

PD6) PCD 반응기에서의 반응 첨가제의 특성 A Characteristic of Additive Reaction in Pulsed Corona Discharge Reactor

최민 · 박소진
 충남대학교 화학공학과

1. 서론

석탄의 연소과정에서 필연적으로 발생하는 황(SOx) 및 질소산화물(NOx)을 제거하기 위한 방법중 하나인 동시처리기술중 PCD(pulsed corona discharge) 반응기의 반응조건은 첨가제의 성분 및 성상에 따라 다양하게 바뀌며 황 및 질소 산화물 제거반응에 큰 영향을 미친다(Akira M., 1995).

따라서 PCD 반응기에 유입되는 가스는 발전소 배기가스 조건을 적용한 상태에서 주입하는 첨가제의 종류 및 양을 변화시켜, 각종 첨가제의 주입이 탈황, 탈질 반응에 미치는 상승효과를 조사하였고 PCD 반응기에서 첨가제의 반응 현상을 규명코자 하였다(송영훈, 1997).

2. 연구 방법

PCD 공정의 주요 반응은 그림 1과 같이 전기방전(PCD)에 의해 생성된 5-20eV의 에너지를 가진 자유전자에 의한 가스상 반응으로 배기가스내에 존재하는 단일 저분자 가스를 O, OH, HO₂, N radical로 변환한 후, 이 radical의 산화력으로 SO₂를 황산(H₂SO₄), NO를 질산(HNO₃), NO₂ 및 N₂로 전환하며, 반응첨가제(탄화수소류, NH₃ 등)를 이용하여 반응기내에 생성된 산류를 암모늄염으로 전환하는 방법이다.

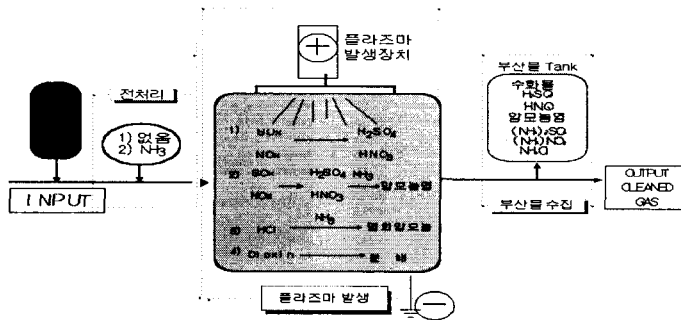


Fig. 1. Overview of simultaneous DeSOx & DeNOx facility by PCD

Oil burner를 사용하여 발전소 배기가스를 모사(CO₂ 11~13%, O₂ 5~6%, H₂O 6~8%, temp. 100~120℃)하였으며, Rota meter를 이용하여 NOx 150~250ppm, SO₂ 300~600ppm 으로 조절하였다. 펄스 전압의 측정을 위하여 200MHz, 4ch, waveform math의 oscilloscope를 사용하였다. 이 조건에서 암모니아(NH₃) 및 탄화수소계열의 첨가제 등을 반응제로 첨가하면서 실험을 진행하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 NH₃ 1mole 주입 조건에서 에텐(C₂H₄)을 첨가할 때 탈황반응은 큰 차이가 없으나 탈질반응은 반응온도 90℃ 및 에텐 주입농도 0.65mole 이상에서 가장 잘 일어나며 이 경우 SO₂는 90% 이상 NOx는 60~70%정도 제거되는 결과를 나타내고 있다.

그림 3은 에텐(C₂H₄) 0.65mole 주입 조건에서 NH₃를 첨가할 때 탈황반응은 NH₃의 주입농도에 따라 증가하나 주입량 0.4mole 이상에서는 큰 차이가 없음을 보여주고 있다.

그림 4는 NH₃ 1mole 주입 조건에서 프로펜(C₃H₆)을 첨가할 때 탈질반응은 반응온도 90℃ 및 에텐 주입농도 0.8mole 이상에서 잘 일어나며 NOx는 55~70%정도 제거됨을 나타내고 있다. 이 경우를 그림 2와 비교하여 보면 같은 탈질율을 얻기 위해서는 에텐보다 프로펜의 첨가량이 많아야 됨을 알 수 있다.

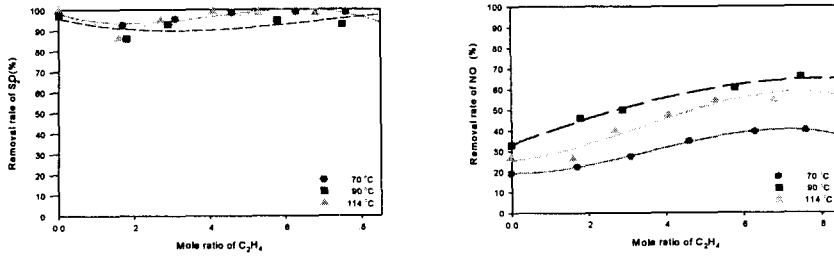


Fig. 2. DeSOx & DeNOx rate by added C₂H₄ in NH₃ 1mole

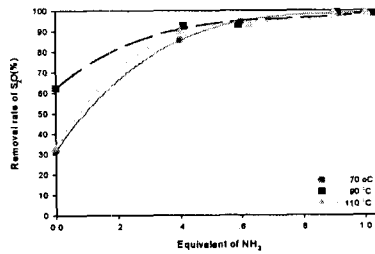


Fig. 3. DeSOx rate by added NH₃ in C₂H₄ 0.65mole

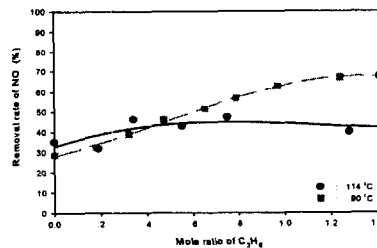


Fig. 4. DeNOx rate by added C₃H₆ in NH₃ 1mole

따라서 위의 실험조건에서 반응기의 온도 조건은 90°C를 유지하고 NH₃ 0.4mole 및 에텐 0.65mole 이상으로 첨가제를 주입하는 것이 동시처리에 유리함을 알 수 있다. 즉 PCD 반응기에서는 첨가제로 에텐을 이용하는 것이 프로펜을 이용하는 것보다 경제적 측면에서 상당히 효율적인 것으로 판단된다.

열화학반응은 FGD 공정에서의 제거반응과 비교하면 습식 탈황반응과 매우 유사하고 반응온도, 첨가제의 당량비 등 조건변수에 매우 민감한 반응이다(Kouichi H, 1993; Akira M, 1995).

앞으로 PCD 반응 조건의 개선을 위해서는 고온이나 저습한 조건에서의 처리가능성을 꾸준히 타진함과 아울러, 반응기 및 기타 장치의 개선을 통해 반응의 효율을 제고하고 미반응 암모니아 가스의 유출량을 최소화하는 노력이 필요하다고 사료된다.

참고 문헌

- Akira Mizuno et. al(1995) NOx Removal Process Using Pulsed Discharge Plasma, IEEE Transactions on Industry Applications. Vol.31. No.5, 957~964
- Kouichi Hirota et al. (1993) Reactions of Sulfur Dioxide with Ammonia, 환경과학회지6(2), 143~150
- Akira Mizuno et. al (1995) Reactive Absorbtion of NOx Using Wet Discharge Plasma Reactor, IEEE Transactions on Industry Applications. Vol.31 No.6, 1463~1468
- 송영훈외 3인 (1997), 저온플라즈마 탈황/탈질 공정의 응용연구, 한국대기보전학회, 1997. 5., pp133~134