

Vol.127 / Mar. 2021

기획 시리즈 - 올바른 스팀사용을 위한 스팀 엔지니어링 지침5

보일러의 이해

수관식 보일러의 특징과
보일러 효율 및 동체 부속품

Key Solution 6

보일러 수질 모니터링

After Service

AEL6 스마트 전기식 구동기

CONTENTS

기획 시리즈 - 올바른 스팀사용을 위한 스팀엔지니어링 지침5
수관식 보일러의 특징과 보일러 효율 및 동체 부속품 03

Key Solution 6
보일러 수질 모니터링 08

After Service
AEL6 스마트 전기식 구동기 13

2021년 스팀트랩 진단사 자격 검증 및 스팀기술연수교육 안내 15

첨단 보일러 컨트롤 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 호에 이어 올바른 보일러실의 구성과 운영에 대한 설명을 이어가겠다. 이번 호에서는 수관식 보일러의 구조와 특징, 보일러 효율 및 연소, 급수 예열기 및 가열기, 보일러 동체 부속품인 스팀 헤더와 스팀 공급 밸브에 대해 알아 보겠다.

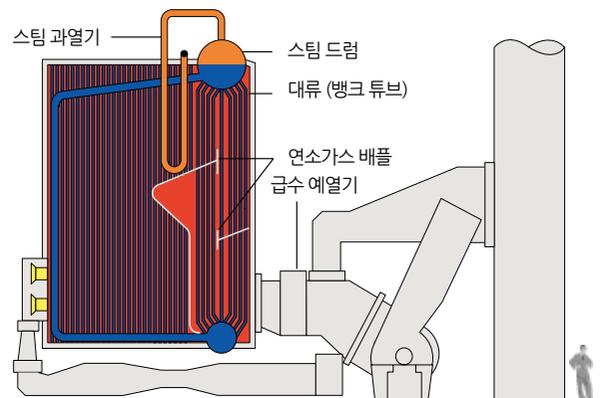


그림 1. 수관식 보일러



The Boiler House

보일러의 이해

수관식 보일러의 특징과 보일러 효율 및 동체 부속품

수관식 보일러

수관식 보일러는 열원이 튜브를 에워싸고 있는 상태에서 튜브 내의 물이 순환한다는 점이 노통 연관 보일러와 다르다. 튜브의 구경이 상당히 작은 경우 응력에 대해서 훨씬 더 높은 압력을 수용할 수 있다.

수관식 보일러는 다음과 같은 경우에 사용된다.

- 높은 스팀 용량 : 최대 1,800 ton/h까지
- 높은 고압 스팀 : 최대 160 bar
- 과열증기 : 최대 550 °C

그러나 수관식 보일러 또한 노통 연관 보일러와 경쟁하기 위해 여러 크기로 제작된다. 소형 수관식 보일러를 패키지형 노통 연관 보일러와 같이 하나의 유니트로 제작하여 조립할 수 있지만 큰 유니트는 현장에서 조립하기 위해 섹션별로 제작된다. 많은 수관식 보일러는 자연 순환(열사이폰 현상)원리로 운전된다. 이것은 여러 종류의 수관식 보일러를 설명하기 전에 다룰 가치가 있는 내용이다. 그림 2는 이 원리를 설명하는데 도움을 준다.

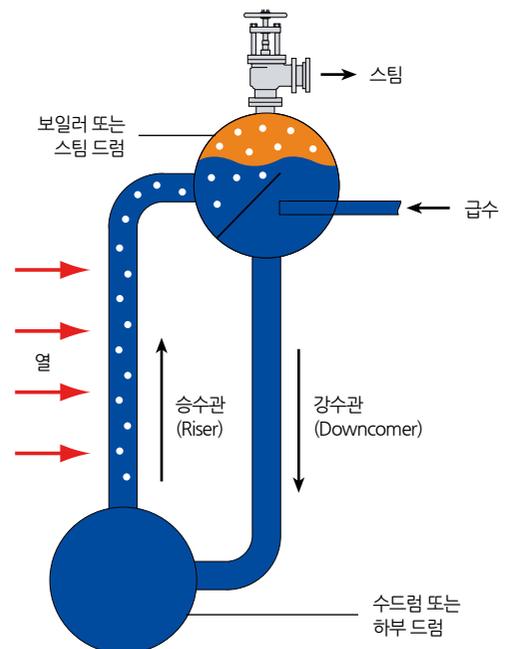


그림 2. 수관식 보일러 내 물의 자연 순환

상온의 물은 밀도가 더 커 강수관을 통해 하부 드럼 또는 수드럼 쪽으로 내려가며 더 높은 온도의 물은 승수관을 타고 스팀 드럼으로 올라가기 때문에 온도가 더 낮은 급수는 급수 내관을 통해 스팀 드럼으로 유입된다. 계속된 가열로 튜브 내에서는 스팀 기포가 발생되며 스팀 드럼 내에 있는 물로부터 자연스럽게 분리되어 방출된다. 그러나 수관식 보일러 내 압력이 증가하면 물과 포화증기의 밀도차가 작아져 결과적으로 순환이 원활하지 못하게 된다. 더 높은 설계 압력에서 일정량의 스팀을 발생시키기 위해서는 수드럼과 스팀 드럼 사이의 높이를 반드시 높게 하거나 순환력을 일으킬 수 있는 펌프를 설치해야 한다.

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> 보유 수량이 작으므로 부하 변화와 입열에 따라 신속하게 대응한다. 구경이 작은 튜브와 스팀 드럼은 더 높은 스팀 압력을 견딜 수 있음을 의미하며 최대 160 bar 까지 발전소에서 사용되고 있다. 화실 벽면의 임의 장소에 많은 버너를 설치하여, 수평 또는 수직 방향으로 연소시킬 수 있으며 보일러의 여러 부분에서 온도를 제어할 수 있는 장치를 설치하는 설계를 할 수 있다. 이것은 보일러에 과열기가 장착되어 있는 경우 특히 중요하며 과열증기의 온도를 제어하는 것이 필요하다. 	<ul style="list-style-type: none"> 수관식 보일러는 패키지 형태로 제작하는데 노동 연관 보일러 만큼 단순하지 않기 때문에 더 많은 작업이 현장에서 필요하다는 것을 의미한다. 멀티 버너를 선택하면 여러가지 융통성을 줄 수 있으나 발전소와 같은 곳에서 30개 이상의 버너를 사용할 경우 복잡한 제어 시스템이 필요하다.

보일러 효율 및 연소

$$\text{보일러 효율 (\%)} = \frac{\text{스팀이 가지고 나가는 열량}}{\text{연료에 의해 공급된 열량}} \times 100$$

스팀이 가지고 나가는 열량	<ul style="list-style-type: none"> 급수온도 (°C) 발생 스팀 압력 (kg/cm²g) 스팀 발생량 (kg/h)
연료에 의해 공급된 열량	고위 발열량 연료에 포함된 이론적인 총 열량 그러나 모든 연료에 공통적으로 수소를 포함하고 있는데 이것은 산소와 반응하여 물을 형성하며 스팀 형태로 굴뚝으로 배출된다. 즉, 연료의 고위 발열량은 이 물을 증발하는데 사용된 열량까지 포함하는 값이다.
	저위 발열량 굴뚝으로 배출되는 수증기에 포함된 열량을 제외한 연료의 열량이며 일반적으로 보일러 효율을 계산하는데 사용되는 수치이다. 대략적으로 고위발열량의 10% 정도

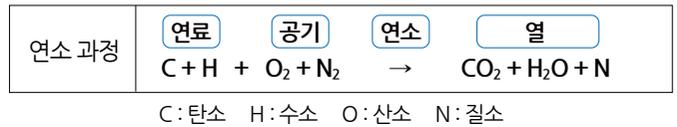
정확한 연소 공기량의 제어는 보일러 효율에 매우 중요하다

- 너무 많은 연소 공기량은 연소실을 냉각하여 유용한 열을 배출시킨다.

- 연소 공기량이 너무 작으면 연소가 불안정하게 되며 미연소분이 발생하여 연기가 발생할 수 있다. 그러나 실제로 완전연소를 이루는 데 여러 가지 어려움이 있다.
- 버너와 관련된 조건들이 완벽할 수 없으며 탄소, 수소와 산소 분자들이 완벽하게 반응시키는 것이 불가능하다.
- 일부 산소는 질소와 결합하여 질소 산화물(NOx)을 생성한다.

완전연소를 위해서는 과잉공기의 공급이 필요하며 이것은 보일러 효율에 영향을 미친다. 기존의 많은 소형 보일러의 공기와 연료 혼합 비율에 대한 제어는 'Open loop' 이다.

버너에 특정 연료량에 특정 공기량이 공급되도록 조정된 일련의 캠과 레버로 연결되어 있다. 분명히 이들은 기계적인 구성품이기 때문에 마모될 것이며 때때로 교정이 필요하다. 그러므로 반드시 정기적인 서비스와 교정을 받아야 한다. 대형 보일러의 경우에는 연소 공기 댐퍼를 미세 제어하기 위해 배기가스 중의 산소량을 계속하는 분석기를 설치하는 'Closed loop'를 채택하기도 한다. 보일러 연소실로 공기가 새어 들어오면 정확한 연소 제어에 불리한 영향을 미치게 된다.



열손실

보일러 연소실에서의 연소, 공기비는 완전하고 효율적인 연소와 관련되어 있기 때문에 특히 적절한 공기비의 중요성에 대해 논의할 때, 열손실과 비효율성의 잠재적인 요소를 지속적으로 검토해야 한다.

◆ 배기가스에 의한 열손실

아마 이것은 가장 큰 단일 열손실 요소이며 열관리 담당자는 그 손실을 크게 감소시켜야 한다. 이 열손실은 보일러 동체를 떠나는 가스의 온도에 따라 변한다. 분명히 굴뚝쪽으로 빠져나가는 배기가스의 온도가 높을수록 보일러 효율은 더 낮게 된다. 배기가스에 의한 열손실은 2가지 요인 중 하나에 의해 매우 높아질 수 있다.

1. 버너가 보일러의 특정 부하에 필요한 것보다 더 많은 열을 공급하고 있는 경우 : 이러한 현상은 버너와 댐퍼 메커니즘에 대한 정비와 교정이 필요함을 의미한다.
2. 보일러 전열 면적이 올바르게 기능을 발휘하지 못하고 있어 열이 물쪽으로 전달되지 않고 있는 경우 : 이러한 현상은 전열면이 오염되

어 청소가 필요함을 의미한다.

여기에 추가로 고려할 사항이 있다. 배기가스가 너무 과도하게 냉각되어 노점 온도 이하로 떨어지면 다음과 같은 물질의 형성으로 부식 가능성이 증대된다.

- 질산 (연소에 사용된 공기 중의 질소로부터)
- 황산 (연료에 황 성분이 포함된 경우)
- 수분

◆ 방열손실

보일러의 온도가 주변 온도보다 높기 때문에 약간의 열이 주변으로 전달된다. 설치된 보온재가 손상되었거나 불량하면 열손실량은 크게 증가하게 된다. 상당히 잘 보온된 5 MW 또는 그 이상의 노통 연관 보일러나 수관식 보일러는 주변으로 0.3 ~ 0.5 % 에너지를 잃는다.

이것은 많은 양이 아닐지 모르지만 보일러 최대 용량의 0.3 ~ 0.5 % 란 사실과 심지어 보일러가 공정으로 스팀을 송기하지 않는 경우, 단순히 예비 상태로 있는 경우에도 고정적인 손실이 발생한다는 사실을 명심해야 한다.

이것은 보일러를 더 효율적으로 운전하기 위해 보일러는 최대 용량에 가깝게 운전되어야 한다는 것을 의미하며, 결국 이것은 보일러실의 운전자와 생산 부서 간의 긴밀한 협조가 필요하다는 것을 말하고 있다.

보일러 동체 부속품

운전/ 효율성/ 안전을 확보하기 위해 보일러는 여러가지 부속 장치를 필요로 한다.

◆ 안전밸브

중요한 보일러 동체 부속품 중 하나는 안전밸브이다. 안전밸브의 역할은 보일러 동체의 압력이 설계압력 이상으로 상승되어 결국 폭발하는 것을 방지하는 것이다. 스팀 보일러에 장착되는 다양한 종류의 안전밸브는 다음과 같은 기준을 충족해야 한다.

- 안전밸브의 전체 분출 용량은 최소한 보일러의 상당증발량 이상이어야 한다.
- 안전밸브의 공칭 분출 용량은 보일러 설계 압력의 110% 이내에서 발휘되어야 한다.
- 보일러에 연결된 안전밸브의 입구 구경은 최소 20 mm 이상이 되어야 한다.
- 안전밸브의 최대 설정 압력은 보일러의 설계 압



력(또는 최대 허용 운전압력)이하 이어야 한다.

- 보일러의 정상 운전 압력과 안전밸브의 설정 압력 사이에는 적절한 여유가 있어야 한다.

◆ 보일러 메인 스팀 밸브

스팀 보일러에는 보일러의 압력을 공정이나 생산 설비와 분리시키는 메인 스팀 밸브(크라운 밸브라고도 함)가 장착되어야 한다. 일반적으로 이 밸브는 스크류 다운 형식의 앵글타입 글로브 밸브이다. 이러한 타입의 메인 스팀 밸브의 대표적인 예는 그림 3과 같다.

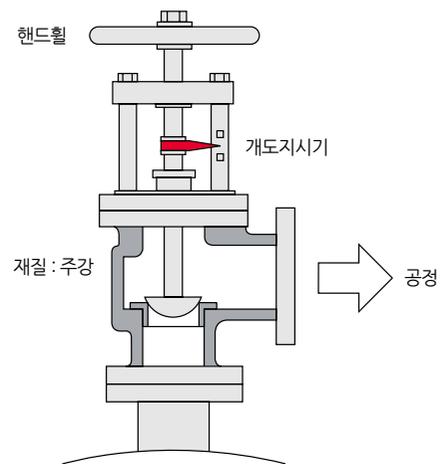


그림 3. 보일러 메인 스팀 밸브

과거 이들 밸브는 주로 주철로 제조되었으며, 강과 청동은 고압 용도에 사용되었다. 구상흑연주철(SG)은 기계적 특성이 강과 비슷하고, 회주철과는 차이가 있다. 따라서 대부분의 보일러 제조업체는 주로 구상흑연주철 밸브를 사용한다. 메인 스팀 밸브는 교축 밸브로 사용하도록 설계되지 않기 때문에 완전히 열리던가 닫혀야 한다. 메인 스팀 밸브는 출구 압력의 갑작스러운 상승과 그에 따른 워터해머를 포함한 아래 문제점들을 방지하도록 항상 천천히 열어야 한다.

- 워터해머: 다량의 응축수가 배관 내부에 있는 경우 스팀 속도로 배관을 따라 밀려간다. 이러한 상황에서 예를 들면 컨트롤 밸브의 경우와 같이 배관 내의 장애물과 부딪힐 때 기계적 손상을 초래할 수 있다.
- 열충격: 배관이 너무 급히 가열되어 팽창의 조절이 불가능할 경우 배관에 스트레스가 생성될 뿐 아니라 배관 지지대 상에서 벗어나 크게 이동된다.
- 프라이밍: 큰 부하가 갑자기 요구되어 스팀 압력이 감소되는 경우

보일러수가 배관으로 넘어갈 수 있다. 이러한 상황은 설비 운전에도 안 좋을 뿐 아니라 보일러가 종종 정지될 수 있으며 보일러를 정상 운전 상태로 복구시키려면 어느 정도 시간을 필요로 한다. 넘어 간 물은 또한 배관 내에 워터해머를 유발할 수 있다.

각 설비의 예열 시간은 상이하며 많은 요인들에 의해 좌우된다. 예를 들어 세탁소에서 사용하는 컴팩트형 설비에 쓰이는 소형 저압 보일러는 15분 이내에 정상 운전 압력까지 도달시킬 수 있다.

대형 산업 단지의 경우 많은 시간을 소요하게 된다. 안전하게 소형 보일러를 연결할 경우, 그 출발점은 메인 스팀 밸브이며 반드시 천천히 개방해야 한다.

그러나 더욱 큰 설비에서는 메인 스팀 밸브를 사용하여 예열을 제어하기가 어렵다. 그 이유는 메인 스팀 밸브가 잘 차단될 수 있도록 설계되어 있기 때문이다. 즉 평면 시트를 보유함으로써 핸드 휠을 회전하여 미치는 모든 힘이 시트 상에 직접 작용하게 되어 압력이 가해지는 경우 실링이 잘 되도록 한다. 또한 이런 밸브는 별도의 특성을 가지고 있지 않으며 최초 10% 개방 시 밸브 용량의 약 80%를 통과시킨다.

이로 인하여 메인 스팀 밸브 다음에 컨트롤 밸브를 설치하는 것이 좋은 예이다. 컨트롤 밸브는 곡면 형태의 플러그를 보유하며, 이는 유량 증가와 플러그 이동과의 관계가 훨씬 덜 급격하다는 것을 의미한다. 따라서 유량, 그리고 나아가서는 예열량도 훨씬 잘 제어된다. 보일러 메인 스팀 밸브 이후에 장착된 컨트롤 밸브의 예를 그림 4에서 보여주고 있다. 일반적인 예열 시스템은 보일러에서 스팀 공급이 요구될 때까지 컨트롤 밸브가 닫혀있다. 스팀이 요구되면 펄스 타이머는 사전 설정된 시간 동안 천천히 컨트롤 밸브를 개방한다. 이러한 구성은 보일러 예열 기간 동안

인력을 필요로 하지 않는다는 장점을 갖는다.(보일러가 완전히 냉각된 상태에서의 초기 기동은 제외)

◆ 급수 체크밸브

급수 체크밸브(그림 5와 6에 표시)는 급수펌프와 보일러 사이의 보일러 급수 스톱밸브 전단에 설치된다. 보일러 급수 스톱밸브는 보일러 동체에 장착된다. 체크밸브에는 보일러에 압력이 전혀 없을 때 급수 탱크의 수두에 상응한 스프링이 내장된다. 이 스프링 때문에 보일러의 급수 탱크로부터 가해지는 정압 수두에 의해 보일러가 넘치는 현상을 방지할 수 있다.

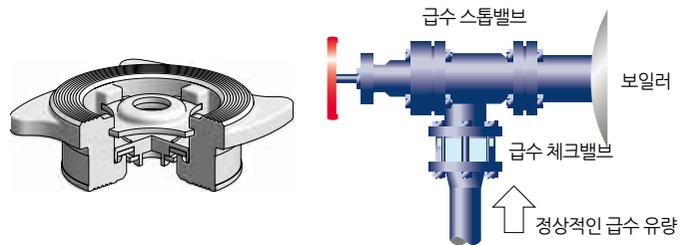


그림 5. 보일러 급수 체크밸브

그림 6. 급수 체크밸브의 위치

정상적인 스팀 발생 조건에서 체크밸브는 급수 펌프가 정지되었을 때 보일러에서 급수가 배관으로 역류하지 않도록 유량을 정지시킬 수 있게 작동한다. 급수 펌프가 가동 중일 경우 압력 때문에 스프링 힘이 극복되어 보일러에 정상적으로 급수된다. 양호한 실이 필요하고 관련 온도가 상대적으로 낮기 때문에(일반적으로 100℃ 미만) EPDM (에틸렌 프로필렌) 연질 시트가 있는 체크밸브를 사용하는 것이 가장 효과적이다.

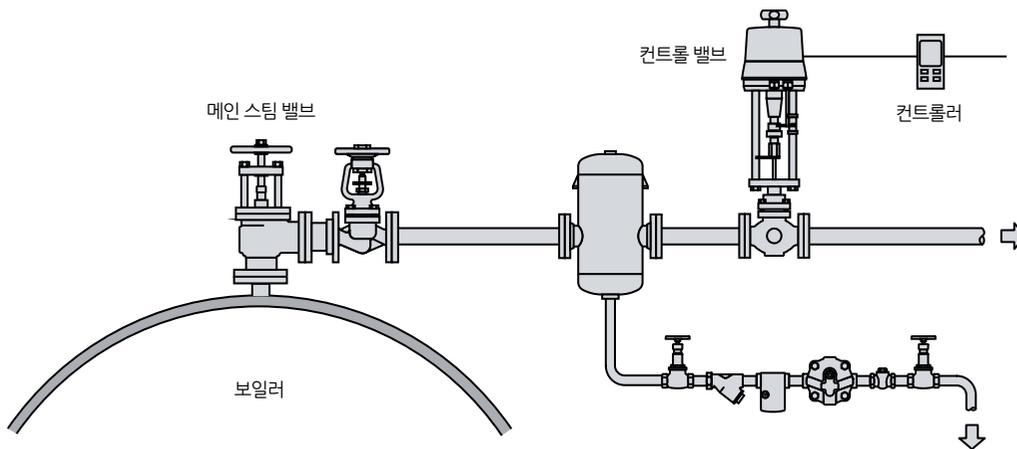


그림 4. 메인 스팀 밸브 이후의 컨트롤 밸브 설치 상태

◆ 스팀 헤더

노통 연관 보일러의 경우, 스팀 용량을 최대 약 27,000 kg/h까지 제작할 수 있다. 이를 초과하는 부하가 필요한 경우에는 두 대 또는 그 이상의 보일러를 병렬로 설치하여 연결하나, 4대 이상의 보일러를 설치하는 것은 흔치 않다.

스팀 헤더를 상호 연결하는 설계 방식은 매우 중요하다. 그림 6은 4대의 보일러 스팀 주관을 공동으로 연결하는 방식을 보여주고 있으며, 이 방식에서는 자주 문제점이 발생된다.

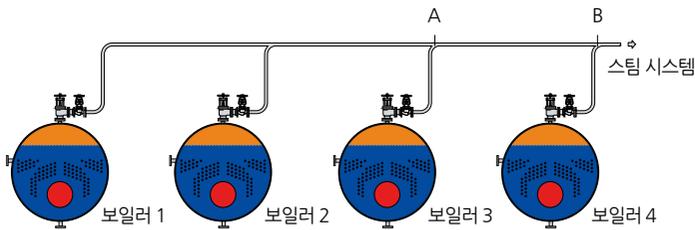


그림 7. 4대 보일러의 스팀 주관을 공동으로 연결하는 배치도 (비추천)

그림 7과 관련하여, 동일한 압력에서 운전되는 4대의 보일러에서 스팀이 3번 보일러에서 스팀 사용 설비로 흐르도록 하려면 A지점의 압력이 B지점의 압력보다 낮아야 한다. 따라서 4번 보일러와 A지점 사이의 압력 강하가 3번 보일러와 A지점 사이의 압력 강하보다 커야 한다.

유량은 압력강하에 따라 좌우되며, 그림 7의 경우 4번 보일러는 3번 보일러보다 많은 스팀을 보낸다. 마찬가지로 3번 보일러는 2번 보일러에 비해 스팀을 많이 보낸다. 이로 인하여 만일 1번 보일러가 최대 부하인 경우 다른 보일러가 단계적으로 과부하 상태가 되며, 최종 스팀 공급 밸브에 가까이 갈수록 그 영향이 심해진다.

일반적으로 1번 보일러가 최대 부하인 경우 2번은 1% 정도, 3번의 경우 6% 정도, 그리고 4번은 15% 정도의 과부하가 발생하게 될 것이다. 노통 연관 보일러는 때때로 발생하는 5% 정도의 과부하 조건은 감당할 수 있지만, 15%의 과부하는 감당할 수가 없다.

보일러로부터 스팀 토출 속도가 증가하면 극도로 수면이 출렁거려 수위 제어 시스템의 제어가 어렵게 된다.

이 예에서 높은 부하가 발생 시 4번 보일러가 먼저 정지하게 되고, 이로 인해 불안정해진 시스템이 나머지 3대의 보일러에 영향을 미치게 되어 연속적으로 정지하게 된다. 이러한 설계 방식의 스팀 헤더는 보일러가 부하를 균등하게 공유할 수 없다는 것을 유의해야 한다.

목표는 각 보일러 스팀 주관 노즐과 설비로 보내는 헤더 분기관 노즐 사이의 압력 강하를 0.1 bar 이내로 두는 것이다. 이렇게 하면 캐리오버가

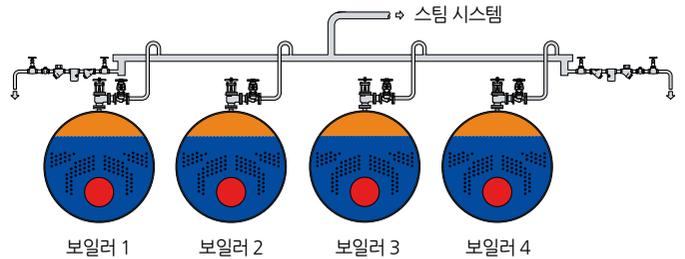


그림 8. 4대 보일러의 스팀 헤더 설계 (개선된 방식)

최소화되고 과부하로 인해 보일러가 정지되는 현상을 피할 수 있다. 그림 7 배치도는 개선된 설계 방식의 새로운 헤더를 보여 주고 있다.

개선된 방식의 헤더는 한쪽 끝 부분에서 중심부로 스팀을 공급하는 구조로 배열되어 있다. 이러한 방식에서는 어느 보일러라도 헤더 배관이 적절한 크기로 선정되어 있는 한 절대로 헤더에 의해 1% 이상의 과부하를 초래하지 않는다.

4대 이상의 보일러를 설치하는 경우 더욱 바람직한 형태로서 그림 9와 같이 가계도와 같은 모양으로 배열한다. 여기에서 각 보일러의 부하는 균등하게 배분된다. 이러한 배열 구조는 부하가 많이 걸리는 1대 또는 2대의 보일러를 순차적으로 교대 운전하는 경우 추천할 만하다.

중요한 것은 헤더를 정확하게 설계하여 차후에 발생하는 고장 및 수리 비용을 줄일 수 있다는 것이다. 여러 대의 보일러의 경우 보일러 헤더를 정확히 설계함으로써 언제나 균형된 운전을 하도록 해야 한다.

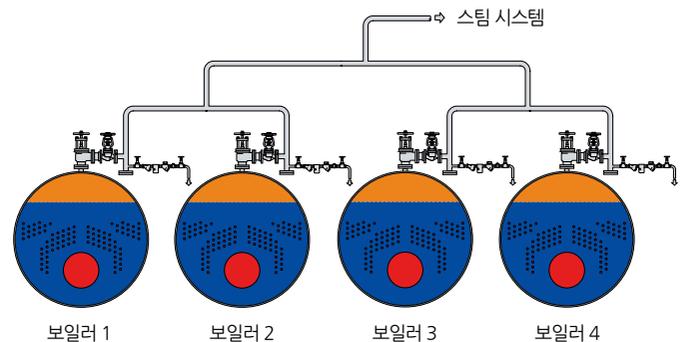


그림 9. 4대 보일러의 스팀 헤더 설계 (가장 이상적인 방식)

다음 호에서는 보일러의 이해 마지막 시간으로 보일러를 올바르게 운영하기 위한 보일러 수처리, 블로우다운, 수위 제어 시스템에 대해 알아보겠다. S



Key Solution No. 6

보일러 수질 모니터링



한국스피렉스사코(주)
SGS 팀 김경호 과장

한국스피렉스사코에서는 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 차례로 소개하고 있으며 이번 호에서는 <보일러 수질 모니터링>에 대해 소개하고자 한다.

4차 산업혁명. 최근 모든 매체를 통해 가장 많이 언급되는 화두 중 하나이다. 인공지능, 사물인터넷, 로봇 기술, 드론 등 실재와 가상이 통합되어 사물을 자동적, 지능적으로 제어할 수 있는 가상 물리 시스템의 구축을 뜻한다. 이러한 4차 산업혁명의 대변혁에 발맞춰 다양한 분야에서 끊임없이 혁신적인 변화가 일어날 것으로 우리는 기대하고 있다. 하지만, 산업 현장에서 살펴보는 우리의 현주소는 4차 산업혁명과는 조금 거리가 있어 보이는 것이 사실이다.

당사는 ESPP(Energy saving plan package) 도입 이후, 많은 고객사 현장의 에너지 절감 및 생산성 향상을 위해 노력하고 있다. 대부분의 고객사가 에너지 절감과 생산성 향상을 위해 아낌없이 투자하고 있지만, 당장의 에너지, 생산성과 연결되는 부분이 아니라면 투자에 주저하는 모습 또한 쉽게 볼 수 있다. 스팀 전문 솔루션을 제공하는 당사가 고객사 방문 시 가장 먼저 보게 되는 곳이 보일러실이다. 보일러란 보일러 수를 끓여서 스팀을 발생시키는 장치로, 보일러 수의 수질이 매우 중요하다는 사실에는 누구나 동의할 것이다. 하지만 많은 고객사에서 보일러 수가 제대로 관리되지 않아 부식이나 스케일, 캐리오버로 몸살을 앓고 있다. 그러나 보일러 수질에 큰 관심이 없는 고객사도 많은 것이 현실이며, 제대로 된 응축수 모니터링이 이뤄지지 않는 곳도 많고, 모니터링 시스템은 구축이 되어 있지만 유지관리가 되지 않아 사용하지 않고 별도로 외부의 수질 관리를 받는 고객사도 많다. 4차 산업혁명 정도의 자동, 능동

적인 보일러 수질 관리까지는 아니더라도 정확한 응축수 모니터링 시스템 구성과 적절한 수질 대응 시스템을 구축한다면 보일러 수질 관리로 인한 다양한 문제 해결에 큰 도움이 될 것이다.

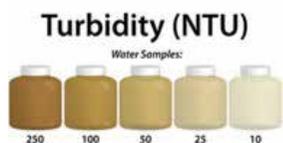
당사는 이러한 고객사들에 낮은 비용으로 보일러 수질에 대한 정확한 모니터링을 제공하여 보일러 수질로 인해 발생하는 다양한 문제점을 예방할 수 있도록 하고자 한다. 먼저, 좋은 보일러 수질이란 무엇인지에 대한 논의로 시작해 보자.

보일러 수질

보일러 수의 수질이 좋다는 것은 아래 사항을 모두 만족한다면 좋다고 할 수 있다.

- ① 안전하고 안정적인 운전
- ② 최대 연소 및 최대 열전달 효율
- ③ 유지 관리 비용의 최소화
- ④ 장비 수명 연장

그렇다면 응축수를 포함한 보일러의 수질을 잘 관리하기 위해 모니터링 해야 하는 요인은 무엇일까? 일반적으로 탁도, 전기 전도도, pH 및 TOC(Total organic carbon, 총 유기탄소), 실리카, 철분을 측정하여 보일러 수질 및 응축수의 질을 관리하게 된다.



◆ 탁도 : 물 속에 현탁하는 불순물에 의해 물이 흐려진 정도를 나타내는 척도

일반적으로 흐림의 원인 물질인 탁도 성분은 먼지, 유기물, 미생물 등이다. 이것들이 침강하지 않고 수중에 부유 분산해 있을 때가 흐린 상태로 된다. 보일러용 원수의 탁도가 높으면 보일러수 속의 현탁질 농도가 높아 문제를 일으키고 이온 교환 수지의 성능도 저해된다. 탁도 센서로 측정 가능하며 캐리오버를 일으키는 원인이 되기도 한다.



◆ pH : 용액의 수소이온지수, 즉 수소이온농도 지수

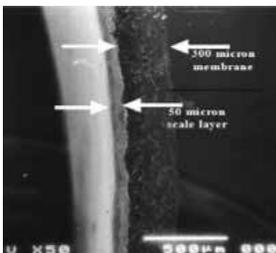
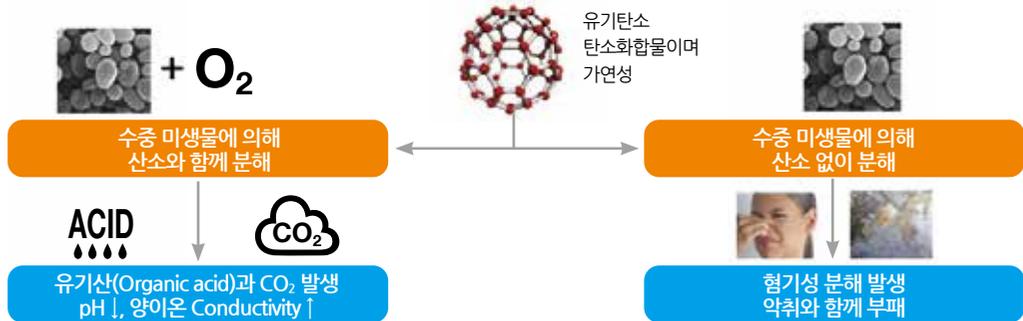
산성이나 알칼리성의 정도를 나타낸다. 적정 pH로 관리되지 못하여 pH가 낮거나 높으면 보일러 및 주요 기자재에 부식을 초래한다. 따라서 KSB6209에 따라 관리하여야 한다.

◆ Conductivity : 물질이나 용액이 전하를 운반할 수 있는 정도

비저항의 역수이다. 단위는 지멘스(S, Siemens)/m나 1/Ωm를 사용한다. Conductivity 측정을 통해 이온성 물질의 양을 관리하여 보일러 및 주요 기자재 내에 스케일의 형성을 억제한다.

◆ TOC (Total Organic Carbon, 총 유기탄소) : 응축수에 포함된 총 유기 탄소

탄소화합물은 가연성이며 수중미생물에 의해 분해된다. 이 과정에서 용존 산소를 소비하며, 유기산(Organic Acid), 이산화탄소를 발생시켜 pH를 낮추고 양이온 Conductivity가 상승한다(캐리오버 발생 확률 증가). 용존 산소가 다 소비되면 혐기성 분해가 일어나 악취와 함께 응축수의 색이 검은색으로 변한다. 이 과정에서 RO 장비와 이온교환 수지에 부착물(Fouling)이 발생하여 효율이 떨어진다.



▲ Silica coated membrane



▲ Biofouling membrane

◆ 실리카 : 규소의 산화물로 이산화규산(SiO₂)을 의미

스팀 시스템 사용 시 발생하는 스케일은 마그네슘, 탄산 등으로 인한 탄산염 스케일과 실리카로 인한 규산염계 스케일로 나눌 수 있다. 이 중 규산염계 스케일의 발생 원인이 실리카이다. 실리카로 인한 문제가 가장 크게 불거지는 곳은 터빈 등을 활용하는 발전소이다. 보일러 급수 중의 칼슘 성분과 결합하여 규산칼슘을 생성하거나, 알루미늄 이온과 결합하여 다양한 형태의 스케일을 생성한다. 실리카 함유량이 높은 스케일은 경질이 심해 기계적 혹은 화학적 방법으로 제거하기 어렵다. 이러한 규산염계 스케일은 보일러, 열교환기, 터빈의 효율을 감소시키고, 적절하게 관리되지 않는 경우 터빈의 파손까지 일으키게 된다. 최근 들어 다수의 고객사에서 터빈 파손 사례가 발생하고 있어 적극적인 관리가 필요하다.

◆ 철분 : 보일러 용수에 함유된 철분(철산화물)은 부식 발생 지표로서 가능한 낮게 유지해야 한다.

스팀 시스템은 고온, 고압 및 고유속의 용수가 연속 순환되어 부식이 쉽게 발생하는 조건이기 때문에 순수한 물을 사용하고 암모니아, 하이드라진 등 부식방지 약품을 주입하더라도 배관으로부터 철분(철산화물)의 용출이 발생한다. 보일러 용수에 함유된 철 산화물은 보일러 튜브에 부착해 열효율 저하와 설비 수명 단축의 원인물질로 작용하기 때문에 철저한 관리가 필요하다. 철분은 응축수 라인에서 가장 문제가 되는 사항이며, 철분 함량이 많으면 부식으로 인해 밸브, 트랩, 스트레이너 등에 핀홀이 발생할 정도의 부식이 자주 일어난다. 특히 관류보일러를 사용하는 경우 응축수 탱크가 별도로 없기 때문에 반드시 관리가 필요하다.

위와 같이 다양한 요소를 통해 보일러 수의 수질을 측정하여 관리할 수 있다. 이제 발생할 수 있는 문제점에 대해 더 자세히 알아보자.

보일러 수질 관리가 되지 않았을 때 문제점

보일러 수질로 인한 문제점은 앞서 소개한 바와 같이 크게 부식, 스케일, 캐리오버가 있다.

◆ 부식



물이 용존 가스를 함유하고 있는 경우, 특히 산소인 경우 보일러의 표면, 배관 및 기타 설비의 부식이 발생할 수 있다. 보일러에서 부식에 영향을 주는 인자는 pH, 전기전도도(TDS), 온도, 용존 산소, 탄산가스, stress 등으로 다양하다. 일반적으로 pH 값이 8.5에서 12.7 사이에 들어오면 부식으로부터 안전하다.

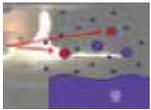
전기전도도가 높을수록, 온도가 높을수록 부식의 속도가 빨라진다. 온도 및 산소 농도가 동시 상승하면 부식 속도는 가속화되며, pH가 올라갈수록 산소의 부식도는 떨어진다

◆ 스케일



화학적으로 제어되지 않은 급수에 경도가 존재하는 경우에는 열전달 표면에 스케일이 생기게 되어 열전달 및 효율이 감소하게 됨으로써 보일러의 잦은 세관이 필요하게 된다. 극단적인 경우에는 국부적인 과열 지점이 발생하여 기계적 손상을 야기하거나 튜브의 파열을 가져오게 된다.

◆ 캐리오버



프라이밍과 포밍에 의해 발생하는 현상으로, 보일러 수 내부의 용존 고형물이나 현탁 고형물이 발생하는 스팀과 함께 유출되는 현상이다.

- **프라이밍** : 보일러 관수가 스팀 출구로 배출되는 현상으로서 일반적으로 다음 사항 중 하나 또는 복수의 경우 발생하게 된다.

- 보일러 수위를 너무 높게 운전하는 경우
- 보일러를 설계 압력 이하로 운전하는 경우 : 이것은 수면에서 스팀의 비체적이 증가하고 스팀의 속도를 증가시킨다.
- 보일러 용량을 초과하는 과도한 스팀 사용

- **포밍** : 보일러 드럼 수면과 스팀 출구 사이의 공간에서 거품이 형성되는 현상으로 포밍이 클수록 이로 인한 문제점이 심각해진다.

다음의 경우는 포밍의 현상과 결과를 나타낸 것이다.

- 수면계의 상부 스팀 연결관으로부터 물이 아래로 떨어진다.
이 경우 수위를 정확하게 측정하기가 어렵다.
- 수위 검지기, 후로트 및 차압 전송기의 정확한 수위 측정을 어렵게 한다.
- 경보가 발생할 수 있으며 아울러 버너의 작동이 정지될 수 있다.
이 경우 공급을 재가동하기 전에 보일러 제어 패널을 수동으로 리셋 시켜야 한다.

이러한 문제점들은 전체 또는 부분적으로 보일러 내의 포밍 현상에 의해 발생된다. 그러나 포밍 현상은 보일러 수의 상태에 따라 발생할 수 있기 때문에 포밍 자체에 대한 충분한 이해가 필요하다.

Steam Condensate Monitoring System

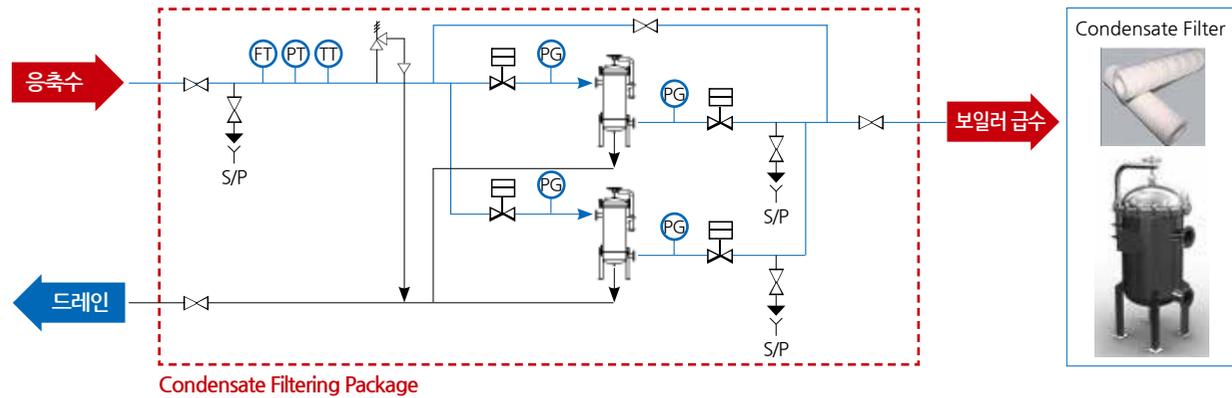
다양한 현장에 이미 많은 수의 수질 모니터링 센서가 설치되어 있지만, 제대로 관리되지 않아 외부 업체에 별도로 수질 관리 서비스를 받고 있는 모습을 쉽게 볼 수 있다. 보일러 수질로 인해 발생할 수 있는 사고를 예방하기 위해 Steam Condensate Quality Monitoring System을 소개하고자 한다. 하나의 패널에 다양한 센서를 통합하여 보일러 수질 모니터링을 쉽게 할 수 있으며, 응축수 필터를 추가 설치하면 응축수 상의 이물질 및 철산화물 제거가 가능하다. 패널 상에서 샘플수 취수가 가능하여 간단하게 탁도 측정을 할 수 있도록 설계되어 있으며, 모니터링된 데이터가 HMI로 직접 연동되어 실시간 수질 데이터를 관리할 수 있다.

보일러 수질이란 무엇인지, 관리되지 않았을 때 어떤 문제가 발생하는지, 수질 관리를 위해 측정해야 하는 요인과 Steam Condensate Monitoring System까지 알아보았다. 제대로 정확하게 관리되고 있는 고객사의 경우, 15년이 넘도록 보일러를 새 것처럼 사용하고 있는 반면, 초기 투자 및 설치 이후 유지관리에 소홀하여 연관 교체를 1년에 한 번씩 진행하거나 밸브나 스트레나가 부식되어 핀홀이 발생하고, 심한 경우 터빈의 파손까지 일어나는 경우도 있다.

고가의 보일러, 배관설비 및 터빈 등의 주요 장비를 더 오래 사용하기 위해서는 보일러 수질 관리가 필수적인 사항임을 다시 한번 강조드리며, 당사의 Steam Condensate Monitoring System이 이러한 보일러 수질 관리 상 필요한 요인들의 실시간 데이터 추적 및 분석에 활용될 수 있을 것이다.

◆ Case 1. Condensate Filter를 이용하여 응축수 수질 관리

Filtering Package를 통해 노후된 스팀 및 응축수 배관으로부터의 유입되는 이물질 및 철산화물을 제거하여 보일러 및 주요 설비를 보호하고 최상의 스팀 생산

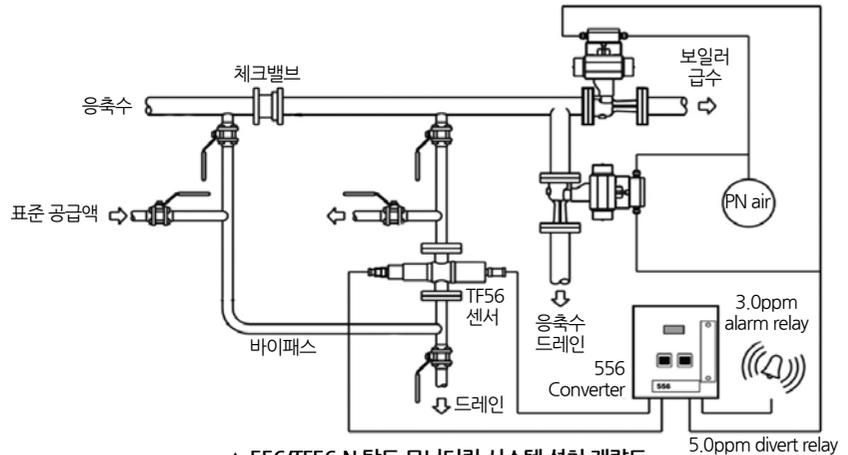


◆ Case 2. 탁도계를 이용하여 응축수 수질 관리

탁도계를 이용하여 스팀 사용 후 발생한 응축수 또는 외부로부터 회수하는 응축수의 탁도 측정을 통해 보일러 및 주요 설비를 보호하고 최상의 스팀 생산

특징

- 탁도계를 활용한 실시간 공정 응축수 수질 모니터링
- 2개 알람을 통한 실시간 감시 시스템
- 2중 보정 시스템으로 안정적 운전
- 3-디지털 LED 디스플레이
- 출력 : 0 - 20 또는 4 - 20mA
- 적은 유지보수 비용
- CIP / SIP 호환 가능
- 컴팩트한 디자인
- 높은 신뢰값, 신뢰도 있는 측정값

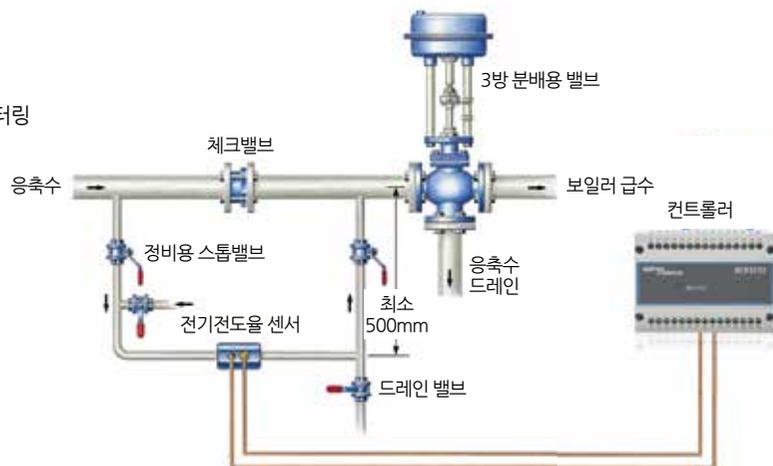


◆ Case 3. Conductivity Sensor를 이용하여 응축수 수질 관리

Conductivity Sensor를 이용하여 스팀 사용 후 발생한 응축수 또는 외부로부터 회수하는 응축수의 탁도 측정을 통해 보일러 및 주요 설비를 보호하고 최상의 스팀 생산

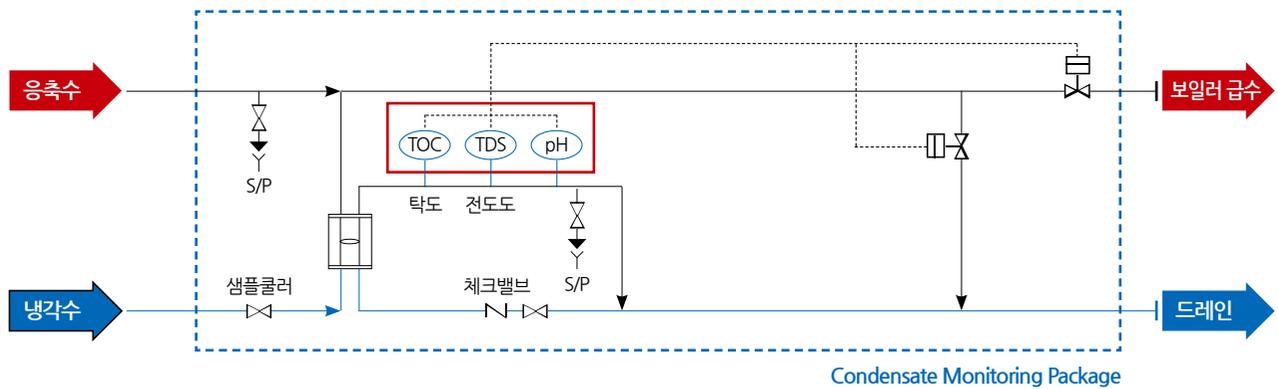
특징

- 전도도계를 활용한 실시간 공정 응축수 수질 모니터링
- 2개 알람을 통한 실시간 감시 시스템
- 2중 보정 시스템으로 안정적 운전
- 3-디지털 LED 디스플레이
- 출력 : 0 - 20 또는 4 - 20mA
- 적은 유지보수 비용
- CIP / SIP 호환 가능
- 컴팩트한 디자인
- 높은 신뢰값, 신뢰도 있는 측정값



◆ Case 4. pH Meter + Conductivity Sensor + TOC Sensor를 이용하여 응축수 수질 관리

pH, Conductivity, TOC Monitoring을 통해 스팀 사용 후 발생한 응축수 또는 외부로부터 회수하는 응축수의 전기전도도, pH 및 TOC (Total Organic Carbon, 총 유기탄소)를 측정하여 보일러 및 주요 설비를 보호하고 최상의 스팀 생산

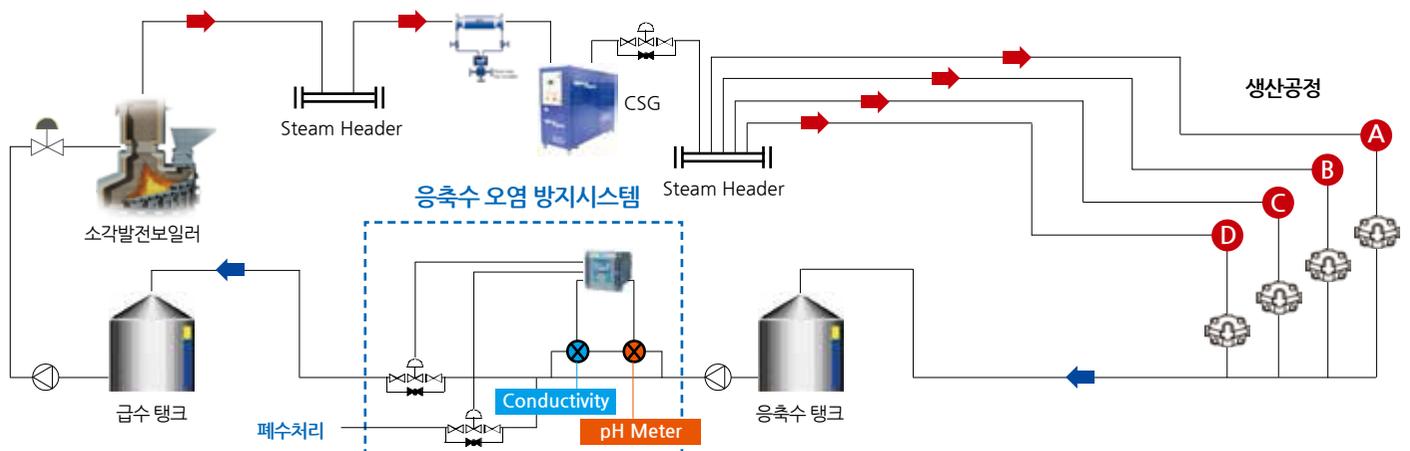


Condensate Monitoring



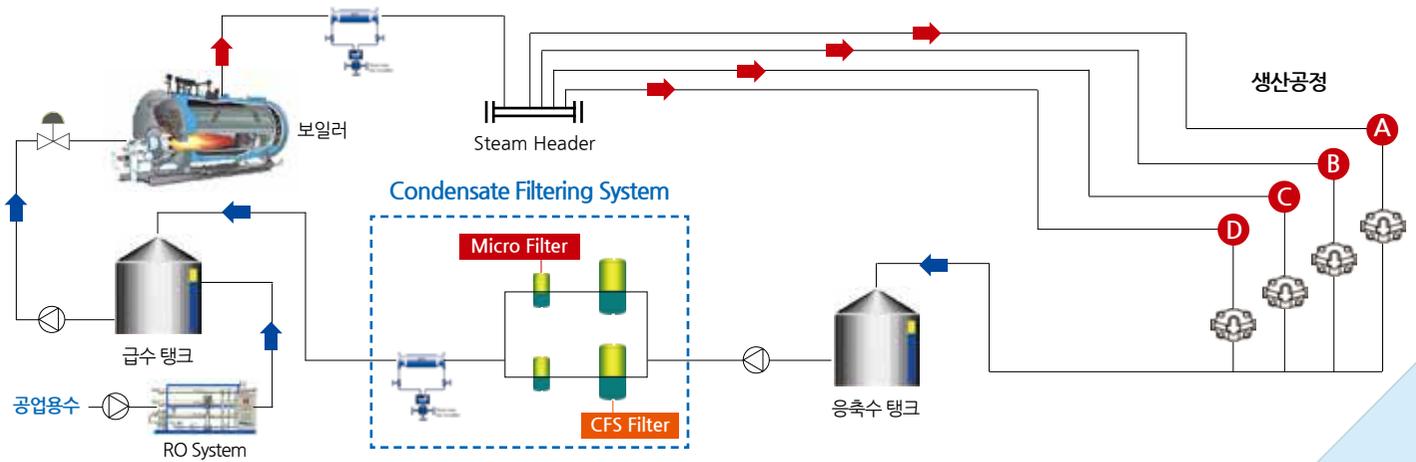
사례 1. A사 응축수 오염 방지 시스템으로 측정하여 Package System 적용

현황	소각발전 업체로부터 스팀을 공급 받아 스팀을 직접 분사하는 공정을 포함하여 공장 전체에 필요한 스팀공정에 사용중
문제점	스팀을 사용 후 스팀 공급 업체에 응축수를 회수하여 Return을 해야 하는데, 응축수의 수질이 나쁘면 회수할 수 없기 때문에 이를 판단할 수 있는 시스템이 있어야 한다.
개선사항	직접 분사 공정을 비롯하여 생산공정에서 사용된 응축수의 오염도를 응축수 오염 방지 시스템으로 측정하여 요구하는 수준 이상이면 Return하고 수준 이하이면 버릴 수 있는 Package System으로 공급하여 적용함.



사례 2. B사 CFS(Condensate Filtering System) 적용

현황	보일러의 응축수(온도 70~90℃)가 응축수 배관의 부식 및 스케일 성분으로 인해 보급수로 재사용되지 못하고 폐수처리 장으로 보내어지고 있음.
문제점	보일러의 응축수가 재사용되지 못하기 때문에 용수, 폐수처리 비용이 계속해서 발생하고 있음.
개선사항	응축수 배관의 부식 및 스케일 성분으로 인해 보급수로 재사용되지 못하고 폐수처리 장으로 보내어지던 응축수를 CFS(Condensate Filtering System) 적용으로 보급수 재활용이 가능하게 되어 용수, 폐수처리 비용의 절감을 가져옴.



After Service

AEL6

스마트 전기식 구동기

- 밸브에서 분리



한국스파이렉스사(주)
서비스영업팀 정유성 차장

AEL6 시리즈 전기식 구동기는 선형동작을 하며 정동작 또는 역동작이 가능하다.

구동기 종류는 전압 230Vac, 115Vac, 24Vac, 24Vdc용이 각각 있으며 VMD, 0/4~20mA, 2~10Vdc의 입력신호 제어에 적합하다.

이 밸브는 적절한 타입의 어댑터, 공정플랜지로 밸브와 조립하여 사용할 수 있다.

■ 안전정보

운전지침서에 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.

구동기의 취급이 잘못되거나 지침서를 따르지 않고 사용할 경우 다음과 같은 위험이 있다.

- 사용자 또는 제 3자의 팔 부상위험 및 생명위험
- 구동기 자체 손상 또는 소유자의 다른 재산상의 피해
- 구동기 성능 저하

1) 결선주의

본 구동기는 사용자의 안전을 최우선을 고려하여 설계되었으나 안전의 보장을 위해서 다음과 같은 사용자의 주의가 필요하다.

- 정비작업은 반드시 감전 보호장비를 착용하고 정비 자격을 갖춘 전문가가 수행해야 한다.
- 설치가 정확히 되었는지 확인한다.
- 보호접지 선로 상에 퓨즈가 설치되어서는 안된다. 접지 시스템을 통합하여 사용하는 경우에는 다른 장비가 제거되거나 연결되지 않았을 때 접지에 문제가 있어서는 안된다.
- 설치되는 건물에 차단장치가 설치되어 있어야 한다. 이 차단 장치를 장비 가까이 설치하여 조작자가 쉽게 차단 장치에 접근할 수 있어야 한다.

2) 안전 요구사항 및 전자기 호환성

본 제품은 다음과 같은 경우에 상기 산업면역 한계를 상회하는 외란에 노출될 수 있다.

- 제품이나 제품의 결선이 무선 전송기 근처에 위치할 때
- 주 전원 공급 라인에 과도한 전기적 노이즈가 발생할 때
- 휴대폰과 휴대용 무선 통신장치가 제품이나 제품의 결선 1m 근처에서 사용될 때 방해가 있을 수 있다.
- 전송기 출력에 따라 필요한 실제 이격 거리가 달라질 수 있다.
- 주 전원엔 노이즈가 발생할 것 같으면 전원 라인 프로텍터를 설치해야 한다.



■ 밸브에서 분리

* 조립은 분해 역순으로 합니다.



구동기 전면 커버 분리 →



전원 및 신호선 제거 →



구동기 밸브 연결
- 어댑터 볼트 (4개) 이완 →



구동기 밸브 연결 - 어댑터 분리 →



구동기 밸브 연결
- 너트 (2개) 이완 및 분리 →



구동기 위치 확인 →



구동기 분리 →



체결 너트 이완 →



어댑터 밸브에서 분리 →



어댑터 분리 사진



* 본 정비 절차는 유튜브에 등록된 동영상상을 통해 확인이 가능합니다.
<https://youtu.be/0Y6qm8Ky3Zc>

“한국스파이렉스사코는 COVID-19 상황에서도 고객 기술지원과 서비스를 변함없이 최선을 다해 제공하고 있습니다.”

그러나 고객의 안전을 최우선으로 생각하여 3월까지 기술연수원 교육을 취소하였습니다. 2분기에도 정상 진행은 어려울 것으로 예상됨에 따라 일정이 변경될 수 있으나 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. 감사합니다.



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

* 2월과 3월 교육과정은 COVID-19로 취소되었습니다. 아래 2분기 과정도 취소될 수 있으나 반드시 신청 전에 확인하여 주시기 바랍니다.

◆ 2021 스팀기술연수교육 일정

MAY 05	JUN 06	JUL 07	SEP 09	OCT 10	NOV 11	DEC 12
STSC 2104 1차 설비분야 대학(대학원)생 과정 07 (금)	STSC 2107 정비과정 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 정유 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)
STSC 2106 스팀보일러 하우스과정 26(수) ~ 27 (목)		AUG 08 STSC 2110 선박과정 25 (수) ~ 27 (금)		STSC 2114 일반과정 20(수) ~ 22 (금)	STSC 2117 정비과정 24(수) ~ 26 (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			
정비과정	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 계속제어, 스팀 설비관리 담당자(운전, 정비, 운용, 관리)			
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	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.)			

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

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

첨단 보일러 컨트롤 시스템

Advanced Boiler Control System

간단하고, 안전하며, 신뢰성 있는
보일러 수위, TDS 및 하부 블로우다운

- ▶ 데이터를 자동으로 빠르게 표시
- ▶ 에너지 관리 시스템에 연결되어 사용자에게 원격으로 트렌드를 모니터하고 개선점을 찾을 수 있는 편의 제공
- ▶ 보일러 하우스의 수위 및 블로우다운 제어에서 기존의 수동 프로세스를 대신 수행함으로써 관리자의 수고를 덜어줌과 동시에 휴먼 에러를 없애고 안전을 보장
- ▶ 수위 및 TDS 오염상태를 자동으로 모니터링하여 보일러 효율 증대



◆ 고해상도 터치 스크린 디스플레이

- Modbus RTU 또는 TCP / IP를 사용한 간단한 BMS 연결
- 터치 스크린으로 간편한 수위 / TDS 셋팅 및 측정값 모니터 확인
- 트렌드, 경보 히스토리 기능으로 잠재적인 문제까지 해결 가능

◆ 간단하고 편리한 수위 / 블로우다운 컨트롤러

- 자동 검지기 세척 및 오염 감지 기능으로 쉬운 유지보수 제공
- 블로우다운 인터록 기능 탑재

◆ 높은 신뢰도의 수위 경보기

- SIL3 승인된 높은 신뢰도 제품
- 보일러 시스템 수위 제어의 안전성 확보



스파이렉스사코의 보일러 컨트롤 시스템은 데이터를 자동으로 빠르게 표시하며, 에너지 관리 시스템에 연결되어 사용자에게 원격으로 트렌드를 모니터하고 개선점을 찾을 수 있는 편의를 제공합니다.



스파이렉스사코의 보일러 컨트롤 시스템은 보일러 하우스의 블로우다운 및 수위 제어에서 기존의 수동 프로세스를 대신 수행하여 여러분의 수고를 덜어줌과 동시에 휴먼 에러를 없애고 안전을 보장합니다.



엄격한 규제는 에너지 관리자가 에너지 사용을 줄여야 함을 의미합니다. 스파이렉스사코의 기능적인 보일러 컨트롤 시스템은 수위 및 오염 상태를 자동으로 모니터링하여 보일러 효율을 증대시킵니다.