

증기가열에 의한 티탄철광의 류산분해방법과 영향인자에 대한 연구

김윤성, 김광민, 유금성

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

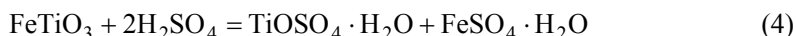
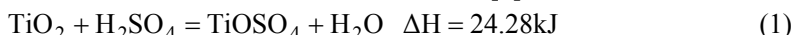
《새로운 과학기술분야를 개척하기 위한 사업도 전망성있게 밀고나가야 합니다.》
(《김정일선집》 증보판 제11권 138페이지)

티탄철광의 류산분해방법을 완성하는것은 이산화티탄의 주체화를 실현하는데서 중요한 문제로 나선다.

론문에서는 티탄철광의 산분해장치를 새롭게 설계하고 합리적인 증기공급방법으로 산분해률을 95%이상 보장하기 위한 연구결과에 대하여 서술하였다.

1. 티탄철광의 류산분해공정

티탄철광을 류산분해할 때 다음과 같은 반응이 진행된다.[1]



티탄철광의 류산분해반응은 180℃이상의 높은 온도에서 급격히 진행되는 발열반응이다. 그러나 이러한 반응은 상온조건에서는 거의나 진행되지 않으며 반응시작에 필요한 온도를 보장해주어야 일어난다. 이로부터 류산법에 의한 이산화티탄생산에서는 반응물을 공기교반하면서 증기를 넣어 가열하거나 짙은 류산에 물을 넣을 때 발생하는 희석열로 반응을 촉진시키는 방법을 일반적으로 리용하고있다.[1, 2] 그러나 공기교반에 의한 증기가열방식은 반응물의 균일한 혼합과 열분포를 위한 충분한 교반이 어려운 결함이 있다.

특히 산분해과정에 분해률이 위치에 따라 서로 다르고 낮으며 불용성미분해물이 반응기에 견고하게 붙는 심각한 결함이 있다.

또한 희석열방식[3]은 류산농도에 대한 요구가 높고 반응규모에 따라 계의 반응온도가 심하게 달라져 산분해속도와 분해률이 크게 떨어지는 결함이 있다.

그러므로 반응계에 $3 \times 10^5 \text{Pa}$ 이상의 증기를 직접 공급하여 증기의 열과 응축수에 의한 류산희석열이 동시에 리용되도록 하였다. 이렇게 되면 증기공급관주변에서 발열반응이 일어나면서 계전반의 반응이 촉진되어 적은 에너지로 산분해률을 최대로 높일수 있다.

티탄철광의 류산분해장치구조는 그림과 같다.

공정은 산분해반응 1회당 티탄철광(TiO_2 , 41.45%) 500kg을 분해할수 있는 규모(하루 티탄철광처리량 4t, 연간 1 200t)로 설계하고 산분해시험을 진행하였다.

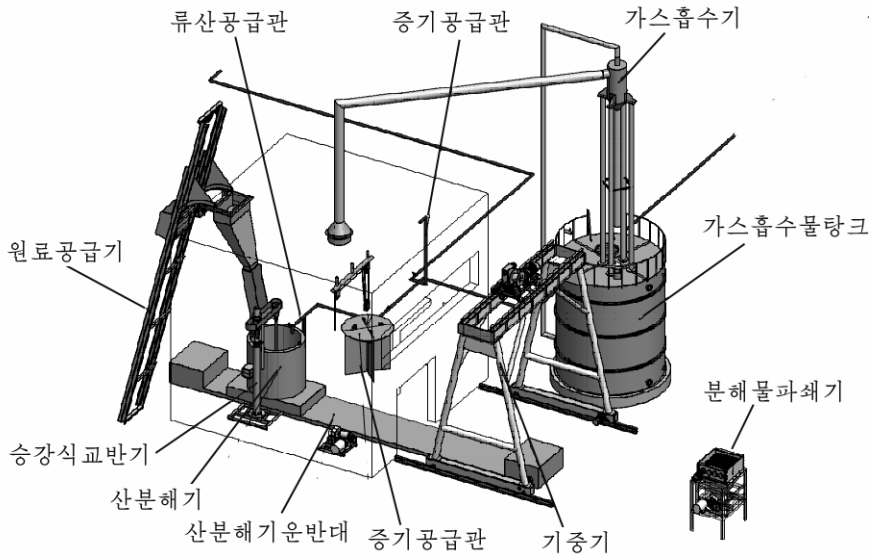


그림. 티탄철광의 류산분해장치구조

시험에서는 티탄철광의 립도, 증기압력과 공급방식, 류산농도, 티탄철광과 류산의 혼합비가 산분해률에 미치는 영향을 고찰하였다.

2. 시험방법

시험장치로는 산분해기, 승강식교반기, 원료공급기, 류산공급관, 증기공급관, 가스흡수기, 가스흡수물탱크, 기중기, 분해물과쇄기, 산분해기운반대를, 재료로는 티탄철광(TiO_2 품위 41.45%), 류산(농도 87~94%)을 이용한다.

산분해기에 류산을 넣고 승강식교반기로 교반하면서 원료공급기로 티탄철광을 천천히 공급한다. 다음 10min동안 교반기로 충분히 혼합하고 증기공급을 시작한다. 일단 반응이 시작되면 증기공급을 중지하고 가스흡수기를 시동하여 반응과정에 나오는 류산비말과 아류산가스를 제거하면서 30min정도 반응시킨다. 반응이 끝난 후 24h정도 반응물을 숙성시키고 분해률을 측정한다. 분해률은 침출액과 침출잔사의 TiO_2 함량에 따라 결정한다.

3. 결과분석

① 티탄철광립도의 영향

류산농도 94%, 티탄철광과 류산의 비 1:1.4, 증기압력 $3 \times 10^5 \text{ Pa}$ 인 조건에서 티탄철광 립도에 따르는 산분해률은 표 1과 같다.

표 1. 티탄철광립도에 따르는 산분해률

립도/ μm	100	75	50	40
산분해률/%	52.32	80.65	95.34	98.12

표 1에서 보는바와 같이 티탄철광의 립도가 작을수록 산분해률은 높아지는데 $50 \mu\text{m}$ 이하일 때 산분해률은 95%이상에 달한다. 이것은 립도가 작을수록 유효반응면적이 커지

며 그것에 따라 반응속도가 빨라지기때문이다.

② 증기압력의 영향

류산농도 94%, 티탄철광과 류산의 비 1:1.4, 티탄철광의 립도 $50\mu\text{m}$ 일 때 증기압력에 따르는 산분해률은 표 2와 같다.

표 2. 증기압력에 따르는 산분해률

증기압력/ $\times 10^5\text{Pa}$	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
산분해률/%	84.53	86.39	92.23	91.87	96.23	98.12	98.76	98.06

표 2에서 보는바와 같이 증기압력이 높을수록 분해률도 높아진다. 그러나 $3\times 10^5\text{Pa}$ 이상에서는 반응계의 온도가 240°C 이상으로 올라가면서 류산비탈방출량이 높아져 환경오염을 일으키며 반응물에서 무수류산티탄량이 증가하여 침출률이 낮아지게 된다. 따라서 산분해를 일으키는 증기압력은 $2.5\sim 3\times 10^5\text{Pa}$ 로 보장하는것이 적합하다.

③ 증기공급방식의 영향

시험과정에 같은 증기압력을 보장하여도 증기공급방식 즉 반응기안의 증기공급위치와 분사형식에 따라 반응정도가 차이나며 분해률에 적지 않은 영향을 미친다.

류산농도 94%, 티탄철광과 류산의 비 1:1.4, 티탄철광의 립도 $50\mu\text{m}$ 일 때 증기압력 $3\times 10^5\text{Pa}$ 에서 증기공급위치와 분사형식에 따르는 산분해률은 표 3과 같다.

표 3. 증기공급위치와 분사형식에 따르는 산분해률

증기분사형식	증기공급위치 (산분해기바닥에서 부터의 높이)/mm	산분해률/%
수직방향, 구멍 1개	10	88.73
수직방향, 구멍 1개	50	91.22
수직방향, 구멍 1개	100	86.08
수직방향, 구멍 1개	150	82.31
수직방향, 구멍 1개	200	74.43
수평방향, 구멍 4개	10	94.23
수평방향, 구멍 4개	50	94.12
수평방향, 구멍 4개	100	92.23
수평방향, 구멍 4개	150	89.18
수평방향, 구멍 4개	200	85.43

표 3에서 보는바와 같이 증기공급관은 산분해반응기의 밑바닥으로부터 $10\sim 50\text{mm}$ 높이에 놓이도록 하고 증기를 수평방향으로 분사해줄 때의 분해률이 제일 높다.

표 4. 류산농도와 고액비에 따르는 산분해률

류산농도/%	고액비	산분해률/%
87	1:1.3	76.36
90	1:1.3	84.88
94	1:1.3	92.73
87	1:1.4	82.31
90	1:1.4	95.32
94	1:1.4	98.12
87	1:1.5	85.35
90	1:1.5	96.23
94	1:1.5	97.89

④ 류산농도와 고액(티탄철광과 류산)비의 영향

증기가열은 증기와 함께 나오는 응축수에 의한 류산의 희석을 동반하므로 초기류산농도를 합리적으로 정하여야 높은 산분해률을 얻을수 있다. 기타 시험조건은 우와 같게 하고 류산농도와 고액비에 따르는 산분해률은 표 4와 같다.

표 4에서 보는바와 같이 류산농도가 90%이상일 때에는 산분해률이 95%이상이며 94%일 때 최대로 된다. 또한 고액비가 1:1.4 또는 1:1.5일 때 산분해률은 95%이상에 달한다. 류산소비량을 낮추면서 산결수를 낮추기 위하여서는 고액비를 1:1.4~1:1.5로 하는것이 매우 적합하다.

맺 는 말

증기가열에 의한 티탄철광류산분해반응에서 증기공급관은 산분해반응기의 밑바닥으로부터 10~50mm 높이에 놓이도록 설치하며 증기는 관의 밑부분에서 수평방향으로 공급하는것이 합리적이다.

티탄철광을 류산분해할 때 티탄철광의 평균립도 $50\mu\text{m}$ 이하, 증기압력 $2.5\sim 3\times 10^5\text{Pa}$, 류산농도 90~94%, 류산과 티탄철광의 혼합비 1:1.4~1:1.5를 보장하면 분해률은 95%이상에 도달한다.

참 고 문 헌

- [1] 리홍명; 이산화티탄생산, 공업출판사, 38~77, 주체93(2004).
- [2] 김희련 등; 채취, 금속, 4, 3, 주체109(2020).
- [3] 李大成; 四川有色金属, 6, 4, 2005.

주체110(2021)년 4월 5일 원고접수

The Study on the Method of Decomposition of Ilmenite within Sulfuric Acid by Heating Steam and Influence Factor

Kim Yun Song, Kim Kwang Min and Yu Kum Song

If the average grain size of ilmenite concentrate is less than $50\mu\text{m}$, the pressure of vapour is $2.5\sim 3\times 10^5\text{Pa}$, concentration of sulfuric acid is 90~94% and mixture ratio of ilmenite and sulfuric acid is from 1:1.4 to 1:1.5 when ilmenite is decomposed by sulfuric acid, the decomposition ratio of ilmenite reaches more than 95%.

Keywords: ilmenite, sulfuric acid