

OA2) 전자파를 이용한 톨루엔의 흡착회수에 관한 연구

도상현*, 김윤갑¹, 김정배, 최성우

계명대학교 환경대학, ¹계명문화대학 소방환경안전과

1. 서 론

VOCs는 탄화수소류, 할로젠화 탄화수소, 질소나 황함유 탄화수소 등 상온·상압에서 기체상태로 존재하는 모든 유기성 물질을 통칭하며, 이들의 인위적인 주요 배출원은 자동차, 도장시설, 저유소, 인쇄·잉크시설, 주유소, 세탁시설, 도로포장 등이다. VOCs는 낮은 농도로 존재하여도 암의 유발과 같이 인체에 상당한 피해를 준다. 태양광선을 받아 질소산화물과 반응하여 광학적 스모그를 생성하고, 지구온난화를 유발하며 오존층을 파괴한다.

VOCs 제어기술로는 분리회수·재사용하는 방법과 분해하는 방법이 있다. 배출되는 VOCs가 단일배출구에서 비교적 고농도로 배출되고 VOCs를 회수했을 경우 경제성이 있을 때에는 회수시설을 설치하는 것이 바람직하다. VOCs 회수기술들은 활성탄 흡착, 세정, 저온응축 등이며, 배출되는 VOCs 농도와 배출가스의 유량에 따라 적합한 방법을 선정하는데, 가장 널리 사용되는 방법은 활성탄 흡착법이다. 반면, VOCs가 단일물질이 아닌 혼합물질로 되어 있거나 유해물질인 경우 또는 회수가치가 없을 때에는 분해시설을 설치하는 것이 바람직하다

VOCs를 회수하여 재이용할 수 있는 기술로 이용되고 있는 흡착, 냉각응축의 방법을 전자파의 일종인 마이크로파 에너지를 적용시킴으로 탈착된 톨루엔의 냉각응축회수의 특징을 알아보하고자 한다.

2. 재료 및 실험 방법

본 실험에서 사용된 흡착제는 일본 다케다사에서 제작된 구형활성탄과 국내 대림활성탄의 분말 활성탄에 자연광물인 벤토나이트를 교반하여 구형활성탄을 제작하여 사용하였다.

흡착실험은 톨루엔 용액을 Saturator를 이용하여 50cc/min유량의 포화농도로 흘러 혼합챔버에서 500 cc/min의 질소가스를 이용하여 희석시켜 흡착반응기내에서 흡착시켰다. 이때 흡착제의 량은 0.5 g을 충전하여 흡착하였으며, HP6890 FID를 이용하여 톨루엔의 흡탈착 농도를 분석하였다. 응축회수실험은 마이크로파를 이용하여 흡착반응기에 흡착된 톨루엔을 탈착시켜, -20℃의 냉각응축기로 흘러 냉각 응축시켜 회수량을 측정하여 응축 회수율을 조사하였다.

이때 마이크로파조사에 따라 구형활성탄 표면에서 발생하는 방전을 광센서를 이용하여 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 마이크로파 조사에 따른 승온 및 방전

0.5g의 구형활성탄을 석영 U자 반응기에 충전하고 N₂을 1 l/min로 흘려주었으며 출력을 100W, 300W, 500W, 700W, 1000W로 하여 5분동안 조사하고 온도를 측정하였으며, 온도 측정은 마이크로파의 영향을 받지 않는 Type-K thermocouple사용하였다. 이때 광센서를 이용하여 마이크로파조사에 따른 구형활성탄 표면에서 발생하는 방전을 함께 측정하였다.

마이크로파의 출력이 증가할수록 온도 및 방전이 증가하는 것을 확인할 수 있었으며, 천연 광물인 벤토나이트를 이용하여 제조한 구형활성탄에서는 방전이 없는 것을 확인할 수 있었다.

3.2. 톨루엔의 흡탈착

톨루엔은 활성탄이 충전된 흡착반응관을 흘려 흡착실험을 실시하였으며, 구형활성탄에 흡착함에 따라 톨루엔이 배출되지 않는 것을 확인하였으며, 시간이 경과됨에 따라 구형활성탄의 파과시점 이후 배출농도가 증가하여 초기 농도에 도달하는 것을 확인하였다. 벤토나이트를 이용하여 제조한 활성탄의 경우 벤토나이트 함량에 따라 톨루엔의 파과시점이 당겨짐을 확인할 수 있었으나 방전을 일으키지 않아 마이크로파에 의한 재생의 장점으로 크게 문제시 되지 않을 것으로 판단된다.

마이크로파를 5분간 조사하여 탈착실험을 실시하였다. 마이크로파를 흡착반응관에 조사하여 흡착된 톨루엔을 탈착함에 있어 승온에 의한 빠른 탈착이 있음을 확인하였다.

3.3. 톨루엔의 응축회수

마이크로파에 의한 방전현상이 없는 벤토나이트를 이용하여 제조한 활성탄 100g을 충전하여 40ml의 톨루엔을 흡착시킨후 마이크로파를 조사하여 탈착된 톨루엔 가스를 -20℃의 냉각 응축 장치로 흘려 보내 응축회수 실험을 실시하였다. 응축 회수 장치에 의하여 톨루엔이 회수되었으며, 이때 공기중의 수분도 함께 회수되었다.

4. 요약

마이크로파를 이용하여 활성탄의 재생과 톨루엔의 흡착회수에 관한 연구를 실행하였다.

마이크로파에 의하여 흡착된 활성탄의 톨루엔의 탈착온도를 얻었을 수 있었으며, 흡착제의 방전 문제를 극복할 수 있는 벤토나이트 광물을 이용한 구형활성탄을 제조하였다. 마이크로파를 이용하여 흡착제에 흡착되어진 톨루엔을 탈착하여 흡착제를 재생하였으며, 냉각 응축 장치를 이용하여 톨루엔을 회수하였다.

참 고 문 헌

- M. E. Jenkin and G. D. Hayman, "Photochemical ozone creation potentials for oxygenated volatile organic compounds: sensitivity to variations in kinetic and mechanistic parameters," *Atmos. Environ.*, 33 (1999):1275-1293.
- R. M. Field, J. N. Lester, and R. Perry, "The sources and behaviour of tropospheric an-

- thropogenic volatile hydrocarbons," *Atmos. Environ.*, 26(A) (1992): 2983-2996
- Ania, C. O., J. B. Parra, and J. J. Pis. "Microwave-induced regeneration of activated carbons polluted with phenol." A comparison with conventional thermal regeneration, *Carbon*, 42 (2004): 1383-1387.
- Chang, Y. C., and C. T. Carlisle. "Microwave process for volatile organic compound abatement." *J. Air Waste Manage. Assoc.*, 51 (2001): 1628-1641.