

## 제조된 LiCl-KCl-UCl<sub>3</sub> salt에서 잔류 카드뮴 제거방법

우문식, 진형주, 이한수, 김정국

한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 989번길 111

[mmswoo@kaeri.re.kr](mailto:mmswoo@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

삼염화우라늄(UCl<sub>3</sub>)은 LiCl-KCl 용융염계에서 전기화학적으로 우라늄 전해정련시 전극 간 전위안정화 및 순수한 우라늄금속을 전착시키기 위하여 전해정련조 전해질의 9wt%정도가 필요하다. UCl<sub>3</sub> 제조방법은 1차적으로 카드뮴(Cd) 금속을 염소가스(Cl<sub>2</sub>)와 반응시켜 제조된 이염화 카드뮴(CdCl<sub>2</sub>)를 다시 LiCl-KCl salt에 위치하는 우라늄금속과 반응시켜 UCl<sub>3</sub>을 제조한다.[1] 상기 반응은 반응기에서 동시에 일어나며, 우라늄 염소화 반응후 발생하는 카드뮴 금속은 비중차에 의해 반응기 하단으로 이동하여 다시 염소화반응을 거치게 된다. 염소화 반응은 600℃에서 염소가스를 카드뮴 층에 공급하며 공급관은 스테인레스 스틸(STS) 보호관 안에 외경 3mm인 quartz 튜브를 삽입하였다.

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

제조된 LiCl-KCl-UCl<sub>3</sub> 공용염에 잔존하는 카드뮴은 전해정련 공정에서 여러 가지 문제점을 발생시킨다. 따라서 본 연구는 제조된 공용염에 잔존하는 Cd와 CdCl<sub>2</sub>의 잔존물을 제거하기 위하여 증류를 시킨 후 미 반응물의 우라늄 금속과 반응 및 감압 증류를 통하여 잔존 우라늄을 제거하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 실험 장치 및 실험

실험장치는 그림 1 과 같고 장치는 염소공급기, 염화물 제조 장치, 염이송장치, 펠렛제조장치, 배기체 흡수장치로 구성되어있다. 염화물 제조장치의 반응기는 내경이 80mm이고 높이는 250mm이고 반응기 내부 하단은 원추형으로 제작되어 용융된 카드뮴이 반응기 중앙하부로 모이도록 하였다.



Fig.1 Experimental equipment for making of uranium chloride.

시약은 Cd 금속과 LiCl-KCl salt 및 우라늄 금속을 각각 787g, 537g, 1,300g를 주입하여 600℃에서 제조하였다. 염화우라늄 제조를 위한 염소가스 공급속도는 불 타입의 기체유량계를 사용하여 300~400ml/min으로 공급하였다. 그리고 미반응기체의 배출관에 반응성을 측정하기 위하여 동일한 불 타입의 기체유량계를 설치하여 주입량과 배출량을 비교하여 반응성을 측정하였다. 제조반응은 72시간 동안 반응 시켰고, 반응시 주로 염소가스를 이용한 버블링을 하였다. 그리고 제조된 LiCl-KCl-UCl<sub>3</sub> 공용염은 반응기에서 새로운 반응기로 이송하여 600℃에서 13시간 교반상태에서 증발시켰으며, 그리고 우라늄 basket에 우라늄 금속을 넣고 미반응 잔류 CdCl<sub>2</sub>와 반응 시켰다. 마지막으로 600℃인 반응기에서 반응기 내부압을 60torr로 2시간 감압증류 시켰다. 각각의 잔류 Cd를 제거하기 위한 실험에서 잔류 Cd농도를 측정하기 위하여 2시간 간격으로 시료 채취하여 ICP 분석을 하였다.

#### 2.2 실험 결과

제조된 LiCl-KCl-UCl<sub>3</sub> salt에 잔류하는 Cd 금속은 초기에는 약 30,000ppm 정도였다. 600℃에서 상압에서 13시간 증류 실험 결과 초기 Cd 농도 기준하여 31% 감소하였으나 Cd 금속은 2wt%가 존재하였다. 그리고 우라늄 금속 반응을 6시간 수행한 결과 초기 농도 대비 30% 감소하여 Cd 농

도가 1.2wt% 존재하였으나 효과적인 제거 방법은 되지 못하였다. 그러나 Fig.2와 같이 600℃, 60torr에서 2시간 감압 증류 시킨 결과 Cd 잔류 농도가 200ppm 까지 감소함을 보였다.

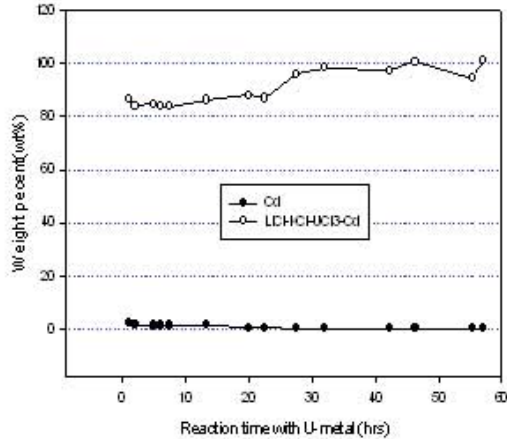


Fig.2. Cd concentration in the final product by vacuum distillation at 600℃, 60torr.

### 3. 결론

UCl<sub>3</sub> 제조를 위한 염소 반응시 LiCl-KCl-UCl<sub>3</sub> 공용염에 잔존하는 Cd금속 제거를 위하여 600℃에서 상압 증류방법으로 31% 감소하여 Cd 농도는 2wt%이었고, 우라늄 반응에 의한 6시간 반응시킨 결과 30% 감소하여 1.2wt% 이었다. 그러나 600℃, 60torr에서 2시간 동안 감압 증류한 결과 200ppm 까지 감소함을 확인 하였다.

### 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.