

류산에 의한 린회석으로부터의 우라늄침출에 미치는 몇가지 인자들의 영향

김광진, 리원일, 전순진

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《현시기 과학기술을 발전시키는데서 나서는 중요한 문제는 무엇보다도 원료와 연료, 동력문제를 해결하기 위한 과학기술적문제를 푸는것입니다.》(《김정일선집》 증보판 제11권 134페이지)

린회석을 비롯한 광석들[3]에 포함되어있는 우라늄을 효과적으로 분리하는것은 핵 연료문제를 해결하는데서 중요한 의의를 가진다.

선행연구[1, 2]에서는 린회석을 배소하는것이 류산에 의한 우라늄침출에 좋은 영향을 미친다는것을 고찰하였지만 우라늄침출조건을 구체적으로 밝히지 않았다.

본문에서는 류산에 의한 린회석으로부터의 우라늄침출에 미치는 몇가지 인자들의 영향을 고찰하고 적합한 침출조건을 논의하였다.

실 험 방 법

린회석의 배소 린회석(평균립도 0.3mm)은 일정한 온도의 마플로에서 2h동안 유지하는 방법으로 배소하였다.

우라늄침출 교반기가 설치된 원기둥형 침출기에 배소한 린회석 40g과 류산을 일정한 고액비로 넣은 다음 500r/min의 속도로 교반하면서 20℃에서 일정한 시간동안 우라늄을 침출하였다.

우라늄침출률의 결정 우라늄침출률(%)은 다음식으로 계산하였다.

$$\eta = \frac{m_{\text{액}}}{m_0} \times 100$$

여기서 m_0 은 배소한 린회석 40g에 포함되어있는 우라늄의 질량이며 $m_{\text{액}}$ 은 침출액에 포함되어있는 우라늄의 질량으로서 아르세나조 III에 의한 비색분석법으로 측정된 침출액의 우라늄농도로부터 계산하였다.

실험결과 및 고찰

침출시간의 영향 배소하지 않은 린회석을 류산으로 침출할 때 침출시간과 류산농도에 따르는 우라늄침출률의 변화는 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 우라늄침출률은 침출시간이 증가함에 따라 높아지다가 6h부터는 거의나 일정하므로 적합한 침출시간은 6h이다. 그림 1로부터 또한 린회석을 배소하지 않고 침출하는 경우에는 류산농도를 1mol/L이상으로 높여야 하며 침출률이 낮다는것을 알수 있다.

배소온도와 류산농도의 영향 침출하기 전에 린회석을 배소하면 우라늄이 알카리 및

흡알카리금속의 산화물들과 작용하여 류산에 잘 용해되는 우라늄산염으로 전환되므로 류산소비량을 줄이면서도 침출률을 높일수 있다.

린회석의 배소온도와 류산농도에 따르는 우라늄침출률의 변화는 그림 2와 같다.

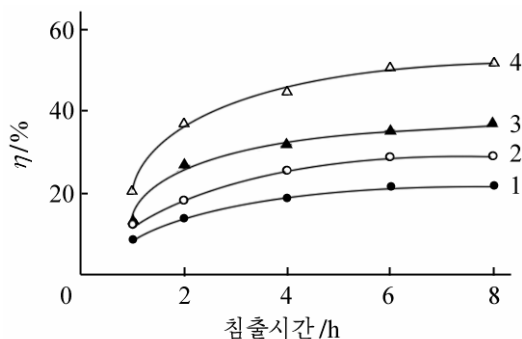


그림 1. 배소하지 않은 린회석을 류산으로 침출할 때 침출시간과 류산농도에 따르는 우라늄침출률의 변화

1-4는 류산농도가 각각 0.4, 0.6, 0.8, 1mol/L인 경우, 고액비 1 : 3.5

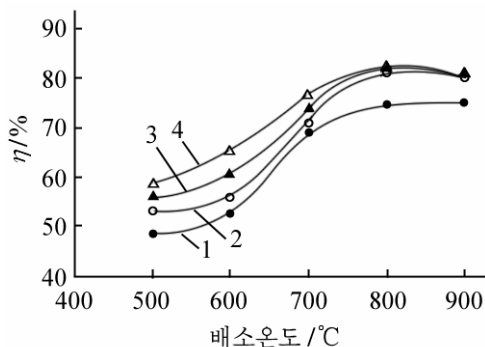


그림 2. 린회석의 배소온도와 류산농도에 따르는 우라늄침출률의 변화

1-4는 그림 1과 같음, 고액비 1 : 3.5, 침출시간 6h

그림 2에서 보는바와 같이 우라늄침출률은 린회석의 배소온도가 800°C까지 증가함에 따라 높아진 후 다시 낮아진다. 그것은 800°C이상의 온도에서 린회석에 포함되어있는 우라늄이 묽은 류산에 난용성인 U_3O_8 로 전환되는것과 관련된다. 우라늄침출률은 또한 류산농도가 증가함에 따라 높아지지만 그 차이는 린회석의 배소온도가 높아짐에 따라 작아지며 배소온도가 800°C이상이고 류산농도가 0.6mol/L이상인 경우에는 우라늄침출률에서 차이가 거의나 없다. 그러므로 적합한 배소온도와 류산농도는 각각 800°C, 0.6mol/L이다.

고액비의 영향 고액비와 우라늄침출률사이의 관계는 표와 같다.

표. 고액비와 우라늄침출률사이의 관계

고액비	1 : 3.0	1 : 3.5	1 : 4.0	1 : 4.5
$\eta / \%$	85.8	87.7	88.3	89.8

배소온도 800°C, 류산농도 0.6mol/L, 침출시간 6h

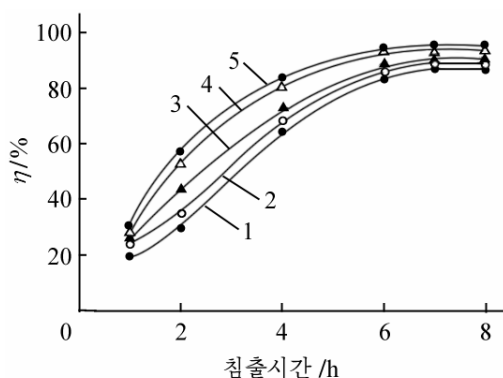


그림 3. 침출시간과 공기공급량에 따르는 우라늄침출률의 변화

1-5는 공기공급량이 각각 1, 2.5, 3.5, 5, 6L/min인 경우, 고액비 1 : 3.5, 기타 조건은 표와 같음.

표에서 보는바와 같이 고찰한 범위에서의 고액비변화는 우라늄침출률에 큰 영향을 미치지 않으므로 고액비를 작게 설정하는것이 류산소비량을 줄이는데서 효과적이지만 고액비가 지나치게 작아지면 침출계의 점성이 커지면서 류동성이 나빠지고 상분리시간이 길어진다. 그러므로 적합한 고액비는 1 : 3.5라고 본다.

공기공급량의 영향 침출계에 공기를 공급하면 린회석속에 U(VI)와 함께 존재하는 U(IV)가 U(VI)로 산화되어 류산에 쉽게 침출된다.

침출시간과 공기공급량에 따르는 우라늄침출률의 변화는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 우라늄침출률은

공기공급량이 증가함에 따라 높아지다가 5L/min이상에서는 거의나 일정하므로 적합한 공기공급량은 5L/min이다. 그리고 이 조건에서 침출시간이 6h일 때의 우라늄침출률은 93.1%이다.

맺 는 말

린회석으로부터의 우라늄침출에 적합한 조건은 린회석배소온도 800℃, 류산농도 0.6mol/L, 고액비 1 : 3.5, 공기공급량 5L/min, 침출시간 6h이며 이 조건에서의 우라늄침출률은 93.1%이다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 18, 3, 15, 1972.
- [2] 김일성종합대학학보(자연과학), 20, 3, 78, 1974.
- [3] A. Manaa et al.; Separation and Purification, 18, 16, 2018.

주체110(2021)년 4월 5일 원고접수

Influences of Some Factors on Uranium Leaching from Apatite by Sulfuric Acid

Kim Kwang Jin, Ri Won Il and Jon Sun Jin

The suitable conditions for uranium leaching from apatite by sulfuric acid are as follows: the roasting temperature of apatite is 800℃, the concentration of sulfuric acid is 0.6mol/L, the solid-liquid ratio is 1 : 3.5, the supply amount of air is 5L/min and the leaching time is 6h. Under these conditions, the leaching yield of uranium is 93.1%.

Keywords: apatite, uranium, leaching