

Vol.112 / Dec. 2016

에너지 절감 사례  
**저압 스팀, 폐열을 활용한**  
에너지 절감

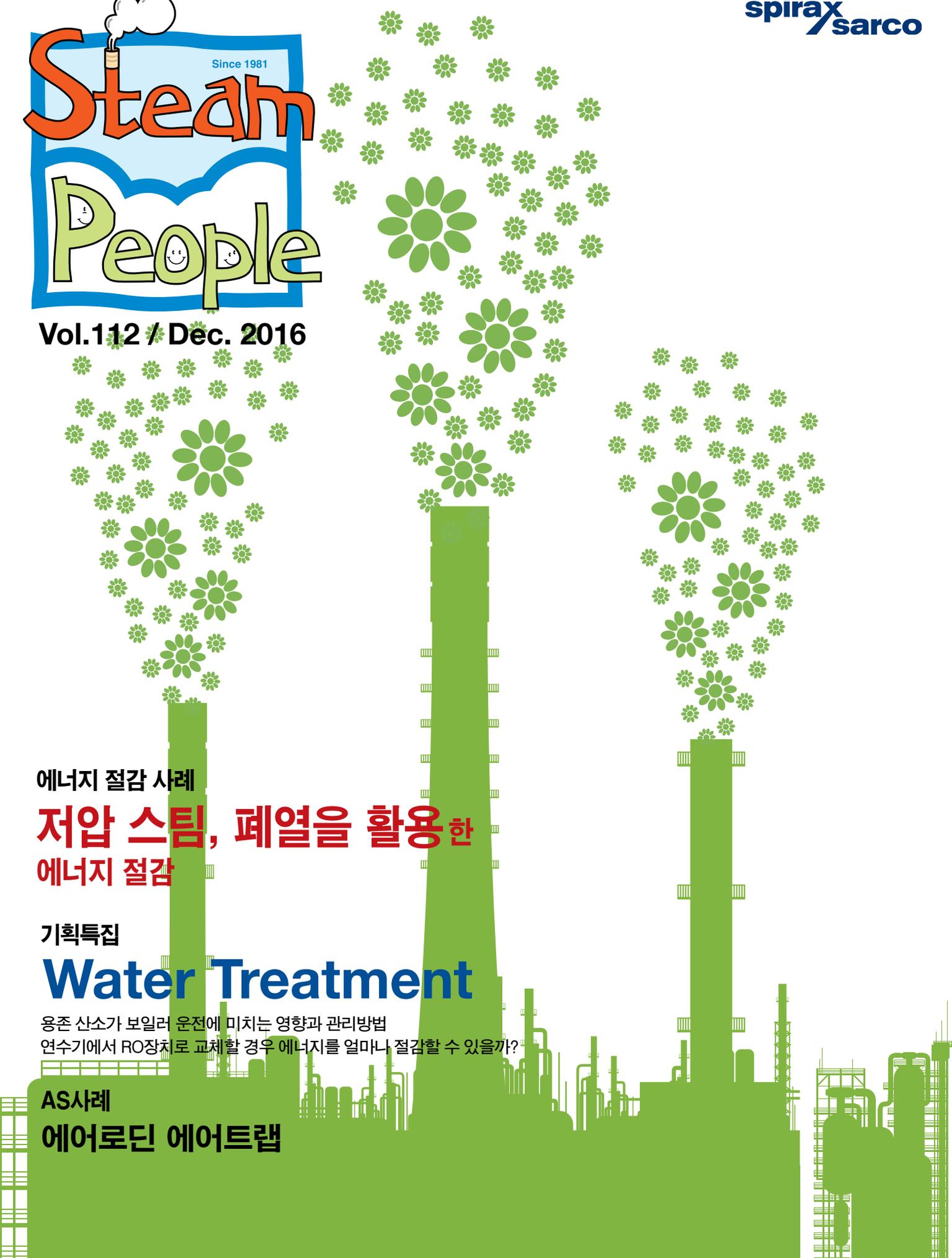
기획특집

**Water Treatment**

용존 산소가 보일러 운전에 미치는 영향과 관리방법  
연수기에서 RO장치로 교체할 경우 에너지를 얼마나 절감할 수 있을까?

AS사례

**에어로딘 에어트랩**



에너지 절감 사례  
저압 스팀, 폐열을 활용한 에너지 절감 03

기획특집 - Water Treatment 08  
용존 산소가 보일러 운전에 미치는 영향과 관리방법  
연수기에서 RO장치로 교체할 경우 에너지를 얼마나 절감할 수 있을까?

After Service 12  
에어로딘 에어트랩 Airodyn Air Trap

News 14  
2017년 스팀기술연수교육 안내  
2017 스팀트랩 진단사 자격 검정 안내

New product 16  
디지털 유량 컨트롤 밸브

발행 : 한국스피렉스사(주)

발행인 : 김정만

편집인 : 이지환

편집 : 이미경

디자인 : 에디커뮤니케이션서비스

인쇄 : 예원

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



한국스피렉스사(주)  
기술위원 안광현 과장



# 저압 스팀, 폐열을 활용한 에너지 절감

대부분의 산업현장에서는 스팀을 압력별로 구분하여 관리하고 있으며 고압(HP)스팀의 응축수를 회수한 후 중압(MP) 재증발증기를 발생하고, 중압(MP)스팀의 응축수를 회수한 후 저압(LP) 재증발증기를 발생하여 각각의 공정에 사용하고 있다

스팀을 열원으로 사용하는 모든 설비에서 요구되는 스팀의 압력은 피가열체의 가열온도에 의해 결정되며, 피가열체의 가열온도보다 적절한 온도 차를 갖는 스팀 압력을 가열원으로 사용하게 된다. 스팀을 이용하여 공정을 가열하는 열교환기도 위와 같은 적절한 온도 차를 갖고 설계하고 제작하여 설치하지만 실제로 제작되는 열교환기의 여유 면적 등에 의해 열교환기에 공급되는 스팀의 압력이 중압(MP) 또는 고압(HP)이라고 하더라도 실제로 열교환기 내부에서 운전되는 스팀의 압력은 저압(LP, 3~4bar g)이하로 낮아지는 경우가 많고 심지어는 진공으로 낮아지는 경우도 발생한다. 이번 호에서는 스팀 열원의 압력 변경과 스팀 열원에서 다른 폐열원으로 대체하여 에너지를 절약할 수 있는 방안에 대해 알아보려고 한다.

## ※ 스팀 압력 구분

고압 (HP) 40 bar g

중압 (MP) 10 ~ 16 bar g

저압 (LP) 3 ~ 5 bar g

스팀을 폐열로 대체한 사례

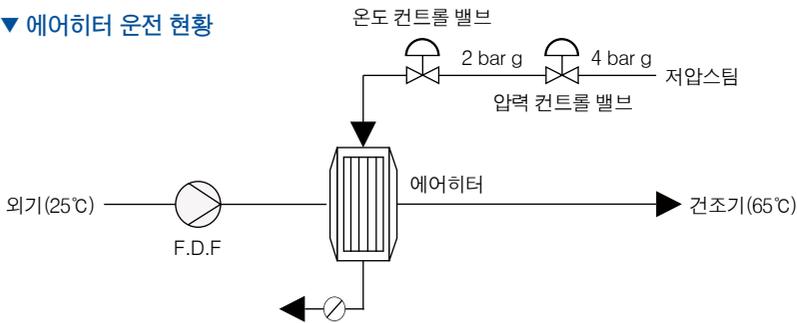
예를 들어 열풍으로 생산 제품을 건조하는 건조공정에서 사용되는 에어히터의 경우 외기를 100℃ 이하로 승온하는 경우가 많다. 외기의 가열온도가 승온온도 즉 피가열체의 승온온도가 100℃ 이하이므로 포화온도 111.6℃인 0.5bar g의 스팀으로도 충분하게 외기의 온도를 승온할 수 있다. 그러나 포화온도 151.4℃인 4bar g의 저압스팀을 이용하게 되면 필요 이상의 높은 압력으로 승온을 하고 있다는 것이다. 물론 0.5bar g의 스팀을 공급하는데 4bar g의 저압스팀을 감압하여 사용한다면 에너지 절감 효과는 없지만 중압(MP) 또는 저압(LP)스팀의 응축수를 회수한 후 0.5 bar g 재증발증기를 발생하여 사용한다면 충분히 에너지 절약 효과를 기대할 수 있다. 그런데 기존의 4bar g 스팀을 사용하던 에어히터에 0.5bar g의 스팀을 공급하려고 한다면 가장 중요하게 검토할 부분은 에어히터의 전열면적이다. 만약 에어히터의 전열면적이 충분하게 여유가 있다면 별

도의 설비 변경없이 스팀의 압력을 낮출 수 있으나 전열면적이 부족하다면 에어히터를 교체해야 재증발증기의 활용이 가능해진다.

온수로 폐열을 회수하여 스팀을 대체한 사례

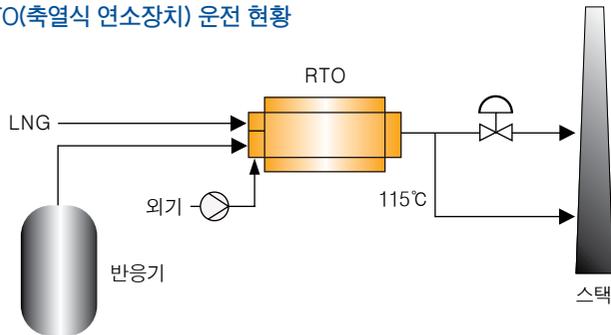
타 공정에서 발생하고 있는 폐열을 이용하거나, 폐열의 이송배관 구성이 어려울 경우 별도의 온수로 폐열을 회수하여 사용함으로써 스팀을 대체할 수 있다. 실 예로 아래와 같이 4bar g의 저압스팀을 2 bar g로 감압하여 외기를 65℃까지 가열하는 건조공정에서 다른 공정의 폐열을 온수로 회수하여 이용한 에너지 절감 사례이다. 외기 25℃ 40,000Nm<sup>3</sup>/h를 65℃까지 승온하기 위해서 2bar g 스팀 약 960kg/h을 사용하고 있으며, 반응기의 배출 가스를 소각하기 위하여 RTO(Regenerative Thermal Oxidizer 축열식 연소장치)를 운영 중인데 RTO에서 115℃ 60,000Nm<sup>3</sup>/h의 배기가 대기로 배출되고 있다.

▼ 에어히터 운전 현황



|        |                        |         |
|--------|------------------------|---------|
| 건조 풍양  | Nm <sup>3</sup> /h     | 40,000  |
| 외기 온도  | ℃                      | 25.0    |
| 승온 온도  | ℃                      | 65.0    |
| 공기 비열  | Kcal/Nm <sup>3</sup> ℃ | 0.31    |
| 승온 열량  | Kcal/h                 | 496,000 |
| 스팀 압력  | bar g                  | 2.0     |
| 스팀 잠열  | Kcal/kg                | 516.9   |
| 스팀 사용량 | Kg/h                   | 960     |

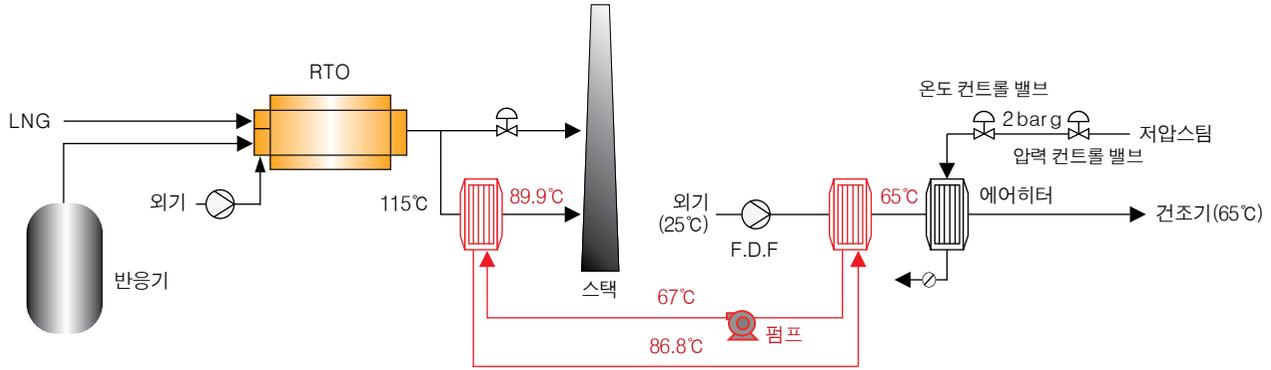
▼ RTO(축열식 연소장치) 운전 현황



|         |                        |           |
|---------|------------------------|-----------|
| 배기가스 양  | Nm <sup>3</sup> /h     | 60,000    |
| 배기가스 온도 | ℃                      | 115       |
| 배기가스 비열 | Kcal/Nm <sup>3</sup> ℃ | 0.33      |
| 배기가스 열량 | Kcal/h                 | 2,277,000 |

## 개선안

RTO의 배기열을 회수하여 온수를 생산하고 생산된 온수를 순환하여 건조공정의 외기를 승온, 스팀 사용량을 절감한다. RTO 배기가스 온도를 89.9℃까지 낮추어 496,000kcal/h의 열량을 회수한다.



|             |                        |         |
|-------------|------------------------|---------|
| 배기가스 양      | Nm <sup>3</sup> /h     | 60,000  |
| 배기가스 온도 IN  | ℃                      | 115.0   |
| 배기가스 온도 OUT | ℃                      | 89.9    |
| 배기가스 비열     | Kcal/Nm <sup>3</sup> ℃ | 0.33    |
| 배기가스 열량     | Kcal/h                 | 496,000 |
| 온수 순환량      | Kg/h                   | 25,000  |
| 온수 온도 IN    | ℃                      | 67.0    |
| 온수 온도 OUT   | ℃                      | 86.8    |
| 온수 비열       | Kcal/kg ℃              | 1.00    |
| 온수 승온 열량    | Kcal/h                 | 496,000 |

|           |                        |         |
|-----------|------------------------|---------|
| 건조 풍양     | Nm <sup>3</sup> /h     | 40,000  |
| 외기 온도     | ℃                      | 25.0    |
| 승온 온도     | ℃                      | 65.0    |
| 공기 비열     | Kcal/Nm <sup>3</sup> ℃ | 0.31    |
| 승온 열량     | Kcal/h                 | 496,000 |
| 온수 순환량    | Kg/h                   | 25,000  |
| 온수 온도 IN  | ℃                      | 86.8    |
| 온수 온도 OUT | ℃                      | 67.0    |
| 온수 비열     | Kcal/kg ℃              | 1.00    |
| 온수 승온 열량  | Kcal/h                 | 496,000 |

RTO 배기열 회수를 통해 승온된 86.8℃의 온수 25,000kg/h를 이용하여 25℃ 40,000Nm<sup>3</sup>/h외기를 65℃까지 승온하여 2bar g 스팀 전량을 절감함으로써 연간 2억 8천만원을 절약할 수 있다. (기존 스팀 에어히터는 온수 순환 시스템 정지 또는 외기 온도 저하에 따른 온수 열량 부족 시 대체하기 위하여 철거하지 않는다.)

이렇게 타 공정에서 배출되고 있는 낮은 온도의 폐열을 이용하여 더 낮은 온도로 운전되는 공정의 스팀 열원을 대체함으로써 에너지 절감 효과를 볼 수 있다. 또한 일부 석유화학 공정에서는 스팀을 사용하는 스팀트레이서 중에서 공정 배관의 온도가 낮은 경우에 공정의 폐열 회수를 통하여 온수를 생산하고 이 온수로 스팀 트레이싱을 대체한 사례도 있다.

## 스팀 압력의 등급 변경

다른 예로 석유화학공정에 설치된 증류탑에서는 대부분 리보일러를 운전하고 있다. 리보일러는 바탐에 유입된 액을 증발하는데 사용된다. 리보일러의 공급 스팀 압력은 증류탑으로 유입되는 원료의 증발온도로 결정되며, 스팀의 온도는 원료의 증발온도보다 높아야 한다. 하지만 원료의 증발온도보다 현저하게 높은 온도의 스팀 공급은 불필요한 고압스팀을 공급하게 되는 것으로 개선의 여지가 있다.

리보일러에서 사용하는 스팀을 보일러에서 발생한 고압의 스팀을 감압하여 사용한다면 압력 변동에 따른 에너지 절감 효과는 기대할 수 없다. 그러나 위에서 이야기 한 것처럼 고압 증축수에서 재증발증기를 발생하여 사용할 수 있거나 폐열 보일러에서 저압스팀을 발생하는 경우, 그리고 외

부에서 구입하는 스팀의 압력을 고압과 저압으로 구분하여 공급받고 있다면 압력 등급별로 스팀의 단가가 다르기 때문에 고압의 스팀보다는 저압의 스팀을 사용하는 것이 훨씬 경제적이다.

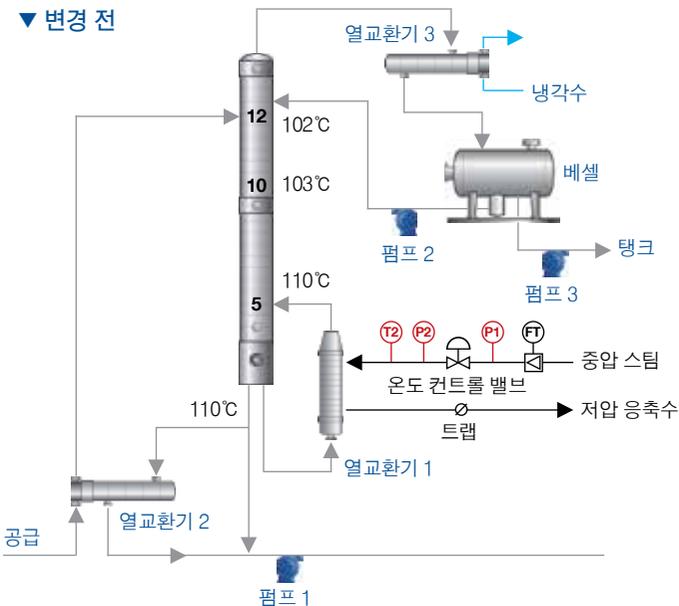
또한 석유화학 공정에서 터빈을 가동하는 경우 일반적으로 스팀 사용 밸런스는 고압과 중압스팀이 부족하고, 겨울철에는 동파방지용 스팀 트레이싱 때문에 저압스팀이 부족하거나 밸런스를 유지하다가 여름철에는 동파방지 트레이싱 스팀 사용량이 감소하므로 저압스팀이 남아 대기로 벤트시키는 경우도 발생한다. 따라서 중압스팀을 저압스팀으로 대체할 수 있다면 스팀의 단가 차이 이외에도 많은 부분에서 경제적 이익이 있다.

현재 운용중인 증류탑의 바텀 온도에 의해 스팀 압력을 결정할 수 있는데 만약 중압스팀을 사용하는 증류탑의 바텀 온도가 저압스팀의 포화온도보다 낮은 경우에는 대부분 중압스팀 대신 저압스팀을 사용할 수 있다. 운전되고 있는 증류탑 바텀의 온도가 저압스팀의 포화온도보다 낮은데도 불구하고 중압스팀을 사용하고 있다면 중압스팀을 저압스팀으로 대체하기 위하여 가장 먼저 확인할 사항은 리보일러와 스팀 공급 컨트롤 밸브 사이 스팀 공간의 운전압력이다. 증류탑의 부하 조절을 위하여 스팀 컨트롤 밸브가 설치된 경우 총괄 전열계수와 실제 설치된 전열면적에 따라 과열을 방지하기 위하여 스팀 온도 즉, 감압하게 되면 이때 컨트롤 밸브의 개도가 변경된다. 많은 경우에 리보일러 온도 컨트롤 밸브의 전/후단 압력, 온도, 유량 등을 모니터링

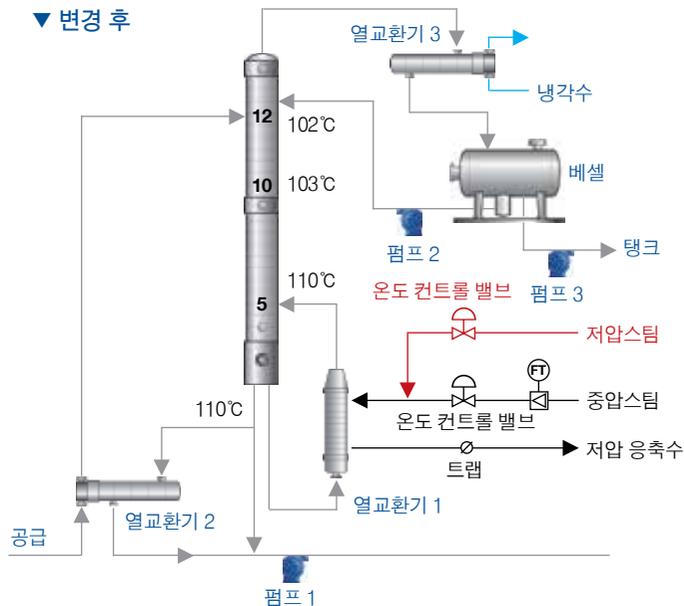
하고 있어 쉽게 스팀공급 압력 변경을 검토할 수 있다. (아래 그림과 같이 증류탑의 바텀 온도가 110℃인데, 중압스팀을 사용하고 있다면 충분히 중압스팀에서 저압스팀으로 가열원을 변경할 수 있다.)

만약 리보일러 온도 컨트롤 밸브 후단의 압력(P2)이 저압스팀의 압력인 4bar g보다 낮거나 같다면 리보일러의 변경없이 바로 중압스팀에서 저압스팀으로 변경이 가능하다. 만약 온도 컨트롤 밸브 후단의 압력(P2)은 확인할 수 없지만 스팀배관의 표면온도(T2)를 측정할 수 있다면 그 온도(T2)에 상응하는 포화증기 압력이 리보일러의 운전 압력이 되므로 쉽게 판단을 할 수 있다. 즉, 측정된 표면온도가 135℃라면 표면온도계의 편차를 고려할 때 배관 내부의 스팀온도는 약 140~145℃이고 스팀압력은 2.5~3.2bar g가 되므로 저압스팀 4bar g를 공급하는 것이 가능하다. 컨트롤 밸브의 후단의 압력, 온도, 유량 등의 검토를 통해 리보일러의 압력을 확인한 결과 저압스팀의 압력 4bar g보다 높게 측정된다면 저압스팀을 그대로 사용하기에는 리보일러의 전열면적이 작은 것이므로 리보일러를 교체하거나 1대를 추가로 설치하면 된다. 또한 스팀 압력별 단가 차이 이외에도 리보일러와 같은 열교환기에서 사용되는 스팀의 압력은 높으면 높을수록 배출되는 응축수의 온도 또한 높게 배출이 되므로 재증발증기의 발생량도 많아지게 된다. 따라서 저압스팀이 남는 밸런이라면 당연히 대기로 버려지는 에너지의 양도 많아지게 되어 피가열체의 최고 승온온도에 가장 근접한 온도에 상응하는 저압스팀 압력 사용을 권장한다.

▼ 변경 전



▼ 변경 후



이는 가능하면 건설 당시에 저압스팀을 사용하도록 열교환기를 선정하고 배관 설계를 하는 것이 필수적이다. 열교환기의 열전달 공식인  $Q=U \times A \times \Delta T$  에서 볼 수 있듯이 열전달량(Q)은 전열면적(A)와 대수평균 온도차( $\Delta T$ )와 반비례 관계가 있다. 즉 전열면적(A)을 크게 하면 대수평균 온도차( $\Delta T$ )를 작게 할 수 있으므로 스팀 압력을 최대한 낮출 수 있다. 다만 초기 설계단계 및 건설단계에서 열교환기의 전열

면적은 곧 설비투자 비용과 직결되므로 중압스팀을 사용하도록 설계하는 경우가 많다. 그러나 실제 설치되는 열교환기의 전열면적이 설계된 전열면적보다 30~50% 정도 여유를 갖고 제작되어 온도 차가 감소해야 하므로 요구되는 스팀의 압력이 낮아지는 경우가 대부분이다. 또한 열교환기 설계 시 최대 공정조건으로 설계가 이루어지기 때문에 실제 운전 상태에서는 충분한 전열면적을 갖게 된다.

### 열교환기 설계 조건

|                  | 유량(Ton/h) | 공급 온도(°C)                   | 출구 온도(°C) | 잠열(Kcal/kg)         | 열량(Kcal/h) |
|------------------|-----------|-----------------------------|-----------|---------------------|------------|
| 공정               | 10.0      | 110.0                       | 110.0     | 80.0                | 800,000    |
| 중압스팀 (10 bar g)  | 1.67      | 183.3                       | 183.3     | 478.0               | 800,000    |
| LMTD (스팀온도-공정온도) | 73.0      | U (kcal/m <sup>2</sup> h°C) | 800       | A (m <sup>2</sup> ) | 13.7       |

\* 열교환 용량 800,000kcal/h, 스팀압력 10 bar g, 총괄 전열계수 800 kcal/m<sup>2</sup>h°C로 열교환기 설계 시 LMTD는 73°C, 전열면적은 13.7m<sup>2</sup>으로 계산된다.

### 전열면적이 30% 여유가 있을 경우

|                  | 유량(Ton/h) | 공급 온도(°C)                   | 출구 온도(°C) | 잠열(Kcal/kg)         | 열량(Kcal/h) |
|------------------|-----------|-----------------------------|-----------|---------------------|------------|
| 공정               | 10.0      | 110.0                       | 110.0     | 80.0                | 800,000    |
| 중압스팀 (6.2 bar g) | 1.63      | 166.2                       | 166.2     | 492                 | 800,000    |
| LMTD (스팀온도-공정온도) | 56.2      | U (kcal/m <sup>2</sup> h°C) | 800       | A (m <sup>2</sup> ) | 17.8       |

\* 전열면적이 17.8m<sup>2</sup>으로 30% 증가 시 LMTD는 56.2°C로 감소하게 되어 스팀의 압력은 6.2 bar g로 감소된다.

### 공정 부하가 감소한 경우

|                  | 유량(Ton/h) | 공급 온도(°C)                   | 출구 온도(°C) | 잠열(Kcal/kg)         | 열량(Kcal/h) |
|------------------|-----------|-----------------------------|-----------|---------------------|------------|
| 공정               | 7.5       | 110.0                       | 110.0     | 80.0                | 600,000    |
| 저압스팀 (4.0 bar g) | 1.19      | 152.1                       | 152.1     | 503.2               | 600,000    |
| LMTD (스팀온도-공정온도) | 42.1      | U (kcal/m <sup>2</sup> h°C) | 800       | A (m <sup>2</sup> ) | 17.8       |

\* 전열면적 30%의 여유와 공정부하 25% 감소 시 LMTD는 42.1°C로 감소하게 되어 스팀의 압력은 4.0 bar g로 감소된다.

총괄전열계수 U값은 시간이 지나면 발생하는 파울링을 고려하여 Ud 값을 갖고 전열면적을 계산하는데 가동 초기에는 파울링이 없는 깨끗한 상태이므로 이 때의 \*Uc값은 \*Ud보다 10~20% 이상 크게 된다. 그러므로 열교환기가 깨끗한 상태에서의 전열면적은 설계된 전열면적보다 큰 값을 갖게 된다. 따라서 열교환기를 처음 가동하는 경우 열교환기 내부의 스팀 압력이 설계 압력보다 낮은 압력으로 운전되는 경우가 많이 발생한다. 그렇다면 초기 설계부터 저압스팀을 이용하도록 설계하는 것이 큰 문제가 안 된다는 것이 되므로 이를 초기 설계 당시에 반영하는 것이 필요하다.

대부분의 산업현장에서는 에너지 절감을 위한 많은 노력의 결과로 상당 부분 에너지를 절약해 오고 있으며, 추가적인 에너지 절감을 위해서도 노력은 하고 있지만 새로운 에너지 절감 포인트를 찾는 것이 현실적으로 쉽지는 않다. 앞에서 소개한 스팀열원의 압력 재검토 및 저온으로 배출되는 폐열을 이용한 스팀 열원대체가 과거에 비해 아주 큰 효과는 볼 수 없더라도 추가적인 에너지 절감 방안으로 적용될 수 있을 것으로 기대해 본다. 

\*Uc: 열교환기의 전열면이 오염되지 않은 깨끗한 상태에서의 총괄전열계수

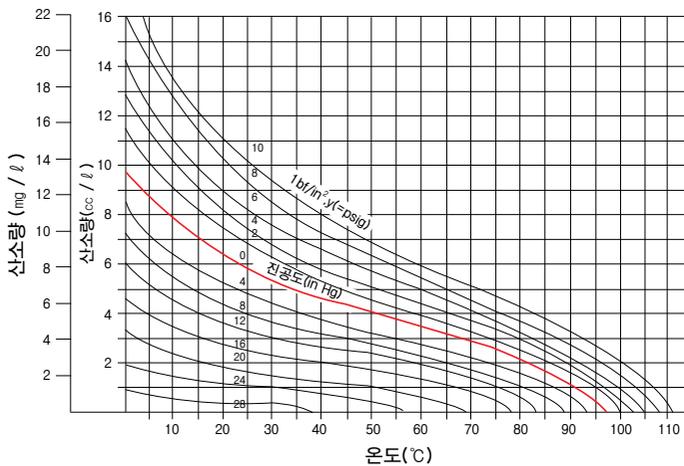
\*Ud: 열교환기의 전열면이 오염되었을 상태에서의 총괄전열계수

한국스파이렉스사코는 스팀 및 응축수 분야의 축적된 노하우를 바탕으로 보다 폭 넓고 종합적인 기술자문과 서비스를 제공하고자 스파이렉스사코 그룹의 호주, 뉴질랜드 등에서 성공적으로 수행해 오고 있는 수처리(Water Treatment) 서비스를 제공하고 있습니다. 이에 보일러의 효율적인 운영을 위한 수처리 분야를 기획 특집으로 소개합니다.

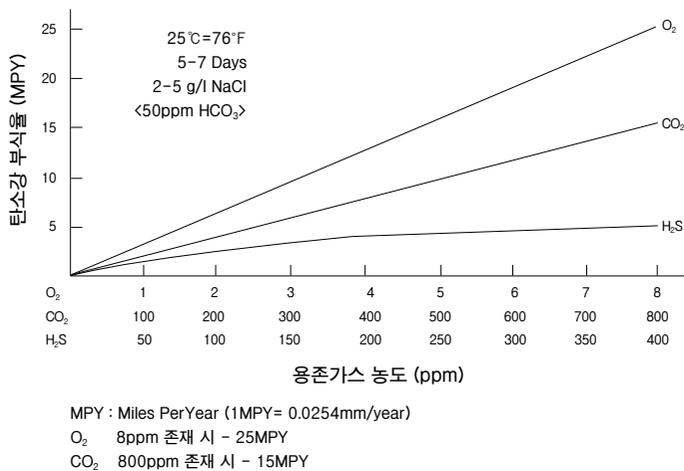
# 용존산소가 보일러 운전에 미치는 영향과 관리방법

용존산소는 보일러 수에 소량만 존재하여도 국부 부식을 발생시켜 보일러 운전의 효율과 안전을 저해한다. 용존산소가 보일러 운전에 미치는 영향과 그 관리방법을 알아보자.

▼ 그래프1. 온도와 압력에 따른 순수(純水)에 대한 산소의 용해도



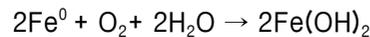
▼ 그래프2. 용존가스 종류별 농도에 따른 탄소강 부식도



## 보일러에서 용존산소가 어떻게 부식을 발생시키는가?

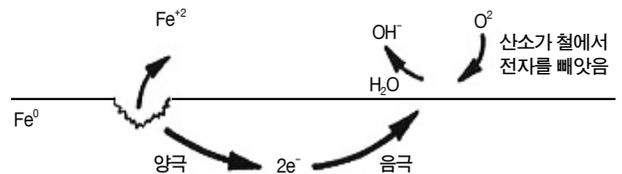
용존산소란? 문자 그대로 수중에 녹아있는 산소를 말한다. 산소를 비롯한 대부분의 기체는 온도가 높아지거나 압력이 낮아지면 물에 대한 용해도가 낮아져 더 이상 수중에 녹아있지 못하고 기체로 활성화된다.

1기압 (진공도 0), 25°C에서 산소 용해도는 8mg/ℓ 이지만 100°C에서의 용해도는 0mg/ℓ 이다. (그래프 1) 즉, 보일러 급수에 8mg/ℓ의 용존산소 존재 시 온도가 100°C 이상으로 가열되면 용존산소가 공격성을 띄는 활성산소로 존재하게 되는 것이다. 기체로 활성화된 산소는 다른 기체들에 비해 부식성이 매우 강하여 소량의 존재만으로도 배관벽의 철과 반응하여 부식을 일으킨다. (그래프 2) 용존산소에 의한 부식은 활성화된 산소가 철에서 전자를 빼앗아 물과 결합하여 부식생성물인 산화철을 생성한다.



철            용존산소            산화철

## ▼ Electrolyte(Water)



## 용존산소에 의한 부식의 형태는?

용존산소는 배관벽의 국소부위에서 철과 반응하기 때문에 국소부위가 깊게 패이는 곳에 점부식을 일으킨다. 이러한 점 부식은 배관 또는 튜브 파열이 국소부위에 발생하므로 배관의 잔존 수명 예측이 어려워 운전 중 튜브 누수로 인한 긴급 조업 정지를 유발할 수 있다.

## 용존산소 제거 방법

### 1. 물리적 방법

산소는 온도가 높을수록 압력이 낮을수록 용해도가 낮아지므로 이러한 원리를 이용하여 보일러 급수 처리 시 기체를 모두 날려 보내는 탈기기(Deaerator)를 설치하여 제거할 수 있다.

#### 가열 탈기

탈기기 내로 들어오는 급수에 스팀을 통과시켜 급수의 온도를 용기 압력에 대응하는 기체 포화온도(비점)까지 상승시켜 용존가스를 배출하는 방법으로 탈기 효율이 좋아 처리수 중의 용존산소 농도를 10ppb 이하로 줄일 수 있다.

#### 진공 탈기

급수 온도에 대응하는 물의 증기압에 가깝도록 감압용기를 이용하여 진공을 걸어주면 진공도가 급수 온도에 해당하는 증기압에 가까울수록 탈기 효율은 좋아 지지만 가열 탈기기에 비해 처리 효율이 낮다.

#### 급수탱크 온도 조절

탈기기가 없는 보일러일 경우에는 가급적 급수 탱크의 온도를 높게 유지하여 급수 탱크 벤트 라인을 통하여 산소를 제거한다. 이 때 반드시 급수 탱크 하부에 탈산소제를 주입하여 산소가 보일러로 유입되는 것을 방지해야 한다. 효과적인 용존산소 제거를 위해서는 탱크 내 온도를 일정하게 유지하는 컨트롤 시스템이 요구된다.

### 2. 약품 처리

탈기기를 거친 10ppb 이하의 아주 작은 양의 용존산소가 존재하더라도 이것이 지속적으로 보일러 급수에 유입되면 예열기(Preheater)와 절탄기(Economizer) 튜브에 점부식을 촉진시키므로 약간의 잉여 약품 처리로 산소를 철저히 제거해야 한다. 약품은 탈기기 드럼 또는 급수 탱크 하부에 주입하며 산소를 완전히 제거하기 위해서는 용존산소와 반응량 보다 약 1~2ppm 정도 많이 주입한다.

탈산소제의 종류는 다양하여 각각의 특성에 맞게 선택하여 사용한다. 대표적인 탈산소제 약품은 <표1>과 같다.



▲ 전형적인 용존산소에 의한 점부식 (Pitting Corrosion)

▼ 표1. 탈산소제 약품 종류

|   |   |
|---|---|
| 아황산염<br>Sodium Sulfite<br>$\text{Na}_2\text{SO}_3$                        | 40 기압 이하 보일러에 주로 사용<br>반응속도가 빠르고 저렴함.   |
| 하이드라진<br>Hydrazine<br>$\text{N}_2\text{H}_4$                              | 유기 탈산소제 중 가장 많이 사용<br>발암성 의심 물질로 사용량 감소   |
| DEHA<br>Diethylhydroxyl-<br>amine<br>$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NOH}$ | 탈산소제, 금속표면 부동태화 탈산소제,<br>금속 표면 부동태화, 분해 후 중화아민<br>기능 등 다기능 제품                   |
| Carbohydrazide<br>$(\text{NH}_2\text{NH})_2\text{CO}$                     | 150°C 이상에서 분해되면 하이드라진을<br>발생하므로 연속적인 탈산소 기능 수행<br>가능<br>초고압 보일러에서 사용 가능 (200기압) |
| Hydroquinone<br>$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$                       | 반응속도가 빠름<br>금속 Passivation 기능   |

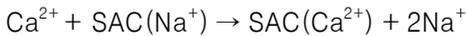
# 연수기에서 RO장치로 교체할 경우 에너지를 얼마나 절감할 수 있을까?

수중 경도성분만 제거하는 연수기(경수연화장치) VS 수중의 모든 용존 고형물을 분리하는 RO(역삼투압)정수장치

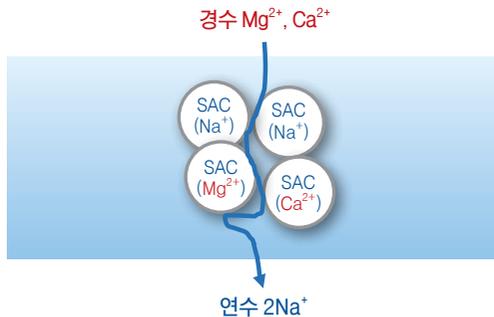
보일러에서 가장 큰 문제가 되는 수중 불순물은 스케일의 주 성분인 경도성분이다.

그 동안 많은 보일러에서 칼슘, 마그네슘 등의 경도성분만을 제거하는 목적으로 연수기(경수연화장치)를 설치해서 스케일 발생 경향을 감소시킨 후, 수처리 약품 및 블로우다운을 통해서 보일러 수질을 관리해 왔는데 최근 들어 수중 용존 고형물의 99% 이상을 모두 제거하는 RO장치로 변경하는 추세가 두드러지고 있다. 그 이유는 무엇일까?

## ▼ 연수기 운전 원리



수중  $\text{Ca}^{2+}$  (칼슘) ⇌ 경수연화수지  $\text{Na}^+$  (나트륨) : 교환



SAC(Strongly Acid Cation Resin) : 강산성양이온교환수지

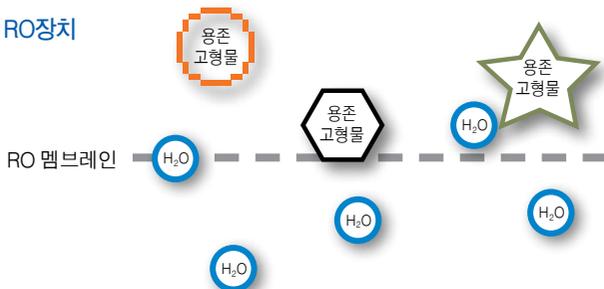
## 연수기

연수기는 이온교환수지의 일종으로 수중의 여러 가지 불순물 중 스케일의 주 원인이 되는 경도성분만을 제거하기 위해 사용하는 양이온교환수지이다. 수중에 포함된 칼슘, 마그네슘의 경도성분과 이온교환수지가 가지고 있는  $\text{Na}^+$ 이온을 서로 맞바꿔 수중에서 경도성분을 제거하는 대신  $\text{Na}^+$ 을 내어주는 것이다.

이온교환수지가 경도성분과 모두 반응해서 포화되면 더 이상 수중의 경도성분을 제거할 수 없기 때문에 완전히 포화되기 전에  $\text{NaCl}$ 을 이용해서 재생해 주어야 한다. 이때 재생과정에서 폐수가 발생하는데 이는 적절한 폐수처리과정을 거쳐 방류해야 한다.

또한 자칫 재생주기를 놓치게 되면 보일러 급수로 경도성분이 유입되어 스케일이 발생할 가능성이 높아지기 때문에 연수기를 통과한 물에서 경도성분이 검출되는지 여부를 연속적으로 모니터링 해야 한다.

## ▼ RO장치



## RO(Reverse Osmosis 역삼투압) 장치

RO장치는 경도성분만을 제거하는 연수기와 달리 수중에 포함된 용존 고형물의 미세한 입자까지 걸러낼 수 있는 막 여과장치로 일반적으로 수중 용존 고형물의 99% 이상을 제거하도록 설계되어 있다.

주기적으로 이온교환수지를 재생해 주어야 하는 연수기와 달리 재생작업을 할 필요없이 연간 2~3회 CIP(Clean In Place)만 해주면 되므로 운전

이 간편하고, 수지 재생시기를 놓쳐 경도성분이 급수로 유입될 염려없이 안정적인 수질을 유지할 수 있다. 또한 RO장치를 거친 물은 수중 용존 고형물이 99% 이상 제거되기 때문에 TDS농도가 매우 낮아 보일러 운전 농축도를 연수기 사용할 때 보다 평균 10배 이상 높게 운전할 수 있으므로 관수 블로우다운 시 버려지는 열에너지, 용수 및 수처리약품 사용 비용 등을 절감할 수 있다.

최근 에너지 비용 상승과 폐수처리규정 강화에 따라 많은 현장에서 초기 투자비용을 늘려 연수기 교체 시점에 연수기가 아닌 RO장치를 설치하여 에너지를 절감하는 사례가 늘고 있다.

## 연수기에서 RO장치로 교체한 에너지 절감 사례

### 1. 보일러 운전 조건

| 구분   | 현황                  |
|--|---------------------|
| 위치   | 전남 광주               |
| 보일러 용량                                     | 20,000kg/hr         |
| 스팀 발생량                                     | 10,000kg/hr         |
| 보일러 사용압력                                   | 8bar g              |
| 급수 온도 °C                                   | 70                  |
| 포화온도 °C                                    | 175                 |
| 가동시간 (10hr/day, 365day/yr기준)               | 3,650 hr/yr         |
| 관수 전기전도도 관리기준                              | 3,000 $\mu$ s/cm 이하 |
| 연료 사용액 (LNG단가 : 520원/Nm <sup>3</sup> /h기준) | 1,110,000,000원/yr   |

### 2. 연수기를 RO장치로 교체 시 운전조건 변동 사항

| 구분                     | 연수기 사용 시    | RO로 교체 시            |
|------------------------|-------------|---------------------|
| 급수 전기전도도 ( $\mu$ s/cm) | 150         | <b>20</b>           |
| 블로우 다운량 (ton/hr)       | 0.53        | <b>0.07</b>         |
| 블로우 다운율 (%)            | 5.26        | <b>0.67</b>         |
| 스케일 두께 (mm)            | 0.6         | <b>0.2</b>          |
| 설치 비용 (10ton/hr 기준)    | 40,000,000원 | <b>100,000,000원</b> |



**EasiRO**

### 3. 절감 금액

|                      |  |
|----------------------|--|
| 블로우다운율 절감에 따른 열량 절감량 | $\text{스팀 발생량(kg/hr)} \times \text{절감 블로우다운율(\%)} \times (\text{포화온도} - \text{급수온도} \text{ } ^\circ\text{C})$<br>$= 10,000 \times 4.6 \times (175 - 70) = \mathbf{48,216 \text{ Kcal/hr}}$                                       |
| 열량 절감에 따른 연료 절감액     | $(\text{회수 열량(kcal/hr)} \div \text{LNG 열량(kcal/Nm}^3\text{)}) \times \text{LNG 단가(원/Nm}^3\text{/h)} \times \text{가동시간(hr/yr)}$<br>$= (48,216 \div 10,400) \times 520 \times 3,650 = \mathbf{\text{약 } 8,800,000\text{원/yr} - ①}$ |
| 스케일 두께 감소에 따른 연료 절감액 | $\text{연간 연료 사용액(원/yr)} \times \text{연료 손실율(\%)}$<br>$= 1,110,000,000 \times 1.4\% = \mathbf{15,540,000\text{원/yr} - ②}$   |
| 총 절감 금액 = ① + ②      | <b>24,340,000원/yr</b>  |
| 투자 회수 기간             | $\text{투자 금액 (RO설치비} - \text{연수기 설치비)} \div \text{연간 절감 금액}$<br>$= (100,000,000 - 40,000,000) \div 24,340,000 = \mathbf{2.5\text{년}}$  |



한국스파이렉스사코(주)  
SWC기술지원팀 정은숙 책임

\*1.4% : 스케일이 보일러 운전에 미치는 영향 / 스케일 두께에 따른 연료손실율 (스팀피플 111호<스케일이 보일러 운전에 미치는 영향> 참조)



# 에어로딘 에어트랩 Airodyn Air Trap

에어로딘 써모다이다믹 에어트랩은 압축공기 시스템에서 응축수를 배출하기 위해 사용되며 트랩 몸체 표면은 무전극 니켈도금(ENP) 처리가 되어 있어 내식성이 뛰어나며 초청정 시스템에 사용할 수 있는 표면 마감이 된 디스크가 내장된 에어로딘 "S" 모델의 공급이 가능하다.

## ■ 설치 시 주의사항

- 이 트랩은 기본적으로 TD 트랩과 같기 때문에 수평배관에 상부 캡이 하늘을 향하도록 설치되어야 하며 트랩의 앞쪽에 드레인 포트가 있어야 한다. 드레인 포트가 없는 경우는 수평배관에서 공기가 배관에 있는 물 위쪽으로 통과하여, 물이 존재하는 경우에서도 트랩이 닫혀 트랩의 작동에 영향을 주게 된다. 필요 시 에어로딘 트랩을 수직배관에 설치할 수도 있으나 오랜 수명과 올바른 작동을 위해 수평배관에 설치하는 것이 좋다.

### - 디스크의 방향

오일이 거의 없는 일반적인 고압 공기 시스템에서는 흠이 있는 표면이 아래쪽을 향하도록(시트면을 향하도록) 하면 일반적으로 만족할만한 작동을 보일 것이다.

시스템에 오일이 있기 때문에 에어로딘이 사용되고 있다면 디스크를 거꾸로 돌려 스크레치가 된 부분이 아래를 향하도록 하는 것이 좋다. 이렇게 하면 공기가 빠져나가게 되어 디스크가 주기적으로 열리게 된다. 오일의 오염이 심각한 경우 스크레치를 더 깊이 할 필요가 있다. 이 정도로 올바른 작동을 만들 수 없다면 스크레치를 추가로 2개 더 만들 수 있으며 단계적으로 수행되어야 한다. 스크레치를 너무 깊이 파게 되면 공기의 손실이 많아지고 작동주기가 너무 빨라져서 디스크와 시트가 마멸될 수 있다.



## 안전정보

운전 지침서에 의거하여 자격을 갖춘 사람이 본 제품을 적절하게 설치와 시운전 그리고 사용과 유지보수를 해야만 안전한 운전을 보증할 수 있다. 배관과 설비 공사에 대한 일반적인 시방과 안전 규정뿐만 아니라 공구 및 안전 장비의 적절한 사용 규칙을 준수해야 한다.

**조명 :** 특히 세밀하고 복잡한 작업이 필요한 곳에서는 적절한 조명을 갖추어야 한다.

**시스템 :** 예정된 작업이 전체 시스템에 미치는 영향을 고려하며 시스템의 일부분 또는 인체에 위험을 줄 수 있는지를 고려하여 예방 대책을 강구해야 한다.

**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 단정해서는 안된다.

**온도 :** 뜨거운 공기인 경우 상온으로 냉각될 때까지 기다려서 작업자의 화상을 방지하고, 필요하면 보호 장비를 착용해야 한다.

**잔류 위험 :** 거의 모든 제품은 스스로 드레인 하는 기능을 가지고 있지 않으므로 설치되어 있는 제품을 분해하거나 배관에서 제품을 떼어낼 때 잔류 압력에 의한 위험에 대하여 주의해야 한다.

**폐기 :** 이 제품은 재활용이 가능하며, 적절한 폐기 절차에 의하여 폐기한 경우 생태학적 위험은 없다.

## 분해사진



디스크 원형홈이 있는 부분



디스크 스크레치 부분

## 추천 조임값

| 명칭     | 크기     | N m     |
|--------|--------|---------|
| 캡      | 36 A/F | 135-150 |
| 스트레나 캡 | 32 A/F | 170-190 |

## 분해순서



에어로딘 에어트랩



캡 이완(36mm)



캡 분해



디스크



시트



스크레치 면



스크레치 가공



스크레치 2개



스크레치 3개



스크레치 면 시트쪽으로 조립



캡 조립



완료

## 이상 원인 및 조치방법

| 현상     | 원인                             | 조치방법   |
|--------|--------------------------------|--|
| 에어 누출  | 시트, 디스크 이물질에 의한 누출             | 분해 청소 / 디스크 연마 또는 교체                           |
| 에어 미배출 | 스트레나 스크린 막힘<br>디스크 고착<br>에어바인딩 | 분해 청소 / 스크린 교체<br>몸체 청소, 디스크 연마<br>디스크 스크레치 추가 |



한국스파이렉스사(주)  
서비스용역팀 정유성 과장

# 2017년 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, 2016년까지 약 15,900여명 이상이 본 과정을 수료하였습니다. 교육과 관련된 자세한 사항은 당사 홈페이지 [www.spiraxsarco.com/global/kr](http://www.spiraxsarco.com/global/kr)에서 확인하시기 바랍니다.

| 월별  | 교육 과정  |  |   |                                      |
|-----|--|--|---|--------------------------------------|
| 2월  | STSC1701<br>일반 과정<br>14 (화) ~ 16 (목)             |  |   |                                      |
| 3월  | STSC1702<br>일반 과정<br>07 (화) ~ 09 (목)             | STSC1703<br>정비 과정<br>14 (화) ~ 16 (목)       | STSC1704<br>일반 과정<br>21 (화) ~ 23 (목)        | STSC1705<br>선박 과정<br>28 (화) ~ 30 (목) |
| 5월  | STSC1706<br>수배관 과정<br>10 (수) ~ 11 (목)            | STSC1707<br>일반 과정<br>16 (화) ~ 18 (목)       |   |                                      |
| 6월  | STSC1708<br>일반 과정<br>13 (화) ~ 15 (목)             | STSC1709<br>기초종합 과정<br>19 (월) ~ 23 (금)     | STSC1710<br>스팀보일러하우스 과정<br>27 (화) ~ 29 (목)  |                                      |
| 7월  | STSC1711<br>일반 과정<br>04 (화) ~ 06 (목)             | STSC1712<br>대학(원)생 과정<br>11 (화)            |   |                                      |
| 8월  | STSC1713<br>정유 및 석유화학 과정<br>30 (수) ~ 31 (목)      |  |   |                                      |
| 9월  | STSC1714<br>ESPP를 통한 에너지절감 과정<br>05 (화) ~ 07 (목) | STSC1715<br>일반 과정<br>12 (화) ~ 14 (목)       | STSC1716<br>제어 및 모니터링 과정<br>26 (화) ~ 28 (목) |                                      |
| 10월 | STSC1717<br>일반 과정<br>17 (화) ~ 19 (목)             | STSC1718<br>스팀보일러하우스 과정<br>24 (화) ~ 26 (목) |   |                                      |
| 11월 | STSC1719<br>정비 과정<br>07 (화) ~ 09 (목)             | STSC1720<br>일반 과정<br>14 (화) ~ 16 (목)       | STSC1721<br>일반 과정<br>28 (화) ~ 30 (목)        |                                      |
| 12월 | STSC1722<br>대학(원)생 과정<br>07 (화)                  | STSC1723<br>일반 과정<br>12 (화) ~ 14 (목)       |   |                                      |

1일: ■ 1박 2일: ■ 2박 3일: ■ 4박 5일: ■

| 과정명                | 대상   | 기간    | 교육비(VAT포함) |
|--------------------|--|-------|------------|
| ■ 일반과정             | 스팀 시스템을 관리하는 공무, 시설, 정비, 원동 및 열관리 담당자  | 2박 3일 | 583,000원   |
| ■ 정비과정             | 스팀 설비 정비 실무 담당자  |       |            |
| ■ 선박과정             | 조선 회사의 설계, 시설, 정비, 원동 및 열관리 담당자  |       |            |
| ■ 스팀보일러하우스과정       | 보일러 및 냉각수 시스템을 관리하는 운전, 공무, 시설, 열관리 담당자  |       |            |
| ■ 제어 및 모니터링과정      | 스팀 시스템에서 계측제어, 스팀 설비관리 담당자(운전, 정비, 운용, 관리)   |       |            |
| ■ ESPP를 통한 에너지절감과정 | 산업체 및 빌딩의 스팀 및 유체 에너지 관련 담당자, 관리/운용자   | 4박 5일 | 990,000원   |
| ■ 기초종합과정           | 스팀 시스템 실무 3년 이하의 초보자 또는 신입사원   |       |            |
| ■ 수배관과정            | 수배관 시스템 관리, 설계 담당자   |       |            |
| ■ 정유 및 석유화학과정      | 엔지니어링 회사의 설계 담당자 및 석유화학 회사의 설계, 정비, 생산부 실무자  | 1박 2일 | 473,000원   |
| ■ 대학(원)생과정         | 스팀 시스템의 기초 교육을 원하는 대학생 또는 대학원생   | 1일    | 무료         |
| 특별과정               | 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.) |       |            |

- ◆ 상기 일정은 당사 사정에 따라 변경될 수 있으나 신청 전에 원하시는 과정을 확인하시고 신청하여 주시기 바랍니다.
- ◆ 교육실 좌석이 30명으로 제한되어 있어 참가 신청을 선착순으로 접수하고 있습니다.
- ◆ 신청 문의 : 한국스피라텍스(주) 기술연수원 교육 담당자 Tel. 032-811-3080 Fax. 032-811-8855 E-mail. training@kr.spiraxsarco.com
- ◆ 신청 기간 : 2017년 1월 1일부터 선착순 마감 (과정별 최소 1개월 전까지 신청 요망)
- ◆ 교육 당일 사전 예고없이 취소는 불가하며 예고없이 취소 시에는 벌금으로 교육비의 50%를 부과하오니 이점 양해 바랍니다.

# 2017 스팀트랩 진단사 자격 검정 안내



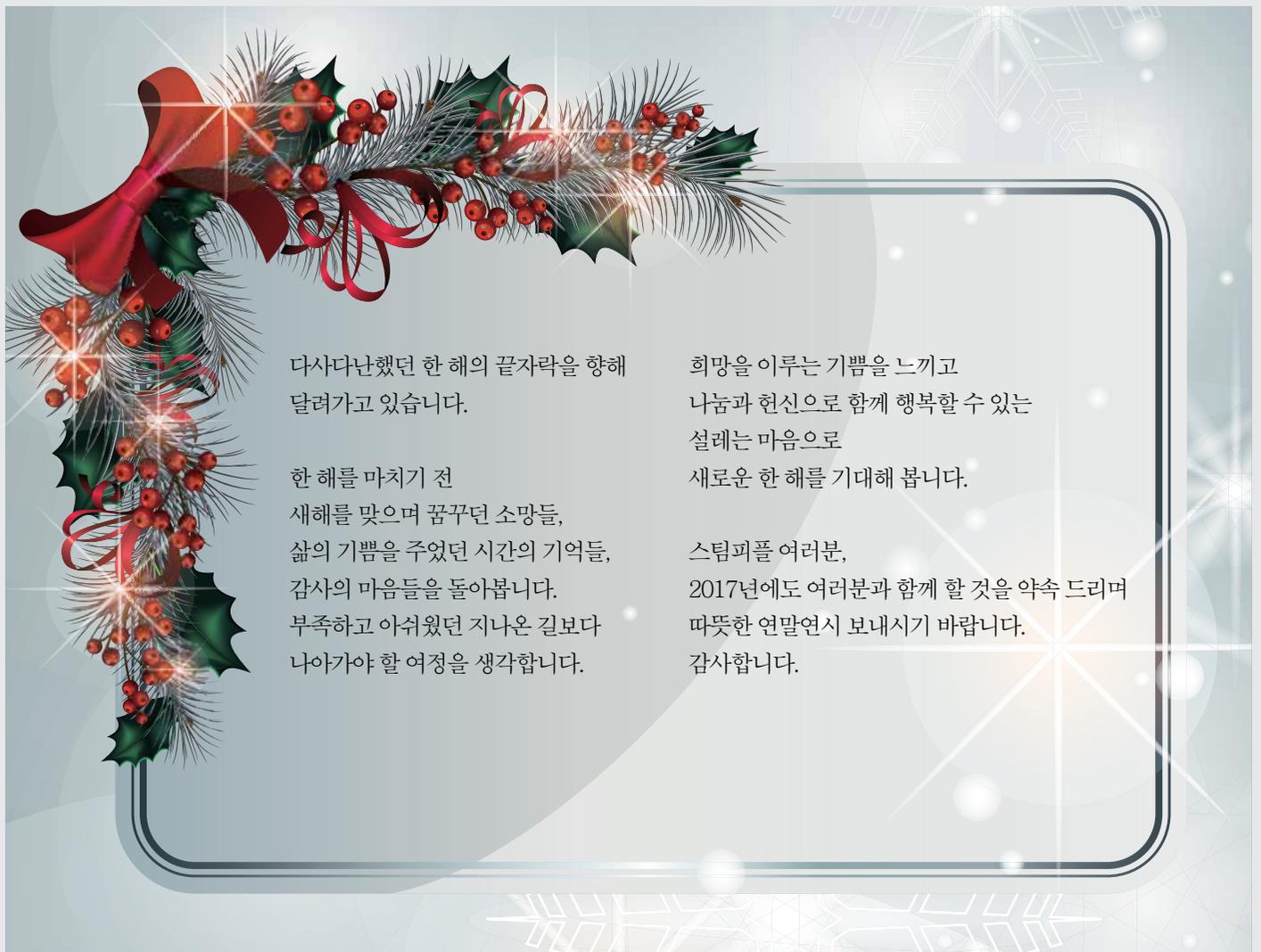
## 스팀트랩 진단사란?

스팀 사용 설비에서의 에너지 절감을 위해 대표적으로 진단해야 할 장치인 스팀트랩의 작동 상태 점검 및 문제 해결의 숙련도를 검정하는 민간자격입니다.

한국스파이렉스사코 스팀트랩 진단사 사무국에서는 스팀트랩 진단사 민간자격 검정에 도움을 드리고자 스팀트랩 진단에 필요한 이론 및 실습을 포함한 교육과정인 스팀트랩 진단사 교육과정을 당사 기술연수원에서 실시하고 있습니다. 자세한 사항은 스팀트랩 진단사 사무국 (T 032-820-3080)으로 문의하시거나 홈페이지를 참고하시기 바랍니다.

| 등급      | 등급   | 2016년 일정 |                     |       | 기간                      | 교육비(VAT포함) |
|---------|--|----------|---------------------|-------|-------------------------|------------|
| Level 1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>스팀의 발생, 성질, 이용방법</li> <li>스팀트랩 종류, 작동원리, 설치, 진단방법, 검정방법</li> <li>스팀트랩 진단기 종류, 구조, 작동원리</li> </ul> | 회차       | 교육                  | 점검    | 3일<br>개인별 출퇴근<br>(16시간) | 220,000원   |
|         |  | 1차       | 2. 21 (화) ~ 22 (수)  | 23(목) |                         |            |
|         |  | 2차       | 5. 23 (화) ~ 24 (수)  | 25(목) |                         |            |
|         |  | 3차       | 9. 19 (화) ~ 20 (수)  | 21(목) |                         |            |
|         |  | 4차       | 11. 21 (화) ~ 22 (수) | 23(목) |                         |            |

\* 2017년에는 Level1 정규교육, Level2 선택교육이 실시됩니다.



다사다난했던 한 해의 끝자락을 향해 달려가고 있습니다.

한 해를 마치기 전 새해를 맞으며 꿈꾸던 소망들, 삶의 기쁨을 주었던 시간의 기억들, 감사의 마음들을 돌아봅니다. 부족하고 아쉬웠던 지나온 길보다 나아가야 할 여정을 생각합니다.

희망을 이루는 기쁨을 느끼고 나눔과 헌신으로 함께 행복할 수 있는 설레는 마음으로 새로운 한 해를 기대해 봅니다.

스팀피플 여러분, 2017년에도 여러분과 함께 할 것을 약속 드리며 따뜻한 연말연시 보내시기 바랍니다. 감사합니다.

New Product

# 디지털 유량 컨트롤 밸브

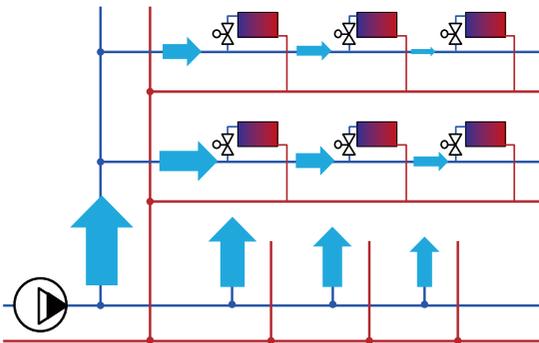
냉각수 수배관 시스템에서 유량 밸런싱을 통해  
최적화된 냉각수 공급으로  
**시스템 운영의 최적화**  
**펌프 운전비용의 절감**  
**제품 생산원가의 절감**을 실현해 드립니다.



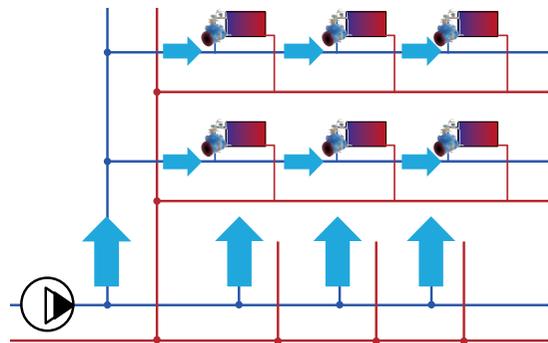
**펌프 1대는  
끄셔도 됩니다!**

## 적용해 보세요!

- 냉각탑 냉각수 배관, 냉온수 순환배관 등과 같이 일정한 유량이 분배되고, 유지되어야 하는 곳
- 중앙 제어실에서 유량을 모니터링하고 유량 설정값을 DCS에서 변경하고자 하는 경우



일반적인 유량 분배 시스템 : 유량 분배의 불균형



22VMU 디지털 유량 컨트롤 밸브 적용 후 : 정확한 유량 밸런싱

↑↑ 유량의 상대적인 양의 크기 비교

## 모델 22 VMU

디지털 유량 컨트롤 밸브

- 구성 : 디지털 유량 컨트롤 밸브 + 컨트롤러
- 기능 : 정확한 유량 밸런싱과 유량 모니터링
- 장점 : 컨트롤러와 중앙 제어실에서 손쉽게 유량 조정 가능
- 공급범위 : 4" ~ 24" 까지 밸브 공급 가능

