

공학규모 전해환원 반응기 전산 해석

박병홍*, 권기찬, 정상문, 허진목
한국원자력연구원
(bhpark@kaeri.re.kr*)

전해환원 기술은 금속산화물을 고온용융염 매질에서 금속으로 전환시키는 기술로 한국원자력 연구원에서는 천연우라늄산화물을 이용한 공학규모 (10 kg/batch) 전해환원 실험을 성공적으로 수행하였다. 전산해석은 반응기 설계 및 반응 이해를 위해 필요한 연구이며 본 연구에서는 한국 원자력연구원에서 수행된 공학규모 전해환원 실험을 해석하기 위하여 유동 및 전기장 해석을 수행하였다. 전해환원 반응은 고온 용융염을 전해질로 하여 이루어지며 발생하는 산소를 반응기 밖으로 지속적으로 제거시키기 위해 용융염 상층부에는 불활성 Ar 기체가 연속적으로 도입되어 산소기체를 실어 반응기 밖으로 나가게 된다. 반면 용융염 전해질 내에서는 유동이 발생하지 않는 시스템으로 구성되어 있다. 따라서 본 연구에서는 기체 부분은 유동해석 및 열해석을 수행하였으며 용융염 부분은 전기장 해석을 수행하였다.

단위시간에 공급되는 Ar 기체의 양을 변화시켜 계산한 결과 상온 5 l/min 이상의 유량으로 Ar이 공급되는 경우 기체 부분의 온도가 일정하게 유지되었으며 전해환원 반응에서 발생하는 산소를 효과적으로 제거할 수 있는 것으로 나타났다. 증가된 전류에 따라 발생하는 산소의 양 역시 증가하게 되고 전류의 양에 따라 용융염 표면에서의 산소 분압을 계산한 결과 전극 주변을 제외하고는 일정한 것으로 나타났다. 용융염 전기장 해석을 통해 전압은 비전도성 마그네시아 용기에 서 가장 높게 걸리는 것으로 나타났다.