

spirax
sarco

Vol.135 / Mar 2023

기획 시리즈 - 올바른 스팀사용을 위한 스팀 엔지니어링 지침 13

안전밸브

필요성, 구조와 설계, 기본 작동원리, 종류

Key Solution 14

스팀트랩 정기점검 및 관리의 필요성

After Service

M750 유량 적산 지시기



03

기획 시리즈

올바른 스팀 사용을 위한 스팀 엔지니어링 지침 13
안전밸브 - 필요성, 구조와 설계, 기본 작동원리, 종류

08

Key Solution 14

스팀트랩의 정기점검 및 관리의 필요성

13

After Service

M750 유량 적산 지시기

15

News

2023년 스팀트랩진단사 자격검정 및
스팀기술연수교육 안내

16

Natural Technology

발행 : 한국스파이렉스사(주)

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

발행인 : 김창용

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 13

이번 호부터 2회에 걸쳐 안전밸브에 대해 소개하고자 한다.

이번 호에서는 안전밸브의 필요성, 구조와 설계, 기본 작동원리, 종류에 대해, 다음 호에는 안전밸브의 선정과 설치에 대해 알아보겠다.

Safety Valve

안전밸브

필요성, 구조와 설계, 기본 작동원리, 종류

인류가 물을 끓여 스팀을 발생시키면서부터 안전 장치가 필요하다는 것은 명확하게 입증되었다. 약 2000년전 중국에서는 비교적 스팀을 안전하게 발생시킬 수 있도록 하기 위해서 경첩이 달린 솔뚜껑 가마솥을 사용하였다. 14 세기가 시작되면서 연금술사들은 압력 용기에 원뿔형 플러그와 압축 스프링으로 동작하는 안전 장치를 사용하였다.

19세기초, 부적절한 안전 장치의 사용으로 인해 선박과 증기기관차에 설치된 보일러가 폭발하는 사고가 빈번하게 일어났으며, 이것이 안전밸브를 개발하게 된 호시가 되었다.

1848년 Charles Retchie는 압력 용기(Accumulation Chamber)를 만들었으며, 이 압력 용기를 통하여 좁은 과잉 압력 편차 범위 내에서 신속하게 개방할 수 있는 안전밸브의 사용을 확대시켰다. 오늘날 스팀을 사용하는 대부분의 사용자들은 각 국가별 안전규정에 의해 설비 및 공정의 안전 장치, 예방 조치를 의무적으로 준수하게 되었다.

안전밸브의 필요성

안전밸브의 가장 중요한 역할은 생명과 재산을 보호하는 것이다.

설비에서 초과 압력을 예방하기 위해 사용되고 있는 주요 장치로는 안전밸브(Safety Valve) 또는 릴리프 밸브(Relief Valve)가 있다. 안전밸브는 미리 결정된 최대 압력에 도달하였을 때, 설비로부터 유체를 밖으로 빼내어 줌으로써 초과 압력을 안전한 압력까지 감소시킨다. 안전밸브는 초과 압력 조건에

서 대형사고를 예방하기 위하여 유일하게 끝까지 남아 있어야 하는 장치이다. 따라서 안전밸브의 역할은 초과 압력의 발생이 예상되는 모든 조건, 그리고 설비가 운전되는 모든 시간 동안을 수용해야 하기 때문에 더욱 중요하다.

안전밸브는 시스템 또는 압력 용기의 최대허용운전압력(MAWP, Maximum Allowable Working Pressure)을 초과할 것으로 예상되는 모든 장소에 반드시 설치하여야 한다. 스팀 시스템의 경우 일반적으로 보일러 동체 또는 감압 시스템의 2차측에 초과 압력의 발생을 예방하기 위하여 사용한다. 비록 안전밸브의 1차적인 역할이 안전이라고는 하지만 초과 압력에 의해 발생할 수 있는 생산 제품의 손상을 방지하기 위해서 공정의 운전 조건 하에서도 사용할 수 있다. 공정에서의 초과 압력은 다음과 같이 여러 가지 형태의 상황에서 발생할 수 있다.

- 공정에 설치된 차단 밸브의 부적절한 개방 또는 폐쇄에 의한 유체 흐름의 불안정
- 냉각 시스템의 고장으로 인한 기체 또는 유체의 팽창
- 계장 시스템에 공급되는 압축 공기 또는 전원의 소손
- 순간적으로 발생한 압력 서지
- 화염에 노출된 설비
- 열교환기 튜브의 손상
- 화학 공정에서 제어 불능 상태의 발열 반응
- 대기 온도의 변화

다양한 용어

안전밸브(Safety Valve)와 릴리프 밸브(Safety Relief Valve)는 초과 압력의 발생을 예방할 수 있도록 설계되고 있는 수많은 압력해소장치에 대하여 널리 사용되고 있는 용어이다. 이렇듯 수많은 형태의 안전밸브는 다양한 공정과 성능에 맞도록 이용할 수 있다. 더욱이 안전밸브를 사용하기 위해서는 사용 장소에 따라 각 국가에서 규정하고 있는 밸브의 설계 조건에 일치하여야 한다.

ASME/ANSI PTC25.3(미국 표준)에서 정의하는 용어는 다음과 같다.

◎ Pressure Relief Valve

초과 압력을 해소하기 위하여 밸브가 개방되고 정상적인 조건으로 된 이후에 더 이상 유체가 흐르는 것을 방지하기 위하여 밸브가 닫히도록 설계된 스프링 가압식 압력해소밸브. 이 밸브는 신속하게 밸브가 개방되는 'POP' 동작을 하거나, 초과한 개방 압력의 증가에 비례하여 점진적으로 개방되는 특성을 가진 밸브이다. 이 밸브는 압축성 유체 또는 비압축성 유체 모두에 사용할 수 있다. 이 용어는 일반적으로 'Safety Valve', 'Relief Valve', 'Safety Relief Valve' 모두를 가리키는 일반적인 용어이다.

◎ Safety Valve

입구측 정압에 의해 동작하고, 급속 개방 또는 'POP' 동작 특성을 가진 압력 해소밸브. 안전밸브는 우선적으로 압축성 가스, 특히 스팀 및 압축 공기 시스템에 사용된다. 또한 설비를 보호해야 하거나 운전 중 제품이 손상되는 것을 방지하기 위해서도 사용할 수 있다.

◎ Relief Valve

입구측 정압에 의해 동작하고, 초과한 개방 압력의 증가에 비례하여 점진적으로 개방되는 압력해소장치. 릴리프 밸브는 액체 시스템, 특히 소용량이고 열 팽창 방지용으로 사용된다.

◎ Safety Relief Valve

적용 공정에 따라 특히 액체 및 압축성 유체를 모두 사용하는 공정에서 급속 개방(POP) 특성 또는 초과한 개방 압력의 증가에 비례하여 밸브가 개방되는 압력해소밸브. 일반적으로 'Safety Relief Valve'는 압축성 가스 시스템에 적용할 경우에는 'Safety Valve'로서 동작할 것이다. 그러나 액체 시스템에 적용할 경우에는 'Relief Valve'와 같이 과잉 압력에 비례해서 개방될 것이다.

DIN3320 또는 BS6759(유럽 표준)에서는 다음과 같이 정의하고 있다.

◎ 안전밸브 (Safety Valve)

미리 설정된 압력 이상으로 초과되는 것을 방지하기 위하여 적용 유체 이외의 다른 에너지의 도움없이, 자동으로 검증된 양만큼의 유체를 분출시키고, 정상적인 운전 조건으로 회복된 후에 더 이상의 유체 흐름이 발생하지 않도록 다시 자동으로 닫히는 밸브.

KS B6216(한국표준)에서는 다음과 같이 정의하고 있다.

◎ 안전밸브 (Safety Valve)

밸브의 입구측 압력이 상승하여 미리 정해진 압력이 되었을 때, 자동적으로

작동하여 밸브 몸체가 열리고, 유체(스팀 또는 가스)를 배출하여 압력이 소정의 값으로 강하하면 다시 밸브 몸체가 닫히는 기능을 가진 밸브

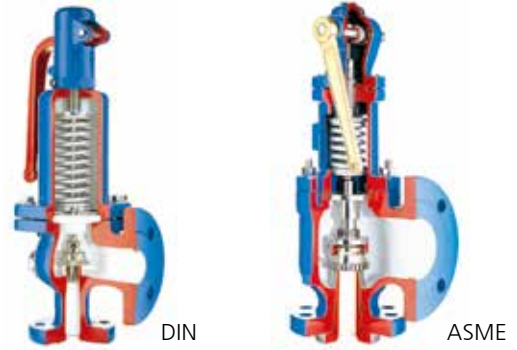


그림 1. 일반적으로 스팀 시스템에서 사용하는 안전밸브

안전밸브의 구조 및 설계

'표준형(Standard)' 또는 '비평형형(Conventional)'으로 표현되는 스프링 가압식 안전밸브는 구조가 단순하면서도 초과 압력으로부터 설비를 보호하기 위하여 제공되는 신뢰할 만한 자율식 구동장치이다.

안전밸브는 앵글타입 구조로 입구측 연결부위 또는 노즐이 압력 용기 위에 설치되도록 설계된다. 밸브의 출구측은 나사 또는 플랜지 타입의 연결방식을 통해 분출 배관에 연결된다. 그러나 압축 공기와 같이 일부 시스템에서 안전밸브는 출구측을 분출배관에 연결하지 않고 직접 유체를 대기로 배출하기도 한다.

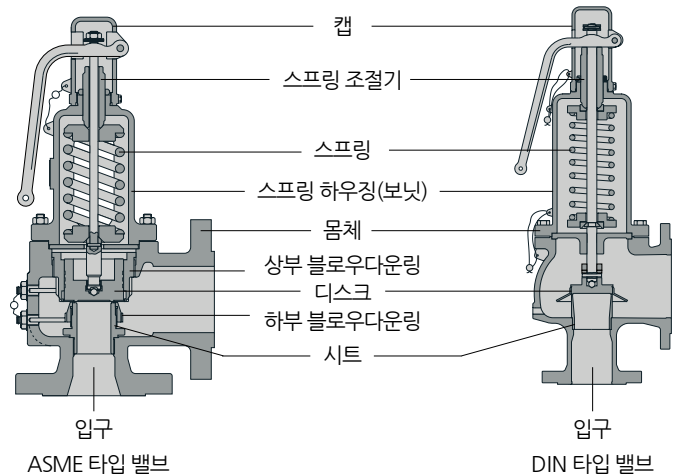


그림 2. 일반적인 안전밸브의 설계

밸브 입구측(경로) 설계는 '일체형 노즐(Full Nozzle)' 또는 '분리형 노즐(Semi Nozzle)'로 제작할 수 있다. 일체형 노즐은 유체와 접촉되는 부분, 즉 밸브 입구와 시트가 하나의 몸체로 되어 있어 밸브가 유체를 분출하지 않는다면 정상적인 운전조건 하에서 공정용 유체가 단지 노즐과 디스크에만 접촉할 수 있도록 되어있다. 일체형 노즐은 주로 고압용, 특히 부식성 유체에 적용하기 위하여 설계된 안전밸브이다. 반대로 분리형 노즐 구조의 안전밸브는 밸브 몸체에 시트링을 부착할 수 있도록 설계된다.

이 타입의 장점은 안전밸브 입구측 전체를 교체하지 않고, 쉽게 일부의 밸브 시트를 교체할 수 있다는 것이다. 디스크는 밸브의 상단에 놓여 있는 압력 스프링에 의해서 노즐 시트(정상적인 운전하에서) 쪽으로 가압되어 고정되어 있

다. 급속 개방형 타입의 안전밸브에 사용되는 디스크는 밸브가 신속하게 개방되도록 하기 위하여 'Disc Holder' 또는 'Huddling Chamber'로 둘러싸여 있다.

안전밸브의 기본 작동원리

◎ 리프팅 (Lifting)

안전밸브 입구측의 정압이 설정압력 이상으로 증가할 때, 밸브의 디스크는 시트로부터 떨어지기 시작할 것이다. 그러나 스프링이 압축되는 순간 스프링력도 증가할 것이다. 이는 디스크가 보다 더 많이 움직이기 전에 압력이 지속적으로 증가되어야 하고, 밸브를 통해서 뚜렷한 유량의 흐름이 있어야 한다는 것을 의미한다.

안전밸브가 정격용량을 분출하기 전에 필요로 하는 추가적인 압력의 증가를 초과 압력이라고 한다. 허용 초과 압력은 안전밸브를 적용하는 특정 공정의 표준규정에 달려 있다. 압축공기의 경우 허용 초과 압력은 일반적으로 3% ~ 5% 사이이고, 액체인 경우에는 10% ~ 25% 사이이다.

이와 같이 작은 초과 압력 하에서 밸브가 완전히 개방될 수 있도록 하기 위해서, 디스크 배열은 신속하게 개방될 수 있도록 특별히 설계되어야 한다. 이러한 설계는 대개 디스크 주변에 슈라우드(Shroud), 스커트(Skirt) 또는 후드(Hood)를 부착하고 있다. 이 덮개에 속하는 체적은 컨트롤 챔버(Control Chamber) 또는 허들링 챔버(Hudding Chamber)로 알려져 있다.

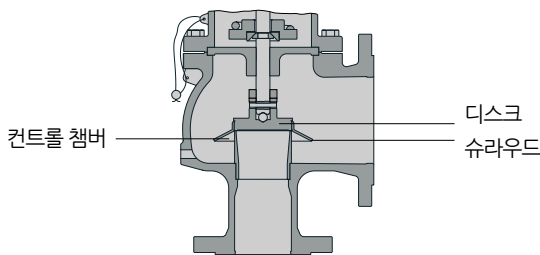


그림 3. 급속개방형 안전밸브의 디스크와 덮개(슈라우드)의 일반적인 배열

그림 4(b)와 같이 디스크가 움직여 유체가 챔버 내로 유입되고 슈라우드의 넓은 면적에 유체의 압력이 노출된다. 밸브에 가해지는 양력(F)은 유체에 노출된 면적(A)과 압력의 곱에 비례하며 ($F = P \times A$), 결과적으로 개방력이 증가하게 된다. 이러한 개방력의 증가는 스프링의 압축에 따른 탄성력의 증가량을 극복하고 신속하게 밸브를 개방하도록 한다. 이와 동시에 슈라우드가 유체 흐름의 반대방향으로 전환시켜 반동력을 제공하여 밸브가 보다 더 신속하게 개방되도록 한다.

이렇게 결합된 힘은 밸브가 비교적 작은 초과 압력 범위 내에서도 원하는 설계 양정을 얻을 수 있도록 할 것이다. 압축성 유체의 경우에는 추가로 고압에

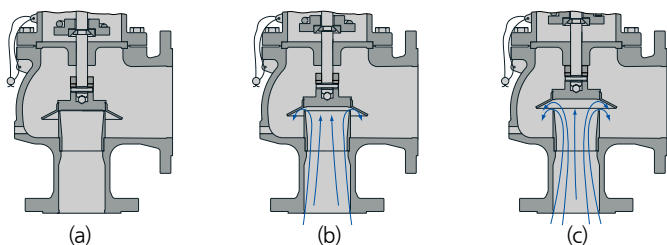


그림 4. 급속개방형 안전밸브의 작동원리

서 저압영역으로 변화함에 따른 유체의 빠른 부피팽창도 밸브가 신속하게 개방하는 것에 영향력을 가지므로, 이 힘 또한 작은 초과 압력 제한범위 내에서 밸브가 완전히 개방하도록 하는데 가장 큰 역할을 담당한다. 그러나 액체의 경우 이러한 부피 팽창에 대한 영향력이 덜하며, 일반적으로 액체에 대한 초과 압력 제한범위는 25% 정도로 매우 크다.

◎ 분출 장치 (Reseating)

공정의 운전조건이 정상적인 상태로 회복되었을 때, 안전밸브는 다시 닫혀야 한다. 그러나 커진 디스크의 면적으로 인해 여전히 유체가 분출되고 있기 때문에, 원래의 설정된 압력 이하로 감소할 때까지 안전밸브는 닫히지 않을 것이다. 설정압력과 다시 유체의 분출이 정지할 때의 압력 사이의 차를 '분출차(Blow-down)'라고 하며, 일반적으로 설정압력에 대한 %로 정의하고 있다. 압축성 유체의 경우 이 분출차는 대개 10% 이하이고, 액체의 경우에는 20%이다.

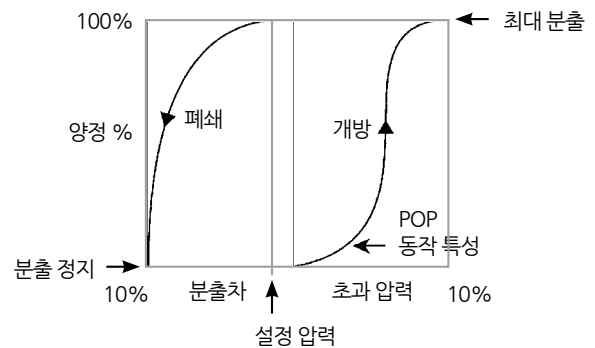


그림 5. 급속개방형 안전밸브의 양정과 압력과의 관계

블로우다운 링은 대부분 ASME 타입의 안전밸브에서 발견할 수 있으며, 이 링을 통하여 안전밸브의 초과 압력과 분출차를 미세하게 조절하는데 사용한다. 하부 블로우다운(노즐) 링은 설계 단계에서부터 초과 압력과 분출차를 더 정밀하게 하기를 요구하는 안전밸브에서 공통적으로 적용하고 있다. 상부 블로우다운 링은 대개 제조공장에서 이미 설정되며, 허딩 챔버(Hudding Chamber)의 구조에 따른 제작오차를 극복하기 위하여 사용한다.

하부 블로우다운 링 또한 요구하는 적절한 성능을 가질 수 있도록 제조공장에서 미리 설정되어 제공되지만 원하는대로 교정이 가능하다. 하부 블로우다운 링이 위쪽으로 조절되는 경우, 허딩 챔버의 체적은 안전밸브를 보다 더 빠르게 개방시키고 초과 압력을 최소화한다. 그러나 분출차는 더 커진다.

하부 블로우다운 링이 아래방향으로 조절되는 경우, 허딩 챔버가 최소한의 체적으로 제한되고 밸브가 완전히 개방되기 전에 필요로 하는 초과 압력이 커질 것이다. 반대로 분출차는 감소할 것이다.

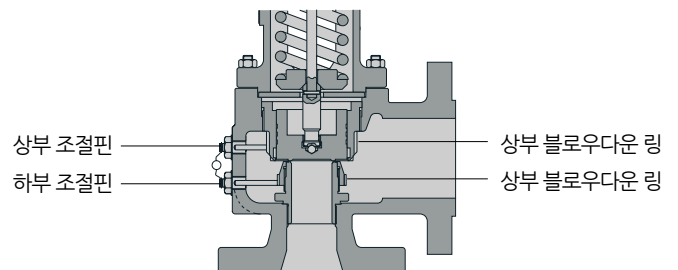


그림 6. ASME 타입 안전밸브의 블로우다운 링

안전밸브의 종류

일반적으로 산업 프로세스에서 서로 다른 공정과 요구하는 특별한 성능에 맞게 이용할 수 있는 적절한 안전밸브의 종류는 무수히 많다. 다음의 각종 국제 표준에서는 다양한 형태의 안전밸브에 대하여 정의하고 있다.

보일러와 압력 용기 적용에 대한 표준을 다룬 ASME I과 VIII, 그리고 안전밸브와 릴리프 밸브에 대한 표준 및 종류를 다루고 있는 ASME/ANSI PTC25.3에서는 다음과 같이 정의하고 있다.

◎ ASME I 안전밸브

보일러 적용에 대한 압력 용기 규정인 ASME I 표준의 요구 사항에 일치하는 안전 릴리프 밸브(Safety Relief Valve)로서, 3% 이내의 초과 압력 범위 내에서 안전밸브가 개방되고 4% 이내에서 밸브가 닫힐 것이다. 이 안전밸브에는 두 개의 블로우다운 링이 있으며 국가인증기관(National Board)에서 V 인증마크가 주어진다.

◎ ASME VIII 안전밸브

압력 용기 적용에 대한 압력용기 규정인 ASME VIII 표준의 요구 사항에 일치하는 안전 릴리프 밸브(Safety Relief Valve)로서, 10% 이내의 초과 압력 범위 내에서 안전밸브가 개방되고 7% 이내에서 밸브가 닫힐 것이다. 이 안전밸브에는 국가인증기관(National Board)에서 V 인증마크가 주어진다.

◎ 저양정식 안전밸브 (Low Lift Safety Valve)

실제 분출 면적(Discharge Area)이 디스크의 개도에 의해서 결정된다.

◎ 전양정식 안전밸브 (Full Lift Safety Valve)

분출 면적 (Discharge Area)이 디스크의 개도에 의해서 결정되지 않는다.

◎ 전량식 안전밸브 (Full Bore Safety Valve)

유입부에 돌출된 부분이 없고, 시트 또는 시트 하단부의 최소 오리피스 면적보다 충분히 크게 확장될 수 있도록 밸브 디스크가 충분히 개방된다.

◎ 비평형식 안전 릴리프 밸브 (Conventional Safety Relief Valve)

스프링 하우징이 유체 분출면 쪽으로 벤트되고, 그 운전 특성이 밸브에 작용하는 배압에 의해 직접적으로 영향을 받는다.

◎ 평형식 안전 릴리프 밸브 (Balanced Safety Relief Valve)

안전밸브의 운전 특성이 배압의 영향을 최소화할 수 있도록 압력 평형식 밸브로스가 있다.

◎ 파이로트식 압력 릴리프 밸브 (Pilot Operated Pressure Relief Valve)

대구경 압력해소밸브가 자율식 보조 압력해소밸브와 연결되어 있으며, 이 보조 밸브에 의해서 압력이 제어된다.

◎ 강력 구동식 압력 릴리프 밸브 (Power-Actuated Pressure Relief Valve)

압력해소밸브가 별도의 외부 구동장치와 연결되어 있으며, 이 구동장치에 의해서 압력이 제어된다.

국내 표준인 KS B6216 에서는 안전밸브와 관련한 종류에 대하여 다음과 같이 정의하고 있다.

◎ 안전밸브 (Safety Valve)

밸브의 입구쪽의 압력이 상승하여 미리 정해진 압력이 되었을 때 자동적으로 작동하여 밸브의 몸체가 열리고, 유체(스팀 또는 가스)를 배출하여 압력이 소정의 값으로 강하한다면 다시 밸브 몸체가 닫히는 기능을 가진 밸브

◎ 양정식 안전밸브 (Lift Safety Valve)

안전밸브의 양정이 밸브 시트 입구 지름의 1/40 이상 1/4 미만으로 밸브가 열렸을 때 유로 면적 중에서 밸브 시트 유로 면적(커튼 면적)이 최소가 되는 안전밸브

◎ 전량식 안전밸브(Full Bore Safety Valve)

밸브 시트 유로 면적이 밸브 몸체와 밸브 시트가 닿는 면에서 하부에서의 노즐의 목부 면적보다 충분히 큰 양정을 얻을 수 있는 안전밸브

표 1. 각 표준별 안전밸브 특성 비교

나라별 표준	유체	초과 압력	분출차		
A.D.Merkblatt A2	스팀	표준 10%, 전양정식 5%	10%		
	공기/가스	표준 10%, 전양정식 5%	10%		
	액체	10%	20%		
ASME	I	스팀	3%		
	VIII	스팀	10%		
		공기/가스	10%		
BS 6759	액체	Part 1	스팀	표준 10%, 전양정식 5%	10%
		Part 2	공기/가스	10%	10%
		Part 3	액체	10 ~ 25%	10 ~ 25%

【비평형식 안전밸브】

비록 표준이 다르더라도 비평형 타입 안전밸브의 공통적인 특징은 밸브의 운전 특성이 배압의 영향을 받는다는 점이다. 안전밸브의 운전 특성에 영향을 미치는 배압에는 다음과 같이 두 가지 형태가 있다.

- 기존 배압 (Superimposed Back Pressure) : 안전밸브가 닫혀져 있는 상태에서 밸브 출구측에 존재하고 있는 정압
 - 누적 배압 (Build-up Back Pressure) : 안전밸브가 유체를 분출할 때 밸브 출구측에서 추가로 발생된 압력
- 결과적으로, 비평형식의 안전밸브에서 기존 배압은 단지 밸브의 개방 특성과 설정 압력에 영향을 주고, 누적 배압은 밸브의 분출차와 분출 정지 압력에 영향을 줄 것이다.

ASME/ANSI 표준에서는 밸브의 분출면이 대기로 벤트되어 있는 스프링 하우징 구조의 비평형식 안전밸브에 대하여도 구분하고 있다. 그러나 스프링

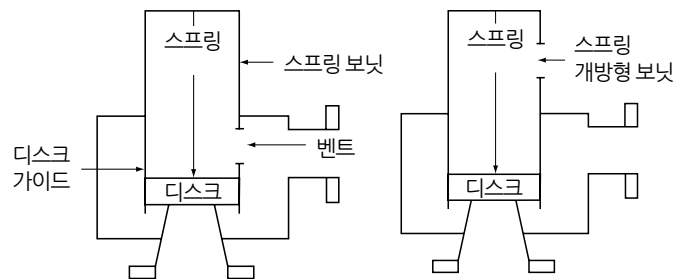


그림 7. 안전밸브의 보닛이 밸브의 분출면에 벤트되어 있는 경우

그림 8. 안전밸브의 보닛이 대기로 벤트되어 있는 경우

하우징이 대기로 벤트되어 있더라도 기존 배압이 여전히 안전밸브의 동작 특성에 영향을 줄 것이다. 그림 7, 8은 스프링 하우징이 밸브의 분출면과 대기로 벤트되어 있는 안전밸브의 개략도를 보여준다.

[평형식 안전밸브]

평형식 안전밸브는 배압에 의한 영향을 제거하기 위한 수단으로 사용된다. 이 밸브는 다음과 같이 두 가지 설계 구조가 있다.

◎ 피스톤 타입 평형식 안전밸브

일반적으로 피스톤 타입 안전밸브의 구조는 벤트 가이드에 의하여 피스톤 디스크의 움직임을 제한하는 구조로 되어 있다. 피스톤 상층부의 면적과 노즐 시트 면적은 동일하도록 설계되어 있다. 이것은 배압에 노출된 디스크의 두 유효 면적(상부와 하부 표면)이 동일함을 의미하고, 결과적으로 추가된 힘의 균형을 이루었다는 것이다. 추가로 스프링 보닛을 대기로 노출시켜 그림 9, 10에서 보는 바와 같이 피스톤의 상부면이 대기압 상태를 유지시키도록 되어 있다.

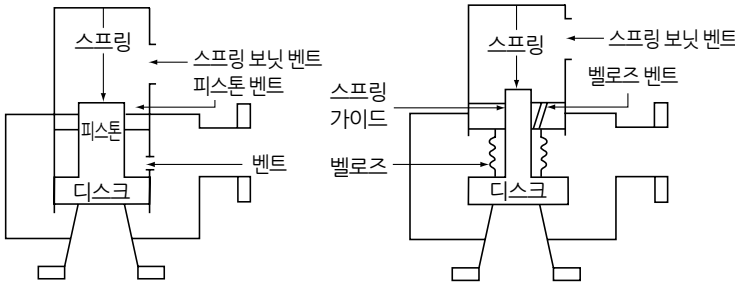


그림 9. 피스톤 타입 균압식 안전밸브의 구조 그림 10. 벨로즈 타입 균압식 안전밸브의 구조

◎ 벨로즈 타입 평형식 안전밸브

노즐 시트 면적과 동일한 유효 면적을 가진 벨로즈가 디스크 상부 표면과 스프링 가이드에 붙어있다. 벨로즈는 디스크 상부의 벨로즈 안쪽으로 배압이 작용하지 않도록 한다.

벨로즈 바깥쪽으로 펼쳐져 있는 디스크 면적과 반대쪽의 디스크 면적은 동일하므로 디스크에 작용하는 힘은 균형을 이루고, 배압은 밸브의 개방 압력에 거의 영향을 주지 않는다.

벨로즈의 벤트 구멍은 벨로즈가 팽창과 수축을 할 때 공기가 자유롭게 드나들도록 할 것이다. 벨로즈 타입 균압식 안전밸브를 사용하였을 때 벨로즈의 파손은 안전밸브의 설정 압력과 용량에 영향을 주므로 매우 중요한 사항이다. 그러므로 벨로즈 벤트 구멍을 통해서 예상하지 않은 유체의 흐름을 검출할 수 있는 별도의 적절한 장치를 보완할 필요가 있다. 추가로 벨로즈가 파손되었을 경우 배압의 영향을 극복하기 위하여 보조 피스톤을 설치하여 사용하는 경우도 있다. 이러한 타입의 안전밸브는 대개 오일 또는 석유화학 설비 중 아주 중요한 공정에서 적용되고 있다.

또한 벨로즈는 배압의 영향을 감소시키는 것 이외에도 스프링 가이드와 스프링을 공정용 유체로부터 격리할 수 있어야 한다. 이러한 역할은 부식성 유체에 안전밸브를 적용할 경우 매우 중요하다.

평형식 압력 릴리프 밸브는 일반적으로 일반형 타입의 안전밸브보다 가격이 더 비싸기 때문에, 배압이 형성할 수 있는 고압 매니폴드를 불가피하게 설

치해야 하는 장소 또는 아주 정확한 설정 압력과 분출차를 요구하는 중요한 공정 등에서 주로 사용된다.

[파이로트식 안전밸브]

파이로트식 안전밸브는 파이로트 밸브를 통해서 공정에 흐르는 유체가 안전밸브 디스크 상부로 통과하도록 하여 밸브의 폐쇄력으로 작용하도록 한다. 파이로트 밸브 또한 소구경의 안전밸브이다. 파이로트식 안전밸브의 종류는 크게 다이어프램식과 피스톤식으로 구분할 수 있다.

일반적으로 다이어프램식 파이로트 안전밸브는 주로 압력이 낮은 공정에서 이용할 수 있으며, 액체 시스템에서 릴리프 밸브의 특성인 비례제어 동작을 한다. 또한 이 타입은 스팀 시스템에서는 거의 사용하지 않는다.

피스톤식 파이로트 안전밸브는 피스톤으로 구성된 폐쇄장치로 구성되어 있는 메인 밸브와 외부 파이로트 밸브로 구성된다.

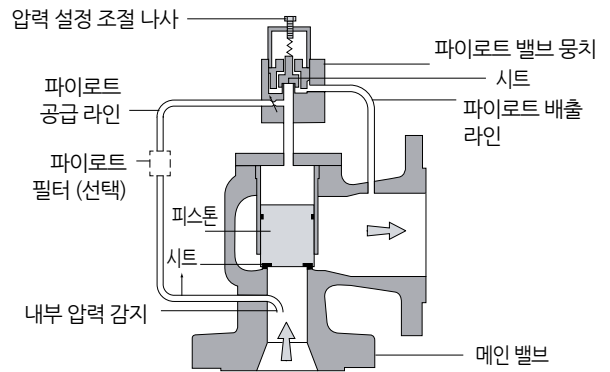


그림 11. 전형적인 피스톤 파이로트 안전밸브의 구조

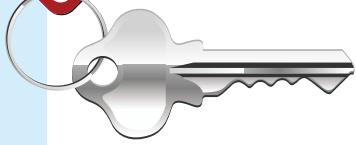
[전양정식 또는 고양정식, 저양정식 안전밸브]

전양정식 또는 고양정식, 저양정식이라는 용어는 정격 분출 용량을 분출시키기 위하여 디스크가 닫혀진 위치로부터 얼마만큼 이동하였는가를 양정의 크기로 정의하고 있으며, 이것이 밸브의 분출용량에 어떻게 영향을 주는가를 알려주고 있다.

전양정식 타입의 안전밸브는 디스크가 아주 충분한 만큼 이동하여 밸브의 커튼 면적이 더 이상 분출면적에 영향을 주지 않는다. 그러므로 분출 면적과 안전밸브의 용량은 밸브의 목부 면적에 의해서 결정된다. 이것은 디스크가 적어도 목부 지름의 25% 이상 이동하였을 때 발생한다. 일반적으로 스팀 시스템에서 가장 선호하는 것이 일반형 전양정식 안전밸브이다.

고양정식 안전밸브의 디스크는 적어도 목부지름의 1/12 이상 이동한다. 이것은 이동한 디스크 지점에서의 커튼면적에 의해서 안전밸브의 분출면적이 결정됨을 의미한다. 고양정식의 분출 용량은 전양정식에 비해 아주 작으므로, 동일한 분출량에 대하여 전양정식 안전밸브의 구경은 고양정식 밸브보다 한 두 단계정도 공칭 구경이 작게 선정되므로 비용적인 측면에서 유리하다. 고양정식 안전밸브는 밸브의 동작이 보다 더 좋은 비례제어 특성을 요구하는 비압축성 유체에서 주로 사용한다.

저양정식 안전밸브는 디스크가 단지 목부 지름의 1/24 정도 이동하는 밸브이다. 분출 면적은 디스크의 개방위치에 의해 결정된다. 결과적으로 디스크의 이동거리가 매우 작기 때문에 전양정식 또는 고양정식의 안전밸브에 비해서 분출 용량이 매우 적다. S



Key Solution No.

1
FOUR



한국스파이렉스사코(주)
SGS 팀 이상윤 이사

스팀트랩의 정기점검 및 관리의 필요성

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 14번째로 <스팀트랩의 정기점검 및 관리의 필요성>에 대해 알아보겠다.

최근 에너지 비용의 상승으로 일반 가정에서만 아니라 화석연료를 기반으로 제품을 생산하는 대부분의 기업에서 원가부담이 가중되고 있다. 특히 LNG의 경우 우크라이나와 러시아의 전쟁으로 연료 수급이 불안정한 상황에서 LNG 단가가 약 600원에서 1400원/Nm³까지 급등하였다. 이는 스팀 생산비용이 인상 전 42,000원에서 98,000원/ton-steam까지(연료비용만 고려, 고정비용 제외) 230% 급등하는 결과를 초래하고 있다.

또한 지구온난화의 주범이 CO₂ 배출량 저감도 에너지 비용만큼이나 화두에 오르고 있다. 지구촌 곳곳에서 온난화에 따른 이상기후 현상이 발생되고 있고, 각계 전문가들은 연일 온난화에 따른 지구환경에 대한 우려를 발표하고, 세계인에게 경고의 메시지를 보내고 있다.

“ONE PLANET (하나뿐인 지구)”는 스파이렉스 그룹이 전 세계적으로 추진하는 에너지 및 수자원 절감, 온실가스 감축에 기여하는 바를 정량화하고 있으며, 이는 고객의 지속성장과 지구환경을 보호하여 고객과 동반자의 역할을 더욱 충실히 수행하는데 큰 의미를 두고 있다. 이는 현재 ESG경영을 공시하고 추구하는 고객의 상생 파트너로서의 역할을 스파이렉스사코가 충실히 수행할 것임을 선언하는 것과도 같다.

스팀 시스템에서 “샌다(漏泄, Leak)”라는 표현의 등장은 “관리되지 않는다. 에너지 손실이 발생된다” 로 정의될 수 있다.

스팀 시스템에서의 샌다는 것은 무엇일까?

- 스팀트랩의 누설 (불량 트랩)
- 스팀트랩의 바이패스 밸브에서의 누설 (밸브 불량 또는 운전자 개방 운전)
- 스팀 차단 밸브에서 Shut down 공정으로 누설 (불필요하게 공급된 스팀의 손실)

스팀 시스템 실링 부(밸브 등의 그랜드 씬)에서 누설 등

스팀 시스템에서의 누설은 에너지 손실에 따른 물질적 환경적 문제를 야기하고 있다. 이러한 누설에서의 비중을 고려한다면 당연 설치된 수량이 압도적으로 많으며 여러 운전여건과 설비의 트러블을 고려한다면 불량 스팀트랩 및 트랩의 바이패스에서 누설되는 것이 가장 큰 손실을 유발하고 있을 것이다.

최근 스팀트랩 및 트랩의 바이패스에서 누설되는 스팀을 최소화하기 위해 아래와 같은 노력을 하고 있다.

- 스팀트랩 및 바이패스 밸브 불량률을 최소화하기 위해 용역계약을 통한 정기진단
- 스팀트랩 바이패스를 개선하여 누설 유무를 즉각 알 수 있도록 개선
- 중요 공정, 지하 매립 배관 스팀트랩 등 스팀트랩 관리가 중요한 공정을 중심으로 원격 스팀트랩 모니터링 시스템 도입

이번 호에서는 이러한 스팀트랩 및 바이패스에서의 누설을 정의하고, 그 양을 정량화하여 손실비용을 계산하는 방법을 알아보고, 잘 관리되고 있는 회사를 벤치마킹하는 것으로 진행하고자 한다.

스팀트랩의 종류 및 작동원리

스팀트랩은 차압이 있을 때 스팀과 응축수를 구별하여 스팀은 차단하고 응축수/공기/비응축성 가스를 배출하는 자동밸브로 정의할 수 있다. 밸브를 열고 닫는 조절기의 종류에 따라 볼후로트, 버킷트, 압력평형식, 바이메탈 트랩 및 디스크(Thermodynamic) 트랩으로 나눌 수 있다.

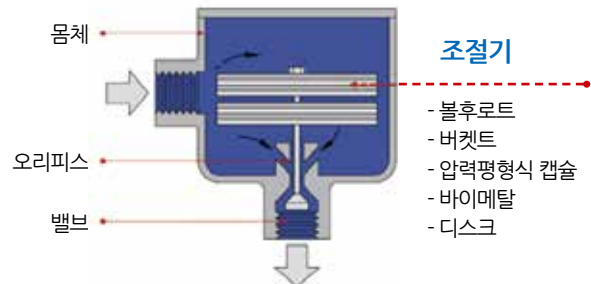


그림 1. 스팀트랩 조절기의 종류

즉 스팀트랩으로 유입되는 응축수 부하량에 따라 조절기가 컨트롤 밸브 구동기와 같은 역할을 하면서 응축수가 들어올 경우 조절기에 부착된 밸브를 열어 응축수를 배출시키고, 반대로 응축수가 유입되지 않을

스팀트랩의 종류 및 특징, 주요 사용처

써모다이내믹 (디스크)	기계식		온도조절식	
써모다이내믹	볼후로트	버킷트	압력평형식	바이메탈
				
유체역학적 특성 변화에 따라 응축수가 정체되지 않고 포화증기 온도와 거의 같은 온도로 배출	유체의 밀도 차에 따른 응축수 배출 응축수가 정체되지 않고 포화증기 온도와 거의 같은 온도로 배출		온도 변화에 따라 작동 응축수가 정체되며 포화증기 온도보다 낮게 배출	
스팀 주관 응축수 배출 스팀 트레이싱 등	가열용 판형 열교환기 Shell & Tube 열교환기 에어히터 등	볼후로트 타입과 동일한 사용처 스팀 배관의 관말 등	방열기 Non-Critical 스팀 트레이싱	방열기 Non-Critical 스팀 트레이싱 고온고압 사용처

때는 밸브를 닫아 스팀의 누출을 차단하는 원리로 운전된다. 조절기가 설치되지 않은 단순 오리피스장치는 응축수 부하량에 따라 가변 제어하는 자동밸브의 역할이 아닌 정해진 유량을 내보내는 역할 밖에 할 수 없으므로 스팀트랩의 또 다른 종류로 분류하기는 어렵다. 또한 오리피스장치 전단과 후단의 압력차에 따라 배출할 수 있는 용량이 변하므로 계절부하 및 공정 운전부하의 변화에 따라 응축수 발생량이 수시로 바뀌는 스팀 시스템에서 응축수 배출을 위해 단순 오리피스장치를 사용하는 것은 심각하게 고려해야 할 부분이다. 상단 스팀트랩의 종류 및 특징, 주요 사용처를 참조하여 사용처에 적합한 스팀트랩을 선정할 수 있다.

스팀트랩의 동작원리는 어떠하며, 누설의 원인은 무엇인가?

우선 디스크(써모다이내믹) 트랩에 대해 알아보자

그림 2와 같이 응축수가 배출될 때(단계 ①) 재증발증기가 발생되고 디스크 아래 부분 압력이 낮아지는 베르누이 원리(정압 + 동압 = 일정, 단계 ②)에 의해 부피가 큰 재증발증기가 배출 노즐로 빠르게 이동하면서 동압이 증가하며, 상대적으로 낮아진 정압에 의해 디스크가 아래로 닫히는 원리(단계 ③)로 동작한다. 반대로 열리는 과정은 디스크 상부를 누르고 있는 재증발 증기가 방열에 의해 응축되면서 누르는 힘이

작아지게 되면 다시 열리는 동작을 반복하게 된다.

디스크 트랩에서 누설이 발생하는 것은 조절기인 디스크가 열리고, 닫히는 동작을 반복할 때 씰링 부위를 충분한 강도가 유지될 수 있도록 열처리하여 제작함에도 불구하고 장기간 사용 시 마모에 의해 누설이 시작될 수 있다. 또한 스팀 배관에서 유입된 미세한 이물질이 디스크와 시트 사이에 끼임에 의해서도 누설이 발생할 수 있다. 즉 스팀트랩이 정상상태에서는 디스크 트랩의 운전 특성상 스팀이 누설될 수는 없다.

스팀트랩의 누설이 발생할 때 마모된 씰링 부위를 가공하여 수리하거나, 마모가 심하여 수리가 불가할 경우 교체하는 방법으로 스팀 손실을 최소화해야 한다.

다음으로 많이 사용하고 있는 볼후로트 트랩은 어떤가?

그림 3과 같이 트랩으로 응축수 및 불응축가스가 유입되면, 불응축가스는 온도차로 동작하는 압력평형식 캡슐인 공기배출장치를 통해 배출되고, 응축수는 트랩 내부에서 서서히 수위를 형성한다. 이때 트랩 내부는 항상 일정한 수위를 유지하도록 설계되어 있으며, 이렇게 형성된 수위 아래에 응축수 배출 노즐이 설치되어 있으므로 트랩의 고장나지 않는 이상 스팀이 트랩을 통해 누출되는 현상은 발생되지 않는다.

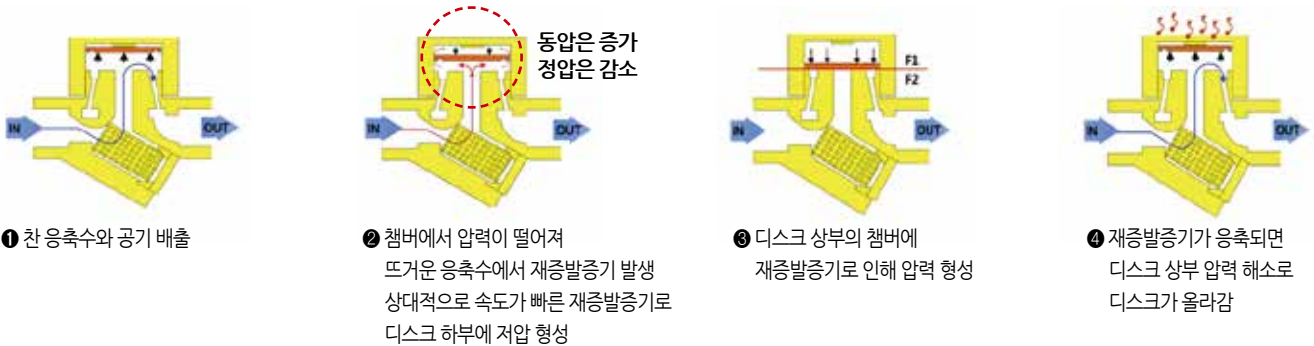


그림 2. 디스크 트랩의 작동원리



❶ 초기 가동 시 에어벤트를 통해 공기 배출



❷ 찬 응축수를 에어벤트, 오리피스 통해 배출



❸ 뜨거운 응축수를 오리피스 통해 배출 스팀은 차단

그림 3. 플로트 트랩의 작동원리

일정 수위 이상으로 응축수가 유입되면 조절기인 플로트가 상하동작하여 스팀밸브를 열고 닫는 방법으로 응축수를 배출하게 된다.

플로트 트랩에서의 스팀 누출은 불응축가스를 배출하는 에어벤트, 응축수를 배출하는 배출 밸브의 마모에 의한 누설이며, 이 또한 열처리된 스테인리스 계열의 재질이므로 장시간 사용에 의한 노후, 응축수와 동반한 이물질에 의해 발생될 수 있다.

스파이렉스사코의 모든 제품은 유지보수를 위한 각종 부품이 공급되고 있으므로(모체 제외) 만약 마모에 의한 스팀 누출이 발생될 때 가까운 영업소 및 대리점으로 연락하여 조치를 받을 수 있다. 또한 플로트 트랩 외 버켓트 트랩, 압력평형식 또는 바이메탈 트랩도 비슷한 원인으로 누설이 발생될 수 있으므로 동일한 방법으로 유지보수 및 교체를 통해 에너지 손실을 최소화해야 한다

스팀트랩 및 바이패스 밸브 진단과 관리

스팀트랩 및 바이패스 밸브를 진단하고 관리하여 에너지 손실을 최소화하는 방법은 무엇인가에 대해 논해 보고자 한다.

스팀트랩 및 바이패스밸브의 진단은 작동 상태와 설치 상태를 진단하고 관리 시스템을 구축하여 에너지 손실을 최소화하고 공정 생산성을 향상하는데 목적이 있으며, 진단을 수행하는 방법은 아래와 같다.

1. 스팀트랩 진단	작동상태 진단. 바이패스 밸브 진단. 개선안 도출
2. DB 구축	데이터 베이스 구축. 최신 현황 기록
3. Mapping	도면에 스팀트랩 위치 표시
4. Tag 부착	스팀트랩에 전용 명판 부착
5. 표준 관리 시스템 구축	RFID를 이용한 설비관리 프로그램 (별도 계약)

스팀트랩의 수명은 유한하며, 현장 조건에 따라 이물질에 의해 수시로 누설이 발생될 수 있기 때문에 손실을 최소화하기 위해서는 체계적인 관리가 반드시 필요하다. 국내의 사례를 볼 때 스팀트랩을 특별히 관리하지 않고 가시적인 문제만 그때 그때 보수하는 방식으로 운영될 경우는 통상 20% 이상의 불량률을 보이며, 정기적으로 진단을 하지는 않으나

가끔 불규칙하게 진단을 수행하는 경우는 약 15%, 매년 주기적으로 관리하고, 문제 발생 시 즉각 보수하는 등 체계적으로 관리하는 현장은 2~3% 정도로 스팀트랩 및 바이패스 밸브 누설에 의한 손실을 최소화하여 관리할 수 있다.

그렇다면 응축수 및 누설된 스팀을 모두 회수하여 재이용하는 시스템이 구축된 대부분의 석유화학 공정의 경우 스팀트랩 및 바이패스밸브가 누설될 경우 모두 에너지 손실로 볼 것인가에 대한 의문이 생길 수 있다.

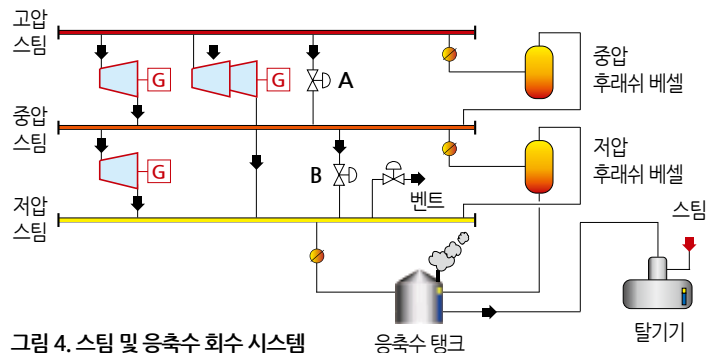


그림 4. 스팀 및 응축수 회수 시스템

그림 4에서 고압 스팀 응축수는 중압 스팀 후래쉬 베셀을 통해 중압 스팀으로 회수되고, 중압 스팀 응축수는 저압 스팀 후래쉬 베셀에서 저압 스팀으로 회수되며, 최종 저압 스팀 응축수는 대기압의 응축수 탱크로 회수되어 보일러 급수로 공급되는 것이 일반적인 스팀 및 응축수 회수 시스템이다.

그렇다면 과연 고압 스팀 및 중압 스팀에서 트랩의 누설이 에너지 손실일까? 에 대한 의문이 생길 수 있다. 일반산업을 포함하여 대부분의 석유화학 산업에서 전체 스팀 밸런스는 저압 스팀이 잉여되어 벤트시키거나, 응축수 탱크에서 벤트스팀이 발생되고 있다. 만약 벤트가 되지 않더라도 전체 밸런스가 공급 및 사용이 한계에 봉착되어 있으며, 폐열을 회수하여 저압 스팀으로 공급할 수 있음에도 "저압 스팀이 잉여된다"는 이유로 투자가 보류되는 것이 비일비재하다.

고압 → 중압 → 저압 스팀으로 스팀을 공급할 때 감압 터빈으로 정해진 양의 스팀을 공급하고, 부족할 경우 A 및 B밸브를 통해 추가로 필요한 스팀을 공급하고 있다. 통상의 경우 A밸브는 Open 되어 운전되고, B밸

브는 대부분 Close된 상태로 운전된다. 이런 상황에서 고압 및 중압 스팀 트랩이 누설될 경우 마치 B밸브가 열려서 운전되는 것과 동일한 상황이 발생된다. 즉 스팀트랩의 누설은 전 공장의 스팀 밸런스에 나쁜 영향을 줄 뿐만 아니라, 저압 스팀 벤트 및 응축수 탱크에서의 벤트 역시 상호 연관성을 갖게 된다.

따라서 스팀트랩 및 바이패스 밸브를 통해 배출된 스팀을 모두 회수해서 사용하는 재증발증기 시스템이 잘 갖추어져 있더라도, 스팀의 누설에 대한 진단 및 관리는 반드시 필요하다고 볼 수 있다.

스팀트랩의 누설량 계산법

그렇다면 이렇게 누출되는 스팀의 양은 어떻게 계산할 수 있을까? 스파이렉스 엔지니어가 고객을 방문하여 스팀트랩을 진단하고, 에너지 손실에 대해 정량화 하는 과정에서 일부 고객으로부터 누설량 계산에 대한 근거 및 당위성에 대한 질문을 받는 경우가 있다. 스팀트랩에서의 누설량을 계산하는 방법은 당사 스팀 시스템 데이터북(일명 노란책) A.4.11 오리피스에서의 스팀 손실량 계산을 참조할 수 있다.

참조 1. 오리피스에서의 스팀 손실량 계산

1. 스팀트랩 누출에 따른 스팀 누출량 계산식

$$Q = 0.0024 \times d^2 \times OF \times \sqrt{(PF \times P \times 10^5/V)} \times \text{Trap-coeff}$$

Q	스팀 누출량 (kg/h)
d	상당 오리피스 직경 (mm) (1/2": 3mm, 3/4": 5mm, 1": 7mm)
OF	0.33 (오리피스 팩터)
PF	0.42 (임계 압력강하 팩터)
P	스팀의 압력 (kg/cm ² g)
V	스팀의 비체적 (m ³ /kg)
Trap-coeff	응축수 회수, 일반 트랩 = 1, 채터링 TD 트랩 = 1/2 응축수 대기 방출, 일반 트랩 = 2, 채터링 TD 트랩 = 1

2. Darcy-Weisbach 공식

$$Q = 0.4258 \times D^2 \times (P/V)^{1/2}$$

(주) 이 공식은 각진 모서리형 (Square Edged) 오리피스를 통과하는 스팀량 계산공식을 이용하고, 응축수의 보정계수를 50%로 보고 있는 공식이다.

3. Napier 공식

$$Q = 0.2427 \times D^2 \times Pa \quad Pa: \text{스팀의 절대압력 kg/cm}^2\text{abs}$$

(주) 이 공식은 절대압력을 사용하는 대신에 비체적을 반영한 공식이다.

참조 2. ISO-5167 표준 및 질량 유량 공식

질량 유량 측정을 위한 일반 방정식은 ISO-5167 표준 공식에 의함.

$$Q_M = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \times \epsilon_1 \cdot \frac{\pi}{4} \times d^2 \times \sqrt{2 \cdot \Delta p \cdot \rho_1}$$

ρ_1	업스트림 유체 밀도
d	내경
D	배관 직경
β	직경 비율 (= d/D, 장치의 기하학적 매개변수)
ϵ_1	팽창계수 (Up stream evaluated)
C	배출계수

표1은 ISO-5167 표준 및 질량 유량 공식(Unit Operations of chemical engineering _ Mc Graw Hill)과 노란책 A.4.11의 누설량 계산에 대해 4kg/cm²g 저압 스팀이 스파이렉스사코 15mm TD42L 모델의 디스크 트랩을 통해 약 10m의 응축수 회수 배관으로 회수될 때의 누설량을 비교한 표이다.

표 1. 스팀트랩에서의 누설량 비교

	단위	내용	ISO5167	스파이렉스	Darcy-Weisbach	Napier	비고
P ₁	kg/cm ² g	1차 압력	4.0	4.0	4.0	4.0	저압 스팀 압력
P ₂	kg/cm ² g	2차 압력	1.0	1.0	1.0	1.0	회수 배관 10m 수두
t ₁	℃	1차 온도	151.4	151.4	151.4	151.4	포화증기
Δp	Pa kg/cm ² g	차압	303,975				
V	m ³ /kg	비체적		0.38	0.38	0.38	1차 스팀의 체적
ρ_1	kg/m ³	밀도	2.64				
A	mm ²	오리피스 면적		12.46	12.46	12.46	15mm TD42L 기준
d	mm	오리피스 직경	4.0	4.0	4.0	4.0	
D	Mm	배관경	15	15	15	15	
β		d/D	0.27				
ϵ_1		팽창계수	0.994				
C-OF		오리피스 계수	0.610	0.33			
PF		임계압력 강하 팩터		0.42			
Trap-coeff		트랩계수		0.14			응축수 회수, 일반 트랩
Q	kg/h	누출유량	34.5	9.4	21.9	19.4	
Rate	%		368%	100%	234%	207%	

스팀트랩 및 바이패스밸브 누설량은 스팀트랩의 설치 및 운전조건, 계절적 요인 따라 변동이 크다. 따라서 이런 변동성을 고려하여 누설량을 계산하는 방식을 선택해야 하는데, 당사는 ISO 표준식에 경험 및 실험값을 반영하여 스파이렉스사코만의 누출량 산정방식으로 손실되는 에너지량을 계산하고 있다.

그러나 가장 우선되어야 하는 것은 스팀트랩 진단을 수행하는 엔지니어의 전문성, 숙련성이 무엇보다 중요하며, 누설량에 대해 실제 누설되는 참값에 근접하게 계산해 내는 기술 및 체계적인 시스템이 얼마나 잘 구축되어 있는가? 에 따라 장시간 많은 노력을 투자하여 스팀 응축수 시스템을 진단한 결과에 대한 신뢰도를 결정한다.

스팀트랩 및 바이패스 밸브에서의 누설

스팀트랩의 바이패스 밸브에서의 누설 또한 스팀트랩만큼이나 많은 손실이 발생되고 있다. 바이패스 밸브를 설치하는 목적은 아래와 같다.

- 스팀트랩 고장 정비 중 응축수의 배출
- 스팀라인 초기기동 시 응축수의 신속한 배출
- 스팀라인 신규 설치 후 Flushing 시 이물질 및 응축수 배출
- 기타 스팀라인 점검 등

스팀 바이패스 밸브는 게이트 밸브보다는 배출 유량을 좀 더 세밀하게 제어할 수 있는 글로브 타입의 밸브를 설치하는 것이 일반적이다. 그렇다면 스팀배관을 통해 유입된 이물질이 글로브 밸브 플러그 및 시트에 끼여 손상될 경우는 어떻게 될까? 초기에는 소량의 스팀만이 누설되지만 큰 압력 차이에 따라 빠른 속도로 배출되는 스팀 및 응축수에 의해 점점 손상된 부위가 확대되어 시간이 지난 후에는 큰 에너지 손실을 유발할 수 있다.

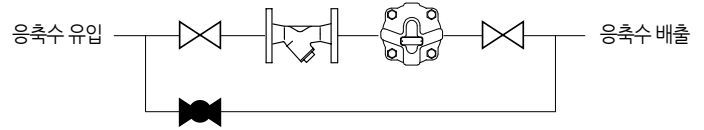
또한 초기 스팀라인을 가동할 때 바이패스 밸브를 조작했거나, 운전 중 열교환기 승온 문제로 근무자가 밸브를 열었으나 이를 망각하고 열린 채로 방치되어 장시간 많은 에너지 손실이 발생되는 경우도 많다.

그렇다면 스팀트랩의 바이패스 밸브는 어떻게 관리되어야 하는가? 현재의 추세는 바이패스 밸브를 응축수 회수배관에서 분리하여 필요 시 응축수를 외부로 드레인 하면서 확인할 수 있도록 수정하거나, 초기투자시 이를 설계에 반영하는 경우도 있다. 그림 5는 스팀트랩의 바이패스 밸브 배관 구성하는 개략도를 보여주고 있다.

다음과 같이 바이패스 밸브를 응축수 회수 라인과 분리할 경우 밸브 불량률을 실시간 확인할 수 있으며, 임의로 개방하고 닫지 않을 경우에 대한 손실을 최소화할 수 있다.

그러나 스팀을 외부로 배출하지 못하는 실내의 경우는 현재와 같이 수시로 진단하여 누설 여부를 확인하고 조치하는 것이 필요하다.

기존 바이패스밸브



개선 후 바이패스밸브

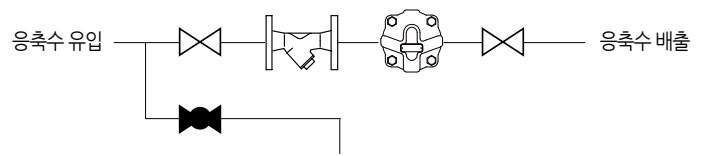


그림 5. 스팀트랩 바이패스 밸브 배관 구성 개략도

이번 Key solution으로 스팀트랩 및 바이패스밸브에서의 스팀 누설의 원인 및 관리의 필요성에 대해 함께 알아보았다. 요약하면 아래와 같다.

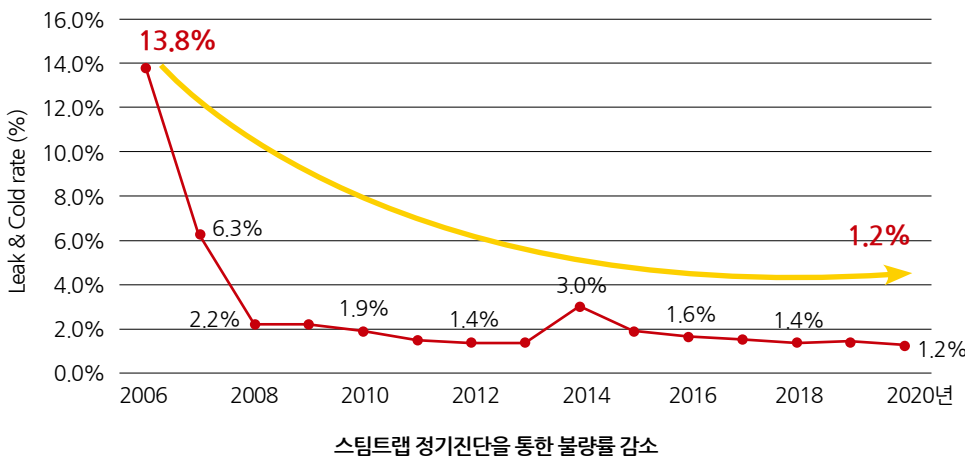
- ① 스팀트랩은 용도 및 목적에 부합하도록 적절하게 선정되어야 하며, 스팀트랩이라 함은 응축수 배출을 자동 제어 할 수 있어야 한다.
- ② 응축수 재증발증기 회수 설비가 잘 갖춰져 있더라도 트랩의 누설은 에너지 손실의 원인이 되므로 체계적인 관리가 필요하다.
- ③ 스팀트랩에서의 누설량을 계산하는 방법에 대해 알아보았으며, 각각의 계산량을 비교하였다.
- ④ 스팀트랩 바이패스 밸브 배관구성을 변경하여 밸브 누설을 최소화할 수 있는 방법에 대해 알아보았다.

우리나라는 외국으로부터 대부분의 에너지를 수입하고 있으며, 화석연료 매장량의 감소 및 국제사회의 이해관계로 인해 에너지 비용의 변동성이 매우 높아지고 있다. 또한 생산된 제품을 대부분 수출하는 산업구조로 볼 때 에너지 사용량을 체계적으로 관리하고 손실을 최소화하는 노력은 반드시 필요하다.

하나뿐인 지구에서의 효율적인 에너지 활용 및 온실가스 감축의 노력은 비단 우리뿐만 아니라 전 지구의 숙명적 과제이기 때문이다.

사례. A정유사 스팀트랩 진단을 통한 에너지 절감 및 온실가스 감축

국내 A정유사의 경우 2006년부터 스팀트랩을 연2회 정기진단하여 초기 13.4%의 불량률을 1%대까지 낮추어 원가를 절감한 대표적인 사례이다.



A사 스팀트랩 진단의 개요 및 절감량

- 스팀트랩 진단개수 : 44,868개
- 누설 트랩 감소 수 : 5,636개 (2006 ~ 2020년)
- 불량률 변화 : 13.8 → 1.2% (12.6% ↓)
- 스팀 손실량 감소 : 107,625톤/년
- 절감금액 : 1,754백만원/년
- 온실가스 감축량 : 17,915 ton-CO₂/년

스팀트랩 관리하지 않으면 손실을 막을 수 없다.

M750

유량 적산 지시기



스파이렉스사코 M750 유량 적산 지시기는

다양한 종류의 센서 입력을 받아서 표시할 수 있는 패널 부착식 디지털 유량 지시장치이다.

4-20 mA 재전송 신호나 두 개의 상시 개방형 경보 릴레이를 선택사양 포드의 형태로 부착할 수 있다.

전면 패널을 통해서 모든 상황에 맞추어 센서 신호 대비 표시값을 프로그램할 수 있다.

전원이 차단되더라도 비휘발성 메모리에 적산값을 저장하여 불의의 경우에도 데이터를 안전하게 보존할 수 있다.

선택사양인 출력 포드는 순시값이나 적산값을 선택하여 표시할 수 있다.

스파이렉스사코 유량계의 유량 지시기로서 적합하며 Gilflo, ILVA, TVA와 기타 유량계의 순시값 및 적산값을 지시함은 물론

M750과 연결되는 장치에 24 Vdc 전원이 필요한 경우 루프 파워로 전력을 공급할 수 있다.

단독으로 사용이 가능하며 Modbus 직렬 통신을 제공함으로써 통신이 필요한 대단위 시스템의 일부로 사용할 수 있다.

선택사양으로 출력 포드를 삽입하면 자동으로 지시기에서 인식된다.

○ 안전정보

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 어레스트를 조합할 수 있다.
- 휴대폰과 휴대용 라디오를 본 제품이나 제품 결선의 1m 이내에서 사용하면 간섭을 일으킬 수 있다. 실제 필요한 이격 거리는 설치 환경과 무전기의 소비전력에 따라 다를 수 있다.

- ① **접근**: 안전하게 접근할 수 있어야 하며 필요하다면 제품을 작동하기 전에 적절히 보호할 수 있는 안전한 작업대를 갖추어야 한다.
- ② **조명**: 특히 세밀하고 복잡한 작업이 필요한 곳에서는 적절한 조명을 갖추어야 한다.
- ③ **제품 주변의 환경**: 폭발 위험지역, 산소 부족, 위험한 가스, 극단의 온도, 뜨거운 표면, 화재위험, 과도한 소음, 움직이는 기계 등을 주의한다.
- ④ **시스템**: 예정된 작업이 전체 시스템에 미치는 영향을 고려하며 시스템의 일부 또는 인체에 위험을 줄 수 있는지를 고려하여 예방 대책을 강구한다.
- ⑤ **차단**: 시스템의 갑작스러운 충격을 피하기 위해 차단밸브는 천천히 열고 닫아야 한다.
- ⑥ **압력**: 안전한 작업을 위해서는 작업 구간의 압력을 차단하고 대기압 상태로 안전하게 배기해야 하며 압력계가 0을 지시하더라도 제품 및 시스템에 압력이 없다고 단정지어서는 안된다.
- ⑦ **온도**: 압력 차단 후 상온으로 냉각될 때까지 대기하여 작업자의 화상을 방지하고, 필요하면 보호 장비를 착용해야 한다.
- ⑧ **기타 위험**: 정상 운전 시 제품의 표면온도가 매우 뜨거울 수 있다. 최대 허용운전 조건에서 사용할 때 제품의 표면 온도가 239°C까지 올라갈 수 있다. 설치된 상태에서 제품을 분해하거나 떼어낼 때 특별한 주의가 필요하다.
- ⑨ **폐기**: 이 제품은 재활용이 가능하며, 적절한 폐기 절차에 의하여 폐기한 경우 생태학적 위험은 없다.

◎ Run 모드



입력되고 있는 전류값 표시
▲ 누름



2차 값 표시(적산 또는 순시)
▶ 누름



해제 동작(상위로 복귀)
◎, ▲ 동시 누름



적산에서 6자리 이상값 지시
◎, ▶, ▲ 동시 누름

◎ Menu 모드 (TVA 적용 시운전)



메뉴 진입
▶, ▲ 동시 누름



Input 진입
◎ 누름



Type(signal) 진입



Current 진입
▶ 누름



전류 선택
▶, ▲ 동시 누름



Range 진입
◎ 누름



4-20mA
▶ 누름



LIN (선형화) 진입
◎ 누름



LIN 진입
▶ 누름



None 선택
▶, ▲ 동시 누름



소수점
◎ 누름



저유량 컷
◎ 누름



디스플레이
(적산, 순시, 적산 / 순시)



4mA 해당 값
◎ 누름



20mA 해당 값
◎ 누름

◎ 이상 현상에 대한 조치 방법

증상	가능 원인	조치 방법
디스플레이 나타나지 않음	전압이 허용 범위를 벗어났다.	전원 연결 상태를 살핀다.
디스플레이에 ---- 가 나타남 (Middle bar)	입력이 허용 범위를 벗어났다 (최대값 초과)	측정 최대값이 정확한지 점검한다.
디스플레이에 ____ 가 나타남 (Under bar)	입력이 허용 범위를 벗어났다. (최소값 미만)	측정 최소값이 정확한지 점검한다.
"DP Err"이 표시된다.	표시되는 값이(적산값 포함) 6자리 이상이다. (ex.999999)	측정값이 표시할 수 있는 범위를 벗어날 때 발생할 수 있다.
"OP CAL"이 표시된다.	출력 포드에 이상이 있다.	출력 포드를 재설정 한다. 계속 오류가 발생하면 포드를 교체한다.
"IP CAL"이 표시된다.	입력 캘리브레이션 데이터에 이상이 있다.	캘리브레이션 데이터를 재입력한다.
적산값이 큰 값을 지시하다가 작은값으로 바뀐다.	적산값이 하위 6자리 값 이상으로 증가하였다.	전면 패널의 세 버튼을 모두 눌러서 적산값의 상위 6자리를 확인한다.



* 본 점검 절차는 유튜브에 등록된 동영상을 통해 확인이 가능합니다.
<https://youtu.be/VYuGScsfGkA>
 * 유튜브 검색창에서 "한국스피리텍스코"로 검색하면 더 많은 정보를 얻을 수 있습니다.

한국스피리텍스코(주)
서비스영업팀 경유성 차장



2023 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 진단 교육과정을 당사 기술연수원에서 실시하고 있습니다. 자세한 사항은 스팀트랩 진단사 사무국 (T 032-820-3080)으로 문의하시거나 홈페이지를 참고하시기 바랍니다.

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	35회 : 06. 21 (수) ~ 23 (금)	3일 출퇴근 (16시간)	510,000원
		36회 : 11. 15 (수) ~ 17 (금)	2박 3일	840,000원

* 2023년에는 Level 1 정규교육, Level 2 선택교육이 실시됩니다.

* 출퇴근과 숙박 중에 선택하여 교육을 받으실 수 있습니다. 숙박 시에는 교육비가 추가됩니다.



2023년 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, 2022년까지 18,900여 명 이상이 본 과정을 수료하였습니다. COVID-19로 인하여 과정이 취소될 수 있고, 10명 이하 접수 시에도 취소될 수 있사오니 사전에 확인 후 신청해 주시기 바랍니다. 자세한 사항은 당사 홈페이지 www.spiraxsarco.com/global/kr에서 확인해 주시기 바랍니다.

◆ 2023 스팀기술연수교육 일정 (아래 일정은 당사의 사정에 따라 변경될 수 있사오니 신청 전에 확인하여 주시기 바랍니다.)

MAY 05	JUN 06	JUL 07	AUG 08	SEP 09	OCT 10	NOV 11	DEC 12
STSC 2306 일반과정 10 (수) ~ 12 (금)	STSC 2307 일반과정 14 (수) ~ 16 (금)	STSC 2308 기초종합과정 17 (월) ~ 21 (금)	STSC 2309 선박과정 23 (수) ~ 25 (금)	STSC 2310 일반과정 06 (수) ~ 08 (금)	STSC 2313 일반과정 11 (수) ~ 13 (금)	STSC 2316 1차 설비분야 대학(대학원)생 과정 02 (목)	STSC 2319 일반과정 06 (수) ~ 08 (금)
				STSC 2311 정비과정 13 (수) ~ 15 (금)	STSC 2314 경유 및 석유화학과정 19 (목) ~ 20 (금)	STSC 2317 일반과정 08 (수) ~ 10 (금)	STSC 2320 일반과정 13 (수) ~ 15 (금)
				STSC 2312 일반과정 20 (수) ~ 22 (금)	STSC 2315 일반과정 25 (수) ~ 27 (금)	STSC 2318 스팀에서의 제어 및 모니터링 과정 23 (목) ~ 24 (금)	

과정명	횟수	대상	기간	교육비 (VAT 포함)
일반과정	11	스팀 시스템을 관리하는 공무, 시설, 정비, 원동 및 열관리 담당자		
선박과정	1	조선 회사의 설계, 시설, 정비, 원동 및 열관리 담당자	2박 3일	840,000
정비과정	2	스팀 설비 정비 실무 담당자		
스팀보일러하우스과정	1	보일러 및 냉각수 시스템을 관리하는 운전, 공무, 시설, 열관리 담당자		
스팀에서의 제어 및 모니터링과정	1	스팀 시스템에서 계속제어, 스팀 설비관리 담당자(운전, 정비, 운용, 관리)	1박 2일	590,000
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	1,232,000
설비분야 대학(원)생과정	2	스팀 시스템의 기초 교육을 원하는 대학생 또는 대학원생	1일	무료
특별과정	수배관과정	수배관 시스템 관리, 설계 담당자	1박 2일	590,000
	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, 정비 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 시에는 교육비가 추가됩니다. 교육비는 인산할 예정으로 추후 공지합니다.

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

Powerful yet sustainable

NATURAL TECHNOLOGY

디지털로의 전환은 스팀의 가치를 높입니다

더욱 고도로 디지털화되고 모든 것이 연결된 미래의 공장을 상상해 보자. 이러한 환경에서는 센서에서 수집한 데이터를 클라우드로 원활하게 스트리밍할 수 있으며, 이러한 정보는 성능 개선, 효율성 증대, 안정성 제고에 사용된다.

스팀 시스템의 경우, 오늘날 디지털화의 급속한 진전과 사물 인터넷의 성장으로 이러한 종류의 혁신과 효율성이 실현되고 있다. 이러한 변화가 스팀 기술과 결합하여 산업계에서 지속가능성 혁명의 문을 열어줄 열쇠가 될 것으로 보인다.

스팀 - Natural Technology

스팀 시스템을 매우 효율적으로 만드는 것은 이미 가능한 일이다. 하지만 새로운 방식으로 접근해야 스팀을 진정한 탄소 중립 기술로 만들 수 있을 것이다. 예를 들어 보일러는 풍력 또는 태양열 발전과 같은 재생 에너지 발전으로 발전시킨 전기를 통해 전력을 공급받을 수 있다. 전기 스팀 발전기는 97%의 에너지 변환 효율로 재생 가능한 전기를 스팀으로 변환할 수 있다.

탄소 배출 없이 생성되는 그린 수소가 스팀 보일러를 가동하는 방안은 또 다른 옵션이며, 식품 생산에서 발생하는 바이오매스 폐기물을 사용할 수도 있다. 이러한 모든 대안은 조직에서 스팀 생산의 탈탄소화를 구현하는 데 도움이 될 수 있다. 그리고 기존 장비의 재사용으로 값비싼 새 인프라를 구축할 필요가 없으므로 놀랍도록 현실적인 수준의 투자가 그 모든 이점을 실현할 수 있다. 하지만 이러한 업데이트를 통해 얻은 수익을 정량화하고 이해 관계자에게 개선된 점을 입증하며 시스템이 최대한의 잠재력을 발휘하도록 하려면 퍼즐의 또 다른 조각을 맞춰야 한다.

결과를 보여주고 이끌어내는 데이터

디지털 기술의 발전 덕분에 산업용 플랜트를 과거 그 어느 때보다도 면밀히 모니터링하고 자산 성과를 더욱 가치적으로 파악할 수 있게 되었다. 센서는 경제적이고 크기가 작고 전력 소비량도 적으며, 데이터를 중앙 서버로 다시 보내는 데 필요한 무선 연결 기능을 갖춘 경우가 많아졌다. 센서를 통해 획득한 데이터를 로컬 시스템에서 처리하거나 분석을 위해 클라우드로 보낼 수 있다.

유량계, 제어 밸브, 스팀트랩, 열교환기와 같은 스팀 시스템에서 수집된 데이터를 관련 핵심 성과지표(KPI)로 설정할 수 있음을 의미하며 이는 시스템이 장기적으로 훨씬 더 큰 효율성을 제공하는 데 도움을 준다.

또한 이 데이터는 장비에 문제가 있는지 모니터링하는 데 매우 중요하다. 문제를 조기에 발견하면 더 심각한 문제가 발생하기 전에 예방하고 유지 보수할 기회가 있다. 이는 대규모 생산 플랜트에서 종종 막대한 비용이 들 수 있는 다운타임의 최소화에 도움이 된다. 또한 예방 유지 보수는 스팀의 누출 감소로 스팀 사용량을 줄

이는 데도 도움이 될 수 있다.

디지털 솔루션은 스팀 시스템을 더 큰 플랫폼에 더 쉽게 통합할 수 있음을 시사한다. 스팀 시스템에서 얻은 데이터는 의사 결정권자에게 완전한 가시성을 제공한다. 예컨대 태양 전지에서 공급되는 과도한 전기를 활용하여 스팀을 생성하고 사용할 시기를 선택하는 것처럼, 특정 시간에 무엇이 최선인지에 따라 다양한 솔루션을 사용할 수 있게 해준다.

또한 데이터를 사용해 시스템의 응축수와 이를 회수해 보일러로 되돌리는 데 사용되는 스팀트랩을 더 잘 관리할 수도 있다. 응축수는 일반적으로 응축수로 변환되는 스팀의 유용한 에너지 중 약 25%를 갖고 있다. 이를 보일러 급수 탱크로 돌려 보내면 연간 에너지 비용만으로도 수백만 원을 절약할 수 있다. 또한 원수를 처리하는데 사용되는 값비싼 화학 약품의 사용을 줄일 수 있어 비용 절감과 동시에 신선한 물로 교체할 필요성도 감소한다.

예를 들어, 스파이렉스사코는 한 경우 공장에서 수행한 프로젝트를 통해 단지 고장 난 스팀트랩을 파악하고 교체하는 것만으로 12개월 이내에 약 1억5천만 원의 에너지 비용을 절감할 수 있었다.

전반적으로, 디지털화와 디지털화로 얻게 되는 데이터 인사이트를 통해 스팀 시스템의 효율과 지속가능성을 더욱 향상시킬 수 있다. 탄소 배출량 감소 추세에 따라 이러한 모든 개선이 탄소 중립으로 가는 여정의 중요한 부분이다.

전망

현재 가장 큰 기술 추세 중 하나는 인공지능(AI)의 성장이다. 산업계에서 AI 시스템은 자동화를 위한 새로운 기회를 창출하여 이전에 기존 IT 시스템으로는 불가능했던 의사결정 기능을 제공할 수 있게 되었다.

결국 AI는 생산성 개선과 효율성 제고를 위해 실시간으로 스스로 보정하는 완전 자율 스팀 시스템 배포를 가능하게 할 수도 있다. 클라우드로 데이터를 전송하는 대신 공장 현장이나 그 근처의 '엣지' 프로세서에서 AI 알고리즘을 실행하는 방향으로 옮겨가는 추세가 늘고 있어, 입력 데이터에 대한 응답 속도가 빨라지며 이와 같은 자율 시스템을 실용적인 수준으로 현실화하는 데 도움이 될 수 있다.

바로 지금, 스팀은 중대한 혁신이 이루어지는 지점에서 서 있다. 광범위하게 일어나는 기후 비상 사태에서 스팀은 중심적인 역할을 하며, 환경에 변화를 일으키려는 기존 및 차세대 엔지니어들에게 흥미로운 기회의 장을 열어줄 열쇠가 될 것이다. 