

spirax/sarco steam people

PERFECT CONNECTION FOR ENERGY SAVING

음파식 수트브로워(Spira Acoustic Blower)의 성능은 각종 설비에서 확실하게 증명되고 있습니다.

- 보일러, 공기에열기, 이코노마이저의 수트 제거
- 폐열회수보일러의 폐가스에 의한 연관 막힘 제거
- 사일로, 빈, 호퍼등에서의 브릿징 현상 및 랫홀(Rat Hole) 현상 제거

이외에 음파식 수트브로워는 기존의 에어 해머 및 녹커, 램핑시스템, 증기분사 수트브로워를 사용함으로써 발생하는 설비의 손상이나 설비표면의 기계적인 마모, 부식 등이 전혀 없습니다.

음파식 수트브로워의 제원

구 분	GC75	GC230	GC360
주파수	75Hz	230Hz	360Hz
음압레벨	147~150dB A 1m		
압축공기압력	5~6kg/cm ²		
공기소비량	68~136Nm ³ /hr		
중량(kg)	60	34	21
구경(mm)	435	329	263
길이(mm)	2381	685	357
다이아프램	티타늄		

음파식 수트브로워의 작동 원리

압축공기를 음파발생장치에 공급하면 저주파 고에너지의 음파가 발생하며 이 음파를 나팔관 모양의 증폭장치를 거쳐 증폭시킨 후 크리닝을 필요로 하는 대상물질 및 브릿징이 발생하는 부분에 충격을 주면 분진 또는 브릿징 물질이 떨어집니다.

음파식 수트브로워의 응용 설비

- 전기집진기
- 보일러(폐열, 소가)
- Bag 필터
- 배기팬
- 스프레이드라이어
- 건조기(타워형)
- 사일로, 빈, 호퍼
- 제품이송관

음파식 수트브로워의 특징

- 초기시설투자비가 적고 설치가 간단하며 운전비가 적게 듭니다.
- 기존설비의 손상이나 설비표면에 기계적인 마모, 손상등이 없습니다.
- 접근이 불가능한 지역도 완벽하게 청소할 수 있습니다.
- 설비를 가동중에 수시로 동작시키므로 공정에 문제가 없습니다.

음파식 수트브로워의 종류

최 고 사용온도	사용거리 4m이내	사용거리 8m이내	사용거리 12m이내
500℃	GC360FF	GC230FF	GC75FF
700℃	GC360CF8	GC230CF8	GC75CF8
900℃	CTC360CK20	GC230CK20	GC75CK20

성공 사례

폐열회수보일러에 음파식 수트브로워 설치로 연관막힘 현상 해결

개 요

- 설치회사: 인천 H 화학
- 생산제품: 유리관연제품
- 설치장소: 폐열회수 보일러에 GC230FF 1대 설치
- 설치기간: 94. 4. 26. - 5.26(1개월)

설치효과

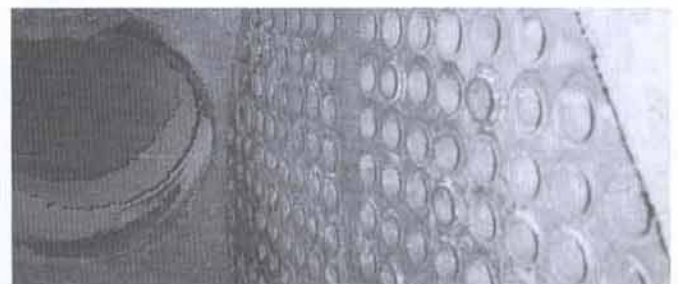
유리원료인 규소를 녹이는 과정에서 나오는 폐열을 소각보일러를 이용하여 증기를 발생시키는 과정에서 연관이 3~4일 정도면 보일러 가동 불가능 상태로 막혀 작업자가 드릴 및 붐을 이용하여 수작업으로 연관을 청

소하였으나 당사의 음파식 수트브로워를 설치한 후에는 현재 1개월간 보일러를 운영하였으나 연관이 전혀 막히지 않은 상태로 가동할 수 있었음.

<사진 참조>



<수트브로워 설치전 연관상태>



<수트브로워 설치후 1개월 가동후 연관상태>

증기 및 액체시스템에서 공기제거

증기 및 물, 액체배관시스템에서 공기는 배관 및 중요기기의 부식의 원인이 되고 열전달면에서 효율적인 열전달을 방해하는 요인이 되며 특히 물배관시스템에서는 소음의 직접적인 원인이 됩니다. 그러므로 이와 같은 문제를 방지하기 위한 공기제거의 중요성은 이루 말할 수 없으며 이번 호에는 공기의 유입경로 및 장애, 적절한 공기제거방법을 정리했습니다.

■ 공기의 유입경로

공기는 초기 가동시 이미 증기배관, 증기사용설비 내에 존재하고 있게 된다. 증기시스템내에 순수하게 증기만 가득차 있는 경우에도 설비가 가동정지되면 시스템 내에 남아있던 증기는 방열에 의해 서서히 응축되고 진공이 형성되어 발브, 스팀트랩 등을 통해서 공기가 시스템내로 유입된다.

또한 공기는 급수를 통해서 시스템내로 유입된다. 80℃의 급수에는 체적비로 0.6%의 공기가 용해되어 있으며, 이 때 산소의 용해도는 질소의 용해도보다 2배 정도 커서, 산소와 질소가 1대 2(대기 중에는 1대 4)의 비율로 용해되어 있게 된다. 소량이지만 CO₂도 함께 녹아 있으며 CO₂의 용해도는 산소보다 30배 정도 크다.

수처리시 투입되는 약품에서도 CO₂가 발생하게 되므로 유입되는 비응축성 가스는 증가하게 된다.

이 비응축성 가스는 보일러에서 증기공급시 증기와 함께 증기시스템내로 공급된다.

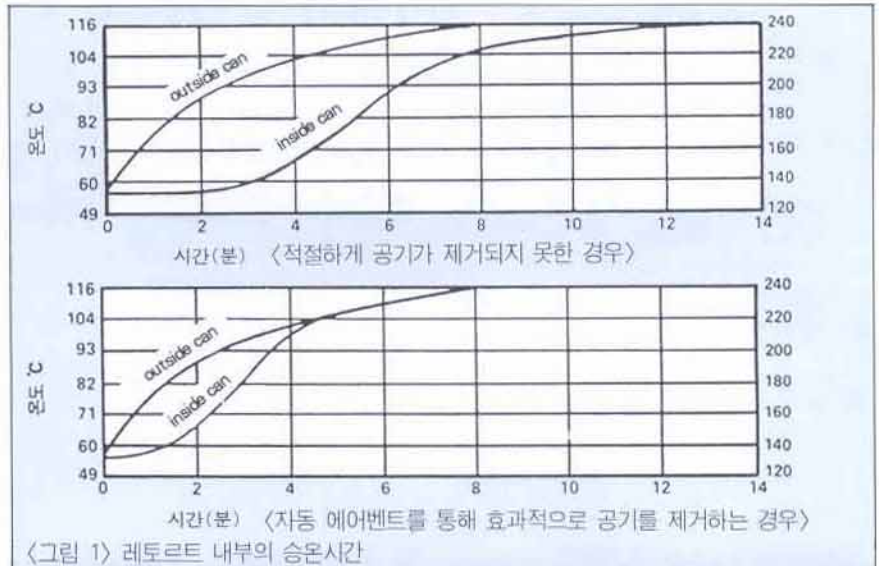
냉온수배관시스템 역시 시운전시부터 시스템 내에 공기가 존재하고 있게 되며 물 자체에도 비응축성 가스가 용존되어 있다.

이와 같은 비응축성 가스는 시스템내에서 시스템의 효율을 저하시키고, 여러 문제를 일으키므로 반드시 제거되어야 한다.

■ 공기에 의한 장애

1. 예열시간의 지연

공기는 초기가동시 크게 문제가 된다. 증기가 공급되면 설비는 예열되지만 만약 설비 내부에 차 있던 공기가 적절하게 제거되지 못하면 예열 시간은 지연되고 결국 요구되는 온도까지 승온되는데 더 많은 시간이 걸리게 된다. 그림 1은 우유 살균 레토르트(레토르트)의 사례이다.



레토르트 내부에 증기를 공급하면 온도가 상승하게 되는데 이때 레토르트 벽쪽에 있는 캔과 중앙에 있는 캔의 상승온도 사이에는 필연적으로 차이가 발생한다. 적절하게 공기가 제거되지 않은 경우 상대적으로 공기가 빨리 제거되는 벽쪽에 있는 캔은 8분만에 살균온도인 116℃에 도달하게 되지만 중앙에 있는 캔은 106℃로 약 10℃의 온도 차이가 발생하며 12분이 경과해야만 살균온도인 116℃에 도달하게 된다.

만약 이것을 보상하기 위해 증기압력을 높이면 일부 제품은 과열되어 품질에 문제가 발생할 것이다.

자동에어벤트를 통해서 공기를 효과적으로 제거하는 경우 초기에는 벽에 있는 캔과 중앙에 있는 캔 사이에 온도 편차가 발생하지만 효과적으로 공기가 제거되므로 약 4분 30초만에 캔의 온도가 동일해지고 8분만에 모두 살균온도에 도달하게 된다. 즉 승온시간이 2/3로 단축된다.

공기제거방법이 부적절하면 이와 같이 예열 시간이 길어지게 되며 따라서 시간 및 에너지 손실이 증가한다는 것을 매우 심각하게 고려해야 한다.

2. 분압에 의한 증기온도 감소

증기공간내 공기가 혼입되어 있을 때 또다

른 문제점은 압력계에서 읽는 압력에 해당하는 포화증기온도보다 증기 공간내 온도가 더 낮다는 점이다. 이것은 증기와 공기가 섞여 있을 때 총압력(압력계에서 보는 압력)은 총 부피중에서 각 기체가 차지하고 있는 부피에 따른 분압의 합과 같다는 달톤의 분압법칙에 따른 것이다.

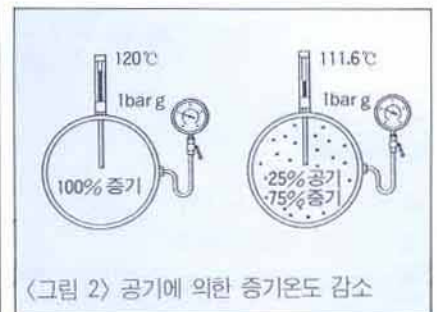


그림 2를 보면은 배관내 압력이 1barg인 경우 순수한 증기만 있을때는 120℃를 지시한다. 그러나 공기가 25% 차 있는 경우 온도계는 111.6℃를 지시하는데 그 이유는 배관내 증기 압력이 $0.75 \times 2\text{barA} = 1.5\text{barA}$ (계기압력 0.5bar) 밖에 되지 않기 때문이다.

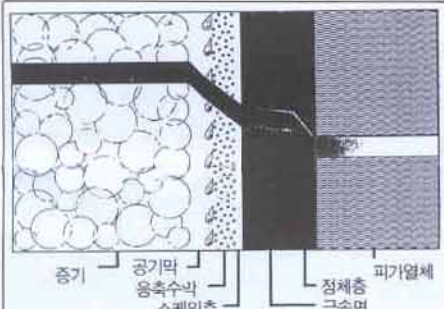
만약 이것이 살균등 최소온도유지가 필수적인 설비라면 심각한 문제를 야기할 수 있다.

증기압력 bar (절대압력)	혼합물의 온도(°C)				
	0%	10%	20%	30%	40%
1	100	96	94	90	86
2	120	117	113	109	105
4	144	140	136	131	126
8	170	166	162	156	150
10	180	175	170	165	159

〈그림 3〉 증기와 공기 혼합물의 온도

3. 열전달 능력의 감소

열전달면에는 기본적으로 수막, 스케일층, 공기막 3가지의 불필요한 층이 있는데 이중 가장 문제가 되는 것은 공기막이다. 증기와 공기의 혼합물이 공급되면 증기는 응축되어 제거되나 공기는 열전달면에 남아 피막을 형성한다. 공기는 가장 뛰어난 보온재의 하나로서 얇은 막에 의해서도 열전달에 심각한 영향을 미치며 설비효율을 대폭 감소시키게 된다.



〈그림 4〉 증기의 열 전달경로

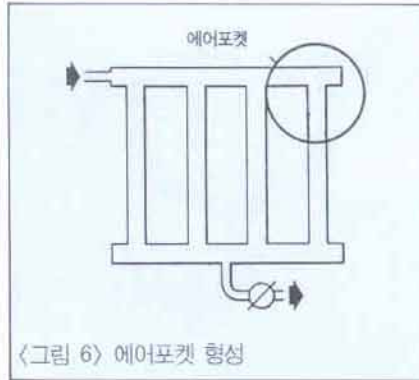
매개체	열 전 달 율	
	kcal/hr m°C	공기기준비교
공기	0.0224	1
물	0.516	23
철	40.0	1785
구리	292	13035

〈그림 5〉 열전달율 비교

예를 들어 6%의 공기가 섞인 증기가 공급 되면 유닛 히터의 출력은 대략 30% 감소하며, 공기는 철이나 강보다 1,500배 이상 전 열저항이 크고 특히 구리에 비해서는 13,000배 이상 크다.

4. 냉점과 불균일한 온도

대부분의 설비에서 초기에 모든 공기가 스팀트랩을 통해서 배출되기가 거의 불가능하여 증기공급 반대편으로 밀려가 포켓을 형성한다. 이 결과로 열전달면 위치에 따라 온도가 불균일하고 냉점이 발생한다. 이로 인해 튜브 등의 불균일한 팽창에 의한 스트레스가 발생되며 조인트 부분 등이 손상을 입는다.

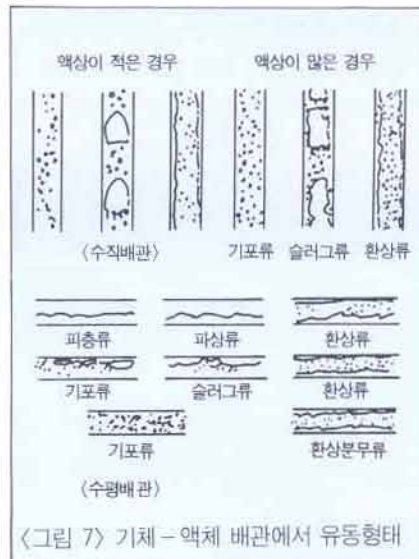


〈그림 6〉 에어포켓 형성

5. 부식 촉진

공기 및 다른 비응축성 가스 특히 이산화탄소는 부식을 촉진시키며 정비비용을 증가시킨다.

6. 물배관에서 소음발생



〈그림 7〉 기체-액체 배관에서 유동형태

냉온수 시스템 엔지니어들은 경험적으로 시스템내에 공기가 있게 되면 이상 발생의 원인이 된다는 것을 알고 있다. 배관내에 흐르는 공기와 액체 양에 따라 공기와 액체의 2상 유체는 그림 7처럼 흐르게 된다.

공기량이 극히 작은 경우 공기는 불연속적으로 액체중에 기포(Bubble)상으로 흐르며 공기량이 증가하게 되면 관 중심으로 몰려들어 액체 슬러그와 기체 덩어리가 교대로 흐르는 슬러그류가 된다. 기체 덩어리가 이그리점과 동시에 액체 슬러그 내에 다수의 기체가 포함되는 상태를 압력이나 속도의 변화에 따라 반복하게 되며 이때 관 길이 방향으로 큰 밀도 변화가 수반되기 때문에 필연적으로 맥동이 발생한다.

이와 같이 액체 내에서 공기는 그 혼합되어 있는 양에 따라 극심한 소음의 원인이 될 수 있고 부식을 촉진시켜 정비비용을 증가시킨다.

또한 공기는 펌프의 프라이밍(Priming)이나 시스템의 필링(filling)을 방해하는 에어로깅을 유발하며 유량계 및 콘트롤 밸브의 정밀도에 심각한 영향을 미친다.

■ 적절한 공기의 제거방법

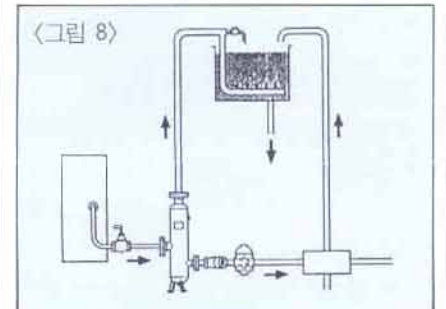
1. 증기시스템에서 공기의 제거

1) 보일러수의 수처리

보일러에 공급되는 급수에는 일반적으로 용존 산소와 약품이 들어 있어서 보일러에서는 계속적으로 증기와 함께 O₂, CO₂ 등 비응축성 가스가 증기시스템 내로 공급된다.

이를 최소화하기 위하여 가급적 응축수를 많이 회수하는 것이 이상적이다. 응축수는 온도가 높기 때문에 용존산소가 없으며 또한 급수온도를 상승시켜 보충수내의 용존산소 제거에 도움이 된다.

또한 탈기 장치를 이용하여 효과적으로 용존 산소를 제거할 수 있다.



〈그림 8〉

또한 보일러에서 연속 불로우다운되는 응축수에서 재증발 증기를 회수하여 급수탱크에 직접 분사시키는 방법도 좋은 탈기방법이 될 수 있다.(그림 8)

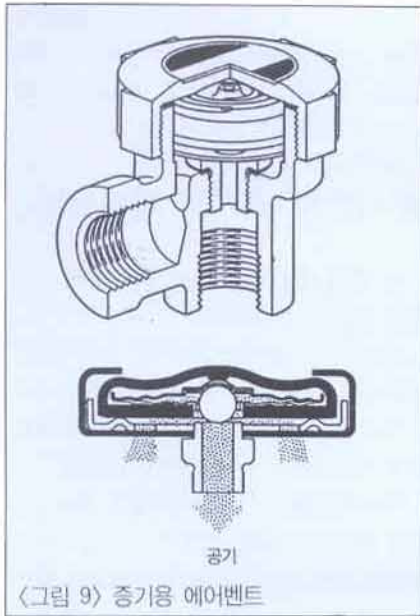
2) 자동에어벤트의 응용

대부분의 스팀트랩은 에어벤팅 기능을 가지고 있으나 설치 위치가 하부에 국한되어 있어서 완전한 에어벤팅을 기대할 수 없으며 또한 응축수 회수시스템에 공기가 가득차게 되면 스팀트랩의 성능에도 영향을 미치게 되므로 별도의 에어벤팅 시스템을 갖추는 것이 필요하다.

증기용 에어벤트는 증기와 공기의 온도차를 이용하여 작동하는 온도조절식 에어벤트가 사용된다.

증기용 자동에어벤트에는 액체가 들어있는 스텐레스강 캡슐이 내장되어 있어 항상 포화 증기온도보다 조금 낮은 온도에서 끓게 된다.

만약 캡슐 주위를 포화증기가 감싸고 있으면 캡슐 내부의 액체가 비등해 발브는 폐쇄된다. 그러나 공기가 증기와 섞여 있고 공기



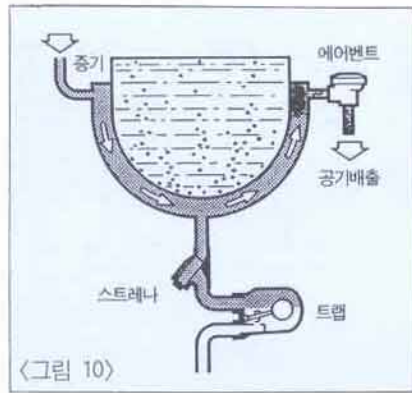
〈그림 9〉 증기용 에어벤트

가 이 캡슐과 접촉하게 되면 캡슐 온도는 순수한 증기온도보다 낮아지게 되고 발브는 열리게 되어 공기/증기 혼합기체가 배출된다. 다시 순수한 증기가 캡슐 주위를 감싸면 온도는 상승되고 발브는 폐쇄된다.

에어벤트에 의한 공기제거 효율은 에어벤트의 설치위치에 따라 큰 영향을 받는다.

공기는 일반적으로 증기 공급구의 반대편으로 밀려나게 되므로 설치위치는 증기공급 반대편이 기본이다.

또한 공기가 배출될 때 증기도 일부 섞여 있게 되므로 에어벤트의 배출구는 안전한 곳으로 연결해야 한다.



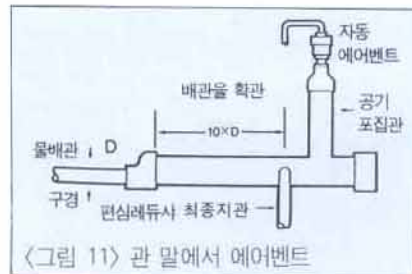
〈그림 10〉

2. 물시스템에서 공기의 제거

액체시스템내에 있는 공기 또는 비용축성 가스를 가장 효과적으로 제거하는 방법은 액체용 자동에어벤트를 이용하는 것이다. 액체용 자동에어벤트는 후로트의 부력을 이용한 기계식 에어벤트가 사용된다.

기계식 에어벤트는 물과 공기의 비중차를 이용하여 시동시 및 정상 운전시에 관계없이 자동으로 작동되며 공기 또는 가스가 오면 열리고 액체가 오면 닫힌다.

물시스템에서는 유속이 클수록 소음이 증



〈그림 11〉 관 말에서 에어벤트

가하게 되므로 적정 유속이하로 유지시켜야 하며 효율적인 공기제거를 위하여 그림 11과 같은 배관설계를 추천한다. 유속을 0.2m/sec 기준으로 배관을 확관하고 공기포집관을 자동에어벤트와 함께 설치한다.



· 고온수시스템에서 에어벤팅

* 공기포집관이 함께 설치되어야만 효율적인 공기제거가 이루어진다.

〈그림 12〉 급냉수 시스템에서 에어벤팅

액체시스템 내에서 공기는 가장 높은 곳에 모이는 성질이 있으므로 배관에 단순히 에어벤트만 설치하는 것보다는 그림 12처럼 꼭 적절하게 확관된 공기포집관을 설치하여 공기를 제거하는 것이 바람직하다.

또한 필요시 균압관을 설치하여 공기가 쉽게 에어벤트 내부로 유입될 수 있도록 한다. 스파이렉스 물용 자동에어벤트는 발브폐쇄시 누출이 전혀 없는 우수한 성능을 가지고 있다. 그러나 발브가 먼지나 이물질에 의해 오염되면 드리블링이 발생할 수 있으므로 에어벤트의 배출구는 배출관을 설치하여 안전한 장소로 연결되어야 한다.

기술상담실

고객 여러분이 직접 참여하는 YOUR QUESTIONS ANSWERED

자유공기(Free Air)의 의미는

문 귀사의 압축공기에 대한 자료나 카탈로그를 보면서 에어벤트의 용량, 압축 배관 구경 등을 선정할 때 Free Air라는 말을 사용하는데 그 의미가 무엇인지요?

답 자유공기(Free Air)란 말 그대로 우리가 생활하고 있는 지구상의 공기상태를 가리키는 것으로 표고, 기압, 온도, 위치, 시간 등에 따라 변화되기 때문에 어떤 기준으로 사용할 수는 없습니다.

그래서 각 회사에서 용량이나 성능표시 등으로 Free Air란 말을 사용할 때에는 아래 표에서처럼 기준되는 온도나 압력을 정하여 표시합니다.

스파이렉스 사코에서 Free Air라고 표시할 때는 압력 760mmHg(1.033kg/cm²), 온도 16℃ 상태의 공기량을 표시하는 것입니다. 일반적으로 압축공기 관련 자료에서 공기의 상태를 표시할 때 서로 혼란을 피하기 위하여 기준상태의 공기(Normal Condition)나 표준상태(Standard Condition)의 공기로 표현하여 다음과 같이 정해져 있습니다.

상 태	NORMAL	STANDARD
대기압	760mmHg	760mmHg
온 도	20℃	0℃
습 도	75%	0%
비 중	1.20kg/m ³	1.30kg/m ³

보통 공기의 부피 유량은 온도보다는 압력 변화에 크게 영향을 받으며 Free Air나 표준상태 공기, 기준상태 공기 모두의 압력이 760mmHg로 같아서 서로 혼용하여 사용하는 경우가 많이 있습니다.

그러나 엄격하게 구분을 해야 한다면 온도를 서로 환산해 주어야 합니다.

이때 환산식은 아래식을 이용합니다.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

V = 유량(m³/HR)

P = 절대압력 (kg/cm² abs, 1.033+계기압력)

T = 절대온도 (°K, 273+℃)

공기조화기의 증기시스템 개선

공기조화기의 설계설치시 응축수회수시스템은 설비의 출구에 스팀트랩을 설치하여 스팀트랩 전후의 차압에 의해 응축수를 회수하는 것이 통상적인 방법이다.

이 경우 코일에서의 누수(leak), 동파 등이 자주 발생되며 불필요하게 고압의 증기를 공급해야 하는 경우가 빈번하다.



문 병수
(광주영업소장)

이 같은 현상의 원인은 설비의 부하변동에 따라 증기공간내 압력이 변하기 때문이며 이는 비단 공기조화기에만 해당되는 경우가 아니고 열교환기, 온수 탱크, 에어히터 등의 증기사용 시스템이 모두 해당되며 광주지역내 기존공장이 이와 같은 설비에 많은 문제점이 있어서 광주시 A 자동차회사 증설시 "개선시스템"과 같이 추천 설치하여 현재 3년동안 전혀 문제없이 완벽하게 운전되고 있다.

1. 기존 공기조화기 시스템의 현황 및 문제점

① 공급증기의 압력을 높여야만 온도가 올라간다.

쾌적한 공장 난방의 온도는 18~22℃임에도 불구하고 증기압력을 3~5kg/cm² 이상 공급해야만 난방이 되므로 감압 밸브를 바이패스 하여 증기를 공급한다.

이로써 삼일차이에 의한 증기사용량이 증가하고 응축수 시스템에서 다량의 재증발 증기가 발생되어 배압을 증가시키고 많은 양의 응축수 및 에너지 손실이 발생한다.

② 예열시간이 길다.

공기조화기의 운전 중지 또는 급수를 통해서 증기 시스템내에 다량의 공기가 공급되지만 에어벤트가 없어 공기가 적절하게 제거되지 못해 예열시간이 지연되고, 빠른 난방을 위해서 불가피하게 고압의 증기 공급이 필요하게 된다. 즉 압력이 5kg/cm²의 증기는 온도가 158℃가 되어야 하나 20%의 공기가 섞여 있을 경우 달톤의 분압법칙에 의해 150℃ 밖에 되지 않는다. 또한 공기는 어떠한 보온재보다도 뛰어난 보온재로써 열전달을 방해하여 시스템 효율이 급격히 저하된다.

③ 히팅코일의 빈번한 파손

온도조절되는 설비는 응축수 배출 정지조건이 발생할 수 있으며 만약 설비의 부하가 응축수 배출정지조건 이하로 떨어지면 응축수가 더 이상 배출되지 못해 히팅코일 내부에서 워터햄머가 발생하고 코일이 손상될 수 있다. A공장 공기조화기의 경우 응축수 배출정지조건은 다음과 같다.

응축수 배출정지조건

$$M(\%) = \frac{t_b - t_c}{t_s - t_c} \times 100$$

$$= \frac{113 - 21}{133 - 21} \times 100 = 82.2\%$$

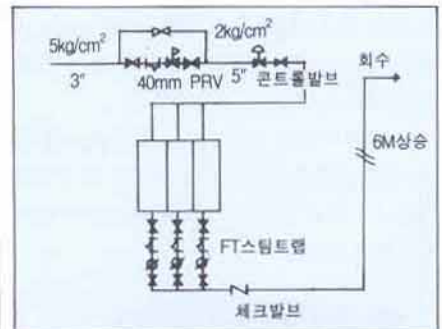
t_b = 배압과 같은 압력의 증기온도 (6M \approx 0.6kg/cm², 113℃)
 t_s = 증기공급온도(2kg/cm², 113℃)
 t_c = 피가열체의 요구온도(21℃)

즉 이 공기조화기는 부하가 82% 이하로 감소하면 응축수는 더이상 자력으로 배출되지 못하며 공기조화기의 설계입구온도가 -10℃일때 외기온도가 -4.5℃이상에서 난방하는 경우 응축수는 자력으로 배출되지 못한다.

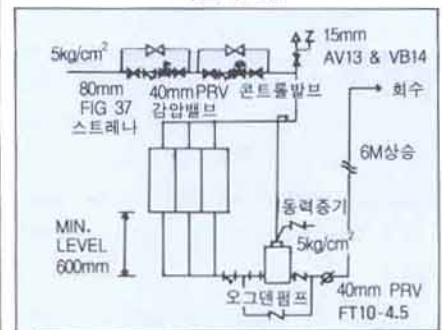
2. 개선 시스템 및 내용

① 펌핑트랩의 응용

스팀트랩 대신 오그덴 펌프와 스팀트랩을 조합, 펌핑트랩으로 응용설치하였다. 설비의 코일내 증기압력이 배압을 이길만큼 충분하면 응축수는 차압에 의해 스팀트랩을 통해서 배출된다. 하지만 부하가 감소하여 코일내 압력이 배압보다 낮아지게 되면 응축수는 더 이상 스팀트랩을 통해서 배출되지 못하므로 응축수는 설비와 펌프의 수두차에 의해 펌프 내로 유입되어 펌프에 의해 펌핑된다.



<기존시스템>



<개선시스템>

그러므로 응축수는 설비의 부하 변동에 관계없이 항상 트랩과 오그덴 펌프에 의해 완전하게 배출되어 코일에서의 워터햄머, 동파, 스트레스에 의한 부식 문제가 완전히 해결되었다.

② 에어벤트의 설치

자동에어벤트를 설치하여 초기 또는 운전중에 공급되는 공기를 효율적으로 제거하여 예열시간을 단축시키고 열효율이 증가되었다.

③ 정밀한 온도조절 가능

응축수를 효율적으로 배출시키게 됨으로써 감압밸브를 정상적으로 사용, 증기사용량이 절감되었고, 자동 콘트롤 밸브 역시 정상적으로 운전되어 정밀한 온도 유지가 가능하게 되었다.

유량 측정 오차의 주 요인(1)

모든 공정의 운전압력은 항상 일정할 수 없다

크게보면 특정공정의 운전압력은 일정한 상태를 유지하는 것처럼 보인다.

하지만 미시적으로 보면 모든 공정은 끊임 없이 압력의 요동속에 놓여있는 것이 현실적인 운전조건이다.

그러나 측정계기의 감도가 낮거나 측정값을 적절한 시간간격으로 받아들임으로써 운전자가 미시적인 측정값의 변동을 느끼지 못할 뿐이다.

하지만 이러한 운전조건도 부하변동이 매우 적은 장치산업등의 극히 일부의 공정에서 적용되는 운전조건이고 대부분의 공정에서는 기대하기 힘들다.

유체의 압력변화 양상

모든 유체의 이송배관에서 유체의 압력조건은 여러원인에 의해서 변화하는 양상이 달라지지만 결국 모든 압력변동의 근본원인은 배관내로 공급되는 유체의 양과 배출되는 유체의 양이 평형을 이루지 못하기 때문이다. 즉 아래의 그림과 같이 물질수지가 맞지 않는 경우가 될 것이다.

특정압력으로 운전되는 배관내의 압력조건이 변할 수 있는 구체적인 요인은 다음과 같다.

1) 배관내로 공급되는 유체의 양이 배관밖으로 유출되는 유체의 양과 많은 적은 차이가 있을 경우

2) 배관 전·후의 운전압력이 변할 경우

3) 배관내 유체온도가 변하는 경우

이상과 같은 변화양상은 배관내의 유체가 액체인가 기체인가(압축성인가 비압축성인가)에 따라 차이를 보인다.

즉 유체의 물질평형이 맞지 않을 경우 배관내의 압력변동은 액체에 있어서 매우 극심하고 상대적으로 기체의 경우 변동이 적게 된다.

특히 배관내의 한 지점에서 압력변동이 일어날 경우 그 변화 양상은 그 지점으로부터 멀어질수록 압력변동의 폭이 커지는 경향성을 보인다.

위와 같은 사례는 배관의 길이가 길면 길수록 압력변동의 영향이 커지는데, 단위공장내에서 혹은 타공장으로부터 특정유체를 공급받을 경우가 이에 해당하는 좋은 예가 된다.

뿐만 아니라 공급측이나 수용자측의 순간적인 압력변동은 배관내의 각 지점에서 얼마만큼의 변동폭으로 나타날지를 정확하게 예상하는 것은 거의 불가능하다.

이런 현상은 배관내의 불균일한 열손실에 의해서도, 특히 기체의 경우, 발생할 수 있다.

압력의 변동은 유량 변동!

배관내 유체의 압력이 변화하면 유체의 밀도는 당연히 변화한다. 그 변화정도가 액체의 경우 미미하지만(주지하듯이 비압축성이므로)

기체의 경우는 문제가 심각하다.

특히 증기유량의 경우 압력변동은 열손실등에 의한 기-액 평형상태의 변화등에 의해서도 이루어지고 이때, 증기의 밀도는 변하게 된다.

밀도의 변화는 결과적으로 질량단위의 유량 변동으로 표시된다.

압력변동과 유량변동의 실예

1. 석유화학단지의 증기 수급 및 공급

일반적으로 장치산업의 운전부하량은 매우 안정적이어서 대부분의 유량은 변동폭이 매우 적다.

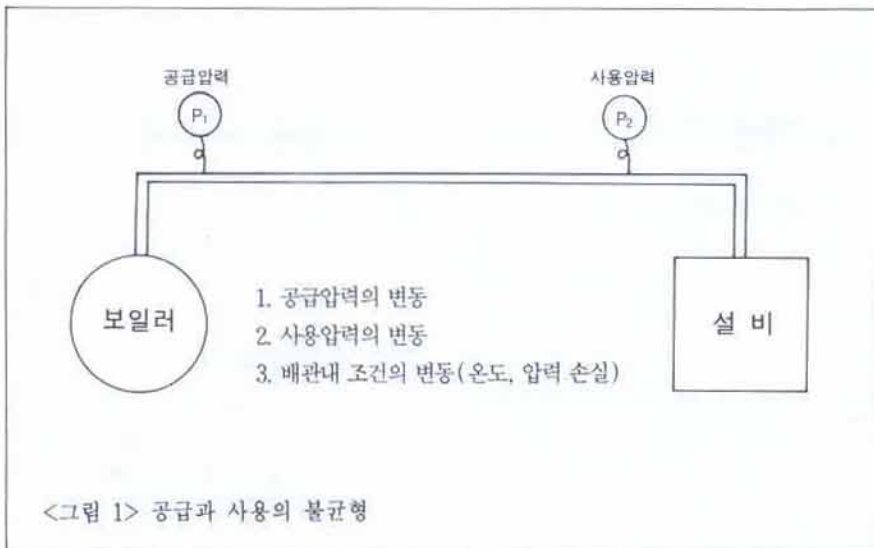
그러나 공정의 잉여증기를 공급(Export)하거나 공급받는(Import) 경우에는 그 양의 변동에 따라 증기헤더의 압력변동이 발생하고 밀도가 설계치와 달라지므로 측정유량은 많은 차이를 보이고 있다. (밀도보상을 하지 않는 경우의 유량측정값의 오차에 대해서는 "스파이렉스사코 유량계" 세미나자료 참조요망) 이러한 현상은 COMPLEX PLANT를 이룬 공정에서 많이 발생한다.

2. 지역단위의 증기공급 시스템

최근 많은 공단 지역에서 에너지 절감의 일환으로 지역단위의 열병합발전소를 건설하여 전기생산과 공단내 각 공장으로 양질의 저렴한 증기를 공급하는 시스템이 늘어나고 있는 실정이다.

이때 배관의 설치구조와 각 공장의 증기사용특성상 압력의 변동은 필연적으로 발생한다. 물론 통상적으로 수용가측 증기배관전에 감압밸브를 설치하여 증기압력을 일정하게 유지하고자 하지만 공급측 및 수용자측 양쪽에서의 사용량 및 공급량의 변동은 증기압력의 변동을 필연적으로 수반하게 된다.

이러한 압력의 변동은 대부분 공정의 공정특성이 상대적으로 큰 부하변동비를 갖는 데서 연유한다.



3. 단위공장내의 압력변동

단위공장의 증기주관에서 각 사용설비별로 증기를 공급할 경우 주관의 압력과 각 사용설비에서의 압력은 기본적으로 차이가 나게 되며, 그 압력차는 배관내의 증기의 양에 따라 변하게 되는데 그것은 마찰력이 달라지기 때문이며, 뿐만 아니라 앞에서 설명했듯이 사용량의 급격한 변화를 증기공급압력이 따라가지 못하거나 아니면 공급압력의 변화를 사용처에서 빨리 맞추지 못하기 때문이다.

이상과 같이 모든 배관의 유체압력은 항상 진동 혹은 변하고 있다는 것을 염두에 두었을 때, 반드시 필요한 조치가 있다.

유량측정은 반드시 밀도보 상을!

유체의 압력이 변하고 그에따라 유체의 밀도변화를 야기하고 결국 정확한 유량측정에 실패하고 있음에도 불구하고 아직까지 우리나라 대부분의 유량계사용자나 심지어 전문적인 지식을 가지고 있을 유량계 판매자조차도 자의반 타의반(고객의 값싼 유량계 선호와 판매자의 비정상적인 판매욕구의 결합)으로 유체 특히 증기유량의 측정에 있어서 압력온도변화에 따른 밀도보상을 외면하고 있는 현실은, 가깝게는 부정확한 유량측정을 멀게는 전체 유량계에 대한 불신을 낳고 나아가 유체 사용량의 정확한 측정값에 기반한 에너지 절감이라는 궁극적인 목적을 불가능하게 하고 있다.

물론 이상과 같은 현실은 배관내의 유체의 압력이 일정하다는 가정하에 성립된 것이지

만, 유체의 압력변동에 밀도변화가 심각하지 않은 비압축성의 액체등에나 적합한 것 임은 분명하다.

밀도보상의 몇가지 방법

기왕에 유체의 밀도를 보상하지 않는 경우 운전 압력의 변화에 따라 유량측정값은 심각하게 변하게 되는데 예를들어 유량계의 설계압력보다 운전압력이 약 0.5kg/cm²g 정도 증감할 경우, 실제 유량의 오차 증감은 5kg/cm²g 증기유체를 기준할 때, 약 5%가 증감하게 된다.

따라서 유체 특히 기체를 포함한 증기의 밀도보상 필요성은 최근 유량계 사용자들의 인식확대로 서서히 증가되는 경향성을 보이고 있다.

이에따라 기체 특히 증기유량의 밀도보상을 하는 방법으로는 다음의 두가지가 주로 사용되고 있다.

1) 공식을 사용하는 방법

공식을 사용하는 방법은 하나의 밀도보상 장치를 여러가지의 유체에 범용으로 사용할 수 있기 때문에 널리 사용된다. 특히 그 공식은 보일-샤의 공식과 같은 비례식이나 이상기체방정식을 사용하는데, 이를 증기에 적용할 경우 보정계산상의 오차를 완전히 없앨 수는 없는 한계를 가지고 있다.

2) 증기표를 이용하는 방법

증기유량의 밀도보상을 할 경우 1)에서 언급한 공식의 밀도보상계산상의 오차를

없애기 위해서는 매우 복잡한 증기비체적 공식을 사용해야 하는데, 이는 엄청난 양의 컴퓨터용량을 필요로 하므로 일반적으로 사용할 수가 없다. 그에따라 증기표를 컴퓨터에 내장하는 방식이 사용되기도 한다. 이 방식은 밀도보상과정의 오차를 거의 없앤 것으로 증기유량의 밀도 보상에는 꼭 필요한 방법이라 할 수 있겠다.

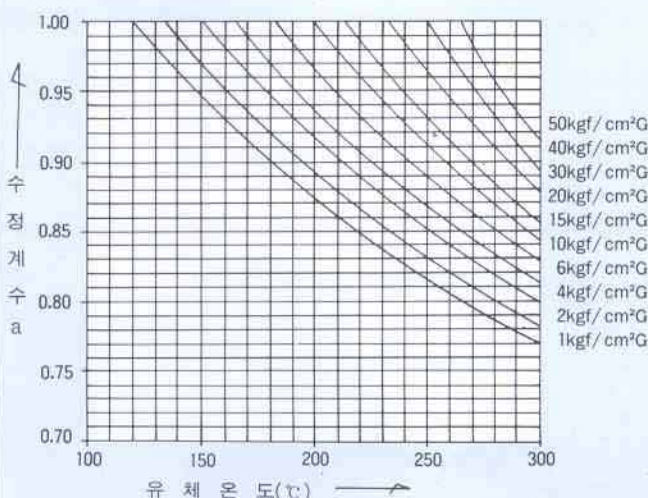
이상과 같은 밀도 보상에 있어서 발생할 수 있는 한가지 예를 아래의 그림을 참고로 살펴보기로하자.

아래의 그림은 과열증기의 유량을 측정함에 있어서 포화증기의 설계압력을 기준으로 하고, 과열증기의 온도를 측정함으로써 고열도에 따른 밀도를 보상하는 방식에 사용되는 그래프인데, 종종 사용자들로 부터 오해를 불러일으키고 있다.

즉 아래의 표는 과열증기의 설계압력이 변하지 않은 상태에서 과열도만을 보상하는 것이며, 압력의 변동에 따른 밀도보상은 전혀 고려되지 않은 것임에도 불구하고 (특히 과열증기에서 밀도변화의 가장 큰 변수는 역시 압력이다.) 간혹 몇몇 사용자들은 마치 과열도 측정용 온도계만 설치하는 것으로써 모든 밀도보상이 자동으로 되는 것으로 오해하기도 한다.

참고로 자동으로 밀도가 보상되는 유량측정시스템에서는 운전중에 유량계(혹은 컴퓨터)에 각종 보정계수를 수시로 변화시킬 필요성이 없음은 물론이다.

최소유량 수정계수



최대유량 수정계수

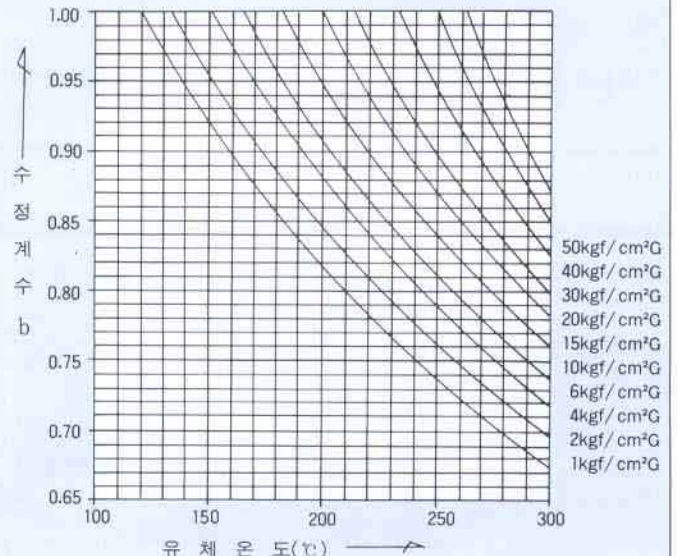


그림 2 과열증기 유량 수정계수 선정도

영국 스파이렉스사코 교육프로그램

스파이렉스사코 그룹의 트레이닝센터 안내

스파이렉스사코그룹은 전세계의 어느 곳에서나 고객여러분의 기술수준 향상과 에너지 절약을 위하여 다양한 기술서비스를 제공하고 있으며 특히 전세계의 25개국에 있는 30여개의 기술연수원에서 다양한 프로그램으로 고객훈련을 실시하고 있습니다.

이에 아래와 같이 영국의 스파이렉스사코 기술연수원에서 실시하고 있는 1994년도 교육프로그램을 안내하오니 관심이 있으신 분은 연락주시면 원하시는 교육프로그램에 참여할 수 있도록 연결하여 드리겠습니다.

교육비 중에는 호텔, 식사비, 교통비 등은 포함되어있지 않으며 한국에서 영국까지의 항공료등 제반비용은 각자 부담하셔야 합니다.

단, 이 경우 모든 교육은 영어로 실시되고 있으므로 국제화에 발맞추어 노력하는 분들에게는 좋은 기회가 되리라 믿습니다.

미국, 프랑스, 브라질 등 외국의 스파이렉스사코 기술연수원의 교육에 대한 내용을 알고 싶으신 분도 문의하시면 안내하여 드리겠습니다.

* 문의처 : 기술영업지원부 마케팅팀

[주] S : 세미나 (1일 10:00AM-3:00PM)
D : 실무연수교육 (1일, 2일, 3일 과정)
M : 정비교육 (3일, 5일 과정)

과정명	교육 내용	교육 일수	교육 예정일	교육비 (UK파운드 VAT별도)	교육대상자
S-1	자동제어시스템 (콘트롤발브)	1일	1/31, 9/8	40	자동제어시스템 설계담당자
S-2	청정증기시스템	1일	2/1, 11/10	40	청정증기사용회사 담당자
S-3	최적 증기시스템의 구성	1일	3/14, 12/8	40	설비설계회사의 설계담당자
S-4	증기유량측정의 기초	1일	3/18, 11/2	40	계측담당자 및 설계회사 계측담당자
S-5	보일러레벨콘트롤 시스템	1일	3/31, 11/10	40	설계회사의 보일러레벨콘트롤 담당자
S-6	가습시스템	1일	3/31, 8/31	40	설비설계담당자
S-7	응축수회수시스템 (온도조절설비와 함께 운전)	1일	5/19, 11/1	40	설비설계 및 현장의 설비 담당자
D-1	증기시스템 설계	3일	2/14-16, 4/18-20 6/1-3, 9/19-21 10/17-19, 11/21-23	345	증기시스템 설계 및 장비 관련 엔지니어
D-2	콘트롤시스템	2일	2/17-18, 4/21-22 9/22-23, 11/24-25	230	콘트롤담당 엔지니어
D-4	압축공기시스템의 설계	1일	1/13, 7/21, 9/9	115	압축공기시스템 관련 엔지니어
D-5	가습시스템	1일	1/14, 10/13	115	공관연시스템의 엔지니어
D-6	보일러콘트롤시스템	2일	1/13-14, 2/10-11 3/9-10, 4/20-21 5/19-20, 6/15-16 7/7-8, 9/8-9 10/5-6, 10/26-27 11/16-17, 12/1-2	230	보일러의 운전 및 설계 관련 담당자 및 엔지니어
M-1	증기시스템의 정비	3일	1/10-12, 1/17-19 2/7-9, 3/7-9 3/28-30, 5/16-18 6/27-29, 7/4-6 7/18-20, 9/5-7 9/26-28, 10/10-12 11/7-9, 11/28, 30 12/5-7, 12/12-14	345	증기시스템의 설치 및 정비담당자
M-2	증기시스템 정비관리사 자격증코스	5일	1/24-28, 2/21-25 5/23-27, 6/13-17 7/11-15, 8/22-26 9/12-16, 10/3-7 10/24-28, 11/14-18		증기시스템의 정비담당자 중에서 영국의 시험대비 교육기관 인정코스

세계제일의 에너지절약형 발브



- 스팀트랩 • 감압발브 • 가습장치 • 세퍼레이터
- 오그멘탈프 • 증기유량계 • 온도조절발브
- 스트레너 • 후레쉬베일 • 에어벤트 • 에어트랩
- 스파이렉트 • 사이트그리스 • 진공해소장치

한국스파이렉스사코(주)

본 사 : 서울 서초구 서초동 1552-8 (청우빌딩 3층) TEL (02) 525-5755, FAX 525-5766
영 장 : 인천 남동구 고잔동 640-13 남동공업단지 71블록 14로트 TEL (032) 811-0494

대구영업소 : 대구직할시 수성구 범어동 178-2
TEL (053) 755-0771, FAX 754-1137
광주영업소 : 광주직할시 서구 동성동 415-12
TEL (062) 363-5473, FAX 366-6232
부산영업소 : 부산직할시 금정구 부곡2동 297-2
TEL (051) 517-5755, FAX 517-5766
울산영업소 : 경남 울산시 남구 신정동 589-1
TEL (0522) 60-5755, FAX 74-3842
대전영업소 : 대전직할시 동구 성남동 508-77
TEL (042) 621-4342, FAX 627-3560

전주영업소 : 전북 전주시 서노송동 586-94
TEL (0652) 88-4626, FAX 85-1934
경원영업소 : 경남 창원시 도계동 785
TEL (0551) 93-1431, FAX 93-1433
여수영업소 : 전남 여천시 신기동 12-9
TEL (0862) 82-1208, FAX 81-2655
인천영업소 : 인천직할시 남구 주안동 264-1234
TEL (032) 884-5755, FAX 865-6213
수원영업소 : 수원시 팔달구 인계동 1026-3
TEL (0331) 38-5755, FAX 39-3682