

제 1 장 압축기의 기초이론

1. 압축기의 정의

압축기란 기체를 현재의 압력에서 보다 높게 연속적으로 압력을 높이는 동시에 송출시키는 장치로서 통상적으로 왕복동 압축기를 가리키며, 그것은 용적형 왕복식이 가장 널리 보급되어 있고, 넓은 용량 범위에 사용되고 있다.

2. 압축기의 분류

압축기는 압축방법에 따라 용적(체적)을 변화시켜 압축하는 용적형(Positive Displacement Type)과 원심력에 의해 동압을 증가시켜 압력을 얻는 회전식 (Aerodynamic(Turbo) Type)으로 분류한다.

2.1 통풍기 (Fan) : 압력이 0~500mmAq로서 가스의 압축성, 온도 변화를 고려하지 않아도 되는 것.

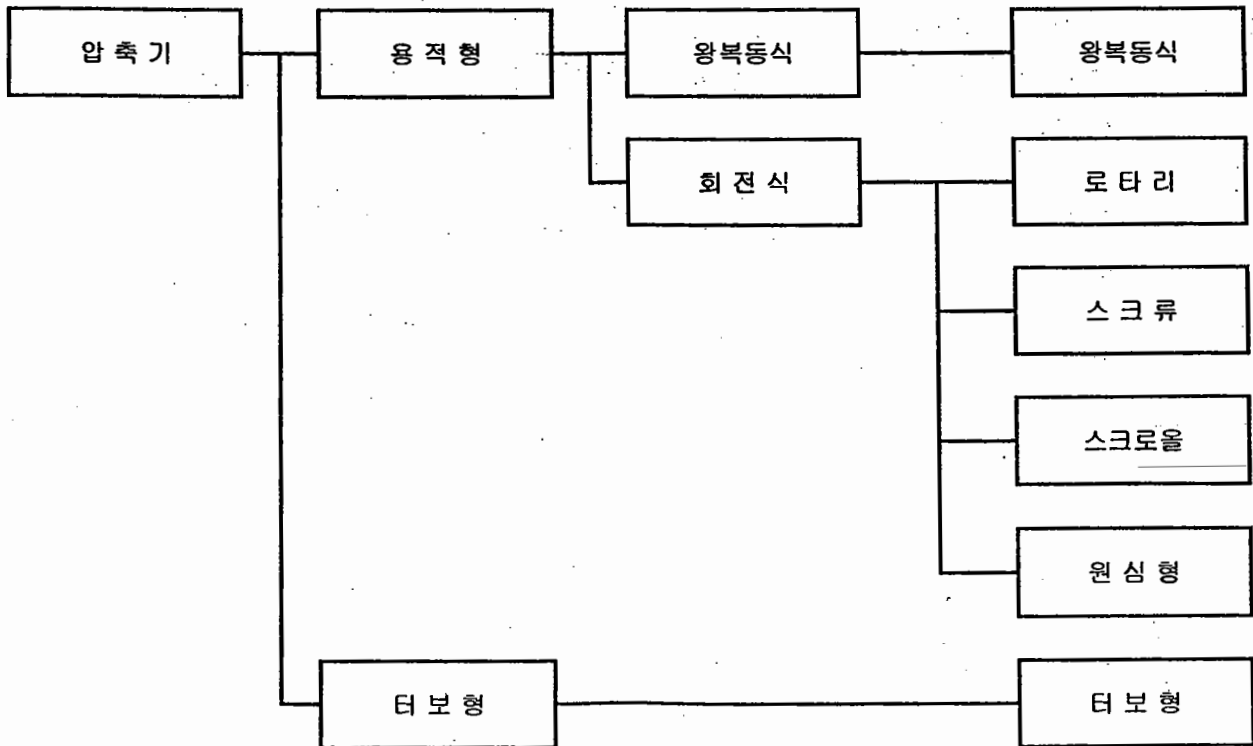
2.2 송풍기 (Blower) : 압력이 500mmAq~1Kg/cm² 정도로서 가스를 압축할 때 냉각을 고려하지 않아도 되는 것.

2.3 압축기 (Compressor) : 압력 1Kg/cm² 이상으로 가스의 압축에 의해서 온도가 상승하기 때문에 냉각을 고려할 필요가 있는 것.

2.4 진공펌프 (Vacuum Pump) : 대기압 보다도 낮은 압력으로 대기압으로 압축하여 진공상태를 얻는 것을 목적으로 하는 것.

위에서 기술한 것 중에서 압축기와 송풍기의 구별을 확실하게 하기 위한 일반적인 규칙은 없다.

3. 압축기의 종류



4. 왕복동 압축기의 분류

4.1 압축방식에 따른 분류

왕복동식 압축기 (Reciprocating Compressor)의 압축실내 피스톤의 압축방식에 따라 분류한다.

1) 단 동 (Single Acting)

피스톤과 컨벡팅로드가 직접 연결되어서 피스톤이 크로스헤드 역할을 한다. 그러므로 압축실내 피스톤의 상부에만 압축을 하게 된다. 일반적으로 타이어 수리점에서 볼 수 있는 소형 공냉식 압축기가 이에 속한다.

API 618 (정유공정에 쓰이는 왕복동 압축기)과 API 680 (정유공정에 쓰이는 계장 및 공장용 공기축기)의 규정에서는 이를 규제하지 않는다.

☆ 컨벡팅로드 : Crank Shaft의 회전운동을 직선운동으로 바꾸어 주는 장치

2) 복 동 (Double Acting)

피스톤과 컨벡팅로드와의 사이에 크로스헤드와 피스톤로드가 있어서 복동이 가능하게 된다.

그러므로 압축실내 피스톤의 상부, 하부에만 압축을 하게 된다.

압축실과 피스톤로드와의 기밀유지는 그랜드팩킹으로 이루어 진다.

4.2 냉각방식에 따른 분류

압축실의 냉각방법에 따른 분류로써,

1) 수냉식 (Water Cooled Type)

압축실 외부를 냉각수로써 냉각하는 방법으로 이 때는 가스의 흡입온도 보다 약6℃ 이하인 냉수를 사용하게 되면 실린더 자켓내에서 수분 응축을 발생시킬 수가 있으며, 가스의 흡입온도 보다 16.7℃ 이상인 냉각수를 사용하게 되면 용량강소를 초래할 수 있다. 그리고 냉각수의 유입 및 방출온도의 차이는 6℃에서 11℃ 사이가 적당하다.

2) 공냉식 (Air Cooled Type)

압축실 외부를 공기로써 자연냉각, Fan등을 사용한 강제 송풍 냉각방식 등이 있다.

4.3 압축실내의 주유 형태에 따른 분류

1) 급유식 (Lubricating Type)

a. 별도의 주유장치 (Lubricator)에 의해서 압축실내를 급유하는 방법으로, 이 때 사용되는 피스톤링의 재질은 일반적으로 압축실과 같은 재질을 사용한다.

b. 압축실로 공급되는 오일량은 50~80g / 1000m³/hr 정도지만 제작직후 시운전 중에는 다량의 오일을 공급해야 한다.

c. Trunk Type 압축기에 있어서의 주유방법은 Splash Type이 일반적으로 사용된다.

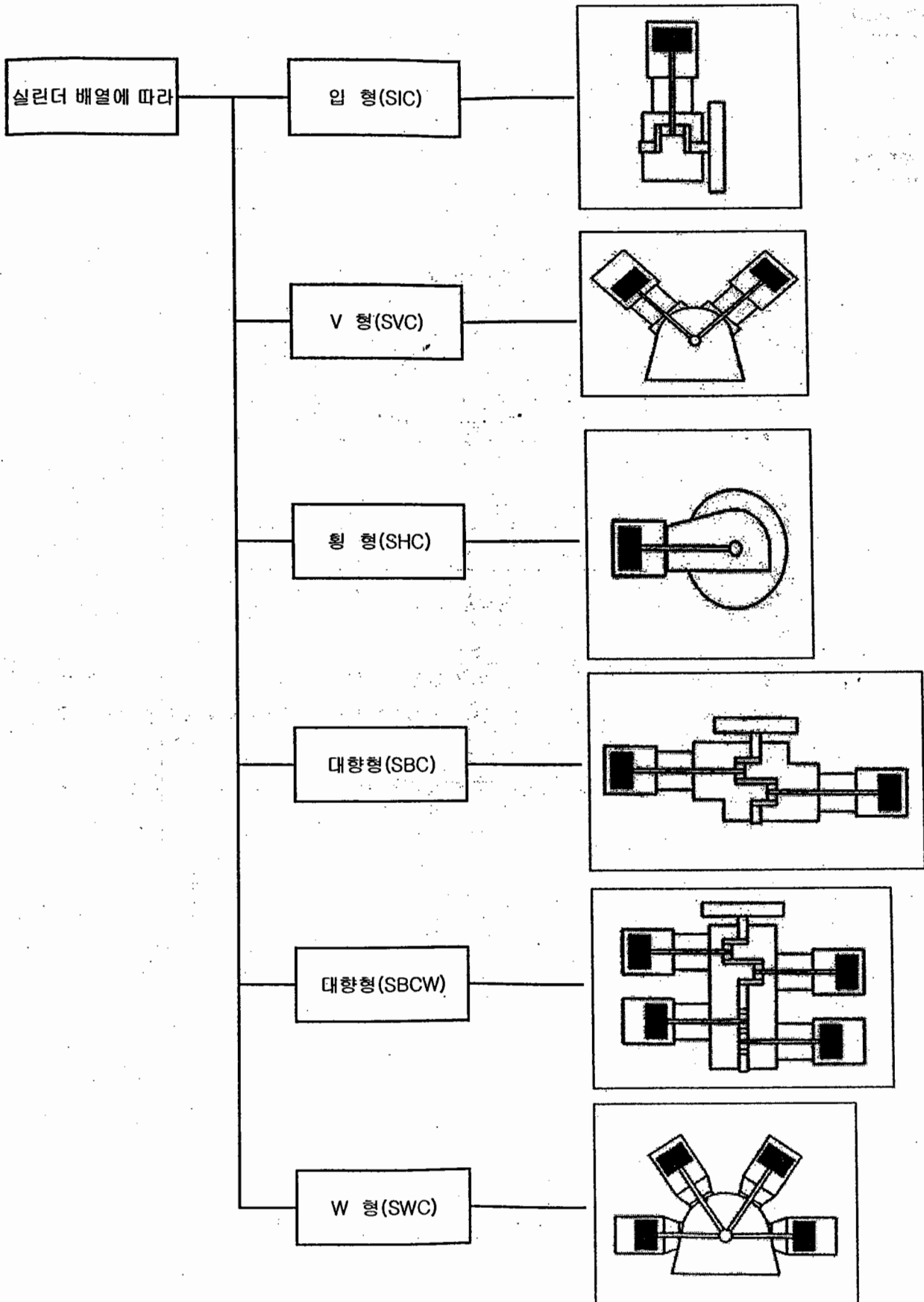
2) 무급유식 (Non Lubricating Type)

a. 압축실내에 오일이 공급되지 않고 사용되는 피스톤링의 자기 윤활성에 의해 압축되는 방식이다.

b. 사용되는 피스톤링의 재질은 Teflon 또는 Teflon과 Carbon, Bronze의 혼합물 또는 Molybdenum이 일반적으로 사용된다.

c. 급유식에 비해 청정한 압축공기를 얻을 수 있다.

4.4 실린더 배열에 따른 분류

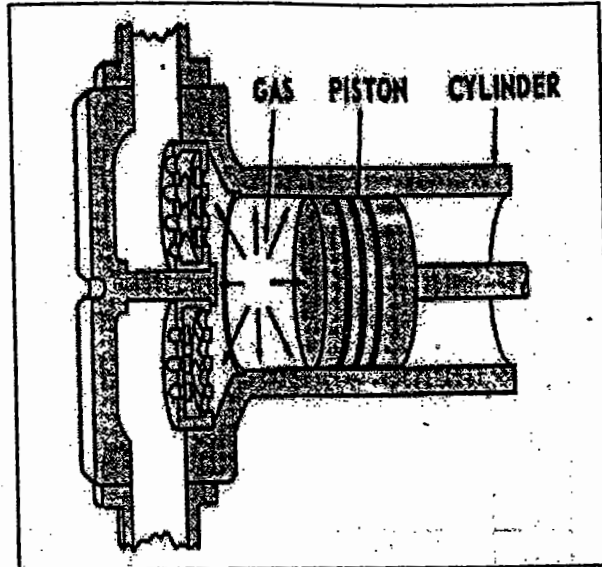


5. 용적형 압축기

5.1 용적형 (Positive Displacement) 압축기의 원리

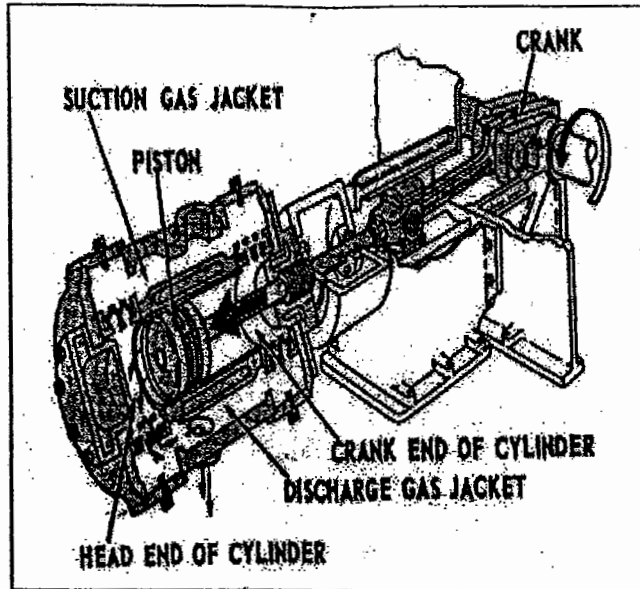
가스가 힘을 받아 부피가 감소할 때 압력은 증가한다.

실린더 등과 같은 일정한 용적중에 흡입된 기체의 용적을 회전날개 또는 피스톤으로 점차 혹은 급격히 체적을 감소하여 이렇게 체적의 변형을 만드는 형식의 압축기를 용적형 압축기라 한다.



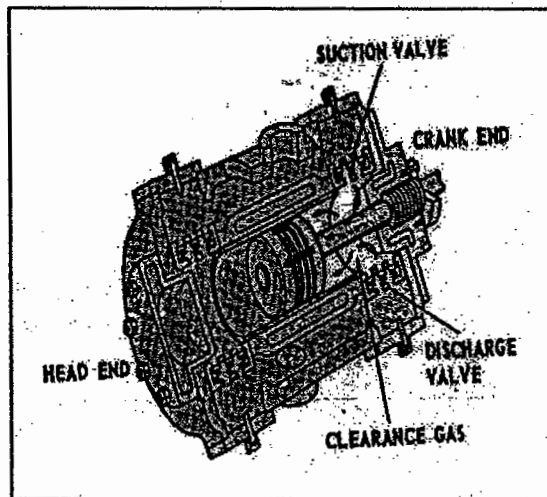
[그림1-1. 용적형 압축기의 작동원리]

- 1) 왕복동 압축기에서는 가스가 흡입 밸브를 통해 실린더로 유입되면 가스는 실린더에 갇히게 되는데, 피스톤의 힘에 의해 작은 부피로 압축된 후 압축된 가스는 토출 밸브를 통해 토출 라인으로 빠져 나간다.
- 2) 실린더를 통한 가스의 흐름은 실린더 밸브에 의해 콘트롤되며, 실린더 밸브는 체크밸브 (Check Valve)와 같은 역할을 한다. 이 밸브들은 유체의 흐름을 한 방향으로 조절하며, 압력차에 의해 열린다.
밸브가 열리게 하기 위해서는 흡입라인의 가스 압력이 실린더 내부의 가스 압력보다 높아야 한다. 밸브 양방향의 압력이 동일해졌을 때 밸브는 닫히게 되어 가스의 역류를 방지한다.
- 3) 실린더 내부 압력이 흡입라인의 가스 압력보다 낮을 경우 흡입 밸브는 열리며, 실린더 내부 압력이 토출 라인의 가스 압력보다 높을 경우 토출 밸브는 열린다.
- 4) 왕복동 컴프레샤에서 한번의 전진운동 (Forward Stroke)과 한번의 후진운동 (Back Stroke)을 가리켜 일행정 (One Revolution)이라 한다. 만약, 가스의 토출이 단지 전진운동 또는 후진운동에 의해 이루어진다면 이런 컴프레샤를 단동식 (Single Acting)이라 하며, 피스톤의 양방향에서 압축되면 복동식 (Double Acting)이라 한다.
대부분의 컴프레샤는 일 행정당 두 번의 토출운동이 일어난다.
- 5) 그림 1-2는 피스톤이 실린더의 크랭크 끝단으로부터 멀어지는 운동을 나타낸다.
이런 전진운동에서 피스톤은 헤드 끝단에서 가스를 압축시킨다.



[그림 1-2]

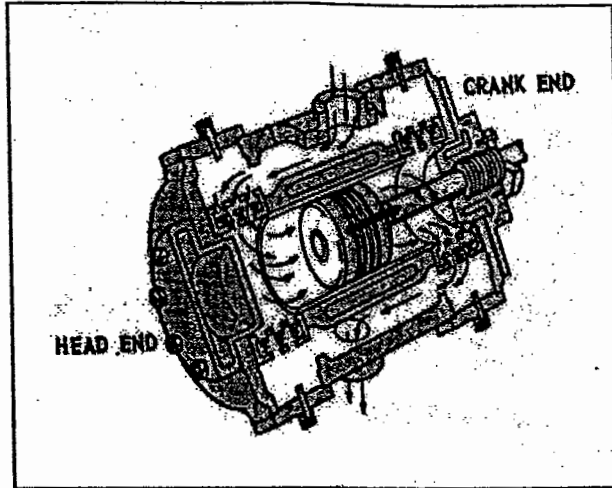
6) 헤드 끝단의 압력이 점차적으로 토출가스 자켓의 압력보다 커질 때 헤드 끝단의 토출 밸브는 열리고 가스는 실린더 헤드 끝단으로부터 토출된다.



- 7) 전진운동의 초기에는 토출 압력을 가진 가스가 실린더의 크랭크 끝단, 피스톤과 크랭크 끝단 헤드 사이 그리고 밸브의 오목한 틈새에 갇혀 있다. 그래서 피스톤이 전진운동을 시작할 때 이 크랭크 끝단 헤드의 틈새에 차있는 가스 (Clearance Gas)의 부피는 팽창하고, 그 압력은 감소한다.
- 8) 일단 이 틈새 가스의 압력이 흡입가스 자켓의 가스압력 이하로 떨어지면 크랭크 끝단의 흡입 밸브는 열리고, 가스가 실린더의 크랭크 끝단으로 흡입된다.
- 9) 가스가 팽창됨에 따라 그 온도는 떨어진다. 전진운동이 끝날 때 실린더의 크랭크 끝단의 틈새 가스는 실린더 끝단으로 흡입되는 새로운 가스와 거의 동일압력, 동일온도를 이룬다.
- 10) 실린더의 크랭크 끝단 부위의 압력과 흡입가스 자켓의 가스 압력이 동일해지면 흡입밸브는 EKE 한다.
- 11) 실린더의 헤드 끝단부의 가스 압력이 토출가스 자켓의 가스 압력과 동일해지면 헤드 끝단의 토출밸브는 닫힌다.

12) 전진운동이 끝날 때 실린더의 크랭크 끝단부는 가득 채워지고, 헤드 끝단부는 단지 토출압력을 갖는 틈새 가스만이 존재한다.

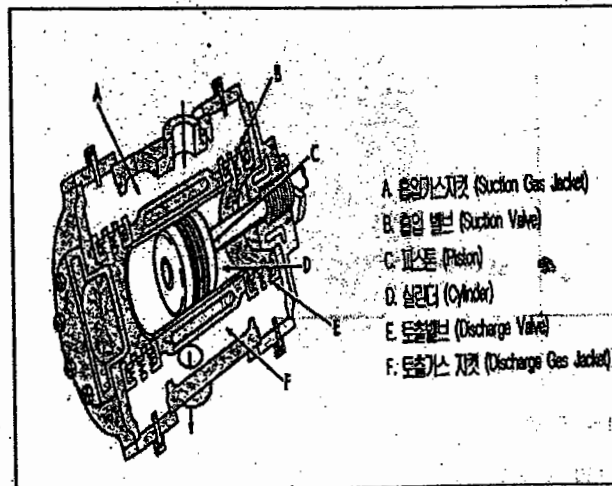
그림 1-4는 피스톤의 후진운동을 나타낸다.



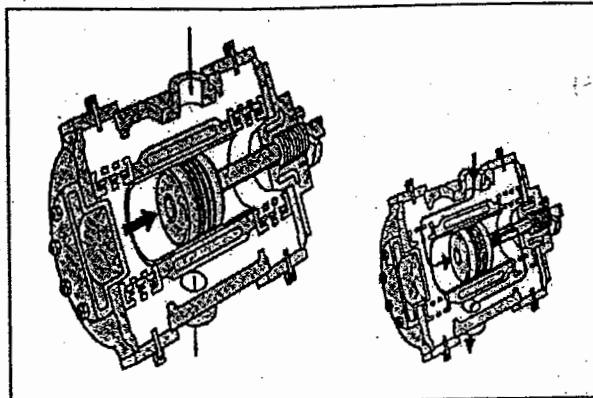
[그림 1-4]

13) 후진운동시 가스는 실린더의 크랭크 끝단에서 압축되며, 동시에 새로운 가스가 실린더 끝단으로 흡입된다.

14) 콤프레샤 부품 명칭은 아래와 같다.



15) 그림 1-6은 피스톤의 운동에 따른 실린더 양 끝단에서의 흐름을 나타낸 그림이다.



[그림 1-6]

6. 기체의 상태변화

모든 가스는 그 응축온도 (불등온도)보다 훨씬 높은 상태에 있으며, 비교적 간단한 법칙이 적용된다. 공기(산소, 질소)나 수소, 헬륨같은 가스는 대기압에서 그것의 불등정보다 훨씬 높은 온도조건에 놓여 있다. 예로서 산소는 대기압에서 그 불등점이 -293°F 이다. 그래서 이런 가스는 대기압에서 심한 과열 상태이며, 그 성질이 단순한 가스 관계식으로 취급된다.

저압의 수증기가 대기압 상태에 있으며, 그 과열량이 적든지 또는 없을 때에도 즉, 응축이 진행될 때에도 상기한 관계식이 정확하게 성립된다.

5.1 보일의 법칙

Boyle의 법칙은 가스의 온도 T 가 일정할 경우 일정한 양의 가스의 비체적 V 는 압력 P 에 반비례한다는 법칙으로 등온 변화에서 압력과 비체적과의 관계를 규명한 것이며 Mariotte의 법칙이라고도 한다.

즉, 압력이 P_1 으로부터 P_2 까지 변화할 경우 체적변화는 $T_1 = T_2$ 이며, $P_1V_1 = P_2V_2 =$ 일정 또는 $P_1/P_2 = V_2/V_1$ 로 된다.

따라서 일정한 양의 기체는 온도가 변하지 않으면 어느 상태에서도 체적과 압력을 곱한 값은 항상 일정하며, 이 관계는 P - V 선도에서 직각 쌍곡선을 이룬다.

5.2 샬의 법칙

Charle의 법칙은 완전가스가 압력이 일정할 때 가스의 비체적 V 는 온도 T 에 비례한다는 법칙으로 Gay-Lussac의 법칙이라고도 하며 등압변화에 있어서 체적 V 와 온도 T 와의 관계를 규명한 것이다. 즉, 처음온도 T_1 , 나중온도 T_2 , 처음 비체적 V_1 , 나중의 비체적을 V_2 라고 하면 정압하에서 다음식이 성립된다.

$$V_2/V_1 = T_2/T_1$$

이 관계식은 T - V 선도에서 원점을 지나는 직선이 된다.

5.3 완전가스의 법칙

Boyle-Charle의 법칙은 보일의 법칙과 게이뤼삭의 법칙을 결합하여 만든 완전가스의 상태식으로 일정한 양의 기체 체적과 압력과의 곱은 절대온도에 비례한다는 법칙이다.

$$PV = GRT \quad \text{여기서, } P = \text{압력 (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$T = \text{절대온도 (}^{\circ}\text{K)}$$

$$V = \text{기체의 체적 (M}^3\text{)}$$

$$G = \text{기체의 밀도 (Kg)}$$

$$R = \text{기체의 가스정수 (mol/}^{\circ}\text{C)} = 848/\text{m}$$

이 식은 기체의 체적-압력-온도의 상호관계를 나타내는 기체의 상태식이다.

【참고】 가스정수의 값

가스의 종류	건조공기	O ₂	N ₂	H ₂	과열증기
R의 값 m/°C	29.27	26.47	30.26	420.6	46.96

제 2 장 왕복동식 압축기의 기본장치

1. 윤활 장치 (Lubrication System)

압축기의 윤활 시스템은 다른 Control System과 같이 정확히 취급되어야 하며 양질의 윤활유를 공급하여 압축기가 충분한 성능을 발휘할 수 있도록 해야한다.

압축기의 윤활 장치는 일반적으로 전동기 축동력 50HP 이하에서는 자연 급유식 (Splash Type), 그 이상에서는 강제 급유식 (Force Feed Lubrication System)을 채택하고 있으며, 크랭크케이스의 윤활 시스템과 실린더의 윤활 시스템(급유식)으로 그 기능 및 용도가 엄격히 분리되어 있다.

크랭크케이스는 기어펌프에 의해 급유되고, 실린더는 프란자 주유기에 의해 급유된다.

1.1 크랭크케이스의 윤활 (강제급유식)

1) 크랭크케이스의 윤활은 크랭크케이스 구동 부분을 공동으로 강제 급유 시킨다.

Main Bearing은 Crank Shaft의 구동으로 오일 펌프에서 나오는 오일을 카운터웨이트가 스프레싱시켜 급유되고, 컨넥팅로드, 크로스헤드 핀, 크로스헤드 가이드, 크랭크 핀 등은 크랭크 샤프트의 앞면 끝에 조립되어 작동되는 기어펌프에 의해 급유된다.

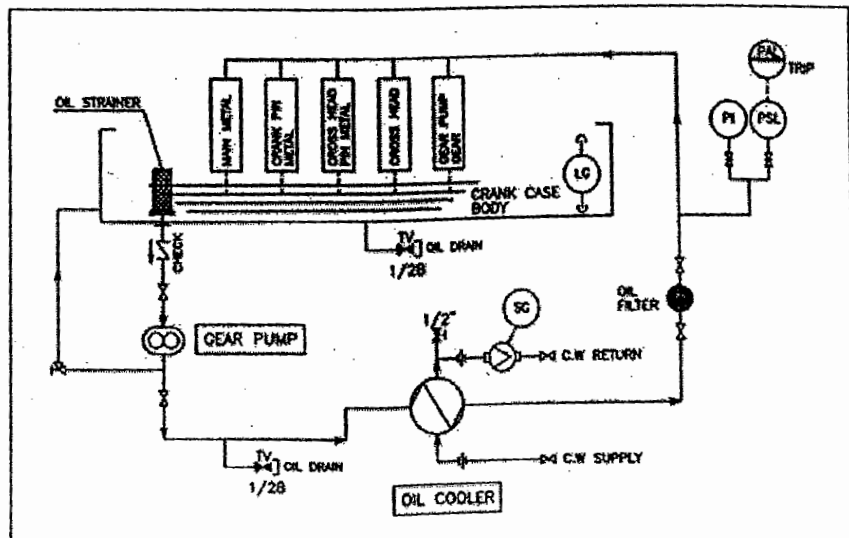
크랭크케이스 내부의 오일은 오일 스트레나에 의해 여과되며, 오일필터와 오일쿨러를 거쳐 오일 펌프로부터 오일릴리프 밸브로 공급되며, 오일릴리프 밸브는 오일 압력이 높으면 요구되는 압력으로 조정하며, 나머지 오일은 크랭크케이스로 바이패스 시킨다.

오일릴리프 밸브에 의해 적절한 압력으로 조정된 오일은 크랭크샤프트의 오일 구멍을 통해 크랭크핀 메탈, 크로스헤드 핀, 크로스헤드 가이드로 공급된다.

크로스헤드 가이드로부터 크랭크케이스로 돌아오는 오일은 회전하는 크랭크샤프트의 카운터웨이트에 의해 스프레싱되어 앞뒤의 Main Bearing에 급유된다.

크랭크케이스의 윤활 시스템은 오일 압력이 규정의 압력 이하로 낮아지게 되면 유압스위치에 의해 압축기는 정지된다.

2) 급유 장치의 기본 구성도

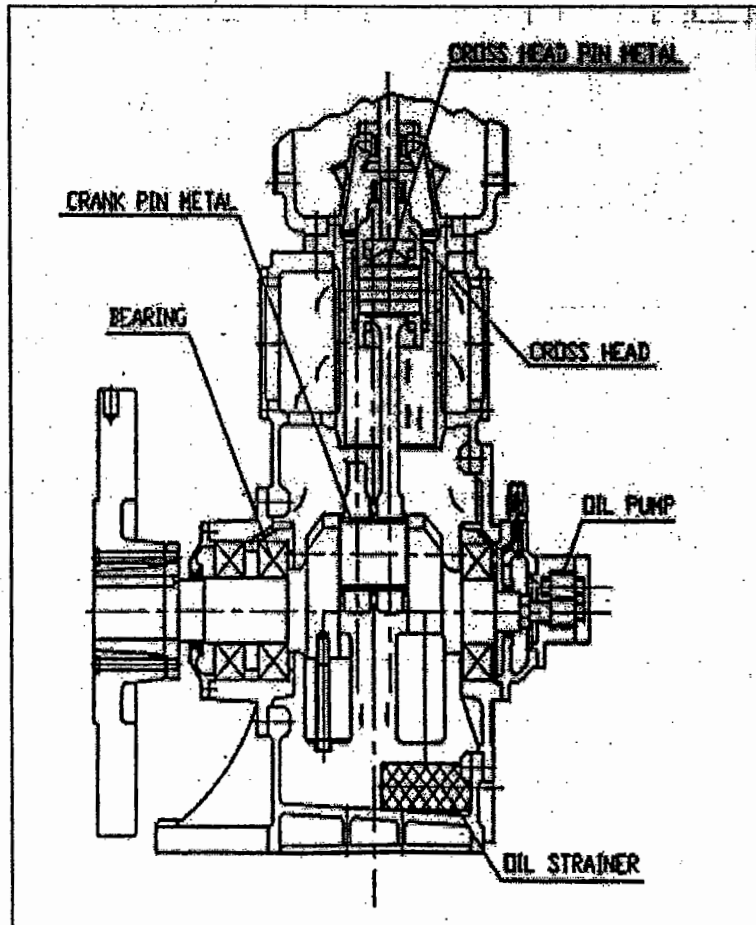


3) 급유 방식

- a. 크랭크케이스 내부를 깨끗이 청소하고 먼지, 모래등의 오물이 남아있지 않도록 확인한 다음 표2-1의 유량을 참조하여 적정 Level까지 급유한다.
- b. 정지시와 운전시에 Level Gauge의 량이 높이가 차이가 있지만 표2-1은 압축기가 정지시 Oil Level을 기준한 것이며, Oil은 1일 1회 유량을 점검하여 부족시 즉시 공급한다.
- c. 정기적으로 Oil을 조사하여 변색되었거나 침전물이 있는가를 확인하고, 일반적으로 Oil 교환 주기는 24Hr/Day 운전조건일 경우 3000~4000시간 정도이나 최대 5000시간 까지 사용 가능하며, 8Hr/Day 운전조건일 경우 8000~10000시간 마다 Crank Case 내의 Oil은 전부 빼내고 Crank Case 바닥에 있는 찌꺼기를 깨끗이 제거하고 새 Oil로 교환한다.

형 식	SVC-22	SVC-37	SVC-55~75	SVC110~190
표 준 량	25~30ℓ	30~35ℓ	35~40ℓ	47~52ℓ

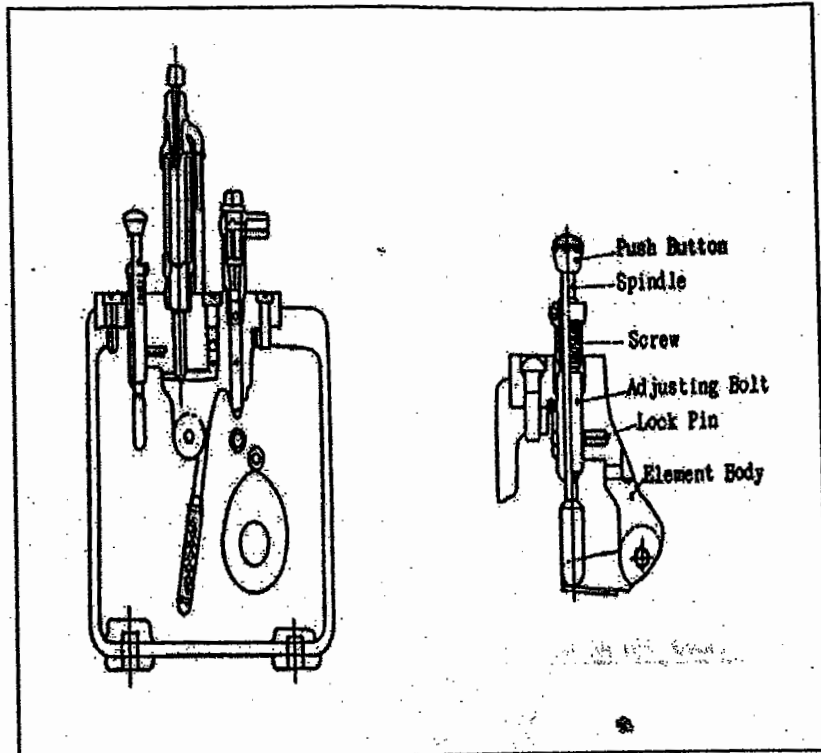
[표2-1. Crank Case의 윤활 유량]



[그림3-2. Crank Case 윤활장치]

1.2 실린더의 윤활

1) 실린더의 윤활시스템은 급유식 콤프레샤에 한정되며, 크랭크케이스의 앞면에 설치된 주유기에 의해 각 실린더에 관을 통해 강제 급유된다. 두 개의 입형 실린더는 실린더 상부의 측면으로부터 안쪽으로 급유되고, 두 개의 횡형 실린더는 실린더 플랜지 표면으로부터 안쪽으로 급유된다. 실린더 오일관은 실린더 내부의 가스와 냉각수로부터 완전히 실링되어 있으며, 윤활유에는 절대로 공기와 냉각수가 혼합되어서는 안된다.



[그림3-3. Lubricator]

2) 주유량

- a. 주유량의 정도로서는 운전 직후에 Valve가 약간 기름에 젖어 있을 정도를 적당량으로 하고 너무 마른다거나 다량으로 부착하는 등의 실린더 하부에 남아 있는 것은 부적당하다.
- b. 설치 초기의 약 1개월 정도는 본 기준의 2~3배 정도 주유해서 서서히 감소시킨다.

150 ~ 220 KW	300 ~ 450 KW
0.8 ~ 1.5 l /10Hr	1.5 ~ 2.5 l /10Hr

[표2-2. 주유량의 대체적인 기준]

1.3 윤활유의 선정

콤프레샤에 사용할 오일은 산화 또는 교상되지 않는 고품질의 잘 정제된 순광물유로 콤프레샤의 운전조건에 맞아야 하며, 추천하는 Oil List와 공급자의 조언을 참고하여 신중히 선택해야 한다.

주변 온도	점 도	인 화 정	잔 유 카 본 량
-23 ~ 0 ℃	45 ~ 55 Sec	220 ℃ 이상	1 % 이하
0 ~ 32 ℃	55 ~ 65 Sec at 100℃ SUV		
32 ℃	65 ~ 75 Sec		

[표2-3. 콤프레사 가동에 필요한 O의 특성]

1.4 실린더 윤활유의 주의사항

- 1) 오일의 품질이 부적당하면 안된다. 예를들면 스팀엔진 실린더 오일은 콤프레사 실린더에 적당치 않음.
- 2) 오일이 과잉 공급되면 카본이 주로 밸브의 시트 표면과 플레이트 위에 고착된다.
- 3) 점도의 초과는 실린더의 내면에 유막이 균등하게 형성되지 않는다.
- 4) 흡입필터의 결함으로 석탄과 카본 입자가 흡입되면 부적당한 윤활로 카본이 고착되어 가끔에 기치 못한 일으킬 수도 있다. 만약 공기의 온도가 공기 통로의 장애로 갑자기 상승하면 카본 입자는 실린더와 배관에 꼭차인 오일증기의 발화로 빨갱게 달아올라 우발적인 폭발을 일으킬 수도 있으므로 유의할 것.

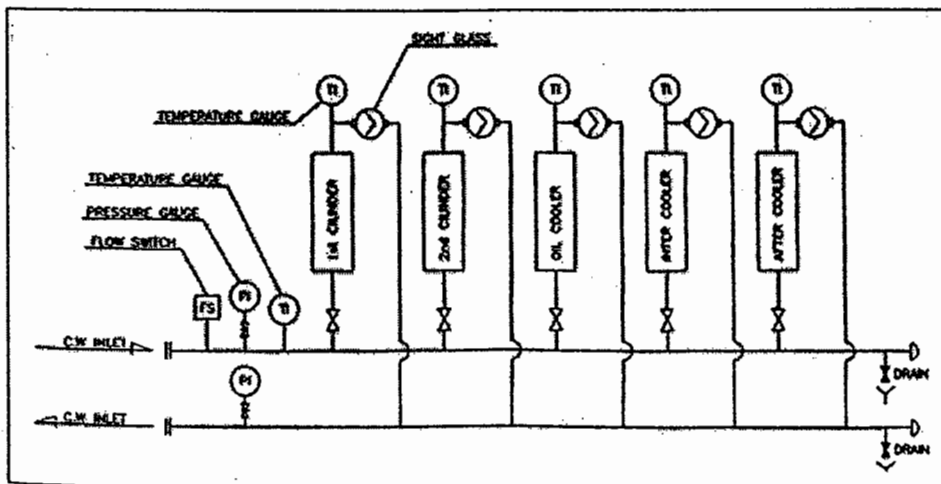
2. 냉각장치 (Cooling System)

2.1 냉각장치의 설명

- 1) 압축기의 냉각장치는 기체를 압축하면 분자들의 운동이 활발해져 압축열을 발생시키므로 이 압축열을 냉각시키기 위한 장치이다.

【참고】 압축열 : 기체가 압축될 때 온도가 올라가는 것을 말하며, 조금도 열이 가해지지 않을 때 이것을 압축열이라 한다.

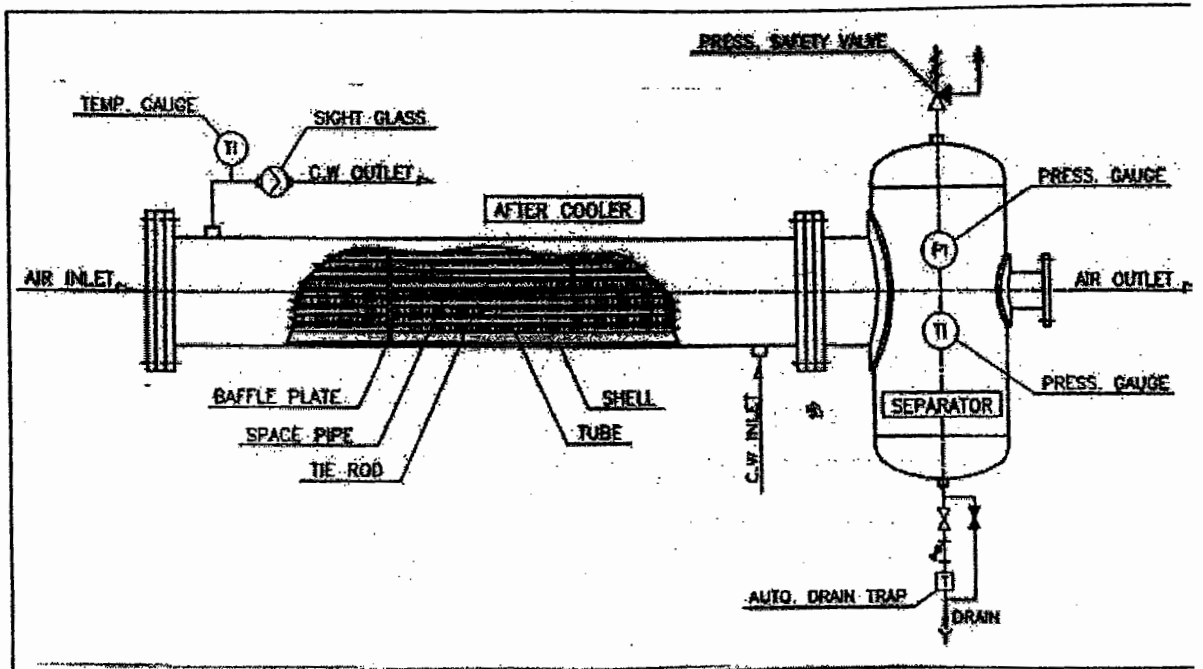
- 2) 냉각수 공급원으로부터 냉각수를 공급받아 압축기의 실린더, 인터쿨러 및 아프터쿨러, 오일쿨러 등을 거쳐 냉각시킨 후 Storage Tank로 회수된다.
- 3) 특히, 동절기에 압축기를 정지할 경우 동결 파괴의 위험이 있으므로 이의 방지를 위해 각 냉각수 자켓의 냉각수는 완전히 배출시키는 것이 무엇보다도 중요하다.



[그림2-4. 냉각장치의 기본 구성도]

2.2 아프트쿨러 및 세파레이터 (After Cooler & Separator)

- 1) 압축기에서 토출된 고온, 고압의 기체는 배출 도중에 서서히 냉각되어 함유하고 있는 수분이 응결하여 이것이 계기, 기기류에 유입되어 발청, 파손, 작동불량의 원인이 된다.
- 2) 아프트쿨러에서 압축기체를 냉각하여 세파레이터에서 유수 분리를 행하며 상온에서 수분이 없는 기체를 송출하는 것으로 모든 계기, 기기류에 미치는 응축수의 해를 방지하고 있다.
- 3) 냉각관은 입구측을 고정하고 출구측 Tube Plate는 외주면에 경질 크롬도금을 시행하며, O-RING에 의해 냉각수와 압축 기체와의 Sealing을 하고 있다.
O-RING은 내열 내유성 합성고부로 오랜 기간동안 사용해도 충분히 견딜 수 있는 것이지만 장기간 사용하는 동안에 압축기체 또는 물의 누설을 발생시킬 경우는 O-RING을 교환한다.
- 4) Scale 제거는 1년에 1회정도 행하지만 수질에 따라 Scale의 부착정도가 다르기 때문에 상태에 따라 회수를 증감한다.
- 5) 세파레이터는 아프트쿨러에서 냉각된 압축공기는 많은 양의 응축수를 배출하게 되는데 이 응축수를 압축공기와 분리시키는 역할을 한다.



[그림2-5. 아프트쿨러 및 세파레이터 개략도]

3. 용량조절 장치 (Unloader System)

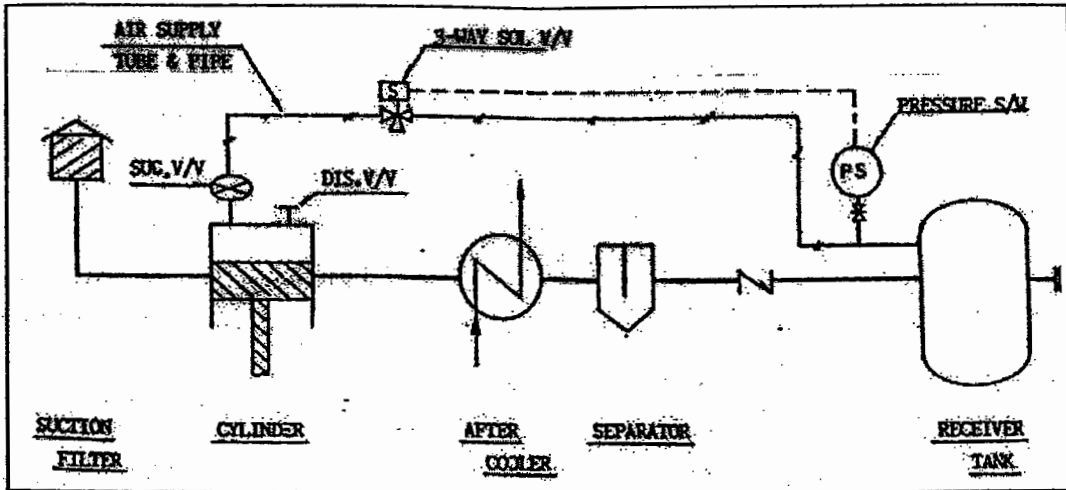
압축기의 토출량과 소비량과의 균형을 유지하여 토출압력이 일정하도록 유지시켜 주는 장치이다. 특별한 경우를 제외하고는 흡입밸브 개방형 (Suction Valve Unloader System)을 채택하고 있다.

3.1 흡입밸브 개방형 시스템

1) 기본 구성품

압력스위치, 3-Way Solenoid Valve, 다이어프램이 내장된 Suction Valve, Filter & Regulator 등으로 구성되어 있다.

2) 기본 구성도



[그림2-6]

3) 원리 및 순서

- 압력스위치에서 규정의 압력을 설정한다. (사용하는 압력스witch는 차압이 조정가능한 모델을 선정하며 상한압력, 하한압력을 조정, 설정한다.
- Tank의 압력이 규정 상한압력에 도달하게 되면 압력스위치 신호에 의해 전자변의 위치가 Close에서 Open 위치가되어 무부하 운전이 된다.
- Tank의 압력이 규정 하한압력으로 하강하게 되면 압력스위치 신호에 의해 전자변의 위치가 Open 위치에서 Close 위치가 되어 흡입밸브는 원위치가 되어 부하운전을 하게된다.
- 용량조정은 압축기 형식에 따라 다르지만 2단계 (2Step:0, 100%)에서 5단계 (5Step:0, 25, 50, 75, 100%)까지 가능하다.
- Unloader의 조작은 Selector 스위치에 의해 기동 및 정지시에 부하를 경감하며, 시동시에는 Selector 스위치를 무부하의 위치에서 기동시켜 서서히 부하를 걸고, 정지시에는 Selector 스위치를 부하의 위치에서 무부하의 위치로 바꾸어서 정지하는 것이 좋다.

3.2 특수 조절 장치

특수한 경우의 장치는 By-Pass Control 방식 또는 Clearance Pocket Control 방식으로 구성된다.
(본 장치의 설명은 " 제3장. 주요 Part별 기본구조 및 설명" 참조)

3.3 기타장치

1) 흡입필터 (Suction Filter)

압축실로 흡입되는 먼지, 이물질등을 제거, 분리시켜서 이물질의 혼입에 의한 밸브, 압축실, 압축링등 부품의 손상을 방지한다.

2) 압축실 (Cylinder)

실린더는 실린더와 실린더헤드 그리고 필요에 따라 실린더 라이나로 구성되며, 실린더 내면은 연마 사상하여 우수한 표면조도를 유지하여 피스톤링과 라이더링의 수명을 연장한다.

3) 피스톤과 피스톤링 (Piston & Piston Ring)

피스톤과 피스톤링은 압축실 내에 위치하고 있어서 기체의 압축을 직접 행하는 아주 중요한 부위이다.

4) 피스톤로드와 그랜드팩킹 (Piston Rod & Gland Packing)

피스톤로드는 고강도의 재질을 사용하여 피스톤을 연직운동 하도록 하는 역할을 한다.

그랜드팩킹은 피스톤로드의 기밀을 유지하여 실린더로부터 압축공기의 유출을 방지한다.

5) 안전밸브 (Safety Valve)

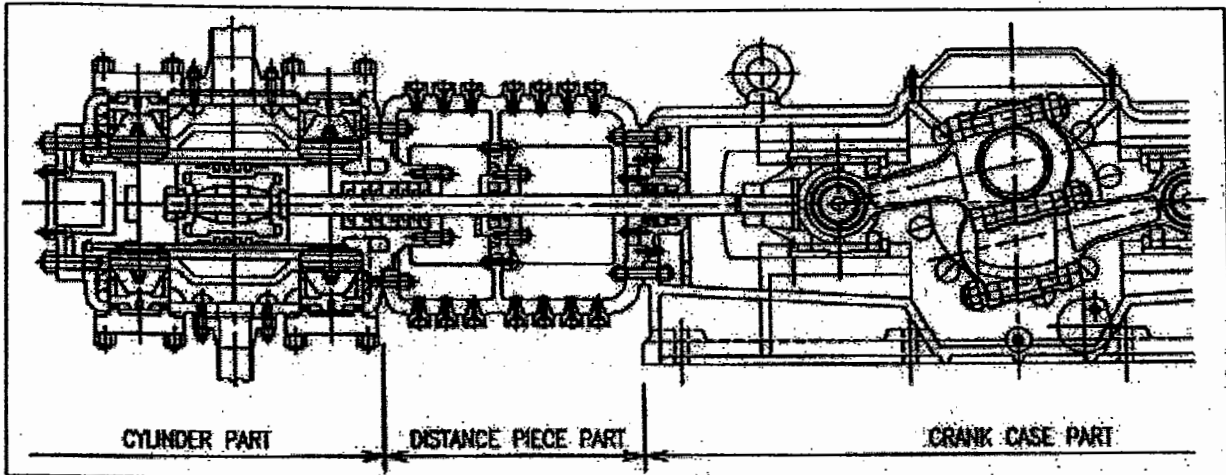
과대한 압력에 의한 위험을 완화 방지하는 밸브로써, 압축기의 용량에 π 맞도록 선정되어
저야하며 취급이 간단하고 운전중의 온도변화, 진동등에 의한 기체의 누설이 없어야 한다.

제 3 장. 왕복동식 압축기의 주요 PART

1. 왕복동식 압축기의 주요구조

1.1 주요 PART분류

- 1) Crank Case Part (구동부) : Crank Case, Crank Shaft, Connecting Rod
- 2) Distance Piece Part (연결부) : Distance Piece, Cross Head, Piston Rod
- 3) Cylinder Part (압축부) : Cylinder, Piston



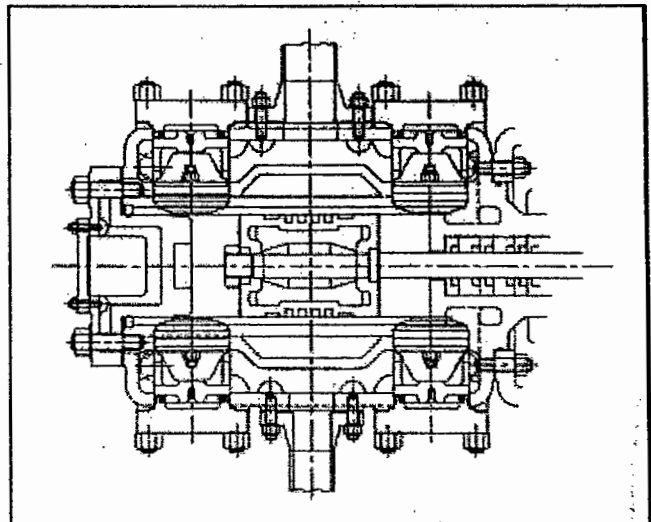
1.2 중요 Spare Part (소모부품)

- 1) Piston Ring
- 2) Rider Ring
- 3) Gland Packing
- 4) Wiper Ring
- 5) Suction & Discharge Valve
- 6) Crank Pin Metal
- 7) Cross Head Pin Metal
- 8) Gasket & O-Ring

1.3 Cylinder part (압축부)

흡입 Valve를 통해 유입된 Air 또는 Gas를 일정 방향으로 송출시킴으로 인해 원하는 압력을 얻게 하는 부분이다.

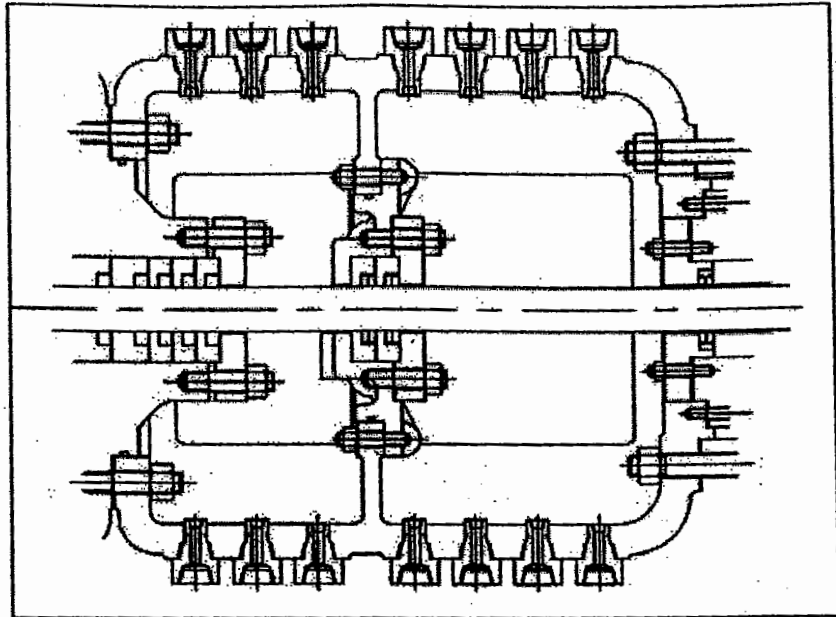
- * 부식 Gas(수용성 Gas)는 Cylinder와 상· 하 Head와의 통하는 물구멍이 관통 안되게 설계 제작 *



1.4 Distance Piece Part (Packing 실링 part)

Crank Case와 Cylinder를 연결시켜 주는 동시에 Cylinder 압축부의 실링을

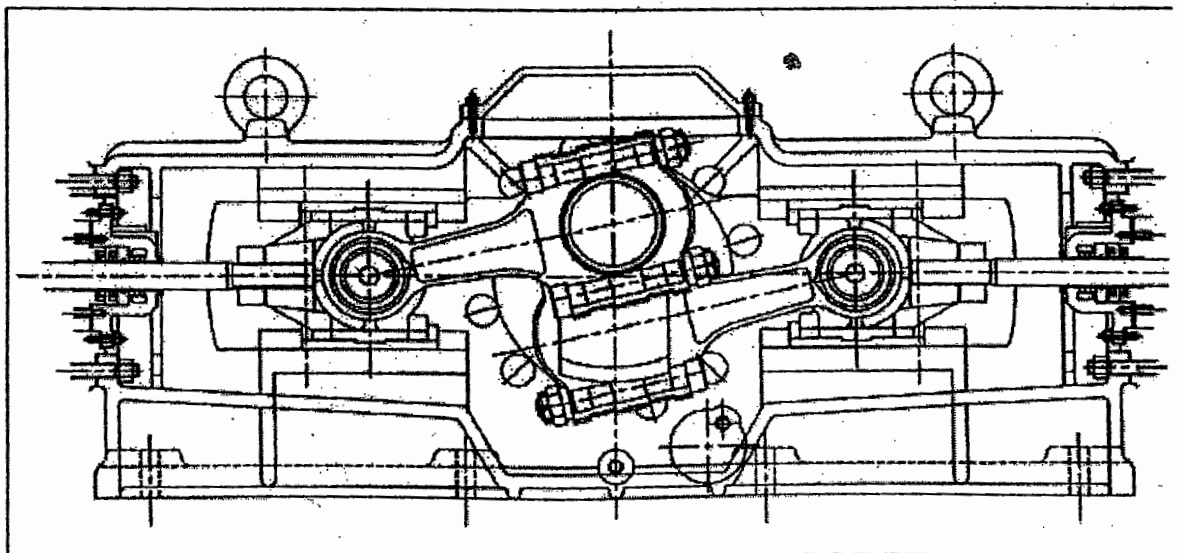
주목적으로 설치하는 간격 유지편임.



1.5 Crank Case Part (회전운동 → 직선운동)

회전 운동을 직선운동으로 바꾸어 요구되는 Stroke만큼의 직선 운동을 하게 하는 구조로써

동력 전달이 주목적으로 설계된 부분이다.



2. Capacity Control System

Piston 직선 운동량에 따라 연속적으로 Check Valve를 통해 Air 또는 Gas 송출시 발생되는

압력 증가를 일정 압력으로 유지시켜주는 장치

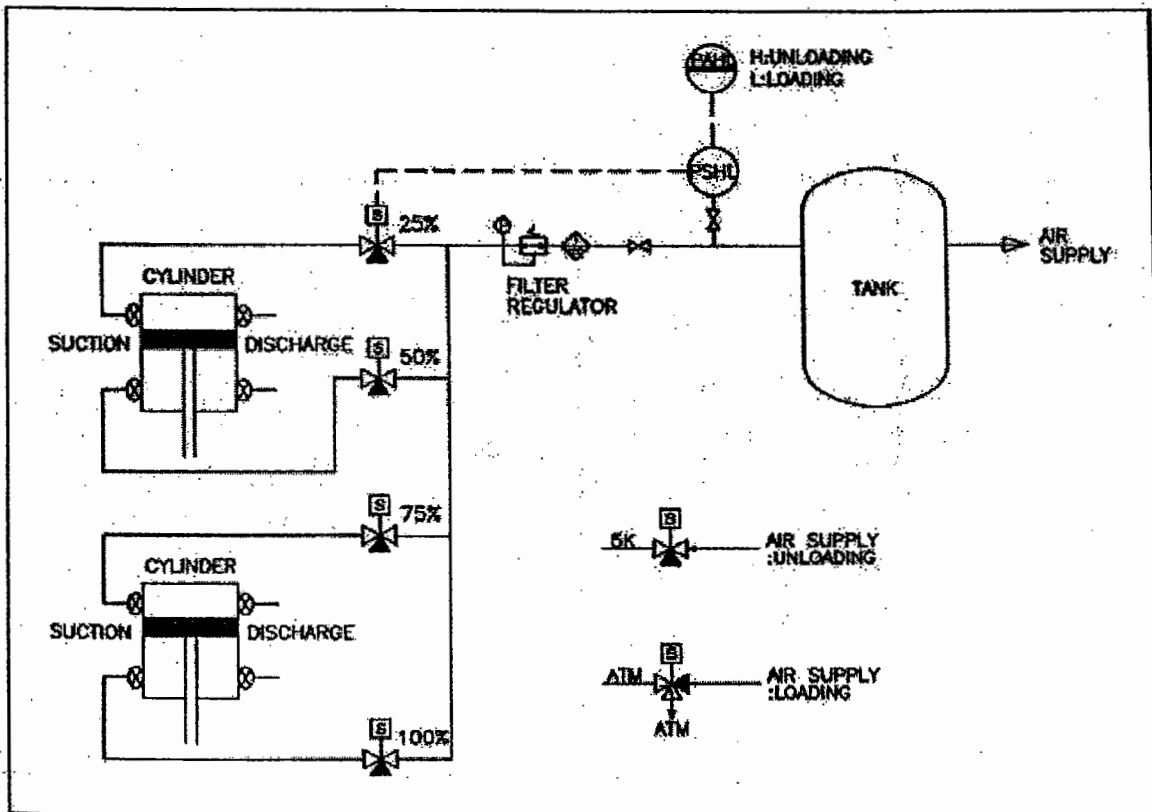
- Suction Valve Unloader System
- By-Pass Control
- Clearance Pocket Unloader

2.1 Suction Valve Unloader System

1) 기본 System

(구성품 : Pressure switch, Solenoid valve, Suction valve, Unloader tank, 기타)

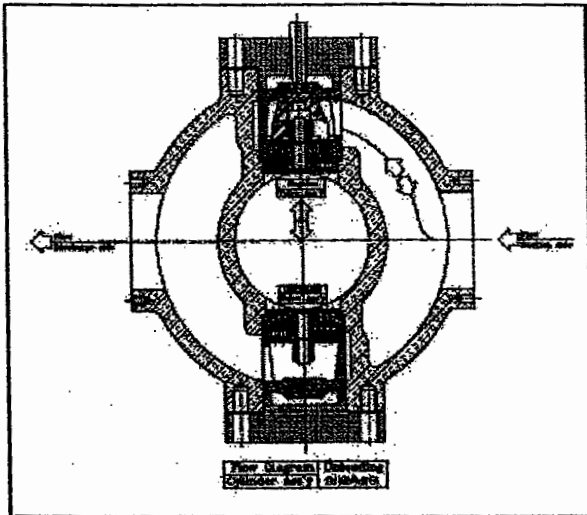
- a) Suction & Discharge valve의 Leak율은 어느 정도 허용
- b) Load/Unloader (6:4 또는 7:3) 일정비율로 운전할 수 있는 Tank를 가진 설비
- c) 최종 압력의 사용 범위가 클 때
- d) 고장으로 인한 Stand-By가 있을 때
- e) 적용 : 계장용 및 작업용 공기 압축기 및 일부 위험성이 없는 Gas



2) 작동 원리

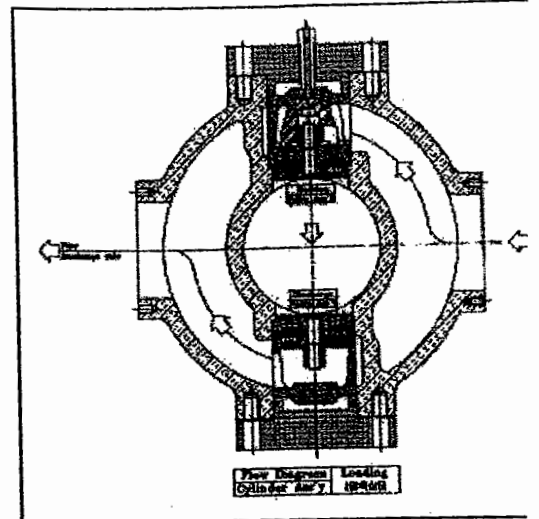
흡입측과 토출측의 Check Valve를 통해 Air 또는 Gas를 일정 방향으로 흡입/배출을

연속적으로 하는 원리



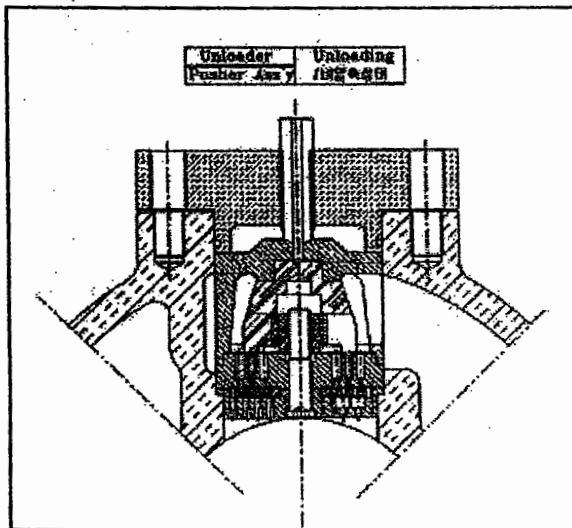
* 비압축상태 *

-흡입 Valve를 강제 개방시킴으로 인해 토출측의 높은 압력차로 토출 Valve가 개방되지 못하고 흡입 Valve의 개방된 통로를 통해 흡입/배출을 연속적으로 반복함



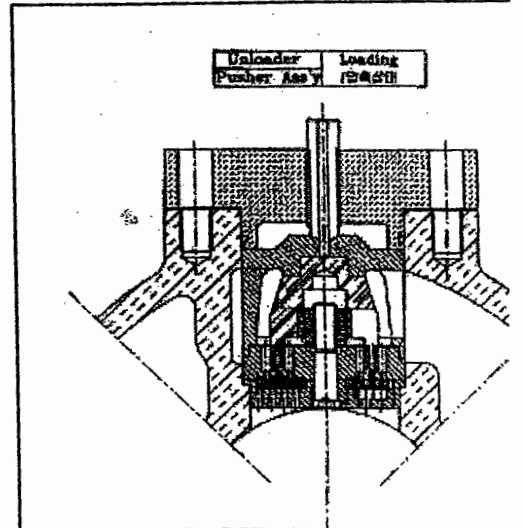
* 압축상태 *

-흡입/토출 Valve의 Spring에 의해 일정한 압력만 개폐되도록 설계 제작되어 토출측 증가시킴



Suction valve plate가 강제로 open 되어 있는 상태

- Valve Seat와 Valve Plate가 개방되어 있는 상태.
- Unloading Air의 힘에 의해 Unloading Pusher가 내려온 상태.



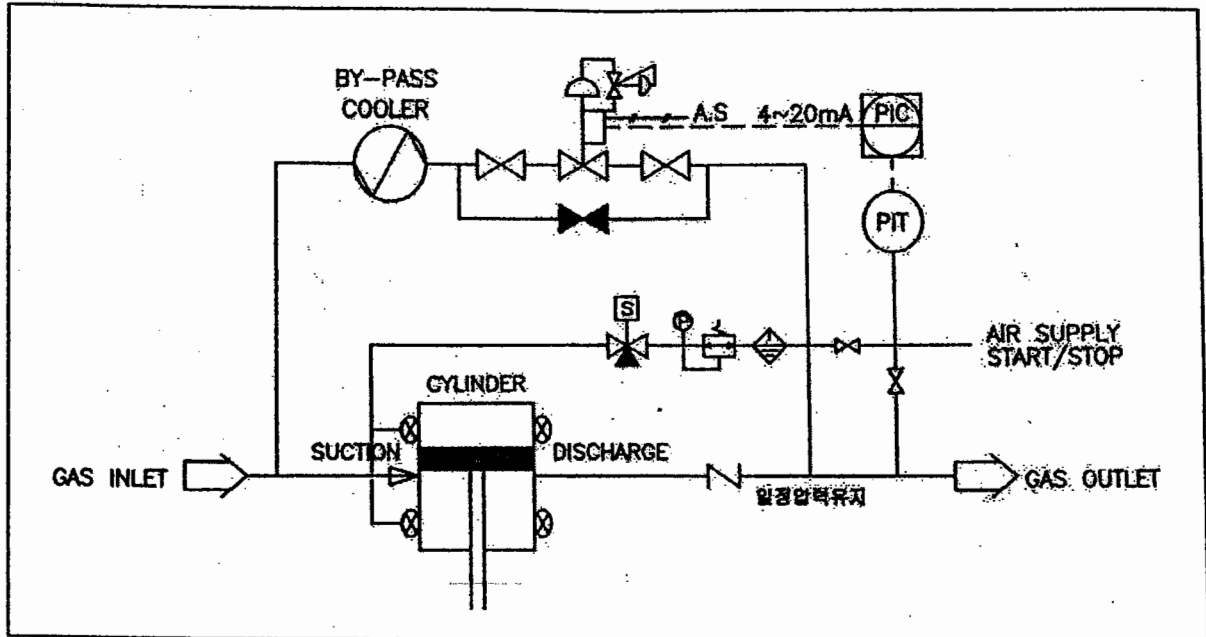
Valve spring 힘에 의해 개폐되고 있는

- Unloader Pusher가 Spring 힘에 의해 치되고 Valve Plate는 Valve Spring 힘에 의해 개폐되고 있는 상태.

2.2 By-Pass Control

1) System 기본구성품

- By-pass line 구성
- Pressure control valve
- Pressure Transmitter
- Controller



2) By-Pass Control의 특징

- a) Suction & discharge valve의 leak을 적게 허용할 때
(Unloading시 discharge valve의 leak로 인해 중간 압력을 일정하게 유지하고자 할 때)
- b) Load/unload가 없는 관계로 valve의 수명을 연장할 수 있음
- c) 토출 압력을 일정하게 유지하고자 할 때
- d) 압축비가 높아서 Unloading system을 적용하기 힘들 때
- e) 초기기동 및 Stop시 기동부하를 줄이기 위해 흡입측과 토출측을 동압을 만들어야 하는 번거로움이 있음
- f) 초기 Start 및 Stop시 Crank가 절손되는 것을 방지하기 위해 Start/Stop시만 Unloader 구조와 By-pass control을 같이 적용하는 예도 있음
- g) 적용 : 위험성이 많은 Gas

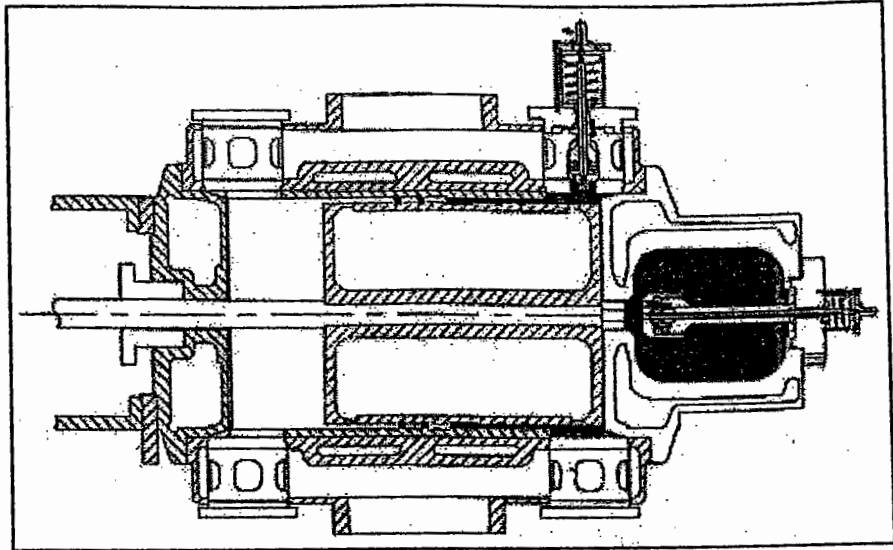
2.3 Clearance Pocket Unloader

Cylinder내 압축실 부분의 Clearance Pocket 부분의 체적 변화를 주어 용량 조절을 하는 장치

1) System 구조도

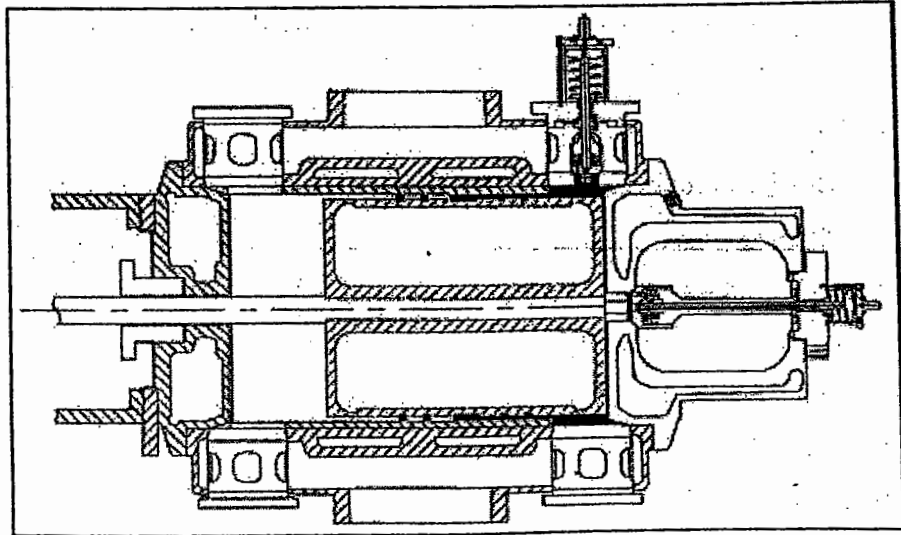
a) Pocket Open

Cylinder내 압축실 부분의 Clearance Pocket 부분이 Open 되어 있는 상태



b) Pocket Closed

Cylinder내 압축실 부분의 Clearance Pocket 부분이 Cross 되어 있는 상태



2) System 특징

- a) Piston 1회 압축하는 용량의 체적에 해당하는 Clearance pocket을 가진 경우 토출valve를 통해 배출되는 Gas는 없으므로 기계적인 Unloader 장치라 할 수 있음
- b) 25%, 50%, 75%의 유량 조절이 가능함
- c) Suction valve Unloader의 고장으로 인한 토출 압력이 상승되는 것을 방지할 수 있음

3. Suction & Discharge Valve

3.1 형상에 따른 구분 및 특징

분류	개략도	특징
Safety Guard		<p>Valve Plate 및 기타 내용물 파손시 Cylinder 내부로 유입 될 확률이 낮음</p>
Open Guard		<p>Valve Plate 및 기타 내용물 파손시 Cylinder 내부로 유입 될 확률이 높음</p>

3.2 Valve Sealing 방법구조별 분류

평면 씰링	라운더 씰링
<ul style="list-style-type: none"> - 일반적인 구조 - 현재 거의 모든 Maker 적용 - Valve plate : Metal 과 Non-Metal 모두 적용가능 - 제작이 용이함 - 저가 	<ul style="list-style-type: none"> - 개선형태 - 유체흐름이 원활하고, 씰링방법의 극대화 - Valve Plate는 Non-Metal 적용 - 제작의 까다로움 - 고가

3.3 Valve의 주요 구성부품

Discharge Valve Ass'y

I. 기 본

1. 공기의 기본적 DATA

1-1. 압력 표시

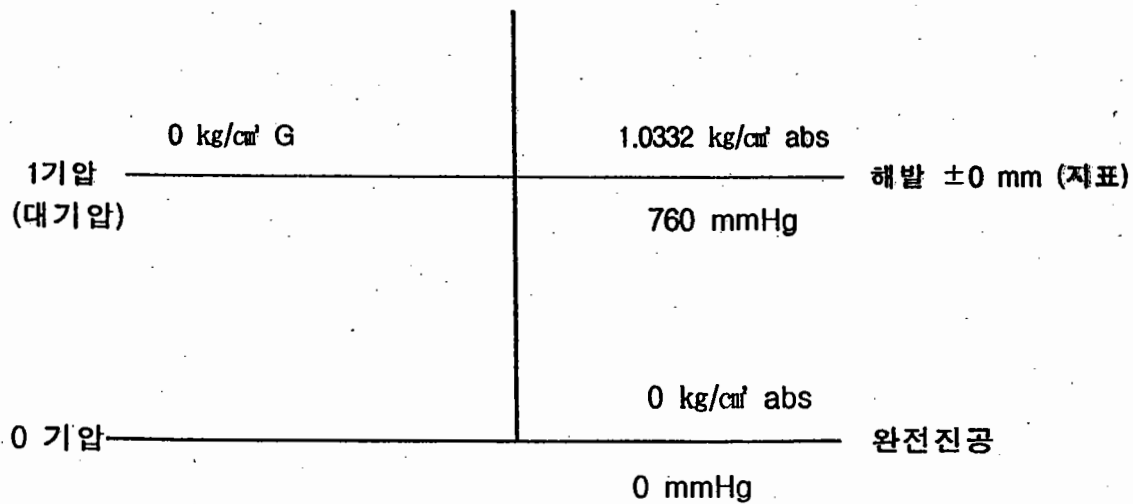
① 절대압

- 완전진공을 기준으로 한 압력 Level을 뜻하며 단위는 $\text{kg/cm}^2 \text{ abs}$.
 mmHg 로 나타낸다. (abs : Absolute)

② 게이지압

- 대기압을 기준으로 해서 나타내어진 압력 Level을 뜻하며, 단위는 $\text{kg/cm}^2 \text{ G}$ 로 나타낸다. (G : Gauge)
- 압축기로 부터 토출된 공기압은 게이지 압으로 표시된다.

③ 압력 환산



- 1기압 = 0 $\text{kg/cm}^2 \text{ G}$ = 1.0332 $\text{kg/cm}^2 \text{ abs}$
(대기압) = 760 mmHg = 10.332 MAq
- 0기압 = 완전진공 = 0 $\text{kg/cm}^2 \text{ abs}$ = 0 mmHg
- 1 $\text{kg/cm}^2 \text{ G}$ = (1 + 1.0332) $\text{kg/cm}^2 \text{ abs}$ = 0.981 bar G
- 1 $\text{kg/cm}^2 \text{ G}$ = 14.22 psi (1b/in²)
- 1.0332 $\text{kg/cm}^2 \text{ abs}$ = 14.7 psi

1-2. 온도표시

- ① 가장 일반적으로 사용되는 온도의 단위는 섭씨온도(°C)이다. 이것은 물이 어는 온도(얼음이 녹는온도)와 끓는 온도를 100등분 한것이다. (빙점 : 0°C, 비등점 : 100°C)
- ② 그러나 모든 공학적인 계산에서는 절대온도 (° K)가 적용이 된다. 이는 기체의 온도를 낮추면 기체의 체적이 온도의 가감에 따라 1/273씩 변화하는 원리를 적용하여 만들었다.
- ③ 온도 환산
 - 절대온도 (° K) = 섭씨온도 (°C) + 273
 - 섭씨온도 (°C) = $\frac{5}{9} (\text{화씨온도} - 32)$
 - 화씨온도 (°F) = $(\frac{9}{5} \times \text{섭씨온도}) + 32$

1-3. 공기량

- ① 압축기의 재원에 표현되어 있는 토출공기량, Discharge Capacity, Free Air, Delivery Capacity 는 같은 뜻으로써, 나타내어진 공기량의 값은 규정 압력으로 압축된 기체의 부피를 나타낸것이 아니라, 압축기에서 흡입한 기체의 양으로 나타낸 것이다. 이때 사용되는 단위들은 아래와 같다.
- ② 단위표시
 - (A) m³ /HR = (A) CMH = (Actual) Cubic Meter Per Hour
 - Nm³ /HR = NCMH = Normal Cubic Meter Per Hour
 - Sm³ /HR = SCMH = Standard Cubic Meter Per Hour
 - (A) ft³ /HR = (A) CFH = (Acture) Cubic Feet Per Hour
 - Sft³ /HR = SCFH = Standard Cubic Feet Per Hour
- ③ 단위환산 및 조건
 - a. Actual 공기량
 - 압축기에 있어서 실제 흡입하는 공기의 량을 나타낸다. (흡입온도, 흡입압력, 흡입조건습도 상태하의 공기량)

b. Normal 공기량

- 0°C, 1기압 (1.0332 kg/cm² abs). RH 0% 상태의 공기

c. 실제 흡입 상태의 체적 계산공식

$$QA = QN \times \frac{273 + T}{273} \times \frac{P}{P - (RH \times PS)}$$

- QA : 실제 흡입 공기량
- QN : Normal 공기량
- T : 흡입온도
- P : 흡입 절대압
- RH : 상대 습도
- PS : 흡입 온도하에서의 포화 수증기압

d. Standard 공기량

- 각국의 규정마다 약간의 차이가 있음.
- KS B 0 120 : 20°C, 760 mmHg, RH 65%
- JIS : KS 와 동일
- ASME : 68° F, 14.7 PSI, RH 36% 20°C
(SCFM = 1.570 NCMH)
- API : 60° F, 14.7 PSI, DRY 15.56°C
(SCFM = 1.608 NCMH)

1-4. 기체의 상태방정식

① 공기

a. 공기의 체적 조성비

- N₂ : 78.09 %
- O₂ : 20.95 %
- Ar : 0.93 %
- CO₂ : 0.03 %

b. 공기의 중량 조성비

- N₂ : 75.53 %
- O₂ : 23.14 %
- Ar : 1.28 %
- CO₂ : 0.05 %

c. 공기의 물리적 성질

- 분자량 (m) : 28.968
- 가스정수 (R) : 29.27 (m/°C)
- 비체적 (V) : 0.773 m³/kg (조건 : 760 mmHg 0°C)
- 비중량 (r) : 1.293 kg/m³ (조건 : 760 mmHg 0°C)
- 정압비열 (CP) : 0.241 Kcal/kg °C
- 정적비열 (CV) : 0.172 Kcal/kg °C

단열지수 (K = $\frac{CP}{CV}$) : 1.4

② 기체의 상태방정식

● PV = GRT

- P = 압력 kg/m²
- V = 체적 (m³)
- G = 기체의 중량 (kg)
- R = 기체의 가스 정수 (mol/°C) = 848/M
- T = 온도 (° K)

PV = GRT
R = $\frac{PV}{GT}$

Exp) 공기의 예를 들어보자

10332 kg/m³ × 1m³ = 1.293 kg × 29.27 m/°C × 273°C

1-5. 기체의 물리적 성질표

60% = $\frac{1.28}{20}$

명칭	가스	분자량 m	가스 점성도 R		비용점 $\frac{m^2}{kg \cdot s}$		밀도 $\frac{m^3}{kg}$		비중	비열 kcal/kg °C		CP	임계 온도 t_c °C	임계 압력 P_c atm	임계 밀도 d_c g/cm ³	용점 °C	점비 °C	정용해열기 회열 kcal/kg	회열기 회열 kcal/kg
			lata 15°C	760 mm Hg 0°C	lata 15°C	760 mm Hg 0°C	lata 15°C	760 mm Hg 0°C		CP 잠열비열 15°C	CV 잠열비열 15°C								
건조 공기	-	28.968	29.27	0.843	0.773	1.186	1.293	1.000	0.241	0.172	1.401	-140.7	37.2	0.35	-	-	-	-	-
산소	O ₂	32.000	26.50	0.763	0.700	1.310	1.429	1.105	0.218	0.156	1.400	-118.8	49.7	0.430	-218.4	-183.0	3.3	51	51
질소	N ₂	28.020	30.26	0.871	0.799	1.147	1.251	0.967	0.249	0.178	1.401	-147.1	33.5	0.311	-210.52	-195.67	6.1	48	48
헬륨	He	4.003	212	6.1	5.60	0.164	0.1785	0.1381	0.25	0.151	1.66	-267.9	2.26	0.0693	-272	-268.8	1.089	6	6
네온	Ne	20.183	42	1.21	1.11	0.825	0.900	0.695	-	-	-	-228.3	26.8	0.484	-248.7	-245.9	-	20.3	20.3
아르곤	A	39.940	21.25	0.61	0.561	1.64	1.781	1.380	0.125	0.748	1.67	-122.4	48.0	0.531	-190	-185.8	70.43	39.8	39.8
크립톤	Kr	83.700	10.2	0.294	0.27	3.41	3.708	2.868	-	-	-	-62.5	54.0	-	-157±0.1	-152±0.3	4.670	-	-
크세논	Xe	131.30	-	0.122	0.112	8.285	8.892	6.88	-	-	-	16.6	58.0	1.155	-111.5±0.5	-107.1±0.3	-	-	-
수소	H	2.016	420.6	12.110	11.110	0.0826	0.0899	0.0691	3.408	2.42	1.407	-239.9	12.8	0.310	-259.14	-252.79	14.0	108	108
일산화탄소	CO	28.000	39.29	0.872	0.800	1.146	1.250	0.966	0.248	0.177	1.404	-139.0	35.0	0.311	-205	-190	7.132	51.55	51.55
탄산가스	CO ₂	44.000	19.27	0.555	0.509	1.802	1.964	1.538	0.200	0.153	1.302	31.1	72.8	0.464	-57	78.5	45.3	-	-
암모니아	NH ₃	17.043	49.78	1.433	1.315	0.698	0.760	0.588	0.514	0.393	1.309	132.4	111.5	0.235	-77.7	-33.4	83.9	327	83.6
아세틸렌	C ₂ H ₂	26.016	32.60	0.939	0.862	1.065	1.161	0.898	0.353	0.304	1.26	36.0	62.0	0.231	-83.6	-81.8	-	164.2	164.2
메탄	CH ₄	16.302	32.60	1.523	1.398	0.657	0.715	0.553	0.528	0.403	1.31	-82.5	54.8	0.162	-184	-161.4	14.5	131	131
수증기	H ₂ O	18.016	47.07	-	1.674	-	0.598	0.463	0.490	0.368	1.33	374.0	212.7	0.4	0	100.0	79.7	539	539
NH ₃ 가스 합성 0°C, lata	-	-	99.55	-	2.72	-	0.3679	0.284	0.8055	0.573	1.406	-	-	-	-	-	-	-	-
프로판	C ₃ H ₈	44.090	19.4	0.560	0.508	1.792	1.970	1.521	-	-	-	95.6	43.0	-	-190	-45	-	107	107
에틸렌	C ₂ H ₄	28.032	30.25	0.871	0.799	1.251	1.260	0.974	-	-	-	9.7	50.9	0.22	-169	-102	25.0	61.1	61.1
염소	Cl ₂	71.000	11.55	0.343	0.316	2.92	3.167	2.449	0.115	0.085	1.36	144.0	76.1	0.573	-100.5	33.9	23	64	64

1-6. 단위 환산표

A) 압력

Pa	bar	Kgf/cm ²	atm	mmHg	lb/in ² (PSI)
1	1 x 10 ⁻⁵	1.01972 x 10 ⁻⁵	9.86923 x 10 ⁻⁶	7.50062 x 10 ⁻³	14.50 x 10 ⁻⁵
1 x 10 ⁵	1	1.01972	0.986923	750.062	14.50
9.80665 x 10 ⁴	0.980665	1	0.967841	735.559	14.223
1.01325 x 10 ⁵	1.10325	1.03323	1	760.000	14.7
1.33322 x 10 ²	1.33322 x 10 ⁻³	1.35951 x 10 ⁻³	1.31579 x 10 ⁻³	1	0.01934

827/100 = 5.07 bar

B) 유 량

m ³ /h(CMH)	m ³ /min(CMM)	ft ³ /h(CFH)	ft ³ /min(CFM)	l /sec
1	0.01667	35.317	0.58862	0.2778
60	1	2119.18	35.3144	16.666
0.02832	0.000472	1	0.01666	0.00786
1.6992	0.028317	60	1	0.47192
3.6	0.06	127.14	21.192	1

l/min
16.48
999.96





























C) 환산계수

A항을	B항으로	계수
U.S gpm (g/min)	cfm (m ³ /min)	0.1337
마력(HP)	미터 단위 마력	1.014
마력(HP)	ft. - lb/min	33000
마력(HP)	KW	0.75
KW	마력(HP)	1.3410
Btu	ft. - lb	778
ft - lb	Btu	0.001285
° F	° C	(F-32) x 5/9
° C	° F	9/5 x C + 32

1-7. 각국의 규격 및 표준

각 국제, 국가, 단체 별로 특정의 표준과 기준을 설정하여 분야별로 이에
합당한 규격번호, 규격내용 등을 정하여 이에 따르도록 하고있다.

대표적인 국제규격은 아래와 같다.

ISO/국제표준화기구 	IEC/국제전기기술위원회 	JIS/일본규격협회 	ANSI/미국국가표준원 
BS/영국국가표준원 	DIN/독일국가표준원 	NF/프랑스국가표준원 	ASTM/미국재료시험학회 
* ASME/미국기계기술자협회 	* API/미국석유화학 American Petroleum Institute. 	SAE/미국자동차기술자협회 	IEEE/미국전기·전자기술자협회 
* ASM/미국금속학회 	* ACI/미국콘크리트학회 	ASNT/미국비파괴검사학회 	* ASHRAE/ 미국냉난방·에어컨기학회 
* AWWA/미국수도협회 	* AWS/미국용접학회 	* NFPA(Fire)/ 미국방화협회 	* NACE/미국부식공학회 
* ISA/미국저측학회 	* NEMA/미국전기공업회 	* UL/미국보험업자시험소 	* CSA/캐나다표준협회 
AS/호주국가표준협회 	CEN/유럽표준화위원회 	* EIA/미국전기공업협회 	VDE/서독전기기술협회 

2. 압축기(Compressor)의 개요

2-1. 개요

압축기란 기체를 현재의 압력에서 보다 높게 연속적으로 압력을 높이는 동시에 송출시키는 장치로서 통상적으로 왕복동 압축기를 가리키며 그것은 용적형 왕복식이 넓은 범위에 걸쳐 사용되고 있기 때문이다.

2-2. 압축기의 종류

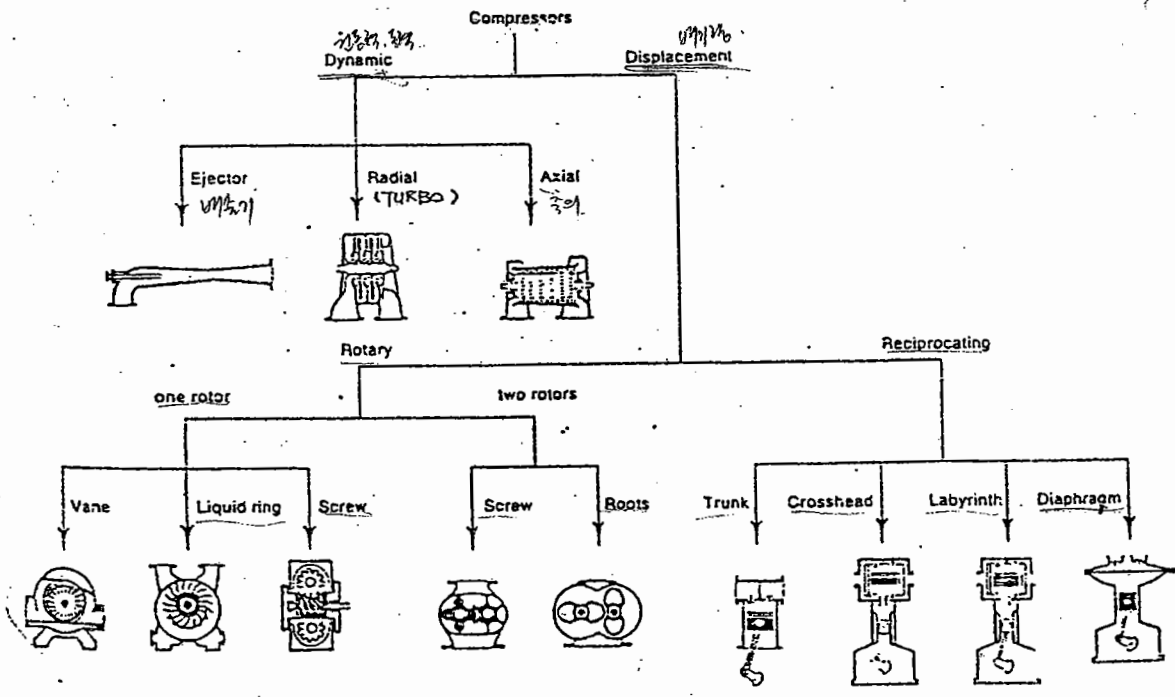
압축기는 압축방법에 따라 용적(체적)을 변화시켜 압축하는 용적형(Positive Displacement Type)과 원심력에 의해 동압을 증가시켜 압력을 얻는 회전식(Aerodynamic(Turbo) Type)으로 분류한다.

* Fan : 풍압이 500 mmAq (약 0~0.05kg/cm²G)로서 가스의 압축성, 온도 변화를 고려하지 않아도 되는것.

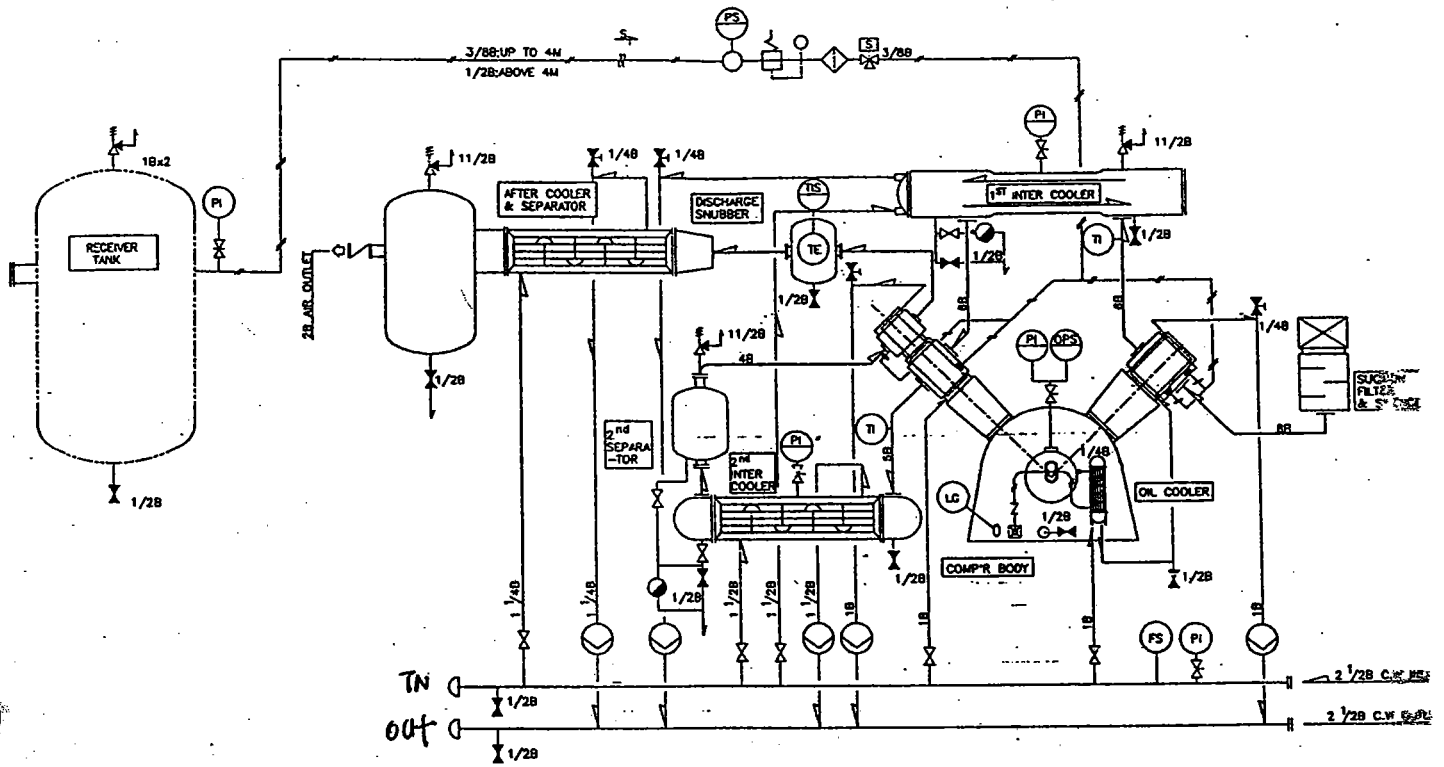
* Bloower : 풍압이 500 mmAq~1kg/cm²G 정도로 가스를 압축할때 냉각을 고려하지 않아도 되는것.

Compressor : 압력 1kg/cm²G 이상으로 가스를 압축함으로 인해 온도가 상승하므로 시스템의 냉각을 고려해야 한다.

→ 전소동이 발생하면
 Displacement. 용적량.
 회전식은 용량으로 이기동 기압에너지를 압력의 손실로 이기동
 회전식은 용량으로 이기동 기압에너지를 압력의 손실로 이기동



3. 압축기의 기본 구성도 (FLOW DIAGRAM)



SYMBOL	DESCRIPTION	SYMBOL	DESCRIPTION	SYMBOL	DESCRIPTION
	GLOBE VALVE		SOLENOID VALVE		PRESSURE SWITCH
	GATE VALVE		AUTO. TRAP		OIL PRESSURE SWITCH
	NIPPLE VALVE		SIGHT GLASS		OIL STRAINER
	CHECK VALVE		THERMO COUPLE		MAIN AIR LINE
	SAFETY VALVE		THERMO SWITCH		INSTRUMENT AIR LINE
	AIR UNIT		PRESSURE GAUGE		LUBRICATION LINE

4. 압축기의 시험 * 한국 i 기공인양 조항서 (KS D 6351; 용적률 압축기의 시험 및 검사방법)

4-1. 공장시험

공장시험은 KSB6351에 의거 행하여지며 아래의 것들이 주로 시험, 검사된다.

① 시험 및 검사항목

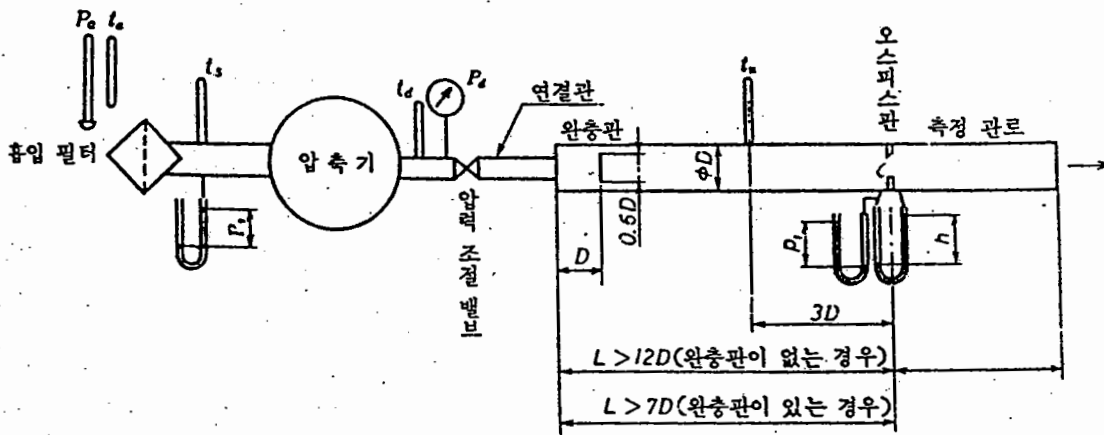
시험항목 → 온도, 압력, 공기량, 회전수, 축동력, 소음, 진동, 운전상태, UNLOADER

② 시험장치 약도

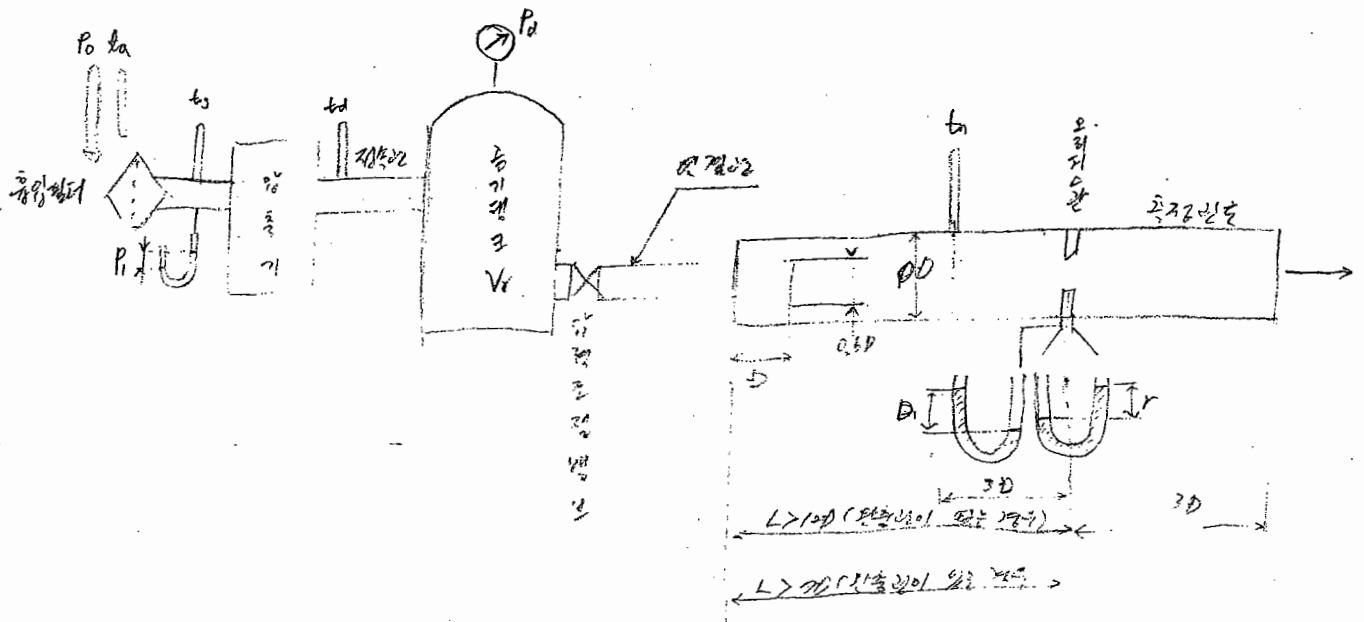
검사항목 → 압력, 공기량, 축동력, 온도, 진동, 제지압력, 용적률, 인조변조, Unloader

안정변조

CAPACITY CONTROL SYSTEM



압축기에서 흡입 공기량의 변동이 극히 적은 경우



< 압축기에서 흡입 공기량의 변동이 많은 경우 >

4-2. 현장시험

압축기의 계통 설치완료후 제작자 및 사용자의 입회하에 추천, 협의된 방법에 의하여 시험 및 검사가 행하여지며 아래의 순서에 의해 행해진다.

- ① 가동전 점검 및 검사
- ② 압축기의 무부하 운전
- ③ 압축기의 부하운전
- ④ 시험운전
- ⑤ 정상가동
- ⑥ 정상정지
- ⑦ 비상정지
- ⑧ 운전상태검사
 - a. 드레인 트랩의 작동상태
 - b. 냉각수의 냉각효과 상태
 - c. 각 부위별 소음상태
 - d. 공기누출상태
 - e. 밸브류 작동상태
 - f. 각 단의 압력상태
 - g. 각 단의 온도상태
- ⑨ 정지상태 검사

5. 고장원인과 대책

문 제 점	원 인	대 책 및 조 치
유압이 낮을 경우	<ol style="list-style-type: none"> 1. 오일 압력계의 결함 2. 크랭크케이스 내의 유량 부족 3. 오일필터가 막힘 4. 오일펌프 입구나 배관 누출 5. 오일 압력 입구나 배관 누출 6. 오일펌프의 결함 7. 오일 체크밸브의 누설 8. 크랭크메탈, 크로스헤드핀메탈의 마모 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 표준 압력계를 기준으로 하여 정밀도 점검 2. 적절한 레벨까지 오일을 보충 3. 오일필터의 핸들을 2~3회 회전 또는 분해청소 4. 오일관의 누출점검 및 연결부분 다시 조임 5. 오일압력 릴리프밸브의 점검 및 보수 6. 오일펌프의 수리 또는 교체 7. 오일 체크밸브의 누설부분 팩킹교체 8. 크랭크메탈, 크로스헤드핀메탈의 점검후 교체
유압이 높을 경우	<ol style="list-style-type: none"> 1. 오일 압력계의 결함 2. 오일압력 릴리프밸브의 결함 3. 오일배관의 막힘 4. 오일의 점도가 높음 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 표준압력계를 기준으로하여 정밀도 점검 2. 오일압력 릴리프밸브의 점검 및 보수 3. 오일의 토출배관을 분해하여 점검 및 청소 4. 적절한 오일로 교체
공기가 압축이 되지않을 경우	<ol style="list-style-type: none"> 1. 콘트롤시스템의 작동 결함 2. 흡입필터 및 흡입관 결함 3. 밸브의 결함 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 콘트롤시스템의 점검후 수리 또는 교체 2. 흡입필터의 청소와 흡입관의 장애물 제거 3. 밸브의 점검 또는 파손품 교체
토출량이 적을 경우	<ol style="list-style-type: none"> 1. 흡입관의 저항발생 2. 흡입필터의 오염 3. 밸브에셈블리의 이완 4. 흡입밸브의 파손 또는 마모 5. 밸브의 조립 불량 6. 언로더의 결함 7. 콘트롤의 조정이 불완전 8. 밸브실 배열의 결함 9. 피스톤링의 마모 10. 그랜더팩킹에서의 누출 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 흡입관의 장애물 제거 2. 흡입필터의 청소 3. 밸브에셈블리의 푸싱볼트를 조임 4. 흡입밸브의 점검 및 수리 5. 밸브의 올바른 조립 6. 언로더의 점검 및 수리 7. 콘트롤 시스템의 점검후 수리 또는 교체 8. 밸브실에 맞는 밸브로 재배열 9. 피스톤링의 점검 및 교체 10. 그랜더팩킹의 교환 또는 그랜드를 조임
토출압력이 낮을 경우	<ol style="list-style-type: none"> 1. 토출 압력계의 결함 2. 토출관에서의 누출 3. 밸브의 마모 또는 결함 4. 콤프레샤의 용량 부족 5. 언로더의 불안정 6. 콘트롤의 불안정 7. 피스톤링의 마모 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 표준압력계를 기준으로 하여 정밀도 점검 2. 토출관의 점검 후 보수 3. 밸브의 점검과 보수 또는 교체 4. 소비량을 콤프레샤 용량과 비교하여 수정 5. 언로더의 점검 또는 교체 6. 콘트롤시스템의 점검후 수정 또는 교체 7. 피스톤링의 교체

문 제 점	원 인	대 책 및 조 치
실린더가 과열될 경우	<ol style="list-style-type: none"> 1. 냉각수의 공급부족 2. 냉각수의 공급이 안됨 3. 피스톤이나 실린더라이너에 흠이 생겼음 4. 밸브 부품의 마모나 파손 5. 그랜드팩킹이 꼭 조여짐 6. 토출압력이 너무 높음 7. 밸브홀더의 배역이 틀림 8. 냉각수관의 막힘 9. 밸브에 탄소물이 부착 10. 윤활이 잘 안됨 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 냉각수 공급량을 증가 2. 냉각수를 공급 3. 실린더를 분해하여 점검후 보수 또는 교체 4. 밸브의 점검후 수리 또는 교환 5. 필요에 따라 그랜드팩킹을 느슨하게 조정 6. 에어 프레샤 스위치를 적당한 선까지 조정 7. 밸브홀더의 배열을 재조정 8. 냉각수 관의 녹이나 스케일 등을 제거 9. 밸브를 분해하여 청소하고 스케일 등을 제거 10. 급유식은 윤활유 공급량을 조정하고, 무급유식은 피스톤링의 검사후 교체
실린더의 내부에 물이 들어간 경우	<ol style="list-style-type: none"> 1. 냉각수의 온도가 낮아 응축수가 생김 2. 실린더헤드 가스켓의 누출 3. 실린더헤드에 균열이 생김 4. 공기토출배관이 실린더쪽으로 기울어짐 5. 애프터쿨러에서 누출 6. 애프터쿨러의 세퍼레이터에서 물이 빠지지 않음 7. 인터쿨러 튜브시트의 누출 8. 인터쿨러 트랩의 작동 불량 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 냉각수의 배수온도를 대기온도보다 10~20℃ 높게 최고 45℃로 조정 2. 실린더헤드 가스켓의 조정 3. 실린더헤드의 교체 4. 공기 토출배관을 수정하여 응축수의 유입을 방지 5. 애프터쿨러의 튜브시트를 점검하여 수리 6. 애프터쿨러의 세퍼레이트의 배수를 수동으로 하고 트랩을 점검후 수리 7. 인터쿨러의 튜브시트를 점검하여 수리 8. 인터쿨러 트랩을 분해하여 청소
실린더라이너와 피스톤이 손상된 경우	<ol style="list-style-type: none"> 1. 실린더 내에 이물질 혼입 2. 실린더의 과열 3. 토출밸브의 파손 또는 흡입 밸브 스프링의 파손 4. 실린더에 물이 들어옴 5. 피스톤링의 심한 마모 6. 실린더의 윤활유량의 부족 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 실린더와 입구필터를 분해하여 깨끗이 청소 2. 실린더가 과열된 원인을 찾아 보수 3. 밸브를 점검하여 부품의 교체 4. 실린더 내부에 물이 들어온 원인을 찾아 보수 5. 피스톤링을 교체 6. 실린더의 윤활유 공급량을 적당히 증가
컨트롤시스템의 작동이 불량한 경우	<ol style="list-style-type: none"> 1. 컨트롤 조정이 부적당함 2. 컨트롤 부품의 결함 3. 컨트롤 배관의 결함 4. 제어공기의 필터가 막힘 5. 언로더의 불량 6. 언로더와 공기 프레샤스위치의 공기 공급이 부족 7. 전기적인 결함 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 컨트롤을 점검하여 세팅치를 확인하여 조정 2. 컨트롤 부품을 점검하여 보수 또는 교체 3. 전체 컨트롤 배관을 점검하여 세척과 보수 4. 제어공기의 필터를 분해하여 세척 5. 언로더의 부품을 점검하여 필요시는 교체 6. 제어공기관의 크기를 점검하고 제어공기가 맥동이 없고 양이 충분하게 필요시는 교체 7. 전압을 점검하고 적당한 동력을 공급

문 제 점	원 인	대 책 및 조 치
컴프레샤가 무부하에서도 압축이 계속되는 경우	<ol style="list-style-type: none"> 1. 언로더의 다이어프램이 파손 2. 언로더의 푸셔가 파손 또는 푸셔의 스트로크가 짧음 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 언로더의 다이어프램을 교체 2. 언로더를 분해하여 푸셔와 언로더푸셔의 스트로크를 점검하여 푸셔의 교체와 스트로크 조정
비정상적으로 밸브와 밸브스프링이 파손되는 경우	<ol style="list-style-type: none"> 1. 밸브의 조립이 불량 2. 냉각수의 낮은 온도로 응축수에 의한 녹이 발생 3. 실린더가 가열 4. 밸브에 탄소물이 축적 5. 실린더의 윤활이 불충분 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 밸브를 정확히 재조립 2. 냉각수의 배출온도가 대기온도보다 10~20℃ 높은 최고 45℃ 이하로 냉각의 공급량을 줄임 3. 실린더가 과열된 원인을 점검하여 조치 4. 밸브의 탄소물을 제거하고 윤활유 공급량을 점검하여 적정량으로 줄임 5. 실린더의 윤활유 공급량을 적정하게 증가
레시버의 압력이 너무 높은 경우	<ol style="list-style-type: none"> 1. 레시버 압력계의 결함 2. 에어 프레샤스위치의 셀팅치가 높음 3. 콘트롤라인에 장애가 있음 4. 언로더의 작동이 불량 5. 콘트롤시스템 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 표준 압력계를 기준으로 하여 정밀도 점검 2. 에어프레샤 스위치의 셀팅치를 적정수준으로 낮춤 3. 콘트롤라인을 점검하여 장애물을 제거 4. 언로더를 분해하여 불량요인을 보수 5. 콘트롤시스템을 청소하고 보수 또는 교체
토출공기의 온도가 너무 높은 경우	<ol style="list-style-type: none"> 1. 실린더의 과열 2. 실린더의 냉각수 배출온도가 너무 높음 3. 토출압력이 너무 높음 4. 실린더의 윤활이 불충분 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 실린더의 과열요인을 찾아 조치 2. 냉각수의 배출온도가 대기온도보다 10~20℃ 높은 최고 45℃ 이하로 냉각수 공급량을 증가 3. 에어 프레샤스위치의 셀팅치를 낮게 조정 4. 실린더의 윤활유 공급량을 적정하게 증가
컴프레샤가 갑자기 멈춘 경우	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전장치로 인한 모터의 동력공급이 차단 2. 동력공급이 중단 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 콘트롤판넬의 지시등이 나타내는 트러블 부분의 점검 2. 컴프레샤의 압력을 제거하고 전원스위치를 오프로 함
컴프레샤내부에 이물질이 혼입된 경우	<ol style="list-style-type: none"> 1. 실린더 내부에 이물질이 혼입 2. 피스톤의 운동여유의 조정이 불량 3. 피스톤과 피스톤로드의 이완 4. 쉐어링로드 메탈이 마모 5. 크로스헤드의 마모 6. 밸브에셈블리의 조립부가 이완 7. 주 베어링의 결함 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 밸브를 분해하여 실린더 내부를 검사하고 청소 2. 피스톤의 상사점과 하사점에서 운동여유를 측정하여 적정하게 조정 3. 피스톤너트를 꼭 조이고 분할핀을 끼움 4. 쉐어링로드 메탈을 점검 5. 크로스헤드와 크로스헤드 가이드를 점검 6. 밸브에셈블리를 분해하여 재조립 7. 베어링의 사양을 점검하고 필요시엔 교체

문 제 점	원 인	대 책 및 조 치
	8. 피스톤링이 팽 끼임 9. 컨넥팅로드 힘 10. 카플링의 조립 불량 11. 배관에 진동 12. 크랭크샤프트의 카운터웨이트가 이완	8. 피스톤링을 빼내어 필요하면 교체하고 피스톤링이 자유롭게 움직이도록 피스톤링의 흠을 깨끗이 청소 9. 주 베어링이 헐거운지 점검하여 컨넥팅로드가 헐 원인이 주 베어링이면 주 베어링과 컨넥팅로드를 동시에 교체 10. 카플링의 조립상태를 점검하여 정확히 조립 11. 모든 배관을 점검하여 진동부분에 써포트 세움 12. 카운터웨이트의 볼트를 단단히 조립
모터의 기동이 정지될 경우	1. 모터의 과부하로 트립 또는 결선의 불량 2. 전원공급이 중단	1. 모터 과부하 원인을 찾아 보수 2. 전원공급의 연결을 점검하고 조치
모터의 가동후 연속 운전이 안되는 경우	1. 유압이 낮거나 오일 프레샤 스위치의 작동이 안됨 2. 안전장치의 트립	1. 오일 프레샤스위치를 검토하여 재조정 2. 콘트롤판텔이 지시하는 트립부분을 점검
모터가 가열되는 경우	1. 전압이 부정확 2. 모터의 코아가 결함 3. 모터에 먼지가 많이 쌓임 4. 모터내의 윤활이 불량 5. 모터에 과부하가 걸림	1. 적정 전압으로 수정 2. 모터의 수정 3. 모터의 공기통로를 청소하거나 분해하여 청소 4. 모터에 적정 그리스를 공급 5. 콤프레샤의 운전압력을 낮추어 운전의 상태가 자유로운지 확인
인터쿨러의 압력이 높은 경우	1. 압력계의 결함 2. 2단 실린더의 흡입 또는 토출 밸브의 결함 3. 2단 실린더헤드의 가스켓 누출 4. 2단 실린더의 밸브 파손 5. 2단 실린더의 언로더 펀서의 결함	1. 표준압력계를 기준으로 하여 정밀도 점검 2. 작동불량인 밸브를 분해하여 교체 3. 2단 실린더헤드 가스켓을 교체 4. 결함이 있는 밸브를 분해후 교체 5. 언로더를 분해후 작동상태를 점검하여 보수
인터쿨러의 압력이 낮은 경우	1. 압력계의 결함 2. 1단 실린더의 흡입 또는 토출 밸브의 결함 3. 인터쿨러의 누출 4. 그랜드팩킹의 누출	1. 표준압력계를 기준으로 하여 정밀도 점검 2. 결함이 있는 밸브를 찾아 분해하여 보수 3. 인터쿨러를 점검하여 누출부분을 보수 4. 그랜드팩킹의 조립상태를 점검하여 보수

문 제 점	원 인	대 책 및 조 치
	5. 인터쿨러의 배수로의 누출 6. 1단 실린더의 언로더 푸셔의 결함	5. 인터쿨러의 배수로를 점검하여 보수 6. 언로더를 분해후 작동상태를 점검하여 보수
오일 와이퍼링을 통해 오일이 새는 경우	1. 와이퍼링의 마모 2. 와이퍼링 사이에 이물질이 낀 3. 피스톤로드의 손상 4. 와이퍼링 박스의 바닥면이 손상 5. 와이퍼링의 코일스프링이 늘어남 6. 와이퍼링 사이의 클리어런스가 맞지 않음	1. 와이퍼링의 교체 2. 와이퍼링을 분해하여 세척하고 손상된 링은 교체 3. 피스톤로드를 닦거나 보수 4. 손상된 표면을 연마하여 조립 5. 와이퍼링의 코일스프링을 교체 6. 와이퍼링 사이의 클리어런스는 0.04~0.08mm를 유지

6. 정기 점검표

컴프레샤를 주기적 또는 정기적으로 검사와 보수없이 통상 충분히 성능을 발휘하기를 기대할 수는 없다. 왜냐하면 컴프레샤는 정기적으로 전반적인 점검이 필요하기 때문이다. 컴프레샤의 부품과 팩킹이 마모되었으면 즉시 교체하고, 컴프레샤의 내부는 물론 깨끗해야 한다.

점검항목	점검사항	매 일			1000 시 간	2000 시 간	10000 시 간	비 고
		사용전	사용중	사용후				
컴프레사	외부 청소	●						주요부분점검
드레인밸브	배수	●						
유면계 (크랭크케이스, 주유기)	유량 점검	●						
오일펌프 및 주유기	작동 점검		●					
압력 및 온도	점검		●					
안전장치 (FS, OPS, TS)	작동 점검		●					
제어장치(엔로딩시스템)	작동 점검		●					
이상 소음, 진동, 과열	점검		●					
누설(공기, 냉각수, 오일)	점검		●					
냉각수	배수			●				
오일 필터	청소			●				
공기 흡입 필터	점검 및 청소				●			동질기
피스톤로드의 글랜드팩킹	점검				●			
오일 와이퍼링	점검				●			
오일 필터	침전물 제거				●			
오일 쿨러	청소				●			
콘트롤 배관	청소				●			
드레인 트랩	작동점검및청소				●			
볼트 및 너트	조임 상태 점검				●			기초볼트 및 연결부분
흡입·토출 밸브	점검					●		
피스톤링 및 라이더링	마모 점검					●		
실린더 라이너	마모 점검					●		
크랭크케이스내부	오일교체및청소					●		
주유기 내부	오일점검및청소					●		
오버홀	점검						●	

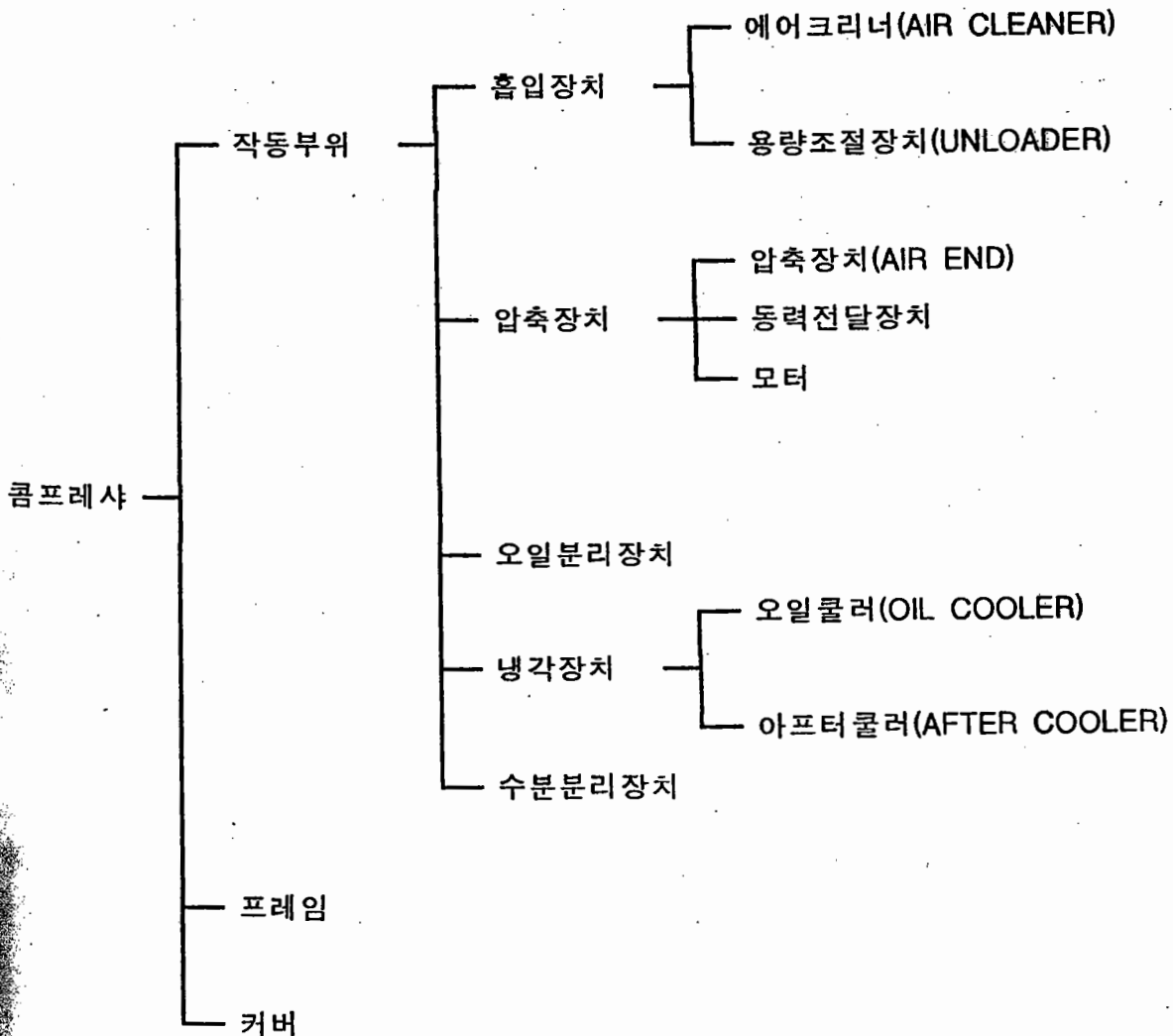
III. SCREW COMPRESSOR

III. SCREW COMPRESSOR

1. 구조와 작동원리

스크류 콤프레샤의 구조를 크게 대별하면 모든 구성품을 지지하는 프레임과 각 작동부위 그리고 기계 전체를 보호하는 커버장치로 나눌수 있다. 작동부위를 다시 구분하면 공기 흡입장치, 압축장치, 오일 분리장치, 냉각장치, 수분 분리장치, 그리고 각종 전기기구를 통제하는 제어장치와 배관으로 구성된다.

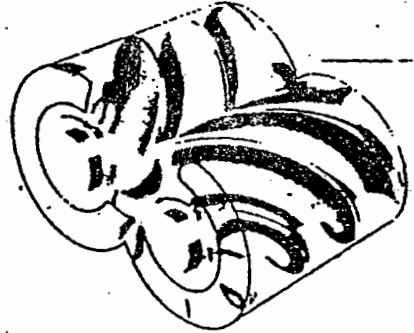
이러한 구조의 분류는 아래의 표와 같다.



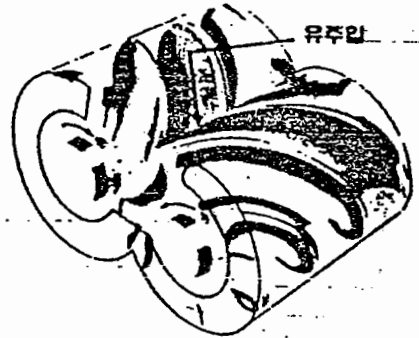
1-1. 스크류 콤프레샤의 압축 원리

- ① 암·수 스크류의 회전에 의하여 흡입공간이 증대됨에 따라 공기가 흡입되며, 계속되는 회전에 의하여 흡입단은 닫히지며 암·수 스크류와 케이싱은 완전히 밀봉됨
- ② 암·수 스크류의 회전에 의하여 스크류의 치합 지점이 토출구쪽으로 움직이며 동시에 치형공간의 체적이 점차 줄어들어 공기가 압축됨
이때 압축열의 냉각 및 스크류의 윤활과 케이싱과의 밀봉을 위하여 OIL이 주입됨.
- ③ 암·수 스크류의 회전에 의하여 압축된 공기가 규정 압력에 도달하게 되면 압축공기와 OIL의 혼합물은 토출단에서 토출됨

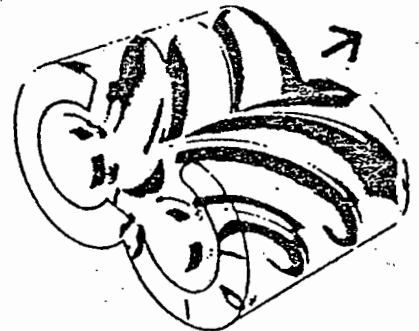
1. 흡입



2. 압축, 윤활유 주입



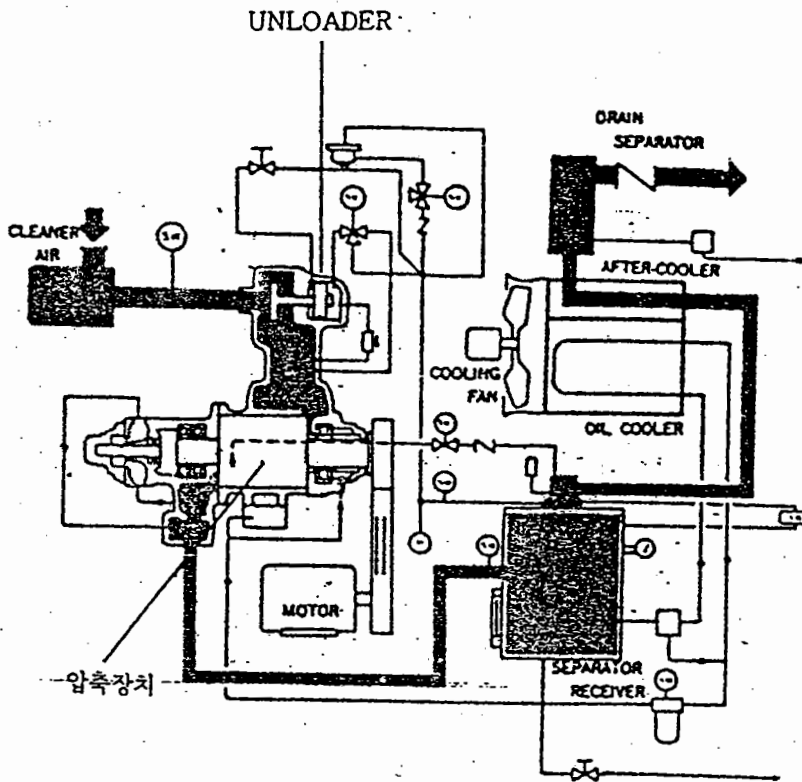
3. 토출



1-2. 스크류 콤프레샤의 장점

- ① 다른 콤프레샤에 비하여 고압축비에서도 효율이 높음
- ② 구조가 간단하며 밸브 등의 습동부분이 없어 고장이 적다.
- ③ 두개의 스크류가 맞물려 연속적으로 회전하므로 공기의 맥동이나 불균일 압축에 의한 진동 및 소음이 매우 적음
- ④ 소형 경량이며 대용량의 경우에도 설치면적이 적고 취급이 간편하다.

흡입에서 압축공기의 토출까지의 구성회로는 아래의 그림과 같다.



- ▶ SUCTION AIR
- ▶ COMPRESSED AIR(W/OIL)
- LUBRICATION
- ▶ COMPRESSED AIR ____ OIL ____ CONTROL ____ DRAIN

스크류콤프레샤의 계통도

콤프레샤 작동의 개요를 설명하면 모터의 회전에 의하여 압축장치내의 스크류가 회전함에 따라 스크류 상단부의 공기가 압축실로 빨려 들어감에 따라 압력이 낮아져 대기중의 공기가 에어크리너(흡입필터)를 통해 콤프레샤 내부로 빨려 들어온다.

이 때 용량조절장치는 소비되는 공기량에 따라 흡입되는 공기의 양을 조절하는 작용을 하고 압축장치 내부의 압수 스크류의 회전운동에 따라 공기가 압축되어 압축장치 끝단의 토출구를 통해 나가게 된다.

압축장치에서 공기가 압축될때 오일이 공급되어 내부 냉각 및 기밀을 유지하기 때문에 토출구를 통해 나가는 압축공기는 오일과의 혼합물 상태로 되어 있으며 오일 분리장치를 통해 오일은 세퍼레이터 레시버 탱크 하단으로 회수되고 토출 라인쪽으로는 깨끗한 공기만 나가도록 되어 있으며 오일 세퍼레이터 (OIL SEPARATOR) 의 기능에 한계가 있기 때문에 약간의 오일이 함유되어 있다.

최근 기술의 발달에 의해 오일 세퍼레이터의 성능이 향상되어 압축공기중에 함유되는 오일의 양이 3PPM이하로 관리되고 있으며 신품의 오일 세퍼레이터는 1PPM 이하로 오일을 걸러줄 수도 있다.

회수된 오일은 오일쿨러를 통해 냉각되어 다시 압축장치로 공급되고 압축공기도 아프터 쿨러를 통해 냉각되어 토출되며 압축공기의 온도가 저하됨에 따라 응결되는 수분은 수분 분리기에 의하여 외부로 배출된다.

컴프레샤 내부에 설치된 오일 및 수분 분리기에 의하여 정화된 공기의 청정도 이상의 양질의 압축공기가 필요한 경우가 많으므로 컴프레샤의 후단에 별도의 수분 분리기(DRYER) 와 필터(FILTER)를 장착하여 사용하게 되며 이 경우에도 컴프레샤 내부에서 어느 정도 이상의 분리가 되어야만 후단에 설치되는 장비의 수명이 연장된다.

V. DRYER

1. 개요

압축공기의 이용은 일부업종에 한정된 것이 아니고 그 용도는 아주 다양하여 모든 공장에서 필수적이며, 산업구조의 격심한 변화와 더불어 생산기술의 자동화로 인한 압축공기와 관련된 기기의 수요도 급증하고 있는 실정이다. 특히 최근에 이르러서는 반도체, 정밀기계, 식품 및 의약품 등의 생산업체에서 수분/유분을 포함하지 않은 깨끗한 압축공기의 필요성이 절실히 요구되고 있다.

그러나 공기압축기로부터 토출되는 공기중에는 대기로부터 흡입한 다량의 수분, 먼지, 기타 유해물질과 압축시의 오일이 혼재해 있어 각종 공압기기의 고장과 압축공기를 이용한 자동생산공정에서의 생산성저하, 생산제품의 불량원인이 되기도 한다. 따라서 여기에서는 토출공기의 제습 및 여과를 통해 맑고 건조한 공기를 공급하기 위해 채택되고 있는 "Clean Compressed Air System"에 관련된 기기중 주로 "Air Dryer"에 대해 기술하고자 한다.

** AIR CLEANING SYSTEM 의 기본구성

- 압축공기의 저장 : AIR RECEIVER TANK
- 제 습 장 치 : AIR DRYER
- 여과 (청정) 장치 : FILTER류

2. 용어해설

2-1. 습공기(MOIST AIR) 와 건조공기(DRY AIR)

대기는 산소, 질소를 주체로 하고 기타 탄산가스, 아르곤과 같은 기체를 소량 함유하고 있다. 이 외에 필연적으로 다소의 수증기를 함유하고 있다. 이때 수증기를 함유하고 있는 공기를 "습공기(Moist Air)"라 하고 수증기가 포함되지 않은것을 "건조공기(Dry Air)"라 한다.

2-2. 포화공기(SATURATED AIR) 와 포화온도(SATURATED TEMP.)

공기중에 함유할 수 있는 수증기의 량은 압력과 온도가 결정되게 되면 그 조건에 대한 최대한도가 있고, 그 최대한도의 수증기를 포함한 습공기를 "포화공기"라 하고 포화공기가 되는 온도를 "포화온도"라 한다.

2-3. 안개공기 (FOGGED AIR)

포화공기를 냉각시키면 함유된 수증기는 분무상태로 되어 부유하게 된다. 이 상태에 있는 공기를 안개공기라 한다.

2-4. 절대습도 (ABSOLUTE HUMIDITY : Kg/Kg)

습공기중에 포함되어 있는 수분의 양과 건조공기의 양과의 중량비

2-5. 상대습도 (RELATIVE HUMIDITY)

습공기에 포함되어 있어 수분의 중량과 같은 온도의 포화 습공기에 포함된 수분의 중량비로서 백분율(%)로 표시한다.

$$[\text{상대습도} = \frac{\text{절대습도}}{\text{포화량}} \times 100(\%)]$$

2-6. 노점(이슬점, DEW POINT)

노점은 공기중의 수증기가 온도저하, 용적의 변화(압축, 팽창)에 의해 이슬(물방울)로 되는 온도를 말하며 일반적으로 대기압하의 온도로 나타낸다.

- 공기중의 수증기가 응축되는 온도
- 공기중의 수증기가 포화되는 온도 (상대습도가 100%가 되는 온도)

3. 압축공기의 특성

3-1. 압축공기의 특성

① COMPRESSOR에 흡입된 공기 (FREE AIR)

COMPRESSOR에 흡입되는 공기(Free Air)는 Air System에 유해한 이물질, 먼지, 수증기, 기타 여러가지 불순물을 함유하고 있다.

② 공기가 COMPRESSOR에 흡입되면

공기는 수증기 이물질, 먼지와 함께 압축된다.

③ COMPRESSOR에서 토출되는 압축공기는

압축공기는 $7\text{Kg}/\text{Cm}^2$ 의 경우 대기를 COMPRESSOR에서 흡입하여 1/8의 체적으로 압축한것이 되기 때문에 수분 이물질, 먼지 유분등은 대기의 8배 농도로서 함유하고 있다.

④ 배관(AIR LINE)에서 압축공기가 자연 냉각된다.

압축공기의 온도가 낮아지면 원래 공기의 압력 및 온도때와 같이 많은 수증기를 함유할 수 없기 때문에 여분의 수증기는 수분으로 된다.

⑤ 이 불순물이 흡입된 상태에서 압축공기를 사용하게 되면

a. 도장용 Air System 및 Sanding : 도장면의 요철 (),

Pin Hole의 원인과 수분에 의한 부식 및 손상

b. 공압기기 : 공구, 기기에 급유되고 있는 기름이 뒤틀어나가 완만한 동작, 저효율, 수명저하등을 일으킨다. 낮은 온도에서는 증기는 응축되어 방향제어밸브의 Port를 결빙시키기도 한다.

c. 공기계기류

Air Micrometer의 Float에 수분이 부착되어 정상지시를 하지 못한다.

d. 정밀부품, 약전기 부품

시계부품등 습기가 금속을 발청시키고 전기부품에 대하여는 절연물에 장애를 주어 제품의 불량 원인이 된다.

e. 분체 AIR 이송

이송물에 Drain, Oil Mist가 부착된다.

f. 식품공업

식품가공시 수분에 의해 음식을 변질

g. 화학공업

수분에 의해 이상 반을초래 및 원료손실

h. 기타

3-2. 수분의 발생 및 발생량

① 수분의 발생

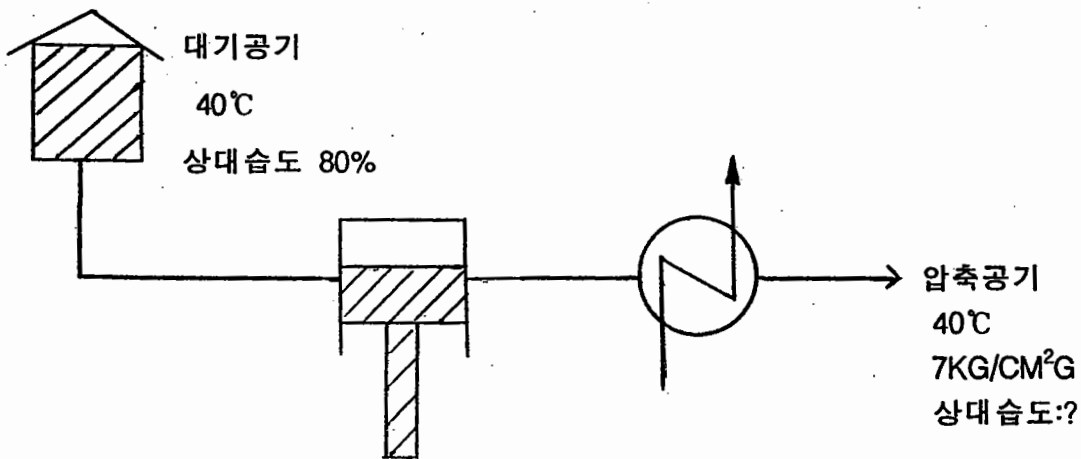
공기압축기로 흡입되는 대기공기 중에는 다량의 수분이 포화상태로 존재한다. 이 것들은 압축기에 의해서 압축 또는 농축되고 열교환기에 의해서 냉각됨으로서 발생하게 된다. 이에 수분의 발생량을 아래와 같이 도표 및 계산으로써 설명하겠다.

(예제 1)

대기온도 : 40℃

압 력 : 대기압

상대습도 : 80%의 대기공기를 압력 7Kg/Cm2G 압축, After Cooler 후부 온도를 40℃로 냉각, 공급할때 압축공기의 상대습도를 비교 하자.



출구측 절대압력

◎ 출구측 상대습도 = 입구측 상대습도 x $\frac{\text{출구측 절대압력}}{\text{입구측 절대압력}}$

$$= 80\% \times \frac{(7 + 1.0332)}{1.0332} = 622\%$$

(예제2)

상기예제의 대기 공기중의 수분량을 계산하라.

◎ 계산

- 대기공기 40℃일때 최대포화수증기 (RH100%)량 = 51.1g/m³
- 상대습도 80% 일때 = 51.1g/m³ x 80% = 40.9g/m³

(예제3)

상기의 예제에서 나타나는 압축공기내의 포화수증기량과 응축된 수분의 양을 구분하라.

◎ 출구측에서 실제적으로 존재하는 수분량은 100%의 상대습도에 해당하는 포화수증기량을 제외한 양이다.

◎ 계산

응축된 수분량 = 출구측 상대습도 - 100%

$$= 622\% - 100\% = 522\%$$

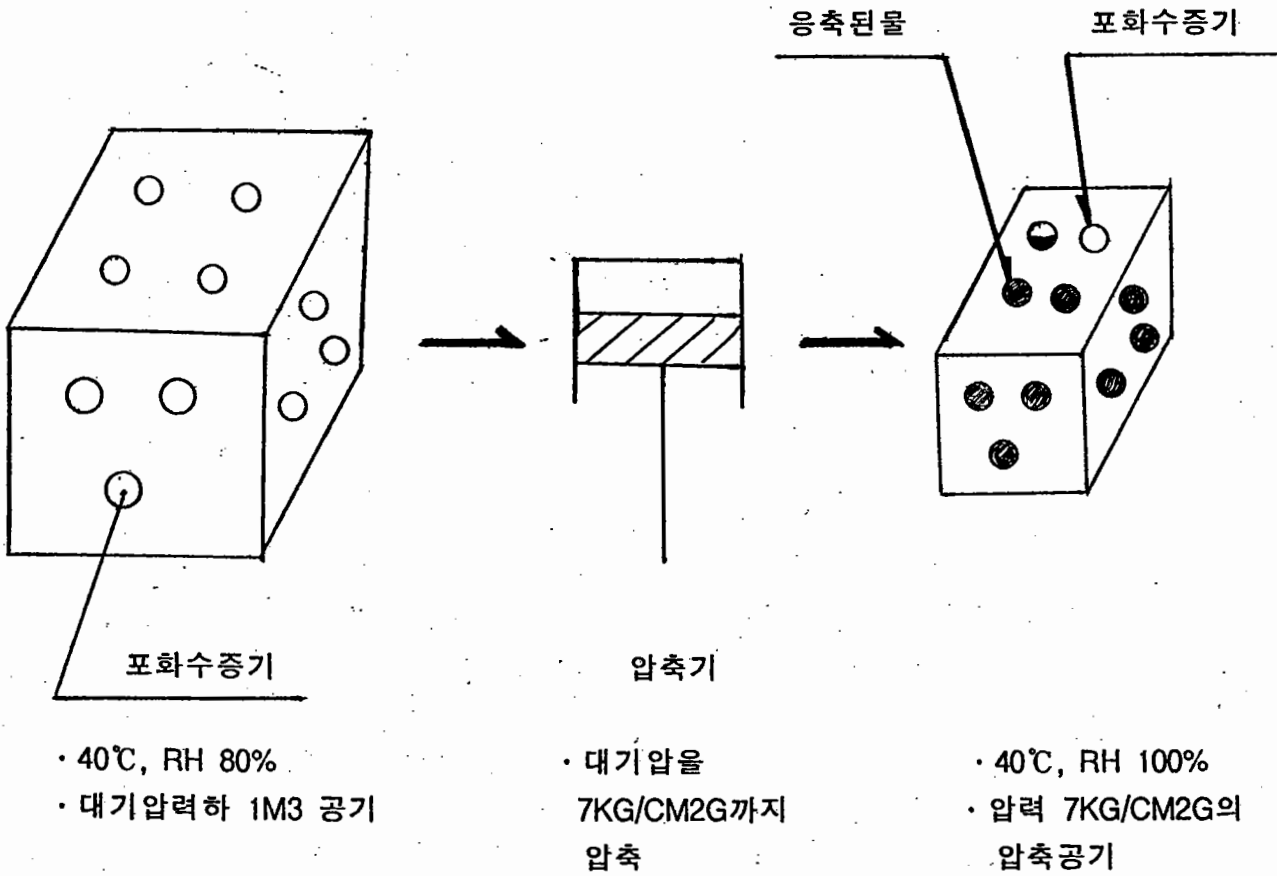
$$= 40.9\text{g/m}^3 \times \frac{522}{622}$$

$$= 34.3 \text{ g/m}^3$$

그러므로 34.3g/m³ 은 응축되어 배출되고 나머지 6.6g/m³은 포화상태로 압축기내에 존재한다.

(예제 4)

상기 예제의 과정을 간단한 그림으로 나타내어 보라.



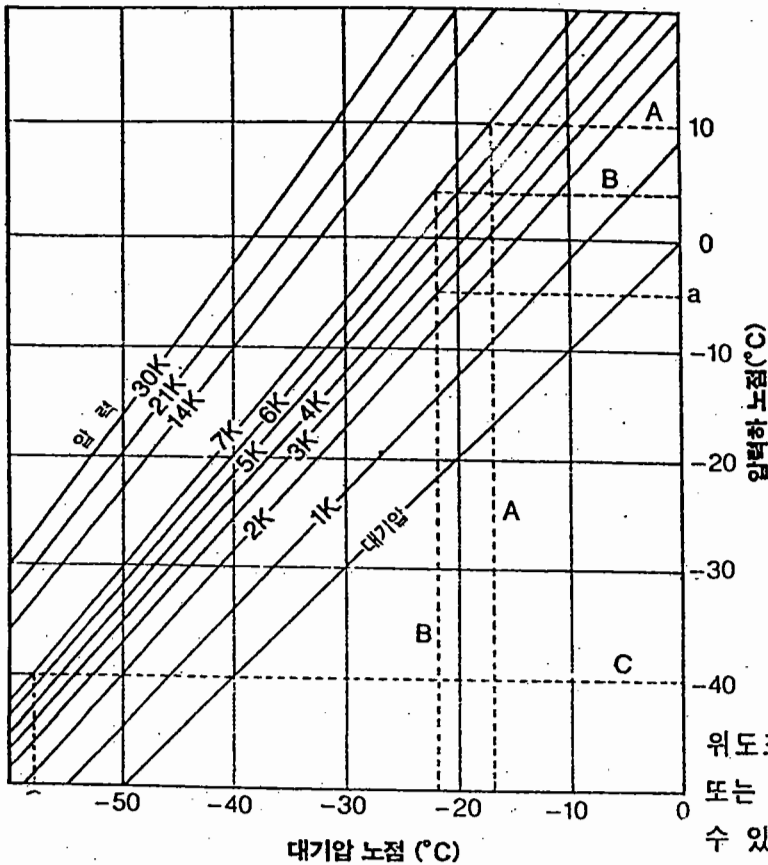
■ 포화 수증기량표(상대습도 100%)

g/m³

60° C	129.72	39° C	48.595	18° C	15.366	-2° C	4.1352	-23° C	0.6670	-44° C	0.0763
59° C	124.21	38° C	46.193	17° C	14.475	-3° C	3.8167	-24° C	0.6067	-45° C	0.0682
58° C	118.89	37° C	43.893	16° C	13.629	-4° C	3.5199	-25° C	0.5514	-46° C	0.0608
57° C	113.77	36° C	41.691	15° C	12.827	-5° C	3.2444	-26° C	0.5008	-47° C	0.0542
56° C	108.83	35° C	39.583	14° C	12.065	-6° C	2.9888	-27° C	0.4544	-48° C	0.0482
55° C	104.08	34° C	37.568	13° C	11.343	-7° C	2.7516	-28° C	0.4120	-49° C	0.0429
54° C	99.492	33° C	35.641	12° C	10.659	-8° C	2.5314	-29° C	0.3733	-50° C	0.0381
53° C	95.084	32° C	33.799	11° C	10.011	-9° C	2.3267	-30° C	0.3379	-51° C	0.0338
52° C	90.836	31° C	32.039	10° C	9.3977	-10° C	2.1379	-31° C	0.3056	-52° C	0.0299
51° C	86.755	30° C	30.358	9° C	8.8171	-11° C	1.9632	-32° C	0.2762	-53° C	0.0265
50° C	82.823	29° C	28.756	8° C	8.2686	-12° C	1.8014	-33° C	0.2493	-54° C	0.0234
49° C	79.042	28° C	27.221	7° C	7.7494	-13° C	1.6517	-34° C	0.2249	-55° C	0.0207
48° C	75.414	27° C	25.760	6° C	7.2589	-14° C	1.5133	-35° C	0.2027	-56° C	0.0183
47° C	71.925	26° C	24.366	5° C	6.7958	-15° C	1.3856	-36° C	0.1826	-57° C	0.0161
46° C	68.570	25° C	23.038	4° C	6.3588	-16° C	1.2679	-37° C	0.1642	-58° C	0.0142
45° C	65.350	24° C	21.773	3° C	5.9466	-17° C	1.1596	-38° C	0.1476	-59° C	0.0125
44° C	62.259	23° C	20.568	2° C	5.5579	-18° C	1.0595	-39° C	0.1326	-60° C	0.0109
43° C	59.293	22° C	19.421	1.7° C	5.4458	-19° C	0.9673	-40° C	0.1189		
42° C	56.448	21° C	18.329	1° C	5.1917	-20° C	0.8821	-41° C	0.1066		
41° C	53.718	20° C	17.291	0° C	4.8467	-21° C	0.8044	-42° C	0.0954		
40° C	51.102	19° C	15.562	-1° C	4.4777	-22° C	0.7328	-43° C	0.0854		

③ 노점환산표

압력노점표



위도표는 각압력하 노점을 대기압 노점으로 또는 대기압노점을 압력하 노점으로 환산할 수 있는 도표입니다.

사용 예

● 압력하 노점 변화시 대기압노점

1. 압력 7Kgf/cm², 압력하 노점 10℃일때 대기압 노점은?
 도표의 우측에서 압력하 노점 10℃를 찾아 그 곳에서 그은 수평선 A와 압력선 7K와의 교차점에서 다시 수직선A를 따라 하강하면 하단의 대기압노점 -17℃를 구할수 있다.
 교차점에서 다시 수직선A를 따라 하강하면 하단의 대기압노점 -17℃를 구할 수 있다.
2. 압력 7Kgf/cm², 압력하 노점 4℃일때 대기압 노점은?
 상기 요령과 같이 B-B선을 따라 대기압노점을 찾으면 -22℃가 된다.
3. 압력 7Kgf/cm², 압력하 노점 -40℃일때 대기압 노점은?
 상기 요령과 같이 C-C선을 따라 대기압노점을 찾으면 -57℃가 된다.

● 감압시 압력하 노점의 변화

1. 압력 7Kgf/cm², 압력하 노점 4℃의 건조공기가 압력 3Kgf/cm²로 감압되었을 경우 압력하 노점의 변화는?
 우측에서 압력하노점 4℃를 찾아 그곳에서 그은 수평선 B와 압력선 7K와의 교차점에서 다시 수직선B를 따라 하강하여 압력선 3K와의 교차점을 구한후, 우측으로 수평 이동하면 압력하노점 -5℃(a)를 구할 수 있다.

4. 압축공기와 DRYER의 필요성

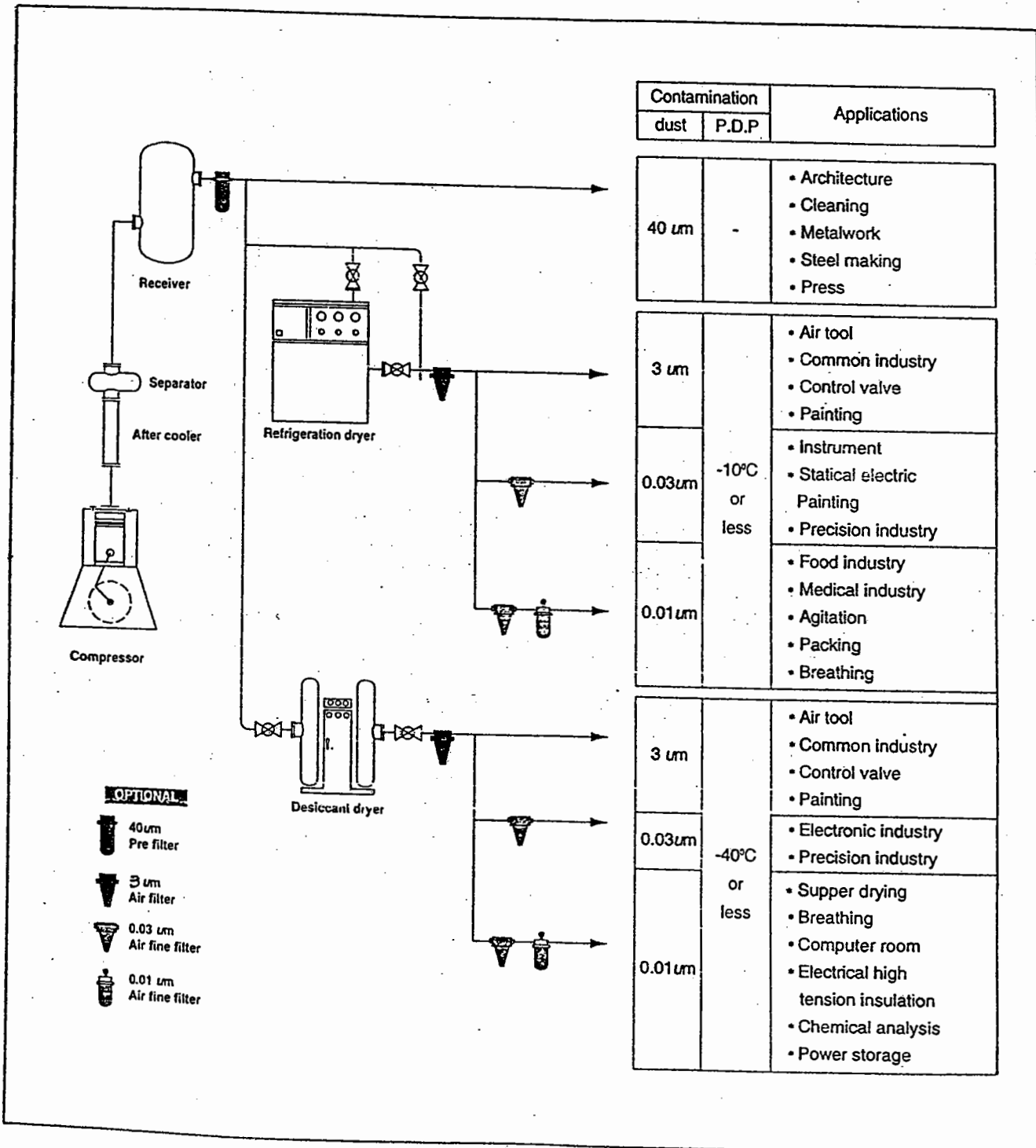
4-1. AIR DRYER의 필요성

압축공기의 불순물중에 먼지는 Filter를 통하여 제거되기 때문에 제일 큰 문제는 수분이다. 압축공기의 온도를 낮추어 응축시켜 그 수분을 배출시키고 공기를 건조시킬 필요가 있다. 따라서 온도를 저하시키기 위하여 Air Dryer가 필요한 것이다.

4-2. FILTER와 AIR DRYER의 비교

압축공기중에서 수증기를 분리하기 위하여 종래에는 Filter가 사용되었다. 이것은 원심력을 이용하면서 관성 및 충돌을 이용 수증기를 응축시켜서 Drain 시키는 방법이다. 그러나 이것은 압축공기중에 수증기 (기체)로서 함유되지 않은 여분의 수분만 제거시키기 때문에 그 후의 온도가 내려가면 바로 여분의 수분이 발생한다. 또 노즐에서 압축공기가 토출되면 단열 팽창하여 새로운 물방울이 발생한다. 이러한 경우 어떠한 온도까지 내려가더라도 또, 단열 팽창하여도 물방울이 발생하지 않도록 온도를 극도로 저하시킬 필요가 있다. 그래서 인위적인 방법으로 (압축공기 냉각, 축매를 이용) 압축공기중의 수분을 제거하는 방법을 연구, 개발하였는데 바로 이것이 Dryer이다.

4-3. CLEAN COMPRESSED AIR SYSTEM



5. AIR DRYER의 종류 및 특성비교

5-1. 냉동식 DRYER (REFRIEGRATED DRYER)

냉동기로 공기를 냉각시켜 공기중의 습기를 응축 제거하는 방식이다. 일정한 압력노점을 제공하는 이 건조기는 4℃ 혹은 10℃의 토출노점에 알맞게 크기가 만들어 질수 있다.

냉동식 건조기의 기본 구성요소는 이중열교환기, 냉매, 콤프레샤 응축기이다.

냉매회로에서는 자동조절밸브가 장치되어 있으며 이 Dryer의 사용범위가 가장 넓고 특히 모든 Air Line이 실내에 있는 System에 적합하다.

흔히 10℃ 노점 Rating 이상이 가장 적합하다.

5-2. 흡착식 DRYER (REGENERATIVE DRYER)

활성 알루미나, 실리카겔, 분자체 같은 수분흡착제에 의한 건조방식이다. 2개의 건조탱크가 연결되어 있는데 하나가 가동되어 압축공기를 건조시키는 동안 또 다른 탱크는 내부 Heater나 증기열에 의해 건조 재생된다. 3가지 Dryer중 노점이 가장 낮은 (보통 -40℃이며, -73℃까지 가능) 공기를 공급할 수 있으며 1PPM까지 수분을 제거해 준다. 계장이나 Control System, 실험기기나 습기에 예민한 장비를 보호하는데 많이 사용된다. 이 흡착식 Dryer는 기온이 매우 낮을때 실외 배관의 동결을 방지할 수 있다. 현재 가장 널리 사용되고 있다.

5-3. 용해식 DRYER (DELIQUESCENT DRYER)

습기를 표면에서 서서히 건조시키는 표면 흡수 방식으로 하나의 탱크로 되어있다. 이 Dryer는 보정조점(Compensating Dew Point)이 특징이다. 즉 토출압력 노점은 흡입공기 온도를 보정하도록 변동된다. 토출공기의 노범은 흡입공기의 온도보다 11.1℃를 노점강하(Dew Point Suppression)로 본다. 이 용해식 Dryer는 주위보다 낮은 안전한 노점을 제공하도록 실외에 설치할 수 있으므로 실내외 설치에 무관하다. 현재 사용되고 있지 않다.

5-4 DRYER의 성능 및 특성비교

널리 사용되고 있는 흡착식과 냉동식을 비교하였다.

5-4. DRYER의 성능 및 특성 비교

종 류	흡 착 식	냉 동 식
성능비교 습기제거방법	흡착제 사용, 표면에서 습기흡착, 포화된 흡착제는 건조 재생 시킴	열전달-습기를 응축 시키기 위해 공기냉각
구 조	건조제가 채워져 있는 2개의 탱크가 파이프로 연결되어 있으며 공기유출 방향을 조절 할수 있는 밸브가 있다.	분리거나 자동배출기에 연결되어있는 2개의 열교환기로 구성된 에어시스템 과 콤프레샤, 응축기(컨덴서), 조정밸브 로 되어있는 냉매시스템, 이상 2개의 시스템으로 되어있다.
처 리 능 력	2,000m ³ /Min	-850m ³ /Min
작 동 원 리	한 개의 탱크에 습한 공기가 유입되어 건조제층을 거치게되면 습기가 건조제에서 흡착된다. 동시에 또다른 탱크의 건조제는 재생 되어진다. 모아진 습기는 전기, 증기열, 건조된 압축공기에 의해 제거된다.	유입된 공기는 최종 냉각을 위해 두번째 열교환기에 들어가기 이전에 첫번째 열교환기에서 인공적으로 냉각된다. 이 공기에서 나오는 열은 차가운 냉매로 옮겨지고, 응축된 습기는 자동배출기를 통해 배출된다.
건 조 제	실리카겔, 활성알루미나, 모레큐라시버	없다
가동을 위한 에너지	전기, 증기열, 건조된 압축공기	전기, 물 or 냉매 (Air를 냉각시키는 응축기에 필요한 물 or 냉매
7Kg/Cm ² G에서 압축노점	-40℃(-40° F)에서 -73℃(-100° F) 일정	4℃ 또는 10℃
오일제거 능력	없음	냉각 과정동안에 소량의 오일 만을 응축시킴
압 력 손 실	2-5PSI	장치크기에 따라 1-5PSI
유입공기 최대 온도	40℃ (100° F)	43℃(110° F)
	최 소 변 동	4℃ (40° F)
주위온도	최 대 38℃ (100° F)	43℃(110° F)
	최 소 변 동	4℃ (40° F)
설 치 장 소	실 내	실 내
전처리 필터	필요 (액체가 건조제층을 훼손시키는 것을 방지)	권장됨 (오일이 열교환기를 더럽히는 것을 방지)
후처리 필터	필요 (입자의 이동방지)	불필요
정비 및 보수	매 2-3년마다 흡착제 교환, 필터세척 및 교환. 전문기능인 필요	정기적으로 컨덴서 (응축기)핀 에서 먼지제거, 자동배출기 점검 및 세척. 전문기능인 필요
종 류	1. PURGE · HEATLESS · STEAM HEATER · E/C HEATER 2. NON-PURGE	· 직냉식 · 간냉식

