

B-1 펄스 코로나반응기에서 암모니아를 이용한 아황산가스의 제거특성에 관한 연구

The study on SO₂ removal characteristics using NH₃ in pulse corona reactor

조한재 윤근덕 공부주 동종인
서울시립대학교 환경공학과

1. 서론

일반적으로 아황산가스의 제거공정에는 반건식 및 습식 탈황공정이 안정성을 인정받은 공정으로 상용화되어 있다. 이러한 설비는 국내에서도 폐기물 소각로, 발전소등에 여러 선진 공정이 보급되어 있다. 그러나 이러한 공정은 폐수, 미반응물질 등 2차 오염물질의 발생, 높은 초기투자비 및 운전유지비등의 문제점들이 지적되고 있으며, 이러한 문제점을 극복하기 위하여 국내외적으로 다양한 방면에서 기술개발이 이루어지고 있다. 이러한 연구의 일부로서 탈황·탈질 동시처리 공정에 대한 연구가 오래 전부터 있었다. 본 연구는 이러한 연구에 기초적인 단계로 암모니아를 첨가제로 이용한 아황산가스 제거공정에서 반응인자 및 영향을 규명하는데 연구의 목적이 있다.

현재까지 알려진 펄스 코로나반응기를 이용한 아황산가스 및 질소산화물의 동시처리의 장점으로서는 기존 전기집진기의 축적된 기술을 바탕으로 하고 있어 접근이 용이하며, 건식 공정으로서 폐수발생이 없다는 것과 또한 탈황·탈질 동시공정으로서 설치면적이 작고, 기존시설(특히 전기집진기)을 개조하여 적용하기가 용이하며, 초기 투자비가 저렴하다는 것이다. 그러나 이상의 장점에도 불구하고 아직까지 실용화를 제약하고 있는 문제점으로는 높은 운전유지비, 저온 플라즈마를 통과한 정화가스에서 2차 오염물질이 배출될 수 있고, 펄스방전에 필요한 펄스발생기의 성능 및 수명이 짧은 문제 등을 들 수 있다.

저온 플라즈마기술에 있어서 화학 첨가제는 실용화를 제한하고 있는 난점을 해결할 수 있는 방안중의 하나이다. 펄스방전을 이용한 저온 플라즈마기술은 크게 두 가지로 분류될 수 있는데 탈황·탈질을 일으키기에 적당하고 수명 및 운전에서 안정성을 얻을 수 있는 펄스 발생기에 대한 기술과 코로나 방전에 의한 방전화학과 관련된 오염물질 처리 기술이 그것이다. 후자의 기술개발로 현재 저온 플라즈마 기술의 미결 과제로 남아있는 운전유지비의 절감과 2차 오염물질을 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 결국 이는 코로나방전에 의한 탈황반응 메커니즘 연구를 기반으로, 저온 플라즈마내에서 일어나는 탈황과정에서 화학 반응에 유용하게 참여할 수 있는 화학반응제에 대한 연구가 문제점 해결에 기여할 것으로 사료된다.

2. 실험 방법 및 장치

실험장치는 펄스발생기, 반응기, 가스분석기로 크게 구분된다. 본 연구에 사용된 장치는 wire-plate형식의 반응기로서 크기는 가로 200mm, 세로 600mm, 길이 1,260mm이며, 후단에 펌프를 이용하여 배출가스를 흡인 및 배출하였다. 이 장치의 wire와 plate의 거리는 3cm이다. 스파크 발생이 적은 보다 안정적인 것으로 평가를 받고 있는 양극 코로나를 적용하였다. 싸이리스터를 이용한 펄스발생기의 펄스의 폭은 약 840ns이며, 주파수는 160Hz, 피크전압은 44kV까지 변화 가능하다. 측정 대상가스는 SO₂, NH₃, O₃, H₂O 이며 이외에도 온도, 전압, 전류, 주파수 등을 지속적으로 측정하였다. 측정 방법은 기기분석과 대기공정시험법에 의한 수분석을 병용하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

전압과 소모 전력사이의 관계는 그림 1과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 소비전력이 최고 약 54W 정도로 매우 적은 에너지를 소모함을 나타내고 있다. 이는 반응기의 형상과 펄스 발생기의 소모전력이 매우 적음을 보여주는 것이다.

실험은 상온에서 수행되었으며, 전 후단의 온도변화는 실험 중에서 약 2~3℃ 정도 상승하는 것으로

된다. 가스의 온도를 고려할 때, 전자가 가스분자에 비탄성충돌하였으며 가스온도의 상승등에 사용되는 불필요한 에너지의 손실이 적음을 나타내고 있다. 가스의 온도상승은 전자가 가스의 여기, 해리, 분해 등에 사용되는 비탄성충돌을 하였다기보다는 가스를 승온시키는 탄성충돌에 소모되었음을 나타내는 것이다.

그림 2는 SO₂농도가 105~110ppm을 주입한 경우 피크전압에 따른 아황산가스 제거효율을 나타내고 있다. 저온 플라즈마 공정에서 발생하는 2차 오염물질은 배가스내의 산소의 분해 및 재결합에 의해 생성되기 쉬운 오존이 대표적이다. 오존은 아황산가스 처리 공정에서 SO₂를 SO₃으로 산화시켜 곧 H₂SO₄나 Ammonium sulfate로 응결되는 반응과정에 관여한다. 그러나 반응에 관여하지 않은 오존은 곧바로 대기로 배출되어 2차 오염물질이 된다. 이러한 오존은 산소의 농도에 크게 영향을 받는다. 산소의 양이 많으면 오존은 크게 증가하고 전압 및 주파수에 의해서도 크게 증가하게 된다. 그러나 수분의 증가는 오존의 발생을 크게 저감시키게 된다. 이러한 경우 아황산가스의 제거반응은 아황산가스가 오존에 의한 산화에 의해 제거되기 보다는 직접 H₂SO₄로 제거되며 이에 따라 SO₂의 제거효율이 약간 감소함을 보여 주고 있다.

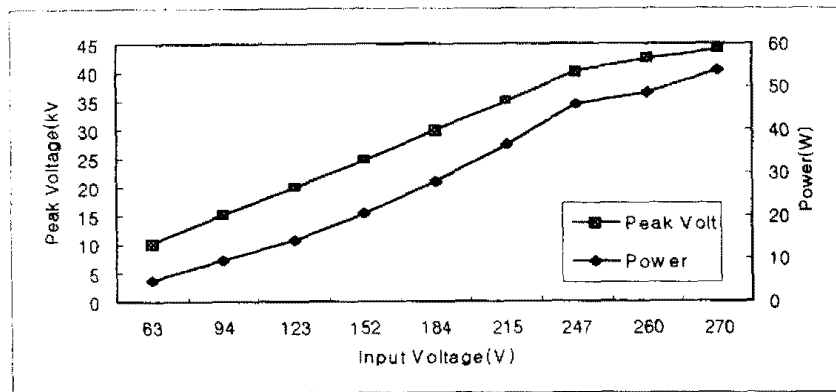


그림 1. 입력전압에 따른 피크전압 및 전력의 변화

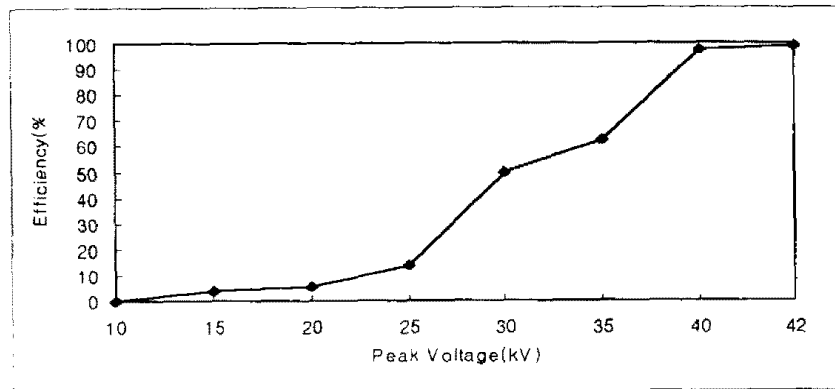


그림 2. 피크전압에 따른 아황산가스 제거효율의 변화

참 고 문 헌

1. 저온 플라즈마를 이용한 유해가스처리기술, 한국기계연구원, 첨단환경기술, 1997
2. plasma chemistry and power consumption in non-thermal plasma, NASA ASI series part A. 1993
3. 저온 플라즈마 탈황탈지공정의 운전전력절감을 위한 실험연구, 한국기계연구원, 대기보전학회, 1996
4. Industrial application of pulsed corona processing to flue gas, NATO ASI series part B. 1993
5. 배연탈황·탈질 동시처리기술, 환경부, 1997