

U 전착물을 이용한 염증류 공정에 대한 공정변수 고찰

조동욱, 박성빈, 조준호, 김응수, 이윤상, 이한수, 김응호
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
 cdw17mp@kaeri.re.kr

1. 서론

사용후핵연료를 처리하기 위한 건식 전해정련 공정은 LiCl-KCl 공정염 매질에서 진행되며 매질 내에는 UCl_3 , TRU염화물, RE염화물 등이 함유되어 있다 전해정련 후 음극 전착물인 우라늄은 수지상(dendrite)으로 형성된다. 이러한 우라늄 음극 전착물을 전해조로부터 회수하면 표면 및 내부에 공정염 및 기타 금속 염화물이 포획되어 있다. 이러한 음극 전착물로부터 순수한 우라늄을 회수하기 위한 방법으로 증기압 차이를 이용한 분리방법인 증류공정이 일반적으로 적용된다. 염증류 거동에 대한 진공압과 유지온도의 영향을 알아본 결과로부터, 99% 이상의 염제거율을 달성할 수 있는 염증류 공정에 대한 조업조건을 알아보하고자 하였다.

2. 실험 및 결과

연구 대상인 금속염화물의 증기압을 나타낸 Fig.1에서처럼 온도에 따른 증기압의 차이가 큼을 알 수 있다. 이 결과로부터 전착물에서 염을 분리할 수 있음을 알 수 있다.

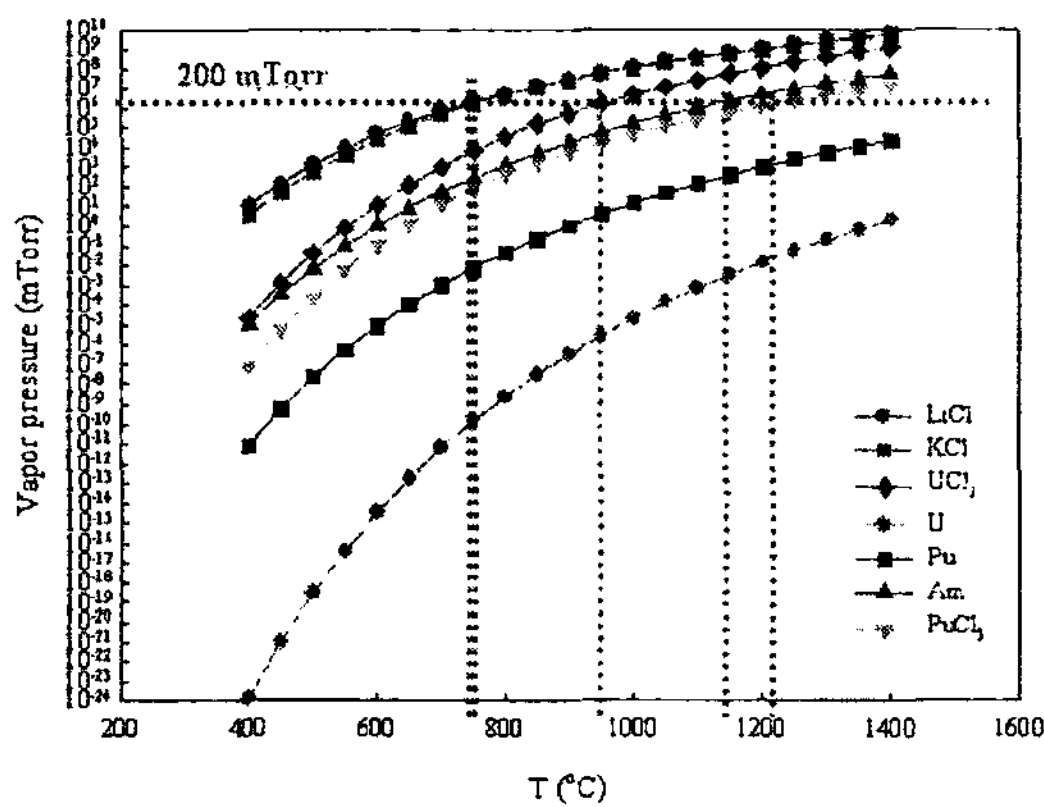


Fig 1. Vapor pressures of the elements

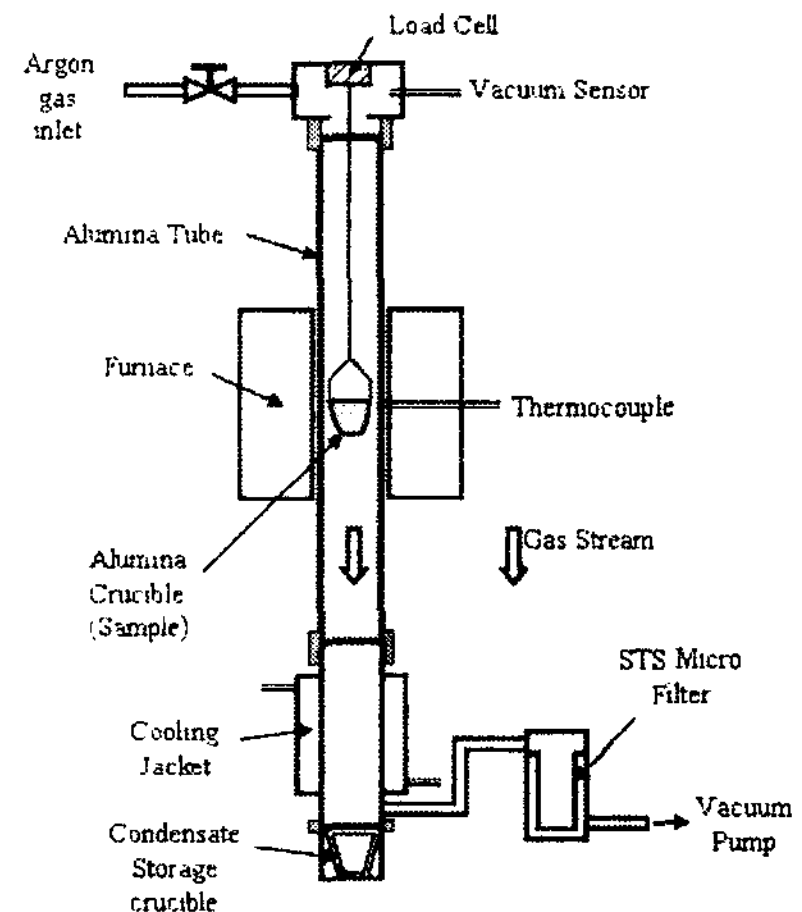


Fig 2. Schematic drawing of Vacuum evaporation apparatus

Fig.2와 같이 염증류 장치는 상단부, 중단부, 하단부 및 콘트롤 패널로 크게 4부분으로 구성되어 있다. 상단부는 무게 측정을 위한 load cell unit, 중단부는 용융염 증류를 위한 가열부 및 하단부는 증발된 용융염을 냉각시켜 고체입자로 회수하는 응축회수부로 구성된다. 일정 감압조건에서 가열에 의해 증발된 염은 하단부에 연결된 진공펌프와 상단부의 Ar 가스유입에 의해 상부에서 하부로 유체흐름이 형성되어 하부에서 응축 및 회수되는 개념으로 설계되었다.

Fig.3은 700°C의 일정 유지온도 조건에서 500, 300, 200, 100mTorr 로 각각 감압조건을 변화시키면서 증류 실험을 수행한 결과를 나타낸다. 이 때 상온에서 700°C까지 3°C/min의 가열속도로 승온시켰으며, 승온 후 1시간 동안 온도를 유지시키면서 승온에 따른 무게 변화를 실시간으로 측정하

였다. 압력이 낮아질수록 염증류속도가 증가하며 염제거율이 증가함을 알 수 있었다. 또한 일정 유지온도를 800, 900 그리고 1000℃로 변화시키면서 500, 300, 200 그리고 100 mTorr의 각각의 진공압에 대한 염증류실험을 수행하였으며 그 때의 염제거율을 측정하였다. 그 결과를 Fig.4에 나타내었다. 이 결과로부터 일정 유지온도에서 1시간 유지하면서 99%이상의 염제거율을 얻기 위해서는 진공압을 100 mTorr 보다 낮게 유지온도를 900 ℃ 보다 높게 유지해야 함을 알 수 있다. 이로부터 낮은 유지온도 조건에서 99%이상의 염제거율을 얻기 위해서는 유지 시간을 더 길게 하거나 압력을 더 낮게 해야 함을 알 수 있다.

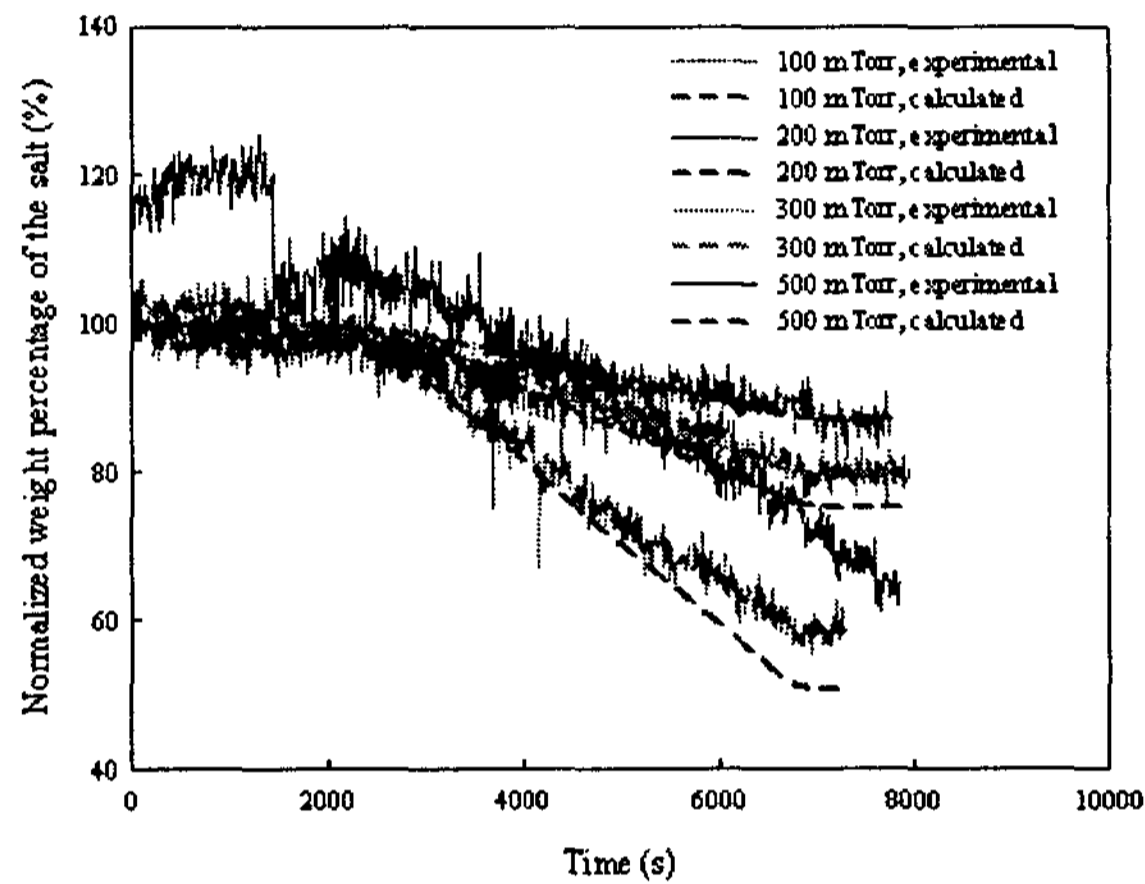
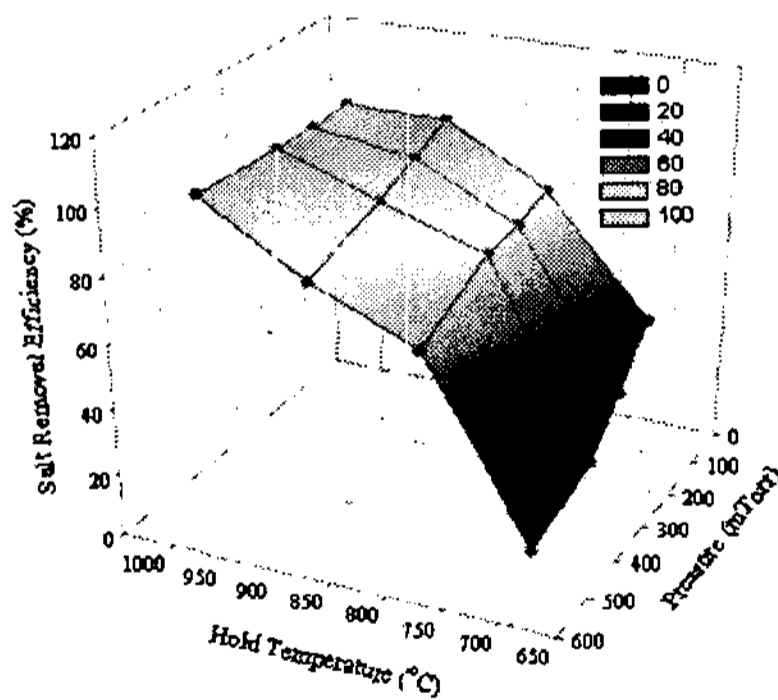


Fig 3. Evaporation behaviors of uranium cathode deposit according to vacuum condition with time.



P (mTorr)	T (°C)			
	700	800	900	1000
100	44.61	81.48	99.27	99.74
200	30.00	77.75	93.98	98.55
300	17.51	76.56	87.55	98.93
500	10.65	64.93	78.94	90.01

Fig 4. Salt removal efficiencies of uranium cathode deposit according to vacuum condition with time.

3. 결론

U 전착물에 대한 염증류 실험을 통해 100mTorr 이하에서 그리고 900℃ 이상에서 99% 이상의 염제거율을 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다. U이 스테인레스 강 재질과 반응하여 공정(eutectic melt)을 형성하는 제한조건을 고려하여 99% 이상의 염제거율을 얻기 위해서는 염증류 공정변수에 대한 최적 조업조건을 도출해야 하는 필요성을 확인하였다.