

광촉매 필터에서 VOC의 제거에 관한 수치적 연구

류 무 성, 김 창 념*

경희대학교 기계공학과 대학원, *경희대학교 테크노공학대학

A Numerical Analysis of the Abatement of VOC in Photocatalytic Honeycomb Filters

Moo Sung Ryu, Chang Nyung Kim*

Department of Mechanical Engineering, Graduate School, Kyunghee University, Yongin 449-701, Korea

*College of Advanced Technology, Kyunghee University, Yongin 449-701, Korea

요 약

휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compound, 이하 VOC)의 제거방법 중 광촉매 제거법은 385 nm 이하의 자외선을 흡수하여 표면에서 생긴 전자에 의한 환원반응과 정공에 의한 산화반응으로 유해물질을 제거하는 방법이다. 광촉매는 한 번의 설치로 반영구적으로 사용할 수 있고 인체에 무해하며 유지비용이 적게 든다는 장점으로 인해 크게 부각되고 있다. 그러나, 광촉매 제거법은 다른 방법에 비해 제거효율이 낮아 저농도의 VOC 제거에만 적당하다는 단점이 있다.

본 연구에서는 광촉매 필터의 형상에 따른 VOC 제거성능을 수치해석적 방법으로 검토하였다. 필터에는 이산화티타늄(Degussa P-25 TiO₂)이 코팅되어 있고, 필터의 양측에서 자외선이 조사된다. 입구에서 트리클로로에틸렌(Trichloroethylene, 이하 TCE) 100 ppm을 함유한 공기가 유입되어 광촉매와의 반응으로 TCE가 일부 제거된 후 출구로 빠져나가게 된다. 이러한 필터 내부의 유동장과 농도장을 해석하기 위해 연속방정식, 운동량방정식, 화학종보존방정식을 사용하였고, 광촉매가 코팅된 벽면에 도달하는 자외선 세기를 계산하기 위해 Hossain의 복사모델^(1, 2)을 사용하였다. 광촉매 반응이 일어나는 필터의 벽면에는 Langmuir-Hinshelwood 반응속도식⁽³⁾을 경계조건으로 주었다. 수치해석에는 유한체적법 기반의 상용 코드인 FLUENT 6.0을 사용하였다.

수치해석을 수행한 결과 자외선의 세기는 광원에서 멀어질수록 급격히 낮아지고, 자외선의 침투길이는 필터의 단면 형상에 따라 달랐다. 또한 필터의 형상에 따른 압력강하와 농도분포에 관한 정보가 얻어졌다. 이러한 결과는 보다 향상된 광촉매 필터의 설계 시에 참고될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Hossain, M. M. and Raupp, G. B., 1998, Radiation field modeling in a photocatalytic monolith reactor, Chem. Eng. Sci., Vol. 53, pp. 3771-3780.
2. Hossain, M. M. and Raupp, G. B., 1999, Polychromatic radiation field model for a honeycomb monolith photocatalytic reactor, Chem. Eng. Sci., Vol. 54, pp. 3027-3034.
3. Wang, K. H. et al., 1998, The kinetics of photocatalytic degradation of trichloroethylene in gas phase over TiO₂ supported on glass bead, Applied Catalysis, Vol. 17, pp. 313-320.