

PA14) 메조포러스 Xerogels의 톨루엔 흡착특성

손우정*, 김윤갑¹, 최성우

계명대학교 환경과학과, ¹계명문화대학교 소방환경안전과

1. 서 론

산업화로 인한 발전에 따라 각종 산업공정에서 사용되는 유기용매의 소비량 증가로 인해 가장 심각한 문제 중의 하나로 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds ; VOCs)의 다량 배출을 들 수 있다. 이러한 VOCs 경우 광화학 스모그를 발생시키는 매개체로 작용할 뿐만 아니라 인간생활을 위협하는 환경의 주 오염 원인이 되고 있다. 특히 석유정제산업, 도료산업 그리고 인쇄산업 분야에서 고농도로 배출되는 VOCs는 매우 큰 환경문제가 되고 있다. 이러한 VOCs를 제어하는 기술로는 흡착법, 흡수법, 직접연소법, 촉매연소법, 세정법, 저온응축법 등이 있으며 배출되는 VOCs농도와 배출가스의 유량에 따라 적합한 방법을 선정하는데, 가장 널리 이용되는 기술로는 흡착법이다. 흡착법에 이용되는 흡착제로는 다공성 탄소 물질이 들 수 있는데 대표적인 물질로는 활성탄을 들 수 있다. 최근에는 전통적인 물리적·화학적 제조방법의 활성탄보다는 새로운 다공성탄소 제조방법이 연구되어 관심이 모여지고 있다. 다공성탄소의 제조 방법으로는 졸-겔법, 주형합성법, 고분자브랜드법, 유기겔 방법, 다중벽 탄소나노튜브 이용법 등으로 메조 크기의 다공성 탄소 물질이 연구되고 있다.

본 연구에서는 졸-겔법으로 다공성탄소인 xerogels를 제조하여 VOCs의 대표적인 비극성 용매인 톨루엔을 흡착질로 사용하여 흡착효율을 알아보고자 한다.

2. 연구재료 및 연구방법

본 연구에 사용된 메조포러스 xerogels는 반응의 출발물질로서 리소시놀-포름알데히드(resorcinol-formaldehyde)를 1:2의 비로 혼합하고, 여기에 증류수와 촉매로서 탄산나트륨(sodium carbonate, Na_2CO_3)를 50:1로 첨가하여 졸용액을 제조하였다. 제조된 졸용액을 겔화과정을 거친 후 세척 및 건조를 하고 탄화과정을 거쳐 메조포러스 탄소인 xerogels를 제조하여 연구에 사용하였다.

메조포러스 xerogels의 톨루엔 흡착정도를 실험하기 위해 반응기 입구 1/2inch, 출구 1/4inch, 길이 20cm인 U-type 석영관을 사용하였으며 석영솜으로 연구재료를 지지할 수 있도록 하였다. 반응물은 톨루엔, Air, H_2 gas로 Mass Flow Controller를 사용하였으며 총 유량 및 농도는 50ml/min, 톨루엔, 공간속도(GHSV) 30,000h⁻¹ 조건으로 반응 실험을 하였다. 흡착물의 초기농도를 비롯하여 반응기를 통과하고 배출되는 흡착물의 농도는 모두 FID(Flame Ionization Detector)를 검출기로 가용하는 GC를 이용하여 흡착되는 정도를 흡착효율로 해석하였다.

3. 결과 및 고찰

메조포러스 탄소의 톨루엔 흡착반응을 실행하기 전에 불필요한 물질들의 톨루엔 흡착을 줄이기 위해서는 U-type 석영관 안의 메조포러스 물질이 순수한 상태로 만들어 줘야하므로 반응기의 온도를 150℃까지 승온, 유지하고 N₂ Gas를 관안에 흘려주며 전처리하여 흡착이 잘 이루어질 수 있도록 최적의 상태를 만들어 주었다. 전처리 과정 후 본 실험을 할 수 있는 온도인 50℃가 되도록 유지하도록 하여주고, FID에 톨루엔, Air, H₂ Gas를 흘려주었다. 이 GC-FID의 주어진 set을 이용하여 주입시간을 2분으로 반응시간의 간격을 두고 주입을 할 수 있도록 설정하였다.

시간의 흐름에 따라 흡착효율은 점점 감소하는 것을 보여주었는데 일정시간까지는 흡착효율이 100%를 보여주고 있다가 파파가 시작되면서 급격한 커브를 보여주며 흡착효율이 90%로 떨어지며 이후 일정한 흡착을 보여주다가 점차 불안정한 피크를 보여주며 흡착효율이 떨어짐을 확인할 수 있었다. 설정된 상태가 지났음에도 불구하고 메조포러스 xerogels는 흡착이 진행되고 있었다. 따라서 추후 연구에서는 설정을 달리하여 흡착실험을 한다면 흡착효율이 0%에 다다른 파파곡선은 볼 수 있음은 물론이고

4. 요약

VOCs의 제어를 위하여 흡착법이 널리 사용되는데 흡착제로서 다공성 탄소가 가장 뛰어난 것을 보여준다. 이를 resorcinol-formaldehyde과 Na₂CO₃으로 졸-겔법으로 메조포러스 xerogels를 제조하고 VOCs의 대표적인 물질인 톨루엔을 흡착시켜 흡착효율을 연구한 결과 흡착효율이 뛰어난 것을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- Ines Matos, Sonia Fernandes, Liliana Guerreiro, Sofia Barata, Ana Maria Ramos, Joaquim Vital, Isabel M. Fonseca, 2005, The effect of surfactants on the porosity of carbon xerogels, *Microporous and Mesoporous Materials*, 38-46
- 김선영, 신현용, 남기동, 이건홍, 배성렬, 유기풍, 1997, 리소시놀-포름알데히드(RF), RF-폴리스티렌 및 TMOS-아닐린 복합 유기 에어로겔의 제조와 특성 분석, *HWAHAK KONGJAK*, 35(3), 445-450.
- C. Lin and J. A. Ritter, 1997, Effect of synthesis pH on the structure of carbon xerogels, *Carbon*, 35(9), 1271-1278.
- 이송우, 배상규, 권준호, 나영수, 안창덕, 윤영삼, 송승구, 2005, 활성탄의 세공구조와 Acetone Vapor 흡착특성의 상관관계, *대한환경공학회*, 620-625.
- 정한모, 라영수, 안진희, 조아영, 최미연, 김석만, 문남구, 윤영호, 2005, 유·무기 혼성 메조포러스 물질의 휘발성 유기화합물 제거능, *J. Korean Ind. Eng. Chem.*, 16(5), 719-723.