

PE10)

다양한 제올라이트의 VOCs 흡착특성 및 마이크로웨이브에 의한 재생에 관한 연구

Study of Adsorption Characteristics for Volatile Organic Compounds over Various Zeolites and It's Regeneration by Microwave Irradiation

김기중 · 김용화 · 조동현 · 정민철 · 우명우 · 정경환¹⁾ · 안호근
순천대학교 화학공학과, ¹⁾순천대학교 공업기술연구소

1. 서 론

VOC를 제거하는 기술로서 가장 간단하면서도 효율이 좋은 흡착법을 많이 사용하고 있고(Chuang, 2003), 포화된 흡착제를 재생하기 위한 방법으로 마이크로파를 이용하는 방법이 연구되고 있다(Pingkuan, 1996). 흡착제로서는 값이 싼 활성탄을 이용하고 있지만(Kim, 2006), 활성탄은 도전성이기 때문에 마이크로파에 노출될 경우 전기방전을 일으키는 문제점을 가지고 있다. 현재 공업용 흡착제로 사용되고 있는 것에는 많은 합성 제올라이트 중 대표적인 것으로 HY type, molecular sieve 4A, 5A, 13X 등이 있고, 균일한 세공을 가진 것으로 알려져 있다.

2. 연구 방법

흡착제로는 열적이나 경도면에서 다소 안정성이 있는 제올라이트를 흡착제로 선정하여 비표면적과 세공부피, 세공크기분포는 비표면적 측정장치(ASAP 2010, Micrometrics, USA)를 사용하였다.

본 연구에 사용된 흡착 실험장치는 상압 유통식으로 구성하였고, 벤젠, 톨루엔, o-, m-, p-xylene, 메탄올, 에탄올, iso-propanol, 메틸에틸케톤을 모델가스로 선정하였다. VOC의 농도는 항온조를 이용하여 헬륨으로 동반증발 시켰으며, 유량은 40ml/min으로 조절하였다. 사용된 흡착제량은 0.1g이고 전형적인 탈착방법은 U자형(ss, 1/4") 흡착관을 전기로를 사용하여 상온에서 5°C/min로 온도프로그램하여 500°C 까지 상승시켰으며, 마이크로파에 의한 탈착실험에서는 마이크로파에 의한 유전 손실율이 적은 내경이 7mm인 U자형(quartz, 3/8") 흡착관을 사용하였다. 마이크로파의 발생원은 1500W급 마이크로파 발생장치를 이용하였고, 흡착층의 온도는 흡착층에 직접 삽입한 열전대를 이용하여 마이크로파의 조사시간에 따른 온도변화를 측정하였다. 전기로를 이용한 탈착실험과 마이크로파를 이용한 탈착실험에서는 흡착하기 전 전기로를 이용하여 250°C에서 한 시간 전처리한 후 흡착실험을 수행하였다. 시간에 따른 농도변화의 곡선은 가스크로마토그래프(GC)의 열전도검출기(TCD)를 이용하여 얻었다.

3. 결과 및 고찰

다양한 제올라이트의 질소가스 흡착실험을 수행하여 흡착등온선과 BET 표면적, t-plot에 의한 세공부피의 변화 Horvath-Kawazoe(HK) 방법에 의한 세공크기분포 등 물리적 특성을 알아보았다. 흡착등온선은 모든 샘플이 중간세공성의 특성을 나타내었고, BET 표면적은 FAU의 제올라이트와 MS-13X가 각각 691.0m²/g과 581.7m²/g으로 나타났고, 총 세공부피와 미세공, 중간세공의 부피도 최대를 나타내었다. 세공크기분포는 10Å ~ 15Å 정도를 보였으며, VOC에 대한 흡착량 실험에서도 비표면적이 클수록 흡착량이 많아지는 제올라이트의 물성에 비례하는 결과를 보였다. 결과적으로 사용된 제올라이트 중 HY type이 물리적 특성이 우수함을 보였고, VOC에 대한 흡착량이 많은 것으로 나타났다.

포화된 흡착제를 재생하기 위한 방법으로 마이크로파를 이용하여 VOCs와 물에 대한 탈착특성을 조사하였다. 또한, 전기로를 사용하여 탈착시켰을 경우와 마이크로파를 이용하였을 경우의 VOC의 탈착속도와 제올라이트의 가열속도를 비교 분석하였다. 전형적인 가열방법인 전기로를 이용하여 흡착제를 가열할 경우 온도상승곡선이 선형적임을 보이는 반면, 마이크로파에 의한 온도상승곡선은 초기에 급격

히 상승하는 로그형을 나타내었다. 그림 1과 2에 톨루엔과 MEK의 마이크로파에 의한 FAU와 MS-13X의 VOC 탈착율이 초기유입농도에 비해 차이가 나는 것을 볼 수 있는데 이것은 흡착제가 가지고 있는 유전율의 차이에 의한 것으로 판단된다. 그림을 보면 MS-13X가 FAU보다 가열되는 속도가 빨라서 탈착이 많이 이루어짐을 알 수 있다.

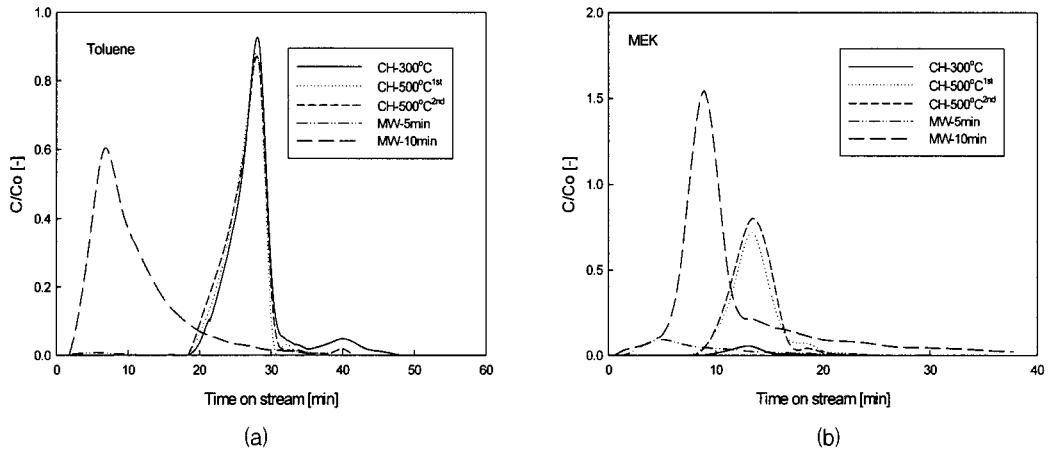


Fig. 1. Desorption curves for toluene(a) and MEK(b) on HY by conventional heating and microwave heating.

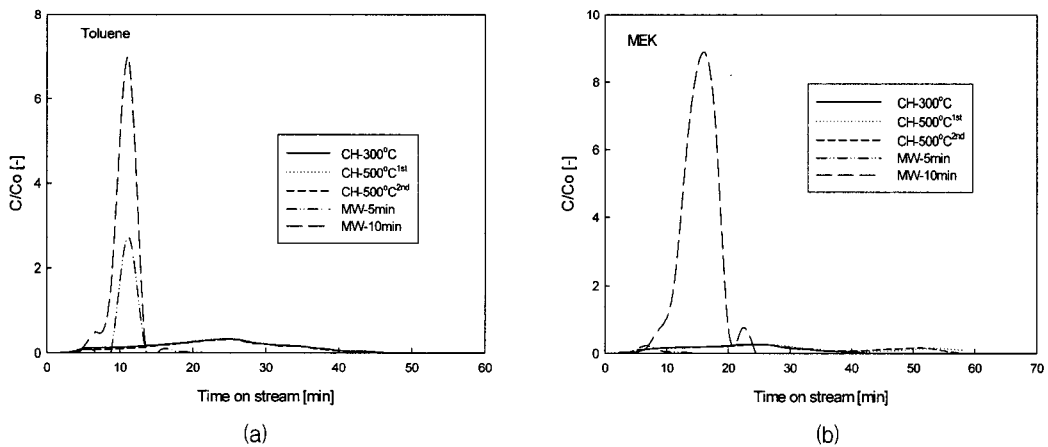


Fig. 2. Desorption curves for toluene(a) and MEK(b) on MS-13X by conventional heating and microwave heating.

사 사

본 연구는 환경부의 “차세대핵심환경기술개발사업(Eco-technopia 21 project)으로 지원받은 과제입니다.

참 고 문 헌

- C.L. Chuang, and P.C. Chiang (2003) Chemosphere, 53, 17.
 Di. Pingkuan., and D.P.Y Chang (1996) Air & Waste Management, For Presentation at the 89th Annual Meeting & Exhibition, 96-RA106.02.
 K.-J. Kim, et al. (2006), Catal. Today, 111, 223-228.