



spirax/sarco

Vol.133 / Sep. 2022

기획 시리즈 - 올바른 스팀사용을 위한 스팀 엔지니어링 지침 11

## 자동 제어

PID (비례, 적분, 미분) 제어

Key Solution 12

공정 저온 폐열 회수를 통한 냉수부하 대체 방법

- 흡수식 냉동기

After Service

스파이라트롤 밸브 - 플러그 시트 래핑

03

## 기획 시리즈

올바른 스팀 사용을 위한 스팀 엔지니어링 지침 11  
자동 제어 - PID(비례, 적분, 미분)제어

09

## Key Solution 12

공정 저온 폐열 회수를 통한 냉수부하 대체방법  
흡수식 냉동기

13

## After Service

스파이라트롤 밸브  
플러그 시트래핑

15

## News

2022년 스팀트랩 진단사 자격검정 및  
스팀기술연수교육 안내

발행 : 한국스파이렉스사(주)

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

발행인 : 이재호

편집인 : 좌운전

편 집 : 이미경

디자인 : 더콘텐츠

인 쇄 : 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.

## 기획 시리즈

올바른  
스팀 사용을 위한  
스팀 엔지니어링 지침 11

지난 호에서 자동 제어의 기본 용어와 자동 제어를 구성하는 요소에 대해 설명하였다. 이번 호에서는 자동 제어의 제어 로직인 PID (비례, 적분, 미분) 로직에 대해 알아보려고 한다.



# Controls

## 자동 제어

### PID (비례, 적분, 미분) 제어

#### 비례 제어

비례 제어는 연속 제어 방식의 기본으로서 일반적으로 문자 'P'를 사용하여 이를 표현한다. 비례 제어는 상태가 변화할 경우 공정을 제어하기 위한 것이 그 주목적이다.

- 비례대가 클수록, 제어는 더욱 안정화되나 오프셋 (지속적인 공정 오차, 이전 호 참조)은 커진다.
- 비례대가 줄수록, 공정은 안정성이 약해지나, 오프셋 (지속적인 공정 오차, 이전 호 참조)은 작아진다.

따라서 언제나 최소 오프셋으로 공정을 안정시키는 최소 허용 비례대를 유도하는 것을 그 목표로 삼아야 한다.

비례 제어를 설명하기 위해서는 이를 위한 다양한 새로운 용어들을 사용하게 된다.

이들 용어를 정의하기 위해, 다음과 같이 간단한 상황을 설정할 수 있다.

- 냉수로 채워진 탱크에 그림 1과 같이 플로트 작동 밸브 및 토출 배관 상의 글로브 밸브에 의해 물이 공급되고 있다.

두 개의 밸브는 동일한 규격으로서 동일한 유량 및 흐름 특성을 갖고 있다. 탱크 내의 희망 수위는 B점(수위 컨트롤러의 설정값과 동일)이다. 밸브 V가 반쯤 열렸을 때(50% 부하), 플로트 작동 밸브를 통해 적절한 양의 물이 들어와서 배출관으로 나가는 유량을 제공하고 탱크의 수위를 B지점에 유지시키는 것을 가정할 수 있다.

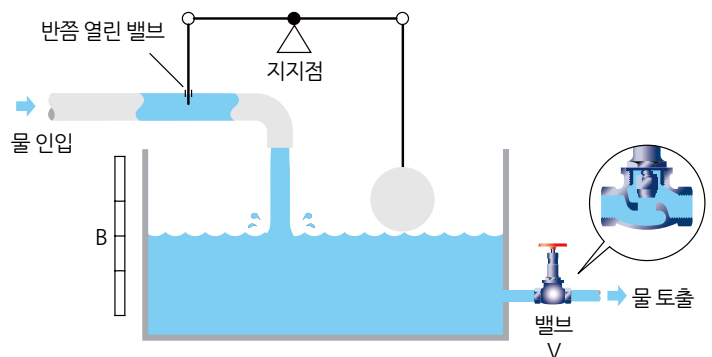


그림 1. 밸브 50% 개방

시스템은 이 경우 평형 상태에 있으며(들어가는 유량과 나가는 유량이 동일함), 제어 상태에서 안정을 유지하고(수위가 변화하지 않음) 정확하게 희망 수위(B)에 있으며 필요한 토출량(부하)을 제공하고 있다고 할 수 있다.

밸브 'V'가 닫힌 상태 (부하 0%)에서는 탱크 내 수위는 A 지점으로 상승하게 되며 플로트 작동 밸브는 물의 공급을 차단하게 된다. (그림 2 참조)

시스템은 여전히 제어 상태에서 안정을 유지하지만 제어는 B 수위를 초과하게 된다. B 수위와 실제 제어 수위인 A 간의 차이는 제어 시스템의 비례대와 관련되어 있다.

다시 말하자면, 만일 밸브 'V'가 50% 부하를 공급하기 위해 반만 열릴 경우, 탱크 내 수위는 희망 수위인 B 지점으로 다시 복귀하게 된다.

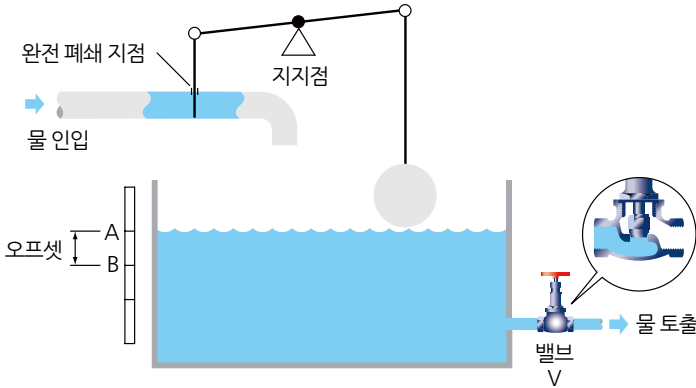


그림 2. 폐쇄 상태의 밸브

아래 그림 3에서 밸브 'V'는 완전 개방 상태(100% 부하)를 나타내고 있다. 이 경우 흡입 밸브를 크게 개방하여 늘어난 토출량을 충족시킬 수 있도록 더욱 많은 유량의 물을 받아들여야 하면 플로트를 강하시켜야 한다. 즉 C 레벨에 도달할 경우, 토출량을 충족시키기 위해 충분한 양의 물이 유입되며, 수위는 C 지점에서 계속 유지된다.

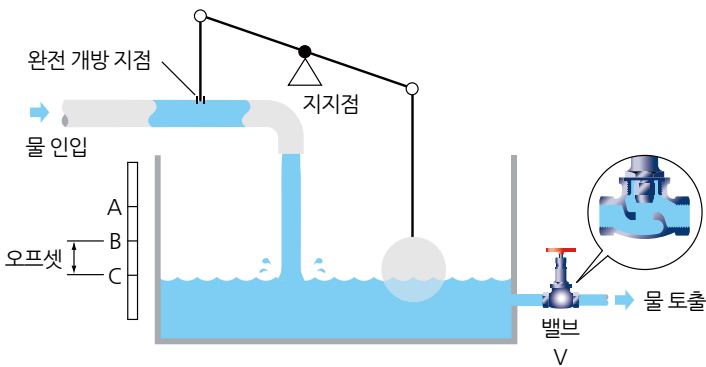


그림 3. 개방 상태의 밸브

시스템은 제어 상태에서 안정을 유지하게 되지만 오프셋, 즉 B와 C 지점 사이 범위의 오차가 존재하게 된다. 그림 4는 본 예제에서 사용된 세 가지 상태가 혼합된 형태이다.

A와 C 지점 사이의 차이를 비례대 또는 P-밴드라고 하며, 이는 컨트롤 밸브를 완전 개방 상태에서 완전 폐쇄 상태로 이동하기 위해 필요한 수위 변화량(또는 온도 제어의 경우 온도 변화량)을 의미하기 때문이다.

비례대를 표현하기 위해 사용되는 기호는  $X_p$ 이다.

비례 제어에 관해서는 여러 가지의 기본적인 중요한 점들이 다음과 같이 설명될 수 있다.

- 제어 밸브는 설정값으로부터 수위 오차(또는 온도 제어의 경우 온도 오차)에 비례하여 움직인다.
- 설정값은 한 가지의 특정 부하 상태에서만 유지될 수 있다.
- A와 C 지점 사이에서 안정적으로 제어되지만, B 지점과 수위 차이를 발생시키는 모든 부하에서 오프셋이 발생한다.

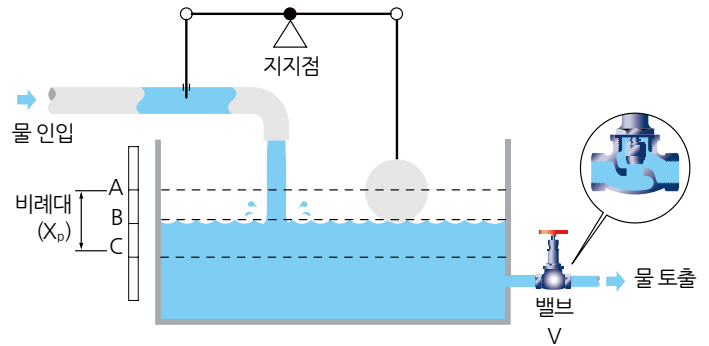


그림 4. 비례대 (P-밴드)

※ 지지점을 변경함으로써 시스템의 비례대(P-밴드)는 바뀌게 된다. 플로트에 가까울수록, 더욱 좁은 P-밴드를 제공하는 반면, 플로트 작동 밸브에 가까울수록 넓은 P-밴드를 제공하게 된다. 그림 5는 이러한 내용을 설명하고 있다. 지지점이 상이할 경우, 완전 개방 상태에서 완전 폐쇄 상태로 플로트 작동 밸브를 이동시키기 위한 수위 변화량은 바뀌어야 한다. 이러한 두 가지의 경우, B 레벨은 50%의 부하 레벨을, A 레벨은 0%의 부하 레벨을, 그리고 C 레벨은 100%의 부하 레벨을 나타낸다고 볼 수 있다. 아울러 더욱 넓은 비례대에 의해 동일한 부하 조건에서 오프셋이 얼마나 더 큰지를 알 수 있다.

그림 4와 5에서는 비례대를 완전 개방 상태에서 완전 폐쇄 상태로 밸브를 이동시키기 위해 필요한 수위(또는 온도, 또는 압력)의 변화량으로 설명하고 있다. 이는 기계 시스템 상의 편의를 위한 것이지만 비례대를 더욱 일반적으로(또는 더욱 정확하게) 정의하자면, 100% 출력 변화량을 주기 위해 필요한 측정값의 백분율 단위 변화량이라고 할 수 있다. 따라서 섭씨 몇 도와 같은 엔지니어링 단위보다는 % 조건으로 표현되는 것이 일반적이다.

전기 및 공압식 컨트롤러의 경우, 설정값은 비례대의 중간 지점에 위치하게 된다. 전기식 컨트롤러와 공압식 컨트롤러의 P-밴드의 변경 효과는 온도 제어를 예로 하여 약간 다르게 설명할 수 있다.

전기 구동으로 운전되는 밸브에 의해 비례 제어를 하는 라디에이터 타입의 워터 히팅 시스템, 그리고 전자식 컨트롤러와 실내 온도 센서에 의해 빌딩의 공간 온도가 제어되고 있다. 선택된 제어 장치는 0 °C ~ 100 °C의 컨트롤러 입력 스펙 중 6%에 해당하는 비례대(P-밴드 또는  $X_p$ )를 가지고 있으며, 원하는 내부 공간 온도는 18 °C이다. 특정 부하 상태에서 밸브는 50% 열리며, 원하는 내부 공간 온도는 18 °C이다.

외부 온도가 내려가면서 건물로부터의 열 손실률은 이에 따라 커지며, 내

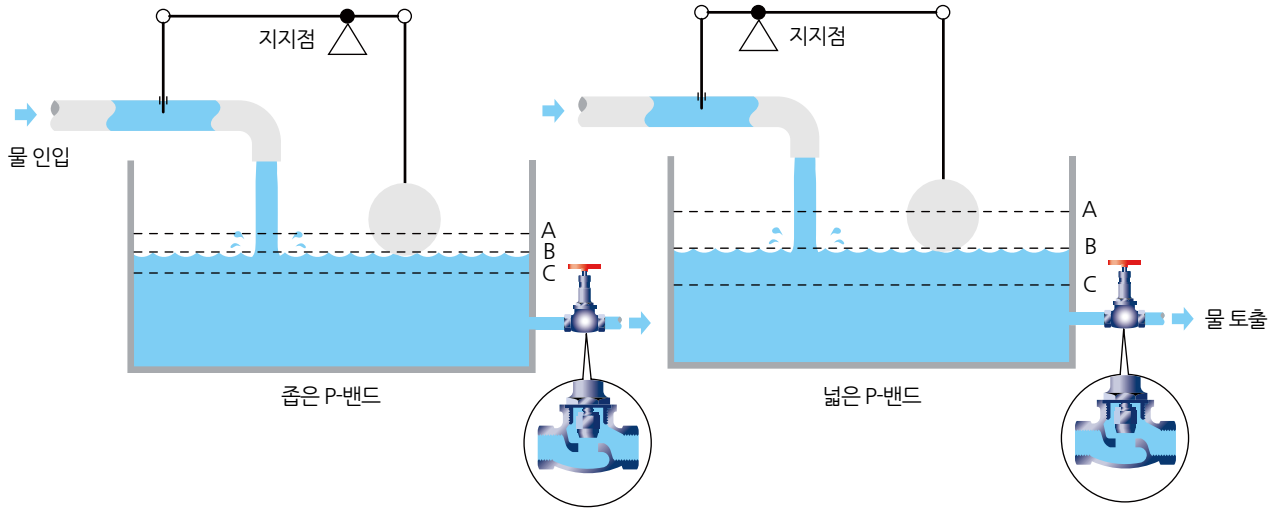


그림 5. P-밴드와 오프셋 간의 관계

부 온도도 내려가게 된다. 이는 실내 온도 센서에 의해 감지되어 밸브가 더 열리도록 신호를 보내면서 뜨거운 물이 더 실내의 라디에이터를 통과하도록 하게 된다.

이 경우 밸브는 떨어진 온도에 비례하여 열리도록 지시를 받게 된다. 간단히 말하자면, 실온이 1℃ 만큼 떨어질 경우 밸브는 10%만큼 개방되고, 만일 실온이 2℃ 만큼 떨어질 경우 밸브는 20%만큼 개방된다.

이러한 과정을 거쳐서 외부 온도는 안정화되면서 내부 온도도 더 이상 떨어지지 않는다. 낮은 외부 온도 때문에 필요한 추가 열량을 제공하기 위해 밸브는 좀더 열린 상태에서 안정화되지만, 실제 내부 온도는 18℃ 보다 약간 낮은 상태가 된다.

아래의 예제와 그림 6은 6℃의 비례대를 사용함으로써 이러한 내용을 설명하고 있다.

**예제 1.**

아래와 같은 특성을 가진 공간 난방 사용처를 가정하기로 한다.

1. 건물 내의 필요 온도는 18℃이다.
2. 실내 온도는 현재 16℃이며, 밸브는 50% 개방 상태이다.
3. 비례대는 100℃의 6%(즉 6℃)에 설정되어, 18℃ 설정값을 중심으로 양 끝에 3℃씩 설정된다.

그림 6은 실내 온도 및 밸브의 관계를 보여 주고 있다.

한 예로써, 실내 온도가 16℃ 까지 떨어지는 경우를 가정해 보자. 그림을 볼 때, 밸브는 약 83% 열릴 것으로 판단할 수 있다.

비례 제어의 경우, 부하가 변동함에 따라 오프셋도 역시 변동하게 된다.

- 부하가 50% 미만인 될 경우, 설정값 이상으로 실내 온도가 올라간다.
  - 부하가 50%를 초과할 경우, 설정값 미만으로 실내 온도가 내려간다.
- 이때 컨트롤러 상의 설정 온도(설정값)와 실내 온도 간의 차이를 '비례 오프셋'이라고 부른다.

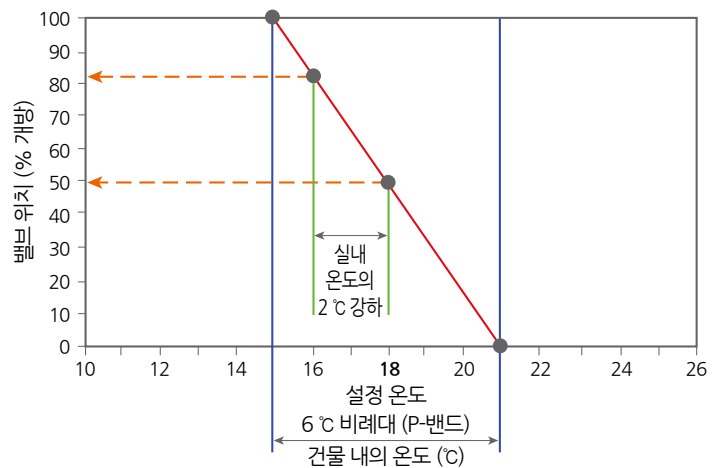


그림 6. 실내 온도와 밸브의 관계 - 6℃ 비례대 (P-밴드)

예제 1에서는 부하 상태가 동일한 경우 밸브는 83.3% 열려서 안정적 상태를 유지하게 되며, 이를 '지속 오프셋'이라고 부른다.

**P-밴드 조절 효과**

전자식 및 공압식 컨트롤 장치의 경우, P-밴드는 조절이 가능하다. 이는 사용자 하여금 각각의 사용처에 알맞은 설정치로 바꿀 수 있도록 한다.

**P-밴드의 증가**

예를 들어서, 만일 이전의 사용처가 12℃에 대응하는 12% 비례대로 프로그래밍되어 있었다면, 그 결과는 그림 7에서 확인할 수 있다. 더 넓은 폭의 P-밴드는 덜 가파른 '이득(Gain)' 라인을 만들게 된다는 것을 명심해야 한다. 실내 온도의 변화가 동일할 경우, 밸브의 이동 폭은 더욱 작아지게 된다. 이 경우 실내 온도가 2℃ 강하할 경우 이는 그림 7의 도표에 의해 밸브가 약 68% 정도 열리는 것을 알 수 있다.

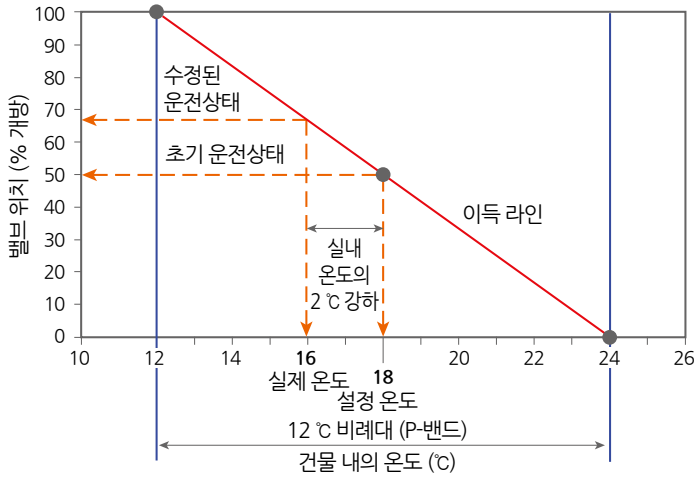


그림 7. 실내 온도와 밸브의 관계 - 12 °C 비례대 (P-밴드)

### P-밴드의 감소

P-밴드가 감소될 경우, 증분 온도 당 밸브 움직임은 증가하게 된다. 그러나 P-밴드가 제로 상태로 감소할 경우, 이는 On/off 제어로 이어진다. 이상적인 P-밴드는 실제 실내 온도 내에서 큰 진동을 유발하지 않으면서 가능한 한 좁은 폭을 유지하게 된다.

### 이득 (Gain)

'이득(Gain)'이라는 용어는 종종 컨트롤러와 함께 사용되며, 단순히 비례대의 역수를 말한다.

컨트롤러의 이득이 클수록, 주어진 오차에 대한 컨트롤러의 출력은 변동폭이 커지게 된다. 예를 들면, 1의 이득에 있어서 10%의 오차는 컨트롤러 출

력을 10%만큼, 5의 이득에 있어서 10%의 오차는 컨트롤러 출력을 50%만큼, 그리고 10의 이득에 있어서 10%의 오차는 컨트롤러 출력을 100%만큼 변경시키게 된다.

% 개념의 비례 대역은 컨트롤러의 입력 스펙에 따라 달라진다.

예를 들면, 200 °C 입력 스펙을 가진 컨트롤러의 경우 :

$$20\% \text{의 } X_p = 200 \text{ } ^\circ\text{C} \text{의 } 20\% = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$10\% \text{의 } X_p = 200 \text{ } ^\circ\text{C} \text{의 } 10\% = 20 \text{ } ^\circ\text{C} \text{이다.}$$

### 예제 2.

컨트롤러의 입력 스펙이 100 °C 라고 가정한다.

만일 컨트롤러 출력의 100% 변화가 입력 스펙의 20% 내에서 발생하도록 설정된다면, 컨트롤러의 이득은 다음과 같다.

$$\frac{100\%}{20\%} = 5$$

마찬가지로, 비례대는 100 °C의 20% = 20 °C라고 할 수 있으며,

이 경우 이득은 :

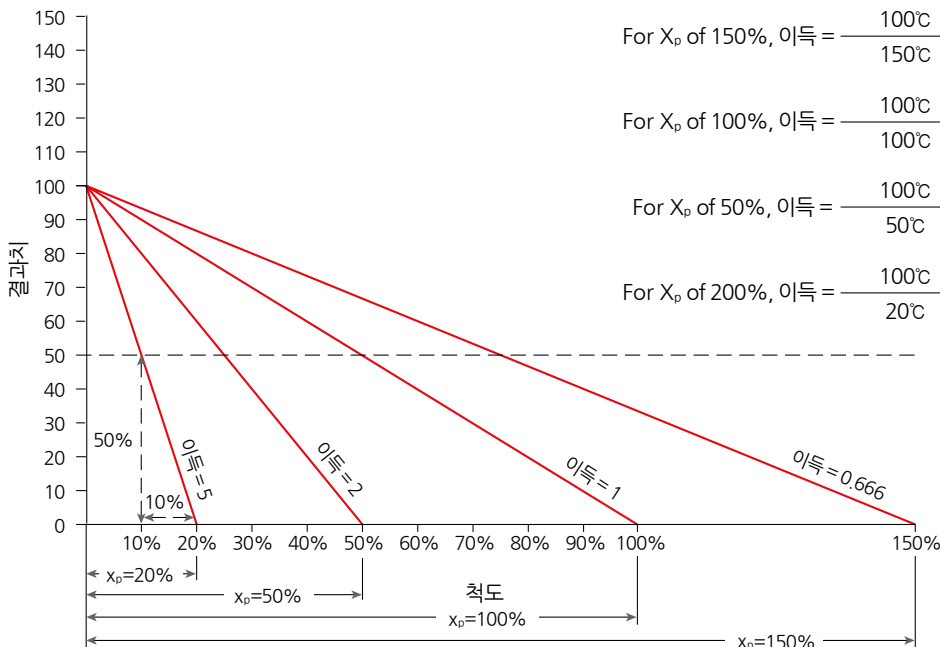
$$\frac{100 \text{ } ^\circ\text{C}}{20 \text{ } ^\circ\text{C}} = 5$$

예제 1에서의 컨트롤러는  $\frac{100\%}{10\%} = 10$ 의 이득을 갖는다.

따라서 P-밴드와 이득과의 관계는

$$\text{이득} = \frac{100\%}{\% \text{ P-밴드}} = \text{숫자}$$

$$\text{이득} = \frac{\text{입력 스펙 } ^\circ\text{C}}{\text{P-밴드 } ^\circ\text{C}} = \text{숫자}$$



For  $X_p$  of 150%, 이득 =  $\frac{100^\circ\text{C}}{150^\circ\text{C}} = 0.666$  10% Error = 6.66% 출력 변화

For  $X_p$  of 100%, 이득 =  $\frac{100^\circ\text{C}}{100^\circ\text{C}} = 1$  10% Error = 10% 출력 변화

For  $X_p$  of 50%, 이득 =  $\frac{100^\circ\text{C}}{50^\circ\text{C}} = 2$  10% Error = 20% 출력 변화

For  $X_p$  of 200%, 이득 =  $\frac{100^\circ\text{C}}{20^\circ\text{C}} = 5$  10% Error = 50% 출력 변화

그림 8. 비례대 및 이득

이 경우 주목해야 할 점은 다음과 같다.

- 넓은 폭의 비례대(작은 이득)는 덜 민감하게 반응하지만 더욱 안정된 상태를 유지하게 된다.
- 좁은 폭의 비례대(큰 이득)는 더욱 민감하게 반응하지만  $X_p$ 를 좁게 설정할 수 있는 범위는 실제적으로 한계가 있다.
- 지나치게 좁은 비례대(과도한 이득)는 진동 및 불안정한 제어를 초래하게 된다.

다양한 P-밴드를 가진 컨트롤러의 경우, 이득 라인인은 그림 8에서와 같이 정해질 수 있으며, 이 경우 컨트롤러 입력 범위는 100 °C가 된다.

## 적분 제어

### 이득 라인 오프셋 또는 비례 효과

비례 제어에 대한 설명에 의해 확인할 수 있는 것은 부하가 50%에서 가변적인 경우에는 언제나 제어 오프셋 또는 설정값과 실제값의 차이가 존재한다는 것이다. 이를 부연 설명하기 위해 12 °C P-밴드에서 2 °C의 오프셋이 예상되었던 예제 1을 가정해 보자. 만일 오프셋을 사용처에서 용인할 수 없다면 이는 반드시 제거되어야 한다.

이를 위해서는 설정점을 더욱 높은 값으로 재배치 (또는 재설정)함으로써 가능하며, 이에 따라 수동에 의한 재설정 후 동일한 밸브의 개방 상태를 제공하게 되나, 단 실내 온도는 16 °C가 아니라 18 °C를 유지해야 한다.

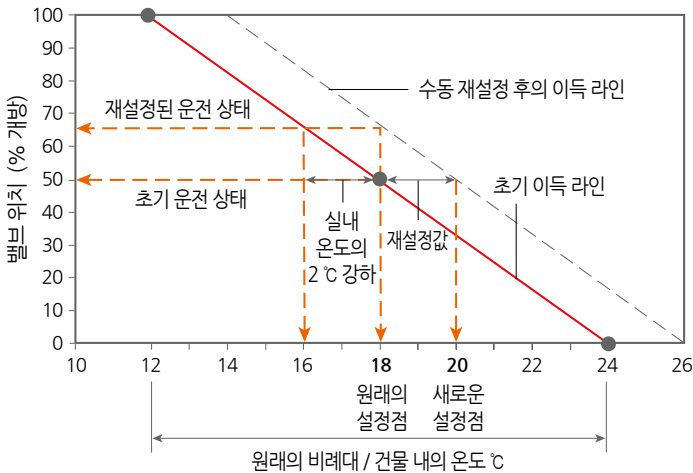


그림 9. 이득 라인 오프셋 (잔류 편차)

### 수동 재설정 (Manual Reset)

오프셋은 수동으로 또는 자동으로 제거할 수 있다. 수동 재설정 시 그 효과는 그림 9에서 보는 바와 같으며, 그 값은 오프셋을 2 °C의 설정점에 적용함으로써 수동으로 조절한다.

그림 9와 상기 언급된 설명에 의해 확인할 수 있는 것은 그 효과가 설정값을 2 °C만큼 증가시키는 것과 동일하다는 것이다. 66.7%에 해당하는 동일한 밸브 개방 상태는 이제 실내 온도 18 °C의 경우와 일치하게 된다. 수동 재설정의 효과는 그림 10에서 설명되는 바와 같다.

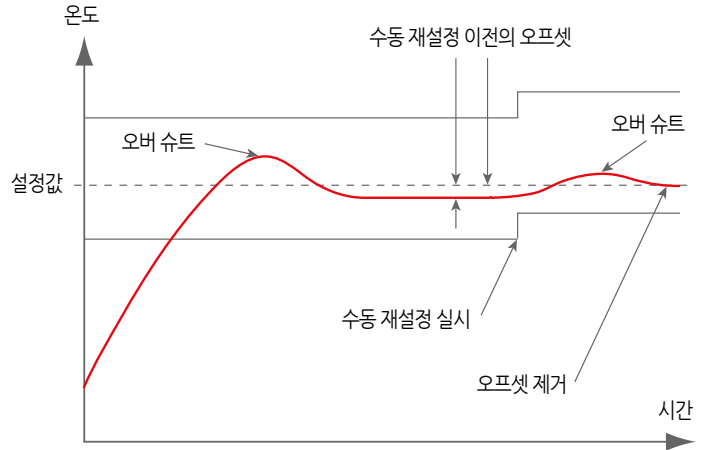


그림 10. 수동 재설정 효과

### 자동 재설정 동작

수동 재설정'은 일반적으로 각 부하 변동량에 의해 재설정 동작이 필수적인 공정 플랜트에서는 적합하지 않으며, 이러한 문제들은 자동 컨트롤러 안에 포함되어 있는 재설정 동작 기능에 의해 해결할 수 있다.

이러한 컨트롤러는 일차적으로 비례 컨트롤러라고 할 수 있으며, '적분 동작'이라는 하나의 재설정 기능이 추가된다. 자동 재설정 기능에서는 재설정 기능 수행을 위해 전사식 또는 공압식 적분 루틴을 사용하게 된다. 가장 일반적으로 사용되는 자동 재설정 관련 용어는 적분 동작이며, 이는 문자 I로 표시한다. 적분 동작의 기능은 시간의 경과에 따라 적분 된 제어 오차에 따라 연속적으로 그리고 자동적으로 컨트롤러의 출력을 수정함으로써 오프셋을 제거하는 것이다. 적분 동작 시간(IAT)이란 적분 동작에 의한 컨트롤러 출력값이 비례 동작에 의한 출력값과 같아지도록 하는데 소요된 시간이라고 정의할 수 있다. 적분 동작은 오차가 지속적으로 존재하는 한 꾸준히 증가하는 보정 동작을 제공하게 된다. 이러한 보정 동작은 시간이 경과하면서 증가하게 되며, 이에 따라 또 다른 변화가 생기기 전에 충분한 시간이 경과할 경우에는 일정 시점에 안정적인 상태 오차를 함께 제거하기에 충분해진다. 컨트롤러는 적분 시간이 플랜트의 동특성에 적합해지도록 하는 역할을 하게 된다.

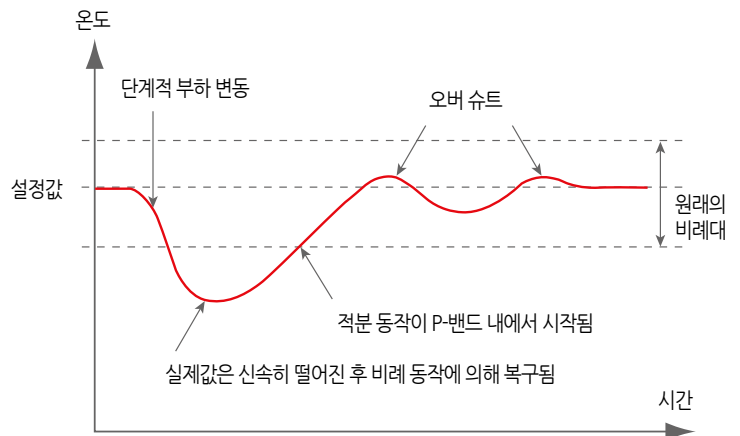


그림 11. 단계적 부하 변동 이후의 P+I 기능

비례 + 적분 (P+)은 이러한 기능들을 통합한 컨트롤러를 표현하는 용어가 되었다.

컨트롤러 상의 적분 동작은 종종 비례대 내의 범위로 제한된다. 전형적인 P+ 반응은 부하의 단계적 변화를 나타내고 있는 그림 11에 설명된 바와 같다.

IAT는 컨트롤러 안에서 조정할 수 있다.

- 만일 너무 짧은 경우, 과도한 반응 및 불안정을 초래함.
- 만일 너무 긴 경우, 재설정 동작은 매우 느린 속도로 진행됨.

IAT는 시간 단위로 표현된다. 일부 컨트롤러의 경우 적분 동작을 위한 조정 파라미터가 '분당 반복 값'으로 표현되기도 하며, 이는 적분 동작 출력 변화가 비례 출력 변화까지 가기 위해 몇 분이 걸리는가를 의미한다.

- 분당 반복 값 = 1/(분 단위 IAT)
- IAT = 무한대 - 적분 동작이 전혀 없음을 의미함.
- IAT = 0 - 무한대의 적분 동작을 의미함.

적분 동작이 어떻게 정의되어 있는지에 관해서는 컨트롤러의 매뉴얼을 참고하는 것이 중요하다.

### 오버 슈트 및 '와인드업'

P+ 컨트롤러(그리고 P 컨트롤러)의 경우, 시스템 상에서 시간이 지연될 경우 오버 슈트가 발생할 가능성이 있다.

이와 같은 전형적 예로서는 부하가 급격히 변동한 후와 같은 경우이다. 공정 열교환기가 고정된 온도의 물을 유지하도록 되어 있는 경우의 공정 사용처를 가정해보자.

설정값은 80 °C, P-밴드는 5 °C(±2.5 °C)에 설정되어 있으며, 부하는 급격히 변화하여 회수되는 물의 온도는 거의 순간적으로 60 °C까지 떨어진다.

그림 11은 실제 수온에 있어서 이러한 급격한(단계적 변화) 부하의 효과를 보여주고 있다. 측정값은 안정적이었던 80 °C에서부터 60 °C로 거의 순간적으로 떨어지게 된다.

적분 공정의 속성에 의해, 적분 제어 동작의 생성은 비례 제어 동작보다 훨씬 느리며, 반응에 지연 및 더욱 많은 부동 시간(Dead Time)을 초래하게 된다.

이는 현실적으로 심각한 결과로 이어지는데, 이는 비례 시스템 내에서 순간적으로 신속하게 작동하는 초기 제어 반응이 이제는 지연되며 서서히 반응하게 된다는 것을 의미하기 때문이다. 이 때문에 실제값의 제어가 불가능하고, 시스템의 진동을 초래할 수도 있다. 이러한 진동은 컨트롤러 이득 및 적분 동작의 설정값에 따라서 증가 또는 감소할 수 있다. 만약 적분 동작을 적용할 경우, 정확한 양의 적분 동작이 적용되었는지 확인하는 것이 필수적이다.

적분 제어는 아울러 다른 상황을 악화시킬 수도 있다. 만일 장기간에 걸쳐 오차가 큰 상태에 머무를 경우, 예를 들어 큰 폭의 계단식 변화 또는 시스

템이 정지된 경우, 적분 값은 지나치게 커질 수 있으며 이에 따라 오버 슈트 또는 언더 슈트를 초래함으로써 이로부터 회복하려면 긴 시간을 필요하게 된다. 이러한 문제점 (통상 '적분 와인드업'이라고 부름) 을 피하기 위해, 정교한 컨트롤러는 시스템이 평형 상태에 근접할 때까지 적분 동작을 억제하게 된다.

이러한 상황을 벗어나기 위해서는 실제 온도가 변동하는 비율을 측정하는 것, 즉 측정값의 변동률을 측정하는 것이 유용하다. 측정값이 얼마나 빠른 속도로 변화하는지를 측정함에 있어서는 또 다른 형태의 제어 방식이 사용될 수 있으며, 이를 비율 동작 또는 미분 동작이라고 부른다.

### 미분 동작 - 비율 동작

미분 동작(문자 D로 표시됨)은 공정 신호의 변동량을 측정하고 이에 반응하며, 오버 슈트를 최소화하기 위해 컨트롤러의 출력을 조절한다.

만일 시간 지연에 의해 시스템에 적절히 적용될 경우, 미분 동작은 공정 상태의 변화가 있을 경우 설정값으로부터의 오차를 최소화하게 된다. 흥미로운 것은, 공정 신호의 변화가 있을 경우 미분 동작이 적용된다는 점으로서 이를 유념할 필요가 있다. 값이 안정적일 경우에는 오프셋 양과 관계없이 미분 동작은 발생하지 않는다.

미분 기능 중 하나의 유용한 기능은, 특히 신속한 부하 변동량에 대하여 오버 슈트를 최소화할 수 있다는 것이다. 그러나 미분 동작은 적당히 적용하는 것이 쉽지 않으며, 충분히 사용하지 않을 경우 그 성과는 거의 기대할 수 없다. 아울러 너무 많이 사용할 경우 이는 문제를 해결하는 것보다 오히려 더욱 많은 문제를 야기하는 결과가 될 수 있다.

D 동작은 컨트롤러 내에서 다시 조절할 수 있으며, 시간 단위로써  $T_D$ 로 표현된다.

$T_D = 0$  - D 동작이 전혀 없음을 의미함

$T_D = \text{무한대}$  - 무한대의 D 동작을 의미함

P+D 컨트롤러도 가능하지만, 비례 오프셋이 발생할 것이다. P 제어에 의한 중요한 약점은 오프셋이 존재한다는 점임을 기억할 필요가 있다. 이러한 오프셋을 극복하고 제거하기 위해서, I 동작을 필요로 하게 된다. 제어 루프 내에서 시간 지연이 빈번하게 발생할 경우, 이는 제3의 D 동작이 필요하다는 것을 의미한다. 그 결과는 곧 P+I+D 컨트롤러로서, 이는 적절히 조절할 경우, 대부분의 공정에서 오프셋과 오버 슈트 없이 신속하고 안정된 반응을 제공하게 된다.

다음 호에서는 컨트롤 밸브에 대해 다루어 보고자 한다.





Key Solution No.

12



한국스파이렉스사코(주)  
SGS 팀 안광현 차장

# 공정 저온 폐열 회수를 통한 냉수부하 대체 방법 - 흡수식 냉동기

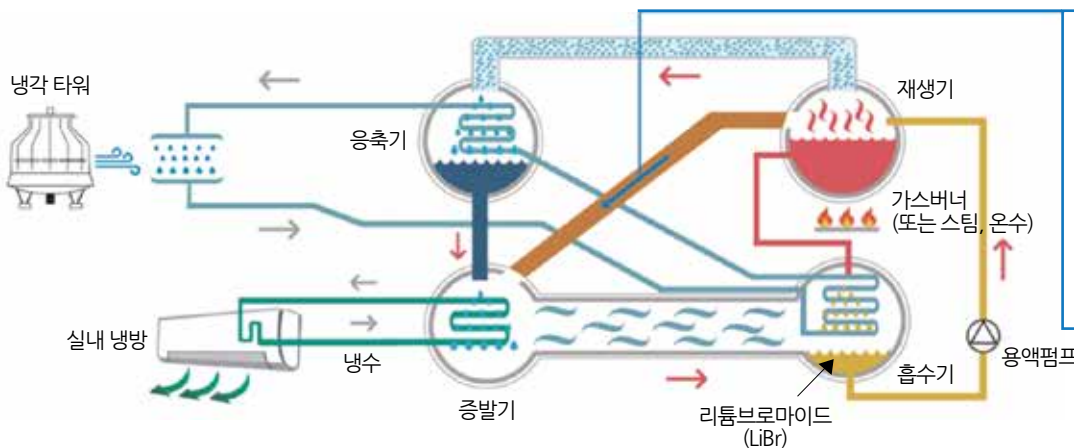
한국스파이렉스사코에서는 고객 여러분의 현장에 딱 맞는 해법을 제공하기 위하여 그동안 제안되었던 내용에 축적된 기술을 한층 더 심화한 “Key Solution (Best 성공사례)”를 추진하고 있다. 122호부터 차례로 소개하고 있으며 12번째로 <공정 저온 폐열 회수를 통한 냉수부하 대체 방법 - 흡수식 냉동기>에 대해 알아보겠다.

현재 전 세계적으로 도래하고 있는 기후변화의 현상은 지구 온난화 때문이며 지구 온난화의 주범인 온실가스 감축을 위하여 전 세계가 노력하고 있다. 또한 온실가스 감축과 함께 지속적인 에너지 단가의 상승에 따라 여러 산업현장에서는 온실가스 감축과 에너지 절감을 위해 많은 노력을 하고 있는 상황이다.

특히 에너지 절감 방안 중 폐열 회수에 대한 고민을 많이 하고 있으며,

고온으로 배출되는 폐열의 경우 스팀 발생과 같은 효과 좋은 열 회수 방안이 많이 있으나, 저온으로 배출되는 폐열의 경우에는 열 회수 방안이 많지 않은 상황이다. 그래서 이번 호에서는 공정에서 저온으로 배출되는 폐열의 열 회수 방안 중 하나인 흡수식 냉동기의 적용방법에 대해 알아보겠다.

## 흡수식 냉동기의 원리



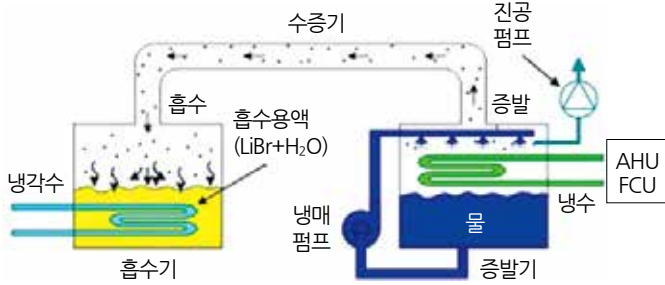
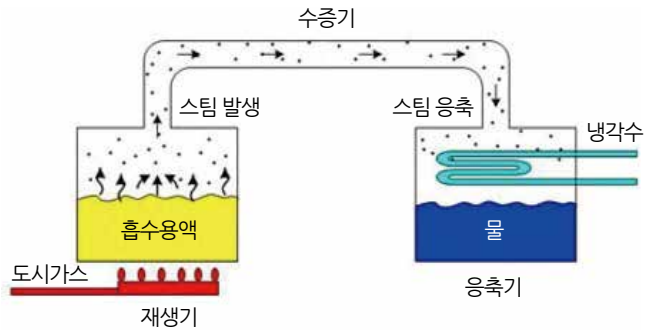
가스 버너(또는 스팀, 온수)를 이용하여 재생기에서 가열된 고온의 냉매 증기(수증기)가 증발기로 들어가 증발하면서 난방하고 그 후 응축된 냉매는 다시 펌프로 이송된 후 재생기에 유입되어 다시 가열하게 된다. 이것이 흡수식 냉동기의 난방원리다.

흡수식 냉동기는 냉매의 증기압 차에 의하여 냉매 증기가 흡수되는 원리를 이용, 전기에너지 대신 LNG, 폐열 등을 구동 열원으로 사용하는 냉동기로 기존에 전기를 이용한 터보 / 스크류 / 왕복동식 냉동기를 운전 중에 있다면 폐열을 구동 열원으로 사용하는 흡수식 냉동기로 교체 시 전력비를 절감할 수 있는 장치이다.

흡수식 냉동기의 원리는 물의 증발 - 흡수 과정에서 압력에 따른 변화를 이용하는 것이다. 물은 대기압인 760 mmHg 100 °C에서 끓지만, 절대 진공에 가까운 6 mmHg에서는 5 °C에서 끓는다. 흡수식 냉동기는 크게 증발기, 흡수기, 응축기, 재생기 4가지 파트로 구성되며 각각의 파트별 운전 과정은 다음과 같다.

◆ 증발 - 흡수 과정

증발기에는 냉매로 사용할 물을 넣고 흡수기에는 물을 잘 흡수하는 성질을 가진 리튬브로마이드(LiBr) 수용액을 넣은 다음 증발기 내부를 진공 펌프로 6 mmHg의 진공 상태로 만들면 물은 약 5 °C 근방에서 증발하게 된다. 이때 증발기 내부를 순환하는 튜브를 통해 물의 증발 잠열에 해당하는 만큼의 열을 빼앗아가 튜브 내의 물을 냉각시킨다. 일반적으로 튜브 내의 냉수는 증발기에서 약 7 °C까지 냉각되어 냉수가 필요한 공정에 공급되어 열을 회수 한 후 냉수 자신의 온도는 약 12 °C정도로 높아져 다시 증발기로 되돌아온다.



◆ 응축 - 재생 과정

흡수기의 흡수 용액은 증발기에서 나오는 수증기(냉매 증기)를 어느 정도 흡수하면 더 이상 흡수할 수 없는 포화상태가 되어 수분을 분리해야 한다. 이때 수분을 분리하기 위해서 흡수 용액을 이동시킨 재생기를 가열해 수분을 증발시킨다. 흡수식 냉동기는 전기를 사용하는 압축식 냉동기와 달리 가스버너(또는 스팀, 온수)를 설치하고 가열해서 물을 증발시킨다. 원칙적으로 가열할 수 있는 열원은 천연가스, 스팀 또는 온수를 사용할 수 있다. 특히 공정 내 잉여 스팀 또는 폐열을 회수하여 이를 냉동기 재생과정에 활용할 수 있다면 에너지 절감 및 온실가스 감축 효과를 극대화할 수 있다.

흡수식 냉동기 재생기에서 수분을 증발시키기 위한 구동 열원은 일반적으로 고온을 얻기 위해 LNG/LPG와 같은 가스를 직접 연소하는 직화식이나 보일러에서 생산된 고압의 스팀(0.6 Mpa)을 이용한 흡수식 냉동기를 운전하고 있다.

하지만 흡수식 냉동기의 운전 압력이 진공이기 때문에 재생기에서의 수분의 증발 온도는 40 ~ 50 °C의 낮은 온도에서 증발이 된다. 따라서 수분을 증발시키기 위한 열원은 약 70 ~ 80 °C의 온도를 갖는 열원만 있다면 흡수식 냉동기의 운전이 가능하다. 단, 흡수식 냉동기의 구동 열원의 온도가 낮을 경우 냉동기의 COP가 작아지고 흡수식 냉동기의 사이즈가 커진다는 단점이 있다.

※ COP (Coefficient Of Performance) : 냉동기 성능 계수, 저온체에서 고온체로 이동한 열량을 냉동기가 한 일의 양으로 나눈 값이며, 이 값이 높으면 높은 효율을 가진 냉동기임을 뜻한다.

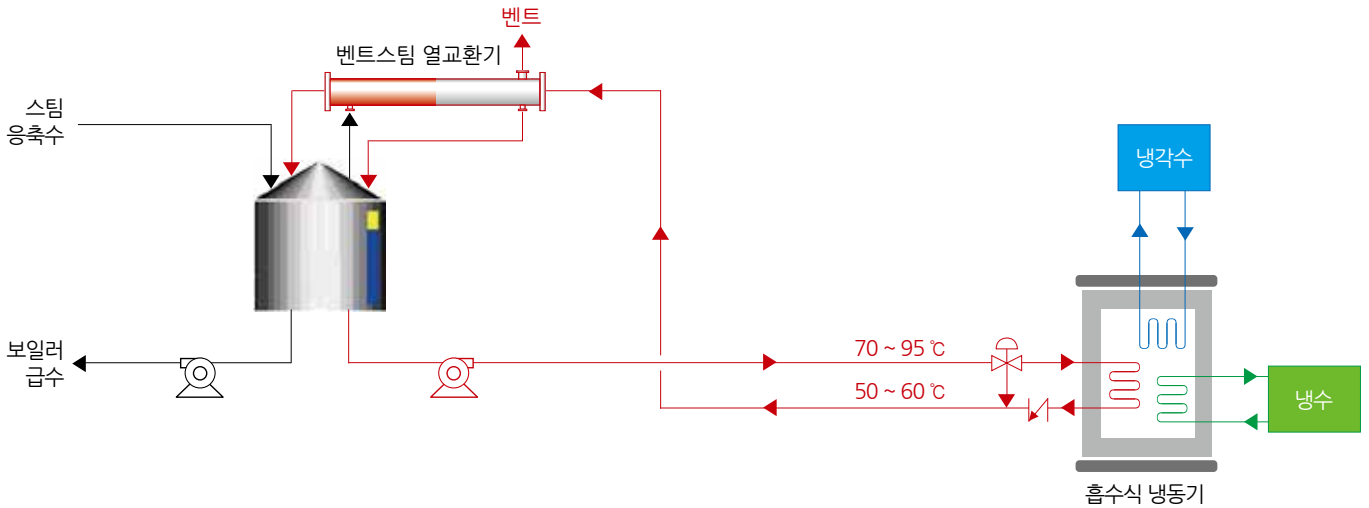
구동 열원	발생처	COP (냉동기 성능 계수)
중온수	응축수 / 고온의 폐수 / 벤트 스팀 소각로 배기 가스 / 공정 냉각열	0.1 ~ 0.8
스팀	보일러 스팀	1.2 ~ 1.5
직화식	LNG / LPG	1.0 ~ 1.3

Case 1: 응축수 및 벤트 스팀을 이용한 흡수식 냉동기 운전

보일러 운전을 통한 스팀 생산을 할 경우 응축수를 회수하여 보일러 급수로 재사용을 하여야 하지만 외부로부터 스팀을 공급을 받는 경우 대부분 응축수를 스팀 공급처로 환수하지 않아 응축수가 남으므로 냉각탑 보충수로 사용하거나, 폐수로 버리는 경우가 있다. 이 경우 고온의 응축수를 이용하여 흡수식 냉동기의 구동 열원으로 사용할 수 있다.

또한 응축수 탱크에서 발생하는 벤트 스팀을 흡수식 냉동기로부터 환수되는 저온의 50 ~ 60 °C 응축수를 이용하여 벤트 스팀을 회수하여 열량을 보충할 수 있다.

냉각탑 보충수로 활용하고 폐수로 버릴 경우에 온도는 낮게 배출하는 효과도 볼 수 있다.

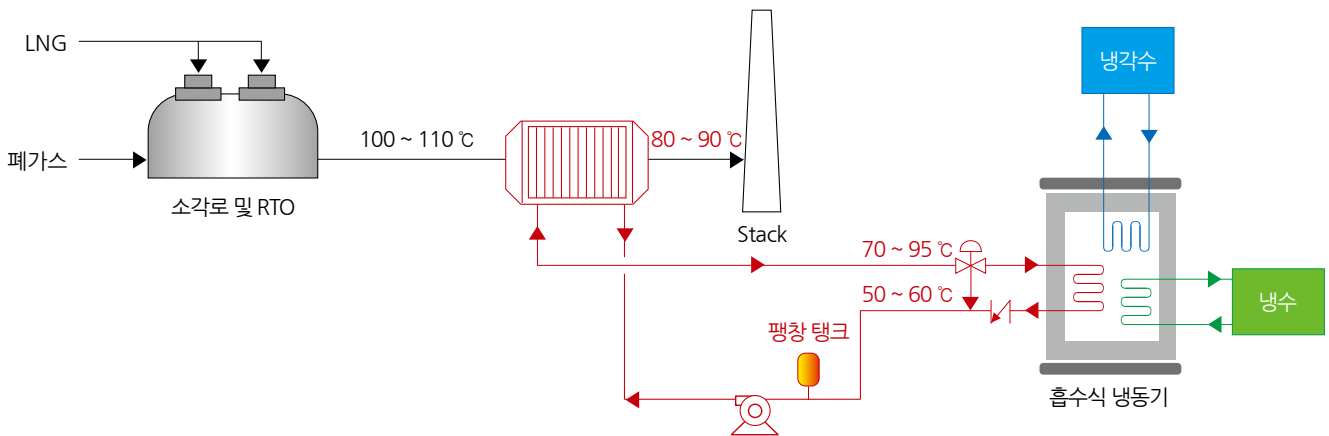


**Case II : 소각로 및 RTO 배기열 회수를 통한 흡수식 냉동기 운전**

공정 내에 소각로 또는 RTO 등을 운전 중에 있다면 배기열 회수에 대한 검토를 하고 있거나, 스팀 발생 및 보일러 급수 승온 등을 통하여 배기가스의 열량 회수를 하고 있을 것이다. 하지만 배기가스의 온도 자체가 낮거나 열 회수 설비 후단의 온도가 100℃ 정도로 낮게 배출되고 있는 경

우 배기열 회수에 어려움이 있을 것이다.

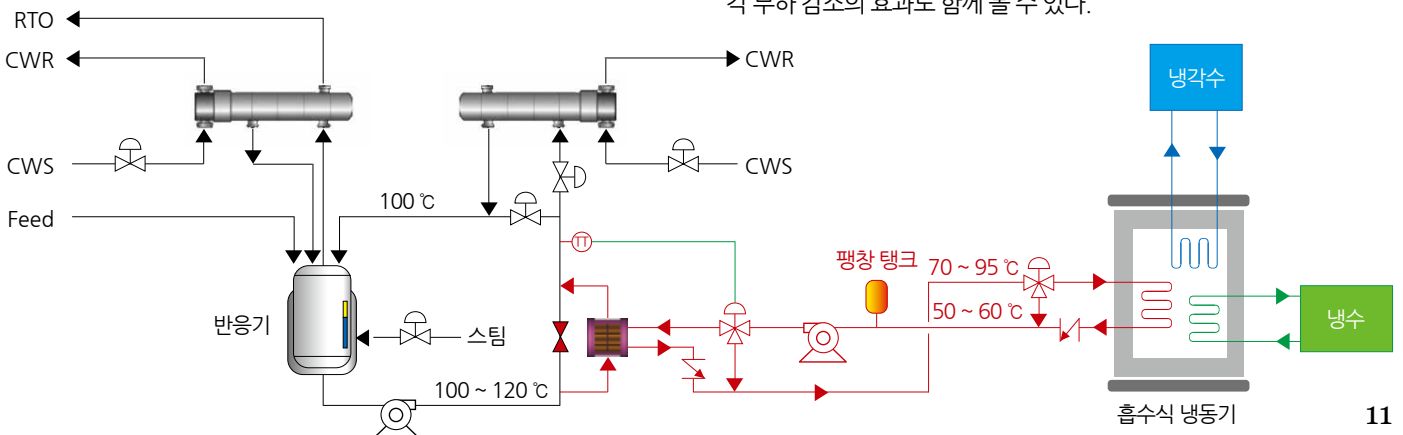
이 경우 100℃ 정도의 낮은 배기가스를 이용하여 70 ~ 95℃의 중온수를 생산하여 흡수식 냉동기의 구동 열원으로 사용하고, 환수되는 50 ~ 60℃의 저온수를 이용하여 배기열을 회수할 수 있다.



**Case III : 공정 냉각열 회수를 통한 흡수식 냉동기 운전**

공정의 반응 특성상 발열 반응이 발생하는 공정의 경우 냉각수를 이용하여 공정 유체를 냉각하는 경우가 많다. 공정 유지 온도가 높다면 저압 스팀 발생 등이 가능하지만 100 ~ 120℃의 낮은 온도로 공정을 유지해야 한다면 공정 유체 냉각열의 회수에 어려움이 있다.

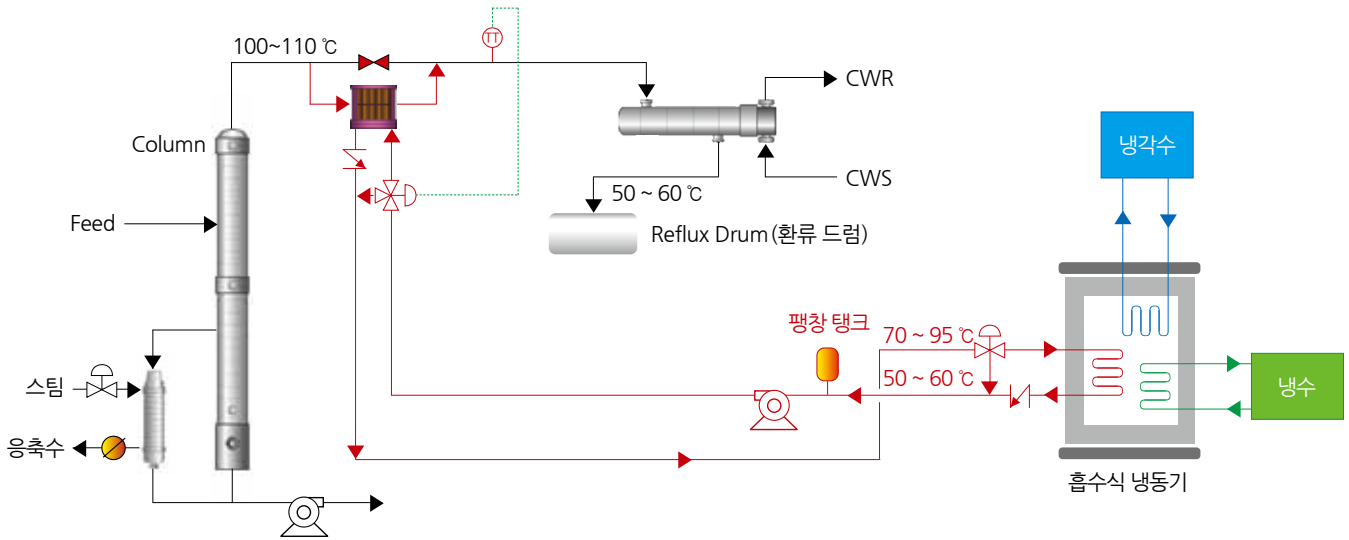
이 경우도 Case II와 동일하게 100 ~ 120℃의 낮은 공정 유체의 열을 이용하여 70 ~ 95℃의 중온수를 생산하여 흡수식 냉동기의 구동 열원으로 사용하고, 환수되는 50 ~ 60℃의 저온수를 이용하여 다시 공정 유체의 열을 냉각한다. 흡수식 냉동기의 운전에 따른 전력비 절감과 함께 냉각 부하 감소의 효과도 함께 볼 수 있다.



Case IV : Column 탑정(Overhead,OVHD) 냉각열 회수를 통한 흡수식 냉동기 운전

석유화학 공정의 경우 많은 Column을 운전 중에 있으며, Column의 OVHD는 Vapour 상태이므로 냉각수를 이용하여 냉각 시 증발 잠열까지 모두 냉각이 이루어져야 하므로 많은 열량이 냉각되고 있다. 하지만 Column이 진공상태로 운전이 되는 경우 OVHD의 온도가 100 ~ 110 °C로 낮게 배출이 되거나 심지어 100 °C 이하로 배출이 되는 경우가 많다. 이 경우 OVHD의 냉각을 위해 많은 열량이 냉각탑에서 버려지고 있으나, 온도가 높지 않아 회수하지 못하는 경우

가 많이 있다. 만약 OVHD의 온도가 100 ~ 110 °C로 배출이 되고 있다면 OVHD의 냉각 열량 일부의 회수를 통한 흡수식 냉동기의 운전이 가능하다. 100 ~ 110 °C의 OVHD를 이용하여 70 ~ 95 °C의 중온수를 생산하여 흡수식 냉동기의 구동 열원으로 사용하고 환수되는 50 ~ 60 °C의 저온수를 이용하여 다시 OVHD의 냉각열을 회수한다. 흡수식 냉동기의 운전에 따른 전력비 절감과 함께 냉각 부하 감소의 효과도 함께 볼 수 있다.



흡수식 냉동기 vs 터보 냉동기 운전 비용 비교

구동 열원	터보 냉동기	흡수식 냉동기
구동원	전기	중온수
COP	5.85	0.78
설계 용량 (usRT)	450	450
냉수 생산 온도 (°C)	7.0	7.0
냉동기 소비 전력 (kW)	267.0	4.6
CW 순환량 (m³/h)	318	621
CW 펌프 소비 전력 (kW)	49	96
중온수 순환량 (m³/h)	-	43.6
중온수 펌프 소비 전력 (kW)	-	7.0
냉동기 시스템 소비 전력 (kW)	316.0	107.6
전력 단가 (won/kWh)	100	100
냉동기 운전 시간 (hour/year)	4,320	4,320
전력 사용 비용 (mil.won/year)	136.5	46.5
온실가스 배출 계수 (전력) (tCO <sub>2</sub> e/MWh)	0.4594	0.4594
온실가스 환산량 (ton-CO <sub>2</sub> /h)	0.145	0.049
온실가스 단가 (won/ton-CO <sub>2</sub> )	22,000	22,000
공정 운전 시간 (hour/year)	4,320	4,320
온실가스 배출 금액 (mil.won/year)	13.8	4.7
<b>운전 비용 절감 금액 (mil.won/year)</b>		<b>99.1</b>

- ※ 공정 폐열 회수로 450 usRT 흡수식 냉동기 운전을 통한 터보 냉동기 운전 정지
- ※ 전력 단가 100 won/kWh
- 연간 냉동기 운전시간 4,800 hour/year (6개월)
- 온실가스 단가 22,000 won/ton-CO<sub>2</sub> 적용

기존 운전 중인 터보 냉동기를 폐열 회수를 통하여 중온수 구동 흡수식 냉동기로 대체 시 냉각수의 유량 증가 및 중온수의 순환을 위한 추가 펌프의 소비 전력이 필요하지만 전체적인 운전 시스템의 소비전력은 감소하게 되어 연간 운전비용을 절감하게 된다.

만약 100 °C 정도의 낮은 온도의 폐열이 존재하여 회수 방안을 고민 중이고, 전기를 이용한 터보 / 스크류 / 왕복동식 냉동기를 운전 중에 있다면 폐열 회수를 통하여 중온수를 생산하고 중온수를 구동 열원으로 사용하는 흡수식 냉동기로 교체를 통한 전력비 절감을 이루어 낼 수 있다.

## 국내 A사 압축공기 냉각용 흡수식 냉동기 설치 사례

A사의 경우 압축공기의 냉각을 냉각수(CW)를 이용하여 냉각을 하고 있으나, 하절기 외기 온도 상승에 따른 냉각수의 온도 상승으로 압축공기의 냉각온도가 높아져 공정 효율이 저하되는 상황이었으며, 하절기 스팀부하 감소에 따른 저압 잉여스팀이 발생하는 상황이었다.

하절기 압축공기 냉각을 위하여 저압 잉여스팀을 활용한 흡수식 냉동기를 설치하여 공정 효율을 향상시킨 사례이다.

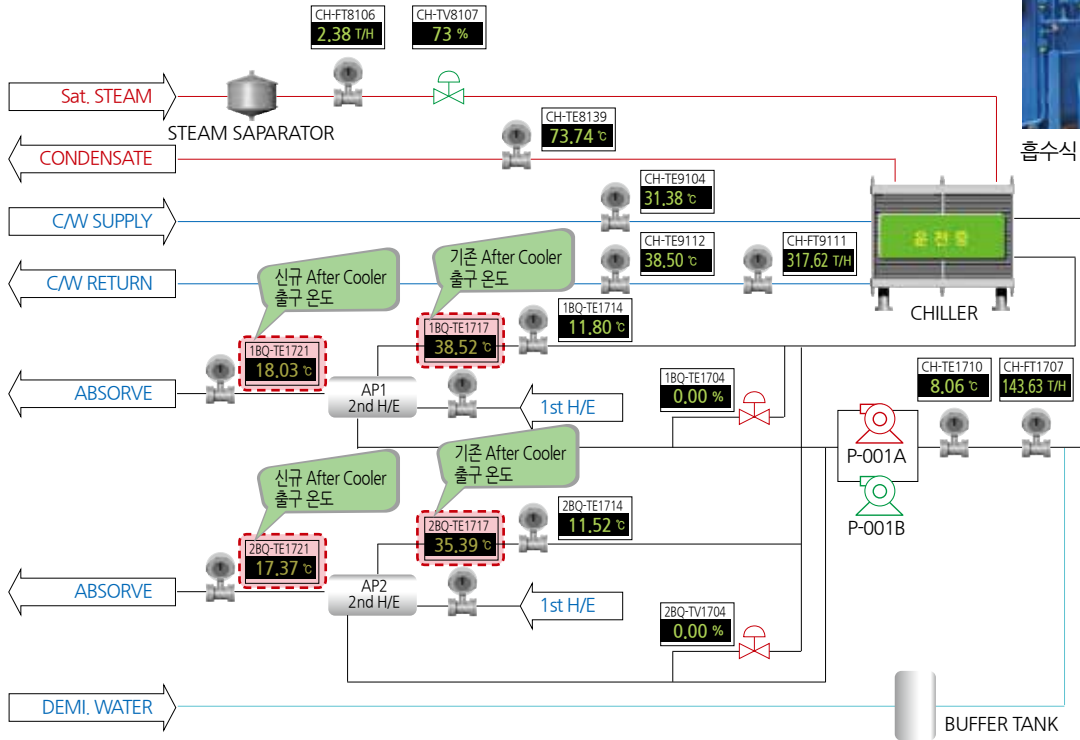
기존 압축공기 냉각 열교환기의 출구 온도가 35 ~ 38℃이었으나, 저압 스팀 구동 흡수식 냉동기를 설치하여 17 ~ 18℃까지 압축공기를 냉각함으로써 공정 효율이 향상되었다.



흡수식 냉동기 설치



흡수식 냉동기



CHILLER OPERATION	
냉수 입구 온도	8.60 ℃
냉각수 입구 온도	31.40 ℃
드레인 출구 온도	74.90 ℃
재생기 온도	93.70 ℃
흡수기 출구 온도	33.60 ℃
디지털 입력 게이지	10 mmHg
냉동기 운전시간	712 H
냉수 출구 온도	7.00 ℃
냉각수 출구 온도	38.60 ℃
냉수출구 온도설정	7.00 ℃
증발기 냉매 온도	6.50 ℃
응축기 냉매 온도	43.50 ℃
밸브 개도율	73 %

START STOP

After Service

## 스파이라트롤 밸브 플러그 시트 래핑

스파이라트롤 밸브는 EN(DIN)과 ANSI 표준을 준수하는 케이지 지지 시트를 준비한 2방 단일 시트 글로브 밸브이다.

이 밸브는 3가지 몸체 재질과 DN15~DN100 (1/2" ~ 4"), DN125~200 (5" ~ 8") 구경으로 공급되며 공압식이나 전기식 선형 구동기와 같이 사용하여 특성화된 연속 제어나 On/Off 제어를 수행한다.



## ◎ 밸브 분해 래핑



스파이라트롤 밸브



본넷 너트 이완



본넷 너트 제거



본넷 너트 제거



본넷 분리



플러그에 컴파운드 도포



본넷 조립



플러그 시트 정렬 맞춤



본넷 너트 조립



본넷 너트 대각선 미세 조임



래핑 지그 조립



플러그 시트 래핑

## ◎ 안전정보

운전 지침서에 의거하여 자격을 갖춘 사람이 본 제품을 올바르게 사용하고 설치, 시운전 및 유지보수를 해야만 안전한 운전을 보증할 수 있다. 배관과 설비 공사에 대한 일반적인 시방과 안전 규정뿐만 아니라 공구 및 안전장비의 적절한 사용 규칙을 준수해야 한다.

- **조명** : 세밀하고 복잡한 작업이 필요한 곳에서는 적절한 조명을 갖추어야 한다.
- **배관 내의 위험 액체 또는 가스** : 현재 배관 내에 무엇이 있는지 또는 이전에 배관 내부에 무엇이 있었는지 점검한다. 인화성 물질, 인체에 유해한 물질, 높은 온도에 대해서는 사전에 충분한 안전대책을 강구하여야 한다.
- **제품 주변의 위험한 환경** : 폭발 위험 지역, 산소가 부족한 지역(예: 탱크 또는 비트), 위험한 가스, 온도가 매우 높은 곳, 뜨거운 표면, 화재의 위험이 있는 장소(예: 용접 시), 심한 소음, 움직이는 기계류 등에 대해서는 사전에 충분한 안전대책을 강구하여야 한다.
- **시스템** : 예정된 작업이 전체 시스템에 미치는 영향을 고려해야 한다. 예정된 조작(예, 차단밸브를 닫는 것, 전원 차단)이 시스템의 다른 부분 혹은 사람에게 위험을 줄 수 있는지 확인한다. 배기 밸브나 보호 장치의 차단 또는 제어장치나 경보장치의 비정상적인 작동 등은 위험을 초래할 수 있다. 시스템에 갑작스러운 충격을 피하기 위해 차단밸브는 천천히 개폐되어야 한다.
- **압력 시스템** : 안전한 작업을 위해서는 예정된 작업구간으로 유입되는 압력을 차단하고, 대기압 상태로 안전하게 배기하여야 한다. 압력을 이중으로 격리(이중 차단과 배기)하는 것을 고려하여야 하고, 작업 도중 닫혀 있는 밸브를 열지 못하도록 잠금장치를 하거나 “밸브 닫힘” 등의 라벨을 부착한다. 압력계가 “0”을 지시하더라도 시스템에 압력이 없다고 추정해서는 안 된다.
- **작업의 허가** : 모든 작업은 적절한 자격을 갖춘 사람이 수행하거나 감독해야 한다. 설치 및 운전자는 스파이렉스사코의 “설치 및 정비 지침서”를 충분히 읽고 숙지하여야 한다. 공식적인 작업 허가 절차가 있는 경우에는 반드시 그 절차를 따라야 한다. 그러한 절차가 없는 경우 책임자는 작업 진행 상황을 반드시 파악하고 있어야 하며, 필요하다면 안전 책임자를 두는 것을 권장한다. 필요하다면 “경고” 문구를 표시하도록 한다.



- \* 본 점검 절차는 유튜브에 등록된 동영상을 통해 확인이 가능합니다.  
<https://youtu.be/8lY7TqBFxEY>
- \* 유튜브 검색창에서 “한국스파이렉스사코”로 검색하면 더 많은 정보를 얻을 수 있습니다.



한국스파이렉스사코(주)  
서비스영업팀 경유성 차장

- 조립은 분해 역순으로 한다.
- 본넷 너트는 몸체와 시트 가스켓에 조임값이 균일하게 분배되도록 대각선 순서로 조여야 한다.
- 플러그 시스템을 아래쪽으로 눌러서(유지하면서) 플러그와 시트 간 경렬도를 유지한 채로 조여야 한다.
- 각 너트는 손으로 조인 후에 필요한 토크 값에 도달할 때까지 각각의 너트를 대각선 순서로 10% 씩 토크를 증가시켜 조인다.
- 플러그 시트의 과도한 손상 시 교체한다.

◎ 추천 조임값

사이즈	DN15~25 (1/2"~1")	DN32~DN50 (1 1/4"~2")	DN65~DN80 (2 1/2"~3")	DN100 (4")
KE, KEA, LEA	100 Nm	130 Nm	130 Nm	110 Nm



Steam Trap Audit

## 2022 스팀트랩 진단사 자격 검정 안내

등급	내용	2022년 교육 및 검정 일정	교육비 (검정료, VAT 포함)
Level 1	스팀의 발생, 성질, 이용방법 스팀트랩 종류, 작동원리, 설치, 진단방법, 검정방법 스팀트랩 진단기 종류, 구조, 작동원리	34회 : 11. 16 (수) ~ 18 (금)	3일 출퇴근 (16시간) 220,000원
			2박 3일 715,000원

\* 출퇴근과 숙박 중에 선택하실 수 있으며, 숙박 시 교육비가 추가됩니다. 객실은 COVID-19로 인해 1인실만 운영합니다.



## 2022년 스팀기술연수교육 안내

본 교육은 국내 유일의 교육과정으로 스팀 및 공정 유체 분야의 기술 향상과 에너지 절감에 대한 최신의 기술 지식을 보급하기 위하여 스팀관련 현장 실무자 및 엔지니어를 대상으로 실시하고 있습니다. 1982년 시작하여 매년 20회 이상의 정규과정과 특별과정을 실시해 오고 있으며, 2021년까지 약 18,600여 명 이상이 본 과정을 수료하였습니다.

6월부터 대면 교육을 실시하고 있습니다. 예정된 일정을 참고하시어 신청해 주시기 바랍니다. 10명 이하 접수 시에는 과정이 취소될 수 있사오니 양해바랍니다. 자세한 사항은 당사 홈페이지 [www.spiraxsarco.com/global/kr](http://www.spiraxsarco.com/global/kr)에서 확인해 주시기 바랍니다.

◆ 2022 스팀기술연수교육 일정 (하기 일정은 당사 사정에 따라 변경될 수 있으니 반드시 신청 전에 확인하여 주시기 바랍니다.)

OCT 10			NOV 11			DEC 12	
STSC 2212 일반과정 12(수) ~ 14(금)	STSC 2213 일반과정 19(수) ~ 21(금)	STSC 2214 스팀보일러 하우스과정 27(목) ~ 28(금)	STSC 2215 2차 설비분야 대학(대학원)생과정 03(목)	STSC 2216 일반과정 09(수) ~ 11(금)	STSC 2217 경비과정 23(수) ~ 25(금)	STSC 2218 경유 및 석유화학과정 08(목) ~ 09(금)	STSC 2219 일반과정 14(수) ~ 16(금)

과정명	대상	기간	교육비 (VAT 포함)	
<div style="display: flex; gap: 5px;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black;"></div> 일반과정           <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: orange; border: 1px solid black;"></div> 경비과정         </div>	스팀 시스템을 관리하는 공무, 시설, 정비, 원동 및 열관리 담당자 스팀 설비 정비 실무 담당자	2박 3일	715,000원	
<div style="display: flex; gap: 5px;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: pink; border: 1px solid black;"></div> 스팀보일러하우스과정           <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: cyan; border: 1px solid black;"></div> 경유 및 석유화학과정         </div>	보일러 및 냉각수 시스템을 관리하는 운전, 공무, 시설, 열관리 담당자 엔지니어링 회사의 설계 담당자 및 석유화학 회사의 설계, 정비, 생산부 실무자	1박 2일	555,500원	
<div style="display: flex; gap: 5px;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black;"></div> 설비분야 대학(원)생과정         </div>	스팀 시스템의 기초 교육을 원하는 대학생 또는 대학원생	1일	무료	
특별과정	수배관과정	수배관 시스템 관리, 설계 담당자	1박 2일	555,500원
	식음료 및 헬스케어과정	식음료, 제약, 병원 및 헬스케어 회사의 설계, 시설, 정비, 원동, 생산부 실무자		
	기타	각 산업 현장에서 실무적으로 스팀 시스템을 관리하는 공무, 시설, 설비 등 열관리 담당자 (고객의 요청에 따라 단위 회사별 특별 과정을 실시할 수 있습니다. 원하시는 고객은 당사 영업사원과 협의해 주시기 바랍니다.)		

\* 출퇴근과 숙박 중에 선택하실 수 있으며, 숙박 시 교육비가 추가됩니다. 객실은 COVID-19로 인해 1인실만 운영합니다.

\* 문의 : 기술연수원 교육담당 T. 032-820-3080 / e-mail. Training@kr.spiraxsarco.com

You see steam. We see...

# NATURAL TECHNOLOGY

## 스팀이 필수적입니다. 대부분의 주요 산업은 스팀에 의존합니다.

스팀은 친환경적이며 일상생활의 일부입니다.  
하지만 이 놀라운 유체는 다양한 핵심 산업에서 효율 높은 도구이며 우리의 지속 가능한 미래와의 관계가 커지고 있습니다.  
스팀이라는 이름만으로 스팀의 모든 것을 설명할 수 없습니다.  
스팀은 Natural Technology입니다.

### 스팀은 다른 유체에는 없는 탁월한 특성이 있습니다.



#### 높은 에너지 밀도

대용량 에너지를 효과적으로 전달 가능



#### 정확한 온도 제어

입력 제어로 스팀 온도를 손쉽게 관리



#### 소규모 기반시설

가치 공정 공간 최소화



#### 자연스러운 흐름

펌프 불필요



#### 효율적인 열전달

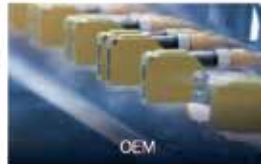
가열 표면 또는 재물에 직접 적용 가능



#### 자연스러운 물 순환

회수 및 재사용을 위한 물만 배출

### 스팀은 다양한 적용처 및 사용 분야에 기여합니다.



발전, 살균, 세척, 가습, 조리, 냉동/냉각

본 <스팀피플>은 당사의 교육 및 세미나 참석 시 제공하여 주신 [개인정보 제공 동의서] 또는 명함에 따라 발송해 드리고 있습니다.

한국스피렉스사코(주)는 고객님의 개인정보보호를 항상 소중히 보호하고 있으며 이용 항목과 활용 범위는 아래와 같습니다.

- 개인 정보 이용 항목 : 회사명, 주소, 고객명, 직책, 연락처, E-Mail 주소
- 개인 정보 활용 범위 : 고객관리, 스팀피플 및 기술자료 발송 / 세미나 안내

한국스피렉스사코(주)가 제공하는 스팀피플 및 기술자료, 세미나 안내를 원하지 않으실 경우에는 접수처 E-mail 주소 (SSKDesk@Kr.spiraxsarco.com)로 개인정보 제공 동의 취소를 요청하실 수 있습니다. 접수된 요청에 따라 고객님의 개인 정보는 지체 없이 삭제 처리되어 이후 일체의 세미나 안내, 스팀피플 및 기술자료가 발송되지 않을 것입니다.

보다 상세한 개인정보 처리방침은 한국스피렉스사코(주) 홈페이지(www.spiraxsarco.com/global/kr)에서 확인하실 수 있습니다. 감사합니다.

