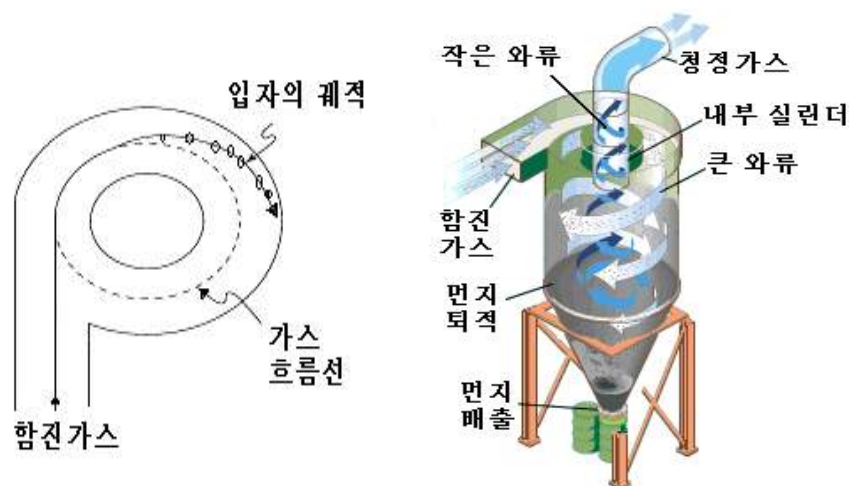


4. 원심력집진기(Cyclone)

4.1 집진원리

1) 고체 또는 액체상태의 먼지를 가스로부터 분리시키기 위해 가스를 회전시킬 때 발생하는 원심력을 이용하여 제거

2) 함진가스가 하향으로 나사운동을 함에 따라 입자는 돌레부분의 벽쪽으로 이동한 다음 바닥으로 침전하며, 청정가스는 하향의 나사운동을 끝마치고 상향 나사운동을 하게 되며 출구내경을 통하여 배출됨



4.2 종류

1) Cyclone 형식과 회전식이 있는데 주로 Cyclone 형식이 널리 이용

2) Cyclone 형식은 가스유입방법에 따라 접선유입식과 축류식으로 분류

(1) 접선유입식

- 원통에 접한 유입구에서 나선형을 따라 돌면서 내부에 진입
- 입구 가스속도: 7~15m/s
- 대용량의 가스를 처리하는데 많이 활용

(2) 축류식

- 날개의 방향에 의해 축을 따라가며 내부로 유입
- 입구 가스속도 : 10m/s 전후
- 접선유입식에 비하여 압력손실이 작아서 동일 압력손실로 약 3배의 가스량을 처리하며 가스의 균일한 분배가 용이
- Multi-Cyclone : 축류식 사이클론을 다수 병렬로 사용
- Multi-stage Cyclone : 3단 사이클론을 직렬로 조합하여 집진율 향상 유도

4.3 집진율을 향상시키는 방법

- 1) 내부선회류의 반지름(R_c)이 작을수록, 회전각속도(V_θ)가 클수록,

입자 분리속도가 크게되어 분리효과는 좋아짐→집진율 향상($v_c = \frac{d_p^2 \rho_p V_\theta}{18 \mu R_c}$)

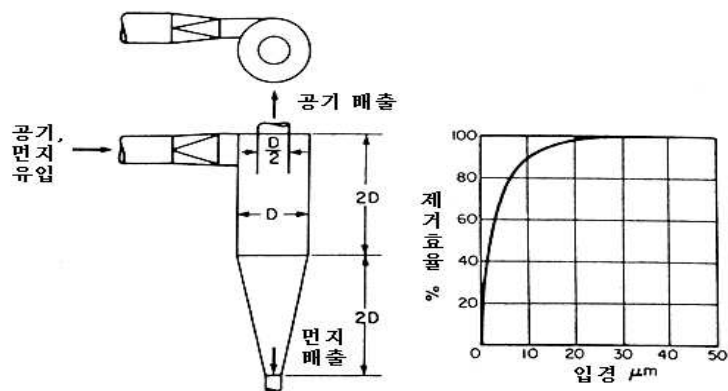
- 2) Blow down 방법 적용시 효율이 높아짐

(1) 정의: Cyclone Dust Box 또는 Multicyclone의 Hopper부에서 처리가스량의 5~10%를 흡인하여 재순환시키는 방법

- (2) 특성

- Cyclone의 난류현상(선회류가 흐트러지는 현상)을 억제시킴
- 포집된 먼지가 상승기류에 휩쓸려 나가는 것(재비산)을 방지
- 먼지의 내벽 부착 방지

- 3) 출구내경이 작을수록 입경이 작은 먼지를 제거하므로 제거효율 증대
- 4) 입구 유속에 한계가 있지만 한계내에서는 속도가 빠를수록 효율이 좋지만 압력손실도 증가하므로 입구 유속은 12~15m/s로 함
- 5) Cyclone의 직렬단수, Dust box의 모양과 크기도 효율과 관계됨
- 6) 고농도일 때는 병렬로 연결하고, 응집성이 강한 먼지는 직렬로 연결하면 효율이 높아짐
- 7) 점착성 있는 먼지 집진에 부적합하며, 딱딱한 먼지는 장치 마모를 일으킴
- 8) 고성능의 전기집진기나 여과집진기의 전처리용으로 사용됨
- 9) 먼지폐색(Dust plugging: 에디 발생현상)효과를 방지하기 위하여 축류 집진장치를 사용하거나 Vortex finder, 돌출핀 및 스키머를 부착
- 10) 침강먼지 및 미세한 먼지의 재비산을 막기 위해 스키머와 회전깃, 살수설비 등을 설치하여 집진효율을 증대시킴
- 11) Back flow가 발생하지 않도록 멀티사이클론의 입구실과 출구실의 크기 또는 호퍼의 크기를 충분하게하고, 각 실의 정압이 균일하도록 유도



4.4 사이클론의 장단점

1) 장점

- (1) 설계, 보수 용이하고 설치면적이 적게 소요
- (2) 압력손실이 낮음
- (3) 큰 입경을 가진 먼지처리에 적합
- (4) 먼지부하가 높은 먼지에 적합
- (5) 온도의 영향이 적음

2) 단점

- (1) 입경이 작은 먼지의 집진효율 낮음
- (2) 먼지부하, 유량변동에 민감

4.5 절단입경과 한계입경

1) 절단입경(Cut Size; D_c)

- (1) 사이클론의 집진효율을 나타내기 위하여 절단입경 사용
- (2) 50%의 집진효율로 제거되는 입자의 크기를 나타내며 다음과 같은 식으로 표현됨(Lapple Theory(plug flow)적용)

- 가스체류시간(t)= $\pi D N_e / V_i$

- 최종침강속도 = $v_c = \frac{d_p^2 (\rho_p - \rho) V_i}{18 \mu R_c} = \frac{d_p^2 (\rho_p - \rho) V_i}{9 \mu D}$

- $D_{100} = \sqrt{\frac{9 \mu W_i}{\pi N_e V_i (\rho_s - \rho)}}$

- 절단입경(D_c) = $D_{50} = \sqrt{\frac{9 \mu W_i}{2 \pi N_e V_i (\rho_s - \rho)}}$

여기서, μ =가스점성계수(kg/m·sec)

V_i = 가스유입속도=회전각속도(m/s)

W_i =유입구 폭(m)

ρ_s, ρ =입자, 가스의 밀도

N_e = 사이클론내의 유효회전수(5~10)

2) 한계입경(분리입경, 임계입경)

- (1) 100% 제거되는 입자의 최소입경

- (2) 한계입경보다 큰 입자는 모두 제거됨
- (3) 한계입경이 클수록 효율은 떨어짐
- (4) 내경의 평방근에 비례($D_{100} = \sqrt{D_e}$)