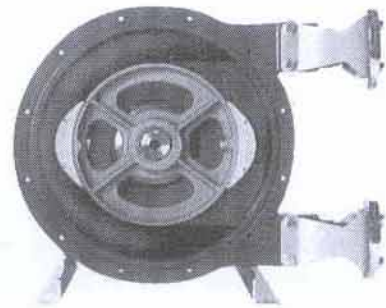


스파이렉스사코의 새로운 제품 가족

# 정비 작업이 필요없는 고압용 호스펌프 Bredel Hose Pumps

**Maintenance Free!**  
**Sealless!**  
**Valveless!**

정유량 튜브연동식 펌프의 대명사 왓슨말로우는 1997년 고압 대용량의 연동식 호스펌프 메이커인 브레델사를 인수하여 저압 소용량에서 고압 대용량까지의 광범위한 정유량 펌프 공급시스템을 구축하였습니다.



### 브레델 호스펌프의 특징

- 펌핑이 곤란한 용액 이송능력 탁월
  - 마모성이 강한 금속성 슬러리
  - 부식성이 강한 액체
  - 고회전시 변질되기 쉬운 물질
  - 고점도 슬러리와 용액
- 펌프헤드의 고장이 거의 없음
- 간편한 호스 교환
  - 펌프의 분해없이 신속한 호스 교환
- 배관 내부의 용이한 세척기능
  - 그랜드, 팩킹, 밸브등의 틈새가 없고 매끄러운 유체 흐름으로 세척이 용이
- 고진공의 흡입 및 토출 가능
  - 95%의 진공도를 유지하는 자흡능력
- 장시간 공회전시 문제없이 작동
- 정회전 역회전을 반복 작동 가능

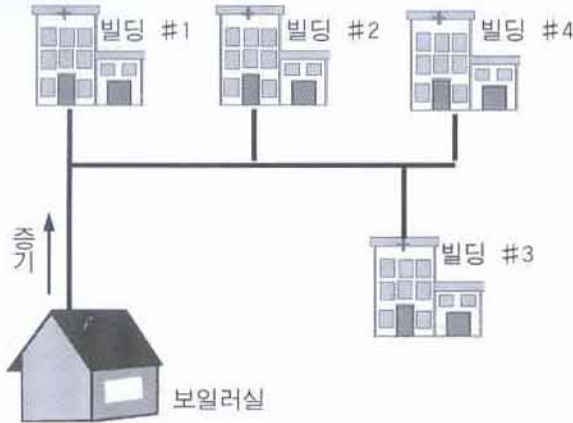
### 대표적 적용사례

- 수처리 및 폐수처리분야
  - 슬러리 이송, 필터프레스 폐수이송
  - 석회, 가성소다, 황성탄, 폴리머 이송
- 제지 및 요업분야
  - 점토 슬러리, 황성부유액 이송
  - 펄프, 접착액, 코팅액 등 이송
- 광업분야
  - 광물 슬러리, 석탄 슬러리 등 이송
  - 산성액, 시안화액 이송
- 건축분야
  - 시멘트 몰탈 이송
  - 시멘트 반죽 이송 및 인제션
- 기타산업분야
  - 각종 폐기물 이송
  - 도축장 폐기물 이송
  - 화장품, 치약, 비누의 이송

### 펌프모델 및 규격

구 분	미니 펌 프					대 형 펌 프				
모 델	SP/10	SP/15	SP/25	SP/32	SP/40	SP/50	SP/65	SP/80	SP/100	
호스내경(mm)	10	15	25	32	40	50	65	80	100	
연속운전유량(L/hr)	106	375	1,800	3,375	6,000	10,500	20,000	28,000	36,000	
연속운전최대펌핑속도(rpm)	80	75	100	90	75	60	50	40	30	

# 효율적인 증기 공급배관시스템을 위하여



(그림 1) 증기 공급배관 시스템

산업현장에서 증기는 1kg의 질량에 비하여 상당히 많은 에너지를 함유하고 있고 많은 장점이 있어 주로 열매체로 많이 사용되고 있습니다.

이 증기를 효율적으로 활용하기 위해서는 정확한 배관 및 콘트롤밸브의 설계 및 선정이 필수적이며, 이번에는 (그림 1)과 같은 설비시스템에서 증기 공급배관시스템의 설치 및 작동에 대하여 초점을 맞추어 알아보기로 하겠습니다.

## ■ 증기 공급배관 비용을 최소화하려면

증기 공급배관의 설치비용은 시스템이 보일러의 최고 증기 발생압력과 근접한 압력으로 운전될 때 최소화할 수 있습니다.

보일러에서 증기발생압력을 최대한 높게 유지하면 보일러 동체내에 저장할 수 있는 증기의 양을 향상시켜 주며 증기배관의 구경을 적게 할 수 있습니다.

(표 1)은 증기의 압력과 증기통과량에 따라 적정한 증기 배관의 구경을 보여줍니다.

고압으로 증기를 공급하면 배관 비용은 절감이 되지만 증기 사용처의 앞에서 감압밸브를 설치하므로 비용에 차이가 없다고 생각할 수 있습니다. 그러나 감압밸브 시스템의 설치비용은 배관비의 절감에 따른 비용에 비해 극히 일부에 지나지 않으며 또한 증기사용처에 공급되는 증기의 압력이 안정되는 이점도 있어 증기는 가능한 고압으로 공급하여 현장에서 감압하여 사용해야 합니다.

(표 1) 시스템의 운전압력에 따른 배관구경

증기통과량 (kg/h)	증기압력 대 배관구경			
	압력 (barg)	구경 (mm)	압력 (barg)	구경 (mm)
6,000	10	125	7	150
8,000	10	150	7	200
10,000	10	200	7	200
15,000	10	200	7	250

## ■ 보일러의 시동은 서서히

증기시스템의 초기 가동은 매우 서서히 이루어져야 합니다. 보일러의 압력을 서서히 상승하고 증기공급을 서서히 하면 배관에서의 열응력이 적게 발생하며 초기 부하가 많이 걸려도 보일러에서의 프라이밍을 방지할 수 있고 워터 해머없이 증기시스템을 승압하고 시동할 수 있습니다.

일반적으로 초기 가동을 서서히 할 때는 주로 수동으로 증기를 공급하나 보일러의 가동과 정지가 빈번한 경우에는 자동시스템을 도입하여 초기 가동이 서서히 이루어지도록 해야합니다.

증기공급을 서서히 위한 자동시스템은 펄스타이머(Pulsed Timer, 신호를 받은 후 수초 후에 작동되는 타이머)를 사용할 수 있으나 최근에는 원하는 압력까지 단계적으로 압력을 올리는 계단식 압력조절 시스템(Ramped Pressure Control System)을 사용하기도 합니다.

(그림 2)는 초기 가동을 서서히 하기 위한 자동콘트롤 방법을 나타낸 것으로 공압식밸브를 사용하고 있으나 충분한 시간을 갖고 단계적인 증기공급을 위해서는 전기식밸브를 사용할 수도 있습니다.

## ■ 부하변동이 심한 증기시스템의 안정된 증기공급을 위하여

증기사용량이 보일러의 증기발생용량을 초과하면 증기 배관내의 압력은 강하게 됩니다.

압력강하가 발생하면 모든 사용처에 공급되는 증기유량을 감소시키고 압력이 감소되었기 때문에 열전달되는 온도도 강하게 됩니다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 두가지 방법이 있는데

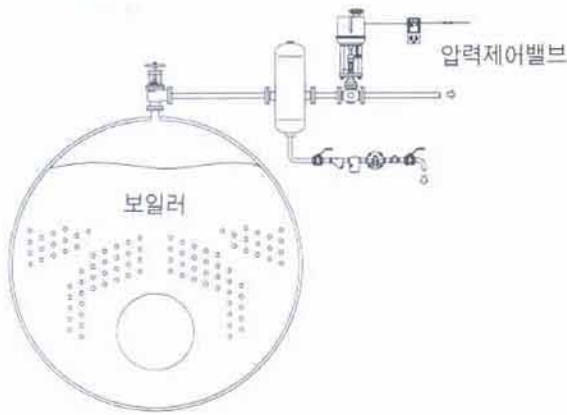
1. 증기 축열기(Steam Accumulator)를 사용합니다.
2. 1차압력 조절밸브를 사용하여 피크부하가 발생하였을 때, 중요하지 않는 공정으로의 증기유입을 차단하여 압력을 유지합니다.

이들 방법은 상당히 효과적이거나 각각의 현장 조건과 설치비용 및 운전비용 등을 감안하여 선택해야 합니다.

축열기는 상대적으로 간단한 설계이지만 설치 공간이 크고 가격이 높으며, 1차압력 조절밸브를 응용하는 시스템은 설계시 고려사항이 많아 복잡하지만 가격적인 면과 설치가 간단하여 급격한 부하변동이 많지 않은 경우에는 훨씬 효율적입니다.

## ■ 대표적인 1차압력 조절시스템의 설계

(그림 1)의 증기 공급시스템에서 보일러의 최고부하가 8,000kg/hr이고 증기사용처의 부하는 일정하며 초기 가동시



[그림 2] 초기 가동을 서서히 하기 위한 콘트롤 방법

(주) 그림2는 공압식 조절밸브를 사용하는 것으로 되어 있는데, 경우에 따라서는 전기식 조절기와 필스타이머를 사용할 수도 있습니다.

의 부하는 [표 2]와 같다고 가정합니다.

공장 3과 4는 2시간 동안은 증기를 사용하고 4시간 동안은 증기를 사용하지 않는 배취공정입니다.

또한, 공장 3과 4는 동시에 작동되고 최소한 필요로하는 증기의 압력은 7barg이고 온도는 170°C 이하로 초기 가동 부하는 7,500kg/h입니다.

공장 1과 2는 다른 공정과 연관없이 독립적으로 운전되고 어느정도까지 증기 공급이 중단되어도 문제가 없는 공정이라고 정합니다.

보일러는 모든 시스템에서 안정적인 운전을 위해 정상운전시 요구하는 증기를 동시에 공급할 수 있는 충분한 용량을 가지고 있지만 공장 1과 2가 운전되고 있는 동안에 공장 3과 4가 가동 된다면 증기사용량은 급격히 증가하게 되고 순간적으로 증기 배관내의 압력은 상당히 떨어지게 됩니다. 압력이 강해지면 각 사용처에 유입되는 증기의 유량이 감소하게 되고 필요한 열량도 감소합니다.

이때, 만약 압력이 7barg이하로 내려간다면, 공장 3과 4가 초기 가동될 때에는 공장 1과 2에 공급되는 증기를 차단해야 합니다.

증기 공급을 차단하기 위해서 자율식 압력조절밸브를 공장 1과 2의 증기 공급 배관에 설치하는 것이 가장 간단합니다. 공장 1에 증기를 공급하는 밸브는 만약, 압력이 9barg이하로 내려가면 증기의 공급을 차단하고, 공장 2에 증기를 공급하는 밸브는 만약, 압력이 8barg이하로 내려가면 증기의 공급을 차단합니다. 이렇게 하여 공장 3과 4의 가동 초기에 공급되는 증기의 압력이 최소한 필요로하는 압력 이하로 내려가지 않도록 유지하기 위한 것입니다.

## ■보일러 용량이 과다하게 클 경우

만약, 어떤 이유에서인가 증기사용량보다 보일러의 용량이 과잉되게 크게 되면 일반적으로 증기발생압력을 낮추어 연료 효율을 증대시키려 합니다. 이러한 시도는 다음과 같은

[표 2] 초기가동 부하 및 운전부하

각 공장에 따른 공정운전순서	공장별 초기 가동부하 (kg/h)	공장별 정상 운전부하 (kg/h)
B1	4	2,500
B2	5	1,000
B3	1	4,000
B4	1	3,500
Total	-	15,000

연구 검토가 선행되어야 가능하며, 효과를 볼 수 있습니다.

- 공정에서 저압증기 즉 저온의 증기를 사용하여 열전달속도가 감소하여도 문제가 없다고 허용할 때,
  - 고압을 기준으로 하여 선정된 증기배관과 콘트롤밸브를 통해 공급되는 증기의 양이 감소하여도 제품 생산에 문제가 없을때,
  - 공정의 초기 가동시의 증기소비량의 증가로 인해 증기압력이 공정에서 필요로하는 압력이하로 떨어지지 않거나 보일러의 프라이밍을 발생시키지 않을때
- 검토후 문제가 발생한다면 그대로 고압의 증기를 공급하거나 관련된 배관을 재 설치한 후(일반적으로 배관구경이 커 집니다.) 압력을 낮추어야 문제가 없습니다.

## ■저압의 증기 사용처에서는

증기를 고압으로 수송하는 것이 가장 경제적이지만 일부 설비에서는 운전 특성 또는 설비의 내압 등을 고려하여 고압증기를 그대로 사용하지 않고 감압하여 사용해야 하는 경우가 있습니다. 이런 경우에 증기사용처의 1차측에 감압밸브 스테이션을 사용해야 합니다.

감압밸브의 2차측 배관이 4" 이하인 곳에서는, 파이롯트 다이어프램 감압밸브를 사용하는 것만으로도 충분하며 5" 이상의 배관에서는, 공압식 감압밸브와 전기식 콘트롤방식을 도입하여 설치하는 것이 압력을 제어하는데 더 효과적일 수 있습니다. 일반적으로 전기식 조절기는 그 속도가 매우 느리고 고가이기 때문에 압력조절용으로는 추천하지 않습니다.

## ■온도에 민감한 응용처에서 증기제어

많은 공정 유체는 과열된 온도에 의해 손상을 받을 수 있으며 대부분의 경우 공정액 전체의 온도가 제품 손상을 가져오는 온도까지 상승하지 않더라도 국부적인 손상은 가져올 수 있습니다.

예를 들면, 우유살균기가 3barg로 운전될 수 있는 데, 이때 살균기의 표면온도는 3barg에 해당되는 143°C가 될 수 있으며 이 온도에서 우유는 카라멜화 됩니다. 따라서 우유가 조금이라도 이 표면에 접촉하면 카라멜화되고 전 제품을 망치게 되지만 설비내 대부분의 온도는 카라멜화 온도보다 낮은 온도를 유지하고 있습니다.

이러한 문제점을 방지하기 위해서, 압력과 온도조절시스템이 사용됩니다. 이러한 시스템은 증기의 유량을 조절함으로써 온도를 제어합니다.

이때, 감압밸브는 온도조절밸브 앞에 설치하여야 합니다.

## ■ 감압은 콘트롤시스템을 향상시킵니다.

안정된 제어를 하기 위해서는 올바르게 선정된 콘트롤밸브와 함께 감압밸브를 사용하는 것이 좋습니다. 이러한 시스템은 공급되는 최대 에너지량을 제한하여 공정에 증기가 공급되어 발생가능한 과열과 온도변화를 줄여줍니다.

만약 10barg의 증기가 최저부하에서 단지 2barg의 증기만 필요로하는 공정에 공급된다면, 밸브는 이 부하조건에서 8barg의 압력강하를 해야합니다. 밸브 시트에서의 5:1의 압력강하는 너무 크게되며 이로 인하여 모든 콘트롤 시스템의 성능을 떨어뜨리고 콘트롤 신호와 밸브의 성능이 서로 맞지 않는 결과를 가져옵니다. 이 경우에 감압밸브를 설치하면 매우 효과적입니다.

## ■ 냉각과 가열공정이 반복되는 경우

많은 배취 가열공정은 가열공정이 끝난 후에 제품을 냉각하는데 이 가열과 냉각공정을 위하여 각각 별개의 열교환기를 사용하거나 한개의 열교환기에 증기와 냉각수 모두를 사용하고 있습니다.

하나의 열교환기를 사용하는 것은 설비비용은 저렴하지만 가열과 냉각 매체를 분리하기 위한 복잡한 콘트롤 시스템이 필요하게 됩니다.

(그림 3)은 냉각과 가열에 사용되는 매체를 각각 분리하

여 콘트롤 하는 시스템을 나타낸 것입니다. 이 시스템을 성공적으로 운용하는 열쇠는 2-way밸브를 사용하는 것입니다. 3-way밸브를 사용하는 방법도 생각할 수 있는데 3-way밸브를 이용하는 시스템에서는 가열공정에서 냉각공정으로 변환하는 동안에 공정매체가 오염될 수 있는 가능성이 항상 내재되어 있기 때문에 추천하지는 않습니다. 이때 일반적으로 매체변환 및 드레인 밸브는 볼밸브를 사용하며, 콘트롤 밸브는 글로브밸브를 사용합니다.

그림3의 경우에는 가열공정과 냉각공정(또는 냉각공정과 가열공정) 사이에 정지시간(Dead Times)이 있어 이 기간동안 열교환기 내의 응축수 또는 냉각수를 드레인 합니다.

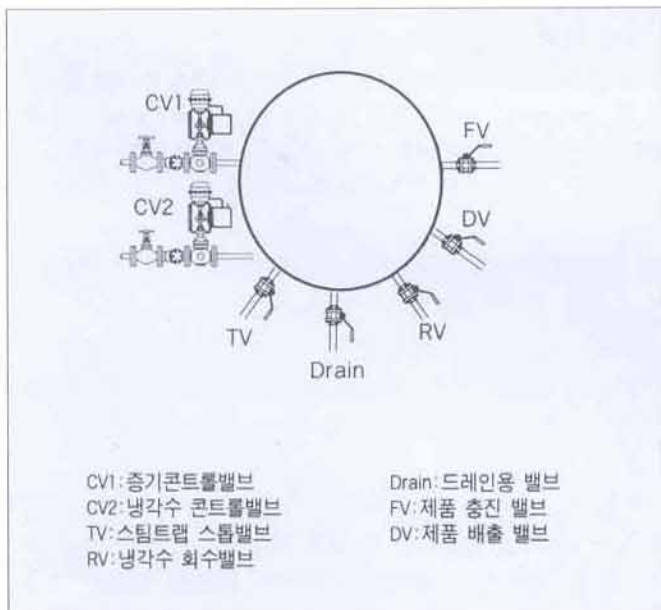
## ■ 진공에 대한 고려

증기는 물의 끓는점보다 높은 온도에서 열을 전달하지만 때로는 물의 끓는점보다 낮은 온도에서 열을 전달하기도 합니다. 물의 끓는점보다 낮은 온도에서 열을 전달하는 조건에서는 열교환기에서 증기가 대기압보다 낮은 압력에서 응축됩니다.

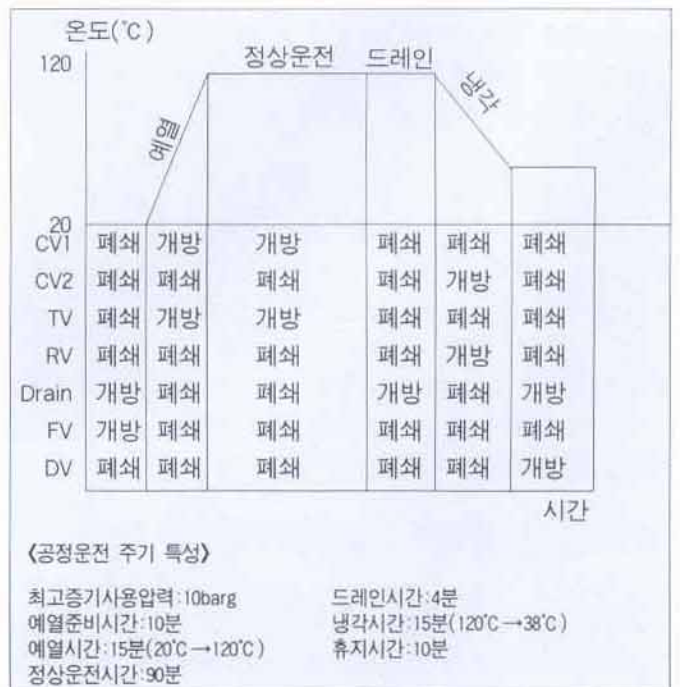
이러한 경우에 콘트롤밸브는 증기의 유량을 줄이기 위해 밸브를 닫게되고 그 결과 압력강하가 증가하기 때문에 열교환기내의 압력(또는 온도)이 감소하게 됩니다.

열교환기는 열전달 조건이 허용되는한 모든 압력조건에서 열전달이 이루어지지만 응축수는 만약 증기공간내 압력이 응축수 회수배관의 압력보다 높지않으면 열교환기에서 배출되지 않습니다. 만약 단순히 스팀트랩만 사용된다면, 그 시스템은 응축수배출 정지(Stall)조건으로 될 것입니다.

응축수배출 정지조건이 발생하면 응축수는 배출되지 않고 열교환기내에 정체되므로 응축수가 열교환기내에 점점 차오르게 되면서 증기가 응축되는 전열면이 감소하게 되고



(그림 3) 냉각과 가열이 조합된 콘트롤 시스템



열전달이 제대로 되지 않습니다.

이제 감소된 열전달율을 보상하기 위해서 콘트롤밸브는 점점 열려 증기가 공급되고 열교환기내의 압력은 상승하게 됩니다. 증기의 압력이 대기압보다 크게되면 응축수는 다시 배출되기 시작합니다. 응축수가 배출되면, 전열면적은 다시 증가하게 되고 콘트롤밸브는 폐쇄되기 시작합니다.

이렇게 응축수배출 정지조건이 발생하면, 이와같은 현상이 계속 반복적으로 발생하게 됩니다. 온도조절되는 설비에서 응축수배출 정지조건이 발생하면, 열교환기의 전열면에 열응력이 발생하여 수명이 단축되고, 부식 및 동파에 대한 위험성이 증가하게 됩니다.

또한, 증기압력이 대기압 이하로 내려가는 경우에 어떤 종류의 스팀트랩은 공기가 시스템내로 유입되도록 합니다. 만약 이러한 현상이 발생한다면, 공기에 의하여 열교환기의 열전달율이 더욱더 감소하게 됩니다. 이러한 문제는 역류를 방지할 수 있는 스팀트랩을 사용하거나, 별도의 자동에어벤트를 사용하여 해결할 수 있습니다.

증기의 부하가 변동되는 열교환기에서는 응축수배출 정지조건을 해결하여 효율적으로 응축수를 배출하는 유일한 방법은 대기압식 무동력 펌프를 사용하는 것입니다.

## IMF시대의 에너지절약은 한국스파이렉스사코(주)와 함께

산업체에서 대표적인 유틸리티로서 사용되고 있는 전기와 증기는 에너지 절약과 직결되는 것으로 그중에서도 증기는 생산성과도 직간접으로 연결되어 있는 증기의 효율적인 사용을 위해 한국스파이렉스사코(주)는 지난 20년간 최선을 다해 고객여러분에게 다양한 기술 서비스를 제공하여 오고 있습니다.

특히 최신의 기술지식 보급, 최신의 서비스 제공, 최고품질의 제품 공급등의 경영방침 아래 제공되는 8가지 기술서비스는 다른 어떤 경쟁사에서도 제공할 수 없는 것으로 영국과 전세계의 스파이렉스사코 그룹사에서 경험한 실무를 바탕으로 축적된 기술을 전국의 스파이렉스사코의 기술지원망을 통하여 항상 고객편에서 제공되고 있으며 또 다양한 산업분야에서 그 성과를 올리고 있습니다.

증기시스템의 에너지절약과 생산성 향상의 대명사인 저희 한국스파이렉스사코의 토탈서비스는 항상 고객여러분을 위하여 준비되어 있습니다.

### 토탈서비스 문의처:

서울본사	TEL : (02) 525-5755	FAX : (02)525-5766
인천공장	TEL : (032)811-0494	FAX : (032)811-6215
인천영업소	TEL : (032)814-5755	FAX : (032)814-3898
수원영업소	TEL : (0331)38-5755	FAX : (0331)39-3682
대전영업소	TEL : (042)636-4342	FAX : (042)636-4344
청주영업소	TEL : (0431)233-3494	FAX : (0431)233-3495
대구영업소	TEL : (053)755-0771	FAX : (053)754-1137
전주영업소	TEL : (0652)72-6670	FAX : (0652)72-6671
광주영업소	TEL : (062)366-5755	FAX : (062)366-6232
부산영업소	TEL : (051)517-5755	FAX : (051)517-5766
창원영업소	TEL : (0551)68-5755	FAX : (0551)68-5754
울산영업소	TEL : (052)249-5744	FAX : (052)249-5725
여수영업소	TEL : (0662)82-1208	FAX : (0662)81-2655

### IMF 특별 진단팀 운영

한국스파이렉스사코(주)는 이 IMF시대의 어려움을 슬기롭게 극복하기 위한 방안으로 고객여러분의 증기시스템을 보다 효율적인 에너지절약시스템으로 구축하기 위한 IMF 특별 진단팀을 구성하여 24시간 운영하고 있습니다.

전세계 100여개국에서 축적한 노하우와 국내에서 20여년간 실시한 2500여건의 증기시스템 진단 경험으로 여러분에게 실질적인 도움이 될 것을 약속합니다. 적극적인 활용을 바랍니다.

### IMF 특별 진단팀 문의처

서울 본사 기술영업지원팀 : (02) 525-5755  
및 전국의 토탈서비스 문의처



## 한국스파이렉스사코(주) 8가지 기술서비스

- 기술상담
- 엔지니어링
- 증기실무연수교육
- 공장진단
- 아프트세일즈서비스
- 기술세미나
- 전시회
- 고객통신문 및 기술자료

# 제지회사에서의 공기 가열 시스템

## - 효율적인 응축수 회수시스템으로 해결한다. -

다음의 응용사례는 미국의 한 고객의 성공사례에서 발췌한 내용입니다. 이 내용에서 개략적인 내용을 이해하시고 보다 상세한 내용을 원할 경우에는 연락주시기 바랍니다.

### ■ 응용

일반적으로 제지회사에서는 대량의 더운공기를 필요로 하며 특별히 동절기에는 더욱 많은 양의 공기를 가열하여야 합니다. 이들 공기 가열시스템은 2개의 공정으로 나누어져 있습니다.

#### 1. 제지기계 또는 공정 가열용(Machine or Process)

제지기계 또는 공정용 공기는 제지기계 주변이나 특별히 고온의 가열이 필요로하는 기계의 특정부위 예를 들어 포켓 배기시스템(Pocket Ventilation) 또는 포켓 배기코일에 공급됩니다.

#### 2. 공장용(Mill)

공장용 공기는 난방을 위해 뜨거운 공기를 사용합니다.

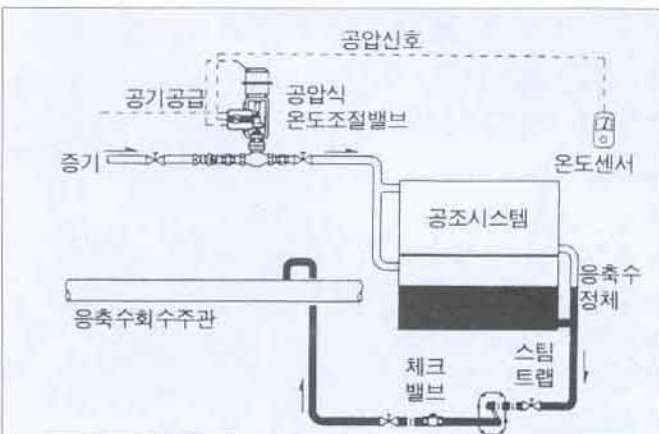
### ■ 문제점

미국의 한 제지공장은 (그림 4)과 같이 에어히팅 코일에서 응축수가 정체되거나 워터해머가 동반되는 고질적인 동파의 문제가 발생되고 있습니다.

증기코일은(증기압력 3.5kg/cm<sup>2</sup>, 10kg/cm<sup>2</sup>) 반복적으로 풍선처럼 부풀어 오르거나 터져서 정비비용이 증가하고 안전 문제로 골치를 앓고 있습니다. 여러개의 코일이 정비기간중 교체된 후 수리가 필요합니다.

### ■ 해결방법은 간단하데 있었습니다.

스파이렉스사코의 영업사원이 이 공장을 방문하여 현장을 분석하고 단계적으로 개선하기 위한 방안을 제시하여



(그림 4) 개선전

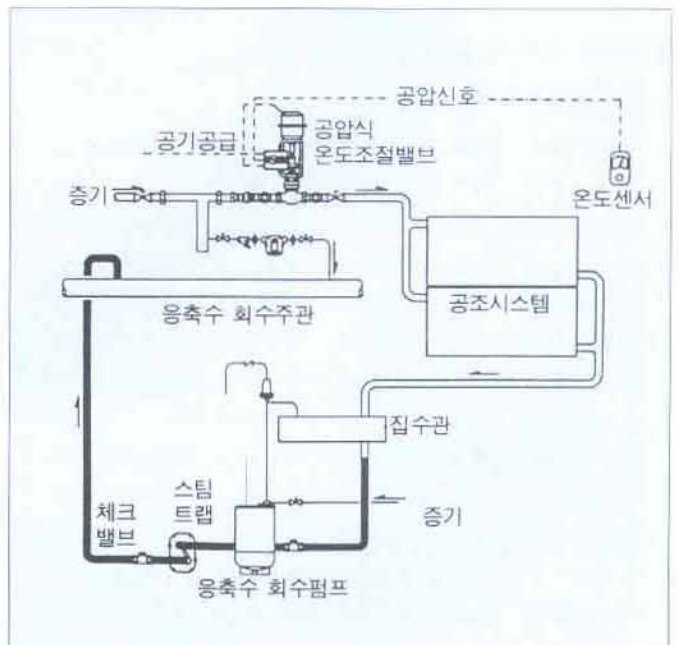
공기가열 시스템 전체를 교체하였습니다.

개선에는 주로 볼후르트 트랩과 오그덴 응축수 회수펌프가 사용되었으며 (그림 5)에 개략적인 개선시스템이 있습니다. 이 개선시스템은 다른 열교환기의 효율개선을 위해서도 적용할 예정입니다.

결국 설비에서의 효율적인 응축수 회수와 적절한 타입의 스팀트랩이 필수적이라는 것을 잘보여주는 사례로서 현재까지 약 30대의 오그덴펌프와 후르트트랩 세트가 공급되어 효과적으로 운전되고 있습니다.

### ■ 개선후 잇점과 효과

- 에너지 절약이 보장되며 이 밀폐시스템에 의한 응축수 회수를 통하여 재증발증기 손실이 없습니다.
- 벤트를 통한 약품의 손실도 없으며 응축수의 회수를 통한 수처리 약품의 비용도 절감됩니다.
- 개선된 히팅코일 시스템에 의해 응축수 정체현상도 사라지고 공기의 가열효율도 개선되어 요구하는 온도를 쉽게 얻게 됩니다.
- 응축수 정체, 워터해머 및 동파의 문제가 사라져 정비 비용도 현저하게 감소합니다.
- 증기와 응축수의 누출이 감소하여 개인의 안전에도 효과가 상승합니다.



(그림 5) 개선후

# 열교환기에서의 과열증기 사용에 대한 고찰

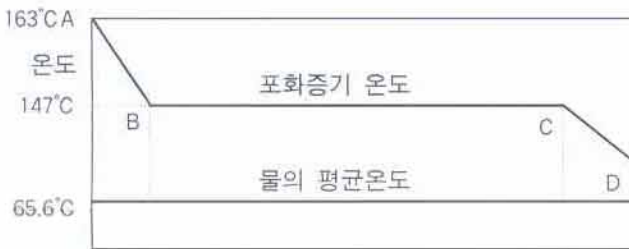
- 전열면적이 추가로 필요하게 된다. -

많은 경우 열교환기에 과열증기를 사용하면 안되는가에 대한 의문에 대해 과열증기를 사용하면 포화증기를 사용하는 것에 비해 비효율적이며 문제가 많다는 답변을 하는데 그 이유 중의 하나인 전열면적의 증가에 대해 같이 연구하여 보기로 합니다.

설명을 쉽게 하기 위해 탱크의 물을 3.5kg/cm<sup>2</sup> 증기가 공급되는 단일 히팅코일로 가열하는 경우에 포화증기(포화온도 297°F, 147°C)와 온도가 325°F(163°C)인 과열증기의 경우를 예들들어 알아 보기로 합니다.

과열증기의 경우 코일을 따라 변화하는 증기의 온도는 물의 평균온도를 150°F(65.6°C)라고 가정할 때 그림1과 같이 A-B-C-D의 곡선이 됩니다.

설비에 유입되는 과열증기는 제일 먼저 A에서 B로 냉각되면서 과열도를 잃게 됩니다. B에서 C의 단계는 포화증기 단계로서 온도 변화없이 잠열만 변하게 됩니다. C에서 D는 응축수가 과냉되어 배출되는 것을 보여주며 응축수가 포화온도에서 배출되면 그래프는 C에서 잘리게 됩니다.



응축수의 과냉이나 응축수에서 재증발증기의 배출은 다른 문제로 여기서는 설명을 생략합니다.

그러나 과열증기의 전열과정에서 U값과 dT가 계속 변화하므로 일반적으로 사용되는 표준 열전달 공식인  $Q=UA\Delta T$ 를 사용할수가 없으며 과열증기에서 포화증기로 상태가 변할때 총열전달계수 U값이 변하는 것도 문제입니다.

## ● 포화증기의 전열량 계산

우리는 포화증기의 응축에 대해서는 아주 익숙하므로 우선 포화증기의 열전달부터 이야기를 시작하겠습니다.

총열전달계수 U값을 가정하여 150Btu/ft<sup>2</sup> hr<sup>-1</sup>F(732kcal/m<sup>2</sup> hr<sup>-1</sup>C)라고 하면 총저항값은 1/U=0.006667(0.001366)이 됩니다. 이 값은 응축수막, 금속층, 물쪽 수막 등의 저항의 총합이 됩니다.

과열증기의 열전달 저항을 구하기 위해서 먼저 포화증기의 응축수 발생되는 응축수막의 저항을 계산하여 전체의 저항값에서 응축수막의 저항값을 뺀 값을 계산합니다.

Badger & McCabe의 Elements of Chemical Engineering 또는 Perry의 Chemical Handbook에 보면 응축수막의 필름계수를 구하는 Nusselt의 공식이 있는데 다음과 같습니다.

$$H = 0.725 \left( \frac{K \times d^3 \times G \times L}{D \times u \times dt} \right)^{0.25}$$

- L = 잠열 912.2 Btu/lb 50psi(3.5kg/cm<sup>2</sup>)시 506.7kcal/kg)
- d = 응축수 밀도 포화온도시 59.22lb/ft<sup>3</sup>(919.1kg/m<sup>3</sup>)
- k = 응축수의 열전도율 0.396Btu/ft<sup>2</sup> °F hr(0.591kcal/m<sup>2</sup> °K hr)
- G = 증류가속도 4.18 × 10<sup>4</sup>ft/h<sup>2</sup>(9.8m/sec<sup>2</sup>)
- u = 응축수막의 점도 2.56lb/ft hr(0.000106Ns/m<sup>2</sup>)

$$D = \text{배관의 OD ft(m)} (2\text{인치배관의 경우 } 0.1667 \text{ ft}(0.0508 \text{ m}))$$

$$dt = \text{증기와 금속의 온도차 } ^\circ\text{F}(^\circ\text{C})$$

(아직 우리는 금속면에서의 온도를 모르고 있으나 일단 값을 추정하고 시행착오법(Trial & Error)을 이용하여 dt에 대해 h값을 구하며 H값이 크게 변하지 않을때까지 계산을 반복합니다. 보통 3번 정도하면 됩니다.)

이들 값을 대입하여 계산한 결과 H값이 1.157Btu/ft<sup>2</sup> °F h(5.649kcal/m<sup>2</sup> hr °C)가 나옵니다.

따라서 만약 얇은 튜브를 이용한다고 가정하고 2"를 내경과 외경을 같이 사용한다면 면적을 무시할 수 있고 열전달에 대한 저항은 전열계수의 역수의 합이 됩니다. 그러면 응축수의 H가 1157(5.649)이므로 저항값은 0.000864(0.000177)가 되고 금속면과 물쪽의 수막에 의한 저항값은 0.00667-0.000864=0.005803(0.001366-0.000177=0.001189)이 됩니다.

## ● 과열증기의 전열량계산

이제 우리는 과열증기를 사용할 경우에 어떤 현상이 벌어지는지 보도록 합니다. 이 경우 The Efficient use of Fuel이라는 책에 있는 식에서 보면

$$h = \left( 0.432 + \frac{0.15t}{1000} \right) \frac{V^{0.8}}{D^{0.2} \times L^{0.45}}$$

여기서

- t = 증기온도(°F)
- V = 증기속도(ft/sec)
- L = 배관길이(ft)
- D = 배관구경(ft)

따라서 이 식에서 2"배관(구경 0.1667ft) 1피트에서 발생하는 값을 구해봅시다. 증기의 압력은 50psi(3.5kg/cm<sup>2</sup>)이고 온도는 325°F(163°C)입니다. 만약 증기가 코일에 유입될 때 속도가 50 ft/sec라면 표준조건인 60°F, 0psig에서의 속도는 145.7ft/sec가 됩니다. 이때 H값을 계산하면 32.8이 됩니다.

이때 응축수의 막의 저항은 0.03049가 되고 앞에서 계산한 다른 2개의 막의 저항값은 합쳐서 0.005803입니다. 이제 이들 2개의 합은 0.03629가 되며 그 역수를 취한 U값은 27.55가 됩니다.

## ● 전열면적을 계산하면

증기 압력 50psig에서 포화증기의 잠열은 912.2Btu/lb이므로 U값이 150이고 평균온도차가 148°F이므로 원하는 코일면적은 0.04109ft<sup>2</sup>가 됩니다.

50psig, 325°F(3.5kg/cm<sup>2</sup>, 163°C)에서 과열도에 의한 열량은 약 15.15 BTU가 되므로 과열증기에 의한 평균온도차를 계산하면 약 161°F가 되고 전열계수 U값이 27.55이므로 과열증기부분의 전열면적은 0.003415ft<sup>2</sup>가 됩니다.

## ● 과열증기가 포화증기보다 큰 전열면적이 필요합니다.

과열증기의 총전열량 912.2+15.15=927.35을 위해 전열면적 0.044505ft<sup>2</sup>이 필요하며 포화증기의 원래 전열량 912.2에 0.04109ft<sup>2</sup>의 전열면적이 필요하므로 과열증기와 동일한 열량(927.35)을 전달하기 위해서는 전열면적이 0.04177ft<sup>2</sup>가 필요하므로 결국 과열증기를 위한 전열면적이 포화증기보다 약 6.5% 더 많이 필요하게 됩니다.

이와같은 작업을 50°F(28°C)의 과열도까지 다른 온도에서도 반복하여 보면 코일의 전열면적은 2"과열도마다 약 1%씩 증가합니다

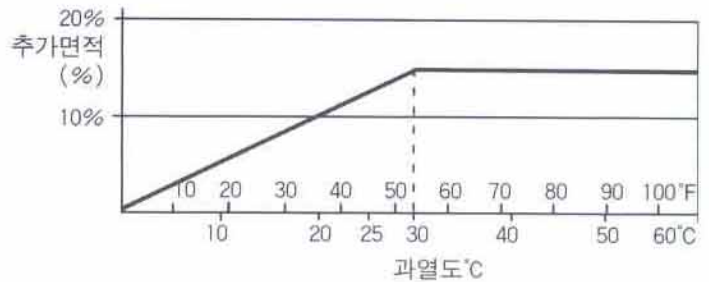
다. 그러나 과열도가 약 60°C 이상보다 높아지더라도 온도증가에 따라 더 이상 증가하는 전열면적은 없으며 약 14%선에서 정지해 있습니다.

● 과열도 2°C마다 1%씩 추가면적 필요

따라서 개략적으로 볼때 우리는 과열도가 30°C까지는 매 2°C 증가시마다 약 1%의 전열면적이 필요하며 과열도가 30°C 이상이 되면 약 15%까지 증가된 후 정지됩니다.(그림 6 참조)

설계회사에 문의한 결과 일반적으로 과열증기용 열교환기의 설계시 포화증기를 기준으로 열교환기를 설계한 후 약 20% 정도의 안전율을 적용하여 전열면적을 키운다고 하므로 이 계산방식이 어느정도 신빙성이 있다고 보입니다.

따라서 이 결과를 볼때 과열증기를 사용하더라도 전열량은 어느 정도 증가하는데 그치므로 얼마나 조그만 양의 전열이 이루어지고 있는가 하는 것을 알 수 있으며 과열증기를 이용하여 고온으로 가열하는 것이 얼마나 힘든가를 알 수 있습니다.



(그림 6) 과열도에 따른 추가 필요전열면적

1998 한국스파이렉스사코(주) 증기실무 연수교육(SUMC) 일정안내

현장에서 증기시스템의 설계, 선정 및 설치, 시공, 정비를 위한 실무교육으로 지난 1982년부터 매년 14~16회 기획적으로 실시하여 고객 여러분께 사랑을 받고 있는 증기실무연수교육을 1998년에도 14회 기획하여 실시할 예정입니다. 모든 스텝엔지니어의 산실로서 명실상부한 교육을 남동공장의 고객기술연수원에서 실시하고 있으므로 많은 참여바랍니다. 회사내의 모든 직원을 교육계획으로 년간 계획을 수립하여 참가를 희망하시는 고객께서는 담당 영업사원과 협의하시어 일정을 사전에 확인하여 주시면 준비에 도움이 되겠습니다.

회수	일자	과정명	대상자
9801	2.19(목)~20(금)	정비과정	정비실무자
9802	3.12(목)~13(금)	일반과정	증기관련부서 실무담당자
9803	4.16(목)~17(금)	정비과정	정비실무자
9804	4.23(목)~24(금)	석유화학과정	OPC 증기관련담당자
9805	5.21(목)~22(금)	보일러콘트롤과정	보일러관련 담당자
9806	6.11(목)~12(금)	일반과정	증기관련부서 실무담당자
9807	6.18(목)~19(금)	정비과정	정비실무자
9808	6.25(목)~26(금)	일반과정	증기관련부서 실무담당자
9809	7. 9(목)~10(금)	일반과정	증기관련부서 실무담당자
9810	9. 3(목)~ 4(금)	계측제어과정	계장 및 자동제어 담당자
9811	9.17(목)~18(금)	일반과정	증기관련부서 실무담당자
9812	9.23(수)~25(금)	전문가과정	증기시스템 전문가
9813	10.14(수)~15(목)	일반과정	증기관련부서 실무담당자
9814	10.22(목)~23(금)	정비과정	정비실무자

- (주) 1) 상기일정은 당사 사정에 따라 변경될 수 있습니다.  
 2) 참가전에 반드시 폐사의 영업사원을 통해 확인하시기 바랍니다.  
 3) 기본적으로 전국을 대상으로 개방되어 있으나 원하시는 일정에 신청하여 주시기 바랍니다.



고객만족 - 지나온 20년  
 고객희망 - 앞으로 20년  
 한국스파이렉스사코(주)  
 창립 20주년

1998년은 한국스파이렉스사코(주)의 창립 20주년이 되는 해입니다.

현재의 한국스파이렉스사코가 있게 된 것은 지난 20년간 우리 한국스파이렉스사코가 고객여러분의 만족을 위하여 최신의 기술지식 보급, 최선의 기술서비스 제공과 최고품질의 제품공급을 위해 노력한 결과라고 믿고 있으며 그동안 여러가지로 도움을 주신 고객여러분께 감사를 드립니다. 그러나 저희 한국스파이렉스사코(주)는 지금까지의 결과에 안주하지 않고 앞으로 다가오는 20년을 고객여러분께서 희망하는 고객여러분의 동반자로서 항상 그 역할을 다하기 위해 노력할 것을 다짐합니다.

이 로고를 통해 표현하고자 하는 기본방향을 보다 명확하게 하기 위해 로고 속에 포함되어 있는 상징적 의미를 설명하면 다음과 같습니다.

- '20'이라는 글자는 '인'의 밑부분으로 표현되는 수면에서 증기 거품이 발생하여 튀어오르는 모양을 형상화 하고 있습니다. 이는 바로 우리 한국스파이렉스사코(주)가 전문가로서 활동하고 있는 증기시스템 분야를 나타내는 것입니다.
- 또 다른 의미로서 '인'의 밑부분은 시간의 축을 의미하고 미완성의 원은 오늘날 한국스파이렉스(주)가 빠르게 발전하고 있는 것을 나타냅니다. 완성된 원은 고객에 대해서는 보다 폭넓고 종합적인 서비스를 제공하고 우리 회사의 주주와 직원들에게는 더 큰 이익과 혜택을 제공하기 위한 완벽한 회사의 발전을 향한 야망을 상징하고 있습니다. 시간의 축위에 이루어진 이들 두개의 원은 우리의 과거와 미래를 그리고 지속적인 회사의 성장과 발전에 대한 믿음을 상징하고 있습니다.

증기 및 유체제어 전문가

\*보일러콘트롤시스템    \*스팀발포    \*갈입시스템  
 \*가압시스템    \*자동제어시스템    \*안전발포  
 \*스팀트랩    \*체크밸브    \*유량측정시스템  
 \*온도조절시스템    \*스팀히트    \*스팀캐치  
 \*기압발레기    \*증기회수시스템    \*헤더밸브

### 한국스파이렉스사코(주)

본사: 서울 서초구 서초동 1552-8(정우빌딩 3층) TEL.(02)525-5755, FAX: 525-5766  
 공장: 인천 남동구 고진동 640-13 남동공업단지 기블록 41로트 TEL.(032)811-0494

대구영업소: 대구광역시 수성구 범어동271 178-2(유한양행빌딩 5층) TEL. (053)755-0771, FAX 754-1137  
 광주영업소: 광주광역시 서구 동성동 415-24(칠성빌딩 6층) TEL. (052)366-5755, FAX: 366-6232  
 부산영업소: 부산광역시 금정구 부곡2동 297-2(원진빌딩 5층) TEL. (051)517-5755, FAX: 517-5766  
 울산영업소: 울산광역시 남구 무거동 299-10(남운오피스텔 905-1) TEL. (052)249-5744, FAX: 249-5725  
 대전영업소: 대전광역시 동구 가양동 426-4(대웅제약빌딩 6층) TEL. (042)636-4342, FAX: 636-4344  
 전주영업소: 전북 전주시 완산구 서신동 780(태양빌딩 8층) TEL. (0652)72-6670, FAX: 72-6671

창원영업소: 경남 창원시 중앙동 97-6(컨버오오피스텔 1204호) TEL. (0551)68-5755, FAX: 68-5754  
 여수영업소: 전남 여천시 신기동 12-9(호남계기 3층) TEL. (0662)82-1208, FAX: 81-2655  
 인천영업소: 인천광역시 남동구 고진동 640-13 TEL. (032)814-5755, FAX: 814-3898  
 수원영업소: 수원시 팔달구 인계동 1026-3(라성빌딩 406호) TEL. (0331)38-5755, FAX: 39-3682  
 청주영업소: 충북 청주시 흥덕구 가경동 1046(오성빌딩3층) TEL. (0431)233-3494, FAX: 233-3495