

전해환원 금속전환체 잔류염 제거 기초 실험

박병홍, 정명수, 조수행, 허진목

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

bhpark@kaeri.re.kr

산화물 사용후핵연료를 대상으로 하는 파이로 공정은 고온 용융염 매질에서 산화물을 금속으로 전환시키는 전해환원 공정으로부터 시작된다. 이후, 전해정련 공정이 도입되어 전해환원 공정에서 금속으로 환원된 생성물을 처리하게 된다. 전기화학적 공정인 이 두 공정에는 전류전달 매질인 전해질로 용융염이 사용된다. 그러나 전해환원 공정은 LiCl 염을 기반으로 하는 반면 전해정련은 LiCl-KCl 공융염 조건에서 운전하여 두 공정의 연계성 향상 및 공정 안정성 확보를 위해서는 전해환원 공정에서 생성되는 금속전환체에 존재하는 잔류염을 제거하는 공정의 도입이 두 공정사이에 고려되고 있다.

전해환원 공정에서 산화물이 금속으로 환원되는 동안 고체입자의 외형이 유지되며 따라서 제거된 산소에 의해 금속전환체에는 공극이 발생하게 된다. 또한, 전해환원에 도입되는 산화물의 물리적 형태가 분말 또는 펠렛 등 다양한 형태로 도입 가능하여 단위 입자들 사이에 많은 공극이 발생하게 된다. 이렇게 기존재하거나 또는 공정 운전에 의해 새롭게 생성된 공극에는 전해환원 매질인 LiCl 염이 침투하여 금속전환체는 염에 의해 젖게 되며 공정 종료시 고화되어 금속전환체에 포함된다. LiCl을 제거하기 위해서는 가열에 의한 증류가 연구되고 있다. 그러나 LiCl의 낮은 증기압에 의해 비교적 낮은 온도에서 증발시키기 위해서는 감압조건이 필수적으로 고려되어야 한다.

한국원자력연구원에서는 다공성 모의 금속전환체를 사용하여 LiCl에 의한 Wetting 후 적절한 증발 조건 결정을 목적으로 온도 및 압력 조건 설정을 위한 기초실험에 결과를 수행하였다. 본 연구의 기초 실험 결과 700 °C 온도 조건과 감압조건이 잔류염 제거를 위한 공정조건임을 밝혔다. 또한 모의 금속전환체를 담고 있는 미세 다공성 Basket은 고온조건에서 공극의 변형에 의해 증발에 대한 저항으로 작용하여 증발 효율을 저하시키는 것으로 나타났다. 따라서 잔류염 제거를 위해서는 전해환원 Basket이 비교적 큰 공극을 지녀야 할 것으로 판단된다.