

## 금속침적탄의 NO<sub>2</sub>기체제거특성

김성혁, 박송연

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《새로운 과학분야를 개척하며 최신과학기술의 성과를 인민경제에 널리 받아들이기 위한 연구사업을 전망성있게 하여야 합니다.》(《김일성전집》 제72권 292페이지)

폭약폭발이나 질산제조공정 등 여러 분야에서는 NO<sub>2</sub>기체가 발생하여 사람들에게 영향을 주고 환경을 오염시킨다.[3]

지금까지 NO<sub>2</sub>기체를 제거하기 위하여 염기성분말재료나 액체물질 등을 리용한 자료[1]는 발표되었지만 금속산화물을 침적시킨 침적탄에 의한 NO<sub>2</sub>기체의 제거에 대한 연구결과들은 발표된것이 적다.

우리는 활성탄을 담체로 하여 여기에 동, 아연 등 몇가지 금속성분들을 침적시킨 침적 활성탄의 NO<sub>2</sub>기체흡착량과 방어시간을 결정함으로써 금속침적탄을 NO<sub>2</sub>기체흡착제로 리용할수 있는 가능성을 밝혔다.

### 실험 방법

침적탄제조에 리용한 활성탄과 금속성분용액은 다음과 같다.

활성탄은 무연탄을 원료로 하여 만든것으로서 회분함량 16.1%, 세기 81%, 기공도 0.68cm<sup>3</sup>/g, 비표면적 842.2m<sup>2</sup>/g이다. 금속성분용액으로는 5.2% 암모니아성탄산동용액, 4.9% 암모니아성탄산아연용액, 5% 류산제1철용액, 5% 염화망간용액을 리용하였다.

침적탄제조방법 립도가 0.63~1.5mm인 활성탄을 건조로(110℃)에서 2h동안 건조시켰다. 다음 활성탄 10g을 평량하여 여기에 해당한 용액들을 6mL씩 넣고 교반하였다. 활성탄에 용액이 모두 침적되면 용기의 뚜껑을 덮고 2h동안 숙성시켰다. 다음 건조로(120℃)에서 침적물을 저어주면서 2h동안 열처리하였다.

동과 아연의 함량을 3~7%로 변화시키면서 침적탄을 제조하였다.

침적탄의 NO<sub>2</sub>기체제거량결정 침적탄과 세멘트분말, 생석회분말을 2g씩 분석저울에서 평량하여 작은 용기에 넣고 이것을 체적이 2L인 마개가 있는 삼각플라스크에 각각 넣었다. 또한 50mL들이 비커에 아질산나트륨 2g을 담아 삼각플라스크에 넣고 80% 류산을 작용시킨 다음 마개를 막았다. 이때 아질산나트륨이 분해되면서 NO<sub>2</sub>기체가 발생한다.



생긴 NO는 다시 산소와 반응하여 NO<sub>2</sub>로 넘어간다. NO<sub>2</sub>기체가 들어있는 삼각플라스크를 온도가 25℃인 항온조에 넣고 일정한 시간 방치하였다.

같은 방법으로 NO<sub>2</sub>기체를 여러차례 발생시켜 침적탄과 접촉시켰다.

침적물의 질량변화가 없을 때 침적탄의 기체제거량(mg/g)을 다음식으로 계산하였다.

$$m = \frac{G_2 - (G_1 \pm \Delta G) \cdot 1\,000}{G_1}$$

여기서  $G_1$ 은 흡착전 침적탄의 질량(g),  $G_2$ 는  $\text{NO}_2$ 기체를 흡착한 후 침적탄의 질량(g),  $\Delta G$ 는 공백실험일 때 침적탄의 질량변화(g)이다.

침적탄의  $\text{NO}_2$ 기체방어시간결정 직경 20mm, 높이 200mm인 흡착관에 침적탄을 30mm정도 채우고 여기에  $\text{NO}_2$ 기체농도가  $(4 \pm 0.5)\text{mg/L}$ 인 혼합기체를 2L/min의 류속으로 통과시켰다. 흡착관밑에는 농마용액을 넣은 KI용액을 검출시약으로 놓아 혼합기체를 통과시킬 때 침적탄층에 흡착된 후 통과되어 나온  $\text{NO}_2$ 기체가 검출되는 시간을 기록하여  $\text{NO}_2$ 기체의 방어시간( $t_1$ )을 계산하였다.

$$c = \frac{m_2 - (m_1 + \Delta m)}{t \cdot v} \cdot 1\,000$$

$$t_1 = t \cdot \frac{c}{c_0}$$

여기서  $c$ 는  $t$ 시간동안 통과한 혼합기체의 농도(mg/L),  $m_2$ 는 실험이 끝난 다음 침적탄의 질량(g),  $m_1$ 은 실험하기전 침적탄의 질량(g),  $\Delta m$ 은 공백실험일 때 침적탄의 질량변화(g),  $t$ 는  $\text{NO}_2$ 기체가 검출될 때까지의 시간(min),  $v$ 는 1min동안 통과하는 혼합기체의 체적(L/min),  $c_0$ 은  $\text{NO}_2$ 기체의 표준농도(4mg/L)이다.

## 실험결과 및 해석

금속침적탄의  $\text{NO}_2$ 기체제거량은 표 1과 같다.

표 1. 금속침적탄의  $\text{NO}_2$ 기체제거량

기체제거제	침적탄				세멘트분말	CaO분말	활성탄
	망간	아연	동	철(II)			
제거량/(mg · g <sup>-1</sup> )	135	159	161	144	41	56	110

표 1에서 보는바와 같이 세멘트와 CaO분말의  $\text{NO}_2$ 기체제거량은 40~60mg/g정도이다. 이것은 염기성립자표면에서  $\text{NO}_2$ 기체의 중화반응이 일어나는데 비표면적이 크지 못한것으로 하여 활성탄에 의한 제거량보다 적기때문이다.

활성탄의  $\text{NO}_2$ 기체제거량은 염기성립자에 비하여 2배이상 크다. 이것은 활성탄의 다공성과 함께 활성중심의 작용효과가 큰것과 관련된다.

금속을 침적시킨 활성탄에서는 염기성립자에 비하여 기체제거량이 3.5~4.0배정도 더 크다. 이것은 활성탄의 다공성효과와 활성중심효과에 금속의 반응효과가 동반되는데 있다고 볼 수 있다.

활성탄의 미세기공에 분산흡착된 금속립자들은 결면에너르기가 급격히 커지므로 결면원자들은 높은 활성을 가지고 기체와 쉽게 반응한다.[2]

침적탄에서 동과 아연의 함량에 따르는  $\text{NO}_2$ 기체제거량은 표 2와 같다.

표 2에서 보는바와 같이 동과 아연을 침적시키는 경우 함량에 따르는  $\text{NO}_2$ 기체의 제

거량은 큰 차이가 없다. 그러나 함량이 많아지면  
서 동에 비하여 아연을 침적시킨 경우 기체제거  
량이 급격히 줄어든다. 이것은 활성탄내부에서 동  
과 아연의 분포가 차이나는것과 관련된다.

동은 활성탄겉면과 내부에 고르게 분포되  
지만 아연은 주로 표면에 많이 집중된다.[4] 따라  
서 아연의 함량이 많아지면 아연이 활성탄표면에

표 2. 침적탄에서 동과 아연함량에 따르는  
NO<sub>2</sub>기체제거량(mg/g)

금속	함량/%				
	3	4	5	6	7
동	140	148	161	165	159
아연	145	151	159	155	141

주로 집중되어 기공이 막히면서 기체제  
거량이 적어진다.

동과 아연을 침적시킨 침적탄의 NO<sub>2</sub>기체방어시간은 다음과 같다.

침적탄을 높이 30mm로 채웠을 때 NO<sub>2</sub>기체제거량은 동, 아연침적탄에 대하여 각각 951,  
889mg/g이며 실험시간은 108, 101min이다. 이때 기체방어시간은 각각 113, 106min이다.

금속침적탄의 방어시간이 청산의 표준방어시간(60min)에 비하여 1.4~1.8배 길므로 이  
것은 NO<sub>2</sub>기체의 제거제로 리용할수 있다는것을 보여준다.

## 맺 는 말

염기성분말에 비하여 동과 아연을 침적시킨 침적탄의 NO<sub>2</sub>기체제거량은 3.5~4.0배정도  
더 크며 방어시간은 113, 106min으로서 청산 등의 독해물방어시간보다 1.4~1.8배 더 길다.

## 참 고 문 헌

- [1] 전영일 등; 위생방역, 4, 49, 1993.
- [2] 김근익 등; 나노기술과 응용, 과학백과사전출판사, 85, 주체93(2004).
- [3] Rouzbeh Riazi et al.; Journal of Thermal Science and Technology, 5, 2, 1, 2010.
- [4] 李岩 等; 防化研究, 1, 1, 1997.

주체104(2015)년 7월 5일 원고접수

## NO<sub>2</sub> Gas Adsorption Characteristics of the Activated Carbon Metal Impregnant

Kim Song Hyok, Pak Song Yon

We conformed the possibility for using the activated carbon(AC) impregnant as nitrogen dioxide  
adsorbent by determinating the amount of adsorbed gas and breakthrough time of that deposited  
by several metal components such as copper and zinc.

The removal amount of NO<sub>2</sub> gas in AC impregnant deposited by copper and zinc are  
3.5~4.0 times than the basic powder and breakthrough time are 1.4~1.8 times longer than  
that of the toxicity gases as 113 and 106min, respectively.

Key words: activated carbon impregnant, NO<sub>2</sub>, breakthrough time