

1C1) 고도산화 기술을 이용한 아세트알데하이드의 제어특성 연구

A Study on Acetaldehyde Control Characteristics using Advanced Oxidizing Technique

김필현¹⁾ · 김조천^{1,2)} · 손윤석²⁾ · 정상귀²⁾ · 손영식²⁾ · 강영훈¹⁾ · 윤상렬¹⁾

¹⁾건국대학교 환경공학과, ²⁾건국대학교 신기술융합학과

1. 서 론

휘발성유기화합물(VOCs)은 실내오염 및 악취를 유발시키는 주요물질로 알려져 있다. 특히 자극적인 과일 썩는 냄새가 나는 아세트알데하이드는 장시간 노출시 후각기능의 저하, 구토, 흉통, 인후염 및 호흡곤란을 일으키며(Krzysztof et al., 2008; 서성규와 윤형선, 2000), 미국 환경보호청에서는 인간에게 발암가능성이 있는 물질로 분류하고 있다. 또한 아세트알데하이드는 대기화학적으로 오존전구물질로서 질소산화물과 반응하여 O₃, PAN 등과 같은 광화학생성물을 형성하여 인간의 건강 및 기타 악영향을 끼친다(이민도 등, 2006). 대기 중의 주요 발생원으로는 polyethylene 및 acetic acid 생산, 플라스틱 제조공정, 석탄 및 목재 연소 공정에서 배출되며, 실내 환경에서는 건축자재나 가구, 생활용품 등에서 배출된다(홍윤정과 김기현, 2005). 아세트알데하이드와 같은 VOCs 제어기술로는 세정집진시설, 흡착시설, 직접연소시설 등이 있으나, 본 연구에서는 상온에서 운영이 가능하고, 특히 저농도의 VOCs가 대용량으로 배출되는 공정에 적합한 전자빔 제어기술을 이용하고자 하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 아세트알데하이드의 제어효율을 측정하기 위하여 1Mev 전자빔 가속기(maximum power 40kW, ELV-4 type, EB Tech Co. Ltd., Korea)가 사용되었다. 기본적인 제어특성을 연구하고자 50~200 ppmv의 농도에서 회분식(Batch system)과 연속흐름식(continuous flow system)으로 나누어 제어효율을 측정하였으며, 전자빔 제어시 흡수선량은 2.5kGy~10kGy 범위에서 이루어 졌다. 회분식 실험에서 사용된 반응기는 상대적으로 전자빔에 안정한 1L Tedlar bag(SKC, U.S.A.)이 사용되었으며, 제어인자로 흡수선량, 배경가스, 기체상 수분, 아세트알데하이드의 농도 등을 선정하였다. 연속흐름식 시스템에서는 크게 유량 공급부, VOC 발생부, 유량조절부, 반응기 및 샘플링 부분으로 구성하였다. 아세트알데하이드의 농도는 온도와 유량을 이용하여 조절하였고, 안정된 농도를 얻기 위하여 확산챔버를 이용하였다. 아세트알데하이드의 정량분석은 LC-MS/MS(agilent 1200series, USA)가 사용되었으며, 컬럼으로는 C18 reversed phase(비극성)가 사용되었다. 아세트알데하이드가 포집된 DNPH 카트리지를 분석하기 위하여 카트리지 내의 DNPH 수용체를 5mL 아세트니트릴(Aceto Nitrile)로 용출시킨 후, 용출액을 LC로 정량 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

회분식 실험에서 배경가스에 대한 아세트알데하이드의 제어특성을 살펴본 결과, 배경가스 N₂, O₂, Air, He 중에서 He를 제외한 3가지 배경가스에서 90% 이상의 높은 제어효율을 보였으며, 배경가스가 He인 경우 제어효율은 40% 이하로 매우 낮게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 농도에 대한 아세트알데하이드의 제어특성을 살펴본 결과 50, 100ppmv 농도의 아세트알데하이드는 7.5kGy의 흡수선량에서 약 99% 이상 제어되는 것으로 나타났으며, 200ppmv 농도에서는 7.5kGy의 흡수선량에서 60% 이하로 제어효율이 비교적 낮게 나타났다. 상대습도에 대한 아세트알데하이드의 제어특성을 살펴본 결과 상대습도 0, 100%에 대하여 제어효율 차이는 약 3~15% 정도 차이가 나는 것으로 나타났으며, 습도가 높은 경우 제어효율도 높게 나타났다.

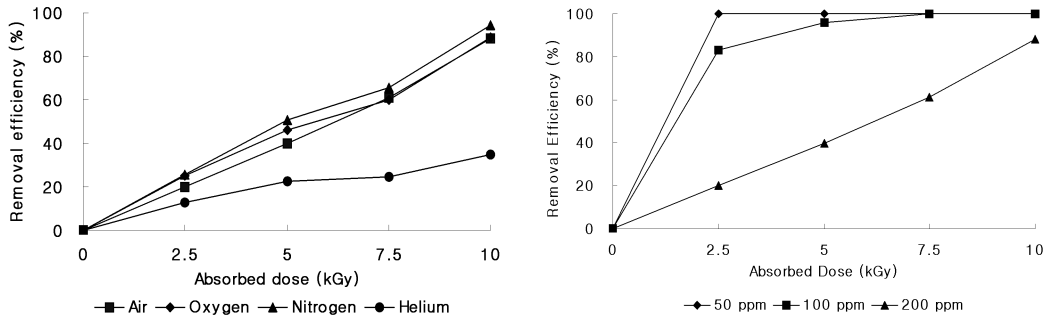


Fig. 1. Removal efficiency of acetaldehyde by radiolysis in a batch reactor.

연속흐름식 시스템에서 아세트알데하이드의 전자빔 제어효율은 전체적으로 회분식 실험의 결과와 유사하게 반응기 내부로 유입되는 농도가 낮을수록 제어효율이 높게 나타났으며, 7.5kGy 이후부터는 모든 농도대에서 약 95% 이상의 제어효율을 나타내었다.

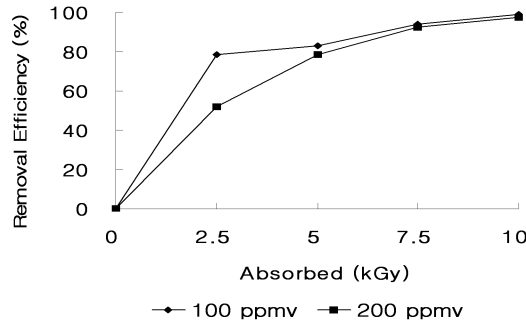


Fig. 2. Removal efficiency of acetaldehyde by radiolysis in a continuous flow system.

사 사

본 연구는 한국환경산업기술원 차세대 핵심환경기술개발사업 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 서성규, 윤형선 (2000) 금속 프탈로시아닌을 이용한 아세트알데히드의 촉매연소, 한국대기환경학회지, 16(4), 409-414.
- 이민도, 이상욱, 임용재, 김영미, 김소영, 문광주, 한진석, 정일록 (2006) 대기중 휘발성유기화합물질 및 알데하이드의 분석 신뢰도 향상에 관한 고찰, 한국대기환경학회지, 22(4), 468-476.
- 홍윤경, 김기현 (2005) 대기 중 카보닐 계열 성분의 분석기법의 연구, Analytical Science & Technology, 18(1), 43-50.
- Jintawat Chaichanawong, Wiwut Tanthapanichakoon, Tawatchai Charinpanitkul, Apiluck Eiad-ua, Noriaki Sano, and Hajime Tamon (2005) High-temperature simultaneous removal of acetaldehyde and ammonia gases using corona discharge, Science and Technology of Advanced Materials, 6, 319-324.
- Jo-Chun Kim, Nikola Getoff, and Jin Jun (2006) Catalytic conversion of CO₂-CH₄ mixture into synthetic gas-Effect of electron-beam radiation, Radiation Physics and Chemistry, 75, 243-246.
- Krzysztof Głuch, Jan Cytawa, and Leszek Michalak (2008) Electron impact ionization of acetaldehyde, International Journal of Mass Spectrometry, 273, 20-23.