

우라늄 전해정련에서 우라늄 용해에 대한 전기화학적 특성평가

이성재, 강영호, 박성빈, 황성찬, 전완기, 이한수, 김정국
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
 leesunigai@kaeri.re.kr

1. 서론

건식 전해정련 공정은 LiCl-KCl 공융염을 전해질로 이용한 전기분해 방법으로, 사용후핵연료로부터 순수한 우라늄을 회수하고자 이용하는 방법이다. 전해정련 반응은 크게 다음의 세 가지 단계에 의하여 일어난다; i) 애노드에서 일어나는 우라늄 용해, ii) 용해된 우라늄 이온이 캐소드 쪽으로 이동, iii) 캐소드에서 일어나는 우라늄 석출.

Li [1]의 최근 연구에 의하면 전해정련 반응의 속도는 애노드의 우라늄 용해에 의해 결정되고, 특히 우라늄 내의 이동 (internal diffusion)이 속도 결정 단계 (rate-determining step; RDS)라고 하였다. 그러나 이 결과에 대한 정량적인 분석 및 전기화학적 고찰이 충분히 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 전해정련 중 애노드에서의 우라늄 용해에 대한 전기화학적 고찰로, 우라늄 용해과정 중 전기화학적 활성면적 변화 및 저항의 변화를 정전류 용해법과 순환전류전압법을 통하여 정량적으로 결정하고자 하였다.

2. 실험방법

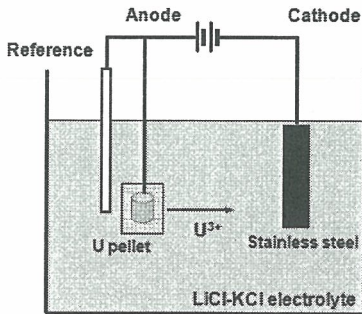


Fig. 1. Experimental apparatus.

본 실험에 사용된 전해정련 실험 장치는 Fig. 1에 도시하였다. 모든 실험 및 시약의 취급은 공기 및 수분의 접촉을 피하기 위하여 공기 및 수분이 약 10 ppm으로 유지되는 glove box 내에서 수행

하였다. 전해실험 중 전해질은 500 °C가 유지되도록 하였다 [2].

3. 결과 및 고찰

3.1 우라늄의 전기화학적 용해 특성

우라늄 pellet의 전기화학적 용해 특성을 확인하기 위하여 분극곡선을 Fig. 2와 같이 측정하였다. Fig. 2를 통해 전기화학적 용해와 관련된 개회로 전위 (open-circuit potential) 및 교환전류밀도 (exchange current density)를 결정하였다.

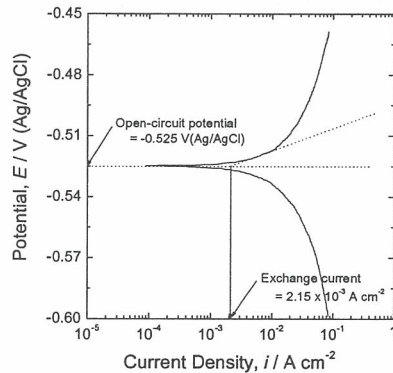


Fig. 2. Polarization curve for U dissolution.

3.2 우라늄 용해 중 면적 변화

용해 중 전기화학적 활성면적 변화를 정량적으로 측정하기 위하여 정전류 용해를 수행하는 중간에 순환전류전압 곡선을 측정하였다. 이때 전기화학적 활성면적은 전류가 0 근방에서 미분을 통하여 구한 기울기로부터 다음 관계식으로 정량적으로 결정하였다.

$$R_p = \frac{RT}{zFA_{act}i_0} \dots\dots\dots (1)$$

여기서, R_p 는 분극저항으로 전류가 0 근방에서 전류-전압 곡선을 미분한 값이다.

4. 결론

본 연구는 전해정련 중 애노드에서의 우라늄 용해에 대하여 전기화학적으로 분석하였다. 분극 곡선의 해석을 통하여 용해에 대한 개회로 전위 및 교환전류밀도를, 순환전류전압 곡선으로부터 용해중 전기화학적 활성면적 변화를 측정하였다.

5. 감사의 글

본 연구는 과학고학기술부에서 주관하는 원자력중장기계획사업의 일환으로 수행하였습니다.

6. 참고문헌

- [1] S.X. Li, Proceeding of ICOM-8, ASME, Baltimore, MD, 2000
- [2] 강영호, 황성찬, 안병길, 김응호, 유재형, 한국공업화학회지, Vol.15, No.5, pp.513-517, 2004