PC26) 무기계 폐기물로 합성한 제올라이트의 유가금속의 회수 특성

김민경 · 김태연 · 이원태 · 박종원[1] · 이민규[2] · 이창한
부산가톨릭대학교 환경행정학과, [1]엠테코트㈜, [2]부경대학교 화학공학과

1. 서론

인구 및 생활수준이 향상 되면서 급증하는 에너지 수요를 충당하기 위하여 원자력 발전을 비중을 높여 가고 있지만, 여전이 화력 발전에 많이 의존하고 있는 실정이다. 발생된 비산재는 대부분 시멘트와 콘크리트 원료로 재활용 또는 매립에 의해 폐기되고 있다(Kim and Lee, 2009). Hui et al.(2005)은 석탄비산재로부터 제조된 제올라이트를 이용하여 유가금속이온의 흡착/회수 성능을 비교하여 금속이온의 흡착제로서 효용성을 평가하였다. Hsu et al.(2008)은 소성 및 NaOH를 처리하는 방법으로 전처리한 비산재의 Cu^{2+}의 흡착을 Langmuir, Freundlich, 및 DRK 흡착식에 적용하여 Cu^{2+} 이온의 흡착현상이 이온교환에 기인한다고 하였다. 본 연구는 폐기물인 비산재와 폐촉매를 용융/수열 합성방법에 의해 합성된 제올라이트를 이용하여 제올라이트 구조적 특성(XRD 및 SEM) 및 합성효율(XRF)을 평가하였다. 합성된 제올라이트를 이용하여 비철금속 산업에서 배출되는 Co^{2+}, Ni^{2+} 및 Cu^{2+} 이온의 흡착속도와 등온흡착량으로서 유가금속의 회수효율을 평가하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구는 비산재(F-C1)와 폐촉매(F-W5)를 이용하여 제올라이트를 합성 및 중금속 회수 효율을 비교하였다. SiO_2/Al_2O_3 몰비를 2.5으로 하고, Na_2CO_3/Scoria 비를 1.2로 고정하여 합성하였다. Na_2CO_3/Scoria 비를 일정한 비율로 혼합한 후 800℃에서 1시간동안 용융시키고, 소성된 시료에 $NaAlO_2$를 일정량 첨가한 후 수용액에서 교반하면서 숙성(30℃, 5시간) 및 결정화(90℃, 5시간) 과정을 거쳐 후 세척하고 105℃에서 2시간 건조한 후 분석하였다. 제올라이트의 화학적 조성은 XRF, XRD, SEM을 이용하여 관찰하였다. 흡착속도와 흡착실험은 초기 Co, Ni, Cu 이온 농도와 흡착제 농도를 일정하게 조절하여 후 30℃의 수욕조에서 교반속도를 150 rpm으로 하여 4시간 동안 수행하였다. 흡착시간에 따른 흡착량은 10 ~ 30분 간격으로 시료를 원심분리시킨 후 상등액을 채취하여 ICP로 금속이온 농도를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

Z-C1과 Z-W5는 모두 Z-WK와 같이 Na-A형 제올라이트의 피크의 위치에서 피크를 나타내어 Na-A형 제올라이트로 합성되었다는 것을 확인할 수 있었다. Z-C1상에서 Co, Ni, Cu 이온의 흡착속도는 유사 1차 반응보다는 유사 2차 반응에 의해 흡착속도를 더 정확하게 예측할 수 있었다. 금속 이온의 흡착속도는 Ni^{2+} > Cu^{2+} > Co^{2+} 순으로 나타났다. Co, Ni, Cu 이온의 흡착현상은 이온교환 현상을 수반하기 때문에 Langmuir 식이 Freundlich 식에 비해 더 높은 상관성을 나타내었으며, Z-C1의 표면과 공극 내 Co, Ni, Cu 이온의 흡착은 다층흡착보다는 단층흡착에 가까운 거동을 보인다는 것을 확인할 수 있다.

4. 참고문헌

Kim, J. K., Lee, H. D., 2009, Effects of step change of heating source on synthesis of zeolite 4A from coal fly ash, J. of Ind. Eng. Chem., 15(5), 736-742.

Hui, K. S., Chao, C. Y. H., Kot, S. C., 2005, Removal of mixed heavy metal ions in wastewater by zeolite 4A and residual products from recycled coal fly ash, J. of Hazard. Mat., 127(1-3), 89-101.

Hsu, T. C., Yu, C. C., Yeh, C. M., 2008, Adsorption of Cu^{2+} from water using raw and modified coal fly ashes, Fuel, 87(7), 1355-1359.