

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

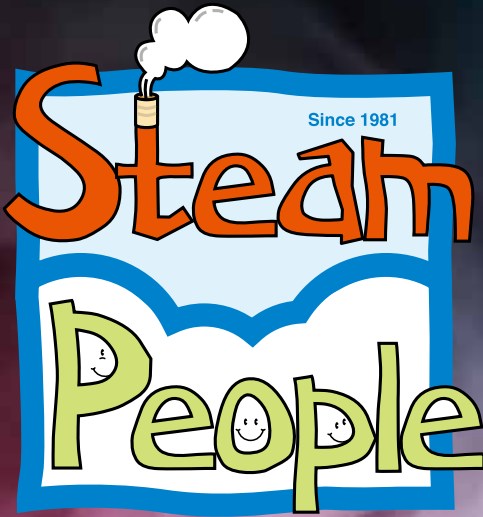
QR 코드앱
↓
QR 코드 스캔
↓
간편 신청
↓
접수 확인

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

* 접수 기한: 2021년 3월 31일까지

업무진행

고객 접수
↓
담당자 배정
↓
현장 방문
↓
Solution 제공



spirax/sarco

Vol.126 / Dec. 2020

기획 시리즈 - 올바른 스팀사용을 위한 스팀 엔지니어링 지침4

보일러의 이해

노통 연관 보일러의 구조와 특징

Key Solution 3

스팀 품질 (건도) 모니터링

After Service

BC3250 보일러 블로우다운 컨트롤러
- TDS 보정

CONTENTS

기획 시리즈 - 올바른 스팀사용을 위한 스팀엔지니어링 지침4
노통 연관 보일러의 구조와 특징 03

Key Solution 3
스팀 품질 (건도) 모니터링 08

After Service
BC3250 보일러 블로우다운 컨트롤러 - TDS 보정 13

2021년 스팀트랩 진단사 자격 검증 및 스팀기술연수교육 안내 15

Spirax Sarco Quick Response 시스템 16



발행 : 한국스피렉스사코㈜
<http://www.spiraxsarco.com/global/kr>

발행인 : 이재호
 편집인 : 좌운전
 편집 : 이미경
 디자인 : 에디아커뮤니케이션서비스
 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.

기획 시리즈
 올바른 스팀 사용을 위한 스팀 엔지니어링 지침 4

잘 설계되어 운전되고, 정비된 보일러실은 효율적인 스팀 플랜트의 심장이라고 할 수 있다. 그러나 보일러실이 올바른 설비들로 구성되지 않는 경우 이러한 이상적인 조건을 가로막을 수 있다. 올바른 보일러실의 구성과 운영에 대해 앞으로 몇 차례에 걸쳐 설명하고자 한다. 이번 호에서는 보일러실의 중심인 보일러 중에서 노통 연관 보일러의 구조와 특징에 대해 알아보겠다.

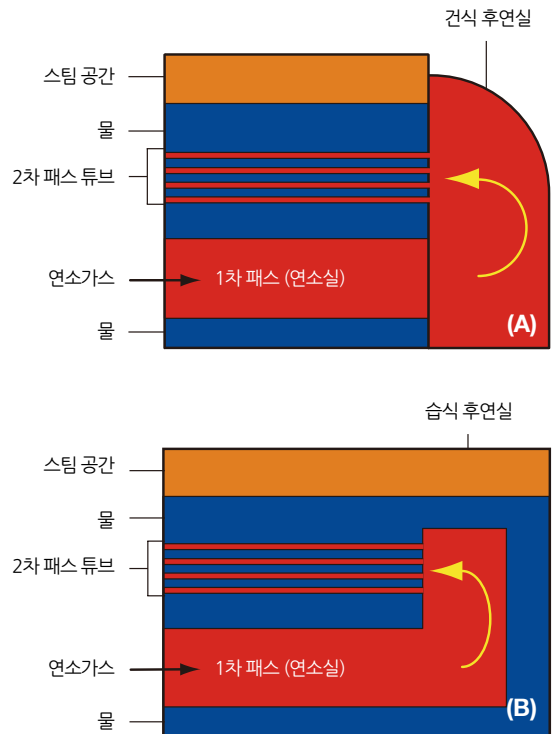


그림 1. 노통 연관 보일러 - 습식과 건식 형태

The Boiler House

보일러의 이해 노통 연관 보일러의 구조와 특징

노통 연관 보일러 (Shell Boiler)

노통 연관 보일러는 전열면 모두가 강철 동체 내에 들어 있는 보일러로 정의할 수 있다. 노통 연관 보일러는 보일러 튜브 속으로 연소가스가 통과하여 교대로 열을 주변의 보일러 관수로 전달하기 때문에 'Fire Tube' 또는 'Smoke Tube' 보일러로 불리기도 한다. 노통 연관 보일러에는 여러 가지 튜브 배열 형태가 조합되어 사용되며, 패스 수는 보일러 연소실에서 열이 방출되기 전에 열을 유용하게 사용하도록 만든다.

그림 1 (A)와 (B)는 대표적인 2패스 보일러를 보여주고 있다. (A)는 뜨거운 가스가 보일러 외부 플레이트에서 후연실의 유선형 챔버에 의해 방향을 바꾸는 건식 후연실(Dry Back) 보일러이다. (B)는 보일러 관수에 둘러싸인 습식 후연실을 통해 뜨거운 가스의 방향을 바꾸는 보다 효율적인 방

식을 보여주고 있다. 습식 후연실은 보일러 내에 완전히 들어가 있다. 이것은 더 많은 전열면적을 제공할 뿐 아니라 연소실로부터 열이 가장 최대한 챔버 벽면 끝 지점에서 보일러 관수가 가열되도록 한다.

연소가스는 후연실에 도달하기 전에 일반 강철제 보일러에서는 최소 420 °C까지, 합금강 보일러에서는 470 °C까지 냉각되어야 한다. 이 온도를 초과할 경우 튜브 끝단에 과열과 균열이 일어난다. 보일러 설계자는 이러한 점을 고려하여야 할 것이며 다른 연료를 검토한다면 이것은 매우 중요한 점이다. 현재까지 여러 종류의 노통 연관 보일러가 개발되어 왔으며, 지금부터 좀 더 자세히 살펴보겠다.

랭커셔 보일러 (Lancashire Boiler)

랭커셔 보일러는 1884년에 윌리엄 페어바이른(William Fairbairn)경에 의해 트레비딕(Trevithick)의 1패스 코니쉬 보일러(Cornish Boiler)로부터 개발되었다. 단지 몇 대만이 아직 남아 운전되고 있지만, 오늘날 도처에서 사용되고 있는 세련되고, 높은 효율을 가진 보일러의 원조이다.

랭커셔 보일러는 연소실이라 불리는 2개의 커다란 구경의 노통이 있으며 보통 5 ~ 9 m 길이로 된 커다란 강판 동체로 이루어진다. 각 연소실 부분은 보일러가 뜨거워질 때 팽창을 흡수하고 압력에 의한 파손을 방지하기 위해 파형 모양으로 주름이 잡혀있다. 일반적으로 연소실은 석탄을

연소시키도록 배열되어 있으며 수동이나 자동으로 공급된다. 고온의 연소가스는 커다란 주름진 연소실을 통과하고, 고온의 연소가스로부터 열은 이들 연소실을 둘러싸고 있는 물로 전달된다.

보일러는 벽돌로 조립되어 있어 연소실 뒤쪽과 보일러 밑에서 나오는 고온의 가스를 보내도록 배열되는데 보일러 동체의 하부를 통과하면서 열을 전달하며 굴뚝으로 배출되기 전 보일러 측면을 따라 다시 되돌아간다. 이들 양쪽 측면 덕트는 보일러 뒤쪽에서 만나 굴뚝으로 연결된다. 최대한 많은 양의 에너지를 회수하기 위한 시도였으며 나중에 절탄기를 추가하여 효율을 개선하였다. 배기가스는 절탄기를 통과하여 굴뚝으로 보내지고 절탄기에서는 급수를 가열하여 열효율을 향상시킨다.

큰 크기와 많은 관수량을 보유하고 있는 이러한 형태의 보일러는 여러 가지 장점을 가지고 있다. 예를 들면, 스팀 엔진(Pit-winding Engine)이

기동할 때와 같이 갑작스럽게 큰 부하를 요구하는 경우 보일러 내 압력 저하로 인해 포화상태로 저장된 관수로부터 상당히 많은 양의 재증발 증기가 방출되기 때문에 쉽게 대응할 수 있다.

많은 체적의 관수량은 스팀 발생량이 크게 변경되는 경우라도 보일러 수위 변화가 상대적으로 느리다는 것을 의미한다.

스팀 발생량과 관련된 낮은 수면적은 수면으로부터 발생하는 스팀 양(kg/m²)이 적다는 것이다. 이러한 낮은 속도의 스팀 발생은 보일러 관수에 높은 농도의 총용존고형물(TDS)이 있다 하더라도 충분히 기수분리되어 공정으로 건조한 스팀이 공급된다는 것을 의미한다.

제어 시스템, 재료 및 제조 기술이 더 정교하고 신뢰성이 높아져 제조 비용이 떨어짐에 따라 보일러 설계가 발전해왔다.

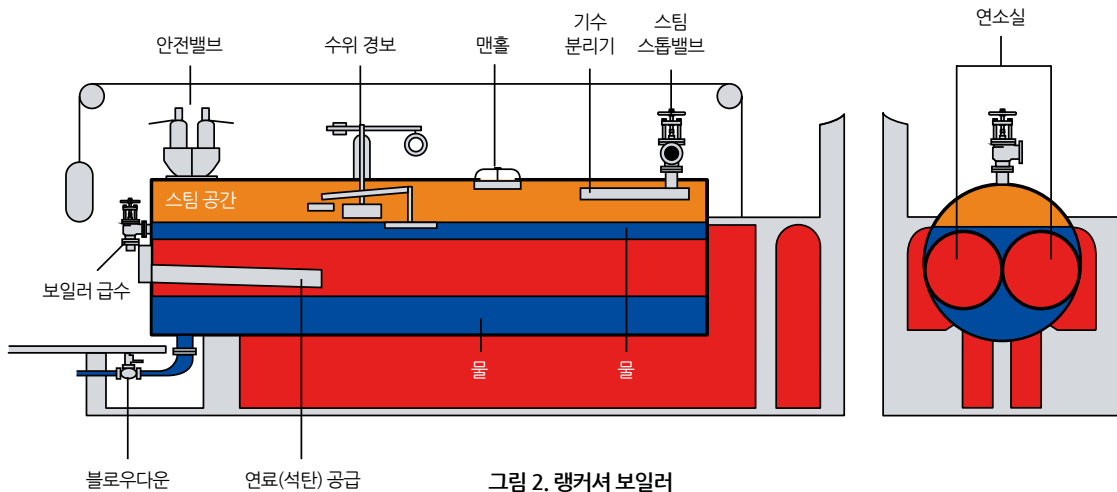


그림 2. 랭커셔 보일러

이코노믹 보일러 (Economic Boiler)

◆ 2 패스, 건식방식

2패스 이코노믹 보일러는 동일 용량의 랭커셔 보일러 크기의 절반에 불과하지만 열효율은 더 높다. 이 보일러는 외부가 원형인 동체 안에 2개의 커다란 연소실이 설치되어 있다. (그림 3)

고온 가스는 보일러 연소실을 지나 뒤쪽에 벽돌로 싼 후연실(Dry Back)

을 통해 큰 구경의 연소실 위에 배열된 수많은 작은 구경의 튜브를 통과한다. 이들 작은 구경의 튜브는 큰 전열면을 나타낸다. 보일러 전면으로 빠져 나온 연소가스는 유인 통풍팬(ID Fan)을 통해 굴뚝으로 배출된다.

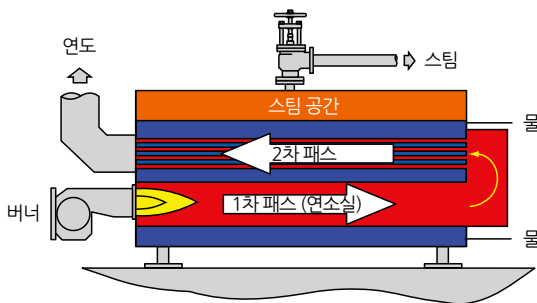


그림 3. 이코노믹 보일러 (2 패스, 건식방식)

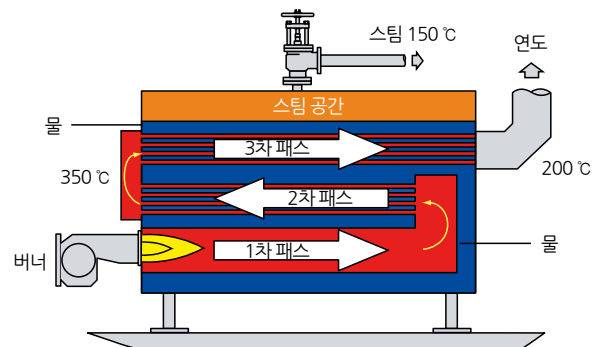


그림 4. 이코노믹 보일러 (3 패스, 습식방식)

표 1. 2 패스, 건식방식의 이코노믹 보일러

용량	소용량	대용량
치수	3 m 길이 × 1.7 m 직경	7 m 길이 × 4 m 직경
출력	1,000 kg /h	15,000 kg /h
압력	최대 17 bar g	최대 17 bar g

◆ 3 패스, 습식방식

좀 더 발전된 이코노믹 보일러는 오늘날 표준형으로 사용되고 있는 3 패스, 습식방식의 보일러이다. (그림 4)

패키지형 보일러 (Packaged Boiler)

1950년대 초 영국의 연료 및 전력부는 보일러를 개선하도록 연구를 지원하였다. 이 연구 결과로 탄생한 것이 패키지 보일러이며, 3 패스 습식방식의 이코노믹 보일러를 좀 더 개발시킨 것이다. 대부분 보일러는 석탄보다는 오일을 사용하는 것으로 설계되었다.

패키지 보일러는 버너, 수위 제어 장치, 급수펌프 그리고 필요한 모든 부속기들이 장착되었기 때문에 그렇게 불렸다. 일단 현장에 납품되면 보일러를 운전하기 위해서 스팀, 물, 블로우다운 배관, 연료 공급 및 전기 결선 작업만이 필요하다. 패키지형 보일러는 일정 용량을 내는데 실질적으로 필요한 보일러 크기에 대한 개발에 상당한 효과를 주었다.

- 보일러 제조 업체에서는 재료를 절감함으로써 그들 제품의 경쟁력을 유지하기 위해 가능한 한 작게 보일러를 만들기를 원했다.
- 실무적으로 보일러를 작게 만들면 효율 상승에 도움이 된다. 보일러를 작게 만들면 만들수록 표면적이 작아지고 주변으로 방열손실이 더 적어진다. 어느 정도 보온의 필요성에 대한 전반적인 인식과 오늘날 보온재의 높은 효율로 인해 이 문제에 대한 논의를 감소시켰다.
- 사용자들은 보일러실에 필요한 설치공간을 최소화함에 따라 다른 목적으로 이용할 수 있는 공간이 감소하여 가능한 작은 크기의 보일러를 원했다.
- 동일한 스팀을 생산하면서 더 작은 크기의 보일러는 투자비 측면에서도 유리하다.

표 3. 5,000 kg/h 보일러 비교표

보일러 종류	연료	길이 m	구경 m	효율 %	보일러 관수 체적당 부하 kW/m ³	수면적 부하 kg/m ² s
랭커셔	석탄	9.0	2.75	74	340	0.07
이코노믹	석탄	6.0	3.00	76	730	0.12
패키지	오일	3.9	2.50	82	2,330	0.20
	가스	3.9	2.50	80	2,600	0.20

표 2. 현대식 3패스, 습식 이코노믹 보일러의 열 전달

구분	튜브 면적	온도	열전달 비율
1차 패스	11 m ²	1,600 °C	65%
2차 패스	43 m ²	400 °C	25%
3차 패스	46 m ²	350 °C	10%

이 설계는 재질이나 제조기술이 발달하였기 때문에 발전되었다. 좀 더 얇은 재질의 튜브가 사용되어 더 많은 튜브를 장착시킬 수 있었으며 열전달량이 증가하고 보일러 자체도 좀 더 컴팩트화 되었다.



그림 5. 현대식 패키지 보일러

◆ 관수 체적당 부하 (kW/m³)

이 수치는 보일러 총 입열을 보일러 동체 내 보유 수량으로 나누어 계산한다. 이것은 실제로 최대 부하 상태에 발생하는 스팀 양과 보일러 내 저장된 물 양과 관계가 있다. 이 수치가 낮을수록 보일러에 저장되는 에너지 양은 더 크다.

랭커셔 보일러와 대응되는 현대식 보일러에 있어 이 수치는 거의 8배만 큼 큰데 이는 저장된 에너지의 양이 감소하였음을 나타낸다. 이것은 줄어든 에너지 저장량이 현대식 보일러에서 공급 가능하다는 것을 의미한다. 이러한 발전은 보일러를 보호하고 수요를 만족시키는 적절한 조치와 함께 빠르게 대응하는 제어 시스템에 의해 가능하게 되었다.

◆ 수면적 부하 (kg/m² s)

이 요소는 초당 스팀 발생량을 보일러 동체 수 면적으로 나누어 계산한다. 이 수치가 낮을수록 물 입자가 스팀으로부터 분리되어 건조한 스팀을 생산하는 기회가 더 많다는 것을 의미한다.

현대식 보일러의 이 수치는 거의 3 배 정도 더 크다. 수면적 부하가 크면 스팀과 물방울의 분리될 기회가 더 적다는 것이다. 이것은 높은 용존고형물의 농축에 의해 더 많이 악화하므로 효율과 건조한 스팀 생산을 위해서는 정확한 제어가 필요하다.

급격하게 부하가 증가하는 시점에서 보일러는 압력 저하가 일어나며 결국 이것은 스팀의 밀도가 감소하여 심지어 더 높은 스팀 발생률이 일어나게 되며 점차 더 습한 스팀이 보일러로부터 발생하여 나감을 의미한다.

4 패스 보일러 (Four-Pass Boiler)

4 패스 보일러는 열효율이 가장 높을 가능성이 있으나 연료 투입과 운전 조건 때문에 사용에 제한이 있다. 이런 종류의 보일러는 중유나 석탄을 연료로 하여 낮은 부하 상태로 운전되면 연소가스로부터 열전달이 매우 클 수 있어 결과적으로 출구 배기가스 온도가 산 노점 온도 아래로 떨어지게 되어 연도, 굴뚝 그리고 보일러 동체에 부식이 발생할 수 있다. 또한 4 패스 보일러는 더 높은 열응력을 받기 쉬우며 특히 갑작스럽게 부하가 급증하면 보일러 구조 내에 열응력에 의한 크랙이나 문제점이 발생할 수 있다. 이러한 이유 때문에 4 패스 보일러는 사용하지 않는다.

◆ 노통 연관 보일러의 압력과 용량 제한

보일러에 가해지는 응력은 국가별 규격에 의해 제한된다. 최대 응력은 원주 방향에서 발생된다. 이 응력은 원주 응력이라 불린다. 이 응력은 식 1을 이용하여 계산할 수 있다.

<p>[식 1]</p> $\sigma = \frac{PD}{2t}$	σ	원주 응력 (N/m ²)
	P	보일러 압력 (N/m ² = bar X 10 ⁵)
	D	원통 구경 (m)
	t	판 두께 (m)

이 공식으로부터 직경이 증가하면 응력이 증가하는 것을 알 수 있다. 이 응력을 견딜 수 있도록 보일러 제작 업체는 두꺼운 판을 사용하지만 두꺼운 평판은 롤링 가공이 어렵고 판 두께가 32 mm 이상에서는 응력 해소 작업이 필요하다.

보일러 제작상의 어려운 점 중의 하나는 보일러 동체 제작을 위한 평판을 롤링 가공하는 것이다. 보일러 제작 업체의 롤러는 평판의 끝부분을 구부릴 수 없으므로 평평한 모양으로 남겨지게 된다. (그림 6, 7)

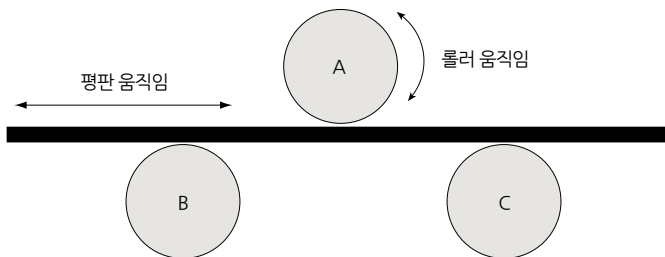


그림 6. 보일러 제작 업체의 보일러 동체 롤링 작업

- A 롤러는 곡면 반경을 줄이기 위하여 상하 방향으로 조정된다.
- B와 C 롤러는 롤러를 통과하여 평판이 당겨지도록 회전시킨다.
- 롤러는 평판의 끝부분을 곡면으로 가공할 수가 없다.

판이 용접되고 보일러에 압력이 가해질 때 보일러 동체의 단면은 원형이 된다. 다시 보일러의 압력이 내려가면 평판의 형상은 롤링 가공 시의 형상으로 돌아간다.

이러한 현상의 반복은 동체 용접 부위로부터 약간 떨어진 거리에서 피로에 의한 균열이 발생될 수 있다. 이러한 이유로 보일러 검사관은 정기 검사 시 보일러의 보온재를 벗겨내고 표준형 곡면자를 (Template)를 사용하여 보일러 동체의 곡면 상태를 점검한다.

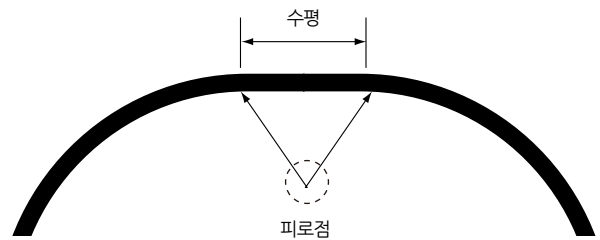


그림 7. 보일러 동체의 피로점 발생 가능 지점

이와 같은 문제는 매일 가동을 정지하였다가 아침에 다시 가동하는 간헐운전을 하는 보일러일수록 더욱 심각해진다.

◆ 압력 제한

노통을 통한 열전달은 전도에 의해 이루어지며, 두꺼운 판은 얇은 판에 비해 빨리 열을 전달시키지 못한다는 것은 당연하다. 이것은 화염의 온도가 최대 1,800 °C까지 올라갈 수 있는 노통에 있어서 특히 중요하며 다음과 같은 2가지 점에 균형을 유지해야 한다.

- 두꺼운 판은 보일러 내 압력에 의해 형성되는 힘에 견디도록 구조적인 강도를 가진다.
- 얇은 판은 열을 더 빨리 전달할 수 있는 능력을 가지고 있다.

<p>[식 2]</p> $\dot{Q} = kA \frac{\Delta T}{x}$	\dot{Q}	열 전달량 (W)
	k	판의 열 전도율 (W/mK 또는 W/m°C)
	A	전열 면적 (m ²)
	ΔT	판의 온도 차 (K 또는 °C)
	x	판의 두께 (m)

식 1에서는 판 두께가 얇아짐에 따라 동일한 보일러 압력에 대해서 응력은 증가한다. 식 2는 판 두께와 열전달과 관련 있으며 판 두께가 얇아짐에 따라 열 전달량이 증가한다는 것을 보여준다.

식 1과 2를 판 두께에 관하여 정리하면,

$$z = \frac{PD}{2\sigma} \quad z = \frac{kA \Delta T}{\dot{Q}}$$

식 1을 식 2에 대입하면,

$$\frac{PD}{2\sigma} = \frac{kA \Delta T}{\dot{Q}} \quad P = \frac{2\sigma kA \Delta T}{\dot{Q}D}$$

동일한 보일러에서 σ , k , A 그리고 D 가 고정값이므로 ΔT 가 P 에 비례하므로 다음과 같이 설명할 수 있다.

【식 3】 $P \propto \frac{1}{\dot{Q}}$

P	보일러 압력 ($N/m^2 = bar \times 10^5$)
\dot{Q}	열 전달량 (kW)

보일러에 있어서 열 전달량이 증가하면 최대 허용 보일러 압력은 감소한다. 이에 노통의 두께를 18~20 mm 사이로 정한 기준이 만들어졌으며 영국의 경우 대략 27 bar g가 노통 연관 보일러의 경험적인 압력 제한선이고 우리나라의 일반적인 사용압력은 최고 15 bar g이다.

◆ 용량 제한

노통 연관 보일러는 모든 부속기기를 정해진 위치에 설치하여 패키지로 제조된다. 제조 후 패키지 보일러는 현장으로 수송되는데 영국에 있는 도로로 수송될 수 있는 최대 보일러 용량은 약 27,000 kg/h이다. 보일러 용량이 27,000 kg/h 이상이면 여러 대의 보일러를 설치한다. 이러한 경우 공급의 안전성과 공장의 부하변동 면에서 장점이 있다. 우리나라의 경우 일반적인 노통 연관 보일러의 최대 용량은 20,000 kg/h이다.

요약

◆ 성공적이고 효율적인 운영을 확보하기 위해 운전자는

- 공장의 조건, 환경 및 부하 특성을 알아야 하며 정확하게 이들 조건을 보일러 제조 업체에 명시하여야 한다.
- 운전 및 유지보수를 잘할 수 있도록 보일러실 배치도와 설치도를 제공하여야 한다.
- 보일러를 안전하고 효율적으로 운전할 수 있도록 제어 시스템을 선택하여야 한다.
- 필요한 압력과 유량으로 공장에 건조한 스팀을 보낼 수 있도록 보일러 제어 시스템을 선택하여야 한다.

- 사용할 연료와 필요한 경우, 어디에, 어떻게 연료가 안전하게 저장되는 것인지를 확인시켜 주어야 한다.

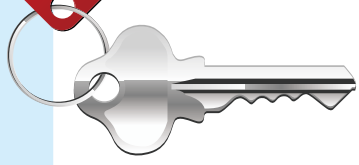
◆ 노통 연관 보일러의 장점

- 보일러 전체를 하나의 완벽한 패키지로서 구매할 수 있으며, 단지 튼튼한 보일러 설치 위치 확보와 시운전하기 전에 급수, 전기, 연료 및 스팀 시스템에 연결하는 것만이 필요하다. 이것은 설치비가 최소화됨을 의미한다.
- 이 패키지 배열 방법은 또한 패키지 노통 연관 보일러를 재설치하는 것이 매우 간단하다는 것이다.
- 노통 연관 보일러는 상당한 양의 포화수를 저장하고 있음으로 짧은 시간 동안 급격하게 요구되는 부하에 대응할 수 있는 상당량의 에너지를 저장하고 있다. 이것은 또한 저장된 물에 있는 에너지가 사용될 때, 저장량을 다시 채우는 데 상당한 시간이 걸릴 수 있다는 점에서 단점이 될 수 있다.
- 노통 연관 보일러 제작은 일반적으로 수월하기 때문에 유지보수가 간단하다.
- 노통 연관 보일러는 보통 한 개의 연소실과 버너를 가지고 있어 제어 시스템이 매우 간단하다.
- 노통 연관 보일러는 최대 27 bar g까지 운전되도록 설계되고 제작되지만, 대부분 17 bar g 이하에서 운전한다. 이와 같이 상대적으로 낮은 압력은 관련 부속기들이 경쟁력 있는 가격에 쉽게 구매할 수 있음을 의미한다.

◆ 노통 연관 보일러의 단점

- 패키지 보일러는 일반적으로 대략 27,000 kg/h의 노통 연관 보일러가 최대 용량임을 의미한다. 더 많은 스팀이 필요한 경우에는 여러 대의 보일러를 서로 연결하는 것이 필요하다.
- 노통 연관 보일러의 제작 시 사용되는 대구경의 원통은 실제로 대략 27 bar g로 운전 압력을 제한한다. 더 높은 압력이 필요한 경우에는 수관식 보일러를 사용해야 한다.

다음 호에는 수관식 보일러와 그 외 보일러에 대해 알아보겠다. **S**



Key Solution No. 3

스팀 품질 (건도) 모니터링



한국스파이렉스사코(주)
SGS총괄지원팀 이상윤 부장

한국스파이렉스사코에서는 고객 여러분의 현장에 딱 맞는 해법을 제공하기 위하여 그 동안 제안되었던 내용에 축적된 기술을 한층 더 심화한 "Key Solution (Best 성공사례)"를 추진하고 있다. 122호부터 선정된 5가지 솔루션을 차례로 소개하고 있으며 이번 호에서는 <스팀 품질 (건도) 모니터링>에 대한 적용방법, 적용 가능한 공정 및 산업, 실제 적용사례에 대해 소개하고자 한다.

스팀을 사용하는 공정에서 필요한 품질은 무엇일까? 아래와 같이 5가지로 정리할 수 있다.

- 필요한 만큼의 정확한 스팀 양이 공급될 것
- 스팀 요구온도 및 압력을 만족할 것
- 스팀 내에 공기 및 비응축 가스가 제거된 상태일 것
- 이물질이 없이 청정할 것
- 건도가 높을 것

상기 5가지 품질 요건 중 건도가 높아야 하는 이유에 대해 집중적으로 알아보려 한다.

스팀 발생과정에서 물을 가열할 때 물 표면을 떠나는 분자 수가 재진입

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)
4. 고온 응축수 재증발증기 리사이클 시스템 적용 (125호)
5. 진공 시스템에서의 응축수 배출 (123호)

(응축)하는 분자의 수 보다 많아지게 되면 물은 자유롭게 증발하게 된다. 만일 압력이 일정하게 유지될 경우 추가적인 열의 공급은 온도를 계속 상승시키지는 못하지만 대신 물을 모두 증발시켜 생성되는 것이 바로 건포화증기다. 그러나 실제 포화증기를 공급하고 사용하는 공정에서의 건포화증기란 존재하기 어렵다. 스팀이 발생되어 배출되면서 수분이 떨어져나가는 캐리오버(Carry over)와 이송과정에서 에너지(열)를 잃으면서 일부가 응축되어 스팀의 건도를 저하시키기 때문이다. (그림 1 참조)

건도란 스팀의 건조한 정도를 나타내는 지표로서 건도1은 수분이 전혀 없는 건포화증기를 말하고, 건도 0은 스팀이 없는 포화수 상태를 의미한다. 그렇다면 스팀의 건도를 저하시키는 요인 두 가지에 대해 좀 더 자세하게 알아보자.

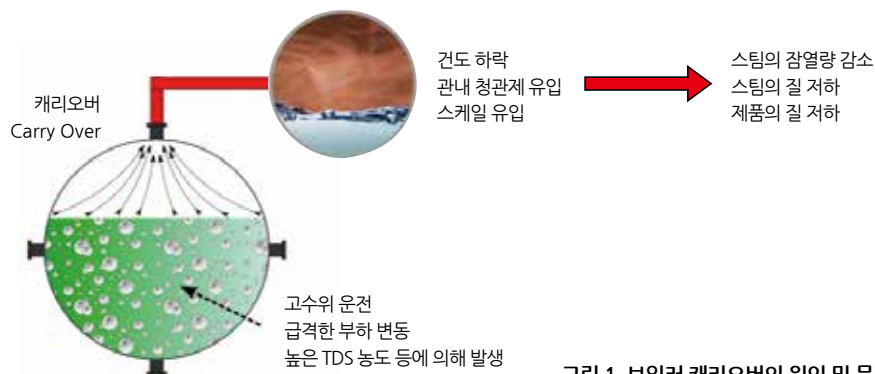


그림 1. 보일러 캐리오버의 원인 및 문제점

보일러에서 캐리오버에 의한 스팀 건도 저하

캐리오버란 보일러수 내 용존 고형물(TDS) 농도가 높거나 급격한 부하 변동, 고수위 운전 등에 의해 보일러 수와 불순물 등이 스팀에 섞여 나가는 현상을 말하며, 화학적 캐리오버(Forming), 물리적 캐리오버(Priming), 선택적 캐리오버가 있다.

화학적 캐리오버 Forming	보일러수 내부 불순물의 농도가 높아지면서 거품이 발생되어 스팀에 딸려나가는 현상
물리적 캐리오버 Priming	스팀의 배출속도가 빨라지면서 보일러수가 딸려나가는 현상
선택적 캐리오버	보일러수 내 고형물 중에서 스팀에 녹기 쉬운 성질의 실리카만이 선택적으로 스팀에 용해되어 일어나는 캐리오버

그렇다면 캐리오버를 방지하기 위해서는 어떻게 해야 할까?

첫째, **화학적 캐리오버**를 방지하기 위해서는 2가지를 고려해야 한다. 그림 2와 같이 ① 급수 수처리장치(경수연화장치, RO)로 보일러 급수 및 보충수를 1차 처리하고, ② 탈기기로 용존산소를 제거하여 보일러에 공급한다. 보일러에서 보일러수의 농축 방지를 위해서는 상부 블로우다운과 하부 블로우다운을 해야 한다.

예를 들면 10 bar g 스팀 보일러의 경우 상부 블로우다운은 보일러수 전기전도도 4,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 기준에서 더 이상 농축되지 않도록 보일러수 일부를 연속 배출하는 것이며, 하부 블로우다운은 통상 1일 3회(수질에 따라 다름) 실시하는 것이 일반적이다.

보일러 수질관리와 별도로 에너지적 측면에서 보면 하부 블로우다운은 보일러 하부에 침적된 고형물을 짧은 시간에 순간적으로 배출시키므로 회수할 가치가 낮아 냉각 후 폐수 처리가 일반적이다.

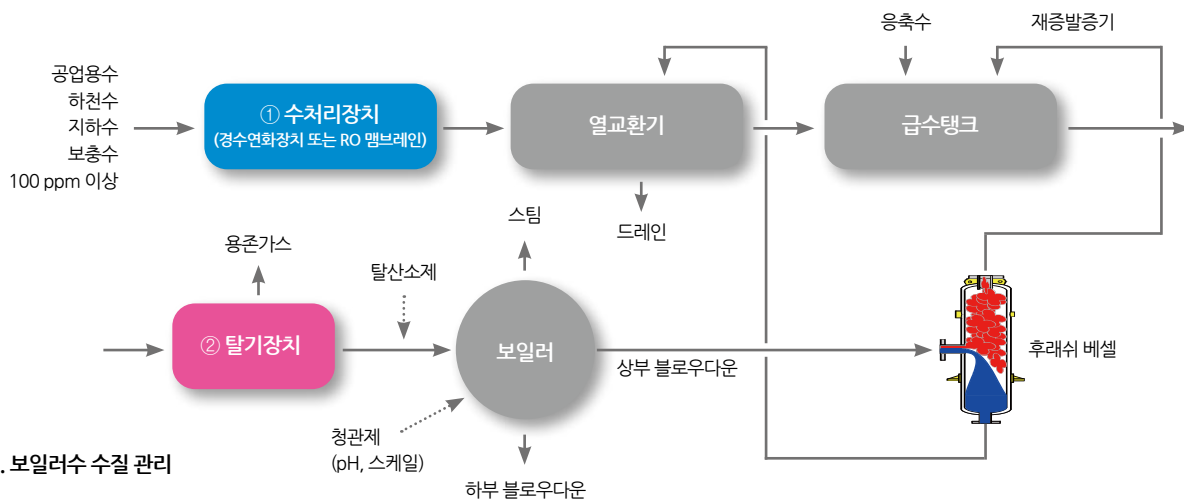


그림 2. 보일러수 수질 관리

스팀 배관 방열 손실에 의한 스팀 건도 저하

스팀을 발생, 이송, 사용하는 공정은 모두 잘 보온되어 있어야 한다. 만약 보온되지 않았거나, 보온의 효율이 떨어진다면 당연히 방열 손실에 의해

상부 블로우다운은 폐열 회수(후래쉬 베셀 및 현열 열교환기) 시스템으로 회수하여 재이용 하는 것을 추천한다.

둘째, **물리적 캐리오버**를 방지하기 위한 방법은 아래와 같다.

보일러 운전압력을 설계압력에 가깝게 운전하여 스팀의 배출속도를 낮게 한다.(스팀 압력이 낮을 수록 스팀의 체적이 크기 때문에 보일러에서 배출되는 속도가 빠르다.)

- 보일러 급수를 펌프 On/Off 제어보다는 연속 급수 방법을 선택하여 보일러 드럼 수위를 항상 일정하게 운전한다. (공정의 부하 변동이 심한 경우 3요소 - 보일러 수위, 스팀량, 급수량 제어 추천)
- 불필요한 고수위 운전을 삼가 한다. (적정 수위는 50 ~ 60 % 사이) 공정 스팀 부하를 적절히 분배, 조정하여 보일러가 피크 운전이 되지 않도록 한다.
- 보일러에서 스팀을 고압으로 생산하여 배관을 통해 이송하고, 사용처 부근에서 저압으로 감압하여 사용한다.

상기와 같이 보일러에서 스팀이 배출되는 속도를 설계 이하로 운전되게 관리하는 것이 필요하다.

일반적인 보일러(포화증기 생산)의 경우에는 스팀의 건도가 95 ~ 98 % 이다. 그렇지 않은 경우를 예로 들면 스팀을 직접 분사하여 동물 사료를 생산하는 공정에서 캐리오버로 약품(식품첨가가 허가된 제품) 처리된 보일러수가 유출되어 사료에 혼합되면서 후각에 민감한 동물의 사료 섭취량이 감소하기도 한다. 또한 병원의 멸균 설비에서 깨끗하게 관리되어야 할 수술도구가 오염되는 등 스팀 내 수분에 의한 문제는 아주 심각하다고 볼 수 있다.

열량을 잃어 응축되면서 건도를 저하시키게 된다.

그렇다면 방열 손실에 따른 응축수 발생량은 어떻게 계산할 수 있을까? 표 1에서와 같이 KS규격에 명시된 방법으로 10 bar g 스팀이 잘 보온된

배관, 보온되지 않은 구간, 70%의 보온 효율 구간을 통과할 때 방열 손실량을 비교할 수 있다.

즉 잘 보온된 구간에 비해 보온되지 않는 구간에서는 127배, 70% 효율의 보온 구간은 12.7배나 응축수가 많이 발생된다.

이렇게 방열 손실에 의해 발생된 응축수를 제거하지 않고 그대로 사용 설

비로 공급하게 되면 아래와 같은 문제가 발생된다.

- 스팀 배관에서의 워터해머 유발
- 스팀 배관 및 유량계, 컨트롤 밸브 등 주요 설비의 침식
- 열교환기 열교환 속도 지연으로 가열시간 연장
- 제품 품질 저하

표 1. 1 m² 구간에서의 방열 손실량 계산

항목	심볼	단위	보온 (100 % 효율)	보온 (70 % 효율)	비 보온
외기온도	ta	℃	20.0	20.0	20.0
풍속	wv	m/s	5.0	5.0	5.0
열화상 표면온도	ts	℃	25.0	47.4	183.0
전열면적	a	m ²	1.0	1.0	1.0
대류열	hc	Kcal/m ² h℃	5.7	19.7	30.8
복사열	hr	Kcal/m ² h℃	4.8	5.4	10.2
총괄전열계수	U	Kcal/m ² h℃	10.5	25.1	41.0
총방열 손실	Q	Kcal/h	53	688	6,689
응축수 발생량	QT	Kg/h	0.1	1.4	14.0

ho =	총괄전열계수	w/m ² K
hc =	대류전열계수	w/m ² K
hr =	복사전열계수	w/m ² K
a =	전열면적	m ²
l =	가로 길이	m
w =	세로 길이	m
ts =	표면온도	℃
ta =	주변공기온도	℃
e =	열방사율	0.95
wv =	풍속	m/s

계산 근거 (KS) : $Q = ho a (ts - ta)$ $ho = hc + hr$

대류 계수 $dT \geq 10^\circ C = 2.56 (ts - ta)^{0.25} \times ((wv + 0.348) / 0.348)^{0.5} \times 0.859845 (w/m^2K - kcal/m^2h^\circ C)$

$dT < 10^\circ C = (3.61 + 0.94 \times (ts - ta))^{0.25} \times ((wv + 0.348) / 0.348)^{0.5} \times 0.859845 (w/m^2K - kcal/m^2h^\circ C)$

복사 계수 $hr = 5.67e ((273.15 + ts) / 100)^4 - ((273.15 + ta) / 100)^4 / (ts - ta) \times 0.859845 (w/m^2K - kcal/m^2h^\circ C)$

그렇다면 보일러에서 스팀과 함께 유출된 보일러수, 배관의 방열 손실에 의해 발생된 응축수는 어떻게 제거할 수 있을까?

첫째, 스팀 배관에서 응축수를 잘 배출해 주는 것이 필요하다.

즉 응축수가 정체될 수 있는 곳에 드레인 포켓(Drip leg)을 규정에 맞도록 설치하고, 트랩을 통해 배출해 주는 것이다. (그림 3 참조) 또한 드레인 포켓의 크기도 혼돈하는 경우가 많은데 아래와 같이 설계하여 설치하

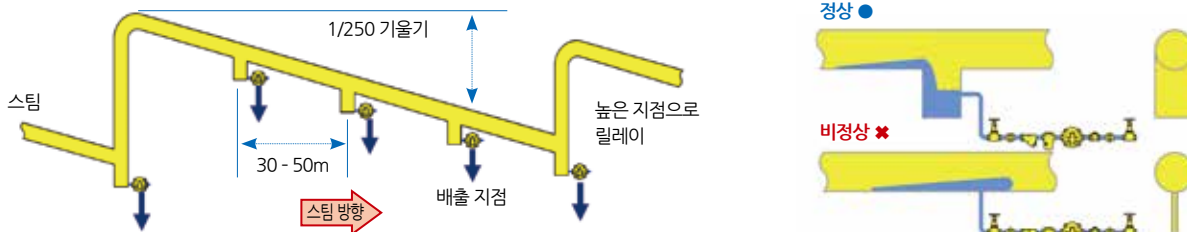


그림 3. 스팀 배관에서의 응축수 배출

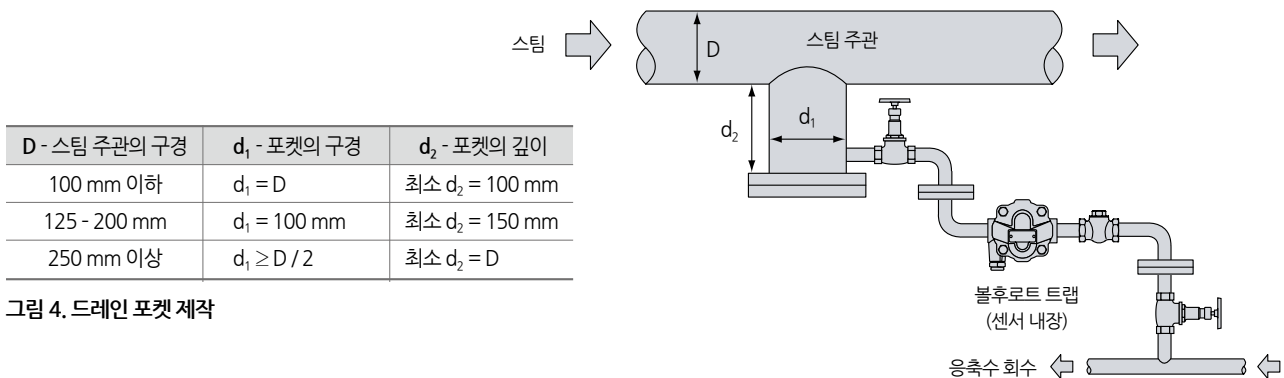


그림 4. 드레인 포켓 제작

면 된다. (그림 4 참조)

둘째, 스팀 기수분리기를 설치하여 미스트(미세한 입자 크기) 형태로 스팀에 분산된 응축수는 첫 번째 방법으로는 배출할 수 없다. 따라서 특별히 제작된 기수분리기를 사용해야 한다. 차폐판식 기수분리기 원리는 안개가 자욱한 도로를 자동차로 달릴 때 앞 유리에서 미세한 수분이 서로 뭉치면서 차창 아래로 떨어지는 것과 같다.

셋째, 스팀을 감압하거나 과열증기를 혼합, 간접 가열(고압 스팀 또는 전기히터)하는 방법이 있다. 이는 공정 내 고압의 스팀이 있거나, 과열증기가 존재할 경우 가능한 방법으로 적용에 제약이 있다.

이렇게 스팀의 건도를 저하시키는 요인과 해결 방법에 대해 알아 보았다. 그렇다면 건도가 낮은 습증기로 인해 문제가 될 수 있는 산업 및 공정은 표 2를 참조해 보자.



그림 5. 차폐판식 (Baffle Type) 기수분리기

차폐판식(날개식, Vane Type) 기수분리기는 많은 수의 차폐판을 가지고 있어 기수분리기의 몸체를 통해 스팀이 통과할 때 여러 차례 유체의 흐름 방향이 바뀌게 한다.

떠다니는 물방울은 스팀에 비해 상대적으로 무겁고 관성을 더 가지고 있기 때문에 유체의 흐름 방향이 바뀔 때 차폐판 둘레로 건조한 스팀이 흐르고 물방울은 차폐판 위에 모인다. 또한 기수분리기는 큰 내용적을 가지고 있어 유체의 속도가 떨어진다. 따라서 물방울의 운동 에너지가 줄어들고 물방울은 대부분 부유상태로 아래로 떨어지게 된다.

표 2. 스팀 건도가 중요한 산업 및 공정

산업 및 공정	주요 설비	중요한 이유
병원	수술용 멸균기	스팀 직접 분사 살균으로 이물질, 수분에 영향이 크며 안전에 민감함
포장식품산업	찜기 (만두, 떡 라면 등)	스팀을 직접 분사하여 제품을 생산하므로 이물질, 수분의 영향이 큼
동물 사료	펠렛 설비	스팀을 직접 분사하여 펠렛 형태로 가공하는 공정에서 문제 발생
유제품	연유, 제품 저장 설비	스팀을 직접 분사하여 생산하는 설비의 품질 관리
양조업, 전분당	전분류 액화, 당화기, 증류기	스팀을 직접 분사하여 단백질 조성을 변화하는 공정 또는 알코올을 증류하는 공정의 품질 문제
폐기물 소각 및 에너지 공급 산업	스팀을 생산 공급하는 공정	폐기물 소각으로 발생된 스팀을 주변에 공급하는 경우 스팀의 건도가 중요
기타	스팀 직접 분사	수분의 영향을 많이 받는 주요 설비

상기 언급된 공정의 경우 스팀 품질이 제품 / 공정의 품질로 연결되는 아주 중요한 부분이다. 따라서 스팀의 건도를 높이기 위해 앞서 언급한 여러 가지 방법을 모두 적용한다고 해도 실제 스팀 건도를 모니터링 하는 철저한 관리가 반드시 필요하다.

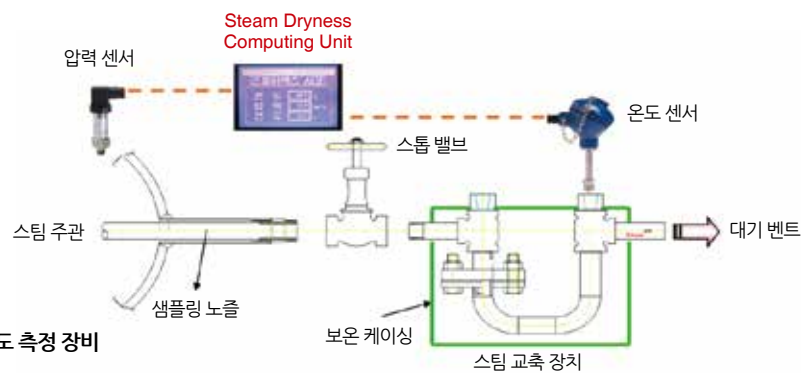


그림 6. 교축장치를 활용한 스팀 건도 측정 장비

그림 6과 같이 실시간 스팀 건도의 모니터링이 필요한 경우 간편한 건도 측정 장비를 설치하여 실시간 스팀 건도를 모니터링 할 수 있다. 측정 원리는 다음과 같다.

교축 장치 입구 스팀의 전열 = 교축 장치 출구의 스팀 전열 ※ 교축 장치에서 외부 방열 손실은 무시

$$h_{f1} + \alpha h_{fg1} = h_{g2}$$

$$\alpha = (h_{g2} - h_{f1}) / h_{fg1}$$

P_1 : 보일러 드럼 스팀 압력 (kg/cm ²)	h_{f1} : 압력 P1에 상응하는 포화수의 엔탈피 (kcal/kg)
t_2 : 교축 장치 출구 스팀 온도 (°C)	h_{g2} : 대기압 상태 하에서 과열증기의 엔탈피
h_{fg1} : 압력 P1에 상응하는 스팀의 잠열 (kcal/kg)	α : 포화증기의 건도

또한 필요에 따라 아래 그림 7과 같이 건도를 측정하는 서비스를 이용할 수도 있다.



그림 7. 이동식 스팀 건도 측정 장비

스팀은 열전달 매체(스팀, 온수, 열매유) 중 물이 원료가 되어 안전하며, 제어가 용이할 뿐 아니라 단위 중량당 많은 열을 보유하여 전달할 수 있어 현재까지도 가장 많이 사용되고 있다. 이런 스팀에서의 품질을 실시

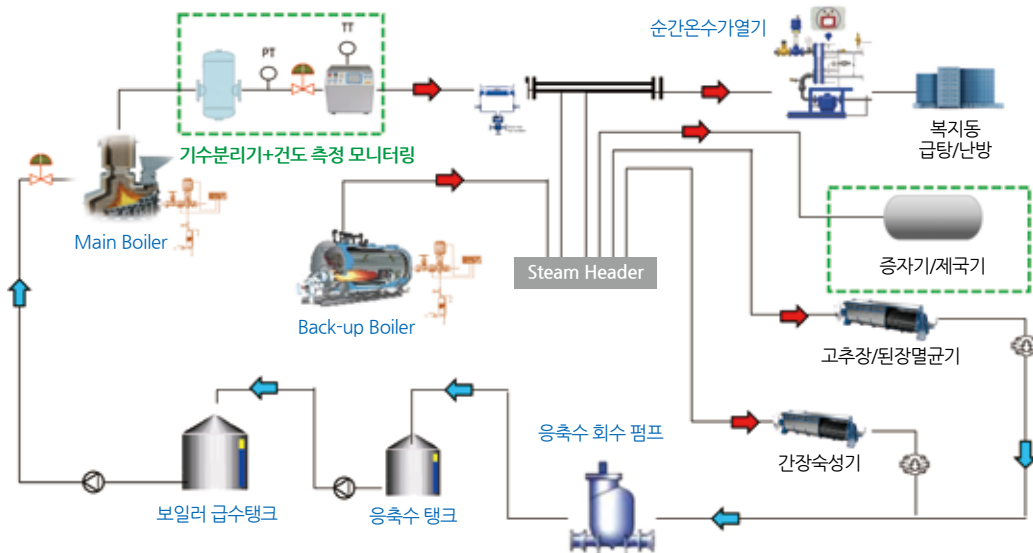
간 모니터링 하여 유지 관리하는 것은 열효율 및 제품 품질 향상을 위해 반드시 필요한 부분이다.

사례 1. A사 포화증기 건도 향상 시스템 적용

A사는 고추장 등 장류를 생산하는 회사로 스팀을 직접 분사하는 공정에서 스팀 건도가 제품의 품질에 큰 영향을 주고 있었다. 보일러에서 생산되어 생산공정에 사용되는 스팀의 건도를 확인할 수 없었으므로 품질의 문제가 생길 경우 원인에 대한 정확한 해답이 없었으며, 불안

한 상태에서 공정을 관리하고 있었다.

따라서 보일러 스팀 배출라인에는 기수분리기를 설치하고, 그 후단에는 건도 모니터링 장비를 설치하여 스팀의 품질을 실시간 모니터링 하게 되자 제품의 품질 및 생산성이 개선된 사례이다.



사례 2. B사 폐열 회수 스팀 생산 설비 스팀 건도 모니터링 시스템 적용

B사는 폐열 회수 보일러에서 발생된 스팀을 고품질 특수 강종을 생산하는 제강공정에 진공 이젝터(Ejector)로 공급하고 있으며, 스팀 건도가 낮을 경우 지정된 시간 내 필요한 진공도가 형성되지 않아 생산 차질이 발생될 뿐만 아니라, 진공 형성을 위해 스팀을 추가 소모해야 하

는 문제가 발생되어 모니터링하게 되었다. 스팀 건도를 모니터링 하기 전에는 건도에 대한 관심, 관리가 부재하였으나, 건도 측정 장비를 설치하고 실시간 모니터링 하여 제품 품질 향상 및 효율적인 공정 제어가 가능하게 된 사례이다.



◀ 건도 모니터링 1호



◀ 건도 모니터링 2호

After Service

BC3250

보일러 블로우다운 컨트롤러

TDS 보정

* 본 정비 절차는 유튜브에 등록된 동영상을 통해 확인이 가능합니다.
<https://youtu.be/aLK-MjBoG9c>



■ 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 사용한다면 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 주의한다.
- 시스템: 예정된 작업이 전체 시스템에 미치는 영향을 고려하며 시스템의 일부분 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, 필요하다면 보호 장비를 착용해야 한다.
- 기타 위험: 정상 운전시 제품의 외부 표면온도가 매우 뜨거울 수 있습니다. 최대한 허용운전 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

BC3250은 스팀 보일러를 위한 블로우다운 컨트롤러로 블로우다운 밸브를 열거나 닫음으로 TDS(총용존고형물)를 제어한다. 보일러 본체 하부에서 고체 침전물을 제거하는 하부의 블로우다운도 제어할 수 있다. Spirax Sarco 전도율 검지기(CP10, CP30 또는 CP32)와 Pt100 온도 센서로부터 신호를 받아 사용한다.

■ 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.

■ TDS (총용존고형물) 배출 운전 설정

- ① 운전모드에서 → "OK" 5초 누름
- ② 비밀번호 입력 → 8888 → 7452
- ③ MODE → "▼" 누름
- ④ DATA → "▼" 누름
- ⑤ INPUT → "▶" 누름
- ⑥ T COMP → "▼" 누름
- ⑦ TDS → "▶" 누름
- ⑧ SENSOR → "▼" 누름
- ⑨ PURGE → "▼" 누름
- ⑩ FILTER → "▼" 누름
- ⑪ RANGE → "▼" 누름
- ⑫ SP → "▼" 누름
- ⑬ HYST → "▼" 누름
- ⑭ CAL → "▶" 누름
- ⑮ (US/CM) 보정값 입력 → "OK" 누름
- ⑯ CAL... → (보정 진행)
- ⑰ CAL INT (보정 완료) → "◀" 누름
- ⑱ OUTPUT → "◀" 누름
- ⑲ 완료

■ 이상 원인 및 조치방법

* 모든 Error 메시지는 "OK" 버튼을 3초간 누르면 사라짐.

현상	원인	조치방법
POWER OUT	작동 중 제품에 전원 공급이 끊김	<ul style="list-style-type: none"> • 제품에서 전원 제거 • 안정적인 전원 공급 확인 • 결선상태 확인 • 전원 다시 공급
SETUP MENU TIME OUT	작동 중 시운전 모드에서 버튼을 5분 동안 누르지 않음	<ul style="list-style-type: none"> • 필요 시 시운전 모드로 다시 돌아감
PV ALARM	TDS 경보 수준 이상 상승	<ul style="list-style-type: none"> • 정확한 작동 여부 확인 • 보일러 급수 조건 확인 • 블로우다운 밸브 작동 여부 확인
VALVE FAILED TO OPEN	블로우다운 밸브가 열리지 않음	<ul style="list-style-type: none"> • INPUT-LIFT 메뉴에서 정확한 개방 시간 입력 확인 • 테스트 메뉴에서 BB밸브 스위치 확인 • 밸브의 작동 상태 확인 • 필요 시 스위치와 밸브 확인/교체
VALVE FAILED TO CLOSE	블로우다운 밸브가 완전히 닫히지 않음	<ul style="list-style-type: none"> • INPUT-CLOSING 메뉴에서 정확한 폐쇄 시간을 입력했는지 확인 • VALVE FAILED TO OPEN을 참조 • 시운전 모드로 들어가 정확한 패스코드 입력
PROBE SCALED (CP32 Only)	검지기 구동기 최대 전압으로 증가함	<ul style="list-style-type: none"> • 검지기 탭을 세척, 수처리가 잘 되고 있는지 확인 • 보일러수가 오염되지 않았는지 확인 • 검지기 결선 확인 • 검지기 손상 여부 점검



한국스피렉스사코(주) 서비스엔지니어 정유성 차장



Steam Trap
Audit

2021 스팀트랩 진단사 자격 검정 안내

등급	내용	2021년 일정		기간	교육비 (검정료, VAT 포함)
Level 1	스팀의 발생, 성질, 이용방법	회차	교육 및 검정	3일 출퇴근 (16시간)	220,000원
	스팀트랩 종류, 작동원리, 설치, 진단방법, 검정방법	33회	06. 16 (수) ~ 18 (금)	2박 3일	616,000원 (2인 1실)
	스팀트랩 진단기 종류, 구조, 작동원리	34회	11. 17 (수) ~ 19 (금)		715,000원 (1인 1실)

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



2021년 스팀기술연수교육 안내


◆ 2021 스팀기술연수교육 일정

FEB 02	MAY 05	JUN 06	JUL 07	SEP 09	OCT 10	NOV 11	DEC 12
STSC 2101 일반과정 24(수) ~ 26 (금)	STSC 2104 1차 설비분야 대학(대학원)생 과정 07 (금)	STSC 2107 경비과정 02 (수) ~ 04 (금)	STSC 2109 일반과정 07 (수) ~ 09 (금)	STSC 2111 기초종합과정 06 (월) ~ 10 (금)	STSC 2112 일반과정 06 (수) ~ 08 (금)	STSC 2115 2차 설비분야 대학(대학원)생 과정 03 (수)	STSC 2118 경유 및 석유화학과정 02 (목) ~ 03 (금)
	STSC 2105 일반과정 12(수) ~ 14 (금)	STSC 2108 일반과정 09 (수) ~ 11 (금)			STSC 2113 스팀에서의 제어 및 모니터링 과정 14(목) ~ 15 (금)	STSC 2116 일반과정 10(수) ~ 12 (금)	STSC 2119 일반과정 08 (수) ~ 10 (금)
MAR 03 STSC 2102 일반과정 10(수) ~ 12 (금)	STSC 2106 스팀보일러 하우스과정 26(수) ~ 27 (목)				STSC 2114 일반과정 20(수) ~ 22 (금)	STSC 2117 경비과정 24(수) ~ 26 (금)	
STSC 2103 ESPP를 통한 에너지절감 과정 17(수) ~ 19 (금)			AUG 08 STSC 2110 선박과정 25 (수) ~ 27 (금)				

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

과정명	횟수	대상	기간	교육비 (VAT 포함)	
일반과정	9	스팀 시스템을 관리하는 공무, 시설, 정비, 원동 및 열관리 담당자	2박 3일	2인실	1인실
ESPP를 통한 에너지절감과정	1	산업체 및 빌딩의 스팀 및 유체 에너지 관련 담당자, 관리 / 운전자		616,000원	715,000원
선박과정	1	조선 회사의 설계, 시설, 정비, 원동 및 열관리 담당자			
경비과정	2	스팀 설비 정비 실무 담당자			
스팀보일러하우스과정	1	보일러 및 냉각수 시스템을 관리하는 운전, 공무, 시설, 열관리 담당자	1박 2일	506,000원	555,500원
제어 및 모니터링과정	1	스팀 시스템에서 계획제어, 스팀 설비관리 담당자(운전, 정비, 운용, 관리)			
경유 및 석유화학과정	1	엔지니어링 회사의 설계 담당자 및 석유화학 회사의 설계, 정비, 생산부 실무자			
기초종합과정	1	스팀 시스템 실무 3년 이하의 초보자 또는 신입사원	4박 5일	1,034,000원	1,232,000원
설비분야 대학(원)생과정	2	스팀 시스템의 기초 교육을 원하는 대학생 또는 대학원생	1일	무료	
특별과정	수배관과정	수배관 시스템 관리, 설계 담당자	1박 2일	506,000원	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.)			

* COVID-19로 인해 가급적 1인실 사용을 적극 권장합니다.



참 힘들고 어려웠던 2020년에도 보내주시는 관심과 성원에 진심으로 감사 드립니다.

스팀피플 여러분! 2021년 신축년 새해에는 건강하게 일상을 즐길 수 있기를 기원합니다.

한국스파이렉스사코는 변함없이 스팀피플 여러분과 함께 하겠습니다.

謹賀新年

새해 복 많이 받으세요