

ACP Smelting 공정운전에 대한 고찰

허진목, 강대승, 홍순석, 서중석, 윤지섭
한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지
jimhur@kaeri.re.kr

한국원자력연구소에서는 1997년 이래로 경수로 발생 사용후핵연료를 처리하기 위하여 1) 사용후핵연료 집합체의 dry decladding과 air voloxidation, 2) 사용후핵연료 산화물 분말의 금속분말로 전해환원, 3) 잔류염의 휘발분리 및 금속분말의 금속 ingot으로의 제조 등으로 구성된 건식공정의 일종인 사용후핵연료 관리·이용 기술개발(Advanced Spent Fuel Conditioning Process (ACP))에 대한 연구를 수행하고 있다.

ACP 전해환원 공정산출물은 일반적으로 전해환원된 미세 금속분말과 아울리, 30 ~ 40 wt%에 달하는 잔류 LiCl 염 및 이에 포함된 Li_2O 등으로 구성되어 있다. 따라서, 전해환원된 금속전환체 미세분말을 금속잉곳으로 제조하기 위해서는 잔류염 제거가 선행되어야 한다. 한국원자력연구소의 ACP에서는 금속분말과 잔류염의 증기압 차이를 이용하여, 잔류염을 금속전환체로부터 휘발분리하고 있다. 그리고 한국원자력연구소 ACPF 핫셀에 설치된 Smelter에서 수행되는 smelting 공정을 통하여 잔류염의 휘발분리, 금속분말의 용융 및 금속 잉곳으로의 고화가 단일 장치내에서 순차적으로 이루어지게끔 설계되어 있다.

본 연구에서는 ACPF에 설치된 Smelter의 공정운전 최적화를 위하여, 전해환원된 금속전환체와 잔류염에 대한 물성분석, 열중량 분석법에 의한 잔류염 휘발속도 분석 및 계산, 잔류염이 우라늄 재산화에 미치는 영향, 미세 우라늄 분말의 용융 특성 및 산화막이 용융에 미치는 영향 등을 모사 실험 등을 통하여 고찰하고, 이를 Smelter의 운전조건 설정에 적용하였다.

잔류염 휘발 단계에서 Smelter에 가해지는 부하의 대부분을 차지하는 LiCl의 휘발속도를 진공 및 알곤 가스 분위기에서 Smelter 장치특성을 고려하여 계산할 수 있었으며, Li_2O 가 우라늄 금속분말의 재산화에 미치는 영향을 정량적으로 분석하였다. 아울리 기초 실험 및 계산을 통하여 산출한 공정 운전 설정치를 ACPF에서의 Smelter 운전 결과를 통하여 검증, 평가하였다.