

부선시약 《룡선-10》의 니켈광석부선평형

최명룡, 서의화, 조동수

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《모든 광산들에서 선광실수율을 높임으로써 개년 광석을 하나도 허실하지 말고 한그람의 정광이라도 더 많이 생산하여야 합니다.》(《김일성전집》 제32권 510~511페이지)

우리는 새로운 선광시약 《룡선-10》을 개발하고 저품위니켈광물부선에 적용하기 위한 연구를 하였다.

현재 우리 나라는 물론 다른 나라들에서도 니켈광물부선에는 전통적인 부선시약들인 잔세이트와 에로플로트를 비롯한 크산토젠산유도체, 디티오린산유도체, 티올계시약들이 리용되고있다.[2-4] 니켈광물부선은 다른 류화광물들과는 달리 품위가 낮고 시약소비량이 많다.[2] 우리는 함유황화합물들을 전혀 쓰지 않고 광물성기름과 알콜형기포제(아밀알콜, 파인유, 부타놀 등)를 지방산디에타놀아미드계열의 계면활성제를 리용하여 가용화시켜 새로운 부선시약 《룡선-10》을 만들었다.

우리는 종전의 전통적인 시약체제와 새로 개발한 《룡선-10》을 리용하여 니켈광석부선실험을 진행하고 운동학적특성과 세립부선평형을 대비적으로 평가하였다.

실험 방법

부선실험은 실험실용단구부선기(1L)에서 하였다. 조쇄한 광석시료(평균립경 2mm)를 광액농도 50%로 봉분쇄기에서 10~12min동안 습식마광하였다. 필요에 따라 분쇄기안에 일부 시약들을 같이 넣어 마광하였다.

운동학자료를 얻기 위한 실험에서는 부선조건설정시간은 5min으로 하고 거품산물을 시간별로 회수하여 건조시켜 평량하였으며 총부선시간은 14min으로 하였다. 부선초기속도는 포물선형운동학방정식[1]을 리용하여 운동학실험자료로부터 계산하였다.

세립부선평형을 평가하기 위한 실험에서는 부선조건설정시간은 5min, 거품시간은 10min 혹은 14min으로 정하였다. 부선산물에 대한 분쇄도는 200메쉬표준체를 리용하여 습식법으로 결정하였다.

실험결과 및 해석

실험실용단구부선기에서의 시약체제들에 따르는 기본부선평형지표들은 표 1과 같다.

표 1에서 보는바와 같이 부선평형지표들은 부선시약 《룡선-10》을 리용한 경우(시약 2-5)에 현재 리용하고있는 시약체제(시약 1)보다 우월하다.

표 1. 단구부선기에서 시약체제들에 따르는 기본부선지표

No.	시약체제	원광품위 /%	정광품위 /%	미광품위 /%	정광산출률 /%	정광거둠률 /%
1	부틸잔세이트* 250g/t 류산동* 30g/t	0.293	0.536	0.086	46.0	84.2
2	부틸에로플로트 150g/t 《룡선-10》 300g/t	0.338	0.533	0.090	56.0	88.3
3	《룡선-10》** 210g/t+90g/t	0.243	0.366	0.050	61.0	92.0
4	《룡선-10》 300g/t 부틸잔세이트 50g/t	0.312	0.515	0.083	53.0	87.4
5	《룡선-10》 300g/t 부틸잔세이트* 50g/t 류산동* 30g/t	0.230	0.364	0.064	55.3	87.6
6	《룡선-10》 300g/t 부틸잔세이트 50g/t 류산동 30g/t	0.264	0.394	0.046	62.7	93.5

* 마광기에 첨가, ** 5min후 분할첨가

표 1에서와 같은 시약체제들을 리용한 경우 부선운동학곡선은 그림과 같다.

그림에서 보는바와 같이 시약체제에 따라 초기부선속도는 차이난다. 부선운동학곡선으로부터 계산한 시약체제에 따르는 초기부선속도는 표 2와 같다.

표 2. 시약체제에 따르는 초기부선속도

No.	초기부선속도/min ⁻¹
1	47.7
2	22.8
3	60.3
4	23.6
5	24.2
6	52.2

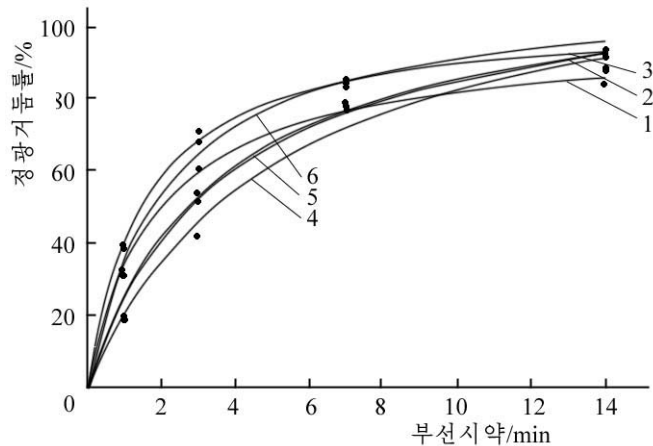


그림. 시약체제에 따르는 부선운동학곡선

곡선번호는 시약체제번호와 같음.

표 2에서 보는바와 같이 초기부선속도는 시약 3에서 즉 《룡선-10》을 분할첨가한 경우 제일 빠르게 나타났다. 이것은 《룡선-10》의 초기농도가 너무 짙으면 부선속도를 감소시킬수 있다는것을 보여준다. 또한 잔세이트나 부선활성화제인 류산동의 보충적인 효과가 거의 없다는것을 보여준다.

광석의 분쇄도(200 μ m이하의 립도를 가진 알갱이무리의 질량퍼센트)가 커질수록 유가광물과 맥석의 단체분리가 잘되어 분리가능성은 높아지지만 립도가 작을수록 부선분리는 보통 힘들어진다.[5] 그러므로 세립부선특성을 개선하는것은 유가광물이 미립자(40 μ m이하)로 분포되어있는 광물들에서 특히 중요하게 제기된다.

《룡선-10》과 부틸잔세이트+에로플로트시약체제를 리용하여 니켈광석부선실험을 하였을 때 정광과 미광의 분쇄도변화는 표 3과 같다.

표 3. 각이한 시약체제에서 부선산물들의 분쇄도(%)

No.	시약체제	원 광	정 광	미 광
1	부틸잔세이트 250g/t	77.2	81.9	75.6
	부틸에로플로트 100g/t			
	류산동 30g/t	85.0	89.3	83.2
2	《룡선-10》 300g/t	77.2	90.0	70.6
	부틸잔세이트 50g/t			
	류산동 30g/t	85.0	94.2	80.7

표 3에서 보는바와 같이 원광에 비하여 정광의 분쇄도는 커지며 미광의 분쇄도는 작아지는데 그 정도는 두 시약체제에서 현저하게 차이나다.

부선시간에 따르는 시약체제별 조정광의 분쇄도변화는 표 4와 같다.

표 4. 부선시간에 따르는 시약체제별 조정광의 분쇄도변화(%)

시약체제	원 광의 분쇄도/%	부선시간/min			
		1	3	7	14
《룡선-10》 300g/t	58	82	71	69	50
부틸잔세이트 250g/t					
에로플로트 150g/t	55	67	60	58	47
류산동 30g/t					

표 4에서 보는바와 같이 부선시간이 길어짐에 따라 조정광의 분쇄도는 작아지는데 《룡선-10》의 경우 상대적으로 분쇄도가 크다. 《룡선-10》을 리용할 때 정광산출률도 크므로 이 시약이 잔세이트+에로플로트시약체제에 비하여 세립알갱이들을 더 잘 부유시킨다는것을 알수 있다.

립도가 $71\mu\text{m}$ 이하인 니켈광석을 같은 조건(광액농도 18%, 부선시간 10min, 원광품위 0.385%)에서 부선한 결과는 표 5와 같다.

표 5. 시약체제에 따르는 세립원광부선결과

시약체제	산출률/%	조정광품위/%	미광품위/%	정광거둠률/%
부틸에로플로트 150g/t				
부틸잔세이트 250g/t	53	0.68	0.052	93.6
류산동 30g/t				
《룡선-10》 350g/t	60	0.62	0.039	96.0

표 5에서 보는바와 같이 에로플로트+잔세이트시약체제에 비하여 《룡선-10》의 세립부선특성이 좋다.

광석속의 함니켈광물인 류철니켈광은 자류철광과 맥석에 $39, 15\mu\text{m}$ 크기로 분포되어있다. 그러므로 세립부선특성이 좋은 《룡선-10》이 광물의 거둠률을 높일수 있다. 공업도입 시험을 진행한 결과 부틸잔세이트와 에로플로트에 기초한 현행 시약체제보다 《룡선-10》을 리용하였을 때 정광거둠률이 2% 더 높아진다는것을 확증하였다.

맺 는 말

우리는 부선시약 《룡선-10》을 저품위니켈광물부선에 적용하였다. 부틸잔세이트와 에로플로트를 리용하는 현행시약체제와 대비하여 《룡선-10》의 부선운동학과 세립부선특성을 평가한데 의하면 《룡선-10》을 리용할 때 초기부선속도가 빠르고 정광거둠률도 높아진다. 또한 《룡선-10》을 리용한 경우 세립부선특성이 좋아지며 이것이 부선거둠률을 높이는 하나의 요인으로 된다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 57, 2, 103, 주체100(2011).
- [2] S. M. Bulatovic; Handbook of Flotation Reagents, Elsevier, 404~410, 2007.
- [3] J. Kabuba et al.; International Conference on Chemistry and Chemical Engineering, 14, 65, 2011.
- [4] W. Ngobeni et al.; South African Journal of Chemical Engineering, 18, 1, 41, 2013.
- [5] D. Hornsby et al.; Surface and Colloid Science, 12, 222, 1987.

주체104(2015)년 6월 5일 원고접수

The Flotation Characteristics of Nickel Ore using Flotation Reagent “Ryongson-10”

Choe Myong Ryong, So Ui Hwa and Jo Tong Su

We studied on the application of flotation reagent “Ryongson-10” for the flotation of low grade nickel ore. The flotation reagent “Ryongson-10” was developed based on the new principle using the mineral oil as a major collector. In the flotation experiments, the flotation kinetics and recovery of fine particles were considered as compared with the case of current reagent system using dibutyl dithiophosphate and buthyl xanthate. The result showed that in the case of using the “Ryongson-10”, the value of flotation rate constant was higher than the other cases. And the recovery of fine particles was higher.

Key words: flotation rate, nickel ore, fine particle