

Ag(II)를 매개체로 사용하는 전기화학적 매개산화에 의한 NO_x 제거

이민우, 양희철, 이근우, 최왕규

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

mwlee27@kaeri.re.kr

1. 서론

국내의 핵연료주기 관련 연구 및 시설 운영 시에 알파핵종 및 질산을 함유하는 TBP/n-dodecane 유기 혼성폐액이 수 톤 발생되어 있다. 이를 처리하는 공정으로 소각, 열분해 및 수증기 개질 가스화 등의 고온 분해 처리공정이 일부 실용화 되고 있으며, 이러한 고온의 분해처리 과정에서 질소산화물이 발생한다[1]. 질소산화물은 산성비와 광화학스모그의 원인이 되고 있으며, NO_x를 제거·처리하는 방법은 크게 건식 처리 공정, 및 습식 처리 공정, 두가지로 나눌 수 있다. 습식 제거 공정은 건식 제거 공정에 비해 배가스의 분진농도에 비교적 영향을 덜 받는다는 장점을 지니고 있으나, 이차적으로 수질 오염의 문제 등으로 적용성에 제한을 받고 있는 실정이다[2]. 습식 처리 공정 중 전기화학적으로 생성되는 산화제에 의하여 질소산화물을 산화시켜 처리하는 전기화학적 매개 산화법(MEO, Mediated Electrochemical Oxidation)은 상온 및 상압의 조건에서 가동되고, 2차 오염물질의 배출이 없이 NO_x의 처리가 연속적으로 가능하다는 장점이 있다[3]. 본 연구에서는 상온에서 이차폐기물의 발생이 없이 유해성 가스를 안전하게 처리하기 위한 공정으로써 산화제로 Ag(II)를 사용하여 MEO 공정에서 제어 가능 인자인 전류밀도, Ag(I)의 농도, NO-공기 혼합가스 유속 및 세정용액의 유속 변화가 NO 가스의 제거율에 미치는 영향을 고찰하였다.

2. 실험 및 결과

2.1 실험

질산 전해질 내에서 전기화학적으로 생성되는 Ag²⁺ 매개산화제에 의한 습식 세정 공정을 적용하여 유기성 폐기물의 고온 분해처리 시 발생할 수 있는 유해 가스인 NO 및 NO₂의 제거 실험을 수행하였다. 이를 위하여 Ag²⁺ 산화제가 연속적으로 생성되는 전해 공정과 NO 및 NO₂ 기체를 산화시켜 처리하는 세정 공정으로 이루어진 장치를

사용하였으며, 개략도를 Fig. 1에 수록하였다.

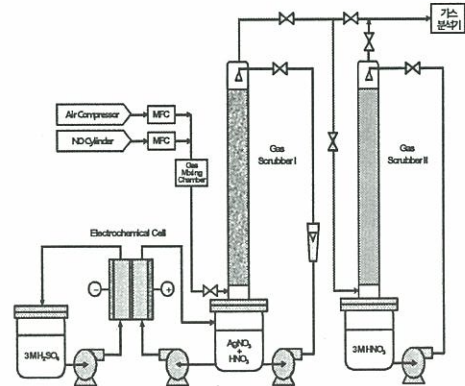


Fig. 1. A schematic diagram of MEO process for NO_x removal.

대부분의 실험은 전해셀에서 전기화학적으로 제조된 Ag²⁺ 매개산화제가 연속적으로 공급되는 가스 세정기 I (Fig. 1의 Gas Scrubber I)에서의 NO 제거 특성 파악에 초점을 맞추어 수행하였으며, 일부는 가스 세정기 I에서 처리된 가스를 다시 3 mol/l의 질산이 연속적으로 공급되는 가스 세정기 II (Fig. 1의 Gas Scrubber II)를 통과시켜 NO_x의 제거 거동을 조사하였다.

2.2 결과

NO의 농도가 400 ppm으로 조절된 NO-공기 혼합가스를 Ag²⁺ 매개산화제가 포함된 5 M HNO₃ 용액이 공급되는 충전탑 형태의 가스 세정기 I과 3 M HNO₃ 용액이 공급되는 가스 세정기 II를 연속적으로 통과시켜 처리하는 복합 공정에서의 NO 및 NO_x 제거 거동을 조사 하였다. 그 결과는 Fig. 2에 수록 하였으며, 가스 세정기 I에서는 NO가 NO₂로 대부분 산화되며, NO₂가 일부 질산으로 산화되어 제거되고, 가스 세정기 I에서 제거되지 않은 NO₂는 가스 세정기 II를 통해서 화학적으로 흡수 제거 되었다.

본 실험에서 NO의 제거 효율은 95% 정도로 비교적 높은 성능을 보였으나, NO_x의 제거 효율은

63% 정도로 다소 낮은 성능을 나타내었다.

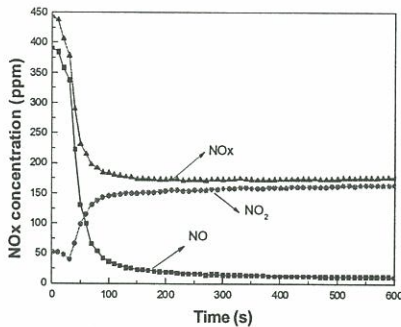


Fig. 2. Changes in NO, NO₂, and NO_x concentrations with respect to time and the removal efficiencies of NO and NO_x through gas scrubber II.

3. 결론

전기화학적으로 생성되는 Ag²⁺를 사용하는 MEO 공정에 의한 NO 제거에 전류밀도, AgNO₃ 농도, 세정용액의 유속 및 NO-공기 혼합가스 유속이 미치는 영향을 조사하였다. 전류밀도가 증가할수록 Ag²⁺의 생성속도가 증가함으로 인해 세정용액 내에 축적되는 Ag²⁺의 농도가 빠르게 증가하면서 NO의 산화반응 속도 및 제거 효율이 증가하였으며, 미리 제조된 충분한 농도의 Ag²⁺ 함유 세정용액을 사용함에 의해서 NO 제거 효율이 더욱 증진되었다. 또한 세정용액의 유속이 증가할수록 기-액 간에 접촉효율이 증가됨에 의하여 NO의 제거효율이 점진적으로 증가한 반면에 NO-공기 혼합가스의 유속이 증가할수록 가스의 체류시간이 감소됨으로 인한 기-액 간의 접촉효율 감소에 의하여 NO의 제거효율이 점진적으로 감소하였다.

NO_x 제거 성능 향상을 위하여 NO_x 제거와 관련된 물질전달 및 반응 속도론적 연구 등 체계적인 연구가 더 필요한 것으로 생각된다.

4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 원자력 연구개발사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

5. 참고문헌

- [1] H. D. Harmon, et al., "Behavior of tributyl phosphate in a-line processes, Savannah River Laboratory Report, pp. 20-21, DP1418/UC10(1076).
- [2] M. Kang, et al., "Two-stage catalyst system for selective catalytic reduction of NO_x by NH₃ at low temperatures," Appl. Cata. Environmental., 68, pp. 21-17(2006).
- [3] D. F. Steele, "A novel approach to organic waste disposal," Atom, pp. 393-396(1989).