

다공성 고체 함침 LiCl 증발제거

박병홍, 정명수, 조수행, 허진목
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
 bhpark@kaeri.re.kr

1. 서론

산화물 사용후핵연료를 파이로 공정에 도입 하기 위해서는 금속으로 전환하는 공정이 필수적이다. 한국원자력연구원에서 개발하고 있는 파이로 공정[1]은 금속전환을 위한 환원공정[2]의 매질로 LiCl을 채택하고 있으며 후속 공정인 전해정련 공정[3]에서는 LiCl-KCl 공융염을 전해질로 사용하고 있다. 따라서 두 공정간 연계성을 강화하기 위해서는 전해환원 공정에서 생산되는 금속전환체의 잔류염을 제거하여 전해정련 공정 매질의 공융염 조성을 벗어나지 않게 유지시켜주어야 한다. 금속전환체는 전해환원 공정에서 산소를 잃어 다공성이 증가되어 공극에 쉽게 LiCl이 포함된다. 금속전환체 잔류염 제거 기술 개발의 일환으로 본 연구에서는 다공성 고체(MgO)를 사용하여 다양한 공정조건에서 함침된 LiCl을 증발 제거하였다.

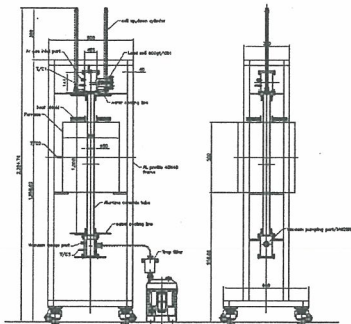


Fig. 1. Experimental Apparatus

2. 본론

2.1 실험장치 및 방법

감압 증발을 위하여 Fig. 1과 같은 형태로 수직형 증발 반응기를 제작하였다. 알루미늄 튜브를 수직으로 세워 중앙에 튜브형 가열로를 설치하여 온도 조건을 조절하였다. 알루미늄 튜브 상부로

증발 대상 물질을 삽입하여 진공 분위기를 유지시킨 후 가열시키며 알루미늄 튜브 위단에서 아랫단으로 흐른 기체를 도입하여 증발된 LiCl의 흐름은 아랫 방향으로 유지시켰다. 증발 대상 물질은 알루미늄 튜브 상부에 위치한 무게 측정 센서(로드셀)에서 벗어 나온 고리에 걸려 반응기 중앙에 위치하며 시간에 따른 무게 변화는 센서에 의해 실시간으로 기록되었다.

2.2 시편 및 실험조건

금속전환체를 모사하기 위하여 고온 LiCl 함침 과정 중 형태를 유지하며 LiCl에 대해 반응성이 없으며 다양한 기공률을 지니도록 가공이 용이한 MgO를 재질로 선정하여 펠렛 형태의 시편을 제작하였다. 시편은 직경을 5 mm에서 15 mm까지 다양하게 준비했으며 길이는 6 cm에서 10 cm 공극률은 20%에서 32%까지 변화시켰다.

LiCl 증발을 위해 LiCl 용융점 이상의 온도인 660 °C (Run 2) 와 720 °C에서 실험을 수행하였으며 720 °C에서는 압력 조건을 다양화하여 약 20 mTorr 조건(Run 1)과 약 200 mTorr 조건(Run 3)으로 다른 압력에서 증발 실험 결과를 얻었다.

시간에 대한 시편의 무게변화를 측정하여 초기 시편 무게 등을 고려하여 공정 시간 동안 LiCl의 제거 거동을 계산할 수 있었으며 결과는 Fig. 2와 같다.

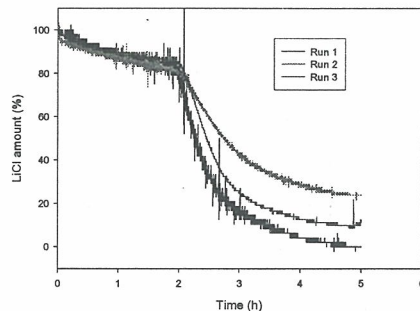


Fig. 2. Experimental Results for LiCl Removal

2.3 실험결과

Fig. 2에서 보인 바와 같이 LiCl은 720 °C, 20 mTorr 조건에서 3 시간 동안 제거 되었으나 온도가 낮은 Run 2와 압력이 높은 Run 3에서는 반응 시간 동안 모든 LiCl이 제거되지 않았으며 제거 속도 역시 급격히 감소하였다. 이와 같은 현상은 다른 시편에서도 동일하게 관찰 되었으며 Run 1 조건인 720 °C, 20 mTorr에서 LiCl은 다공성 MgO에서 제거될 수 있을 것으로 추정되었다.

3. 결론

산화물 사용후핵연료의 파이로 기술 적용을 위해 제시된 공정의 연계성 확대를 위해 금속전환체를 대상으로 LiCl 잔류염 제거 공정이 개발되고 있으며 본 연구에서는 기초 거동 확인을 위하여 다공성 MgO를 금속전환체 대체물질로 선정하여 함침 후 LiCl을 증발제거 하였다. LiCl은 낮은 증기압을 보이고 있기 때문에 펠렛 형태의 MgO에서 LiCl을 제거하기 위하여 고온 진공 분위기가 필수적이며 720 °C 20 mTorr 조건에서 3시간은 반응 시간으로 직경 15 mm의 펠렛에서 LiCl을 모두 제거할 수 있었다. 따라서, 본 실험 결과를 바탕으로 반응기를 설계 제작한다면 공학적으로 적용 가능한 장치를 개발 할 수 있을 것으로 기대된다.

4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 재원으로 시행하는 한국연구재단의 원자력기술개발사업의 지원으로 수행되었습니다. (연구과제 관리코드: 2010-00011 21)

5. 참고문헌

- [1] H. Lee, H. H. Kim, S. W. Park, "Overview of KAERI research activities on pyroprocessing", 2008IPRC, Aug. 24-17, Jeju, 2008
- [2] B. H. Park, H.-H. Lee, W. M. Choung, J.-M. Hur, C.-S. Seo, "Development of an electrochemical reduction process in ACPF", 2008IPRC, Aug. 24-17, Jeju, 2008
- [3] J. H. Lee, K. H. Oh, Y. H. Kang, S. C.

Hwang, H. S. Lee, J. B. Shim, E. H. Kim, "Performance evaluation of a high throughput electrorefiner for a spent metallic nuclear fuel", 2008IPRC, Aug. 24-17, Jeju, 2008