

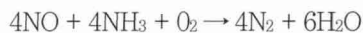
대기관리기술사 문제풀이

? SNCR을 이용한 질소산화물 처리에 있어서 온도조건 변화에 따른 처리효율 특성변화를 반응기전과 함께 설명하시오.

선택적 비촉매환원법(SNCR: Selective Non-Catalytic Reduction)의 반응 및 반응온도와 관련된 처리효율의 특성변화를 요약하면 다음과 같다.

(1반응)

촉매를 사용하지 않고 환원제(암모니아 및 요소 등)와 반응시켜 NO를 N로 환원하는 방법이다 그 겉보기 반응은 다음과 같다.



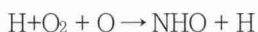
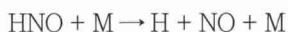
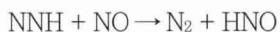
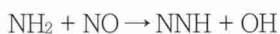
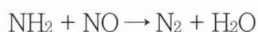
(2반응온도)

일반적으로 900°C이상의 높은 반응온도를 필요하나 H₂, CO, HC 등을 암모니아와 함께 첨가하면 환원반응이 촉진될 뿐만 아니라 700°C 정도까지 반응온도를 낮출 수 있다.

(3) SNCR공정에 대한 화학반응

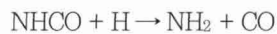
Mechanism

암모니아를 첨가제(Agent)로 사용하는 방식은 다음의 반응 메카니즘이 가장 중요하게 고려되고 있다.



무수암모니아와 관련된 취급과 안전문제들을 피하고 NO_x 제거수행을 개선하기 위하여 제안되어온 첨가제는 Urea 즉 CO(NH₂)₂이며 Urea는 수용액이나 건조분말 모두 분사가 가능하다.

Urea는 고온의 영역에서 분해되어 NH₃와 HNCO를 발생시키고 NH₃ Chemistry는 앞서와 같은 연쇄반응을 거치고 HNCO는 다음 경로를 따라 반응하게 된다.



Urea와 NH₃사이의 차이는 Urea는 반응의 주요 산물로서 HNCO, NCO, N₂O를 발생시키나 암모니아는 이와 같은 라디칼을 발생시키지 않는다는 것이다. 또한 Urea가 SNCR공정의 첨가제로 사용되었을 때 실질적으로 더 많은 N₂O를 발생시킨다.

미국 Nalco Fuel Tech에서 보유하고 있는 The NO_x Out Process기술의 온도에 따른 NO_x 감소율에 대한 Test결과를 보면 NO_x 감소율(NO_x Reduction %)은 1004°F에서 급격히 증가하여 1,700~1,800°F 근처에서 제거효율의 최대치를 나타내다가 서서히 효율이 감소하게 되는 특성을 보여준다.

결론적으로 SNCR을 적용할 경우는 온도특성의 변화에 따라 NO_x의 제거효율이 급격히

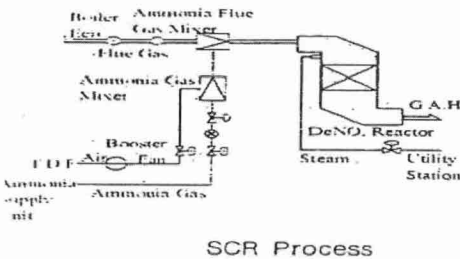
변할 수 있으므로 CFD(전산유체역학, Computational Fluid Dynamics)를 통한 Temperature Profile을 구한 후 반응온도 최대화

지점에 Nozzle을 Arrange한 후 첨가제를 분사함으로써 소기의 성과를 얻을 수 있다.

? SCR을 및 SNCR의 공정조건, 사용화학물질 처리효율 및 생성물질측면에서 설명하시오.

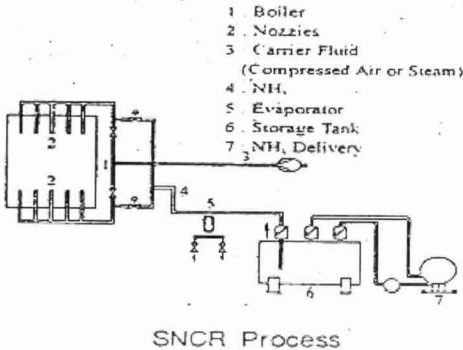
공정조건

SCR : 암모니아를 배기가스 속에 흡입하며, 그 가스를 촉매백금, 바나듐, 티타늄 등)로 접촉시켜 NO₂를 N₂와 H₂O로 분해한다. 촉매를 재생하는 방식으로 열풍을 사용하는 법이 실용화되고 있다.



SCR Process

SNCR : 연소가스 속에 암모니아 또는 요소액을 주입하여 NO₂를 N₂와 H₂O로 분해, 제거한다. 최적반응온도역을 넓혀 누출 암모니아를 감소하기 위해 과산화수소를 첨가한다. 암모니아의 흡입 위치는 연소실 출구로 한다.

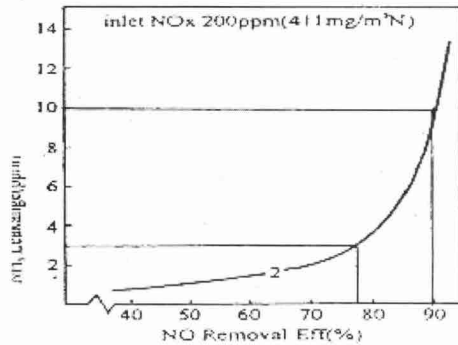


SNCR Process

SCR : SCR은 연소관리를 전제로 하며 1몰비는 80~90%의 제거효율을 갖는다. 주요 설비는 암모니아 혹은 요소주입설비 촉매탈질, 탈다이옥신설비, Gas to Heat Exchanger 등이다.

사용화학물질 : NH₃ 요소(Urea)

처리효율 : 저감한계는 20~40ppm at 12% O₂이고 NO_x 제거효율을 그리프로 표시하면 다음과 같다.



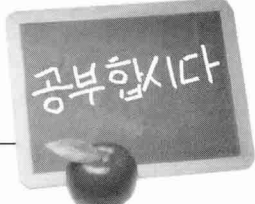
생성물질 : N₂, H₂O

SNCR : SNCR 역시 연소관리를 전제로 한다. 주요설비로는 암모니아 분배, 과산화수소용용조, 암모니아수 또는 요소수라도 가능하다.

사용화학물질 : NH₃ 요소(Urea)

처리효율 : 50ppm(최대평균치)at 12% O₂

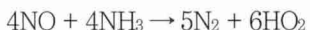
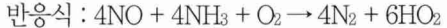
생성물질 : 생성물질: N₂, H₂O



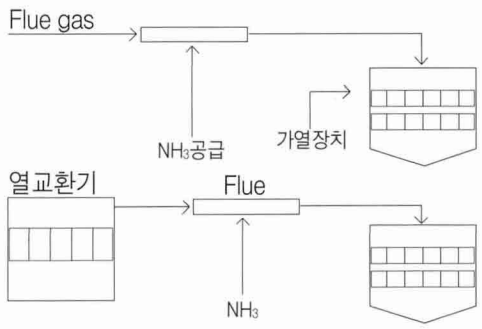
? NOx의 촉매 환원법과 무촉매 환원법을 비교 하시오.

① 선택적 촉매 환원법(SCR)

제거방법 : Pt, Al₂O₃, O₂O₃, TiO₂ 등의 촉매를 사용 NO를 N₂와 H₂O환원 NH₃ 환원 제로



반응설비 :



반응온도 : 350~400℃

반응위치 : 보일러 → SDR → B/H → SCR

→ 연도

처리효율 : 약 90% 정도

장점 : 건식이므로 폐수처리가 필요없다. 효율이 높다, 암모니아 슬립이 적다.

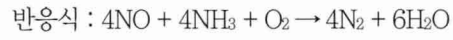
단점 : SOx 또는 분진 영향을 받는다. 가열

로 인한 에너지 소비가 많다.

암모니아슬립 : 50~10ppm

② 선택적 무촉매 환원법(SNCR)

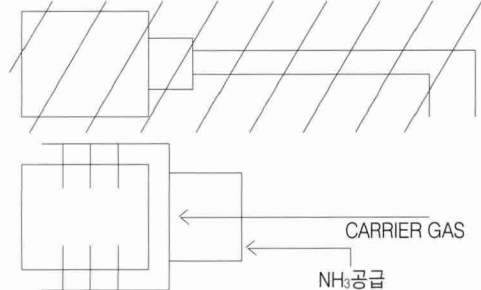
제거방법 : 촉매를 사용하지 않고 NH₃ 또는 요소를 환원제로 NO를 N₂와 H₂O로 환원



반응온도 : 850~1000℃

반응위치 : 소각로 또는 Boiler

반응설비 :



처리효율 : 50~60% 정도

장점 : 별도의 반응설비가 필요없다.

단점 : 효율이 낮다.

온도체어가 어렵다.

암모니아슬립 : 10~100ppm

? 화력발전소에서 NOx와 SOx를 동시에 제어하는 기술을 설명하시오.

1. NOx와 SOx공정

① Gamma-alumina 담체의 표면에 sodium을 첨가하여 SOx와 NOx를 동시에 흡착

- 함침량은 sodium Carbonate의 약 3.5~3.8% 정도

- 유동층으로 만들어진 흡착기에 120℃에서 1초간 체류

② 흡착된 흡착제는 Heater로 가서 NOx를 탈착

- 연료: 천연가스, 온도 650℃

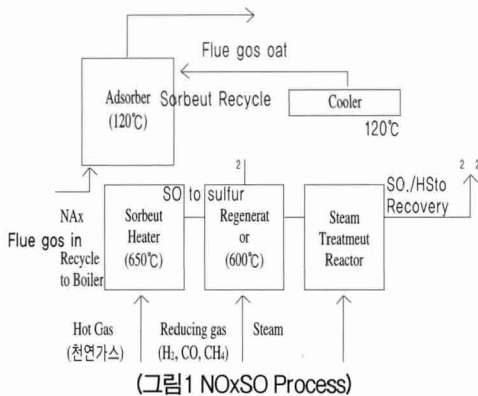
- 농축 NOx중 일부는 N₂로 분해되고 대부분은 연소보일러내로 돌려 보내진다.(연소기내 화학평형에 의하여 NOx 생성이 줄어들어 결국 Flue Gas중의 NOx 농도가

일정해 진다.

③ SO₂가 포함된 흡착제는 이동층재생기 (Moving Bed Regenerator) 보내져 600℃에서 H₂, CO 및 CH₄에 의하여 재생되며 분산물로 SO₂, H₂O를 얻는다.

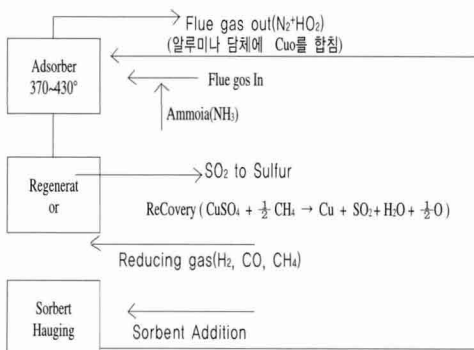
④ 특징

- 건식이고 재생성이 있기 때문에 폐기물이 거의 없다.
- 부산물을 얻을 수 있어 경제적이다.
- 미국에서 1988년 개발



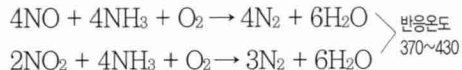
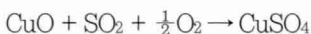
(그림 1 NOxSO Process)

2. CuO 공정

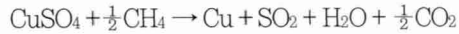


(그림 2 CuO process)

① 알루미늄 담체에 CuO를 함침시켜 SO₂를 흡착 반응시키고 이때 생성되는 CuSO₄를 촉매로 하여 NOx를 선택적 촉매 환원 시켜 제거하는 방법



② CuSO₄ 형태로 이동된 Sorbent는 재생기에서 H₂ 또는 CH₄로 재생된다.



③ Cu는 Flue gas 산소에 의해 즉시 산화되어 CuO가 된다.

④ 특징 : 90% 이상의 SO₂, NOx 제거율 99%의 분진제거율을 보인다.

3. 활성탄공정

① 활성탄과 Flue gas는 Cross로 접촉하여 탈황된 후 탈질이 일어난다.

② 첫 번째 반응기에서 나온 가스는 암모니아와 합쳐져 두 번째 반응기로 들어간다.

여기서 Carbon이 촉매작용을 하여 NDx를 제거한다.(이때 미반응 SO₂가 암모니아와 반응하여 Ammonium salt를 형성 촉매독 현상이 일어난다.)

③ 첫 번째 반응기에서 나온 spend carbon은 탈착기에서 SO₂를 탈착하고 재생되어 순환한다.

④ 두 흡착층은 120~150℃유지, 탈착기 400℃ 운전, 활성탄 입경 5~10mm

⑤ 특징

-주로 독일과 일본에서 연구, 최근 미국도 개발

-SOx 90~99%, NOx 50~80%의 높은 제거율을 갖는다.

-S: H₂SO₄ 및 액상 SO₂ 등의 부산물이 생성되며

-폐수가 발생하지 않는다.

-SO₂, NO₂는 물론 HCl, HF, MERCURY, BUST 등도 동시에 제거됨.

-흡착제는 재생하여 반복사용에 가능하며 공정중에 재가열이 없으므로 경제적이다. (3)