

우라늄 산화물로부터 리튬 환원에 의한 우라늄 금속분말의 제조
 (Preparation of Uranium Powders from Uranium Oxide
 by Lithium Reduction)

한국원자력연구소 김익수, 서중석, 박성원

1. 서론

세라믹 형태의 사용후핵연료를 금속체로 전환함으로써 열 부하 및 체적을 감소시켜 사용후 핵연료 관리의 경제성 및 안전성을 제고시키기 위한 공정개발 연구의 일환으로서, LiCl 용융염 계에서 우라늄 산화분말을 우라늄 금속분말로 제조하기 위한 연구를 수행하였다. 우라늄 산화분말을 고온의 LiCl 용융염계에서 리튬과의 환원반응에 의하여 금속분말로 전환시킬 때 Li₂O의 농도, 우라늄 산화물의 형태, 용융염 내에서의 체류시간 등이 금속전환 특성에 미치는 영향을 평가하고, 이로부터 금속전환 환원공정의 장치구성과 최적의 운전조건을 결정하고자 하였다.

2. 실험방법

반응기의 재료는 스테인레스 강이며, 1회 실험 시 우라늄 산화분말(UO₂ 또는 U₃O₈) 150 g과 이와 반응되는 리튬 및 LiCl 용융염을 주입할 수 있는 크기로 제작되었다. 먼저 우라늄 산화분말과 LiCl을 반응기에 넣고 가열하여 용융시킨 후, Li를 주입하여 환원반응이 일어나도록 하였다. 반응온도는 650 °C, 교반속도는 250 rpm이었으며, 반응시작 후 시간별로 용융염 시료를 채취하여 농도를 분석함으로써 시간에 따른 금속전환율을 측정하였고, 반응 종료 후에는 생성물을 증류수에 용해하고 알코올로 세척한 후 시료를 채취하여 XRD 및 TGA 분석을 행하였다.

3. 실험결과

반응시간 8시간 이후에서의 우라늄 금속으로의 전환율은 모두 95 % 이상이며, 시간이 경과함에 따라 금속전환 속도는 점점 둔화되는 경향을 보이고 있다. U₃O₈의 금속전환율은 LiCl 용융염 내에 존재하는 Li₂O의 농도변화에 따라 상당한 차이를 보이고 있으며, Li₂O의 농도가 낮을수록 높은 금속전환율을 보였다. 우라늄 산화물의 염화리튬 내 체류시간에 따른 금속전환율은 그림 1과 같이 10시간동안 체류시킨 경우에 100 %에 가까운 전환율을 보였다. 이는 U₃O₈ 분말이 LiCl 용융염 내에서 체류시간이 경과함에 따라 그림 2와 같이 U₃O₈으로부터 UO₂로 상변화가 일어남에 기인하는 것으로 판명되었다.

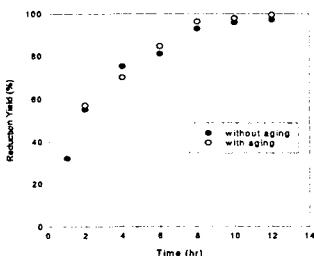


Fig. 1. Conversion rate of Uranium Oxide Powders as a function of Time.

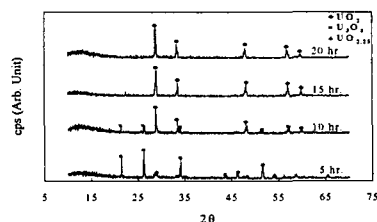


Fig. 2. XRD Spectra of Uranium Oxide Powders in LiCl Molten Salt.