

코로나 19 극복 프로젝트 우리 “함께” 이겨냅시다!

Steam System에 고민이 있으세요?

한국스파이렉스사코
SQR 시스템으로
신청하세요!



Quick Response!



휴대폰을 태그해 주세요.

고객님, 무엇이든 요청해 주세요. 😊

스팀 시스템에서 불편하고 어려운 문제가 있으시면
무엇이든지 말씀해 주세요.

- 스팀 시스템에서 불편한 문제는 무엇인가요?
- 회사명, 부서명(담당업무)
- 성명
- 연락처(전화번호, E-mail)
- 기타 요청 사항

Spirax sarco Quick Response 시스템

접수방법

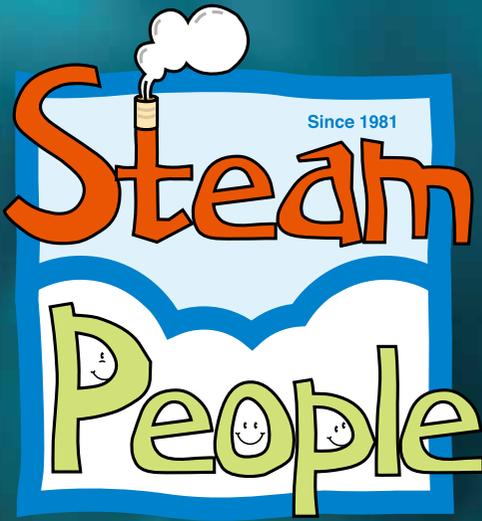
QR 코드앱
↓
QR 코드 스캔
↓
간편 신청
↓
접수 확인

스팀 시스템에서
불편하고 어려운 문제가 있으시면
SQR 시스템을 통해
간편하게 등록하여 주시기 바랍니다.
접수 순서에 따라 신속하게
지원해 드리겠습니다.

* 접수 기한: 2020년 12월 31일까지

업무진행

고객 접수
↓
담당자 배정
↓
현장 방문
↓
Solution 제공



spirax
/ sarco

Vol.125 / Sep. 2020

기획 시리즈 - 올바른 스팀사용을 위한 스팀 엔지니어링 지침3

스팀의 물리적 성질 및 열 전달

Key Solution

고온 응축수 재증발증기
리사이클 시스템 적용

After Service

BT1050 보일러 블로우다운 타이머

CONTENTS

기획 시리즈 - 올바른 스팀사용을 위한 스팀엔지니어링 지침3 스팀의 물리적 성질 및 열 전달	03

Key Solution 고온 응축수 재증발증기 리사이클 시스템 적용	08

After Service BT1050 보일러 블로우다운 타이머	13

2020년 스팀트랩 진단사 자격 검증 및 스팀기술연수교육 안내	15

Spirax Sarco Quick Response 시스템	16

발행 : 한국스피라릭스사(주)

<http://www.spiraxsarco.com/global/kr>

발행인 : 이재호

편집인 : 좌운전

편집 : 이미경

디자인 : 에디커뮤니케이션서비스

인쇄 : 애드플랫폼

Steam People의 모든 내용은 인터넷 홈페이지 <http://www.spiraxsarco.com/global/kr> 에서도 만나실 수 있습니다. 본문 내용에 대한 문의사항이 있을 경우 홈페이지 Q&A 코너를 이용하시기 바랍니다.



지난 호의 '스팀 및 응축수 시스템'에 이어서 이번 호에서는 '스팀의 물리적 성질 및 열 전달'에 대해 전반적으로 알아보겠다.



그림 1. 절대 온도와 계기 온도의 비교

Steam Engineering Principles & Heat Transfer

스팀의 물리적 성질 및 열 전달

엔지니어링 단위

◆ 온도

온도는 서로 동일한 수치로서 접촉 중인 두 개의 시스템이 열적 평형을 이루고 있다는 의미에서 열 평형 표시의 척도로 사용된다. 두 종류의 온도는 상호 환산이 가능하고, 이는 그림 1에서 보는 바와 같으며, 아래 식으로 표현될 수 있다.

섭씨온도 (°C)	물이 어는 온도와 일치할 때, 이를 하나의 편리한 (그러나 자의적인) 0 °C로 표현하기 때문에 엔지니어가 가장 흔히 사용하는 온도의 척도
절대 온도 (K)	섭씨온도와 동일한 증가량을 가지나, 모든 분자 및 분자 움직임이 정지했을 때에 가능한 최저 온도에 일치할 경우 이를 제로 수치로 표현한다. 이 온도는 종종 절대 0도(0 K)라고도 불리며, 이는 -273.15 °C에 해당함

$$T (K) = \text{섭씨온도 } (^\circ\text{C}) + 273.15$$

◆ 압력

압력의 SI 단위는 파스칼(Pa)로서, 제곱 미터 당 1 뉴튼의 힘(1 N/m²)으로서 정의된다. Pa는 너무 작은 단위이기 때문에, kPa(1 kN/m²) 혹은

MPa(1 MN/m²) 단위들이 스팀 엔지니어링에서는 더욱 적합하게 쓰인다. 그러나, 아마도 스팀 엔지니어링에서 압력 측정을 위해 가장 흔히 쓰이는 미터 단위는 bar일 것이다. 이것은 10⁵ N/m²에 상응하는 것으로

절대 압력 (bar a)	완전 진공의 조건에서 측정된 압력 즉, 완전 진공에서의 압력은 0 bar a
계기 압력 (bar g) = 절대 압력 - 대기압	대기압의 기준점에서 측정된 압력 실제로 대기압은 기후 및 해발 고도에 의존하지만, 일반적으로 용인되는 수치인 1.01325 bar a(1 atm)가 주로 사용된다. 이것은 해수 표면의 지구 대기층의 대기압에 의해 발생하는 평균 압력을 의미함. 대기압을 초과하는 압력은 항상 양의(Positive) 계기 압력을 발생시킨다. 반면에 진공 혹은 음의 압력은 대기압에 못 미치는 압력이다. -1 bar g의 압력은 완전 진공에 거의 가까운 경우임.
차압	단순히 두 압력의 차이를 말함 차압을 표시할 때는 압력 기준점은 무의미해지기 때문에, 계기 압력 혹은 절대 압력을 표시하기 위한 접미사인 'g' 혹은 'a'를 사용할 필요가 없다. 따라서, 두 압력 간의 차이는 두 압력이 동일한 기준점으로부터 측정되는 한, 이들 압력들이 계기 압력 혹은 절대 압력으로 측정되는 것과 관계없이 같은 값을 가지게 됨.

서, 약 1 기압에 해당한다. 그 외에 종종 사용되는 단위들에는 lb/in²(psi), kg/cm², atm, m H₂O 및 mm Hg가 있다.

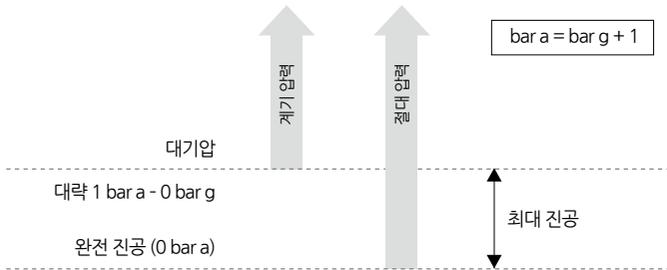


그림 2. 절대 압력과 계기 압력의 비교

◆ 밀도와 비체적

물질의 밀도(ρ)는 단위 부피(V)당 그 질량(m)으로서 정의될 수 있다. 비체적(V_g)은 단위 질량 당 부피이며, 따라서 밀도의 역수이다. 실제로 '비(Specific)'의 용어는 일반적으로 물질의 단위 질량의 속성을 표시하기 위해 사용된다.

$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1}{V_g}$	ρ	밀도 (kg/m ³)
	m	질량 (kg)
	V	부피 (m ³)
	V _g	비체적 (m ³ /kg)

밀도(ρ)의 SI 단위는 kg/m³으로서, 역으로 비체적의 단위(V_g)는 m³/kg이다. 밀도의 척도로서 사용되는 또 다른 용어는 비중이다. 이는 STP에서의 물질의 밀도(ρ_s)와 순수한 물의 밀도(ρ_w)의 비율이다. 본 기준 조건은 통상 대기압 및 섭씨 0도의 조건으로서 정의된다. 이러한 조건에서의 물의 밀도는 대략 1,000 kg/m³가 된다. 따라서 본 수치보다 큰 밀도를 갖는 물질은 1보다 큰 비중을 갖는 반면, 이 보다 작은 밀도를 갖는 물질은 1보다 작은 비중을 갖는다. 비중은 두 밀도의 비율이기 때문에 무차원의 변수이며 단위를 갖지 않는다. 따라서 이 경우 '비(Specific)'의 용어는 물질의 단위 질량의 특성을 나타내지 않는다. 비중은 또한 물질의 상대 밀도로도 알려져 있다.

$$\text{비중} = \frac{\text{물체의 밀도 } (\rho_s)}{\text{물의 밀도 } (\rho_w)}$$

◆ 열, 일 그리고 에너지

에너지는 종종 일을 할 수 있는 능력으로 표시된다. 기계적 움직임에 의한 에너지의 전달을 일이라고 부른다. 일과 에너지를 위한 SI 단위는 줄 (Joule: J)이며, 1 Nm으로 정의된다. 기계적 일의 양은 뉴턴 역학으로부터

유도되는 식에 의해 다음과 같이 정의될 수 있다.

$$\text{일} = \text{힘} \times \text{변위량}$$

이는 또한 다음과 같이 적용된 압력과 변위된 부피의 산출물로도 표시될 수 있다.

$$\text{일} = \text{적용 압력} \times \text{변위된 부피}$$

◆ 비엔탈피

이것은 주어진 시간 및 조건에서, 압력 및 온도에 기인하는(물이나 스팀과 같은) 유체의 총에너지를 일컫는 용어이다. 더욱 구체적으로 이는 내부 에너지 및 적용 압력에 의해 생기는 일 에너지를 합산한 수치가 된다. 측정 기본 단위는 줄(Joule: J)이다. 1 줄의 에너지의 양은 매우 적기 때문에 통상 킬로줄(Kilojoules, kJ = 1,000 줄)을 사용한다. 비엔탈피는 단위 질량의 총에너지를 측정한 수치로서 단위는 통상 kJ/kg로서 표시한다.

◆ 비열

비열은 1 kg을 1 °C만큼 올리기 위해 필요한 에너지 양을 말하며, 물질의 열 흡수 능력으로 간주될 수 있다. 따라서 비열의 SI 단위들은 kJ/kg K (kJ/kg °C)이다. 물은 다른 유체들에 비해 큰 비열(4.19 kJ/kg °C)을 가지며, 이는 물과 스팀이 왜 좋은 열매체로 간주되는지에 대한 이유이기도 하다.

스팀의 물리적 성질

온도가 증가하고 물이 비등 조건에 가까워지면서 분자들은 순간적으로 액체를 탈출하여 표면 위의 공간으로 진출할 수 있는 속도를 얻기에 충분한 운동 에너지를 확보하게 된다. 추가적으로 공급되는 열은 액체를 떠날 수 있는 충분한 에너지를 가진 분자의 수를 증가시킨다.

물이 그 비등점까지 가열되면서 스팀의 거품은 자체적으로 형성되어 표면을 뚫고 나가기 위해 상승하게 된다. 액체와 기체의 분자 구조를 감안할 때, 논리적으로는 스팀의 밀도가 물의 밀도에 비해 훨씬 적으며, 이는 스팀 분자간 거리가 더 멀기 때문이다. 물 표면 위의 공간은 곧 밀도가 낮은 스팀 분자들로 채워지게 된다. 액체표면을 떠나는 분자의 수가 재 진입하는 분자의 수보다 많아지게 되는 경우 물은 자유롭게 증발하게 된다.

이 시점에서 결국 열에너지에 의해 포화 상태가 되면서 비등점 혹은 포화 온도에 도달하게 된다. 만일 압력이 일정하게 유지될 경우, 추가적인 열의 공급은 온도를 상승시키지는 못하지만, 대신 물이 포화스팀으로 변

하게 한다. 동일한 시스템 내에서 끓는 물과 포화증기의 온도는 동일하다. 그러나 단위 질량 당 열에너지는 스팀이 훨씬 크다.

대기압에서 포화 온도는 100°C이다. 그러나 만일 압력이 증가할 경우, 더욱 많은 양의 열 공급을 허용하게 되어 상태의 변화 없이 온도를 상승시키게 된다. 따라서 압력을 효과적으로 증가시킬 경우, 이는 물의 엔탈피 그리고 포화 온도를 함께 상승시키게 된다. 포화 온도와 압력간의 관계는 포화증기 곡선에 제시되어 있다. (그림 3 참조)



그림 3. 포화증기 곡선

◆ 스팀 엔탈피

이것은 비등 온도에서 물의 상태를 스팀으로 변화시키기 위해 필요로 하는 열량을 말한다. 이 경우 스팀 / 물 혼합체의 온도는 전혀 변화하지 않으며, 모든 에너지는 액체(물)에서 스팀(포화증기)로 상태를 변화시키기 위해 사용될 뿐이다. 잠열이라는 구 용어는 비록 열이 추가되더라도 온도에는 전혀 변화가 없었다는 사실에 근거한 것이다. 그러나 현재는 스팀 엔탈피라는 용어로 통용된다.

◆ 건도

동일한 압력에서 비등점과 같은 온도의 스팀을 건포화증기라고 부른다. 그러나, 포화증기 생성을 위해 설계된 산업용 보일러에서 100%의 건증기를 생산하는 것은 거의 불가능하며, 스팀은 통상 수분을 함유하게 된다. 실제로는 난류 및 튀는 현상으로 인해 스팀 거품이 물 표면으로 터져 나오면서, 수분 입자와 스팀의 혼합체가 스팀 공간을 차지하게 된다. 모든 노통 연관 보일러의 경우, 열이 물에만 한정적으로 공급되고 스팀이 물 표면과의 접촉을 유지하고 있는 상태라면, 생성된 스팀은 질량 기준으로 약 5%의 물을 함유하는 것이 일반적이다. 스팀의 물 함량이 질량 기준 5% 라면, 스팀의 95%가 건조한 상태에 따라서 0.95의 건도를 갖는다. 실제적인 습증기의 증발 엔탈피는 건도(χ)와 포화증기표로부터 얻은 비엔탈피(h_{fg})의 곱이다.

$$\begin{aligned} \text{실제 증발 엔탈피} &= h_{fg}\chi \\ \text{실제 전체 증발 엔탈피} &= h_f + h_{fg}\chi \end{aligned}$$

◆ 재증발증기

재증발증기는 통상적으로 응축수 리시버 벤트 및 스팀트랩을 통해 개방된 응축수 배출라인으로부터 분출되는 스팀을 말한다. 물이 고압에서 저압으로 강하될 때는 언제나 생성된다. 단, 만일 고압수의 온도가 저압에서의 포화 온도에 비해 낮을 때는, 재증발증기는 생성되지 않는다. 응축수가 스팀트랩을 통과할 경우, 통상 트랩 전단의 온도는 재증발증기를 생성할 만큼 충분히 높은 온도를 유지하게 된다.

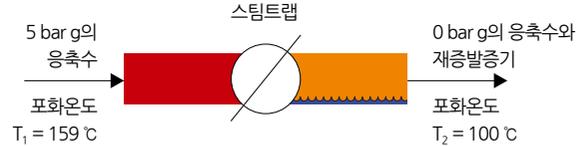


그림 4. $T_1 > T_2$ 이기 때문에 재증발증기가 생성된다.

◆ 과열증기

보일러에서 생성된 포화증기가 더 높은 온도의 표면에 노출될 경우, 그 온도는 증발 온도 이상으로 상승하게 된다. 스팀은 이때 초과되는 온도 수치만큼 과열되었다고 하며, 이를 과열증기라 부른다.

열 전달

스팀 가열 시스템에서 스팀의 생성 및 공급의 목적은 주로 공정의 열 전달면에 열을 공급하기 위한 것이다. 필요로 하는 열량과 스팀 압력을 안다면 이에 필요한 스팀 사용량을 결정할 수 있다. 아울러 보일러 및 스팀 공급 시스템의 크기도 결정할 수 있다.

열 전달 형태

온도 차이가 있는 경우 매체 내에서 혹은 매체 사이에서 열 전달이 발생하게 된다. 이는 전도, 대류 또는 복사의 형태로 나타나게 된다.

◆ 전도

고체 형태 혹은 정체된 유체 내에 온도 차이가 존재하는 경우 발생하는 열 전달을 '전도'라고 부른다. 유체 내에서 인접한 분자들이 서로 충돌할 경우, 에너지는 에너지가 강한 분자에서 약한 분자로 전달된다. 온도가 높을수록 더욱 높은 에너지를 동반하기 때문에 전도는 온도가 낮은 방향으로 진행될 수 밖에 없다.

이러한 현상은 액체 및 기체에서도 볼 수 있다. 그러나 액체의 경우, 기체에 비해 분자 간의 거리가 더욱 가깝기 때문에 분자의 상호 작용이 더욱 강하며 빈번하다. 반면 고체에서는 자유전자 및 격자구조내 진동에 의해 전도가 발생된다. 전도에 의한 열전달을 표현하기 위해 사용된 식은

‘푸리에 법칙’으로 부르고 있다. 일차원 평면의 벽에서 안정적 상태에서 선형적으로 온도 차이가 존재할 경우 이는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\dot{Q} = kA \frac{\Delta T}{x}$$

\dot{Q}	단위시간 당 열 전달량 (W)
k	열 전도율 (W/mK 또는 W/m°C)
A	전열 면적 (m ²)
ΔT	재질의 온도 차 (K 또는 °C)
x	재질 두께 (m)

열 전도율 (W/m°C)			
물질	25 °C 기준	125 °C 기준	125 °C 기준
철	80	68	60
저 탄소강	54	51	47
스테인리스강	16	17.5	19
텅스텐	180	160	150
백금	70	71	72
알루미늄	250	255	250
금	310	312	310
은	420	418	415
동	401	400	398

◆ 대류

온도 차이가 있을 때 고체 표면과 흐르는 유체 사이에 발생하는 열에너지의 전달을 ‘대류’라고한다. 이는 실제로 확산 메커니즘과 벌크 상태의 분자 운동의 결합이라고 할 수 있다.

유체 속도가 낮은 고체면 가까이에서는 확산(또는 임의적인 분자의 이동)의 활동이 활발히 진행된다. 그러나, 표면으로부터 떨어져 있는 곳에서는 벌크성 이동이 활발히 진행된다. 대류 열 전달은 강제 대류 혹은 자연 대류의 형태를 취하게 된다. 강제 대류는 유체 흐름이 펌프 혹은 교반기와 같은 외부의 힘에 의해 이루어지는 경우 발생한다. 반면 자연 대류는 유체 내의 온도 변화에 의한 밀도 차에 기인되는 부력에 의해 발생한다. 비등 또는 응축과 같은 상(Phase) 변화에 의해 초래되는 열에너지의 전달 또한 대류 열 전달 과정이라고도 부른다. 대류에 관한 식은 뉴턴의 냉각 법칙에서 도출되었다.

$$\dot{Q} = hA\Delta T$$

\dot{Q}	단위시간 당 열 전달량 (W)
h	대류 열 전달 계수 (W/m ² K 또는 W/m ² °C)
A	전열 면적 (m ²)
ΔT	고체 표면과 유체 간의 온도 차 (K 또는 °C)

◆ 복사

전자기파의 형태로서, 표면으로부터 에너지의 방출로 인한 열 전달을

‘복사’라고 부른다. 간섭하는 매체가 없을 경우, 온도차가 있는 두 개의 표면 사이에는 열이 전달된다. 이러한 형태의 열 전달은 하나의 물질적 매체에 의존하지 않게 되며, 실제로 진공 상태에서 가장 효율적이다.

일반적인 열 전달 식

대부분 실제 상황에서는 모든 에너지가 한가지 형태의 열 전달만으로 전달되지 않는다. 전체 열 전달 과정은 통상 두 개 혹은 더 다양한 메커니즘이 결합되어 있다. 설계 단계에서 전열면을 통과한 열 전달량을 계산하기 위해 사용되는 일반적인 식은 아래와 같다.

$$\dot{Q} = UA\Delta T$$

\dot{Q}	단위시간 당 열 전달량 (W (J/s))
U	총괄전열계수 (W/m ² K 또는 W/m ² °C)
A	전열 면적 (m ²)
ΔT	1차와 2차 유체 간의 평균 온도 차 (K 또는 °C)

◆ 총괄전열계수 (U)

이것은 고체의 전열면에 의해 분리되는 두 개의 유체 사이의 전도 및 대류 저항을 고려한 것이다. 총괄전열계수는 열 전달에 대해 각각의 열저항의 합인 총괄열저항의 역수이다.

총괄전열계수는 또한 열 전달 과정에서 오염의 정도를 고려할 수 있다. 열 전달 표면의 필름막 또는 스케일의 침적은 상당한 정도로 열 전달량을 감소시킨다. 오염 계수는 유체와 벽 사이에 발생하는 유체의 불순물, 녹 형성물 혹은 기타 반응물에 의해 야기되는 추가적인 열저항을 나타낸다. 각각의 전열계수의 크기는 열 전달 과정, 유체의 물리적 특성, 유체의 유량 및 열 전달 표면의 물리적 형태에 따라 다르다. 열교환기 배열은 열 전달 면적이 결정되어야 정할 수 있기 때문에 열교환기의 디자인은 필연적으로 반복적인 절차를 형성하게 된다. 이러한 절차를 위한 출발점에서는 통상 다양한 유형의 열교환기의 총괄전열계수에 대해 대표값을 선택한다. 각각의 전열계수에 대한 정확한 계산은 그 복잡한 절차 때문에 대부분의 경우 일부의 알려지지 않는 변수로 인해 불가능하다. 따라서 확립된 총괄전열계수의 대표값을 사용하면 실무적인 목적에 적합하다.

◆ 온도차 (ΔT)

뉴턴의 냉각 법칙은 열 전달량이 온도가 높은 매체와 낮은 매체간의 온도차와 관계가 있음을 말한다. 열 전달 과정에서 이러한 온도차는 위치 혹은 시간에 따라 변화하게 된다. 일반적인 열 전달 식은 뉴턴의 냉각 법칙의 확대 개념으로 발전된 것이며, 이 경우 평균 온도차는 주어진 열량을 만족시키기 위해 필요한 전열 면적을 확정하기 위해 사용된다.

◆ 평균 온도차 (ΔT_M)

열교환기와 같은 흐름 형태 과정에서의 평균 온도차의 계산은 흐름의 방향에 따라 다르다. 1차 및 2차 유체는 동일한 방향(병류 / Co-current flow), 반대 방향(Counter-current flow), 또는 상호 교차 방향(Cross-flow)으로 흐를 수 있다. 포화증기를 사용할 경우, 1차측 유체의 온도는 열이 상(Phase) 변화만의 결과로서 전달되기 때문에 일정할 수 있다. 그 결과 온도 분포는 유체 흐름 방향에 따라 더 이상 변화하지 않게 된다. 그러나 2차측 유체가 열 전달 표면을 스쳐가기 때문에 최대의 열 전달량은 인입부에서 발생하게 되며, 점차 그 통로를 따라 토출부에 이르러서는 감소된다. 이것은 단순히 스팀과 2차측 유체 사이의 온도차가 2차측 온도의 상승으로 인해 감소되기 때문이다. 스팀 및 2차측 유체의 온도 변화의 결과치는 대표적으로 그림 5와 같이 나타난다.

2차측 온도의 상승은 비선형으로서 대수적 계산 방법에 의해 잘 표현될 수 있다. 이러한 목적을 위해 선택된 평균 온도차를 대수평균 온도차 혹은 LMTD 또는 ΔT_{LM} 로 표시할 수 있다.

평균 온도차를 산출할 수 있는 더욱 쉬운(그러나 정확도는 떨어지는) 방법은 산술평균 온도차 혹은 AMTD나 ΔT_{AM} 을 이용하는 방법이다. 이것은 2차측 유체 온도가 선형적으로 증가하는 것을 가정하는 것으로서 편의상 대략 만족할 만한 평균 온도차를 사용할 수 있다. AMTD 온도 변화는 그림 6에서 설명되는 바와 같다.

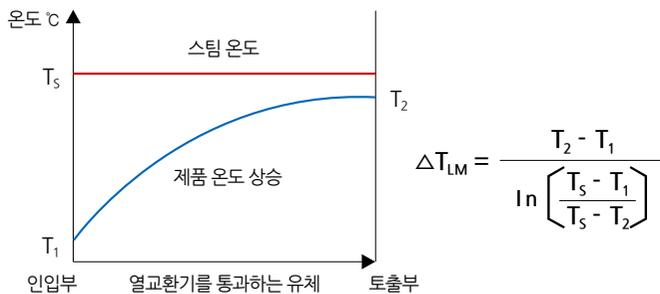


그림 5. 대수평균 온도차 (LMTD)

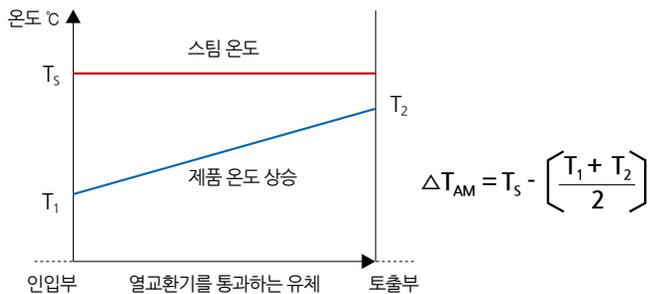


그림 6. 산술평균 온도차 (AMTD)

과열증기 열 전달

과열증기는 공정 열교환기와 기타 가열 공정에서 사용이 가능한가?

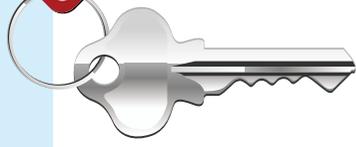
비록 열전달을 위한 이상적인 매체는 아니지만, 과열증기는 종종 세계 도처의 많은 스팀 설비에서 공정 가열을 위해 사용되고 있으며, 이는 특히 오일 및 석유 화학제품을 생산하는 HPI(탄화수소공정 산업)에서 두드러진 추세이다. 이는 가열 목적으로서 포화증기보다 더 낫다기 보다는 오히려 과열증기가 터빈용으로 선호되고 있는 에너지원으로서, 발전용 현장에서 이미 보편화되어 있기 때문으로 보인다.

이러한 관점에서 이를 보다 명확히 해보면 대부분의 경우 열 전달 공정에서는 일부러 과열증기의 과열도를 저감(Desuperheat)시켜서라도 반드시 포화증기를 사용해야 한다. HPI 업계에서는 종종 스팀을 10° C 이내의 한도까지 과열도를 저감시켜준다. 이러한 경미한 정도의 과열은 가열 표면의 초반부에서 바로 제거된다. 그 이상의 과열은 취급하기가 더욱 어렵고 종종 비경제적이며, 따라서 가열 목적로서는 이를 피하고 있는 실정이다. 과열증기가 포화증기만큼 공정 가열에 적합하지는 못하다는 것에는 꽤 많은 이유가 있다. 과열증기는 응축되면서 잠열(스팀 엔탈피)을 제공하기 전에 일단 포화온도까지 냉각되지 않으면 안된다. 이 경우 과열증기가 포화온도까지 냉각되면서 제공하는 열의 양은 증발 엔탈피에 비하여 상대적으로 적다. 만일 스팀이 경미한 정도의 과열도만을 가지고 있다면, 이러한 소량의 열은 응축되기도 전에 순식간에 빼앗기게 된다. 그러나 만일 스팀이 높은 과열도를 유지하고 있다면 이는 상대적으로 장기간 동안 냉각 시간을 갖게 되며, 따라서 그 동안 스팀은 매우 적은 양의 에너지를 방출하게 될 것이다.

포화증기와 달리 과열증기의 온도는 일정하지 않다. 이것은 과열증기에서는 열 전달 표면 위에서 온도 변화가 발생함을 의미한다. 열교환기에 있어서는 과열증기를 사용할 경우 튜브 시트 근처에 건벽비등 구간을 형성시킬 수 있다. 이러한 건벽 면적은 이내 스케일을 형성하거나 혹은 막히게 됨으로써 튜브를 못쓰게 만들 수 있다. 이것은 열 전달 사용처에 있어서 높은 과열도를 가진 스팀은 유용하지 않음을 명확하게 나타내는 것으로서 다음과 같은 단점을 들 수 있다.

- 포화온도로 냉각될 때까지 열을 거의 방출하지 않는다.
- 포화온도로 냉각되면서 열 전달 표면 위에서 온도 변화를 생성한다.
- 스팀은 과열되어 있는 반면, 열 전달율은 저조하다.
- 비교적 넓은 열 전달 면적을 필요로 한다.

이상으로 스팀의 물리적 특성 및 열 전달에 대해 알아보았고 다음 호에서는 <보일러의 이해>로 계속 됩니다. **S**



4
FOUR

Key Solution No.

고온 응축수 재증발증기 리사이클 시스템 적용



한국스파이렉스사코(주)
SGS총괄지원팀 이상윤 부장

한국스파이렉스사코에서는 고객 여러분 현장에 딱 맞는 해법을 제공하기 위하여 그 동안 제안되었던 내용에 축적된 기술을 한층 더 심화한 “Key Solution (Best 성공사례)”을 추진하고있다. 122호부터 선정된 5가지 솔루션을 차례로 소개하고 있으며 이번 호에서는 <고온 응축수 재증발증기 리사이클 시스템>에 대한 적용방법, 적용 가능한 공정 및 산업, 실제 성공 사례에 대해 소개하고자 한다.

스팀을 이용하여 가열하는 공정에서 배출되는 스팀 응축수 온도는 피가열체의 요구 온도와 열교환기의 전열면적과 관계가 있다. 즉 피가열체의 온도가 높고, 열교환기 전열면적이 작을수록 높은 온도로 응축수가 배출된다.

이때 “높은 온도, 큰 현열을 보유한 응축수를 어떻게 재이용할 것인가?”에 대한 고민을 할 수 밖에 없는 것이 바로 “재증발증기” 때문일 것이다. 재증발증기란 물이 고압(또는 저압액체의 포화온도에 비해 높은 온도)에서 저압으로 강하될 때 발생하는 스팀, 혹은 고압의 응축수 현열과 저압의 현열 차이로 물이 재증발하여 발생된 스팀을 말한다. 즉 스팀을 사용하는 공정에서 피가열체 요구온도가 높을수록, 스팀 사용량이 많을수록 대기압 상태로의 재증발증기의 발생량은 많아진다. 그렇다면 재증발증기 발생량은 어떻게 계산할 수 있을까? 다음 예를 통해 확인해 보자. 그림 1에서 응축수는 현열 열교환이 없다고 가정할 때 7 bar g 170 ℃인

Key Solution 2020

1. 저장탱크 히팅코일의 스팀 응축수 배출 개선 (124호)
2. 병원 CSG (Clean Steam Generator) 확대 보급 (122호)
3. 스팀 품질 (건도) 모니터링 (126호 예정)
4. 고온 응축수 재증발증기 리사이클 시스템 적용
5. 진공 시스템에서의 응축수 배출 (123호)

포화수 상태로 트랩에 유입된다. 이때 포화수의 열량(현열)은 721 kJ/kg (= 172 kcal/kg)이다. 스팀트랩을 통과한 후 응축수 회수관의 압력이 0 bar g이므로 이 압력에서 포화수가 보유할 수 있는 최대 열량(현열)은 419 kJ/kg (= 100 kcal/kg)이고, 최대 온도는 100 ℃이다. 즉 302 kJ/kg (721-419)의 열이 과잉으로 존재하고 이 열량으로 인해 응축수의 일부가 증발하여 스팀이 된다.

0 bar g에서 1kg의 물이 동일 온도의 포화증기 1 kg이 되기 위해 필요한 열량(잠열)은 2,275 kJ/kg (= 539 kcal/kg)이다. 그러므로 302 kJ/kg ÷ 2,275 kJ/kg = 0.134 kg/kg (13.4 %)의 재증발증기가 발생된다. 그림 1과 같은 자칫술이 1,000 kg/hr의 스팀을 사용하고 있다면 0 bar g에서 방출되는 재증발증기의 양은 다음과 같이 계산된다.

$$0.134 \times 1,000 \text{ kg/h} = 134 \text{ kg/hr}$$

앞서 설명한 스팀 계산과정은 그림 2 재증발증기 그래프에서 쉽게 찾아

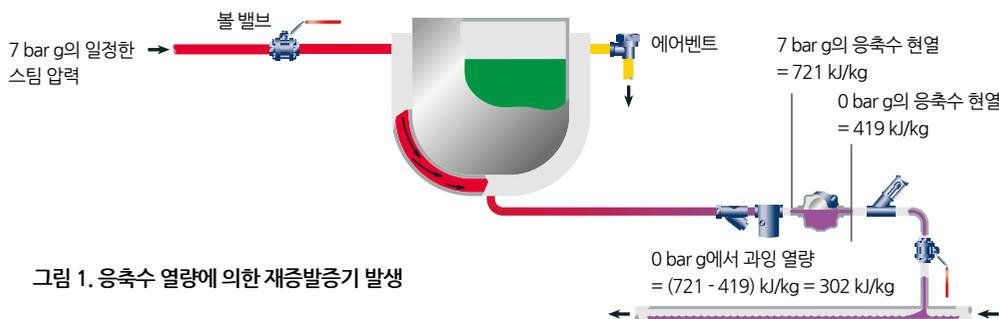


그림 1. 응축수 열량에 의한 재증발증기 발생

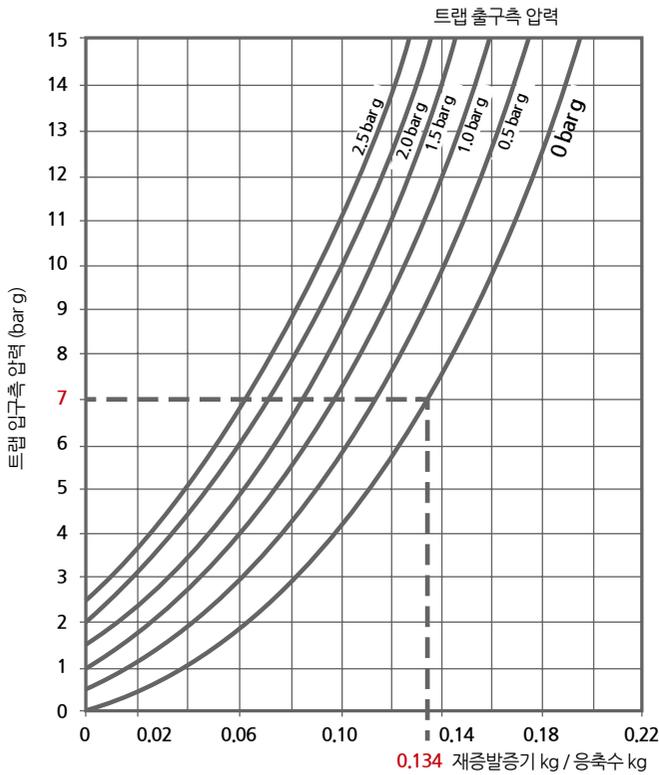


그림 2. 재증발증기 그래프

볼 수 있다. 이렇게 발생된 재증발증기를 포함하여 고온의 스팀 응축수를 어떻게 재이용할 것인가의 답은 다음과 같이 3가지로 나눌 수 있다.

① 고온의 응축수를 후래쉬 베셀을 통해 재증발시키고 이를 저압의 스팀을 사용하는 다른 공정에 재이용

이 방법은 가장 전형적인 방법의 고온 응축수 현열 재이용 방법이다. 후래쉬 베셀(응축수에서 재증발증기를 분리하는 설비, Flash vessel)을 이용하여 고온의 응축수와 재증발증기가 후래쉬 베셀에 유입되면 응축수는 중력으로 바닥으로 떨어져 트랩을 통해 배출되고, 후래쉬 베셀 상부로는 저압의 재증발증기가 배출되게 된다.

그림 3에서와 같이 중압 스팀을 사용하는 자켓설 설비에서 배출되는 응축수를 후래쉬 베셀로 공급하고 발생된 재증발증기를 저압 스팀을 사용하는 에어히터에 공급할 수 있다. 이렇게 발생된 재증발증기는 공급과 수요가 일치해야 최대한 사용할 수 있다. 난방을 하는 동절기에는 에어히터에 충분한 스팀을 사용하므로 회수된 재증발증기를 모두 사용할 수 있으나 그렇지 않은 하절기는 문제가 될 수 있다. 즉 계절의 변수, 발생과 사용시간에 대한 변수 및 발생량과 사용량의 변수가 모두 고려되어야 에너지 절감을 극대화할 수 있다.

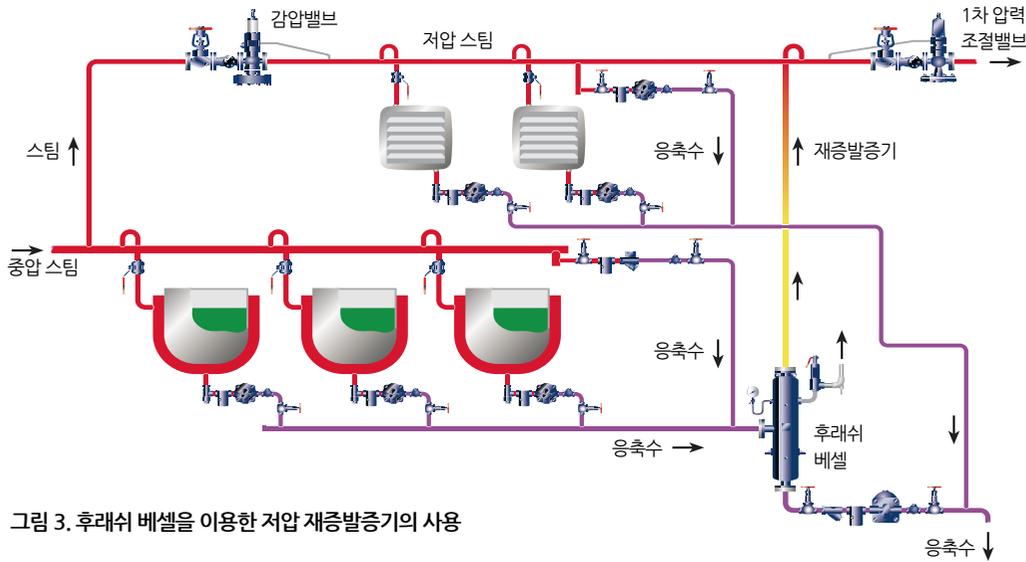


그림 3. 후래쉬 베셀을 이용한 저압 재증발증기의 사용

② 재증발된 스팀을 TVR (Thermo Vapor Re-compressor ; 스팀 압축기)을 이용하여 고압으로 압축한 후 해당 공정에 재이용

저압의 재증발증기를 압축하여 재이용하는 것은 방법 ①에 비해 아래와 같은 이점이 있다.

첫째 저압의 재증발증기 발생량 대비 사용처 사용량에 밸런스(재증발증기량 및 시간)가 맞지 않아 충분히 사용하지 못할 때 압축을 통해 사용처를 확대할 수 있다.

둘째 TVR을 사용하면 그렇지 않을 때 보다 많은 양의 재증발증기를 생산할 수 있다. 즉 TVR의 압축 특성을 이용하는 것으로 가령 7 barg (포화온

도 170 °C) 응축수로 재증발증기를 1 bar g (포화온도 111.4 °C) 생산할 경우 9.4 %의 재증발증기가 발생되나, 0 bar g (포화온도 100 °C)로 재증발시킬 경우 13.4 %의 재증발증기가 발생할 수 있고, 고압으로 압축하여 1 bar g 스팀을 공급하게 되면 응축수 현열을 최대한 많이 사용할 수 있다. 이렇게 TVR 시스템을 적용할 때 반드시 고려해야 할 점이 있다. 바로 저압 스팀을 압축하기 위해 고압 스팀이 필요하다는 것과 압축하여 생성된 중압 스팀의 사용처가 충분히 확보되어야 한다.

일반적으로 TVR을 이용하여 저압 스팀을 압축 공급하는 방법은 다음과 같은 두 가지 경우이다.

Case 1. 여러 설비에서 트랩을 통해 배출된 응축수를 저압으로 재증발시키고 TVR을 이용하여 압축, 저압 스팀 헤더로 공급하는 시스템

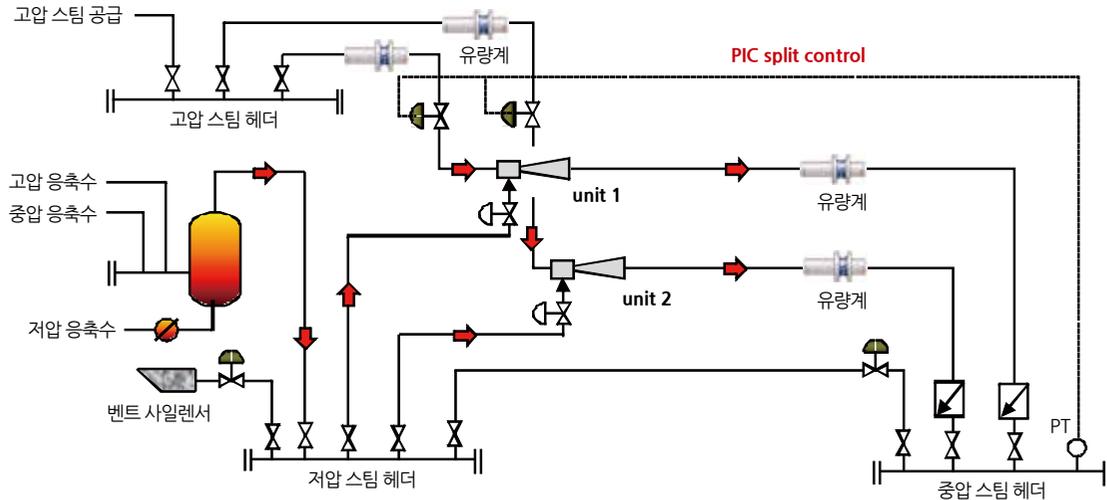


그림 4. 저압 스팀을 압축하여 중압 스팀으로 공급

그림 4에서와 같이 각 공정에서 배출된 고압 스팀의 응축수는 저압(LS) 스팀 헤더로 공급된다. 이때 저압 스팀 공급량 대비 사용량의 밸런스가 맞지 않으면 벤트 사일렌서(Vent Silencer)로 버려질 수 있는데, TVR에서 저압 스팀(LS)을 고압 스팀(HS)으로 압축시켜 중압 스팀(MS)을 생산하여 공급한다면 벤트되어 버려지는 스팀을 최소화할 수 있다.

Case 2. 설비에서 발생된 저압 스팀을 압축하여 해당 설비에 그대로 사용하는 시스템을 구축하는 것이다. 즉 열 사용 설비에서 배출되는 수의 재증발증기를 압축하여 열교환기로 리사이클(재이용)하는 시스템을 구축
그림 5와 같이 E-304에서 배출되는 응축수를 밸브를 통해 제어하고 후래쉬 베셀에서 재증발시켜 TVR로 압축하여 응축열을 재순환할 수 있다. 이때 TVR에 고압 스팀(Motive Steam)이 공급되면서 베르누이 정의*에

의해 동압이 상승하게 되고 상대적으로 정압은 떨어지게 된다. 즉 정압에 해당되는 후래쉬 베셀의 압력이 낮아지게 되면서 자연스럽게 응축수 재증발증기가 발생되어 TVR로 빨려 들어가면서 압축이 시작된다. 이렇게 열사용 설비에서의 응축수 현열 리사이클 시스템을 적용하는 대표적인 설비가 화장지를 건조하는 건조설비(양키드라이어) 일 것이다.

*** 베르누이 정의:**
유체가 흐르는 속도와 압력, 높이의 관계를 수량적으로 나타낸 법칙으로 유체의 위치에너지와 운동에너지의 합이 항상 일정하다는 성질을 이용한 것.
동압 + 정압 = 항상 일정

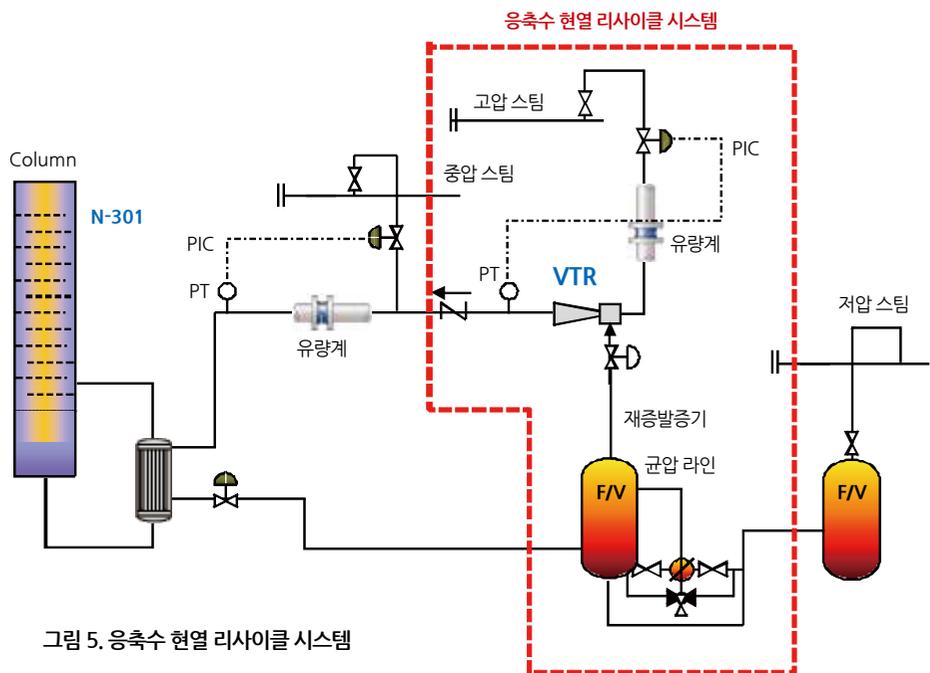


그림 5. 응축수 현열 리사이클 시스템

양키 드라이어는 높은 온도(약 160~180℃)에서 순간적으로 화장지 수분을 증발시켜 건조해야 하므로 응축수 배출 온도가 높고 스팀 용량이 많다. 여기에 TVR을 설치하고, 응축수의 재증발증기를 회수하여 압축 공급하는 시스템을 설치하는 것은 현재 일반적인 기술이 되어 있다. 그렇

다면 해당 시스템을 확대할 수는 없을까? 그 답은 “가능하며 할 수 있다” 일 것이다. 단 저압 스팀을 회수하여 고압 스팀으로 압축해야 하는 만큼 스팀 사용량이 충분히 많아야 하며, 응축수 배출 온도 또한 높은 것이 시스템 설계에 유리하다.

③ 고온의 스팀 응축수를 고온, 고압의 상태로 보일러 탈기기로 가열하고 있는 공정에 재이용

일반적으로 고압 스팀, 중압 스팀 및 저압 스팀을 사용하는 공정에서 고압 스팀의 응축수는 후래쉬 베셀을 통해 중압 스팀을 생성하여 공급하고, 중압 스팀 응축수는 저압 스팀을 생성하는 시스템이 구축되어 있다. 그렇다면 저압 스팀 (2 bar g로 가정)을 발생하고 배출되는 132℃ 현열의 응축수는 어떻게 활용하는 것이 좋을까를 고민하게 된다. 만약 132℃ 응축수를 대기압의 응축수 탱크로 보내게 된다면 현열 차이에 따른 재증발증기가 배출되는 것은 당연하다.

이때 방법 ①을 이용하여 압축하거나, 차가운 보일러 급수에 흡수시키는 등의 방법(당사 Application 2 벤트 스팀 회수 시스템 참조)을 사용할 수 있다.

그러나 보일러가 운전 중이며 탈기기가 있다면 132℃ 응축수를 대기압 탱크로 보내기보다는 보일러에 직접 급수로 공급하거나, 탈기기 급수로 공급할 수 있다. 즉 고온의 응축수로 가압되었으며, 승온이 필요한 공정에 직접 공급하는 방법이다. 그림 6은 고온의 응축수를 대기압의 응축수 탱크로 보내지 않고 탈기기로 바로 송수하여 에너지를 절감한 사례이다.

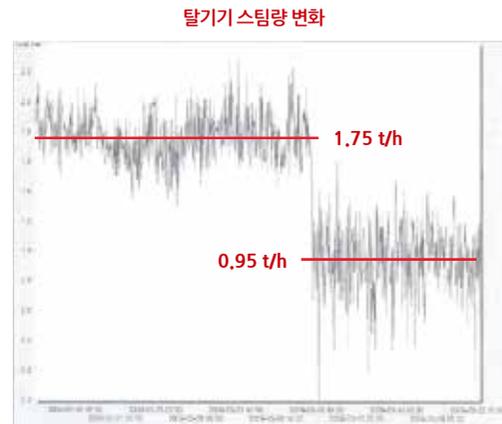
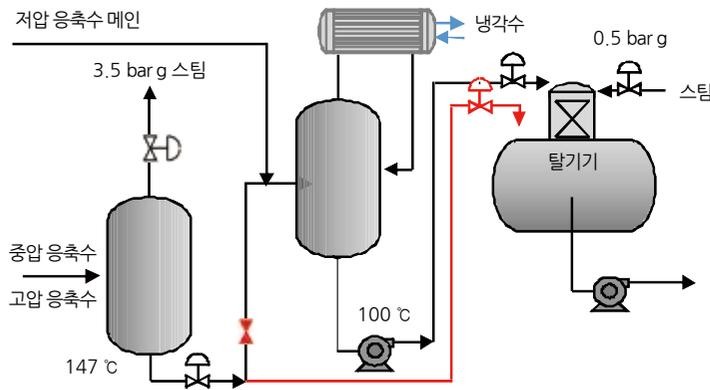


그림 6. 고온 응축수 탈기기로 급수

적용 가능 산업		
석유화학산업	방법 ①, ②, ③ 모두 적용 가능	특히 방법 ②의 경우 스팀 사용량이 많고 응축수 배출온도가 높은 리보일러에 적합
제지산업	방법 ②	화장지 및 백상지 등 제지를 생산하는 공정에서 Drainage 시스템을 개선
육가공산업	방법 ②, ③	육가공 후 부산물 건조공정 또는 재가공 공정
기타 산업	방법 ②	단일 설비로 스팀 5 ton/hr 이상 140℃ 이상의 응축수가 배출되는 공정이라면 방법 ② 적용 가능

지금까지 소개한 고온 응축수 재증발증기 리사이클 시스템의 적용 가능한 산업은 위와 같으며 제시한 산업 외 현장 여건에 따라 적용하는 방법이 다양할 수 있으니 당사 영업소 및 담당 기술영업사원에게 요청한다면 집단지성을 발휘하여 도움을 드릴 수 있다.

스팀 응축수는 스팀 사용 압력에 따라 다르나 스팀 열량 대비 최대 25%의 많은 현열을 보유하고 있다. 응축수를 효율적으로 회수하여 재이용하는 것이 에너지 절감에 첫 단추임을 다시 한번 강조드린다.

사례 1. 경북 A사 재증발증기 리사이클 시스템 구축

경북 A사의 경우 내장 Cooker1, 2호 및 PED Dryer에서 배출되는 응축수 재증발증기를 압축하여 3 bar g 스팀을 생산, 저압 공정에 재 이용하는 시스템을 제안하였으며 적용을 검토하고 있다.

본 공정의 경우 3 bar g 저압 스팀을 탕적용으로 사용할 수 있으므로 방법 ②번 자체 리사이클 시스템을 단독으로 적용하지 않고 방법 ①, ②, ③을 모두 혼합하여 개선 제안을 하였다.

육가공(가금류 가공) 공정의 경우 전체 스팀 사용량의 약 60 %를 후처리 공정(랜더링, 부산물 건조)에 사용한다. 아울러 나머지 40 %는 탕적(깃털 제거) 공정 및 온수 공정에 대부분 사용하므로 응축수 회수율이 높아 응축수 회수 탱크에서 벤트 스팀이 다량 발생하는 경향이 있다.

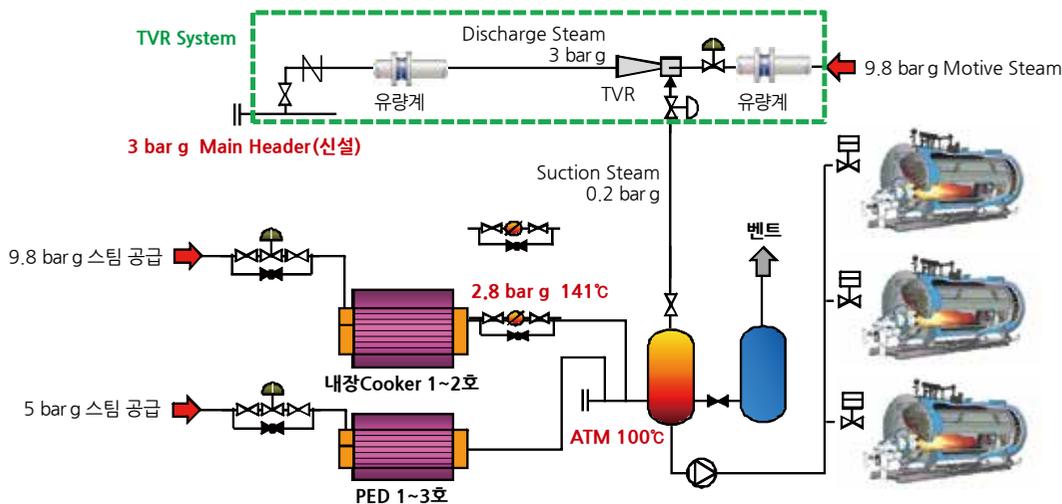
따라서 그림과 같이 응축수 현열을 최대한 사용할 수 있는 TVR 압축 시스템과 고온의 응축수를 대기압 탱크 대신 보일러로 Direct 급수하

여 최대한 재증발증기 발생을 줄이는 것이 필요하다.

국내 육가공 회사 여러 곳을 진단하여 보면 아래와 같이 비슷하게 시스템이 구성되어 있으나 대부분 제대로 가동하지 못하고 있다.

제대로 사용하지 못하는 주요 원인

1. TVR 스팀 압축기의 오버 사이징으로 운전 효율 저하
(설계 용량을 100 % 이상으로 설계하여 제대로 압축되지 않아 생기는 문제가 대부분)
 2. 스팀 생산량과 사용량의 밸런스 불균형
 3. 시스템 제어가 완전 자동화되어야 하는데 그렇지 못하여 발생하는 운전적인 문제
- 만약 여러분 공장에도 동일한 TVR 압축 시스템이 제대로 동작하지 않는다면 당사 엔지니어에게 기술지원 및 진단을 요청 바랍니다.



사례 2. 제지공장 재증발증기 압축 공급 시스템

제지를 생산하는 공정에서의 응축수 배출 시스템은 일반적인 스팀 응축수 시스템과는 다르다. 종이를 건조하는 실린더에 스팀을 공급하고, 응축수는 사이폰으로 배출하여 후래쉬 베셀에서 기액 분리 후 스팀과 응축수는 압력이 낮은 다음 군(Section)으로 보내는 시스템이 바로 스팀 Drainage 시스템이다.

실린더 드라이어에서 트랩을 통해 응축수를 배출할 경우 스팀 록킹(Steam Locking, 스팀 장애)현상으로 원활한 배출이 어렵다.

따라서 실린더의 사이폰으로 소량의 블로우 스팀(Blow Steam)과 함

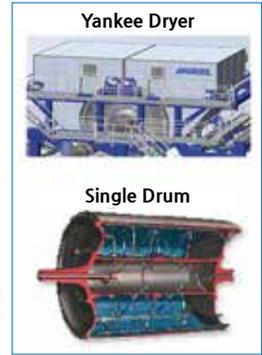
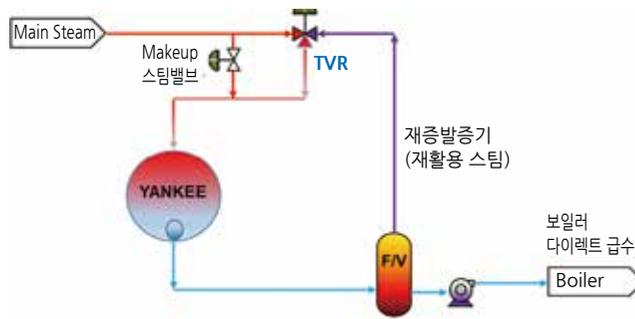
께 응축수를 강제로 배출하는 방식을 사용한다.

그렇다면 이렇게 배출된 브로우 스팀과 재증발증기를 어떻게 사용할 것인가? 바로 방법 ②와 같이 스팀 리사이클 시스템을 사용하는 것이 적합하다.

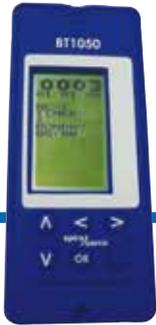
다음 그림은 화장지를 건조하는 양키 드라이어에서 배출되는 재증발증기와 브로우 스팀을 TVR로 압축하여 드라이어에 리사이클하는 시스템이다. 본 시스템을 활용하면 응축수 배출을 원활히 할 수 있으며 재증발증기 및 브로우 스팀을 전량 시스템으로 회수하여 재이용할 수 있다.

국내 제지공장을 진단하여 보면 이와 같은 시스템이 곳곳에 구축되어 있으나 여전히 잘 운전되지 못하는 곳이 있다. 주요 원인은 사례 1번과 동일하다.

본 시스템과 비슷하게 설치되어 있거나, 설치되지 않은 공정을 개선하고자 한다면 당사로 기술 요청해 주시기 바랍니다.



After Service



BT1050

보일러 블로우다운 타이머

* 본 정비 절차는 유튜브에 등록된 동영상을 통해 확인이 가능합니다.
<https://youtu.be/fNqoj1g7aZs>



■ 안전정보

본 제품은 Electromagnetic Compatibility Directive 2004/1087/EC 의 모든 요건을 준수한다. 본 제품은 Class A 환경에 적합하며(예, 산업용) 세부 EMC 평가를 충분히 거쳤다. 다음의 조건들은 산업재해 면책 범위에서 규정한 제한조건에서 벗어나 간섭을 일으킬 수 있으므로 피해야 한다.

- 제품 또는 제품의 결선 케이블이 무전기에 가까이 있다.
- 주 전원에서 과도한 노이즈가 발생된다. 만약 메인 전원에 노이즈가 발생할 가능성이 있는 경우에는 교류 전원 보호기를 설치하여야 한다. 보호기를 여과, 제거, 서지 및 불꽃 어레스터를 조합할 수 있다.
- 휴대폰과 휴대용 라디오를 본 제품이나 제품 결선의 1m 이내에서 사용하면 간섭을 일으킬 수 있다. 실제 필요한 이격 거리는 설치 환경과 무전기의 소비전력에 따라 다를 수 있다.
- 접근 : 안전하게 접근할 수 있어야 하며 필요하다면 제품을 작동하기 전에 적절히 보호할 수 있는 안전한 작업대를 갖추어야 한다.
- 조명 : 특히 세밀하고 복잡한 작업이 필요한 곳에서는 적절한 조명을 갖추어야 한다.
- 제품 주변 환경 : 폭발 위험지역, 산소 부족, 위험한 가스, 극단의 온도, 뜨거운 표면, 화재위험, 과도한 소음, 움직이는 기계 등을 주의 한다.
- 시스템 : 예정된 작업이 전체 시스템에 미치는 영향을 고려하며 시스템의 일부 또는 인체에 위험을 줄 수 있는지를 고려하여 예방 대책을 강구한다.
- 차단 : 시스템의 갑작스러운 충격을 피하기 위해 차단밸브는 천천히 열고 닫아야 한다.
- 압력 : 안전한 작업을 위해서는 작업 구간의 압력을 차단하고 대기압 상태로 안전하게 배기해야 하며 압력계가 0을 지시하더라도 제품 및 시스템에 압력이 없다고 단정지어서는 안된다.
- 온도 : 압력 차단 후 상온으로 냉각될 때까지 대기하여 작업자의 화상을 방지하고, 필요하면 보호 장비를 착용해야 한다.
- 기타 위험 : 정상 운전시 제품의 외부 표면온도가 매우 뜨거울 수 있습니다. 최대한 허용온전 조건에서 사용할 때 제품의 표면 온도가 239 ℃까지 올라갈 수 있으니 설치된 상태에서 제품을 분해하거나 떼어낼 때 특별한 주의를 가져야 한다.
- 폐기 : 이 제품은 재활용이 가능하며, 적절한 폐기 절차에 의하여 폐기한 경우 생태학적 위험은 없다.

■ 기본 정보

BT1050은 하부 블로우다운을 제어하기 위한 타이머이고 하부블로우다운 밸브를 열어서 침전된 고체를 제거하도록 지시한다. 이 고체가 제거되지 않으면 축적되어 보일러에 손상을 일으킬 수 있다. 이 제품은 판넬이나 DIN 레일 또는 사시에 부착할 수 있고 50/60 Hz에서 110 ~ 220 Vac의 공급 전압을 받아 동작한다.

■ 설치 시 주의사항

- 컨트롤러를 설치하기 전에 주 전원 단자가 노출되어 있으므로 주 전원을 차단해야 한다.
- 제품과 함께 공급된 나사만 사용한다.
- 별도의 조치 없이 제품을 옥외에 설치하지 않는다.
- 제품 외함에 구멍을 뚫거나 나사를 사용하지 않도록 한다.

■ 타이머 설정



① 타이머 설정 :
"OK" 3초 누름



② 비밀번호 입력 :
7452



③ MODE :
"▼" 4회 누름



④ CLOCK - 시간 설정 :
"▼▶" 현재 시간 입력



⑤ TIMER-DURATION :
밸브 오픈 시간(초) 입력



⑥ TIMER-START :
타이머 시작 시간
"0" 입력



⑦ TIMER-REPEAT :
반복될 시간 입력



⑧ TIMER-STOP :
타이머 종료 시간
23hrs59mins



⑨ TIMER -DAYS :
요일별 동작 여부

■ 이상 원인 및 조치방법

* 모든 Error 메시지는 "OK" 버튼을 3초간 누르면 사라짐.

현상	원인	조치방법
Power Out	작동 중에 제품에 전원 공급이 끊김	<ul style="list-style-type: none"> • 제품 전원 제거 • 결선 확인 • 전원 공급
Valve failed to open	블로우다운 밸브가 열리지 않음	<ul style="list-style-type: none"> • Input-switch-lift 메뉴에서 정확한 개방 시간 확인 • 테스트 메뉴에서 밸브 스위치 확인 • 결선 확인 • 밸브 작동 확인 • 필요 시 스위치와 밸브 확인 후 교체
Valve failed to close	블로우다운 밸브가 닫히지 않음	<ul style="list-style-type: none"> • Input-switch-closing 메뉴에서 정확한 닫힘 시간 확인 • Input-switch-open을 참조 • 시운전 모드로 들어가서 정확한 패스코드 입력
Data timer X invalid	타이머 데이터가 삭제되었거나 데이터에 오류가 발생함.	<ul style="list-style-type: none"> • 다시 시운전 • 제품이나 결선이 전기적 간섭으로 영향을 받고 있는지 확인



한국스파이렉스사코(주)
서비스영업팀 경유성 차장



“한국스피렉스사코는 COVID-19상황에서도 고객 기술지원과 서비스를 변함없이 제공하고 있습니다.”

그러나 고객의 안전을 최우선으로 생각하여 9월까지 기술연수원 교육 일정을 일부 연기하거나 취소하였습니다.
10월부터 정상 진행할 예정이나 사태 악화에 따라 일정이 변경될 수 있사오니 신청 전에 반드시 확인하여 주시기 바랍니다.
자세한 사항은 당사 홈페이지 www.spiraxsarco.com/global/kr 또는 기술연수원 담당자(T. 032-820-3080)에게 문의하여 주시기 바랍니다.



Steam Trap
Audit

2020 스팀트랩 진단사 자격 검정 안내

* 6월 17 ~ 19일 과정은 취소되었습니다.

등급	내용	2020년 일정		기간	교육비 (검정료, VAT 포함)
Level 1	스팀의 발생, 성질, 이용방법 스팀트랩 종류, 작동원리, 설치, 진단방법, 검정방법 스팀트랩 진단기 종류, 구조, 작동원리	회차	교육 및 검정	3일 출퇴근 (16시간)	220,000원
		33회	11. 18 (수) ~ 20 (금)	2박 3일	616,000원 (2인 1실) 715,000원 (1인 1실)

* 출퇴근과 숙박 중에 선택하실 수 있으며, 숙박 시 교육비가 추가됩니다. COVID-19로 인해 가급적 1인실 사용을 적극 권장합니다.



2020년 스팀기술연수교육 안내

* 9월까지 과정 중 <스팀 보일러 하우스과정>은 11월로, <ESPP를 통한 에너지절감과정>은 12월로 연기되고 나머지 과정은 모두 취소되었습니다.

◆ 2020 스팀기술연수교육 일정 안내

OCT 10	NOV 11	DEC 12
STSC 2014 일반과정 14(수) ~ 16(금)	STSC 2016 설비분야 대학(대학원)생과정 03(화)	STSC 2018 정유 및 석유화학과정 02(수) ~ 03(목)
STSC 2015 스팀에서의 제어 및 모니터링 과정 22(목) ~ 23(금)	STSC 2017 일반과정 11(수) ~ 13(금)	STSC 2019 일반과정 09(수) ~ 11(금)
	STSC 2006 스팀보일러 하우스과정 26(목) ~ 27(금)	STSC 2003 ESPP를 통한 에너지절감과정 16(수) ~ 18(금)

※ 상기 일정은 당사 사정에 따라 변경될 수 있으니 반드시 신청 전에 확인하여 주시기 바랍니다.

과정명	횟수	대상	기간	교육비 (VAT 포함)	
일반과정	5	스팀 시스템을 관리하는 공무, 시설, 정비, 원동 및 열관리 담당자	2박 3일	2인실	1인실
정비과정	1	스팀 설비 정비 실무 담당자		616,000원	715,000원
선박과정	1	조선 회사의 설계, 시설, 정비, 원동 및 열관리 담당자			
ESPP를 통한 에너지절감과정	1	보일러 및 냉각수 시스템을 관리하는 운전, 공무, 시설, 열관리 담당자	1박 2일	506,000원	555,500원
스팀보일러하우스과정	1	보일러 및 냉각수 시스템을 관리하는 운전, 공무, 시설, 열관리 담당자			
제어 및 모니터링과정	1	스팀 시스템에서 계측제어, 스팀 설비관리 담당자(운전, 정비, 운용, 관리)	4박 5일	1,034,000원	1,232,000원
정유 및 석유화학과정	1	엔지니어링 회사의 설계 담당자 및 석유화학 회사의 설계, 정비, 생산부 실무자			
기초종합과정	1	스팀 시스템 실무 3년 이하의 초보자 또는 신입사원	1일	무료	
설비분야 대학(원)생과정	1	스팀 시스템의 기초 교육을 원하는 대학생 또는 대학원생			

* 출퇴근과 숙박 중에 선택하실 수 있으며, 숙박 시 교육비가 추가됩니다. COVID-19로 인해 가급적 1인실 사용을 적극 권장합니다.