

활성탄담지산화동흡착제의 아르신흡착성능에 대한 연구

리선일, 리종과, 김철웅

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《우리의 과학연구사업은 자립적민족경제의 위력을 충분히 발휘하도록 하는데 이바지하는 과학연구사업으로 되여야 하며 과학연구성과들은 현실에 제때에 도입되여야 합니다.》

아르신(AsH_3)은 원료프로필렌뿐만아니라 천연가스, 연료가스, 합성가스 등에도 들어있으면서 그것을 리용하는 화학공정들에서 촉매독으로 되고있다.[2, 3] 그러므로 아르신이 촉매독으로 되고있는 모든 화학공정들에서 원료속의 아르신을 제거하기 위한 정제공정이 필수적으로 제기된다. 흡착의 방법으로 아르신을 제거하기 위한 일련의 연구[1, 2]들이 진행되었지만 산화동을 활성탄에 담지시킨 흡착제의 아르신흡착성능을 구체적으로 소개한 자료는 거의나 없다. 우리는 활성탄에 산화동을 담지시킨 아르신흡착제를 제조하고 그 흡착성능을 검토하였다.

1. 흡착제의 제조

담체로 리용한 활성탄의 조성에 대한 EDS분석결과는 표와 같다.

표에서 알수 있는바와 같이 활성탄에서 산소의 몫은 보통의 활성탄(산소의 함량이 6~7%)에 비하여 비교적 상당히 크다. 활성탄의 흡착성능과 물에 대한 적심성은 주로 이 산소기능단의 영향을 많이 받는데 활성탄에서 산소함량이 클수록 흡착성능과 친수성이 높아

표. 활성탄의 조성

원소	함량	
	질량%	원자%
C	80.45	85.64
O	16.29	13.02
Si	1.11	0.51
Al	0.92	0.44
Fe	0.52	0.12
S	0.35	0.14
Ca	0.14	0.04
Mg	0.11	0.06
K	0.11	0.03

진다. 이것은 활성탄을 흡착제 및 담체로 쓸수 있는 유리한 측면이다. 즉 아르신흡착의 견지에서 그리고 초기적심침적법으로 흡착제를 제조하는 측면에서 유리하다.

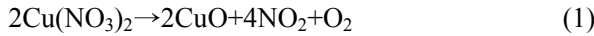
실험에 의하면 이 활성탄의 최대초기적심량은 활성탄 1g당 침적액 0.5g이다.

흡착제는 초기적심침적법[4]으로 제조하였다. 활성탄담지산화동흡착제의 제조공정은 그림 1과 같다.

그림 1과 같은 제조공정을 반복하는 방법으로 흡착제에서 산화동의 함량을 조절하였다. 여기서 자연 건조는 겉보기에 활성탄이 마른것처럼 보일 때까지 진행하며 마지막 열분해단계에서는 반드시 불활성분위

기를 조성해주어야 한다. 불활성분위를 조성해주어야 하는것은 담체가 연소성물질인 탄소로 이루어진 활성탄이라는것, 그리고 활성탄에 담지시키려는 성분인 산화동이 일반적으로 연소촉매라는것과 관련된다. 즉 열분해공정의 온도에서 활성탄이 연소될수 있다는 사정

과 관련된다. 실험에서는 질산동(22.4질량%)수용액을 침적액으로, 질소를 불활성분위기기체로 리용하였다. 활성탄 1g에 대한 침적액의 최대초기적심량이 0.5g이므로 반응 (1)에 의하면 1회제조공정으로 얻을수 있는 흡착제에서 산화동의 최대함량은 4.53질량%이다.



2. 흡착제의 아르신흡착성능

아르신발생 및 실험방법 아르신은 다음의 방법[5]으로 발생시켰다.

2.5mol/L 염산, 15% 요드화칼리용액, 5% 2염화석용액, 1.32% 삼산화이비소용액, 금속아연조각 등을 준비한다. 다음 기체유도관이 설치되어있는 반응기에 삼산화이비소용액 5mL, 염산 10mL, 요드화칼리용액 2mL, 2염화석용액 1mL를 넣고 방온도에서 15min정도 놓아두었다가 여기에 금속아연조각 5g을 넣는다. 그러면 반응기안에서 아르신발생반응이 일어나는데 이렇게 발생되는 아르신을 흡착제에 통과시켜 늘어나는 흡착제의 질량을 재는 방법으로 흡착량을 결정하였다. 이때 발생되는 아르신은 약 0.05g정도이다.

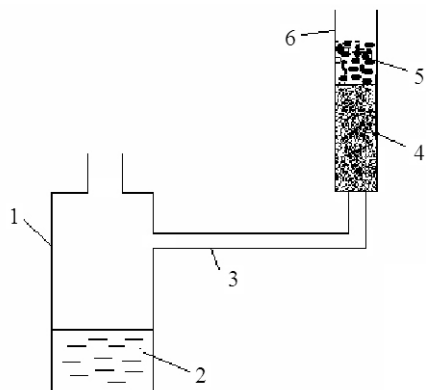


그림 2. 흡착실험장치원리도

1-아르신발생반응기, 2-아르신발생반응액,
3-기체유도관, 4-액체비말방지솜,
5-흡착제, 6-흡착탑

마다 흡착제의 질량을 재면서 질량이 더는 늘어나지 않을 때까지 앞에서 말한 실험과정을 반복하였다. 실험을 반복할 때마다 실험전에 흡착제를 120℃에서 10min동안 건조시켰다. 마지막으로 재 질량에서 흡착전 흡착제의 질량을 뺀 값을 주어진 흡착제의 아르신포화흡착량으로 하였다.

실험조건은 다음과 같다.

온도 20℃, 압력 0.1MPa, 흡착제충전량 0.1g, 흡착제충전체적 0.2cm³(충전직경 0.5cm, 충전높이 1cm), 아르신의 농도 4.8체적%, 아르신기체의 공간속도 930~1400h⁻¹

아르신흡착성능검토 앞서서와 같은 방법으로 흡착제에서 산화동함량에 따르는 아르신포화흡착량을 결정하였다.(그림 3)

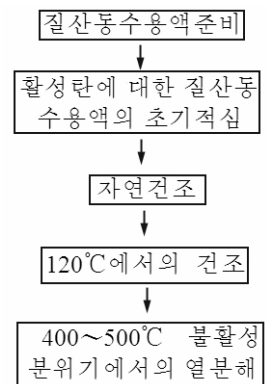


그림 1. 흡착제의 제조과정

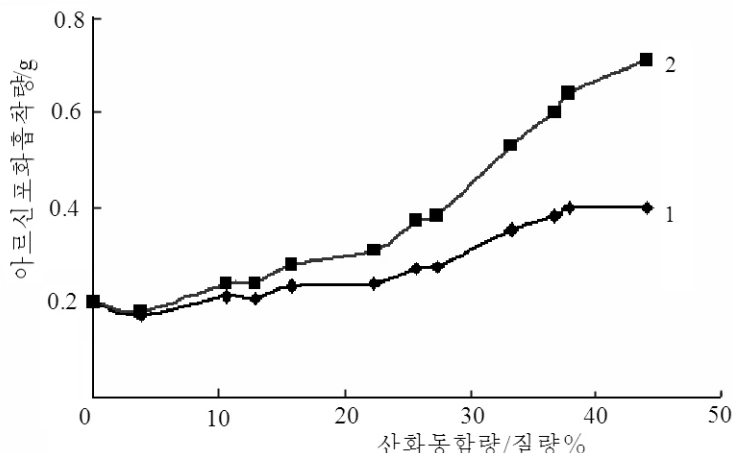
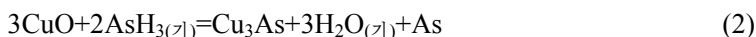


그림 3. 흡착제에서 산화동의 함량에 따르는 아르신포화흡착량
1—흡착제 1g당 흡착량, 2—담체 1g당 흡착량

그림 3에서 보는바와 같이 활성탄에 담지시키는 산화동함량이 많을수록 흡착제의 아르신포화흡착량이 거의 병행적으로 높아지며 산화동의 함량이 최고 40질량%정도일 때까지 아르신을 흡착한다. 또한 활성탄을 그대로 흡착제로 리용할 때보다 산화동을 활성탄에 담지시켜 흡착제로 리용하면 아르신의 흡착량을 활성탄에 비해 3.5배까지도 늘일수 있다는것을 알 수 있다. 선행연구[2]에 의하면 아르신의 흡착은 반응 (2)에 의한 화학흡착으로 보고있다.



그러나 위의 실험결과는 반응 (2)에 의한 화학흡착만으로는 설명할수 없다. 다시말하여 반응 (2)에 의한 화학량론관계로 따져보면 측정된 흡착량이 반응 (2)에 의한 흡착량을 초과하는데 이것은 활성탄담지산화동흡착제에 의한 아르신의 흡착이 반응 (2)에 의해서만 진행되지 않는다는것을 말해준다. 선행연구[1]에서는 활성탄에서 산소와 류황기능단들이 아르신을 산화하여 삼산화아비소나 오산화아비소와 같은 비소산화물을 만드는 촉매적역할을 하거나 또는 직접 아르신흡착에 참가하는 방식으로도 활성탄에서의 아르신흡착이 일어난다고 하였다. 이로부터 실험결과가 반응 (2)에 의한 화학흡착량을 초과하는것은 흡착제의 산화동만이 아니라 활성탄의 산소나 류황기능단들도 아르신흡착에 참가하기때문이라고 해석할수 있다. 즉 흡착제에서 아르신의 흡착과 관련하여 생겨나는 흡착종에는 Cu_3As , As외에 As_2O_3 , As_2O_5 , 비소-류황화합물도 있을수 있다.

맺 는 말

1) 초기적심침적법으로 활성탄을 담체로 하는 산화동흡착제를 제조할수 있다. 질산동을 전구체로 하는 경우 최종열분해는 400~500℃의 질소분위기에서 진행하여야 한다.

2) 흡착제에서 산화동함량이 많을수록 흡착제의 아르신포화흡착량이 거의 병행적으로 높아진다. 이로부터 흡착제에서 산화동함량을 높이는 방법으로 흡착제의 아르신포화흡착량을 흡착제질량의 40%정도(담체활성탄질량의 60%정도)까지도 높일수 있으며 결과 활성탄을 그대로 흡착제로 리용할 때보다 산화동을 활성탄에 담지시켜 흡착제로 리용하면 아르신흡착량을 활성탄에 비해 3.5배까지도 높일수 있다.

참 고 문 헌

- [1] C. Petit et al.; Carbon, **48**, 1779, 2010.
- [2] R. Quinn et al.; Ind. Eng. Chem. Res, **45**, 6272, 2006.
- [3] K. J. Uffalussy et al.; Ind. Eng. Chem. Res, **53**, 7821, 2014.
- [4] J. Regalbuto; Catalyst Preparation Science and Engineering, CRC Press, 341, 2007.

주제 108(2019)년 7월 5일 원고접수

On the Arsine Adsorption Capacity of Activated Carbon-Supported Copper Oxide Adsorbent

Ri Son Il, Ri Jong Gwa and Kim Chol Ung

Arsine adsorbent was prepared by supporting copper oxide on activated carbon with incipient wetting precipitation method and arsine adsorption capacity was studied. Arsine adsorption quantity of this adsorbent increases according to the amount of copper oxide. Maximum adsorption quantity is about 40% of adsorbent weight – 3.5 times as much quantity as compared with that of the activated carbon.

Key words: activated carbon, copper oxide, arsine adsorption