

한국스피라릭스사코(주)
창립40주년
1978 - 2018

Vol.117 / Sep. 2018

스팀 설비 종합관리 용역 서비스를 통한 공정 효율 향상과 에너지 절감

Hydronic Controls의 이해
밸런싱 밸브의 종류와 시스템의 특성

Water Treatment
RO Membrane 성능 최적화를 위한 관리 방안 2
RO Membrane 성능 저하 원인 및 관리 방안

AS사례
SRV66 청정 유체용 감압밸브

spirax sarco

CONTENTS

에너지 절감 사례
스팀 설비 종합관리 영역 서비스(SMS)를 통한
공정 효율 향상과 에너지 절감 **03**

Hydronic Controls **07**
밸런싱 밸브의 종류와 시스템의 특성

Water Treatment **11**
RO Membrane 성능 저하 원인 및 관리 방안

After Service **14**
SRV66 청정 유체용 감압밸브

News **15**
2018년 스팀기술연수교육 안내

New product **16**
Frese 밸런싱 시스템



에너지
절감 사례

발행 : 한국스피렉스사코㈜

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

발행인 : 정경만

편집인 : 좌윤전

편집 : 이미경

디자인 : 에디아커뮤니케이션서비스

인쇄 : 예원

Steam People의 모든 내용은 인터넷 홈페이지 <http://www.spiraxsarco.com/global/kr> 에서도 만나
실 수 있습니다. 본문 내용에 대한 문의사항이 있을 경우 홈페이지 Q&A 코너를 이용하시기 바랍니다.



한국스피렉스사코(주)
SGS중부센터 박수성 부장



스팀 설비 종합관리 용역 서비스(SMS)를 통한 공정 효율 향상과 에너지 절감

Special Maintenance Service

2018년 7월 24일, 환경부에서 미세먼지 관리 강화와 에너지 전환 등 정부의 국정 과제를 반영하고, 국제사회에 약속한 국가 온실가스 감축목표 이행을 높이기 위한 '2030 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안'이 발표되었다.

수정안의 기본 방향은 우리가 국제사회에 약속한 국가 온실가스 감축목표의 이행 가능성을 높이는 데 초점을 두었고, 2015년에 발표한 국가 온실가스 감축목표는 그대로 유지하되, 국내 부문별 감축량을 늘려 감축목표의 30%, 약 9,600만 톤에 달하는 국외 감축량을 최소화하는 것을 주요 내용으로 하고 있다.

2030 온실가스 감축 로드맵 수정안 확정

- BAU 대비 37% 감축목표 중 국내 감축량을 25.7%에서 32.5%로 상향 조정
- 배출권거래제 적용 업체의 2018~2020년 배출허용총량을 17억 7천 713만 톤으로 확정

분명한 것은 국내 감축 목표가 대폭 상향된 것과 늘어난 감축 부담은 산업 / 발전 / 건물 / 수송 / 농축산 / 폐기물 등 각 부문에서 이를 분담해야 한다는 점이다. 이러한 대폭적인 감축부담은 각 기업 / 공장의 입장에서 보면 부담의 우려가 크지만 최근 우리나라를 포함한 지구촌 온난화로 인한 온실가스 감축의 당위성과 시급성을 감안하면 구체적인 방안을 마련해야 하는 의무가 있다고 볼 수 있다.

따라서 각 기업에서의 지속적인 에너지 절감과 현장 설비의 효율 향상 및 체계적인 유지관리의 필요성이 크게 요구되고 있는 실정이다. 각 기업의 요구에 따라 한국스파이렉스사코에서는 ESPP(Energy Saving Plan Package)를 통해 고객사의 에너지 절감 및 온실가스 감축을 통한 원가 경쟁력 향상을 위해 지속적으로 노력하고 있다. 이번 호에서는 ESPP의 Application #20 스팀 설비 종합관리 용역 서비스(Special Maintenance Service)에 대해 알아보고 적용사례 등을 통해 에너지 절감과 스팀 설비의 효율적인 관리 방안에 대해 알아보고자 한다.

스팀 설비 종합관리 영역 서비스 - SMS(Special Maintenance Service) 개요

SMS는 고객사에 설치된 스팀 설비 및 제품에 대한 적용 대상, 제공 서비스와 점검 회차 등을 계약하여 진행한다. 또한 정기적인 진단과 분해 정비, 에너지 손실 요인 파악, 개선안 제공 등의 에너지 컨설팅을 통해 고객사에 최적의 스팀 시스템 유지와 설비 관리 효율의 극대화, 에너지 절감 등의 고객 가치를 제공하는 영역서비스이다. SMS의 적용 대상 제품은 크게 아래와 같이 구분된다.

- 스팀트랩(Steam Trap), 감압밸브(Pressure Reducing Valve)
- 응축수 회수 펌프(Condensate Recovery Pump)

- 컨트롤 밸브(Control Valve)
- 스팀 및 물용 유량계(Steam & Water Flowmeter)
- 보일러 상/하부 블로우다운 시스템(Boiler Blowdown System)

SMS의 적용 대상은 공장 내 자체 관리/정비 전담부서의 인원 부족, 스팀 전문 인력의 부재, 효율적인 관리 시스템 구축을 필요로 할 때 그 효과를 누릴 수 있으며, 특히 이러한 계획 정비 활동으로 공정 자동중지를 최소화할 수 있어 생산품 품질 저하를 예방하는 데 탁월한 장점을 가지고 있다.

일반적인 스팀 설비 관리 시스템의 문제점

일반적으로는 공장 내의 수 많은 설비나 제품의 경우, 정해진 주기(일일 / 주간 / 월간 / 분기)에 따라 계획된 점검이나 유지보수가 진행되어야 하지만 여러 가지 이유로 스팀 설비 내에서의 제품 관리가 제

대로 실시되지 않는 고객사가 많으며, 이럴 경우 아래와 같은 문제점이 발생할 수 있다.

스팀 제품에 대한 관리 기준이 없음	<ul style="list-style-type: none"> · 자체적인 관리 표준이 없음. · 불량 설비, 스팀 제품에 대한 원인 분석 없이 문제 발생 시 기존 방식대로 수리 및 교체 · 문제점에 대한 개선안 제시가 어려움. · 관리 주기가 없음 → 기준 없이 수리 교체로 인해 불필요한 비용 손실
전문적인 관리자 부재	<ul style="list-style-type: none"> · 제품 작동 원리 및 특성 등에 대한 이해 부족으로 문제 원인 및 개선안에 대한 오류 발생 가능성 높음. · 불량 제품에 대한 원인 분석 없이 기존 방식대로 수리 또는 교체 · 문제점에 대한 개선안 제시가 어려움. · 스팀 설비의 전반적인 조치가 아닌 문제 현상에 대한 현장조치 수준에서 마무리
관리인력 부족	<ul style="list-style-type: none"> · 스팀 관련 설비 전담 관리인력이 없어 담당자 지식 습득 필요 · 이로 인한 문제 발생 시 선제적 대응 및 유지 관리가 제대로 이루어지지 않음.

특히 스팀 시스템에서 가장 기본적이고 설치 수량이 많은 스팀트랩, 감압밸브, 응축수 회수 펌프의 경우 정기적인 진단과 예방점검 활동이 수반되어야 하며 이는 최적의 스팀 시스템을 유지하는 필수적인 요소라 할 수 있다. 그러나 여러 가지 제한적인 이유로 정기적인 점검

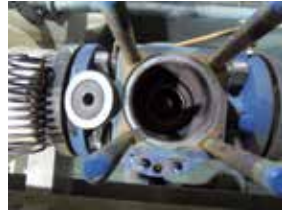
이나 계획된 유지보수가 실시되지 않는 경우가 많으며, 스팀 시스템에 있어 아래와 같은 기본적인 제품들은 다음과 같은 문제점이 발생할 수 있어 체계적인 예방점검이 필요하다고 볼 수 있다.

스팀트랩	<ul style="list-style-type: none"> · 배관 내의 스케일, 이물질 퇴적 등으로 인한 응축수 정체로 설비 효율 저하 · 생산 공정의 비효율과 증기 누출로 인한 에너지 낭비 · 워터 해머로 인한 스팀 트랩 및 장비 손상 발생
감압밸브	<ul style="list-style-type: none"> · 생산설비 공급압력 이상으로 인한 불량품 발생 및 생산성 저하 · 감압밸브 오동작으로 인한 설비 수명 단축 · 배관 압력 상승으로 인한 안전 문제 발생, 빈번한 안전 밸브 동작으로 인한 관리 불편 초래
응축수 회수 펌프	<ul style="list-style-type: none"> · 내부 스케일, 이물질에 의한 펌프 오동작 문제 발생 · 오동작으로 인한 응축수 회수 문제 발생 · 분해 점검 전까지 펌프 수명 추정 불가

스팀트랩 분해 정비



감압밸브 분해 정비



SMS 세부 내용

당사의 숙련된 전문 엔지니어에 의해 실시되는 SMS의 세부 내용은 다음과 같다.

1

Pre Survey

- 대상 제품 설치 상태 확인 / 작업 범위 / 작업 시간 산출
- 고소 설치 등 안전 확보와 위험성 평가 체크
- 고객사 지원 사항 등 확인

Maintenance

- 작동 상태 점검
- 분해 후 내부 점검 및 Cleaning
- 소모성 부품 교체
- Main Valve Lapping

2

3

시운전

- 압력 Setting / 스팀 공급 후 정상 작동 확인

개선 Report 작성 및 교육

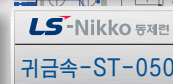
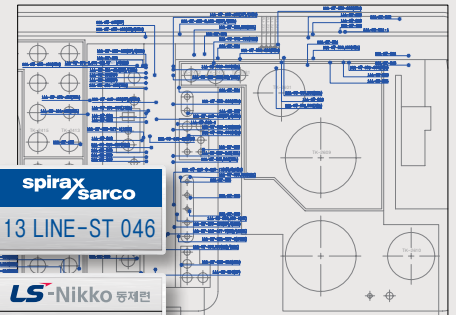
- 불합리 개소 / 에너지 낭비요인 발굴 / 경제성 검토 및 개선안 제공
- 관련 설비의 종합적인 컨설팅(기술자문) 실시
- 필요 시 운전자 교육 제공

4

5

효율적인 관리 체계 구축 제공

- 대상 제품의 Data Base 구축 및 Update
- 위치 표시 도면 구축(CAD) 및 Tag 제작 및 부착



SMS 적용 사례

사례 1. SMS 정기진단 A 고객사 사례

스팀트랩과 감압밸브는 스팀 시스템의 가장 기본적인 제품으로 관리 상 간단한 것으로 생각할 수 있지만, 실제로 넓은 공정 내 다수의 제품이 산재되어 있고, 이로부터 손실되는 막대한 스팀량과 공정 효율을 감안할 때 관리가 그리 쉽지 않은 것이 현실이다. 이에 현재 당사 SGS영업부에서 진행 중인 SMS 적용 사례를 소개하고자 한다.

A 고객사의 경우, 2004년부터 현재까지 매년 꾸준히 정기적인 SMS를 실시하고 있다. 보일러실의 각 제품진단을 포함하여 주요 공정으로 공급 및 회수되는 스팀제품의 진단/분해정비를 통해 해당 공정의 안정적인 운영과 연간 AS 발생건수 제로화, 스팀 누출량 최소화로 인한 에너지 비용의 절감 효과를 꾸준히 얻고 있다.

목적	· 최적의 스팀 설비 운용을 통한 생산성 향상 · 스팀 누출량 최소화로 에너지 절감
서비스 내용	· 감압밸브 : 파이로트 밸브, 다이어프램 교체, 메인 밸브 랩핑 (27EA) · 스팀트랩 : 동작상태 진단 및 업데이트 (146EA) · 응축수 회수 펌프 : 분해 정비 및 소모성 부품 교체(4EA)
효과	· 최적의 스팀 시스템 유지로 생산성 향상과 가동정지 최소화 ⇒ 연간 AS 발생건수 Zero · 불량트랩 교체를 통한 스팀 누출 손실 최소화 ⇒ 48백만원의 에너지 절감 효과
기간	· 연 1회 정기 서비스(주말 작업)

감압밸브 분해 정비



응축수 회수 펌프 분해 정비



사례 2. SMS 정기진단 B 고객사 사례

B 고객사의 경우, 병원 각 기계실에 설치된 감압밸브의 정밀 진단과 분해 정비를 통해 갑작스런 문제 발생의 원인을 사전 차단하고 정확한 2차 압력 유지 등 공정의 안정적인 운전이 가능하도록 정기적인 예방점검이 실시되고 있다.



스팀 시스템에 있어 가장 기본적인 제품의 정기적인 점검이나 유지보수를 중요하게 생각하지 않는다면, 스팀 누출로 인한 에너지 손실은 물론 생산 제품 및 공정에 직접적인 영향을 주며, 관리 이력의 부재로 근본적인 문제 요소 확인이 불가하게 되어 비효율적인 시스템 운영으로 관리 비용이 필연적으로 증가하게 될 것이다.

한국스파이렉스사코의 숙련된 스팀 전문가에 의한 SMS 실시로

- 최적의 스팀 시스템 유지로 공정 효율 향상
- 스팀 설비의 관리 효율 극대화
- 에너지 절감 실현

의 효과를 누리시기 바랍니다. S

Hydronic Controls의 이해

밸런싱 밸브의 종류와 시스템의 특성

지난 호에서는 수배관 순환 시스템(냉각수 / 냉수 순환 시스템 등)에서 밸런싱이란 무엇인지, 밸런싱 시스템이 왜 필요한지에 대하여 설명하였다. 또한 적용되는 밸브 중 차압밸브와 차압유량조절밸브에 대해서도 알아보았다.

이번 호에서는 각 부하처에서 밸런싱 밸브로 주로 사용되고 있는 자동 밸런싱 밸브, 수동 밸런싱 밸브, 차압 컨트롤러, 복합밸브에 대해 각각의 특성과 그 시스템에 대해 알아보려고 한다.



한국스파이스코(주)
제품전략기획팀 나상진 차장

수동 밸런싱 밸브와 자동 밸런싱 밸브

공장에서 냉각수의 분배 순환 시스템이나 건물의 냉난방 순환 시스템에서 시스템 설계가 완벽하거나, 변속 펌프를 사용한다면 적절하게 사이징된 컨트롤 밸브를 사용한다면, 정확한 유량 분배가 이루어질 것이라고 착각하기 쉽다. 그러나 모든 설비, 배관, 펌프, 부하처(열교환기, AHU, FCU 등) 들은 최대 부하를 담당하도록 설계되어 있다. 배관의 경우 실제로는 설계 유량이 완벽하게 흐를 수 있는 배관 구경은 거의 존재하지 않고, 일반적인 배관 구경 중 설계값과 유사한 배관 구경이 선정된다. 이는 컨트롤 밸브도 마찬가지이다. 결과적으로 밸런싱 밸브로 배관, 펌프, 컨트롤 밸브의 한계를 보완하지 않는다면 각각의 사용처에서는 유량이 과하게 흐르거나, 유량이 부족한 현상이 발생하게 될 것이다. 이때 사용되는 밸브가 수동 밸런싱 밸브 또는 자동 밸런싱 밸브이다.

• 수동 밸런싱 밸브

수동 밸런싱 밸브는 펌프와 부하처 간의 거리에 따라 서로 다른 차압으로 인해 유량 분배가 이루어지지 않으므로, 설치 위치에 필요한 차압이 설정되도록 밸브의 개도를 임의로 조정하여 일정한 유량이 흐르게 하는 밸런싱 밸브이다. 수동 밸런싱 밸브는 일반적인 차단밸브(버터플라이 밸브, 게이트 밸브, 볼 밸브 등)와 같이 운전자의 조작에 의해서만 개폐가 가능하다. 즉 수동 밸런싱 밸브가 설치되어 있지 않는 곳에서는 차단밸브의 개도 조정으로 유사한 밸런싱의 효과를 얻을 수 있다. 일반적인 차단밸브와 수동 밸런싱 밸브가 다른 점은 눈금이나

숫자로 표시되어 있는 핸드휠을 통해 밸브의 개도를 정확하게 알 수 있으며, 밸브(시스템) 전/후단의 차압을 측정할 수 있는 측정구가 있어 개도와 차압에 따른 정확한 유량을 확인할 수 있다는 것이다.



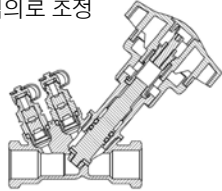
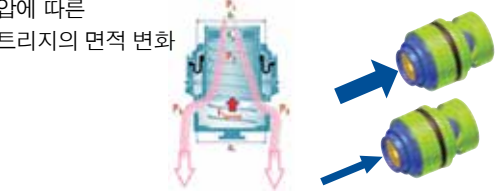
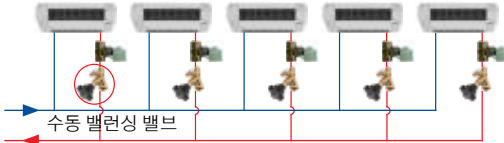
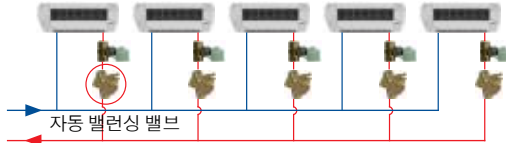
수동 밸런싱 밸브가 셋팅이 되었다는 것은 각 거리에 맞는 차압이 설정되었다는 것으로 전체적인 유량 변화량에 맞추어 각각의 부하처에서도 유량은 비례적으로 변하게 되는 비례법칙이 적용된다. 또한 현장에서 밸브의 개도를 조절할 수 있으므로 시스템의 유량이 변경되어도 이에 따른 대응이 용이하다는 이점이 있다. 그러나 수동 밸런싱 밸브는 시운전 및 커미셔닝에 적지 않은 시간이 소요된다는 단점이 있다.

• 자동 밸런싱 밸브

자동 밸런싱 밸브는 서로 다른 차압에 의해 유량 분배가 이루어지지 않는 것을 차압 변화에 따라 오리피스 면적이 변하게 되어 시스템에 일정한 유량이 흐르게 한다. 이는 가변면적 오리피스를 통해서 이루어지며, 가변면적 오리피스의 카트리지는 밸브에 삽입되어 별도의 시운전과 커미셔닝 작업 없이 사용된다. 자동 밸런싱 밸브는 수동 밸런싱 밸브의 비례법칙과는 달리 최대 유량을 제한함으로써 시스템의 밸런싱을 유지한다. 시운전 및 커미셔닝의 시간이 단축되는 것은 장점이나 시스템의 유량이 변경될 경우 카트리지를 교체해야 한다는 점은 단점이라 할 수 있다.

아래 표는 수동과 자동의 차이점과 특징을 정리하여 보여주고 있다.

Hydronic Controls

	수동 밸런싱 밸브	자동 밸런싱 밸브
주요 기능 및 특징	밸브의 개도를 임의로 조정하여 설치 위치에 필요한 차압을 설정함으로써 유량을 제어함.	밸브에 삽입된 가변면적 오리피스스의 카트리지가 차압에 따른 면적을 변화시켜 최대 유량을 제한하여 유량을 제어함.
밸브 외형		
밸브 작동원리	밸브의 개도를 임의로 조정 	차압에 따른 카트리지의 면적 변화 
시스템 개략도	 수동 밸런싱 밸브	 자동 밸런싱 밸브

차압 컨트롤러

정확한 밸런싱을 위해서 밸런싱 밸브를 사용하게 된다. 일반적으로 적용되는 밸런싱 밸브는 자동 밸런싱 밸브와 수동 밸런싱 밸브가 적용된다. 이러한 밸런싱 밸브는 최대 유량을 기준으로 선정하고 이에 맞추어 밸브를 설정하게 된다. 설정된 밸런싱 밸브에 의한 유량 분배 시스템은 과유량 또는 저유량으로 흐르지 않게 되어 안정적으로 운전될 것이다.

그러나 모든 부하처가 유량을 100% 사용하는 경우는 연간 운전시간의 20%가 안될 것이다. 대부분의 시간은 부분 부하로 운전이 되게 될 것이며 부분 부하로 운전되는 경우 컨트롤 밸브 제어 성능에 많은 문제가 발생한다.

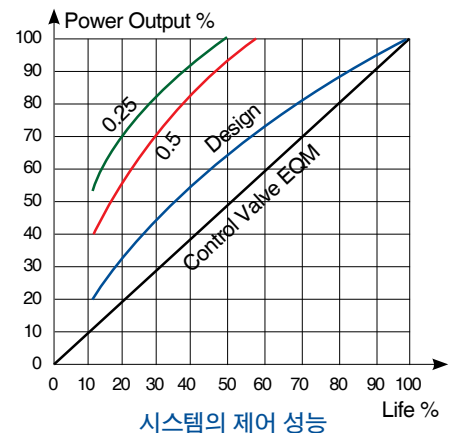
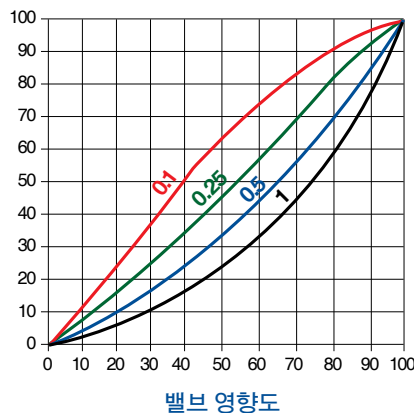
유량과 열 출력, 입/출구 온도 등의 상관관계에서 알 수 있듯이 부하

가 줄어들면 유량도 줄어드는데 그 관계는 선형적인 관계가 아니다. 부하처에서 부하를 반으로 줄이면 줄어드는 유량은 동일하게 반으로 줄어드는 것이 아니라 1/4로 줄어든다. 그리고 공급과 환수 측에 온도차도 더 커지게 된다.

이렇게 유량이 급격하게 줄어들면 제어를 담당하고 있는 컨트롤 밸브의 제어 성능에 영향을 미치게 된다. 컨트롤 밸브의 제어 성능은 밸브의 영향도(Authority)로 나타낼 수 있으며, 영향도가 낮아질수록 시스템과 밸브의 정확성과 안정성은 떨어지게 된다. 또한 낮은 개도를 운전하게 되면 컨트롤 밸브에서 소음이 심해지기도 한다. 밸브의 영향도와 영향도에 따른 제어 성능은 아래와 같다.

밸브 영향도

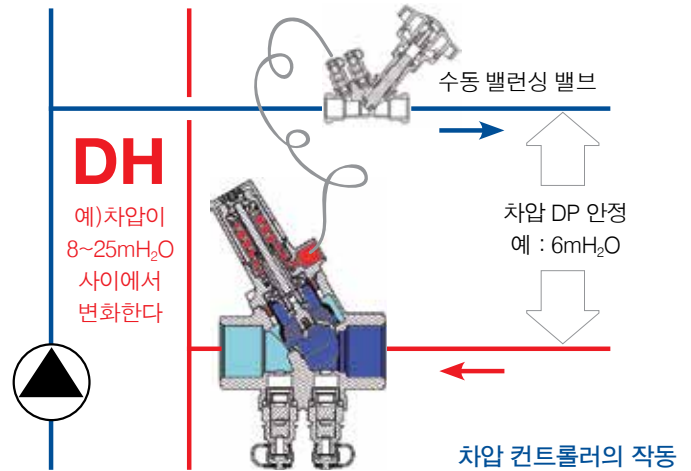
$$\beta = \frac{\text{설계시(최대유량) 컨트롤 밸브 입력손실}}{\text{실제 유량에서의 컨트롤 밸브 입력손실}}$$



따라서 좋은 제어 성능을 유지하기 위해 각 부하처에서의 차압을 시스템의 변화하는 차압과는 독립적으로 변하게 하고, 컨트롤 밸브에 대해 최적의 영향도를 갖도록 하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 시스템에서 별도의 차압을 컨트롤 할 수 있는 장치가 필요하다. 이때 사용되는 밸브가 차압 컨트롤러이다.

지난 116호에서 언급한 차압 밸브와는 전혀 성격이 다른 밸브이다. 차압 밸브는 메인 시스템에서 설정된 차압 이상 일 때 운전되는 밸브이고, 차압 컨트롤러는 부하 변동에 따른 압력의 변화를 감지하여 설치 위치(개별 부하처나 입상 또는 지역)에서 그 시스템의 차압을 일정하게 유지해 주는 역할을 하는 밸브이다.

우측 그림과 같이 부하가 변동되어 압력이 증가하게 되면 캐필러리관을 통해 높아진 압력이 차압 컨트롤러에 전해지고 차압 컨트롤러는 밸브의 개도를 낮추고, 전달되는 압력이 감소하게 되면 반대로 움직이게 된다. 이와 같은 동작을 통해 시스템의 차압은 항상 일정하게 유지된다.

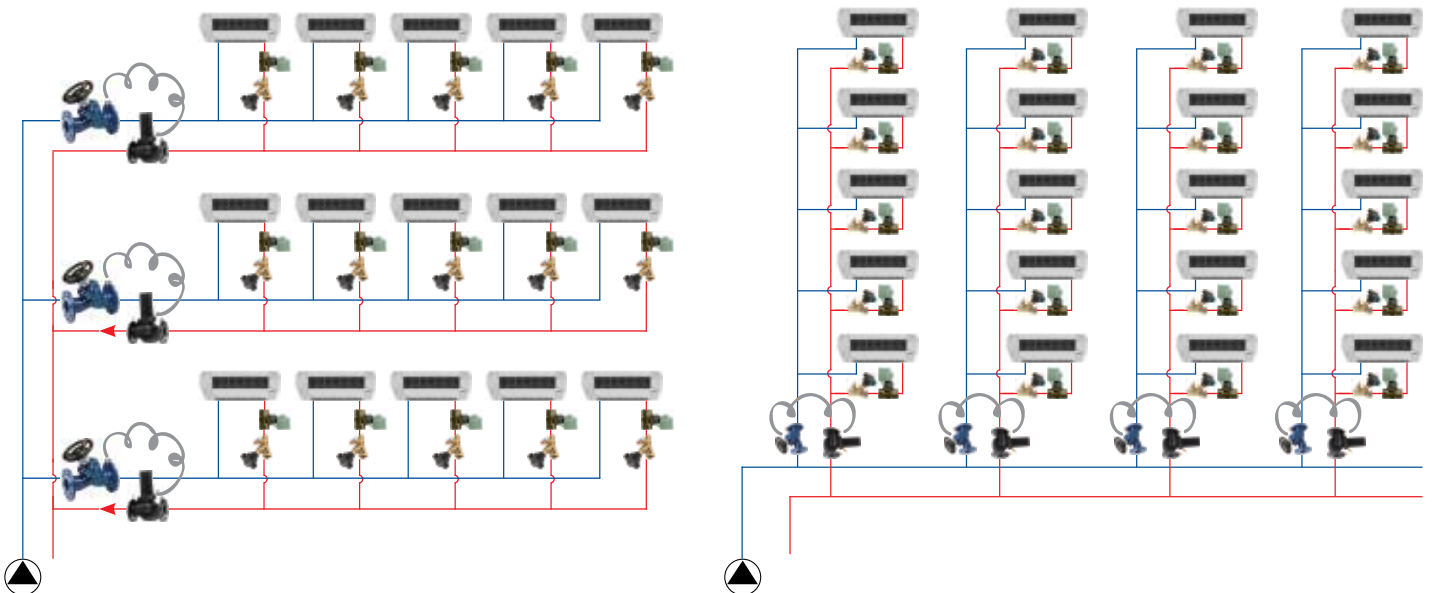


실제로 4개의 입상관에 각 입상에 5개의 부하처가 있는 시스템에서 차압 컨트롤러를 설치했을 때와 설치하지 않았을 때 말단 부하처에서 유량과 컨트롤 밸브의 차압 변화를 측정 한 결과는 아래 표와 같다.

부하	밸런싱 없음	수동 밸런싱 밸브만 적용		수동 밸런싱 밸브 + 차압 컨트롤러 적용	
	유량	유량	컨트롤 밸브 차압	유량	컨트롤 밸브 차압
100% (부하 사용처 25개)	4.53 lpm	4.17 lpm	10 kpa	4.18 lpm	10 kpa
4% (부하 사용처 1개)	10.90 lpm	10.07 lpm	199 kpa	5.00 lpm	44 kpa

즉, 차압 컨트롤러를 사용하게 되면 부하가 변하여 유량이 변하게 되더라도 시스템은 항상 일정한 차압이 유지되므로 컨트롤 밸브의 영향도는 좋은 상태가 유지되고, 시스템의 제어 성능 또한 안정적으로 유지될 것이다. 이로 인해 소음의 문제에서도 자유로울 수 있다. 일

반적으로 차압 컨트롤러는 개별 시스템에 사용되기 보다는 입상이나 구역을 나누고, 그 지역의 차압을 독립시키기 위한 방법으로 널리 사용되고 있다.



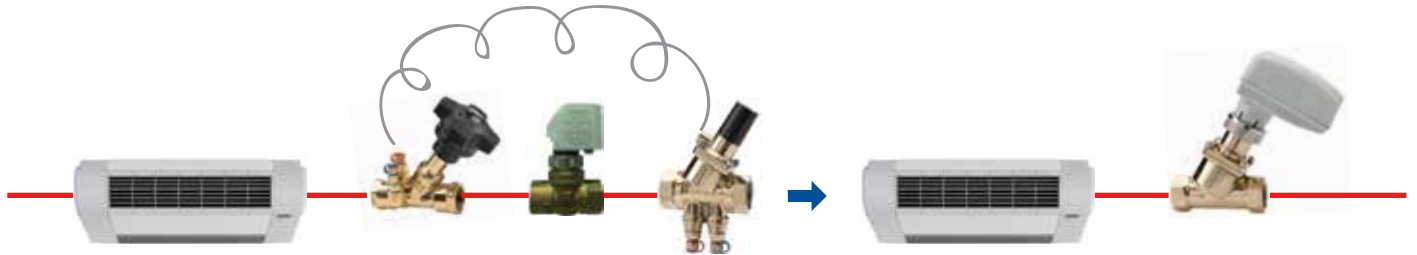
차압 컨트롤러의 일반적인 설치 개요

Hydronic Controls

복합밸브

최적의 밸런싱 시스템은 밸런싱 밸브와 컨트롤 밸브의 사용에 차압 제어를 위한 차압 컨트롤러를 함께 사용하는 것이다. 3개의 밸브를 사용함으로써 어떠한 부하 조건에서도 유량 제어와 차압 독립이 이루어져 시스템은 항상 안정적이고 최적의 제어 성능을 발휘할 것이다. 시스템에 밸런싱, 온도 컨트롤, 차압 제어를 사용하는 것이 최선의 방

법이지만 3개의 밸브를 사용해야 하므로 시공과 관리의 측면에서는 매우 불편한 일이 아닐 수 없다. 시공과 관리의 불편함을 해소하기 위해 새롭게 개발된 것이 복합밸브이다. 하나의 밸브에 밸런싱+온도 조절+차압 독립 제어의 3기능을 구현한 것이다. 이로써 시공과 관리는 편리해졌고, 동일한 제어 성능의 혜택을 누리게 되었다.



우리는 3가지 기능이 하나의 밸브에서 구현되므로 복합밸브라는 명칭을 사용하지만 원래 이 밸브의 정확한 명칭은 <압력 독립형 밸런싱 컨트롤 밸브 (PICV_Pressure Independent Control Valve)>이다. 어떻게 하나의 밸브에서 3가지 기능이 구현되는지 아래 그림을 통해 보여주고 있다.

- 1. 필요한 유량에 맞춰 밸브의 설정값 설정
→ 설정값에 따라 유체 통과 면적 변함.



- 2. 온도 변화에 따라 구동기에서 유체 통과 면적 변함.



- 3. 변화되는 압력을 감지하여 차압 제어부에 의해 차압을 제어하여 필요한 유량이 흐르게 함.



여기까지 밸런싱 밸브의 적용이 필요한 이유와 밸런싱 밸브의 종류와 특징에 대해 알아보았다. 어떠한 종류의 밸런싱 밸브가 가장 좋다는 것이 아니라 각 사용처의 특성에 맞는 밸런싱 시스템을 찾아 적합한 밸브를 사용하는 것이 더욱 합리적인 밸런싱 시스템을 구축하는 방법이다. **S**

RO Membrane 성능 최적화를 위한 관리 방안 2

RO Membrane 성능 저하 원인 및 관리 방안

RO 시스템의 성능을 최적의 상태로 유지하기 위해서, RO membrane의 성능을 저하시키는 주요 요인인 파울링(Fouling), 스케일(Scale), RO Membrane 손상 등이 발생하는 원인과 효과적인 Membrane 관리 방안에 대해 알아보하고자 한다.

파울링 (Fouling)

RO 시스템에 있어서 파울링을 유발하는 물질은 미사(Silt), 부유물질(Suspended Solid), 미생물, 실리카, 금속 부식 산화물 등이며, 이온 농도가 증가하여 과포화 상태에서 침전이 발생하는 스케일과 달리 각 성분의 농도에 관계없이 파울링을 유발한다. 부유물질은 RO Membrane 표면에 모이는 경향이 있으며 일반적으로 입자 간 반발력(repulsive charge)을 극복할 만큼 충분히 가깝게 밀집하여 RO Membrane 표면에 부착하기 쉬운 커다란 입자를 형성한다.

파울링은 생산수량(Permeate Flowrate)을 감소시키고, 압력 차 (ΔP , 급수 압력 - 농축수 압력)를 증가시키지만 용존 이온 제거율(salt rejection rate)에는 영향을 미치지 않는다. 파울링에 의한 membrane 성능 저하는 보통 세정(CIP, Clean In Place)에 의해 회복할 수 있다. 그러나 만일 세정 후에도 생산수량이 회복되지 않는다면 이는 너무 오랜 기간 파울링으로 인하여 파울링 정도가 과도하여 세정으로는 회복 불능 상태를 의미하는 것으로 이 때는 RO membrane을 교체해야 한다. 그러므로, 지속적으로 생산수량과 압력 차를 모니터링하여 적시에 세정을 실시해야 한다.



RO membrane Fouling 발생 사진

스케일 (Scale)

RO Membrane에서의 스케일은 용존 이온이 Membrane을 통과하는 과정에서 농축되어, 해당 이온의 용해도를 초과할 때 석출되는 현상이다. Membrane 표면 또는 Spacer (Membrane Sheet와 Sheet 사이 공간)에 부착하여 성장하게 된다.

스케일을 일으키는 주요 성분은 탄산칼슘, 황산칼슘, 황산바륨, 규산칼슘 & 마그네슘 등이다. 스케일이 형성되면 생산수량이 감소하며, 압력 차 (ΔP , 급수 압력 - 농축수 압력)를 증가시킨다. 스케일도 파울링과 마찬가지로 용존 이온 제거율(Salt Rejection Rate)에는 영향을 미치지 않으나 경계층에서 이온 농축과 결정화 등으로 생산수 수질을 떨어뜨린다.

스케일 형성은 pH 조절과 농축수의 이온 농도가 용해도 범위를 벗어나지 않게 잘 관리하여 방지할 수 있다.

스케일이 형성되었을 때 이의 제거 여부는 스케일 정도와 스케일 형태에 좌우된다.



RO membrane Scale 발생 사진

Water Treatment

탄산염 스케일은 상대적으로 쉽게 제거할 수 있으나 황산염(Sulfate)과 규산염(Silicate) 스케일은 효과적으로 제거하기가 매우 어렵다. 그

르므로 적절한 전처리를 통해 스케일 유발 성분이 유입되지 않도록 관리해야 한다.

RO Membrane 손상

RO Membrane을 손상시키는 대표적인 물질은 산화성 물질이다. 산화성 물질에 의한 Membrane 파괴는 한번 발생하면 비가역적으로 작용하기 때문에 재생이 불가능하다. 이러한 손상을 피할 수 있는 최선의 방법은 RO 유입수 중 잔류 산화성 물질을 제거하는 방법으로 일반적으로 아황산(CO_3^{2-})염을 사용한다.

RO 시스템 유입수의 높은 온도 또한 Membrane의 가수분해를 촉진시켜 손상시킨다. 최적의 RO 유입수 온도는 25°C 로 이를 유지하기 위해 열교환기를 설치하게 되는데 잘못 설계된 열교환기 때문에 높은 온도의 유입수가 공급된다면 초기 가동 시 RO 시스템에 큰 타격을 입힐 수 있다.

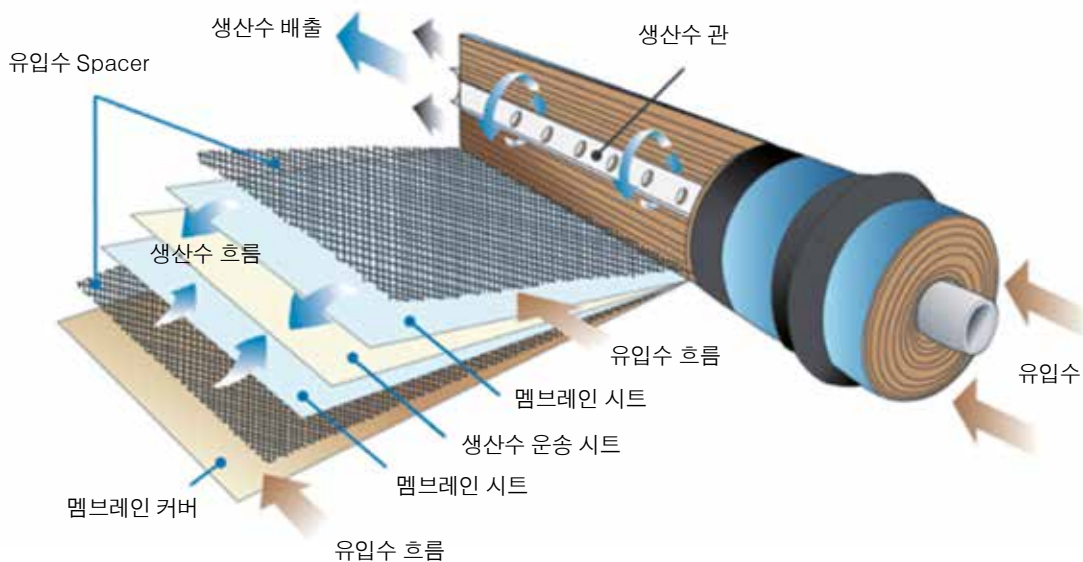
CaCO_3 스케일도 RO membrane 가수분해 속도를 증가시킬 수 있다. CaCO_3 용해도가 초과하게 되면 수중 평형을 유지하기 위하여 Membrane 표면에 석출되었다가 평형이 깨지면 다시 재용해 되는 과정을 계속해서 반복한다. 이러한 동안 Membrane 표면에 국부적인

pH 상승으로 빠르게 가수분해가 일어날 수 있다.

이러한 장애를 최소화 하기 위해서는 RO Membrane 제조사의 운전 가이드를 준수해야 한다. 운전 압력, 회수율(% Recovery), 염 제거율(Salt Rejection), pH, SDI, 급수 온도, 급수 탁도, 산화제 함량 등 제반 수치들이 제한 범위 내에서 이루어지도록 철저히 관리해야 한다. 급수 수질과 장치에서 변수가 발생하면 생산성 효율과 파울링 방지를 위하여 추가로 약품을 사용해야 할 경우도 있다. 파울링의 결과는 RO Membrane 교체 시기를 앞당기며 물 사용을 증가시키고, 에너지 원단위 상승, 유속 감소, 생산 수율 저하, 수질 악화, 예정에 없던 시스템 운전 중단 등을 초래할 수 있다.

RO Membrane 파울링을 제거하기 위한 전처리 방법으로는 응집 침전 또는 pH 조절 등의 방법이 있다. [W](#)

RO Membrane 구조





RO membrane 성능 저하 시 나타나는 주요 증상과 그 원인 및 조치 사항

주요 증상	부하	조치사항
염 제거율, 생산수량, ΔP 등 10 - 15% 변화가 있을 때	온도, 산화성 물질의 부적절한 관리에 의한 가수분해	→ 적합한 열교환기 사용, 적합한 환원제 사용
	파울링 또는 스케일 형성	→ 주기적인 카트리리지 필터 점검
	규조토, 모래, 유기물의 카트리리지 필터 Bypass 불충분한 약품 주입(스케일, 파울링 방지제)	→ 적합한 스케일 방지제 사용
	응집 침전조에서의 응집제 Carry-over	→ 응집 침전조 수위 제어 점검
	급격한 유입수 조성 변화	→ 수질 모니터링
	미생물에 의한 파울링	→ 미생물 살균제 사용
Cleaning 후에도 스케일 현상이 계속 될 때	펌프 임펠라, O ring 또는 Brine Seal 손상	→ 주기적인 RO 시스템 점검
	유입수 온도가 너무 낮을 때(15℃ 이하)	→ 적합한 열교환기 사용
	약품 주입량이 충분치 않을 때(스케일, 파울링 방지제) 스케일 제거를 위한 약품 선정이 잘못 되었을 때	→ 적합한 스케일 방지제 사용
	유입수 중 불용성 염이 존재할 때	→ 주기적인 카트리리지 필터 점검
	급격한 유입수 조성 변화	→ 수질 모니터링
	회수율이 설계치 보다 높게 나타날 때	→ 설계 조건에 맞는 운전
Cleaning 후에도 파울링 현상이 계속 될 때	비가역성 스케일 발생 또는 membrane 가수분해	→ Membrane 교체
	유입수 SDI > 5 (Slit Density Index, 부유물질 농도 지표) 유입수 탁도 > 0.2NTU	→ 주기적인 카트리리지 필터 점검
	유입수 중 Fe, Al 등 중금속이 존재할 때 카트리리지 필터 Bypass 또는 5μm 이하 입자 존재	→ 적합한 스케일 방지제 사용
	부적절한 파울링 방지제 사용	→ 적합한 스케일 방지제 사용
	잘못된 파울링 세정제 선정	→ 적합한 세정제 사용
	비가역성 파울링 또는 Membrane 가수분해	→ Membrane 교체
Cleaning 후에도 미생물에 의한 장애가 계속될 때	살균제 농도 불충분 급수 중 TOC > 10ppm 급수 중 미생물균수 > 104CFU/cm ²	→ 알맞은 살균제 사용 주기적인 카트리리지 필터 점검
	스케일 방지제 탱크 및 주입 라인 미생물 오염 가능성	→ 주기적인 약품 탱크 점검 및 세정



SRV66

청정 유체용 감압밸브

SRV66 앵글타입 청정 유체용 감압밸브는 유체와 접촉되는 모든 부분이 316 스테인레스강 재질로 제작되어 위생적이며 청정 스티프 및 액체, 가스 등에 적용할 수 있다. 이 밸브는 위생적으로 청결한 클램프를 사용하여 배관에 연결할 수 있으며, 2차측 압력을 감지하기 위한 별도의 외부압력 감지관이 필요 없다.

■ 설치 시 주의사항

- 밸브를 설치하기 전에 반드시 배관을 깨끗이 청소해야 한다.
- 이상적인 감압밸브의 설치는 최소한 감압밸브의 입구 측에 기수분리기와 스트레너를 설치해야 한다.
- 감압밸브는 항상 밸브 입구 측이 수직으로, 스프링 하우징이 밸브 위쪽에 놓이도록 설치되어야 한다.
- 밸브의 2차 측에 스톱밸브를 설치하는 경우 밸브 앞쪽에 트랩을 설치하여 2차 측 배관에 물이 고이지 않도록 한다.

■ 정비공구



■ 분해 순서

* 조립은 분해 역순으로 진행합니다.

	→		→		→	
SRV66		클램프 분리		스프링 하우징 분리		다이아프램 고정 너트 이완
	→		→		→	
잠금 너트 이완		와셔 제거		다이아프램 상부 플레이트 분리		다이아프램(EPDM) 분리
	→		→		→	
다이아프램(PTFE)		다이아프램(PTFE) 제거		다이아프램 하부 플레이트 분리		신규 다이아프램 분리 (EPDM, PTFE)



한국스파이렉스사(주)
AS팀 정유성 차장

■ 이상 현상에 대한 조치 방법

현상	원인	조치방법		부품
스팀 외부로 누출	다이아프램 파손	스프링 하우징 분해	다이아프램 교체	다이아프램 교체
2차측 압력 상승	밸브 시트 이물질 걸림	밸브 전체 분해	밸브 / 시트 청소	
유량 통과하지 않음	1차측 스트레나 막힘	1차측 스트레나 분해	스트레나 청소 / 교체	



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 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 단정해서는 안된다.

온도 : 압력 차단 후 상온으로 냉각될 때까지 기다려서 작업자의 화상을 방지하고, 필요하면 보호 장비를 착용해야 한다.

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



2018년 스팀기술연수교육 안내

◆ 2018 스팀기술연수교육 일정 안내

OCT 10	NOV 11	DEC 12
STSC 특별 수배관 시스템과정 11(목) ~ 12(금)	STSC 1816 ESPP를 통한 에너지절감과정 07(수) ~ 09(금)	STSC 1820 정유 및 석유화학과정 04(화) ~ 05(수)
STSC 1814 일반과정 17(수) ~ 19(금)	STSC 1817 일반과정 14(수) ~ 16(금)	STSC 1821 대학(원)생과정 2차 07(금)
STSC 1815 스팀보일러 하우스과정 24(수) ~ 26(금)	STSC 1818 스팀에서의 제어 및 모니터링과정 21(수) ~ 23(금)	STSC 1822 일반과정 12(수) ~ 14(금)
	STSC 1819 일반과정 28(수) ~ 30(금)	

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, 2017년까지 약 16,600여 명 이상이 본 과정을 수료하였습니다.

교육과 관련된 자세한 사항은 당사 홈페이지 www.spiraxsarco.com/global/kr에서 확인하시기 바랍니다.

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

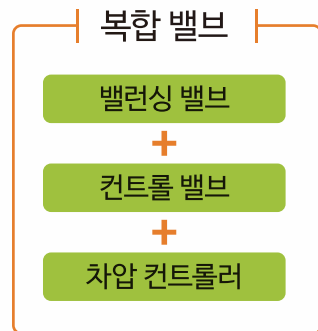
과정명	대상	기간	교육비(VAT 포함)
■ 일반과정	스팀 시스템을 관리하는 공무, 시설, 정비, 원동 및 열관리 담당자	2박 3일	583,000원
■ 스팀보일러하우스과정	보일러 및 냉각수 시스템을 관리하는 운전, 공무, 시설, 열관리 담당자		
■ ESPP를 통한 에너지절감과정	산업체 및 빌딩의 스팀 및 유체 에너지 관련 담당자, 관리/운영자		
■ 스팀에서의 제어 및 모니터링과정	스팀 시스템에서 계측제어, 스팀 설비관리 담당자(운전, 정비, 운용, 관리)	1박 2일	473,000원
■ 수배관 시스템과정	수배관 시스템 관리, 설계 담당자		
■ 정유 및 석유화학과정	엔지니어링 회사의 설계 담당자 및 석유화학 회사의 설계, 정비, 생산부 실무자	1일	무료
■ 대학(원)생과정	스팀 시스템의 기초 교육을 원하는 대학생 또는 대학원생		
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.)		



한국스파이렉스사코의 **Frese 밸런싱 시스템**은
수배관에서 **에너지 절감**을 위한 최고의 솔루션입니다.

Q. 어떠한 압력 변화와 부하 변동에도 항상 일정한 차압 유지와 완벽한 유량 제어를 위한 선택은?

A. Optima Compact 압력 독립형 컨트롤 밸런싱 밸브



Q. 아직 유량이 결정되지 않았다면? 사용 중에 필요 유량이 바뀔 수 있다면?
자동 밸런싱 밸브의 카트리지가 교체가 불편하다면?

어떠한 차압 변화에도 완벽한 유량 제어를 원한다면? 구동기가 필요 없는 복합밸브를 원한다면?

A. Sigma Compact 다이내믹 밸런싱 밸브

