

## 류화철금광석의 예비처리에 대한 한가지 고찰방법

김익남, 최현일, 김명성

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《우리의 과학연구사업은 자립적민족경제의 위력을 충분히 발휘하도록 하는데 이바지하는 과학연구사업으로 되여야 하며 과학연구성과들은 현실에 제때에 도입되여야 합니다.》

류화철금광석은 현재 금생산현장들에서 주요한 몫을 차지하고있으며 지난 시기 연구 완성된 금광석처리에서 경제적실리가 잘 보장되지 않는 난처리성금광석이다.

때문에 류화철금광석처리에서 금침출률을 높이는 문제는 금생산을 정상화하는데서 매우 중요한 문제로 제기된다.

우리는 류화철금광석에서 금침출률을 높이기 위한 예비처리방법의 하나로서 생석회(CaO)에 의한 알카리산화방법을 연구하였다.

### 1. 류화철금광석의 특징

류화철금광석은 황철광을 비롯한 류화철광물의 함량이 70~80%, 석영을 비롯한 맥석광물의 함량이 20~30%정도이고 Fe가 50%, S가 25~30%정도 포함되어있으며 금의 시안침출을 방해하는 Fe, S, As, Cu 등의 함량이 많은 난처리성금광석이다.

류화철금광석의 광석학적특징은 다음과 같다.

① 황철광, 자류철광을 비롯한 류화철광물의 함량은 50%이상인데 지어 80~90%되는 경우도 있다.

② 석영을 비롯한 조암광물의 함량은 20%정도로서 적다.

③ 금의 기본함금광물은 황철광, 자류철광, 백철광, 류비철광, 석영이며 금은 자연금, 금은광, 은금광 등이 함금광물립자에 미립분산되거나 립자충진하는 방식으로 분포된다.

④ 류화철금광석의 구조는 반자형립상구조이며 밀집괴상석리를 이룬다.

류화철금광석의 화학조성상특징은 다음과 같다.

① Fe, S의 함량이 대단히 많고 Si를 비롯한 조암원소의 함량이 매우 적다.

② 금과 상관성이 큰 원소는 Cu, Pb, As이며  $Al_2O_3$ , CaO, MnO,  $Na_2O$  등과는 부의 상관성을 가진다.

금과 상관성이 큰 원소들의 회귀모형은 다음과 같다.

$$y = -0.184331 + 7.8939Cu + 1.7835Pb + 0.6241As$$

③ As, Te, Li, Ce 등 희유, 희토류원소함량이 비교적 많다.

④ 금의 단광물에서 순금률은 50~60%정도로 매우 낮다.

현재 생산현장들에서 아말감회수율은 30~40%, 시안침출률은 20~30%수준이므로 금의 총회수율은 50~70%정도이다.

류화철금광석이 난처리성금광석으로 되는 원인은 금이 미립분산되어 함금광물속에 포과되어있어 시안착체형성에 불리한 조건이 조성되기때문이다. 또한 Fe, S, Cu, As, Te 등 시안착체형성을 방해하는 요소의 함량이 높기때문이다.

이러한 실정에서 금침출의 경제적실리를 보장하기 위하여서는 시안침출전 예비처리를 해야 한다.

## 2. CaO에 의한 류화철금광석의 예비처리에 대한 이론적고찰

현재 난처리성금광석에 대하여서는 화학적이거나 가압적인 산화, 미생물산화, 배소와 같은 예비처리방법들이 연구완성되어 생산에 도입되고있다.[1]

화학적 산화방법은 공정의 복잡성, 시약소비량 등으로 하여 품위가 낮은 류화철금광석에서는 경제적실리가 보장되지 않기때문에 금함량이 많은 정광들에 대하여서만 연구사업이 많이 진행되었다. 이런 실정에서 우리는 우리 현실에 적합하고 경제적실리가 보장되는 CaO에 의한 류화철금광석의 예비처리방법을 연구하였다.

류화철금광석에 들어있는 류화철광물들의 표준생성깁즈에네르기  $\Delta G_i^0$  은 표 1과 같다.

표 1. 류화철금광석에 들어있는 류화철광물들의  $\Delta G_i^0$  (kJ/mol)

광물	황철광	자류철광	백철광	류비철광
$\Delta G_i^0$	-166.6	-87.9	-139.25	-76.325

이제 함량이 제일 많고  $\Delta G_i^0$  의 값도 제일 작은 황철광을 실패들어 고찰하자.

황철광의 예비처리를 위하여 우선 황철광광석을 분쇄하여 시료의 립도를 200메쉬로 보장하였다.

다음 분쇄된 황철광시료와 생석회(CaO)를 질량비가 3~4정도되게 잘 섞어주었다.

다음 혼합된 시료에 물을 충분히 넣고 교반기로 24시간동안 돌려주었다.

그러면 다음과 같은 반응이 진행된다.



이 반응에서 생긴  $\text{CaS}_2\text{O}_3$  은 산소가 충분히 보장되는 조건에서  $\text{CaSO}_4$  으로 넘어갈 수도 있다.

우의 반응식의 물리화학적안정성을 평가하기 위하여 반응과 관련된 물질들의 표준생성깁즈에네르기[2]를 보면 표 2와 같다. 이로부터 얻어지는 이 반응의  $\Delta G^0$  은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \Delta G^0 &= (4 \cdot \Delta G_{\text{Fe}(\text{OH})_3}^0 + 4 \cdot \Delta G_{\text{CaS}_2\text{O}_3}^0) - \\ &\quad - (4 \cdot \Delta G_{\text{FeS}_2}^0 + 4 \cdot \Delta G_{\text{CaO}}^0 + 6 \cdot \Delta G_{\text{H}_2\text{O}}^0) = \\ &= -3428.046(\text{kJ/mol}) \end{aligned}$$

계산결과에서 보는바와 같이 CaO에 의한 류화철금광석의 예비처리반응은 상온상압조건에서 진행될수 있다.

CaO에 의한 류화철금광석의 예비처리방법의 효과성을 검증하기 위하여 황철광에서 금의 시안침출률을 계산하여보았다.(표 3)

표 2. 반응과 관련된 물질들의

$\Delta G_i^0$  (kJ/mol)

물질	$\Delta G_i^0$
$\text{FeS}_2$	-150.724
CaO	-604.573
$\text{H}_2\text{O}$	-228.745
$\text{O}_2$	0
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	-675.008
$\text{CaS}_2\text{O}_3$	1280.418

표 3. 예비처리된 황철광에서 금의 시안침출률

No.	원광품위/(g·t <sup>-1</sup> )	침출량/(g·t <sup>-1</sup> )	침출률/%
1	7.8	6.3	80.77
2	2.8	2.2	78.57
3	3.5	2.7	77.14

표 3에서 보는바와 같이 예비처리된 황철광에서 금의 시안침출률은 75%이상으로서 예비처리하지 않은 황철광에서 금의 시안침출률 28%에 비하여 매우 높다.

## 맺 는 말

난처리성금광석류형의 하나인 류화철금광석에 CaO에 의한 예비처리를 진행하면 금의 시안침출률을 75%이상 높일수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김원재 등; 금의 선광과 야금, 외국문도서출판사, 249~274, 주체108(2019).
- [2] 한정은 등; 화학기술자들을 위한 물리화학편람, 공업출판사, 97~115, 주체99(2010).

주체108(2019)년 10월 5일 원고접수

## A Method on the Pretreatment of Iron Sulfide Gold Ore

*Kim Ik Nam, Choe Hyon Il and Kim Myong Song*

If iron sulfide gold ore which is refractory gold ore is pretreated by CaO, the leaching percentage of gold can be increased over 75 percent.

Keywords: iron sulfide, gold ore