

아연산화광의 산침출중화액에서 분리한 규산응결물의 특징

김익남, 박광성, 최현일

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《원료와 연료, 동력을 극력 절약하고 합리적으로 리용하기 위한 과학연구사업도 강화하여야 하겠습니다.》(《김정일선집》증보판 제11권 135페이지)

현재 세계적으로 아연산화광의 습식제련은 발전된 몇개 나라들에서만 진행하고 있는데 생산원가가 많이 든다. 지난 기간 우리 나라에서는 아연산화광의 습식제련에 대한 연구가 진행되지 못하였다.

본문에서는 아연산화광을 습식제련하는 과정에 산침출중화액에서 분리되는 규산응결물의 특징과 그것의 리용분야에 대하여 밝혔다.

1. 규산응결물의 형성특징

매질속에서 규산응결물은 여러가지로 존재할수 있는데 기본적으로 SiO_2 , H_2SO_4 의 함량과 관계된다.[1]

pH가 높은 조건(pH>3)에서 H_2SiO_3 의 중합이 이루어지면 H_2SiO_3 의 졸이 형성되는데 상변화가 일어나면 응결물(응결겔)이 형성된다. 그러나 pH가 낮은 조건에서는 잘 침강되지 않는 응결물이 형성된다. 아연산화광속에서 SiO_2 은 $\text{Zn}(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 형식으로 존재한다.[2]

아연산화광을 산침출시킬 때 침출산도를 조절해야 하므로 아연산화광에서 류산농도에 따르는 SiO_2 의 침출률을 고찰하였다.

산침출과정에 SiO_2 의 침출률은 H_2SO_4 의 농도에 관계된다.(표 1)

표 1. H_2SO_4 의 농도에 따르는 SiO_2 의 침출률

H_2SO_4 농도/(g·L ⁻¹)	0.5	2	5	10	20	40	60	80	100
SiO_2 침출률/%	62.1	68.3	69.9	73.5	76.7	77.8	78.8	78.6	79.2

표 1에서 보는바와 같이 H_2SO_4 의 농도가 높아질수록 SiO_2 의 침출률은 증가한다.

산침출액의 pH를 조절하여 중화시켜야 규산응결물을 얻을수 있으므로 산침출액에서 pH에 따르는 SiO_2 의 농도를 확정하였다.

산침출액에서 pH에 따르는 SiO_2 의 농도는 표 2와 같다.

표 2. 산침출액에서 pH에 따르는 SiO_2 농도

pH	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
SiO_2 농도/(g·L ⁻¹)	15.1	14.2	11.7	8.4	0.96	0.58	0.41	0.34	0.29

표 2에서 보는바와 같이 pH가 2.5이하에서 SiO_2 의 농도는 대단히 높고 그 이상에서는 매우 낮아진다.

아연산화광의 산침출중화액에서 pH에 따르는 규산응결물침강체적이 차지하는 비율을 측정하였다.

pH에 따르는 규산응결물침강체적이 차지하는 비율은 표 3과 같다.

표 3. pH에 따르는 규산응결물침강체적비율

pH	1.0	2.0	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
규산응결물침강체적비율/%	34.6	27.8	54.2	62.3	56.9	26.6	23.9

표 3에서 보는바와 같이 아연산화광의 산침출중화액에서 규산응결물침강체적비율은 pH 3~4에서 높고 그우와 아래에서는 현저히 낮아진다.

아연산화광의 산침출중화액에서 SiO₂의 농도는 침출온도에 관계되므로 침출온도에 따르는 SiO₂의 농도를 고찰하였다.

침출온도에 따르는 SiO₂의 농도는 표 4와 같다.

표 4. 침출온도에 따르는 SiO₂의 농도

침출온도/°C	30	40	50	60	70	80
SiO ₂ 농도/(mg·L ⁻¹)	296	281	270	255	238	223

표 4에서 보는바와 같이 침출온도가 높아지는데 따라 SiO₂의 농도는 낮아진다.

아연산화광의 산침출과정에 생성되는 규산응결물을 리용하기 위하여서는 그 조성을 정확히 해명하여야 한다.

아연산화광의 산침출과정에 생성되는 규산응결물의 조성은 표 5와 같다.

표 5. 아연산화광의 산침출과정에 생성되는 규산응결물의 조성

성분	SiO ₂	Fe	Cu	Cd	기타
함량/%	93.34	6.36	0.06	0.22	흔적

표 5에서 보는바와 같이 기본적으로 SiO₂이 제일 많고 그다음은 Fe가 많으며 경제적으로 의의가 있는 Cd도 들어있다.

2. 규산응결물의 물리화학적특성

아연산화광의 산침출중화액에서 분리된 규산응결물을 리용하기 위하여서는 물리화학적특성을 밝혀야 한다.

규산응결물의 물리화학적특성을 밝히는데 리용되는 시료를 만들기 위한 조건은 표 6과 같다.

표 6. 실험에 리용되는 시료를 만들기 위한 조건

No.	pH	온도/°C	중화제	건조온도/°C	비고
1	4.5	60	ZnO	30	자연건조
2	5.1	60	ZnO	30	자연건조
3	4.5	60	ZnO	100	건조로에서 건조
4	4.8	60	ZnO	100	건조로에서 건조
5	5.1	60	ZnO	100	건조로에서 건조

① 규산응결물에 대한 X선구조분석

각이한 규산응결물들에 대한 결정구조특성을 밝히기 위하여 X선구조분석을 진행하였다.

분석기 《SmartLab》, 분석조건: $\text{CuK}\alpha$ 선, 이동속도 $2^\circ/\text{min}$, 관전류 12mA, 관전압 40kV

각이한 시료들에 대한 X선구조분석을 진행한데 의하면 모든 시료들에서 그 어떤 특성도 나타나지 않았다. 결국 규산응결물은 결정이 없는 무정형물질이라는것을 알수 있다.

② 규산응결물에 대한 시차열분석

열분석기 《DTA-50H》, 분석조건: 가열속도 $20^\circ\text{C}/\text{min}$

규산응결물의 시차열분석곡선은 그림과 같다.

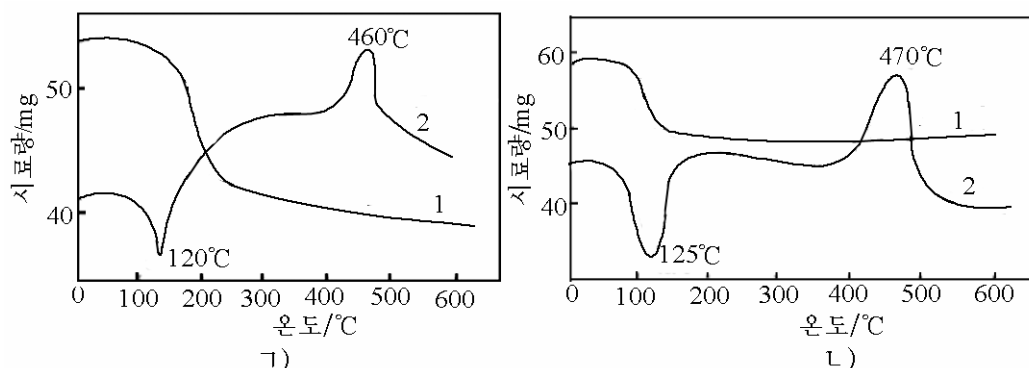


그림. 규산응결물의 시차열분석곡선

1) pH 4.5, 중화제 ZnO , 건조온도 100°C 인 경우, 2) pH 5.1, 중화제 ZnO , 건조온도 100°C 인 경우
1-표준시료, 2-연구시료

그림에서 보는바와 같이 $120\sim 125^\circ\text{C}$ 에서 흡열특성이 나타나는데 이것은 시료에 결합된 수분의 탈수에 의한것이다.

또한 $460\sim 470^\circ\text{C}$ 에서 발열특성이 나타나는데 이것은 무정형 SiO_2 이 결정화될 때의 열에 의한것이다.

③ 규산응결물에 대한 적외선흡수스펙트럼분석

분석은 적외선흡수스펙트럼분석기 《SPECORD M80》으로 하였다.

규산응결물에 대한 적외선흡수스펙트럼분석결과에 의하면 pH 4.5에서 생성된 규산응결물의 적외선흡수스펙트럼곡선에서는 $1\,376$, $1\,076$, 460cm^{-1} 에서 흡수봉우리가 나타나며 pH 5.1에서 생성된 규산응결물의 적외선흡수스펙트럼곡선에서는 960 , 808 , 780 , 740cm^{-1} 에서 흡수봉우리가 더 나타난다.

$1\,076$, 960 , 460cm^{-1} 에서의 흡수봉우리는 축합도가 보다 높은 $\text{Si}_6\text{O}_9\sim\text{Si}_6\text{O}_{18}$ 에 의한것이다. $1\,376\text{cm}^{-1}$ 에서의 흡수봉우리는 OH^- 의 흡수스펙트럼에 의한것이다.

결국 pH 5.1에서 규산응결물침강체적비율이 작아지는것은 pH가 높은 조건에서 규산의 축합이 더 잘 진행되었다는것을 보여준다.

맺는 말

아연산화광의 산침출중화액에서 분리된 규산응결물은 pH의 영향을 받으며 형성된다. 또한 규산응결물은 무정형이며 SiO_2 과 Cd의 원료로 된다.

참 고 문 헌

- [1] 정동근; 유색금속총서 2, 공업출판사, 93~128, 1994.
- [2] 강홍정; 금속공업, 4, 28, 1990.

주체109(2020)년 7월 5일 원고접수

Feature of Silicic Acid Coagulation Separated from Acid Leaching Neutralization Liquid of Oxidized Zinc Ore

Kim Ik Nam, Pak Kwang Song and Choe Hyon Il

Silicic acid coagulation formed in acid leaching neutralization liquid of oxidized zinc ore is amorphism and can be used as a resource of not only SiO_2 but also noble metal such as Cd.

Keywords: silicic acid coagulation, acid leaching