

염화 우라늄제조시 고온 휘발에 의한 잔류카드뮴 제거 방법

우문식, 강희석, 김정국, 이한수

한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045

mswoo@kaeri.re.kr

1. 서론

한국 원자력연구원에서 개발중인 PRIDE 공정중 우라늄 전해정련을 위하여 삼염화 우라늄(UCl_3)이 필요하다. 아래 반응식처럼 삼염화 우라늄을 제조하기 위하여 먼저 카드뮴(Cd) 금속을 염소가스(Cl_2)와 반응시켜 이염화 카드뮴($CdCl_2$)를 제조하여 제조된 염화카드뮴을 우라늄금속과 반응시켜 삼염화 우라늄을 제조한다.[1] 이들 반응은 하나의 반응기내에서 동시에 일어나며, 발생하는 카드뮴 금속은 다시 염소화반응을 거치게 된다. 이렇게 제조된 LiCl-KCl- UCl_3 공용염중에는 미량의 Cd 금속이 존재할 경우, 전해정련 공정에서 전극간 전류흐름에 영향을 초래하게 된다. 본 연구는 공용염 포함된 미량의 Cd 금속을 제거하기 위하여 600°C에서 아르곤 가스(Ar)를 이용한 Cd 증발에 의한 카드뮴제거 실험을 수행하였다.

- Cd 염소화반응 : $Cd + Cl_2 \rightarrow CdCl_2$
- U 염소화반응 : $3CdCl_2 + 2U \rightarrow 3Cd + 2UCl_3$

2. 본론

2.1 실험 장치 및 실험

실험장치는 그림 1과 같고 장치의 주요 구성은 염소공급기, 반응기, 염이송장치, 펠렛제조장치, 배기체 흡수장치로 구성되어있다.

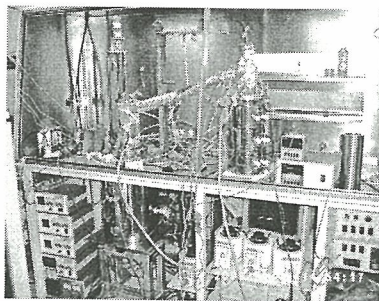


Fig. 1. UCl_3 production equipments.

반응기는 내경이 80mm이고 높이는 250mm이고

반응기 내부 하단은 원추형으로 제작되어 용융된 Cd가 반응기 중앙하부로 모이도록 하였다. 시약은 Cd 금속 및 LiCl-KCl salt 그리고 우라늄 금속을 각각 787, 537, 1,300g를 주입하여 600°C에서 제조하였다. 제조된 LiCl-KCl-30mol% UCl_3 공용염은 Cd 층과 분리하기 위하여 이송장치를 이용하여 다른 반응기로 이송하였다. 이송된 공용염중에 잔류하는 Cd를 제거하기 위하여 600°C에서 Ar 가스를 300ml/min로 기포를 발생시켜 Cd를 증발 시켰다. Ar 가스를 13시간 bubbling 시켰으며, 매시간 시료를 채취하여 ICP 분석을 수행하였다. 이때 Ar가스 공급은 염소 공급관을 사용하였고 내경3mm, 길이 550mm인 Quartz관을 사용하였다. Ar가스 공급속도는 기체유량계를 사용하여 공급하였다.

2.2 실험 결과

우라늄의 염소화 반응을 수행후 LiCl-KCl- UCl_3 공용염에 잔존하는 Cd 금속을 제거하기 위하여 공용염을 새로운 용기에 이송하여 Cd 층과 분리하였다. 그리고 기존의 반응기와 교체후 600°C에서 13시간 Ar bubbling하였다. 그리고 매시간 시료 채취하여 ICP 분석 결과 초기 잔류 Cd량과 최종 Cd 잔류량을 비교한 결과 약 31%의 감소하였다. 잔류량은 약 2wt%가 잔류하였다. Cd의 경우 611°C에서 증기압은 13.3kPa이므로 상압에서는 휘발시키는데 제거 효율이 많이 떨어짐을 알 수 있었다. 추후 실험은 감압하에서 휘발 실험을 수행할 예정이다. 그리고 Cd가 $CdCl_2$ 염화물 형태로 존재할 수 있어 우라늄 금속 과 반응시켜 잔류 Cd를 제거할 예정이다.

3. 결론

염소가스를 이용하여 삼염화 우라늄 제조한 다음 LiCl-KCl- UCl_3 공용염에 잔류하는 Cd 금속을 제거하기 위하여 600°C, 상압에서 Ar bubbling을 13시간 시켜 Cd 제거효율을 측정하였다. 측정 결과 초기 Cd 농도기준 31% 감소하였으나 제거 효

율은 낮았다. 추후 감압 실험 및 $CdCl_2$ 로 존재할 수 있는 염화물을 우라늄 금속과 반응시켜 제거하는 실험을 수행 할 예정이다.

4. 참고문헌

- [1] Miller et al , “Method for Making a Uranium Chloride Salt Product”, Patent No.: US 6,800,262B1, Date of Patent: Oct.5,2004.