

SJT 스팀 제트 써모컴프레서

● 개요

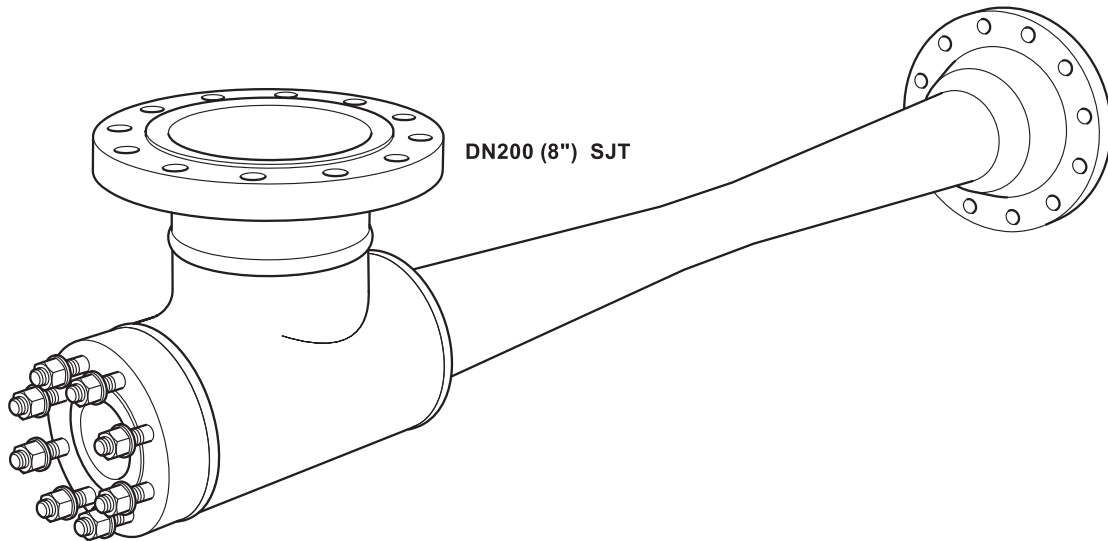
환경 문제가 중요해지면서 공정 산업 분야에서는 환경 친화적 정책 수행과 함께 달성할 수 있는 추가적인 비용 절감에 점점 더 많은 관심을 가지고 있다. 이에 대한 대표적인 분야는 스팀 발생 공장 및 대기로 방출되는 폐기물의 비율에 관한 것이다. 폐기물의 양을 감축하고 이에 따라 생산되고 있는 스팀량에 대한 효과를 먼저 얻을 수 있다면, 환경이 개선되고 운영 비용이 줄어든다. 스팀 제트 써모컴프레서(Steam Jet Thermocompressor, 이하 "SJT"로 표기)가 이 점이 될 수 있는 응용 분야가 바로 이러한 작동 분야이다.

스파이렉스사코는 25년 간 스팀 플랜트 엔지니어링 및 비용 효율적인 생산에 대한 혁신적인 솔루션을 설계해 왔다. SJT는 이러한 노력의 결과로써 때로는 폐 스팀으로 버려질 수 있는 저압 스팀을 사용 가능한 보다 높은 압력의 스팀으로 압축하는 에너지 절감 장치이다. 스파이렉스사코의 모든 SJT는 투자비를 회수할 수 있도록 고가의 특정한 기준에 맞추어 설계 및 제작되었다.

SJT는 일종의 이젝터(Ejector)로 설명될 수 있다. 이 제품은 높은 압력(구동 압력)의 스팀 흐름이 낮은 압력의 수증기(흡입 압력)를 동반하게 한다. 이 두 매체는 밀접하게 혼합되며 이후에 구동 압력과 흡입 압력 사이의 압력 값에서 배출된다.

특징(전기기계식 대체품과 비교):

- 단순한 구성: SJT는 마모 저항을 향상시키기 위해 기계적으로 취급 가능한 어떠한 재질로도 제작될 수 있다.
- 지상으로부터 높은 곳에 설치 가능하도록 콤팩트한 설계 및 상대적으로 가벼운 중량
- 낮은 자본 비용 및 운영 비용
- 움직이거나 회전하는 부분이 없어서 유지 보수가 최소화되며 따라서 제품을 원거리나 접근할 수 없는 장소에 설치할 수 있다.
- 전문적 유지 보수 경험을 필요로 하지 않는다.
- 방출 스팀이 오일을 포함하지 않으며, 윤활유에 의한 오염이 없다.
- 위험 지역에서 사용하기 적절하며, 방폭 기능을 갖춘 모터를 필요로 하지 않는다.
- 감압밸브를 통해 열이나 에너지의 손실 없이 재순환할 수 있다.



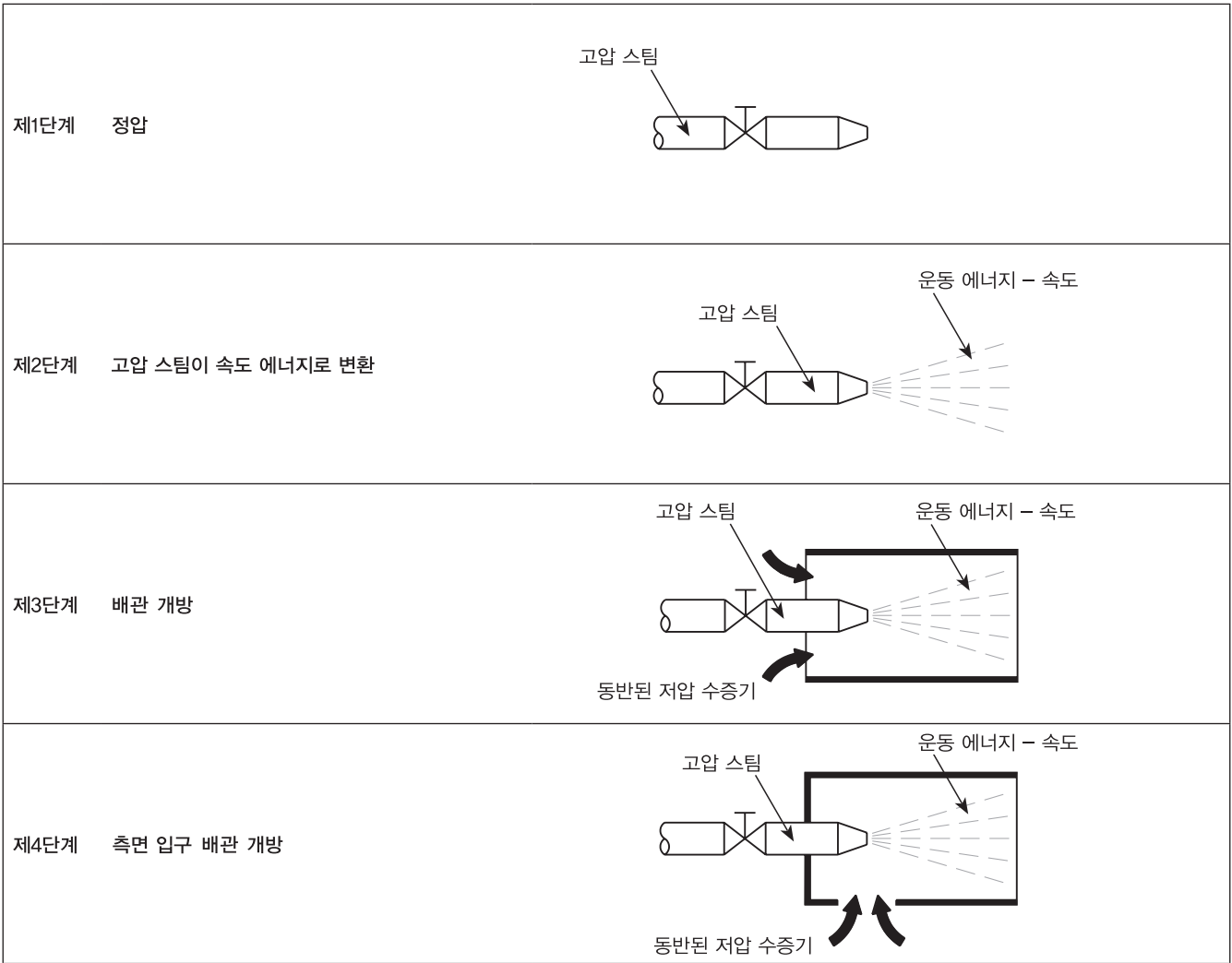
● 일반적인 적용처

다음은 SJT가 설치될 수 있는 응용 분야이며, 보통은 폐기되는 저압 스팀을 순환 및 부양시키는 것이 일반적인 적용처이다.

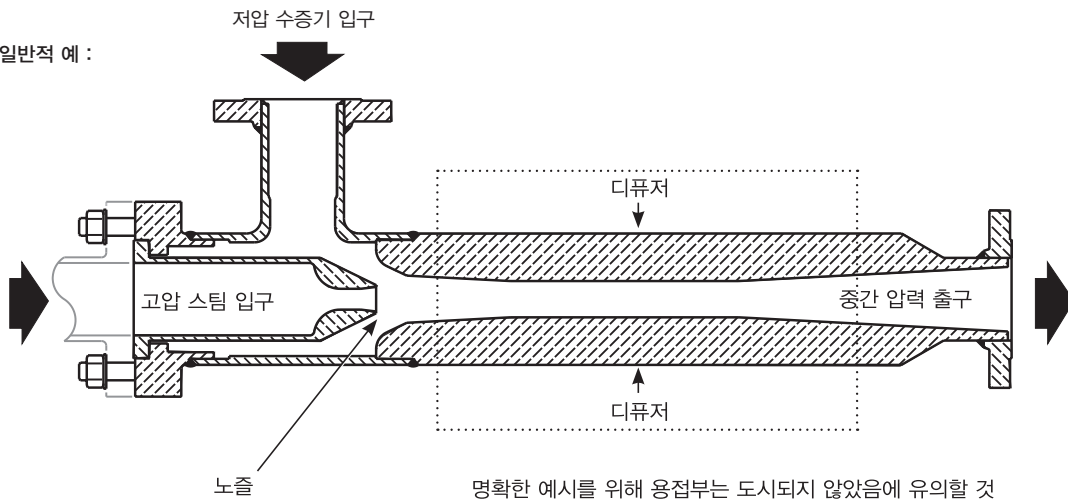
드럼 건조기	제지 및 합판 업체
플래시 증발기	염분 제거
응축수 탱크	화학 산업, 석유 화학 산업, 오일 및 발전 산업
고무 가황	고무 산업
1단 및 다단 증발기	음식, 유제품, 제약 및 화학 산업
맥아즙 용기	주류 산업
배기 스팀 라인	대부분의 공정 산업
표백 기기	음식 산업

● SJT(이젝터)의 작동 원리

아래와 같은 4 단계가 '이젝터'가 생성되는 방법을 간단히 보여 준다:



SJT의 설계의 일반적 예 :

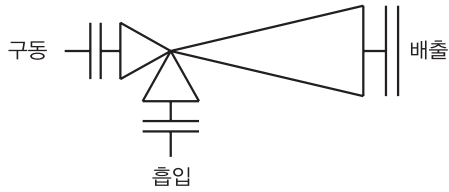


고압 구동스팀이 SJT로 들어가서 노즐을 통과하면서 고압 스팀 에너지가 운동 에너지로 전환된다. 스팀은 높은 속도로 노즐을 떠난 후 흡입 챔버로 들어가 흡입 흐름과 접촉하게 된다. 여기에서 구동 흐름과 흡입 흐름 사이의 운동량 교환이 일어나며, 결과적으로 흡입 스팀이 가속됨으로써, 이후에 이들이 동반하여 흐르게 된다. 디퓨저의 가장 좁은 곳(스포트(throat)라 불림)에서 균일한 혼합이 일어나게 되며, 최종적으로 속도 에너지에서 압력 에너지로의 재변환이 디퓨저의 발산 부분에서 발생하게 된다.

SJT는 높은 압력 (HP) 스팀을 사용하여 낮은 압력의 수증기(LP)를 동반하고 HP와 LP 사이의 압력 (Pd)에서 방출하는 일종의 이젝터이다.

● SJT 배출 압력의 이해

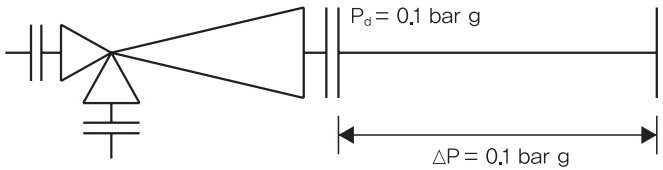
SJT는 다음 연관 도면과 같이 나타낼 수 있다 :



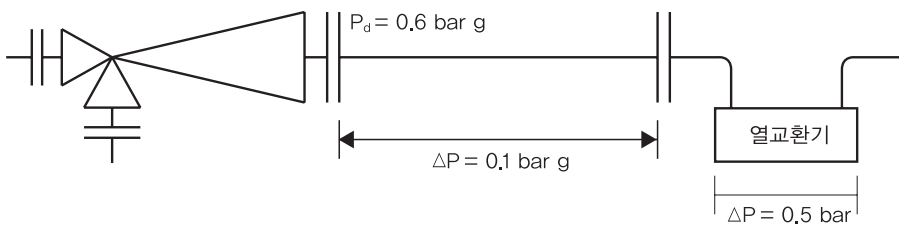
SJT는 명시된 배출 압력을 맞추도록 설계되었다. 예를 들면, 다음과 같은 SJT는 18.5 bar g의 배압에 대해 배출이 일어나도록 설계된다. 하지만, 제품이 대기로 배출되도록 허용되면, 배출이 더 높은 압력에서 일어나도록 설계되었다고 하더라도 실제 배출 압력은 대기압으로 된다.



배관 작업부의 작은 부분이 0.1 bar의 압력 강하를 가지는 SJT 이후에 위치하는 경우, SJT 바로 아래 흐름의 압력은 0.1 bar g이다. 2차측 배관의 압력은 대기압과 같다.



2차측 배관에 예를 들어, 0.5 bar의 압력 강하를 가지는 열교환기와 같은 공정을 추가한다면, SJT의 방출 지점에서의 압력은 0.6 bar g이다.



16 bar g의 압력에서 작동하는 공정(또는 스팀 헤더)이고 이 공정과 SJT 사이의 파이프 작업부에 걸친 압력 강하가 2.5 bar라면, SJT의 방출부에서의 압력은 18.5 bar g이다.



본 예의 설명에 있어서 제품이 18.5 bar g의 배출 압력으로 설계됨에 따라 SJT는 자신의 설계 배출 압력으로 작동하고 있다. SJT는 배출 압력은 공정에 맞는 배출 압력을 맞추도록 되어 있다는 점을 주의하여야 한다.

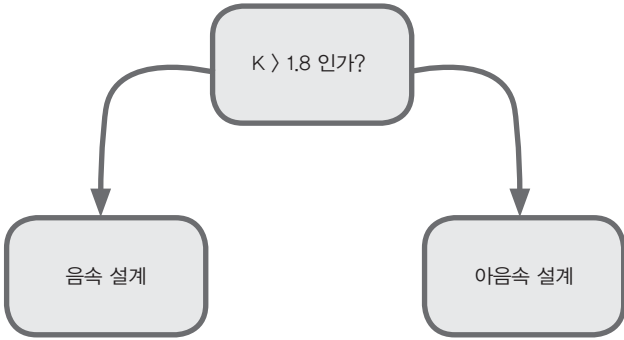
● **써모컴프레서의 종류**

써모컴프레서는 음속(Sonic) 및 아음속(Subsonic) 두 종류가 있다. 이 둘은 비슷해 보이지만, 작동 양식이 다르며 다르게 컨트롤되어야 한다.

압축 비율

써모컴프레서가 어떠한 종류의 설계를 사용했는지를 결정하기 위해, '압축 비율'을 계산할 필요가 있다.

$$\text{압축 비율 (K)} = \frac{\text{배출 압력 (P}_d\text{)}}{\text{흡입 압력 (P}_s\text{)}}$$



예를 들면 :

- 배출 압력 = 2.5 bar g = 3.513 bar a
- 흡입 압력 = 1.2 bar g = 2.213 bar a
- 압축 비율(K) = $\frac{3.513}{2.213} = 1.59$

음속 설계 :

- 압축 비율(K)이 1.8보다 크다
- 음속 설계에서, 구동(HP) 스팀량은 '고정'된다.
- 흡입 (LP) 스팀 유량은 부하조정비가 100%에서 0%로 작동할 수 있다.

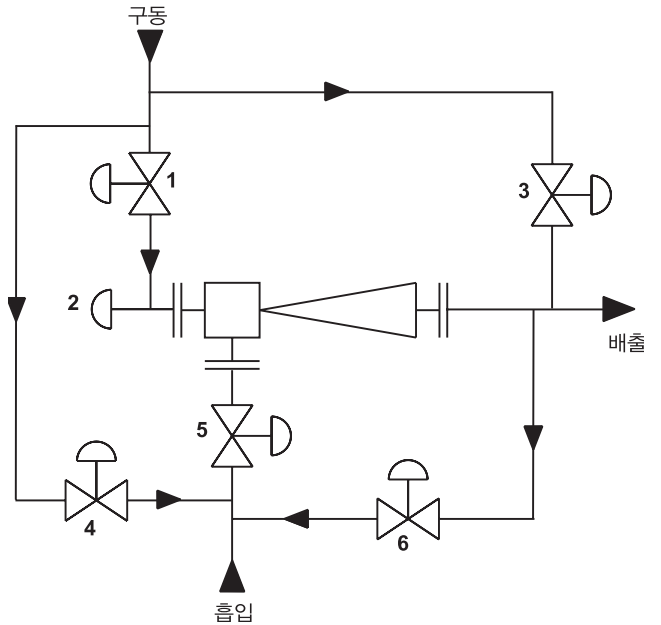
아음속 설계 :

- 압축 비율(K) 1.8 미만이다.
- 아음속 설계에서, 공정 조건이 보다 유리할 때 구동(HP) 스팀 유량은 '절약'하기 위해 가변적일 수 있다.
- 흡입 (LP) 스팀 유량은 부하조정비가 100%에서 0%로 작동할 수 있다.
- 스파이렉스사코는 통합된 구동스팀 컨트롤을 할 수 있는 특별 설계 제품인 '가변 오리피스' 써모컴프레서를 공급한다.

따라서 아음속 설계는 주어진 적용 부문에서 최적의 성능과 효율성을 제공한다.

● **컨트롤 옵션**

아래의 개략도는 SJT를 컨트롤하기 위해 사용될 수 있는 가능한 모든 컨트롤 옵션의 예이다.



음속 설계

옵션 6	대개 (필요한 경우) 흡입 (LP) 압력을 유지하기 위해 사용된다
옵션 4 또는 5	이 옵션들이 가끔 대신 사용된다
옵션 3	배출구의 추가적인 스팀을 바이패스하기 위해 사용될 수 있다

SJT가 '음속'인 경우에는 옵션 1 또는 2를 선택할 수 없음을 유의해야 한다.

아음속 설계

옵션 2	구동(HP) 스팀 유량을 100%에서 35%까지 컨트롤하기 위해 사용될 수 있다
옵션 1	구동(HP) 스팀 유량을 100%에서 80%까지 컨트롤하기 위해 사용될 수 있다
옵션 3	배출구의 추가적인 스팀을 바이패스하기 위해 사용될 수 있다. 옵션 4 또는 5 또는 6은 흡입(LP) 압력을 유지하기 위해 가끔 사용된다.

대부분의 적용 분야에서는 이들 옵션들 중 하나만을 사용할 것이다. 일부 적용 분야에서는 어떠한 컨트롤도 사용하지 않는다. SJT는 시스템 압력에 대해 항상 균형을 유지한다.

사용자는 어떠한 파라미터(압력, 유량 등)를 컨트롤하기 원하는지 결정하여야 하며, 이는 이러한 파라미터들이 주어진 적용 분야에 대해 어떠한 옵션이 최선인지를 결정해 주기 때문이다. 스파이렉스사코는 최적의 성능과 투자에 대한 회수를 제공하기 위해 사용하고자 하는 적용 분야에 대한 최선의 컨트롤 옵션을 선택하는데 도움을 줄 수 있다.

● 가변 오리피스 SJT

스파이렉스사코는 다양한 종류의 써모컴프레서를 제공한다. 첫 번째는 고정된 노즐 유형으로서 컨트롤이 일정 수준 이상으로 이루어질 수 없으나, 일부 컨트롤은 SJT 위에 있는 별도 스톱 밸브를 사용하여 구동스팀 압력을 조정함으로써 가능하다(아음속 제품에 대해서는 4 페이지 컨트롤 옵션 1을 참조). 다른 종류의 제품은 구동스팀 노즐의 단면적을 변경하기 위해 구동스팀 레귤레이팅 스펴들을 조정한다(4 페이지, 컨트롤 옵션 2). 상단에 위치한 스톱 밸브와는 달리, 레귤레이팅 스펴들은 구동스팀 압력을 감소시키지 않으며, 단순히 스팀이 흐르는 면적만을 변화시킨다. 이로써 노즐에서 사용할 수 있는 구동스팀 kg 당 에너지를 최대화한다. 상단 스톱 밸브를 포함하는 설치에서는, 이러한 스톱 과정에서 유용한 에너지가 손실되게 된다. 구동스팀 레귤레이팅 스펴들을 활용하는 SJT는 가변 오리피스 이젝터로 불리기도 한다. 이 스펴들은 자동으로 작동한다. 흡입 부하, 흡입 압력 또는 배출 압력이 지속적으로 변화하는 경우에는 이들이 명시되어야 하며, 하나 또는 그 이상의 공정 파라미터를 가능한 한 신속하게 컨트롤하는 것이 필요하다.

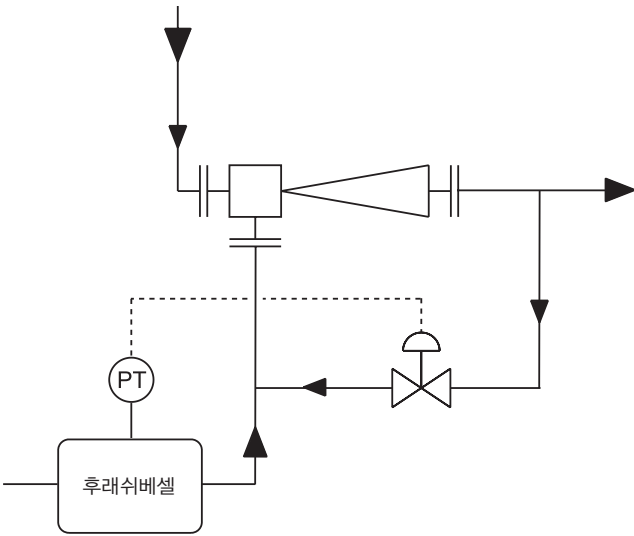
주 :

부하가 크게 변화하는 경우에는, 한 대의 대형 컨트롤 제품보다는 여러 대의 다양한 크기의 제품들을 병렬로 연결하여 사용하는 것이 비용 면에서 효과적이다. 일부 적용 분야에서는 바이패스 밸브를 설치할 필요가 있을 수 있다.

● 온라인 계산 소프트웨어

예

0,1 bar g인 1 500 kg/h의 스팀을 후래쉬 베셀로부터 회수하여 이를 공정에 사용하기 위해 1,5 bar g로 압축하기를 원한다. HP 스팀은 20 bar g에서 사용할 수 있으며, 건조되고 포화되어 있다. 후래쉬 베셀의 물의 흐름은 변동될 수 있다. 후래쉬 베셀 내의 압력은 0,5 bar a 미만으로 내려가서는 안 된다.



방법

스파이렉스사코 온라인 사이징 소프트웨어를 사용하여 적절한 제품을 설계하는 것이 가능하다(비밀번호를 이용하여 www.spiraxsarco.com에서 사용 가능).

계산 버튼을 누르면, 필요한 구동(HP) 스팀 유량과 제품 연결 구경을 소프트웨어에서 계산할 것이다. 사용자는 요약 화면을 볼 수 있으며, 이 단계에서 원하는 플랜지 등급을 선택할 수 있고, 이후 '저장 및 이메일(Save & Email)' 버튼을 누를 수 있다 - 7페이지의 데이터시트와 GA 도면이 사용자가 선택한 이메일 주소로 전송될 것이다.

제품이 음속(Sonic)인지 아음속(Subsonic)인지를 소프트웨어가 자동으로 결정할 것이며 이에 따라 설계가 이루어진다.

SJT 견적

다음은 온라인 견적 시스템이다. 다음 사항을 상세히 기입한다:

Client Reference			
Input			
Pressure bar(g)	Motive 20	Suction 0.1	Discharge 1.5
Temperature °C	<input checked="" type="radio"/> T _{sat} <input type="radio"/> Other:	<input checked="" type="radio"/> T _{sat} <input type="radio"/> Other:	
Flowrate kg/h		1500	
Mechanical Design Conditions			
Pressure bar(g)	Motive 25	Suction/Discharge 25	
Temperature °C	220		
<input type="button" value="Calculate >"/> (it may take a few minutes to calculate)			

● 온라인 소프트웨어 프로그램에 의해 생성된 데이터 시트
 다음은 일반적인 예시이다.

Spirax Sarco SJT Steam Jet Thermocompressor Datasheet							
1	Client:	Spirax-Sarco Limited			Client Project Ref:		
2	Client's Ref:				Plant Location:		
3	Spirax Ref:	SJT Example/SJT00824			Name-plate Tag No.		
4	Description:	Size 6 Steam Jet Thermocompressor			No. OFF:	1	
5	Unit Ref:	SJT150CS4F0			Operation:		
6	Drawing No:	DE-SJT00824-1			Serial No:		
7	Unit Body Size:	6					
8	MOTIVE CONDITIONS			MATERIALS OF CONSTRUCTION			
9	Pressure	(bar g)	20.00	Main body	Carbon Steel		
10	Temperature	(C)	215.0	Nozzle	Stainless Steel		
11	Flowrate	(kg/hr)	2580	Diffuser	Carbon Steel		
12				Flanges	Carbon Steel		
13	SUCTION CONDITIONS			Gaskets	Spirax Sarco to select		
14	Pressure	(bar g)	0.10	Bolts	Carbon Steel (if applicable)		
15	Temperature	(C)	102.7	Name-plate	Stainless Steel		
16	Flowrate	(kg/hr)	1500				
17				MECHANICAL DESIGN	Motive	Suction/Discharge	
18	DISCHARGE CONDITIONS				Side	Side	
19	Pressure	(bar g)	1.50	Max Design Pressure	25	25 (bar g)	
20	Temperature	(C)	145.6	Max Design Temp	220	220 (C)	
21	Flowrate	(kg/hr)	4080	Internal Corrosion Allowance	1.5	1.5 (mm)	
22	DIFFUSER IS SONIC			Mechanical Design Code	ASME B31.3		
23				Welding Standard	ASME IX		
24				External Surface Finish	High Temp Silicone Aluminum		
25				Weight	TBC (kg)		
26							
27	DIMENSIONS		CONNECTIONS DETAILS		Size	Rating	
28	A - 245 mm		Motive Steam (A)		2 ½	300 LB	
29	B - 290 mm		Suction Steam (B)		6	300 LB	
30	C - 1375 mm		Discharge Steam (C)		6	300 LB	
31	D - 1665 mm		Flange Type		ASME B 16.5 Slip-On		
32	GA DRAWING						
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43	NOTE: Confirmed dimensions to be issued shortly after order placement						

● 선택 예

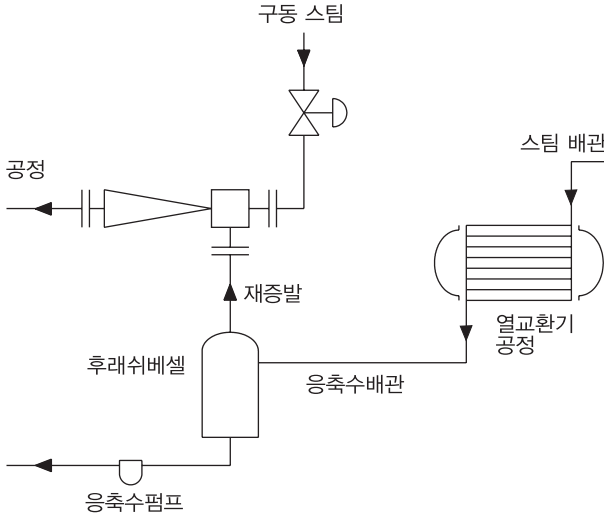
스파이렉스사코 6" SJT가 선택되었다. 요구되는 구동(HP) 스팀 유량은 2,580 kg/h이다. 개략적 제품 크기가 도시되며, 구동, 흡입 및 배출구 연결 구경이 계산되어 있다.

● 컨트롤

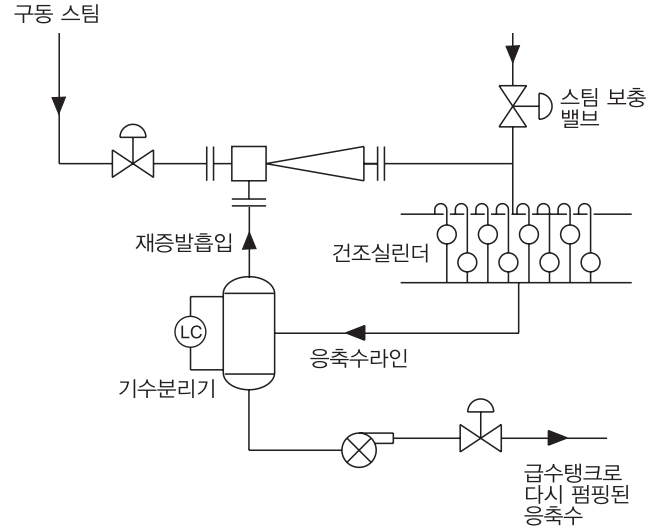
압축 비율은 2.25(압축 비율을 어떻게 계산하는지를 예시하는 4페이지의 예 참조)이며 따라서 이 SJT는 '음속'이 될 것이다. 따라서 계산된 구동(HP) 스팀 유량은 고정되어야 한다.

SJT는 1,500 kg/h의 흡입 유량에 대해 설계되었다. 흡입(LP) 스팀 유량이 떨어지면, 컨트롤을 하지 않더라도 SJT가 더 강하게 흡입을 시도하게 되어 흡입 압력이 떨어지기 시작할 것이다. 이러한 결과로, 이 적용 예에서는, 간단한 '재순환' 루프를 설치할 수 있을 것이다. 이 루프는 배출된 일부 스팀을 흡입으로 다시 재순환시킨다. 흡입 유량을 유지함으로써, SJT는 흡입 압력을 일정하게 유지하는 제품 설계 포인트에서 작동하게 된다.

● 일반적인 적용 도면 :



일반적인 SJT 적용처



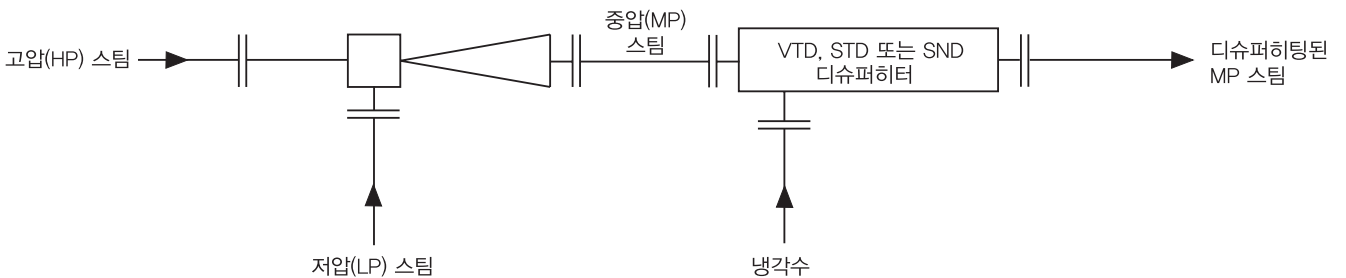
일반적인 제지공장 적용처

● 추가 적용처

열역학적으로, 고압 스팀을 이용하여 저압 스팀을 재압축하는 공정은 감압 스테이션과 유사하다. SJT로부터 배출되어 흘러 나오는 스팀은 보통 과열증기를 일부 포함하는 것이 보통이다. 배출 스팀이 어떻게 사용되는가에 따라, 출구로 빠져 나오는 과열을 낮추기 위해 스파이렉스사코의 디슈퍼히터를 사용할 수 있다.

설계 및 설치에 있어서의 편리성을 위해 스파이렉스사코는 SJT 후단에 디슈퍼히터를 설치할 것을 권장한다.

온라인 계산 소프트웨어를 사용하고 SJT 데이터시트에 나타난 배출 스팀 조건을 디슈퍼히터의 입구 조건으로 사용하며 구경은 보통으로 한다.



● 유지 보수

SJT의 유지 보수는 특정한 시간 간격을 두고 노즐을 교체하는 것이며, 이 시간 간격은 사용되는 노즐 물질과 스팀 조건에 따라 달라진다. 스파이렉스사코에서는 여러 적용처에서 오랜 시간 사용해왔던 재질을 이용하여 SJT 스팀 노즐을 제작했다. 노즐 마모는 대체로 매우 느리므로, 계획된 유지 보수 프로그램을 통해 노즐 마모를 모니터링하는 것을 권장한다.

● 주문방법

예 : 1 off Spirax Sarco Size 6 SJT150CS Steam Jet Thermocompressor having ASME 300 RF slip on flange connections.

주 : 주문서에 SJT 데이터시트를 첨부할 것.