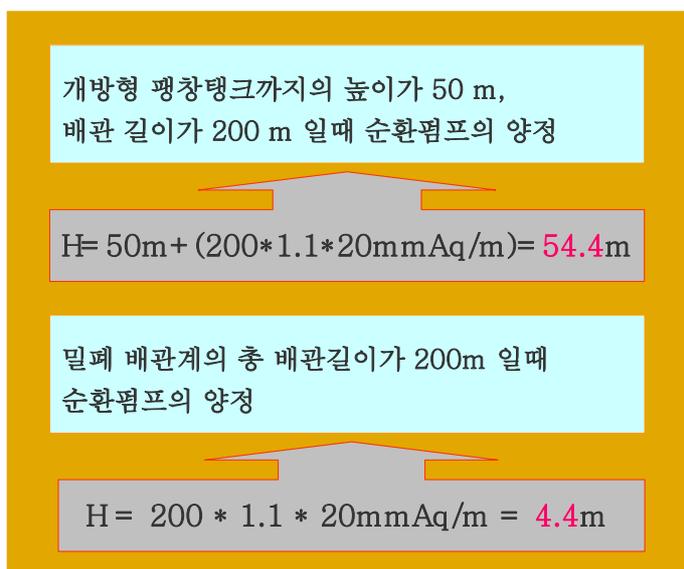
여기서 자주 받는 질문한가지를 옮겨 봅니다.

고가수조에 양수하는 펌프는 양정이 큰데 똑 같은 높이를 순환하는 순환펌프는 양정이 아주 적다고 하며 잘못 펌프가 선정된 것이 아닌가 의구심을 갖는 경우가 많습니다.

위 계산에서 똑 같은 높이라도 개방회로는 54.4m이지만 밀폐회로는 4.4m로 나타납니다.

그 대신 순환량 즉, 단위시간당 토출량은 충분히 고려되어야 합니다.

순환펌프의 양정 계산



대기압 작용 여부

21. 냉,온수배관의 차압밸브 및 밸런싱밸브

배관계에서 압력을 일정하게 유지하는 것은 장비 및 기기 등의 안전한 사용과 부하측에서 요구하는 조건을 일정하게 얻기 위하여 무엇보다 중요한 문제라 봅니다.

이러한 압력 및 유량을 조정하여 주는 기기 중에는 냉,온수배관의 공급과 환수측에 설치하는 차압밸브와 각 부하측으로 일정하게 분배하여 주는 밸런싱밸브를 들 수 있습니다.

이들 밸브를 선정하는데 고려하여야 할 사항을 살펴보겠습니다.

① 차압밸브

차압밸브는 일반적으로 부하 변동에 따라 펌프 용량의 25~75% 범위에서 선정하며 펌프의 스텝-제어(Step Control)시에는 조건에 따라 펌프 용량의 1대(100%)를 기준으로 선정합니다.

특히 냉온수 순환 계통의 펌프는 유량 변화 대비 양정의 변화가 적기 때문에 차압밸브의 작동 특성 상 양정의 변화에 충분히 응답할 수 있는 제품이어야 한다.

* 스텝-제어(Step Control)란? : 복잡한 기술적 설명은 배제하고 일반적으로 액추에이터(Actua) 등에 의하여 개,폐가 이루어지는 자동제어 방식

② 밸런싱 밸브

밸런싱 밸브는 일반적으로 배관사이즈와 동일하게 설계합니다.

이런 경우에는 배관의 압력손실을 보통 20mmq/m를 기준하므로 ASHRAE 기준인 40mmq/m 기준보다 밸브 구경이 커질 수 있습니다.

수동이든 자동이든 배런싱 밸브는 밸브의 몸체 구경과 용량은 별개의 문제이며 자동일 경우는 내장된 카트리지의 용량에 의해 수동일 경우에는 오리피스 용량에 의해 결정되어 집니다. 따라서 제조회사에서 제시하는 사이즈가 배관 구경보다도 작아도 기술적으로 문제가 되지 않습니다.

그 이유는 밸런싱 밸브는 처리할 수 있는 용량으로 결정되기 때문입니다.

22. 급수저장탱크(응축수탱크)의 운전온도

급수탱크는 일반적으로 상온의 보충수와 회수되는 고온의 응축수가 만나는 장소이며 이 혼합된 물의 온도가 보일러에 미치는 영향에 대하여 깊이 인식되어지지 않고 과소 평가되어 지는 경향이 많습니다.

그러나 효율적 운전 및 안전사용에 그 무엇보다 중요하며 보일러 관리의 시작이라고 봅니다.

급수저장탱크의 운전온도가 미치는 영향에 대하여 살펴보겠습니다.

① 용존 산소 및 유해 가스에 의한 방지

용존 산소 및 기타 유해 가스는 상온의 차가운 물에는 쉽게 용해되지만 물을 약 85℃까지 가열하면 대부분 방출된다고 합니다.

급수를 이 온도까지 가열하면 결과적으로 필요로 하는 탈산소제의 양을 최대 75%까지 줄일 수

있고 또한 TDS농도를 줄이게 되는 결과가 되어 보일러의 블로우다운량을 줄여 효율 상승으로 직접 이어지게 됩니다.

② 보일러 자체 손상방지

보일러 동체와 튜브의 뜨거운 표면에 상온의 차가운 물이 직접 유입되게 되면 열에 의한 팽창, 수축이 발생하게 되고 국부적으로 열에 의한 충격이 발생하여 균열 및 파손이 일어날 수 있습니다.

③ 보일러 설계 용량을 유지

차가운 냉수를 보일러에 급수하게 되면 증기 배출량은 감소됩니다.

그 이유는 보일러 증기 발생량은 상당 증발량을 기준으로 합니다.

따라서 연료 공급량이 일정할 경우 급수의 온도가 낮아지면 보일러 증기 발생량은 상대적으로 그만큼 줄어들게 될 것입니다.

* 상당 증발량(Kg/h)=실제 증발량*(증기 엔탈피-급수 엔탈피)/539 즉, 1기압 100℃의 포화수를 같은 온도의 증기로 변환시키는 경우 1시간 동안의 증발량을 의미 함.

결론적으로 급수저장탱크의 운전온도를 적절히 유지하여 주는 것은 보일러 및 부속기기의 안전사용 및 궁극적으로 보일러의 효율을 향상시켜주는 직접적인 요인이 될 수 있는 아주 기초적인 관리방법입니다.

그렇다면 급수저장탱크의 운전온도가 몇℃가 적정한가가 요구되는데 너무 높을 경우 탱크 내부에서 재증발 현상이 발생할 수 있고, 급수펌프의 유효흡입수두(NPSH)를 악화 시킬 수 있는 등 또 다른 장애 요인이 발생될 수 있으므로 급수에 지장을 초래지 않으면서 충분히 보일러에 공급할 수 있는 적절한 온도 유지가 요구됩니다.

따라서 급수펌프 제조회사 마다 요구하는 운전온도와 유효흡입수두를 참조하여 적절한 운전온도를 설정하고 관리하는 것이 보다 효과적인 관리방법이라고 봅니다.

23. 급수온도의 차이에 따른 절약을

급수온도가 미치는 영향은 보일러의 효율 향상에 직접적이고 절대적으로 그 영향을 끼친다고 설명드릴 수 있습니다.

보일러의 효율을 향상 시키는 것은 근본적으로 저는 크게 두가지로 나뉘진다고 봅니다.

첫째로 고효율 보일러와 폐열회수장치 등의 부속설비를 당초에 설치하는 설비적 방법과 두 번째로 효율 향상을 위하여 취급자가 수행하는 관리 방법입니다.

저는 당초 설치하는 보일러 및 부속설비는 이미 정해져 있는 매뉴얼적 효과이기에 변동성이 그리 크지 못하다고 봅니다.

그러나 취급자의 관리 방법적 절감효과는 어떻게 관리하고 관심갖는가에 따라 기대치 이상의 효과를 얻을 수 있음을 강조하고자 하며,

특히 급수온도의 차이에서 얻어지는 절감율은 우리가 미처 생각지 못한 이상의 효과를 거둘

수 있음을 주지하여 주시고 항상 관찰하여 주시기를 바랍니다.

* 급수온도에 따른 절감율의 근거 *

보통 급수온도 6℃ 상승시 연료1%절감이 있다고 합니다.

이것은 포화증기표를 바탕으로한 엄격히 계산된 근거치로 막연히 얻어진 결과가 아님을 살펴 보아야 합니다.

특히 증기에 관한 모든 근거치는 포화증기표를 잘활용한다면 보다 효과적인 계산과 얻고자 하는 결과를 추렵하여 볼 수 있으므로 적극적으로 활용하라고 권하고 싶습니다.

급수온도가 미치는 절감율을 간단한 예를 들어 설명하여 보겠습니다.

만일 계기압력 1kg/cm²인 (절대압력2kg/cm²A)인 포화증기를 만들때 이 압력에서의 필요한 전열량은 646.35 Kcal/kg입니다.

급수온도를 6℃를 올리면 물의 비열은 1Kcal/kg.℃ 이므로 현열량이 6Kcal/kg 줄어들어 필요한 전열은 640.35Kcal/kg이 됩니다.

그 비율은 $640.35/646.35=0.99$ 이므로 포화증기를 만들기 위해 들어간 열량값(즉, 연료량)의 차가 1% 정도 되는 것입니다.

이러한 근거로 실지로 운전되고 있는 보일러의 급수 사용량을 측정하여 연료사용량 및 연료가격을 대입시켜 보면 하루에 절감되는 절감율 및 절감비가 산출될겁니다.

결론적으로 아주 간단하면서도 지나치기 쉬운 것이 급수온도이며, 고유가 시대에 에너지 절감을 위한 시설 및 기기를 설치하고 국가적으로 권장하고 있는 현실이지만 그에 앞서 작은 관심과 관찰 및큰 비용을 추가하지 않고도 기대효과를 극대화 시킬 수 있는 것이 올바른 보일러관리라 생각합니다.

24. 에어챔버의 잘못 알고 있는 상식

① 소방펌프용 에어챔버내의 공기를 교환하여 주어야 하는 이유?

소방용수인 물은 비압축성 유체입니다.

따라서 물의 경우 압축밀도가 높아 펌프기동시 곧 바로 압력스위치에 작동하여 압력이 순간적으로 높아지는 현상으로 소화배관내의 실제 압력과는 다소 시간적으로 균압이 되지 않은 상태에서 압력챔버내의 압력만 일시적으로 상승시키는 압축현상이 발생합니다.

이러한 현상을 방지하기 위하여 일정량의 공기층을 형성하여 순간압력을 공기가 흡수하여 배관내의 실제압력과 동일하게 하는 역할이 필요합니다.

이런 완충역할을 하여 주기 위하여 공기실의 최대 용적을 확보하고 오염된 공기를 주기적으로 교환하여 주어야 합니다.

초보 관리자들의 경우 압력챔버위의 방출밸브(릴리프밸브)를 열어 압력을 저하시켜서 충압펌프를 작동시험하는 경우가 있는데 이는 일정량의 공기층을 파괴시키는 중대한 착각일 수 있습니다.

급수온도와 에너지 절약과의 관계



1Kg/cm²의 포화증기

○ 전열량 : 646.0 kcal/kg

○ 급수온도 6 ℃ 비열 : 6 kcal/kg

○ 실제증발에 필요한 전열량 = 646.0 - 6 = 640 kcal/kg

$$\text{절감율} = \frac{646.0 - 640.0}{646.0} \times 100 \approx 1\%$$

압력챔버 내에는 일정량의 물(약 70%)과 공기(30%정도)가 충전되어 있습니다.

공기층의 역할은 앞서 설명하였지만 펌프의 기동시 발생하는 압력을 흡수하여 충격을 완화하여 주고 압력스위치의 작동압을 균일하게 작용하여 주는 등의 역할을 하게됩니다.

② 압력챔버내 공기 교환요령

압력챔버 연락배관의 급수밸브를 닫고 챔버 위의 방출밸브를 개방하고 하부의 드레인밸브를 열어 챔버내를 완전히 배수시키고 일정량의 급수를 2-3회 반복하여 깨끗이 청소한 후 방출밸브를 닫고 하부 드레인 밸브를 닫고 급수밸브를 서서히 열어서 배관내의 압력을 유도하면 공기 교환작업이 끝납니다.

이러한 작업을 년2회 실시하여 줌으로써 탱크내의 공기층을 확보하고 깨끗이 청소하여 주며 이와 함께 작동시험을 겸하여 행하므로 궁극적으로 정상작동을 하도록 환경조성을 만들어 주는 일석이조의 잇점이라 봅니다.

25. 펌프 축의 그랜드 패킹(Grand Packing)에서의 누수

다단 터어빈펌프의 축에 그랜드 패킹(Grand Packing-일명: 그리스 패킹)을 삽입하는데 여기서 물이 한두방울 떨어집니다.

떨어지는 물이 지저분 한데 물이 안떨어지는 것이 좋은지 아니면 지금 처럼 한두방울 떨어지는 것이 좋은지요?

요즈음은 펌프 패킹제가 메카니컬 씰 등을 사용하므로 펌프 축으로 부터의 누수가 그리 흔한 일은 아니지만 아직도 대다수 펌프에서 그랜드 패킹을 사용하고 있습니다.

이런 경우 사용시간의 경과에 따라 패킹제의 마모로 인하여 밀봉이 파괴되고 더 마모가 진행되다보면 펌프의 양수능력이 감소되고 궁극적으로 펌프의 손상을 초래하는 경우까지 발생하게 됩니다.

펌프 패킹재에서 누수가 되느냐의 문제를 거론하기 위하여는 펌프의 설치상태 및 사용 용도가 무엇보다 중요합니다.

소방펌프 및 양수 펌프의 경우 수원의 수위가 펌프의 설치위치보다 높은 경우는 패킹에서는 한두방울 떨어지는 것이 좋습니다.

고속회전시 발생하는 축과 패킹의 마찰열을 식혀주는 역할이 있습니다.

그러나 수원의 수위가 펌프의 설치위치 보다 낮거나 떨어지는 량이 많을 경우에는 축과 패킹 사이로 공기가 흡입되어 밀봉이 파괴되므로 펌프의 양수불량 원인이 발생할 수도 있습니다.

따라서 펌프의 설치위치에 따라 달라지며 단순 냉온수 순환펌프의 경우에는 관리자에 따라 다소 의견을 달리하지만 제 개인적인 경험으로는 밀봉이 파괴되지 않는 정도의 한두방울 떨어지는 것이 좋다고 생각합니다.

26. 펌프주변 배관상의 밸브, 체크밸브 설치위치

① 펌프 토출측 배관에 밸브와 체크밸브 중 어느 것을 펌프쪽 가까이에 설치되어야 하는가?

펌프의 배관은 펌프 다음에 후렉시블 콘넥터 다음에 체크밸브 다음에 밸브를 설치하여야 한다고 생각합니다.

그 이유는 체크밸브 고장시 밸브를 잠그고 수리가 가능하나 밸브를 설치후 체크밸브를 설치하면 체크밸브 교체시 배관내의 물을 전부 배수하여야 하는 문제가 발생합니다.

반대로 밸브 교체시에는 동일하게 배수시켜야 되는 문제를 제기하는 사람도 간혹 있으나 펌프의 성능시험 또는 펌프를 교체하는 것이 아닌 이상 토출밸브를 폐쇄시킬 원인이 없으며 만약 폐쇄시키고 펌프를 기동시키면 고장을 야기시키는 원인이 됩니다.

또한 체크밸브가 고장이 나는 경우는 재질의 문제, 시트 고정 핀의 반복동작으로 인한 마모, 시트의 반복 충격으로 인한 소손 등을 들수 있으며 일반적으로 사용하는 체크 밸브는 주물로 된 것과 황동이나 스테인리스로 된 것이 있으며 종류로는 스윙형과 리프트형과 판 체크형 등이 있습니다.

입상관이 길어질 경우에는 일반적인 스윙형 보다는 리프트형 또는 판형이나 해머레스 체크밸브(내부에 스프링 장치로 인하여 시트가 서서히 닫히고 드레인이 가능한 밸브)를 많이 설치 합니다.

입상관이 길어지면 펌프가 동작을 정지하는 순간에 위로 상승하던 물이 순간적으로 아래로 내려오면서 체크밸브의 시트에 힘을 가하여 밸브 본체에 충격을 주는 현상으로 워터해머와 같은 현상이 발생합니다.

② 개인 소견

배관계에 설치되는 펌프 및 밸브 등 모든 기기는 그 성능 및 목적을 달성하기 위하여는 설치 위치, 설치방향 등 그에 합당한 이유와 근거가 있게 마련입니다.

그러나 현장에서 시설을 관리하다보면 이론적 근거와 타당성이 희박한 경우를 종종 볼 수 있으며 오래된 시공관례에 따라 설계자 및 시공자들의 편리성이 우선되어지는 경우가 많습니다. 개인적인 소견으로는 이런 모든 방법이 특별히 그 성능 및 목적에 반하지 않는다면 시설관리자의 유지, 보수에 편리하도록 설치되는 것도 하나의 좋은 시공방법이라 사료됩니다.



27. 보일러 내부 진공상태 발생시 일어나는 현상

◇ 노통연관 보일러인데 가동을 정지한 후 급수펌프가 작동하지 않아도 보일러로 응축수 탱크에서 물이 빨려들어 간다고 합니다.

☞ 이러한 경우 일반적인 원인은 보일러 내부가 진공상태 즉, 보일러 내부가 보일러 외부의 압력보다 부압(-)상태에 놓여져 있다는 증거입니다.

일차적 원인은 보일러의 가동을 정지한 후 압력이 보일러 내부에 잔존하고 있고, 주증기 밸브가 폐쇄된 상태에서 보일러 운전 조작반에서 주 전원을 차단하여 급수펌프가 작동하지 못하는 경우 발생하는 대표적인 현상입니다.

그 이유는 보일러 내부에는 포화상태의 물과 습포화증기가 압력을 형성하며 함께 공존하고 있

습니다.

보일러를 정지하고 일부 압력이 보일러 내부에 남아 있는 상태에서 주증기밸브를 완전히 닫으면 보일러 내부가 외부와 차단되어 밀폐된 상태가 됩니다.

이러한 경우 보일러 내부에 잔존하고 있는 고온의 포화수와 일정 압력의 습포화증기가 냉각하게 되면 물의 체적은 감소하게되고 습포화증기는 서서히 응축되어 물로 변하여 증기부와 수부가 체적감소를 가져오게 됩니다.

따라서 포화수 및 응축되어진 증기부의 체적이 감소된 부피 만큼 진공상태로 변하게 되고 진공으로 발생된 체적만큼 응축수 탱크에서 급수가 이루어진 것으로 원인을 찾을 수 있습니다.

이와 같은 현상을 방지하기 위하여는 보일러 가동을 중지하였다 하여 주 전원을 차단하는 일은 없어야 하며 무엇보다 급수펌프의 전원이 차단되는 일은 더더욱 있어서는 안될 중대한 안전관리입니다.

아울러 이런 경우를 방지하기 위하여 보일러와 증기헷더 사이에 진공해소장치(Vacuum Breaker)를 설치하기도 합니다.

또한 일반적으로 청관제 등을 주입하여 주는 정량펌프를 급수배관 상에 설치하는데 주증기밸브가 완전히 밀폐된 상태에서 급수펌프의 주전원을 차단하고 하부 블로워를 장시간 또는 보일러 내부의 물을 완전히 교체하는 작업을 하는 경우에 보일러내부가 진공상태로 되어 약주탱크의 청관제 등을 전부 흡입하는 현상이 발생되기도 합니다.

이런 모든 현상들의 원인은 열역학 등 이론적 바탕의 기초에서 비롯되며, 다양한 경험도 중요하지만 모든 현상의 기초가 되는 이론 공부도 게을리 하여서는 아니됨을 우리는 유념할 필요가 있습니다.

28. 공기압축식 밀폐형 팽창탱크의 블래드 파손 확인

냉·온수배관 등에 사용하는 공기압축식 밀폐형 팽창탱크의 블래더(Bladder)가 간혹 파열되는 경우가 있습니다.

그러나 밀폐용기 내부에 있는 블래더의 파손 유무를 확인한다는 것이 그리 쉽지만은 않고 자주 발생하는 현상도 아니여서 갑작스럽게 일어날 경우 당황하기도 합니다.

블래더의 파손 원인을 살펴보면 일반적으로 ① 급격한 압력변동으로 인한 팽창·수축 ② 블래더의 노후 ③ 압축기의 고장 등 다양하게 나타납니다.

블래더가 파손하게 되면 배관내 물의 온도 변화에 따른 팽창, 수축을 흡수하여 주지 못하므로 특히 온도가 상승하는 경우 급격한 압력상승 요인으로 작용하여 심한 경우 배관, 펌프 등의 파손을 동반하게 됩니다.

일반적으로 물의 온도상승에 따른 체적 변화는 온도 변화에 따라 달라지겠지만 약 2~4.3% 일어납니다.

블래더가 파손되면 특징적으로 나타나는 현상이 배관내 압력 상승, 공기압축기의 기동이 정지

되지 않는 등의 징후가 외부적으로 확인되며 특히 ① 배관내의 온도가 상승하는 경우에는 물의 체적 팽창으로 인하여 압력이 설정압력보다 높아지는데 이때에는 전자밸브가 개방되어 탱크 내에 충전되어 있던 공기가 외부로 배출하며 공기와 함께 물이 배출되게 됩니다.

② 배관계내의 압력이 설정압력보다 낮은 경우에는 공기압축기가 가동되어 설정 압력에 도달하면 정지하게 되는데 블래더가 파손된 경우 과열 부위로 공기가 배관계 내부로 유입되어 정지하지 못하고 연속적으로 가동되게 됩니다.

이런 경우에는 공기의 마찰열로 인하여 연결 고압호스가 파손될 수 있으므로 가동을 중지하고 정확한 원인을 찾아보아야 합니다.

이외에도 여러 원인과 징후가 나타나지만 일반적으로 많이 나타나는 현상이며 공기 압축식 밀폐형 팽창탱크의 구조를 이해한다면 블래더의 파손 유무는 충분히 알 수 있다고 봅니다.

아울러 공기압축식 밀폐형 팽창탱크의 내부 구조를 잘못 이해하고 있는 경우가 많은데 밀폐용기의 특성상 내부를 확인할 수 없고 또 자주 발생하는 현상이 아니다보니 분해를 직접하지 못하는 이유에서 나타날 수 있는 착각입니다.

잘 아시겠지만 블래더 내부는 배관내의 물이 관통되어 있으며 블래더 외부와 탱크사이에 압축 공기가 충전되어 있어 팽창, 수축을 흡수하게 되어있습니다.



29. 스팀 트랩의 여러 점검 방법

스팀트랩의 상태를 점검하기 위해서는 우선적으로 스팀트랩 타입별 작동원리와 정상시의 배출 형태에 대한 지식이 우선되어야 합니다.

① 점검 착안사항

가. 누출되는 증기가 재증발증기는 아닌가.

나. 바이패스밸브가 새고 있지 않은가.

다. 스트레이너가 막히지 않았는가.

라. 스팀트랩의 설치위치, 설치방법은 올바른가.

마. 응축수 회수관의 밸브가 닫히지 않았는가.

바. 공기장애, 증기장애 현상은 아닌가.

사. 응축수 배출형태가 정상적인가. 등이 그 요건입니다.

② 점검 방법

㉠ 육안에 의한 대기방출 상태 식별법

스팀트랩 뒤의 드레인 밸브를 대기로 개방하여 응축수 배출형태를 육안으로 점검하는 방법입니다.

이 방법은 써모다이나믹(디스크)타입, 버켓타입 및 벨로즈타입의 스팀트랩과 같이 간헐 배출을 하는 스팀트랩의 경우에는 용이하게 작동상태를 판별할 수 있습니다.

즉, 작동원리 상 스팀트랩에서 응축수 배출기간과 폐쇄기간의 구분 이 명확하므로 폐쇄 기간에 증기가 계속 누출되는 경우 증기를 누출하는 것을 알 수 있습니다.

그러나 볼후로트와 같이 연속배출하는 트랩의 경우에는 스팀트랩이 완벽하게 정상적으로 작동하는가를 판단하는 것이 매우 힘든 경우가 많습니다.

㉡ 사이트그라스에 의한 방법

스팀트랩 뒤의 응축수 회수관에 사이트그라스를 부착하여 배관내를 유리를 통해 관찰함으로써 트랩이 정상적으로 작동하는가를 점검하는 방법입니다.

스팀트랩이 응축수 회수관에 연결되어 있을때 매우 유용하게 사용될수 있으며 증기시스템 내부의 상태를 간접적으로 파악하는데도 중요하게 작용할 수 있습니다.

하지만 이것 역시 육안에 의한 관찰방법이므로 생증기와 재증발증기의 식별을 위한 숙련이 필요하며 깨지기 쉽고 사용압력이 낮은 단점이 있습니다.

㉢ 온도감지 크레온에 의한 방법(색깔 변화에 의한 방법)

특정온도에서 색이 변하는 크레온을 이용하여 배관내 응축수의 온도를 판단하여 스팀트랩 전후의 배관에 칠한후 색깔의 변화를 점검하게 되며 변색온도가 틀린 여러개의 크레온을 이용하여 스팀트랩 작동시의 온도를 비교하게 됩니다.

그러나 시판되는 크레온의 변색은 실제 온도의 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 범위내에서 일어나게 되므로 정확한 결과를 얻을 수 없습니다.

㉔ 청진기. 청음봉에 의한 방법

의료용 청진기와 동일한 원리를 가진 유사한 구조의 공업용 청진기를 이용하여 스팀트랩의 작동시 소리를 듣고 상태를 점검하는 방법으로 주위의 소음환경과 연속 배출되는 타입의 트랩이 혼란을 가져올 수 있습니다.

㉕ 초음파누출탐지기를 사용한 방법(Ultrasonic Leak Detector)

가청범위를 벗어난 주파수의 소리 또는 진동을 초음파라고 부르며 모든 유체가 흐를때 또는 기계적 마찰에 의해 발생되나 초음파가 전달되는 배관 등에 신속하게 흡수됩니다.

따라서 초음파를 이용하여 스팀트랩을 점검하게 되면 주위에서의 간섭에 의한 혼란을 피할 수 있습니다.

증기와 응축수의 흐름에 따른 소리차이를 이용해서 스팀트랩 점검을 할 수 있는 것입니다.

실무적으로 운전조건이 변함에 따라 생증기, 응축수 또는 재증발증기의 판단에 어려움이 발생되며 특히 밀폐된 응축수 회수 시스템에서는 어려움이 더욱 커지게 됨으로 인해서 초음파 누출탐지기를 이용한 점검에는 꼭 스팀트랩과 응용, 설비에 대한 숙련자가 점검을 하여야만 합니다.

특별히 스팀트랩 점검장치가 장착되지 않은 곳에 설치된 스팀트랩에 대한 점검시 초음파 누출탐지기를 이용한 방법 입니다.

㉖ 트랩점검용 컴퓨터를 이용한 방법

스팀트랩이 증기를 누출하는가의 여부를 점검하기 위하여 개발된 시스템으로서 전극센서가 내장된 특수챔버 를 각 스팀트랩 앞에 설치하고 응축수와 증기의 전기전도도 차이를 감지하여 점검하는 방법입니다.

이 방법은 스팀트랩의 종류, 운전 조건 및 메이커에 관계없이 응용할 수 있으며 초보자라도 쉽게 정 확한 결과를 얻어낼수 있습니다.

또한 전기전도도에 의한 결과가 전달되는 것이므로 장소에 관계없이 편한 장소에서 임의대로 점검 할 수 있으며 자동모니터링 시스템의 응용으로 전산을 통한 전체적인 스팀트랩 관리가 가능합니다.

30. 증기배관의 에어벤트 필요성

결론적으로 말씀드리면 있는 것이 올바른 설치방법입니다.

AIR VENT라 함은 공기의 제거 즉, 증기 공간내에 있는 공기 또는 비응축성 가스(통칭하여 공기)를 시스템 밖으로 배출시키는 것을 말합니다.

증기시스템내의 공기는 물과 함께 열전달에 영향을 미칩니다.

증기시스템이 운전 정지된 경우 증기공간 내부에는 공기로 가득차 있으며 정상 운전중에도 보일러수의 수처리예 의해 비응축성 가스가 계속 증기 시스템내로 공급이 됩니다.

또한 증기 공급을 중단한 경우 응축수로 변하면서 체적이 감소되고 그 감소된 부피만큼 진공

이 형성되게 되는데 배관 연결부, 밸브 등 부속기기 등으로 부터 외부 공기가 유입되게 되어 있습니다.

이와 같이 여러 원인에 의하여 배관내에는 공기가 존재하게 되는데 만약 공기가 제거되지 않고 증기와 함께 혼합되어 있는 경우에는 열전달에 여러가지 형태로 악영향을 미치게 됩니다.

첫째로, 증기와 공기의 혼합물은 같은 압력의 증기온도보다 낮게 되어 증기와 피가열체 사이의 온도차이를 감소시켜 전열량이 영향을 받게 됩니다.

둘째로, 증기가 응축되면 스팀트랩을 통해 전열면에서 제거되게 되나 공기는 계속 전열면에 남아 보온막을 형성하게 됩니다.

공기는 매우 뛰어난 보온재로서 열전달에 있어서 철 또는 강에 비해 약 1,500배, 구리에 비해서는 13,000배 이상의 저항을 갖고 있습니다.

셋째로, 더욱 중요한 것은 가열초기에 증기가 공급되면 설비는 예열되지만 만약 설비내부에 차 있던 공기가 적절하게 제거되지 못한다면 예열시간은 지연되고 결국 요구되는 온도까지 높 이는데 더 많은 시간이 걸리게 됩니다.

따라서 증기시스템에서 최고의 전열효과를 얻기 위하여 공기의 효율적인 제거가 필수적입니다.

증기용 에어벤트는 증기와 공기의 온도차를 이용하여 간헐적으로 작동하는 온도조절식 에어벤트가 사용되는데 항상 포화온도보다 낮을때 공기를 배출하게 되며 때에 따라서 미소량이지만 증기와 물이 배출되므로 에어벤트의 배출구는 안전한 곳으로 연결해야 합니다.

31. 관류보일러가 AL방열기를 부식시킨다?

우선적으로 AL의 화학적 성질을 살펴 볼 필요가 있습니다.

일반적으로 AL은 무기산, 염류에 침식이 잘되는 화학적 성질을 가지고 있습니다.

그렇다면 관류보일러와 어떤 연관 관계가 있을까?

관류보일러의 특성은 수질관리가 그 어느 보일러보다 중요시 되며 대부분 청관제를 사용하고 있습니다.

이 청관제의 주성분은 제조회사 마다 다소 차이는 있겠지만 대부분 중합 인산염계로서 강 알카리성을 띄고 있습니다.

결론적으로 추렵할 수 있는 것은 관류보일러가 부식의 원인이 아니라 대부분 관류보일러에 사용하는 청관제의 강 알카리성 성분으로 인하여 부식이 발생하며 또한 급수 중의 무기질 성분이 강할 경우 더더욱 그 진행 속도는 빨라지리라 봅니다.

따라서 청관제를 사용하는 관류보일러에서는 AL제 방열기는 되도록이면 사용을 자제(自制)하는 것이 좋을듯 합니다.

32. 경수연화장치의 관리

① 이온수지 교환시기

이온수지의 교환시기를 육안으로 확인하기는 매우 어려운 문제입니다.

다만 간단한 확인 방법은 재생하였을때 연수가 유유티으로 변해 있다면 처리가 원활히 되지 않고 있다는 반증이므로 좀더 정확한 시료채취를 하여 전문적인 검사를 하여 보는 노력이 필요합니다.

보다 올바른 급수 관리는 수처리기 및 용수의 성분에 적합한 것을 선택하여 사용하고 수질분석은 매일하는 것이 좋으며 용수는 처리 전·후, 보일러관수, 응축수 등의 Ca경도, 전도도, PH, 탁도, 염소이온농도 등을 측정하여 종합적으로 분석하는 것이 좋지 않을까 생각합니다.

일반적으로 제조회사 마다 다소 차이는 있으나 관류보일러의 경우 Ca경도가 약 5ppm 이상 검출되면 교체하는 것이 적절한 교체시기로 봅니다.

Ca경도가 과도하게 농축되면 탄산칼슘이 석출되어 전열면에 부착되고 전열을 방해하고 더 심하면 스케일로 고착되어 전열면이 과열되어 사고로 이어지는 일이 발생하게 됩니다.

특수한 경우를 제외하고는 이온수지는 연수 생산량에 따라 달라지겠지만 일반적으로 2~3년 주기로 완전히 교체하여 주는 것이 좋은 연수를 생산하는 하나의 방법입니다.

② 소금 투입량과 소금의 종류

경수연화장치의 소금 투입량은 정확히 알기 위하여는 보일러의 일일 가동시간, 원수의 질 등을 정확히 알아야 적정 투입량을 판단할 수 있습니다.

또한 경수연화장치의 종류와 제조회사의 기종에 따라 다소 차이가 있으므로 여기서는 일반적으로 우리나라에서 생산되는 평균적 기종에 대하여 설명하기로 하겠습니다.

관류형보일러 1톤의 경수연화장치에 봉입되어 있는 수지량은 통상 20~30ℓ 정도됩니다.

상수도 원수를 기준으로 채수량은 10톤~15톤/Cycle이고 경수연화장치의 자동 운전모드로 재생시 소금 소모량은 대략 2.4kg~3.5kg/Cycle입니다.

소금은 화학반응으로 연수기 수지에 붙어있는 Ca(칼슘), Mg(마그네슘) 등 수처리된 이온이 양이온교환에 의하여 수지에서 분리(떨어짐)시켜 주는 공정을 역세라고 합니다.

소금은 고체상태로 있을 때는 NaCl 이지만 물에 용해되면 양이온인 Na⁺ 와 음이온인 Cl⁻ 로 나뉘어져 연수기 내부로 투입시키면 수지에 붙어 있는 Ca⁺, Mg⁺는 소금물속의 염소성분(Cl)과 결합하여 떨어져 나가 배수되고 다시 그 자리에 나트륨(Na⁺)가 붙어 계속해서 연수를 만들 수 있게 되는데 이 작업을 재생작업 이라고 합니다.

따라서 연수기는 설치만 하면 계속해서 연수를 생산하는 것이 아니고 소금을 연수기 소금통에 계속해서 보충을 시켜 주어야 합니다.

소금은 주로 천일염을 많이 사용 하지만 보다 좋은 연수를 생산하기 위하여 정제염을 사용하는 경우도 있습니다.

천일염은 정제가 덜되어 소금 생산과정에서 뽕 등이 섞여 있어 잘못 사용하는 경우 이온수지에 악영향을 주는 경우도 있습니다.

33. 트랩의 용량 선정

① 배관으로서의 동관 적용

일반적으로 동관은 열전도율(동관-0.934, STS304-0.039, 배관용탄소강관SPP-0.142cal/cmsec^c)이 타 배관에 비하여 월등히 우수합니다.

따라서 급탕탱크 열교환기 등 열교환을 위한 설비에는 많이 사용하고 있으나 증기 이송용 배관에서의 사용은 인장강도(동관-24.7, STS304-76.7, 배관용탄소강관SPP-35.5 kgf/mm²) 즉, 응력의 취약성으로 사용에 한계성이 있습니다.

요사이의 동관 삽입형 방열기의 경우 6Kg/cm² 정도까지 일부 제품에서는 제조되고는 있으나 증기 공급관 및 이송용배관으로는 그 사용에 극히 제한적입니다.

② 트랩의 용량 및 적용

증기 트랩의 적용은 그 어떤 트랩도 만능은 없다고 봅니다.

증기의 압력, 온도, 사용조건, 장소 등 여러가지 복합적인 고려 요인이 있으므로 단정적으로 어느 것이 좋다고 말하기 곤란합니다.

다만,

잘알고 있겠지만 온도조절식, 기계식, 유체역학적 등의 작동원리로 그 적용을 응용하고 있습니다.

증기 방열기용 트랩의 경우 주 배관의 관말용으로는 버켓트형 트랩이 많이 사용되고 있으며 방열기 자체용으로는 증기와 응축수의 온도차이를 이용한 압력 평형식 트랩 즉, 다이아프램식, 바이메탈식이 많이 사용되고 있습니다.

압력 평형식 트랩은 일반적으로 약 3Kg/cm² 정도까지 표준 증기 방열기에 사용되고 있으나 대부분의 방열기 증기 공급압력을 0.5Kg/cm²이하의 낮은 압력으로 공급되고 있습니다.

작동원리에서 나왔듯이 압력 평형식 트랩은 증기와 응축수의 온도차이를 이용하므로 증기의 공급압력에는 크게 영향을 받지 않지만 현장의 설치 여건에 따라서 증기 환수관(응축수관)이 역구배로 형성되었을때는 문제가 달라지며 증기의 공급압력이 절대적으로 필요합니다.

그것은 일반적으로 응축수 회수방법에는 중력식과 진공환수식을 많이 채택합니다.

대부분 중력식을 택하는데 역구배의 경우 응축수가 원활히 회수되지 못하고 방열기 등에 체류하여 동과 및 충분한 방열효율을 발휘할 수 없기 때문입니다.

따라서 일반적인 적용에서는 증기 공급압력은 큰 문제가 되지 않으나 제조회사 및 트랩마다 그 사용조건이 다르므로 사용압력의 허용조건을 벗어난 적용은 충분한 응축수 처리가 되지 못하므로 허용조건을 부합되는 트랩의 선정이 필요합니다.

③ 바이패스 운전

이것은 앞서 설명드리 모든 사항을 무시한 무지의 소치라 봅니다.

응축수의 적절한 활용과 이용은 에너지 이용 효율의 극대화에 무엇보다 중요합니다.

바이패스를 이용한 운전은 증기의 비효율적 이용과 열손실 및 배관의 안전사용에도 막대한 악

영향이 있습니다.

간혹 일부 체류 응축수를 배출하기 위하여 간헐적으로 사용은 하고 있으나 그것은 증기트랩의 정기점검을 하여 정상작동 상태를 유지하면 충분합니다.

증기 트랩의 점검 방법은 (32)번 게시란을 참조하시면 다소 도움이 되리라 봅니다.

결론적으로 트랩의 적절한 선택과 제품 마다의 사용압력 등에 부합된다면 공급압력에는 큰 영향을 받지 않으며 다만, 방열기에서의 표준 압력으로 운전하여 주어야 하는 것은 충분한 열량을 얻기 위하여 반드시 고려해야 할 사항이라 봅니다.

또한 배관의 적용에는 극히 제한적이 아니고는 증기용 배관으로 동관을 사용하는 것은 고려해야 할 사항이며 바이패스 운전 같은 경우는 더더욱 금지해야 할 운전 방법이라 봅니다.

34. 감압 효과

① 감압의 필요성

(1) 에너지 절약

증기의 압력이 낮을수록 이용 가능 열량 즉, 잠열량이 많으므로 증기 사용량이 감소하여 보일러에서 공급되는 증기 사용량을 절약할 수 있으며 스팀트랩을 통해 배출된 응축수에서의 재증발 증기 발생량도 감소하기 때문입니다.

예) 2Kg/cm² 와 6Kg/cm²의 증기가 가지는 열량의 차이

6Kg/cm²인 경우 잠열은 494kcal/Kg이고 2Kg/cm²인 경우 잠열은 517kcal/Kg으로서 이용 가능한 열량의 차이는 약 23kcal/Kg이므로 증기 사용량이 약 4.6%절약 되며 재증발 증기 발생에 따른 손실량도 5%정도 차이를 나타내므로 감압시 얻어지는 효과는 약 10%정도 감소될 수 있습니다.

(2) 증기의 건도 향상

감압하면 증기가 보유한 총열량은 변하지 않지만 현열량이 감소하게 되므로 자연히 증기의 건도는 향상됩니다.

대부분의 포화증기는 습증기로서 감압전의 건도에 따라 함유하고 있던 수분의 일부를 재증발시켜 증기의 건도가 향상되어 결국 감압후의 증기는 보다 많은 잠열을 가지므로써 증기의 사용량을 줄일 수 있습니다.

감압을 하는 것은 건도를 향상시키는 좋은 방법중의 하나이지만 감압밸브로 유입되는 습증기로 인해 밸브의 수명에 영향을 미칠 수 있으므로 1차측 증기의 건도는 기수분리장치 등을 이용하여 가급적 높게 유지하는 것이 바람직하다고 봅니다.

예)압력 7Kg/cm², 건도 90%의 증기를 압력 2Kg/cm² 감압시 건도 변화

7Kg/cm²인 증기의 전열량=현열+잠열×건도=171.53+489.32×0.9=611.92kcal/Kg

2Kg/cm²인 증기의 전열량=현열+잠열×건도=133.8+516.88×건도=611.92kcal/Kg

건도= {(611.92-133.8)/516.88} ×100=92.5%이므로 약 2.5% 정도 증가됩니다.

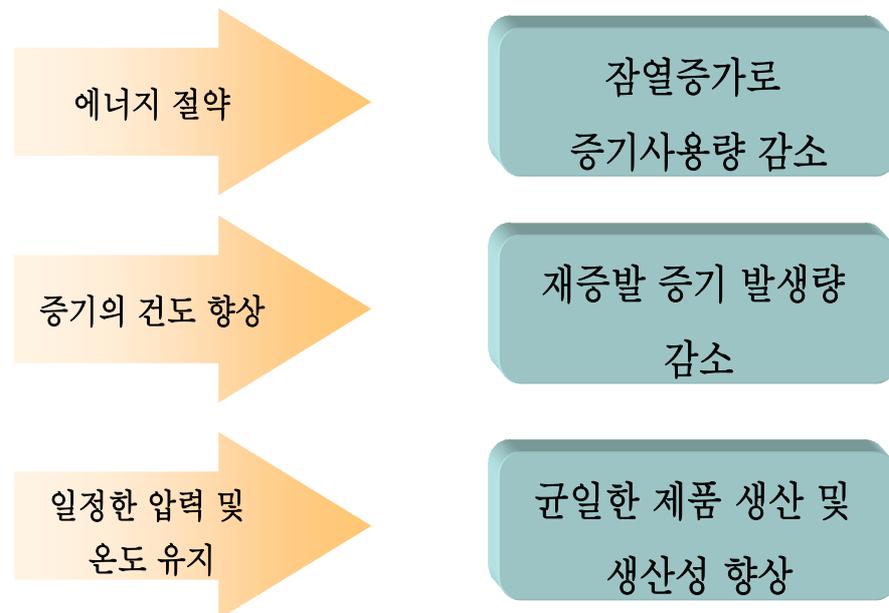
(3) 기타

감압을 하게 되면 일정한 압력을 유지할 수 있으므로 증기의 압력 변동이 적으면 그에 따른 온도도 일정하게 유지할 수 있으며 또한 압력 및 온도가 일정하게 유지된다는 것은 균일한 제품을 생산할 수 있어 품질관리적 측면에서도 생산성 향상에 기여하게 된다고 봅니다.

따라서 감압에 따른 효과는 위에서 나타났듯 다양하며 가능한 감압은 사용처 즉, 부하 설비 바로 앞에서 하는 것이 보다 효과적인 방법이며 특히 생산공정에서 사용하는 증기 설비는 더 더욱 균일한 압력과 온도를 요구하므로 감압의 적정한 위치가 무엇보다 중요하다고 봅니다.

감압의 필요성 및 효과

감압의 필요성 및 효과



35. 감압밸브 주변배관 및 손상 원인

① 감압밸브 주변배관

감압밸브는 압력의 강하를 기본으로 하고 있기 때문에 압력에 대한 여러 변화에 민감하게 작용합니다.

압력의 강화에 따른 압력의 변화, 비체적, 증기의 속도, 증기의 건도 등 복합적인 고려 요인이 수반됩니다.

주변 배관에 일차적으로 영향을 미치는 것이 증기의 비체적으로 인한 구경 변화를 들 수 있습니다.

압력 7Kg/cm²의 포화증기의 비체적은 0.2449m³/Kg, 압력 2Kg/cm²의 포화증기의 비체적은 0.6170 m³/Kg으로 약 1.5배 이상이며 압력강하에 따른 동일 유량을 얻기위하여 유속의 변화에 따른 구경의 차이도 약 1.5배 정도의 변화를 가지게 됩니다.

따라서 동일 유량을 수송하기 위하여는 감압밸브 1차측 보다 2차측 배관은 비체적의 비교에서도 나타났듯 약 1.5~2배의 구경 변화를 가져옵니다.

여기서 한가지 간과해서는 안될 중요한 문제가 감압밸브의 크기입니다.

감압밸브의 크기는 오리피스를 통과하는 유량 즉, 유량계수(Kv, Cv값)에 의하여 정해지며 배관 구경과는 무관하며 경우에 따라서는 배관 구경보다 작은 크기를 설치할 수 있으나 제조회사에서 정하는 유량계수를 충분히 고려해야 합니다.

특히 1,2차측 압력의 차이가 큰 경우에는 오리피스의 손상, 소음 및 진동의 발생 등을 유발할 수 있으므로 2단 감압(감압비가 2:1이상인 경우) 및 병렬배관을 하여 주는 것이 보다 효과적인 감압방법이라 봅니다.

② 손상의 원인

(1) 오버 사이즈에 의한 밸브의 과도한 마모

감압밸브의 크기가 과도하게 클 경우에는 작동폭이 극히 적어서 밸브가 시트에 근접하여 작동되어 침식 현상이 발생되기 쉽고 밸브의 빈번한 개폐로 인한 과도한 마모가 발생할 수 있으며 2차측 압력이 심하게 흔들리는 경우가 있습니다.

(2) 이물질에 의한 밸브 손상

감압밸브를 통과하는 증기의 유속은 대단히 빠르므로(약 100Km 이상) 이물질이 감압밸브를 통과하는 경우 밸브에 심한 손상을 줄 수 있습니다.

따라서 감압밸브 전단에는 반드시 신뢰성 있는 스트레이너를 설치하고 주기적으로 청소를 하여주는 노력이 필요합니다.

(3) 수분(습증기)에 의한 밸브의 손상

감압밸브를 통과하는 수분도 증기의 속도와 거의 같은 속도로 통과하게 되므로 이때의 수분은 이물질과 동일한 역할을 하게 되며 이 수분에 의하여 와이어드로잉(wire drawing - 일종의 침식, 파여나가는...)현상이 발생할 수도 있습니다.

따라서 수분을 효율적으로 제거하기 위하여 반드시 전단에 기수분리기를 설치하여 주어야 합니다.

36. 열교환기에서의 응축수 정체 원인

지금까지는 열교환기내의 증기 압력으로 응축수를 배출하기에 충분할 것이라고 생각되어져 왔습니다.

그러나 ① 높은 배압 ② 열교환기내가 상대적으로 낮은 압력 상태일때 어느 한가지라도 발생되면 열교환기에서 응축수를 배출하는데 필요한 차압이 충분하지 못하여 트랩을 통해 응축수를 배출하는 것은 불가능하게 되고 정체되기 시작합니다.

“응축수 배출 정지 상태” 라는 의미는 열교환기 내부의 응축수 압력이 응축수 회수배관 내의 압력보다 낮은 상태를 의미합니다.

특히 셸-튜브형 열교환기의 경우 증기와 냉수가 접촉하는 면적이 크므로 이 때문에 부하변동 시 문제가 발생할 수 있습니다.

증기가 낮은 온도의 응축수와 접촉하여 급격히 응축됨에 따라 응축된 부피 만큼 진공이 발생하고 그 결과 소음 및 워터해머 현상, 온도조절 불량 등의 문제들을 발생시키게 됩니다.

따라서 열교환기 후단 배관은 가능한 한 열교환기보다 낮게 설치하는 것이 효과적이며 부득히 높게 설치할 경우에는 기계식 응축수 펌프(오그덴 펌프)를 설치하여 회수하는 것도 하나의 좋은 방법이라 봅니다.

자세히 살펴보면 간단한 문제일 수 있으나 증기의 성질 및 진공이라는 간단치 않는 문제가 있음을 발견할 수 있습니다.

37. 공기의 무게와 비체적과의 관계

표준대기압(760mmHg, 1atm) 20℃의 공기 1m³의 건공기는 1.20Kg의 무게를 가집니다.

만약 온도나 기압 및 공기속에 포함되어 있는 수분의 양이 변하면 당연히 그 무게도 변하게 되지요.

① 온도와 비체적 사이에는 어떤 관계가 있는 것일까요?

한가지 예를 들어 보면 공기가 들어 있는 고무공을 데우면 공기가 팽창하여 고무공은 점점 부풀어 올라 커집니다.

그러나 공의 무게는 전혀 변하지 않습니다.

이것은 공기의 무게가 온도와는 무관하게 전혀 변하지 않기 때문입니다.

이것으로 온도가 높아지면 비체적이 크게 되는 이유를 알 수 있습니다.

건구온도 20℃ 절대습도 7g/Kg'인 공기의 비체적은 0.84m³/Kg'입니다.

이 공기를 27℃까지 데우면 비체적은 0.86m³/Kg'이 됩니다.

이것은 공기는 온도가 높아질수록 희박해지기 때문입니다.

다음에 13℃까지 식히면 0.82m³/Kg'으로 체적이 줄어들게 되는데 그것은 농도가 짙게 되기 때문입니다.

② 공기에서 비체적은 어떻게 사용되는 것일까요?

앞서 설명한 것처럼 공기의 체적은 온도에 따라서 변화하지만 무게쪽은 데우거나 식히더라도 변화는 없습니다.

다만 비체적이 크고 작음만 일어날 뿐입니다.

다시 말해서 공조기 등에서 송풍량을 계산하는 경우 풍량을 무게로 나타내 주면 온도변화에 따른 영향을 일일이 생각해 주지 않아도 큰 문제는 없습니다.

변화되는 송풍량이라 할지라도 비체적을 이용한 계산으로 잡아주면 그 열량에는 큰 변화가 없

이 일정한 열량값을 구해낼 수 있다고 봅니다.

이러한 이유로 비체적은 체적으로 나타낸 풍량을 무게로 환산하는 경우에 일종의 환산계수로써 이용하고 있습니다.

예를 들어 비체적 $0.83\text{m}^3/\text{Kg}$ 인 $1,000\text{m}^3$ 의 공기 무게는?

$1,000\text{m}^3 \times 1/0.83\text{m}^3/\text{Kg} \approx 1,200\text{Kg}$ 이 됩니다.

열량, 송풍량, 열원기기의 용량 등 공기와 연관된 얻어지는 모든 것에는 그 공기의 무게 및 그 무게를 좌우하는 비체적과의 관계를 보다 이해한 후 그 공기에서 무시될 수 없는 습도(상대, 절대습도) 등이 고려되어야만 보다 합리적인 관리가 되지 않을까 생각합니다.

38. 보일러의 프로그램제어 구축과 안전관리

자동제어 기술 및 네트워크의 발달로 이제는 보일러 운전도 프로그램화되어 보다 효율적이고 체계적으로 관리하는 경향으로 전환되는 추세입니다.

새로히 신설되는 시설 및 건물의 경우에는 당초부터 계획적으로 추진되겠지만 기존 시설의 경우에는 부분적으로 구축하면서 점차적으로 확대하게 됩니다.

이런 경우 보일러의 특성을 충분히 파악하지 못하는 시공회사의 경우 잘못된 제어 체계 구축으로 도리어 보일러의 안전관리에 치명적인 결과를 초래하는 일이 가끔 발생하고 있습니다.

그 대표적인 것이 보일러의 기동, 정지 제어인데 한가지 일례를 근거로 한번 살펴보겠습니다.

자동화시스템의 발달로 보일러에도 여러가지 운전관리시스템이 구축되어져 있습니다.

그러나 아무리 좋아졌다고는 하나 그것은 운전방법의 문제이지 보일러의 안전이 확보되는 것은 아닙니다.

프로그램제어는 보일러의 기동, 정지 및 상태표시와 이상현상을 감지하여 경보를 발하여주는 시스템으로 구성되는게 일반적인데 기동과 정지만 운전프로그램에서 제어를 하여 주지 보일러의 주 전원을 차단시키지는 않습니다.

주 전원이 차단된다면 잘아시겠지만 저수위, 자동제어회로 폐쇄, 이상감지 불능 등 보일러 안전운전에 치명적인 결과가 초래되므로 시스템 점검이 필요한 사항입니다.

일반적으로 프로그램제어에서의 ON-OFF는 보일러 운전제어 회로에 영향이 직접적으로 있어서는 안됩니다.

프로그램 운전방식은 로컬운전(LOCAL)과 원격운전(REMOTE)으로 크게 구분합니다.

로컬 운전은 프로그램과 상관없이 해당 보일러의 자체 운전반의 마이콤 프로그램에 의하여 운전되어지며 리모트운전은 운전프로그램에 의하여 보일러 운전반을 원격제어 되어 집니다.

따라서 어떤 운전방식을 선택하여도 보일러의 주전원이 차단되는 현상은 발생되어지지 않아야 하며 이는 안전과 직결된 중요한 사항입니다.

특히 고압의 보일러에서 주전원이 차단되는 경우 급수 전원이 끊겨 저수위가 발생하고 보일러가 가열된 상태에서 재 기동이 되는 경우 급수의 부동팽창으로 치명적으로 보일러의 일부가

소손되는 경우가 발생하는 사례까지 있습니다.

39. 동관배관 시 절연후렌지를 사용하는 이유

◆ 동관 배관 접속시 절연후렌지를 사용하는 이유?

성분이 다른 2종류의 금속을 서로 접촉시켜 부식 환경에 두면 전위가 낮은 쪽의 금속이 anode(음극-陰極)로 되어 비교적 빠르게 부식됩니다.

이와 같은 이종(異種)금속의 접촉에 의한 부식을 이종금속접촉부식(galvanic corrosion) 또는 전지작용부식이라 합니다.

전지작용부식의 원인은 anode로 되는 금속이 이것과 접촉한 cathode(양극-陽極)으로 되는 금속에 의해 전자(電子)를 빨아 올리기 때문에 두 금속이 금속 접촉하고 있어 그 사이에서 전자를 교환 할 수 있는 환경 조건에 놓여지게 됩니다.

특히 배관 및 설비의 접속 부분과 보수, 교체 공사시 검토되어야 할 사항으로서 성분이 다른 2종류의 금속이 결합 되었을 때 부식이 급속도로 진행되는 것을 현장에서 많이 볼 수 있습니다.

이런 이종 금속간 부식을 방지하기 위하여 동관 배관시 절연후렌지 등 절연부속을 사용하여 연결하고 체결하는 이유라 봅니다.

40. 웬 벨트(Fan-Belt)의 장력(Tension) 조절

동절기에 접어들면서 공조기 등의 가동률이 급격히 증가하게 됩니다.

가동률이 증가되면서 FAN 및 벨트형 구동기기의 경우 그 장력이 무엇보다 중요하며 연고 자하는 회전수 및 전달하고자 하는 힘을 장비 및 기기에 무리를 주지 않으면서 원활히 전달하는 것은 벨트의 장력이 절대적으로 영향을 미친다고 생각합니다.

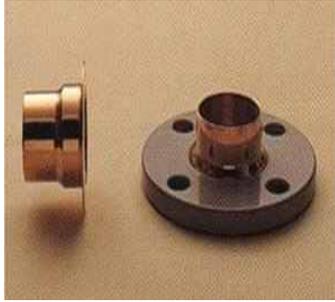
따라서 벨트의 장력 조절은 일반적으로 관리자의 경험에 의존하게 되는데 보다 효과적이고 정확한 조절을 위하여 하중측정계기를 구입하시는 것이 좋다고 봅니다.

일반적으로 경험에 의하여 손가락으로 눌러보면서 조절하는 경우가 많은데,

① 벨트에 작용하는 장력의 요소는 축간거리, 모터 및 웬 폴리, 벨트의 길이, 회전수 등에 의하여 정해지며 선배들의 경험으로는 손가락으로 눌러 한마디 정도의 탄력이 있으면 무난하다고 합니다.

이론적 계산도 중요하지만 오랫동안 경험에서 얻어지는 결과치도 이론적 계산 못지 않게 그 의미가 있다고 봅니다.

동관 배관시 절연후렌지를 사용하는 이유?



이종금속접촉부식(galvanic corrosion)
또는 전지작용부식을 방지

성분이 다른 2종류의 금속을 서로 접촉시켜 부식 환경에 두면 전위가 낮은 쪽의 금속이 anode(음극-陰極)로 되어 비교적 빠르게 부식 됨.
이와 같은 이종(異種)금속의 접촉에 의한 부식

② 상시 사용하는 공조기 등에서 벨트의 장력은 허용범위 내에 있을 경우에는 큰 무리가 없으나 허용치보다 클 경우는 모터 및 FAN류의 회전축에 너무 무리한 힘이 가해져 소손 및 베어링과 벨트의 마모가 급속히 진행되는 경우가 있으며, 적은 경우에는 회전률 저하 및 송풍량 감소 등 효율 저하로 이어지고 지속되면 끊어지게 되며 모터의 소손으로 이어지기도 합니다. FAN류의 절대적 생명은 송풍량이며 공조기 등에서 송풍량은 효율과 직결되므로 항상 관심있게 관찰하는 노력이 필요하다고 생각합니다.