

3C3) 아민기 함유 흡착제를 이용한 포름알데히드 제거

Removal of Formaldehyde over Functionalized Adsorbents

김두일 · 박영권 · 이재영 · 김신도 · 임진형¹⁾

서울시립대학교 환경공학과, ¹⁾공주대학교 신소재공학부

1. 서 론

휘발성유기화합물과 포름알데히드는 최근 10년간 실내의 건축자재를 대상으로 많은 연구가 진행되고 있으며, 특히, 포름알데히드를 비롯한 유해화학물질에 대한 중요성이 부각되고 있다. 본 연구에서는 제올라이트 및 메조포러스 물질에 기능을 첨가하여 흡착제를 제조하고 이를 이용하여 실내 포름알데히드의 저감 가능성을 알아보려고 한다.

2. 연구 방법

2.1 흡착제 합성

메조포러스 물질의 합성은 전형적인 합성 방법을 이용해 수행하였다. MCM-41의 합성을 위해 계면활성제인 cetyltrimethylammonium bromide(CTMABr)이 사용되었고, 실리카원인 sodium silicate solution을 이용해 pH 10의 조건에서 합성하였다. SBA-15는 계면활성제 Pluronic P123(EO20-PO70-EO20)와 실리카인 tetraethylorthosilicate(TEOS)를 이용하여 산성 조건에서 합성하였다. 합성 후, 계면활성제는 550°C에서 소성을 통해 제거하였다.

물질의 표면을 개질시키는 방법으로는 실란올기와 그 그래프팅을 이용한 후처리 방법(post 법)을 선택하였다(Garcia et al., 2007). 이 방법은 앞서 언급하였듯이 메조포러스 물질의 구조 손상 없이 효과적으로 표면을 개질시킬 수 있다는 장점이 있다(Wei et al., 2006). 전형적으로 post 법을 이용한 표면 개질에는 중합용매로 비극성 용매인 톨루엔을 사용하며, 산촉매로 p-toluenesulfonic acid(PTSA)가 사용된다. 3g의 메조포러스 물질을 30분 동안 50°C에서 톨루엔 80ml에 분산시킨 후, 0.021g의 PTSA와 6mmol의 유기 실란 화합물을 첨가한다. 온도를 120°C로 올려 2시간 동안 reflux시킨다. Powder 생성물을 필터하여 에탄올로 3회 세척하고 100°C 오븐에서 12시간 동안 건조한다.

2.2 실험

알루미늄백을 이용하여 흡착제를 일정량 투입 후 외부의 공기에 의한 오염을 방지하기 위하여 펌프를 이용하여 공기를 일제히 제거하였다. 질소를 이용하여 포름알데히드의 농도는 1ppm을 맞추었고, 이에 사용된 흡착제는 수분과 불순물에 의한 영향을 제거하기 위하여 100°C 오븐에서 24시간 건조를 하여 사용하였다. 흡착되는 동안에 온도에 의한 영향을 제거하기 위하여 인큐베이터를 사용하여 온도를 20°C로 유지하였다.

흡착된 농도를 알기 위해서는 검지관법을 이용하였다. 농도 확인은 초반에 흡착이 많이 되는것을 예상하여 5, 10, 30, 60, 100, 200, 500분 차이로 측정을 하였으며, 사용된 펌프는 GASTEC(GV-100S)를 사용하였고, Formaldehyde detector tube(91LL, 0.01~1ppm)를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

1nm 이하의 작은 기공크기와 표면적이 적은 제올라이트를 대체하기 위하여 연구된 메조포러스 물질은 기공크기가 2~10nm 사이에서 균일한 직경을 가지고 있고 표면적 또한 넓기 때문에 실내오염물질 흡착능력에 대해 큰 관심을 모으고 있다. 이에 흡착 능력을 높이기 위하여 유해오염물질을 흡수하는 성질을 가진 Amine 그룹을 첨가하여 포름알데히드 흡착 능력을 확인하였다.

예비 실험은 상용 제올라이트 ZSM-5, Y를 사용하여 포름알데히드 흡착능력을 확인한 결과 0.5g을 사용하였을 시 500분 후에는 포름알데히드가 검출되지 않았으며 ZSM-5보다는 Y의 흡착능력이 더 좋게 나타났다. 이는 Y의 더 넓은 표면적을 가지고 있는 것에 기인한다.

예비 실험을 통하여 얻은 데이터를 이용하여 아민기를 첨가한 제올라이트(H-Y), XPO-2412, SBA-15, MCM-41를 가지고 실험을 하였다.

이 결과, 탁월한 흡착능력에 의하여 흡착제의 양을 0.03g으로 줄여서 실험을 하였으며, 아민기를 도입한 흡착제와 흡착능력을 비교한 결과 1시간 안에 포름알데히드가 모두 흡착되는 것을 알수 있다. 메조포러스 물질에 아민기를 첨가한 흡착제의 경우는 넓은 표면적을 이용하여 제올라이트보다 좋은 흡착능을 보였다.

사 사

본 연구는 서울지역환경기술개발센터 연구개발사업의 일환으로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Qi Wei, Zuo-Ren Nie, Ya-Li Hao, Li Liu, Zeng-Xiang Chen, and Jing-Xia Zou (2006) Effect of synthesis conditions on the mesoscopic order of mesoporous silica SBA-15 functionalized by amino groups, *J Sol-Gel Sci Techn.*, 39, 103-109.
- Garcia, N., E. Benito, J. Guzman, P. Tiemblo, V. Morales, and A. Garcia (2007) Functionalization of SBA-15 by an acid-catalyzed approach: A surface characterization study, *Micropor. Mesopor. Mater.*, 106, 129-139.