

PD8) Reverse Jet Scrubber의 효율 예측

Prediction for Particle Removal Efficiency of Reverse Jet Scrubber

임경수 · 이시훈 · 박현실

한국에너지기술연구원 대기환경연구센터

1. 서론

배가스 중에 포함된 유해물질을 처리하기 위해서는 각각의 오염물질의 종류와 특성, 공정의 특성, 설치위치적 특성 등에 따라 서로 다른 장치 및 시스템이 선택 되어야 한다. 또한 점점 강화되는 환경규제에 대응할 수 있을 뿐만 아니라, 에너지 및 경제적 측면에서 장점을 가지는 장치, 즉 하나의 장치로 여러 오염물질을 동시에 제거할 수 있는 기술 및 장치의 개발이 무엇보다도 필요하다. 이러한 측면에서 유해가스 및 분진을 동시에 제거할 수 있는 세정 장치는 장치가 단순하고 유지관리가 쉬워 많은 공정에서의 활용도가 높고 개발의 잠재성이 높다고 할 수 있다. 세정법에 의한 처리장치는 가스-액체 접촉방법에 따라 충전탑, 분무탑, 벤츄리 스크러버, 사이클론 스크러버 등으로 구분되며, 처리효율을 증가시키기 위해 처리가스의 흐름과 반대 방향으로 세정액적을 분사하는 reverse jet을 사용하거나, 두 종류 이상의 스크러버를 복합설치하기도 한다.

세정장치의 효율을 결정하는 주요인자는 세정액적의 크기 및 균일도, 처리 가스 및 세정액의 유량과 처리속도 등이 있으며, 본 연구에서는 reverse jet scrubber에서 이러한 인자들의 입자 제거효율에 미치는 영향을 알아보았다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 그림 1과 같이 처리가스가 하향, 노즐에서 분사된 세정액적이 상향인 흐름을 가진 reverse jet 형태의 스크러버를 수치해석하였다. 스크러버 내에서의 입자의 제거효율을 구하기 위해서 먼저 식 1과 같이 미분구간(dz)내에서의 mass balance식을 유도하였다.

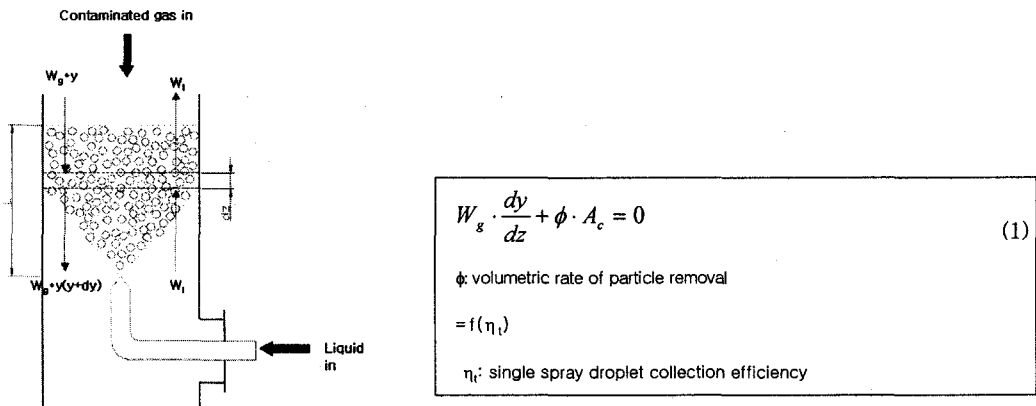


Fig. 1. Reverse jet scrubber

식 1을 풀면 식 2와 같이 미분구간(dz)에서의 포집효율 식을 구할 수 있으며, 단일 세정액적의 포집효율(η_1)은 제거 입자의 크기가 $0.05\mu\text{m}$ 이하일때는 확산(diffusion)만을 고려하였고, $0.05\mu\text{m}$ 이상일때는 확산(diffusion), 차단(interception) 및 충돌(impaction)을 모두 고려하였다. 확산, 차단 및 충돌에 의한 포집

효율은 식 3을 이용하였다.

각 구간에서의 시간에 따른 입자의 크기 및 농도 분포와 제거효율을 알아보기 위해서 모멘트법(moment method)을 이용하였다.

$$\frac{y_{z+dz}}{y_z} = \exp\left(\frac{3}{2} \cdot \eta_i \cdot \frac{dz}{D_m} \cdot \frac{Q_l}{Q_l + Q_g} \cdot \frac{U_{dz}}{v_g}\right) \quad (2)$$

$$\eta_{diff} = 2 \left(\frac{\sqrt{3\pi}}{4Pe} \right)^{2/3} \left[\frac{(1-\alpha)(3\sigma+4)}{J+\sigma K} \right]^{1/3} \quad (\text{Jung and Lee, 1998}) \quad (3)$$

$$\eta_{in} = \frac{1-\alpha}{J+\sigma K} \left\{ \frac{R}{1+R} + \frac{1}{2} \left(\frac{R}{1+R} \right)^2 (3\sigma+4) \right\} \quad (\text{Jung and Lee, 1998})$$

$$\eta_{imp} = \left(\frac{Stk}{Stk + 0.35} \right) \quad (\text{Calvert, 1984})$$

3. 결과 및 고찰

그림 2(a)는 노즐에서 분사되는 세정액적의 속도에 따른 입자의 제거효율을 나타낸 것으로, 세정액적의 속도가 클수록 처리가스와의 상대속도가 커져서 제거효율이 높아짐을 알 수 있다. 그림 2(b)는 노즐에서 분사되는 세정액적의 크기에 따른 입자의 제거효율을 나타낸 것으로, 세정액적의 크기가 작을수록 높은 효율을 나타낸다. 이는 노즐액적에서 분사되는 세정액적의 유량이 일정하면 세정액적의 크기가 작을수록 더 많은 수의 세정액적이 형성되며, 이에 따라 제거 표면적이 넓어지기 때문이다. 그림 2(c)는 스크러버내에서의 처리 기체에 포함된 세정액적의 packing density에 따른 제거효율로써 packing density가 클수록 제거효율이 높아짐을 알 수 있다. 그림 2(d)는 처리가스의 속도에 따른 제거효율을 나타낸 것으로, 속도가 클수록 그림 2(a)에서 처럼 세정액적과의 상대속도는 커지지만 처리가스의 속도가 커짐

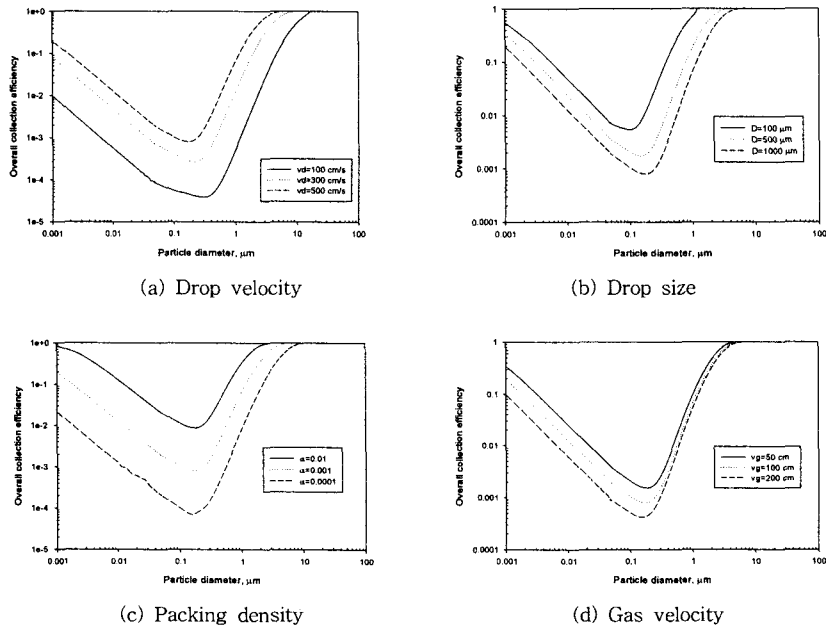


Fig. 2. Overall collection efficiency for different variables

로서 세정액적의 정지거리가 짧아지고 접촉기회가 작아지기 때문에 오히려 처리가스의 속도가 작을수록 높은 제거효율을 나타내고 있다.

참 고 문 헌

- Jung, C.H and Lee, K.W. (1998) Filtration of fine particle sby mukltiple liquid droplet and gas bubble systems, *Aerosol. Sci. Technol.*, Vol.29, 389-401.
- Calvert, S. (1984) Particle control by scrubbing, *Handbook of air pollution technology*, New York; Willey, 215-248.