

한국스파이렉스사코(주)의 새로운 제품 가족

APT14 오그덴 자동펌프트랩

어떠한 설비운전 조건에서도 효율적으로 응축수를 배출하고 이송할 수 있는 APT14 오그덴 자동펌프트랩



지난 50여년간 스파이렉스사코는 증기 사용설비에 서 효율적으로 응축수를 배출하고 이송할 수 있는 다양한 제품을 설계하고 생산해 왔습니다.

최근에는 응축수 배출정지조건이 빈번하게 발생될 수 있는 열교환기 및 공정설비로부터 운전조건에 관계없이 응축수를 효율적으로 제거하고 이송할 수 있도록 특수하게 설계되어진 매우 콤팩트한 APT14 오그덴 자동펌프트랩을 개발하여 고객여러분께 공급해 드리게 되었습니다.

■ APT14 오그덴 자동펌프트랩의 특징

최고 13.8barg의 증기압력으로 구동되는 APT14는 트랩기능을 하는 트랩 메커니즘과 펌프기능을 하는 펌프 메커니즘이 모두 APT14의 한 몸체내에 있습니다. 따라서 다음과 같이 작동을 합니다.

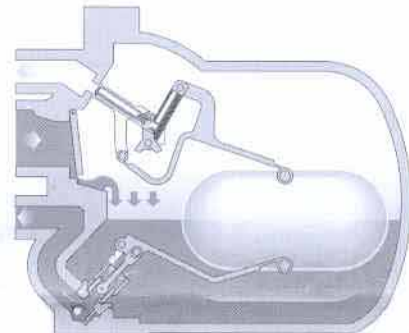
- 열사용설비의 내부압력이 배압보다 높은 경우 : 트랩 메커니즘 작동
- 열사용설비의 내부압력이 배압보다 낮은 경우 : 펌프 메커니즘 작동

■ APT14 오그덴 자동펌프트랩은 다음과 같은 설비에 사용될 수 있습니다.

1. 배압이 높아 응축수가 정체되는 설비
2. 온도조절시스템이 설치된 대부분의 열교환기
3. 진공설비로서 응축수 배출이 불가능한 설비

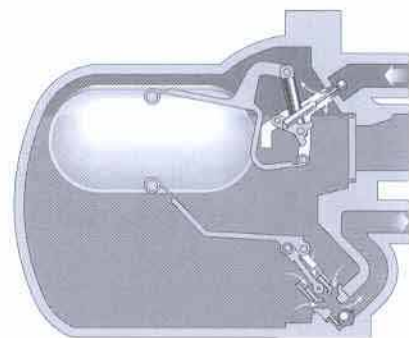
4. 응축수배출구와 지면의 높이가 낮아 기존의 펌프는 설치할 수 없는 설비

■ APT14 오그덴 자동펌프트랩은 이렇게 작동합니다.(작동원리)



트랩핑모드에서 작동하는 경우

- 설비가 고부하로 운전시 작동
- 스윙체크밸브를 통해 몸체 내부로 응축수유입
- 부력에 의한 후로트 상승
- 후로트에 의한 트랩 메커니즘 작동
- 차압에 의해 응축수는 트랩을 통해 배출



펌핑모드에서 작동하는 경우

- 후로트상승에 의한 펌프 메커니즘 작동
- 구동 증기 공급밸브 개방 및 배기밸브 폐쇄
- 구동증기압에 의한 응축수 배출
- 후로트 하강

■ APT14 오그덴 자동펌프트랩 선정은 사이징프로그램을 이용하여 자동적으로 선정됩니다.

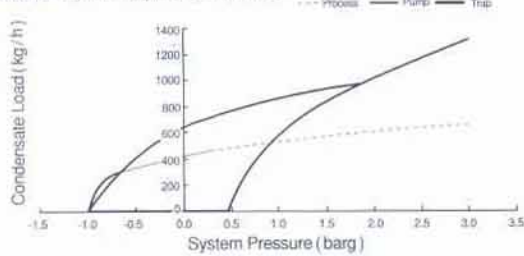
APT14 오그덴 자동펌프트랩이 고객여러분의 열사용설비 조건에 적합한지 여부와 APT14 주변배관 설계를 당사가 개발한 소프트웨어를 이용하여 판정하고 설계하기 때문에 정확한 응축수회수 시스템을 구축할 수 있습니다.

APT의 용량 예측

HOW DOES THE PROCESS LOAD CHANGE ?	APT14 OPERATING CONDITIONS ?	PROCESS FULL-LOAD CONDITIONS ?
1) Variable Secondary Inlet Temp.	Installation Head (A) : 3.500m	Steam Pressure (E) : 3barg
2) Variable Secondary Outlet Temp.	motive Steam Press. (B) : 5barg	Steam Load (F) : 550kg/h
3) Variable Secondary Flow Rate	Return Pressure (C) : 0barg	Secondary Inlet Temp. (G) : 5°C
Input 1, 2 or 3 : 1	Lift (D) : 8.5m	Secondary Outlet Temp. (H) : 25°C
	EF Back Press. (C + D) : 0.850barg	
	ERROR - INST. HEAD OUT OF RANGE	

UNIT - METRIC (1) or IMPERIAL (2) ?
*Input 2 or 3

Max. Receiver Volume Required is 4.32 Litres



■ APT14 오그덴 자동펌프트랩의 공칭용량

펌프 1회 토출량	5리터
조건) • 설치 높이 : 1m	최대트래핑용량 : 4,000kg/hr
• 구동증기압력 : 5barg	
• 총 배압 : 1barg	최대펌핑용량 : 1,500kg/hr

■ APT14 오그덴 자동펌프트랩 공급범위 및 선택사양

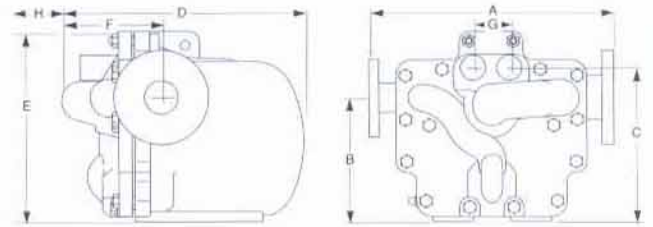
몸체재질	구상흑연주철 GGG40.3/ASTM A395	
몸체설계압력	PN16	
공칭구경	DN25(1")	
	입구 : DN40(1½")	출구 : DN25(1")
입구/출구 배관연결방법	후랜지식	PN16, ANSI150, JIS/KS10
	나사식	BSP, NPT
구동증기 배관 연결방법	나사식	BSP, NPT
	배기	배기 : DN15(½")
스텐레스 재질의 펌프 메커니즘내장	펌프바닥으로부터 최소설치 높이 : 0.2m	
스텐레스 재질의 트랩 메커니즘내장	후로트 동작형 2단식 트랩 메커니즘	
스텐레스 재질의 체크밸브 내장	입구 : 스윙 체크	출구 : 볼 체크
최고운전압력	13.8barg	
최대허용배압	5barg	
최고운전온도	198°C	

■ 결론

APT14 오그덴 자동펌프트랩은 공정설비를 최대한 효율적으로 가동되게 함으로써 에너지절감은 물론 최적의 상태에서 공정이 운용되도록 해줍니다. 그 결과로써

- 에너지비용 절감
- 생산성 증대
- 공정 가동율 향상
- 보다 조용한 공정환경을 기대할 수 있습니다.

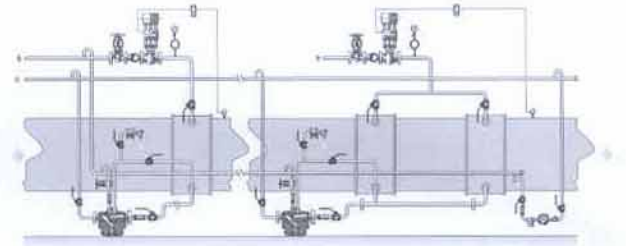
■ 규격(근사값, mm)



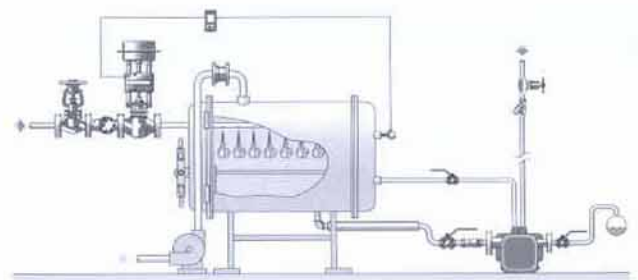
단위 : mm

DN40 x DN25	A	B	C	D	E	F	G	H	무게
후랜지식	389	198	246	382	304	157	57	250	45kg
나사식	350	198	246	382	304	157	57	250	45kg

■ 대표적인 설치 예

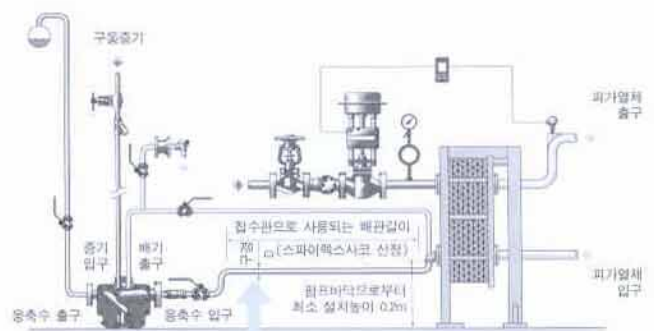


다단식 - 히터로부터 응축수 제거를 위한 응용 예 (폐쇄시스템)



진공장비로부터 응축수 제거 (폐쇄시스템)

■ 설치방법



집수편은 APT14 응축수 함유했다 가능한 높게 설치하여 증기배출설비와 응축수 출구보다 최소 10 미터에 설치하도록 한다.

응축수 정체조건발생시 효율적인 응축수 회수방안

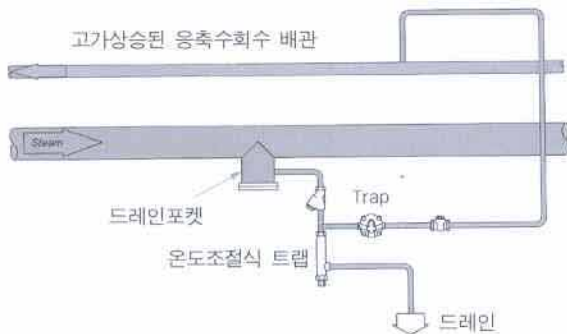
지금까지 증기로 가열되는 열사용설비내의 증기의 압력은 응축수를 배출하기에 충분할 것이라고 생각되어져 왔다. 그러나 높은 배압이나 열사용설비내의 낮은 증기압력으로 인해 응축수를 배출하는데 필요한 차압이 충분하지 못할 경우 트랩을 통하여 응축수 회수관까지 응축수를 배출하는 것은 불가능하다. 따라서 본 장에서는 열사용설비에서 흔히 발생하는 응축수 배출정지조건과 이에 상응하는 효율적인 응축수 회수방안에 대하여 알아보기로 한다.

1 응축수배관의 상승과 배출정지

스팀트랩내에 존재하는 증기압력만을 이용하여 낮은 지점의 트랩에서 높은 위치에 있는 응축수 회수배관으로 응축수를 회수하려고 하는 경우가 종종 있다.

우리가 이미 아는바와 같이 5m 높이의 수두는 0.5bar의 배압을 형성한다. 배압형성으로 인한 차압의 감소로 트랩의 용량이 감소되는 문제가 비록 낮은 증기압력을 사용하는 곳에서만 심각한 것처럼 보이겠지만, 여하간 배압은 트랩을 통하여 응축수를 배출하는 차압을 감소시키게 된다.

설비 초기가동시에는, 일정시간 동안 증기의 압력이 매우 낮기 때문에 응축수가 트랩 전단에서 정체되는 현상을 흔히 볼 수 있다. 만일 배압을 극복하기에 충분한 증기압력이 형성될 때까지도 적절한 응축수 배출장치를 사용하여 정체된 응축수를 제거하지 않는다면 응축수가 정체된 공간에서 워터해머가 발생하게 된다. 이런 경우 온도조절식 스팀트랩을 부가적으로 사용하여 저온의 응축수는 배출시켜 버리고 고온의 응축수가 유입되면 폐쇄되게 함으로써 응축수는 기존의 트랩을 통하여 응축수회수 배관으로 회수시키면 된다. 아래 그림을 참조한다.



트랩의 토출측 배관은 단순히 티(tee)를 사용하여 응축수 회수 배관의 하부에 연결하는 것보다는 위의 그림과 같이 회수배관의 상부에 연결하는 것이 바람직하다. 이러한 방법으로 배관을 하는 경우, 초기가동시에는 상승배관내에 응축수가 가득차게 되겠지만 일정시간이 지나 압력을 가진 고온의 응축수가 트랩을 통과하면 다소의 재증발증기가 발생된다. 증기는 어느정도 부피를 갖고 있으므로

트랩의 2차측 수두압을 줄어줌에 따라 트랩 2차측의 배압을 감소시키고 설비의 응축수공간내의 소음이나 워터해머현상을 줄여줌으로써 설비운전에 도움을 준다.

2 온도조절시스템이 설치된 설비와 응축수 배출정지조건

에어히터 배터리나 열교환기 같이 온도조절시스템이 설치된 설비에서는 응축수가 배출되지 못하는 응축수 배출정지(stall)조건이 흔히 발생하여 설비내에 응축수가 정체되는 현상과 함께 온도조절이 제대로 되지 않는 문제를 야기시킨다.

지금부터 응축수 배출정지조건을 정의하고 그것이 발생하는 원인과 또 언제 발생하는지를 설명하고자 한다.

응축수정체 원인

다음의 두가지 경우가 설비에 발생된다면 응축수 배출은 불가능하다.

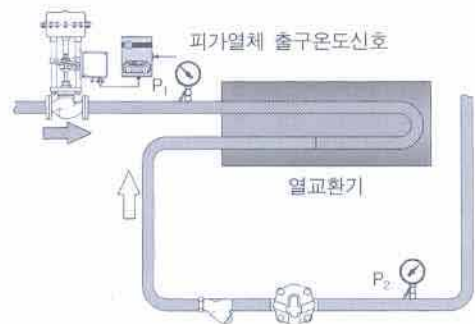
- 높은 배압
- 열교환기내의 낮은 증기압력

두가지중에 한가지라도 발생되면 열사용설비에서 응축수를 배출하는데 필요한 차압이 충분하지 못하여 트랩을 통해 응축수회수관까지 응축수를 배출하는 것은 불가능하다. 따라서 응축수는 열사용설비내에 정체되기 시작한다.

공정설비의 온도를 잘 유지하고 열사용설비에서의 기계적인 고장과 부식을 방지하기 위해서는 열사용설비내에 응축수가 생성되는 즉시 배출할 수 있는 충분한 차압을 유지하는 것이 필수적이다.

불충분한 차압은 열사용설비나 응축수 회수배관의 잘못된 설계나 운전에 의해 발생된다.

- ✓ 불균일한 온도제어가 반복적으로 이루어지는 동안에, 피가열체의 온도가 상승하게 되면 그 온도는 센서에 의해 감지되어 증기공급밸브는 닫히게 된다.
- ✓ 증기의 압력이 떨어지면, 응축수 회수관내의 배압이 콘트롤밸브의 2차측 압력보다 커지게 되어($P_1 < P_2$) 열교환기에는 응축수가 정체하기 시작한다. 이런 현상을 아래의 그림은 잘 나타내고 있다.

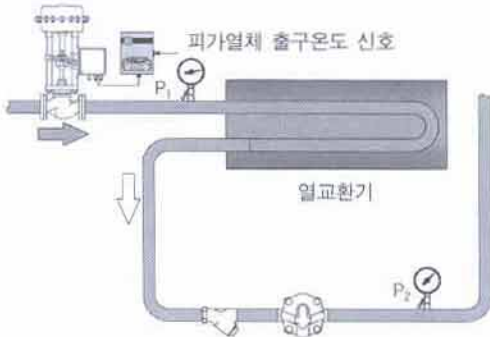


열교환기에서의 응축수정체

증기압력이 떨어져 트랩을 통해 응축수를 배출하지 못하는 현상이 설비에 발생한 경우, 우리는 그 상태를 배출정지조건이 발생했다고 하며 설비에서는 응축수가 정체되는 현상이 발생한다.

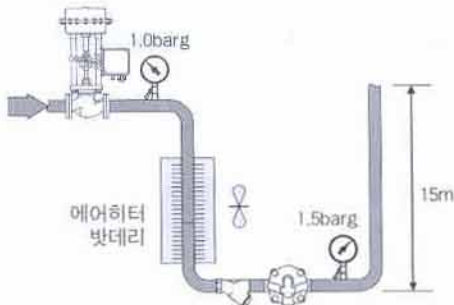
열교환기내에 응축수가 정체하게 되면 피가열체의 온도가 떨어짐에 따라 온도조절밸브는 개방되어 증기 유입량은 증가하게 된다.

✓ 증기의 압력이 상승하게 되면 ($P_1 > P_2$) 응축수는 배출되지만 열교환기내에는 고압의 증기로 채워짐에 따라 피가열체의 온도를 일정하게 유지하는 것이 필요하게 된다. 이러한 현상은 반복적으로 계속 이루어진다.



주기적으로 발생하는 응축수 배출정지조건

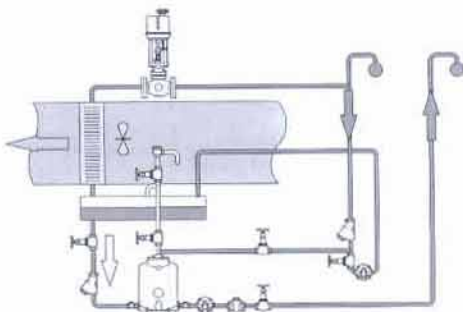
응축수 배출정지조건은 다음 그림과 같이 응축수 회수관이 상승하는 경우에도 발생할 수 있다.



상승배관에 의한 응축수 배출정지조건

응축수회수 배관 높이에 의한 수두압은 에어히터 뱃테리에서 응축수가 배출되지 않을만큼 충분히 높아 응축수는 트랩을 통하여 배출될 수 없다.

응축수 배출정지조건은 에어히터 뱃테리나 열교환기등 다양한 설비에서 발생되며 응축수회수 배관에 의한 응축수 배출정지는 아래의 그림에서 보여주고 있는 것처럼 펌프를 사용하여 방지할 수 있다.



에어히터 뱃테리에서의 응축수 배출정지

3 응축수 배출정지조건

응축수 배출정지조건 : 증기사용설비에서, 응축수를 배출하는데 필요한 차압이 충분하지 못하여 응축수가 배출되지 못하는 현상이 발생하는 조건이다.

열전달량(Q)은 아래의 식과 같이 간단하게 표현될 수 있다.

$$Q = UA\Delta T$$

여기서 U=총괄열전달율, kcal/m²·°C

A=전열면적, m²

ΔT=전열매체(증기)와 피가열체의 평균온도와의 온도차(T=(t2-t1)/2), °C

열교환기를 예로 든다면, U×A의 값은 일정하므로 열전달량(Q)은 온도차(ΔT)에 비례한다.

온도조절밸브를 사용하는 경우에는 부하가 변화하더라도 피가열체의 온도는 일정하게 조절되므로 입열량(heat input)은 결국 증기의 온도에 좌우되게 된다.

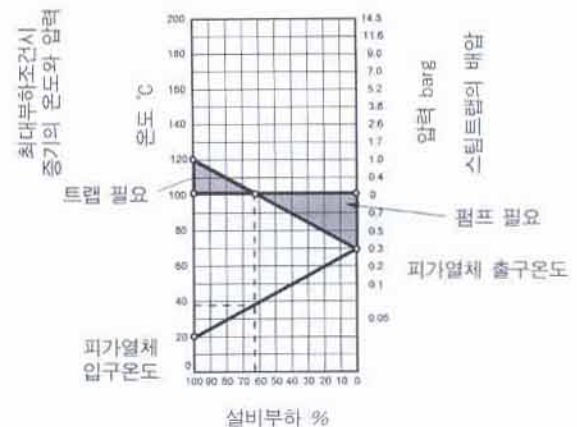
최대부하(초기운전부하가 해당될 수 있다.)시, 증기는 최고온도(최고압력) 상태이고 피가열체는 온도가 최저인 상태이기 때문에 ΔT는 최대가 된다.

부하가 없는 경우에는, 증기의 온도와 피가열체의 온도가 같기 때문에 ΔT는 Zero가 된다.

이와같이 상반된 두가지 상황으로부터 50% 부하 조건도 생각해 볼 수 있는데 이 조건에서의 ΔT는 최대 부하 조건에서의 ΔT의 50% 정도가 된다.

응축수 배출정지조건 도표

앞장에서 논의된 이론을 바탕으로, 도표에 두개의 직선을 그릴 수 있는데 최대부하에서는 가장 멀리 떨어져 있으며 부하가 전혀없는 경우에는 한점에서 만나고 있다. 도표의 윗쪽에 위치한 직선은 변하는 증기의 온도(즉, 압력)를 나타내고 있는데 스팀트랩 2차측 압력을 알면 증기의 온도를 나타내는 선을 이용하여 증기의 압력과 배압이 같은 지점(응축수 배출정지조건이 일어나는 지점)을 찾을 수 있다. 도표에서 부하가 감소하면 응축수정체현상이 증가한다는 것을 알 수 있다.



위의 도표에서 나타낸 설비부하%는 응축수 배출정지조건이 발생하는 근사값으로서 보기에서는 최대부하의 63% 또는 그 이하의 부하에서 응축수 배출정지조건이 발생하게 된다. 설비부하가 63%이하로 떨어지면 응축수제거를 위한 펌프가 필요하다.

◆다음호에서는 증기설비로부터 응축수를 제거하는 안전하고도 효율적인 방법에 대해 알아보도록 하겠습니다.

증기유량 컴퓨터의 밀도 계산방법에 따른 오차계산

증기량을 측정할 수 있는 유량계로는 차압식, 와류식 등의 여러가지 유량계가 있는데, 이들 유량계와 더불어 사용하고 있는 유량 컴퓨터가 증기의 밀도를 어떻게 계산하고 있는지 그리고 포화증기표상의 밀도와 얼마나 차이가 있는지 유량계를 담당하는 사람이면 한번쯤 검토해 볼 일이다. 증기는 기체상태이기 때문에 압력이나 온도에 따라 단위질량의 증기가 갖는 체적이 달라지므로 당연히 밀도(kg/m³)가 변하기 마련이다.

유량 컴퓨터에서 흔히 사용하는 밀도 계산식은 보일 샬의 법칙이나 이상기체상태 방정식이다. 다음 두가지 예를 들어 실제로 이들 밀도 계산결과가 포화증기표상의 밀도와 얼마나 차이가 있는지 알아보자. (비체적은 밀도의 역수이므로 여기서는 비체적으로 설명한다.)

1) 보일 샬의 법칙을 이용한 밀도 계산방법

이 경우는 design상태와 실제운전압력상태를 비교하게 되는데 반드시 배관에 온도센서와 압력센서가 설치되어 있어야 한다.

예를들어 10kg/cm², 183.33°C가 설계압력이며 실제로 사용되는 증기압력이 7kg/cm²인 포화증기라고 가정해보자. 이때 포화증기표상의 7kg/cm²의 포화온도는 169.78°C가 된다.

보일 샬의 법칙으로부터

$$P_1 v_1 / T_1 = P_2 v_2 / T_2, v_2 = v_1 (P_1 / P_2) (T_2 / T_1) \quad \text{--- ①}$$

단, P: 절대압력, T: 절대온도

$$P_1 = 10 + 1.0332 = 11.0332 \text{ kg/cm}^2 \text{ a}$$

$$T_1 = 183.33 + 273.16 = 456.49 \text{ K}$$

$$v_1 = 0.180218 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ (포화증기표로부터)}$$

$$P_2 = 7 + 1.0332 = 8.0332 \text{ kg/cm}^2 \text{ a}$$

$$T_2 = 169.78 + 273.16 = 442.94 \text{ K}$$

상기 ①식에 대입하면 $v_2 = 0.180218 \times (11.0332 / 8.0332) \times (442.94 / 456.49) = 0.240173 \text{ m}^3/\text{kg}$, 포화증기표상의 실제 비체적을 알아보면 $v_2 = 0.243796 \text{ m}^3/\text{kg}$ 이다.

따라서 상기식으로부터 계산상의 오차를 알아보면,
 $\text{Error} = (0.24017 - 0.243796) / 0.243796 \times 100\% = -1.5\%$

2) 이상기체 상태방정식을 이용한 밀도 계산방법

이 경우도 반드시 배관에 온도센서와 압력센서가 설치되어 있어야 한다.

예를들어 7kg/cm² 포화증기의 밀도를 계산한다고 가정해보자.

이것 역시 포화증기표상의 7kg/cm²의 포화온도는 169.78°C가 된다.

이상기체 상태방정식으로부터

$$PV = W / MRT, V / W = v = RT / PM \quad \text{--- ②}$$

단, P: 절대압력(kg/cm² a)

V: 기체의 체적(m³)

W: 기체의 질량(kg)

M: 증기의 분자량(kg/kmol)

R: 가스 정수값(0.082 기압, m³/KmolK)

$$P = 7 + 1.033 = 8.0332 \text{ kg/cm}^2 \text{ a}$$

$$T = 169.78 + 273.16 = 442.94 \text{ K (켈빈)}$$

상기 ②식에 대입하면 $v = 0.082 \times 442.94 / (8.0332 \times 18) = 0.251187 \text{ m}^3/\text{kg}$, 포화증기표상의 실제 비체적을 알아보면 $v_2 = 0.243796 \text{ m}^3/\text{kg}$ 이다.

따라서 상기식으로부터 계산상의 오차를 알아보면,
 $\text{Error} = (0.251187 - 0.243796) / 0.243796 \times 100\% = 3.03\%$

상기 계산결과로부터 유량 컴퓨터가 증기의 밀도 계산방식을 보일 샬의 법칙이나 이상기체 상태방정식을 사용할 경우, 밀도를 계산하는 과정에서부터 약 1.5~3%의 오차가 발생되고 있음을 알 수 있다. 따라서 보다 정확한 증기의 밀도를 계산하여 오차를 줄일 수 있는 방법은 유량 컴퓨터에 포화증기표를 내장시켜 활용하는 것이 가장 좋은 방법이라 할 수 있다.

스파이렉스사코 유량 컴퓨터에는 포화증기표가 내장되어 있음이 바로 이러한 이유 때문이다.

포화증기표

계기압력(kg/cm ² G)	포화온도(°C)	비용적(m ³ /kg)
1.0	120.13	0.898089
1.2	123.12	0.813309
1.4	125.90	0.750532
1.6	128.50	0.697014
1.8	130.94	0.650754
2.0	133.25	0.610505
2.2	135.43	0.575018
2.4	137.52	0.543509
2.6	139.50	0.515363
2.8	141.40	0.497985
3.0	143.22	0.467181
3.2	144.97	0.446364
3.4	146.65	0.427441
3.6	148.27	0.410054
3.8	149.74	0.395008
4.0	151.36	0.381516
4.2	152.83	0.371376
4.4	154.25	0.352924
4.6	155.64	0.341075
4.8	156.78	0.330014
5.0	158.29	0.319704
5.2	159.57	0.309995
5.4	160.81	0.300870

계기압력(kg/cm ² G)	포화온도(°C)	비용적(m ³ /kg)
5.6	162.02	0.292292
5.8	163.03	0.285364
6.0	164.19	0.277617
6.2	165.32	0.269296
6.4	166.43	0.262423
6.6	167.52	0.256847
6.8	168.79	0.249380
7.0	169.78	0.243796
7.2	170.80	0.238170
7.4	171.80	0.232802
7.6	172.79	0.227622
7.8	173.74	0.222773
8.0	174.69	0.218080
8.2	175.61	0.213588
8.4	176.53	0.209278
8.6	177.43	0.205135
8.8	178.31	0.201158
9.0	179.18	0.197334
9.2	180.04	0.193740
9.4	180.88	0.190104
9.6	181.71	0.187791
9.8	182.53	0.183393
10.0	183.33	0.180218

워터 해머(Water Hammer)란 무엇인가?

■ 개요

수세기 동안 우리가 일상 생활에서 접하고 있는 물은 가정, 빌딩, 아파트 및 일반 산업 플랜트 등에서 다양하게 사용되고 있습니다. 그리고 물을 사용하는 장소로 이송하기 위한 펌핑 시스템의 개발, 물을 제어할 수 있는 수많은 배관 설비들과 밸브류 등을 개발하여 보다 안전하고 효율적으로 물을 사용할 수 있도록 많은 노력을 해왔습니다.

그러나 이러한 워터 시스템을 설계하거나 운용하는데 항상 골칫거리로 대두되고 있는 워터 해머와 물을 제어하기 위해 사용하고 있는 유량 조절 장치의 부적절한 기능으로 발생하는 캐비테이션 또는 플래싱 현상은 워터 시스템의 배관 계통 및 설비의 손상과 수명 단축을 초래하고 있습니다.

특히 도시 집중화에 따라 건물의 대형화, 고층화에 의해 한층 더 워터 해머에 의한 문제는 더욱 심각한 문제로 대두되고 있으며, 주거 시설인 고층 아파트에서의 소음과 진동은 더 이상 그대로 방치할 수 없는 아주 심각한 문제입니다.

따라서 워터 시스템에서 이러한 위해 요소들을 정확하게 이해하셔서 시스템 설비들을 보호하고 편안하고 안전하게 시스템을 운용할 수 있어야 할 것입니다.

■ 워터 해머의 정의

워터 해머란 배관에 흐르고 있는 유체의 순간적인 에너지 변환의 일종으로, 일정한 유속으로 배관 계통을 흐르고 있는 유체가 밸브와 같은 유량 조절 장치의 갑작스런 개폐에 의해 유체의 운동 에너지가 압력 에너지로 변환되면서 발생하는 현상이라고 할 수 있다.

워터 해머는 대부분 굉음과 같은 소음을 수반하며 시스템의 운전 압력을 초과하는 강력한 서지를 발생시켜 배관 계통 및 설비에 커다란 손상을 초래한다.

워터 해머가 발생하면 유체를 차단하고 있는 유량 조절 장치로부터 매우 높은 압력파(Pressure Surge)가 발생하여 배관 계통으로 이동하면서 이 압력파가 사라질 때까지 파의 이동이 반복될 것이다.

대부분의 워터 해머는 펌프의 기동 및 정지, 유량을 조절하기 위해 설치해 놓은 밸브의 갑작스런 개폐, 압력 조절 장치의 떨림 현상, 부주의한 시스템의 조작, 제어 장치의 결함 그리고, 배관 출구에서의 공기 방출 등을 통해서 발생한다. 특히 유량 조절 장치의 폐쇄 속도는 압력파의 강도에 직접적인 영향이 있다.

따라서 워터 시스템의 운전자는 워터 해머에 대한 물리적인 메커니즘을 충분히 숙지한 후 시스템을 운전하여 워터 해머에 의해 발생하는 위험을 최소화하는데 역점을 두어야 할 것이다.

■ 워터 해머의 충격력

일반적으로 충격력(F)은 유체의 압력과 유체의 단

면적에 비례하고, 질량과 속도 변화량에 비례한다는 것을 알 수 있습니다.

$$F = M \frac{\Delta v}{T}$$

- F : 충격력
- M : 물의 질량
- Δv : 유체의 속도 변화량
- T : 시간

따라서 워터 해머의 충격력은 유체 흐름 속도의 갑작스런 변화에 의해 유체가 가지고 있던 운동 에너지가 압력파로 변환되면서 증가된 압력과 유체의 질량에 비례할 것이다.

이러한 워터 해머에 의해 발생하는 배관내 최대 압력 서지량을 계산할 수 있는 Joukovsky 이론에 따르면 증가되는 서지량(Δh)은 유체의 속도 변화량과 압력파의 전파 속도에 비례하나 배관의 특성인 배관의 길이, 배관의 지름, 배관의 경사 등에 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있다.

$$\Delta h = \frac{\Delta v c}{g}$$

- Δh : 워터해머에 의해 증가된 서지량
- Δv : 유체의 속도 변화량
- c : 압력파의 전파 속도
- g : 중력 가속도

그러나, 시스템에 관련된 서지의 임계 주기(T_{cr})는 최대 압력이 발생할 수 있는 조건에 영향을 준다. 여기서 말하는 임계 주기란 압력파가 발생하는 지점과 유체가 다시 반송되기 시작하는 지점을 왕복하는 거리를 압력파의 전파 속도(약 1,200~1,350m/s)로 나눈 값이다.

$$T_{cr} = \frac{2L}{C}$$

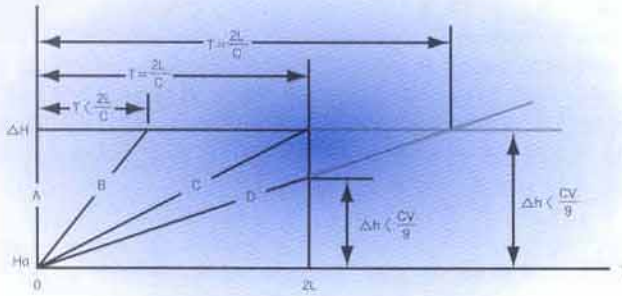
- L : 압력파의 이동 거리
(압력파가 발생하는 지점과 유체가 다시 반송되기 시작하는 지점까지의 거리)
- C : 압력파의 전파 속도(약 1,200~1,350m/s)

따라서 임계 주기보다 더 짧은 시간 내에 유체의 흐름을 완전히 차단하게 되면 워터 해머에 의해 최대 압력 서지가 발생할 수 있다.

다음 그림에서 보는 바와 같이 밸브의 폐쇄 시간이 임계 주기보다 짧은 A, B, C의 경우에는 최대 서지압력이 발생하고, 임계 주기보다 더 긴 시간동안에 밸브를 닫을 경우(D)에는 이 서지 압력이 최대점 이하에서 발생한다.

그러나 대부분 밸브를 닫기 위한 시간은 워터 해머의 발생을 최소화할 수 있는데 역점을 두기 보다는 전

체적인 워터 시스템의 특성에 맞추어 밸브를 개폐시키기 때문에 워터 해머의 발생을 피할 수 없을 것이다.



유량 조절 장치에서의 압력 변화

■ 워터 해머에 의한 문제점

- 배관 계통의 파손
- 배관 연결 부위의 누수 발생
- 소음 및 진동 발생
- 밸브의 파손
- 계기 및 제어 장치의 파손
- 보일러 및 저장 탱크의 파손
- 기타 설비의 수명 단축 및 파손

■ 공기의 영향

워터 해머의 강도는 배관에 존재하는 공기에 의해 달라진다. 유체내에 분산되어 있는 서로 다른 크기의 공기 방울은 압력파의 전파 속도를 감소시킨다. 실제 강재 배관에 1%의 공기 방울이 존재할 경우, 압력파의 전파 속도는 250m/s로 감소될 것이다. 또한 에어 포켓(Air Pocket) 또는 큰 거품이 있을 경우에는 워터 해머에 의해 발생한 에너지를 흡수하여 워터 해머에 의한 문제들을 최소화할 수 있다. 그러나 배관 출구에서 공기가 방출될 때, 공기와 유체 사이의 큰 유속차에 의해 유체가 오리피스를 통과하면서 갑작스런 유속의 감소로 워터 해머가 발생할 수 있다.

■ 워터 해머의 방지 대책

비압축성 유체의 배관에서 완벽하게 워터 해머를 제거할 수는 없다. 따라서 워터 해머를 최소화할 수 있도록 시스템과 운전방법을 중점적으로 개선해야 할 것이다. 그리고, 대부분 발생하는 워터 해머는 시스템 운전자의 부적절한 운전과 워터해머를 고려하지 않은 시스템의 설계에 그 원인이 있다.

1) 유량 조절 장치의 급작스런 개폐

앞에서도 언급한 바와 같이 유량 조절 장치를 짧은 시간동안에 개폐 하게되면, 워터 해머가 발생하는 것을 알고 있다. 유량 조절장치에서의 압력변화에 대하여 보여주고 있는 그림 1에서와 같이 밸브를 개폐하는 시간을 임계주기보다 길게하여 배관에 발생하는 압력 서지량을 최소화시킬 수 있다. 그렇지만 공정의 특성 때문에 밸브의 개폐속도를 임계주기보다 길게 할 수

없는 경우가 대부분일 것이다. 따라서 이러한 경우, 유량 조절장치 전단의 바이패스 배관에 발생한 서지 압력을 신속하게 해소시킬 수 있도록 릴리프 밸브 또는 서지 해소 밸브를 설치하도록 한다.

2) 펌프의 기동 및 정지시에 발생하는 압력서지

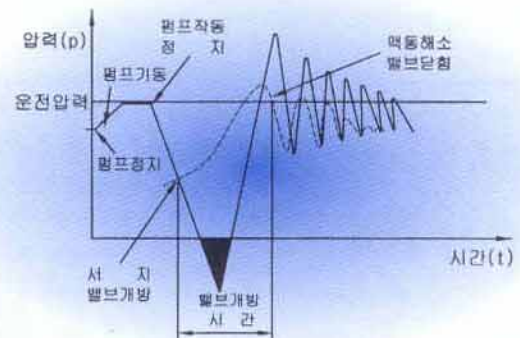
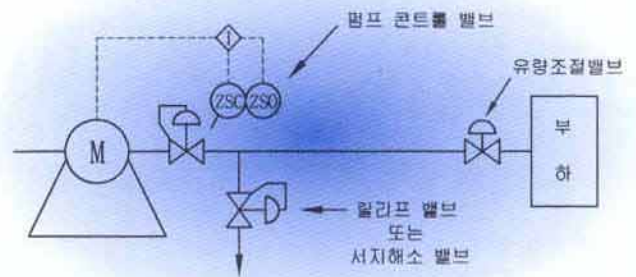
일반적으로 펌프의 후단에는 유체를 차단할 수 있는 ON/OFF밸브와 유체의 역류를 차단하여 펌프를 보호할 수 있도록 체크밸브가 설치되어 있다. 이 때 펌프가 기동하거나 정지할 때 펌프 후단에 설치되어 있는 ON/OFF밸브의 조작방법에 의해서 압력서지가 발생하게 된다. 즉, 펌프 후단에 있는 ON/OFF밸브가 개방된 상태 또는 펌프가 기동한 후 이 밸브를 급하게 개방시킬 경우, 그리고 사용중인 펌프를 정지시키기 위해 신속하게 밸브를 닫을 경우에는 반드시 배관라인에 압력 서지가 발생하게 된다.

따라서 펌프의 기동 및 정지시 발생하는 매우 높은 압력서지를 예방하기 위해서는 이 ON-OFF를 일정한 속도로 가능한 오랜 시간을 두고 천천히 개방 또는 폐쇄시켜야 할 것이다.

이와같은 밸브의 동작을 수동밸브 또는 단순히 ON-OFF밸브를 사용하기 보다는 펌프의 기동과 정지시 자동으로 이루어질 수 있도록 펌프와 전기적으로 인터록 시스템을 구축할 수 있는 펌프 콘트롤밸브를 설치하는 것이 바람직할 것이다.

펌프 콘트롤밸브의 역할

- 펌프의 기동시 발생하는 기동서지 예방 (밸브의 개방속도 조절)
- 펌프의 정지시 발생하는 정지서지 예방 (밸브의 폐쇄 속도 조절)
- 정전 또는 갑작스런 펌프 소손시 발생하는 역류 차단(체크밸브 기능)



밸브 전단에서의 압력변화

최근 스파이렉스사코에서는

1999년도 지역세미나 개최

에너지 절약을 위한 증기 및 냉온수 순환시스템에 대한 기술 세미나가 고객여러분의 많은 관심과 참여로 인천지역을 시점으로 송도비치호텔에서 260명, 창원지역은 호텔 인터네셔널에서 300명, 광주지역은 무등파크호텔에서 365명, 전주지역은 전주 리베라호텔에서 284명, 서울지역은 인터컨티넨탈호텔에서 269명, 수원지역은 수원 캐슬호텔에서 219명이 참석하신 가운데 성황리에 개최되었습니다.

이시대가 절실히 요구하는 에너지의 효율적인 이용 증대를 위한 전문지식의 개발 및 보급을 위해 스파이렉스사코는 한결 같이 노력할 것이며, 고객여러분의 성원에 보답하도록 최선을 다하겠습니다.

창립 21주년 기념행사

스파이렉스사코에서는 1999. 5. 25일 창립 21주년을 맞이하여 예스원연수원에서 조출한 기념행사를 가졌습니다.

이번행사에서는 스파이렉스사코인이 변화하는 새천년 시대에 부응할 수 있는 직장인의 새로운 가치관 정립과 경쟁을 통한 자아발전은 물론 전사원의 일체감 조성 및 사기 진작으로 고객여러분께 더 나은 신지식의 보급과 기술서비스 제공으로 환원할 수 있는 역량을 배양하였습니다.

창립기념 포상식에서 근속상으로는 20년 근속상을 기술영업본부 장욱 전무, 15년 근속상을 A/S부 오영신 과장과 생산부 임종선 주임이, 10년 근속상을 영업1부 김윤태 차장·주재운 차장, 영업2부 노봉식 차장, 부산영업소 김형기 과장, 관리부 배수중 대리, 5년 근속상을 영업2부 전수철 과장과 12명이 수상하였습니다.

또, 당사의 발전에 일익을 담당한 특별공로상에 영업지원부 박노호 대리, 모범사원에 대한 상으로는 경영본부 소민영 과장, 영업본부 장경심 계장·박은미 사우, 생산본부 한현길 사우가 수상하였고, 수요강좌상은 서울본사 남철규 대리, 인천공장 조은경 사우가 수상하였습니다.

수상하신 분들 및 모든 스파이렉스사코 전임직원 여러분의 노고에 깊은 감사를 드리며, 앞으로도 더욱더 고객의 입장에서 노력하는 스파이렉스사코가 될 것을 약속드립니다.

공기조화 냉동공학회 하계학술발표회

공기조화 냉동공학회에서 매년 개최하는 하계학술발표대회가 올해는 무주리조트에서 6.24~6.26(3일간) 개최되었습니다. 이번 학술대회에는 700여명이 참석하여 230여편의 논문이 9개의 회의장에서 동시에 발표되었는데 당사에서는 신제품-신기술세션에서 기술영업2부 홍병철차장이 "APT14 오그덴 자동펌프트랩을 이용한 HVAC설비 응축수 상승배관 System의 New

Solution"이라는 제목으로 발표를 하였습니다. 특히 APT14 오그덴 자동펌프트랩을 이용하여 기계실내에서 응축수배관의 상승에 따른 문제점을 모두 해결할 수 있다는 점에서 참석한 설계, 시공관련사 직원들에게 많은 호응을 받았으며 또한, APT14 오그덴 자동펌프트랩과 관련제품의 전시를 통하여 작동원리와 설치에 대한 상세한 설명을 하기도 하였습니다.

(사)한국열관리사협회 서울/인천 에너지관리사 직무능력 향상교육 초청 강의

지난 6월 8일과 15일 1, 2차에 걸쳐 (사)한국열관리사협회에서 주관하는 '99직무능력 교육이 엔지니어링공제조합에서 서울/인천지역 열관사 200여명이 참석한 가운데 실시하였습니다.

당사에서는 마케팅부 이지환부장이 증기시스템에서의 계장이라는 주제 아래 자동제어의 기초, 콘트롤밸브의 기본이론, 증기시스템의 온도제어에 있어서의 대표적인 문제점 및 해결방안에 대한 내용으로 약 90분간 강의를 하였습니다.

1999년도 하반기 증기실무연수교육 (SUMC) 일정안내

저희 한국스파이렉스사코(주)에서는 증기 및 공정유체 분야의 기술향상과 에너지 절감을 위하여 고객에게 최신의 기술지식보급의 일환으로 증기 관련 현장실무자 및 엔지니어를 대상으로 증기실무연수교육(SUMC)을 매년 실시하고 있습니다.

1999년 상반기에도 이미 1~8회까지 고객 여러분들의 적극적인 호응으로 무사히 마치게 되었음을 진심으로 감사드리며, 이어서 하반기의 9~14회 교육이 다음과 같은 일정으로 실시하오니 많은 참석바랍니다. 또한, 교육일정은 기본적으로 전국을 대상으로 개방하여 실시하오니 원하시는 일정에 참석하시어 최신의 기술지식과 최신의 기술서비스를 제공받으시기 바랍니다.

회수	일 자	과 정 명	대 상 자
9909	7.22(목)~23(금)	정비과정	정비실무자
9910	9. 2(목)~ 3(금)	보일러 콘트롤과정	보일러관련 담당자
9911	9.15(수)~17(금)	전문가과정	증기시스템 전문가
9912	10.14(목)~15(금)	일반과정	증기관련부서 실무담당자
9913	10.21(목)~22(금)	정비과정	정비실무자
9914	11. 4(목)~ 5(금)	일반과정	증기관련부서 실무담당자

- 1) 상기 일정은 당사 사정에 따라 변경될 수 있습니다. 참가 전에 반드시 폐사의 영업사원을 통해 확인하시기 바랍니다.
- 2) 정규과정 이외에 고객의 요청에 따라 단위회사별로 별도로 기획하는 특별과정도 실시하오니 담당 영업사원에게 문의하여 주시기 바랍니다.

한국스파이렉스사코(주)

증기 및 유체제어 전문가

spirax
/sarco

- 보일러콘트롤시스템
- 가압시스템
- 스팀트랩
- 온도조절시스템
- 기수분리기
- 필로즈실스팀밸브
- 자동제어시스템
- 차크밸브
- 후래취밸브
- 공축수취수시스템
- 감압시스템
- 안전밸브
- 유량측정시스템
- 스트레너
- 에어벤트

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 달서구이곡동 1250번지(동신빌딩 5층) TEL:(053)584-0771, FAX:584-1137
- 광주영업소: 광주광역시 서구 농성동 415-24(충효빌딩 6층) TEL:(062)366-5755, FAX:366-6232
- 부산영업소: 부산광역시 금정구 부곡2동 297-2(원진빌딩 5층) TEL:(051)517-5755, FAX:517-5766
- 울산영업소: 울산광역시 남구 무가동 299-10(남운오피스텔 905-1) TEL:(052)258-5744, FAX:274-3942
- 대전영업소: 대전광역시 동구 가양동 426-4(대중제약빌딩 6층) TEL:(042)636-4342, FAX:636-4344
- 전주영업소: 전북 전주시 완산구 서산동 780(태양빌딩 8층) TEL:(0652)272-6670, FAX:272-6671
- 창원영업소: 경남 창원시 중앙동 97-6(캐비리오오피스텔 103호) TEL:(055)268-5755, FAX:268-5754
- 여수영업소: 전남 여천시 신기동 12-9(호남계기 3층) TEL:(0662)682-1208, FAX:681-2655
- 인천영업소: 인천광역시 남동구 고잔동 640-13 TEL:(032)814-5755, FAX:814-3898
- 수원영업소: 수원시 팔달구 인계동 1026-3(리상빌딩 406호) TEL:(031)238-5755, FAX:239-5548
- 청주영업소: 충북 청주시 흥덕구 가강동 1046(오성빌딩3층) TEL:(0431)233-3494, FAX:233-3495