



PHƯƠNG PHÁP TUYỂN NỞ NÂNG CAO HÀM LƯỢNG TỔNG OXIT ĐẤT HIẾM TỪ QUẶNG TINH BASTNAESIT ĐÃ NUNG XỬ LÝ

Trịnh Nguyên Quỳnh, Bùi Ba Duy, Trương Thị Ái, Ngô Quang Huy,
Nguyễn Hồng Hà, Trần Văn Sơn, Dương Văn Sự
Viện Công nghệ Xạ hiếm
Email: tnq2007@gmail.com

TÓM TẮT

Bastnaesit ($REFCO_3$) là nguồn tài nguyên quan trọng đất hiếm Nhóm nhẹ và có trữ lượng đã được chứng minh là lớn nhất trong số tất cả các khoáng sản đất hiếm trên thế giới. Dựa vào đặc tính dễ phân hủy, bastnaesit được nung với CaO để tạo ra oxit đất hiếm (REO), có thể thu được bằng phương pháp tuyển nổi. Khả năng thu hồi REO từ hỗn hợp sau nung phụ thuộc vào một số yếu tố, trong đó tính chọn lọc của thuốc tập hợp đóng một vai trò quan trọng.

Việt Nam có tài nguyên đất hiếm bastnaesit và có tiềm năng khai thác. Chế biến bastnaesit bằng phương pháp hóa học có nhược điểm là chi phí cao và tác động tiêu cực đến môi trường. Nghiên cứu thu nhận REO từ bastnaesit bằng các phương pháp vật lý đang là xu hướng mới hiện nay. Trong bài báo này chúng tôi trình bày một số kết quả nghiên cứu thu được khi nung quặng tinh bastnaesit Đông Pao (30-35% REO) ở 650°C với vôi (CaO) theo tỷ lệ thích hợp và tiến hành tuyển nổi trực tiếp REO. Sản phẩm cuối cùng thu được là REO với hàm lượng REO trên 60% và tỷ lệ thực thu REO đạt trên 80%.

Từ khóa: quặng tinh bastnaesit, oxit đất hiếm (REO), các phương pháp vật lý, tuyển nổi trực tiếp, tỷ lệ thực thu.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các nguyên tố đất hiếm (REEs) được coi là nguồn vật liệu có giá trị và được ứng dụng vào nhiều lĩnh vực công nghệ phát triển khác nhau như dầu khí, hóa chất, gốm sứ, luyện kim và các ngành công nghiệp vật liệu nam châm vĩnh cửu. Công nghệ chế biến chủ yếu đối với quặng đất hiếm hiện nay là thủy luyện các khoáng đất hiếm chủ yếu được phân hủy hóa học bằng tác nhân axit, kiềm và một số thuốc tuyển khác. Nhược điểm của phương pháp phân hủy hóa học bao gồm các yêu cầu như độ tinh khiết khoáng cao, kích thước hạt khoáng đủ nhỏ, dễ ăn mòn thiết bị, phát sinh lượng lớn chất thải... Ngoài ra, một lượng lớn flo, photpho và các nguyên tố khác trong khoáng đất hiếm rất khó thu gom, tái chế. Vì vậy, việc lựa chọn phương pháp phù hợp để thu hồi các oxit đất hiếm (REO) đồng thời giảm giá thành sản phẩm và giảm tác động tiêu cực đến môi trường luôn được các nhà khoa học quan tâm.

Việt Nam có trữ lượng lớn quặng đất hiếm bastnaesit, phân bố chủ yếu ở Đông Pao và Bắc Nậm Xe [1-3], đây là quặng chứa thành phần phong hóa mịn lớn và khó làm giàu bằng phương pháp làm giàu thông thường. Các khoáng vật bastnaesit và nhóm cacbonat đất hiếm chủ yếu tồn tại trong các mỏ quặng gốc cùng với các khoáng vật oxit khác như barit, fluorit, thạch anh, canxit, các oxit sắt và các silicat khác. Các khoáng vật đất hiếm và các khoáng cộng sinh xâm nhiễm mịn với nhau nên làm giàu bằng các phương pháp cơ học thường rất khó khăn và tính chọn lọc kém. Do vậy hầu hết các công trình nghiên cứu tuyển khoáng bastnaesit và nhóm cacbonat đất hiếm từ các mỏ quặng gốc đều sử dụng phương pháp tuyển nổi chọn riêng.

Công nghệ tuyển nổi làm giàu các nguyên tố đất hiếm tuy được áp dụng từ lâu, mang lại hiệu quả nhưng mới chỉ áp dụng trên các đối tượng quặng nguyên khai, chưa có các nghiên cứu áp dụng trên



đối tượng quặng đã được xử lý hóa học và xử lý nhiệt [4]. Mặc dù các quá trình kết hợp như nung - tuyển nổi, nung - tuyển từ, hoặc kết hợp nung - tuyển nổi - tuyển từ đang được nghiên cứu mở rộng trên thế giới và cho hiệu quả cao về mặt khoa học và kinh tế đồng thời hạn chế tác động đến môi trường, tuy nhiên tại nước ta các kỹ thuật kết hợp cho đến nay chưa được nghiên cứu chi tiết. Do vậy nhóm nghiên cứu đặt ra mục tiêu “nghiên cứu nâng cao hàm lượng tổng oxit đất hiếm bằng kỹ thuật tuyển nổi từ quặng tinh bastnaesit đã qua nung xử lý”.

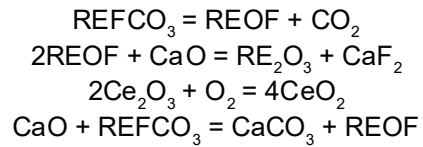
Gần đây một số nghiên cứu đưa ra phương pháp nung phân hủy quặng bastnaesit hay monazit với canxi oxit ở nhiệt độ trong khoảng 600-700°C để chuyển khoáng đất hiếm florua cacbonat và đất hiếm photphat thành các oxit đất hiếm sau đó sử dụng phương pháp tuyển nổi để tách oxit đất hiếm ra khỏi các tạp chất bằng thuốc tuyển thích hợp [5-10]. Hiệu quả tuyển nổi của thuốc tập hợp SPA (Styrene phosphonic acid) đối với REO đã được nghiên cứu bằng các thử nghiệm. Kết quả từ các nghiên cứu [11] chỉ ra rằng đối với các thành phần khác nhau có trong hỗn hợp bastnaesit đã nung xử lý, SPA thể hiện khả năng chọn lọc vượt trội thu hồi trực tiếp REO trong quá trình tuyển nổi, tỷ lệ thực thu đạt trên 90% REO.

Trong khuôn khổ đề tài cấp Cơ sở CS/23/03-03, Nhóm nghiên cứu trình bày một số kết quả thu được trong quá trình nghiên cứu nâng cao hàm lượng tổng oxit đất hiếm từ quặng tinh bastnaesit vùng Đông Pao đã nung xử lý với vôi và áp dụng phương pháp tuyển nổi với thuốc tập hợp SPA.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Nghiên cứu quá trình nung phân hủy quặng tinh bastnaesit Đông Pao với CaO

Theo các tác giả [6-8], các phản ứng phân hủy của khoáng vật đất hiếm bastnaesit khi nung với CaO đã được nghiên cứu bằng phương pháp phân tích nhiệt TG-DTA và phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD). Kết quả cho thấy quá trình phân hủy bastnaesit bởi CaO bắt đầu xảy ra ở khoảng nhiệt độ 400°C, và các phản ứng chính là phân hủy bastnaesit, tức là REOF phản ứng với CaO để tạo ra RE₂O₃ và CaF₂ và Ce₂O₃ bị oxy hóa thành CeO₂. Các phản ứng xảy ra:



Phân tích nhiễu xạ tia X của các sản phẩm quặng tinh sau nung ở các nhiệt độ khác nhau, thấy rằng, pha bastnaesit vẫn tồn tại trong mẫu khi nhiệt độ nung nhỏ hơn 400°C. Khi nhiệt độ tăng lên đến 450°C, bastnaesit bắt đầu biến mất và xuất hiện các pha sản phẩm mới Ce₃O₄F₃/ (La,Pr,Nd) OF. Kết quả phân tích nhiệt nghiên cứu quá trình biến đổi pha của bastnaesit khi nung cho thấy, bastnaesit chuyển thành hydrat đất hiếm ở vùng nhiệt độ vôi hóa 225 -300°C. Bastnaesit có thể bị phân hủy thành oxit đất hiếm và oxit florua đất hiếm ở nhiệt độ 400 -500°C, chúng có thể được hòa tan bởi sulfuric, nitric và hydrochloric ở nhiệt độ phòng [9].

Dựa trên cơ sở đó, quặng tinh bastnaesit Đông Pao được trộn với bột CaO theo các tỷ lệ CaO/ bastnaesit tương ứng 10% đến 30% và tiến hành nung hỗn hợp ở 550°C, 600°C và 650°C. Hiệu quả quá trình nung được xác định thông qua hiệu suất chuyển hóa của Ce³⁺ trong bastnaesit thành Ce⁴⁺. Hiệu suất chuyển hóa được tính bằng tỷ lệ của tổng lượng Ce⁴⁺ thu được sau nung so với tổng lượng Ce³⁺ và Ce⁴⁺ có trong quặng tinh ban đầu. Công thức [11]:

$$\text{Ce}^{4+} / \sum(\text{Ce}^{3+} + \text{Ce}^{4+}) = \text{Hiệu suất chuyển hóa (\%)}$$

Quá trình nung bastnaesit với CaO giúp giải phóng các oxit đất hiếm khỏi các khoáng đi kèm, các công đoạn tách riêng rẽ các nguyên tố đất hiếm tiếp theo sẽ đơn giản và hiệu quả hơn rất nhiều.

2.2. Nghiên cứu quá trình tuyển nổi REO sử dụng thuốc tập hợp SPA

Theo các tác giả [11] khi nghiên cứu sử dụng SPA tuyển nổi trực tiếp các thành phần gồm các oxit đất hiếm (Ce, La)₂O₃, CaF₂ và Ca₅F(PO₄)₃, kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng thuốc tập hợp SPA thể hiện khả năng chọn lọc cao đối với tuyển nổi chọn riêng REO, tỷ lệ thực thu đạt trên 90% REO ở pH = 3 - 6. Đồng thời SPA kém chọn lọc đối với CaF₂ và Ca₅F(PO₄)₃, hiệu quả cao nhất đối với 2 thành phần này chỉ khoảng 20% ở pH = 2 - 11. Nhóm tác giả khẳng định tại pH = 5, SPA là thuốc tập hợp có



tính chọn lọc tốt đối với REO so với các thành phần khác và hoàn toàn có thể sử dụng SPA để tuyển nổi tách REO khỏi hỗn hợp chứa các thành phần nói trên.

Dựa trên cơ sở đó, chúng tôi nghiên cứu khả năng tuyển nổi tách REO khỏi tạp chất từ quặng tinh bastnaesit Đông Pao đã qua nung xử lý với vôi. Thí nghiệm tuyển nổi thu nhận REO được tiến hành trên máy tuyển nổi phòng thí nghiệm Denver (Mỹ), ngăn tuyển có thể tích 1 lít, tốc độ cánh khuấy 1000 - 1500 v/p. Mỗi thí nghiệm, 100g hỗn hợp quặng tinh bastnaesit đã qua nung xử lý được phân tán vào ngăn tuyển chứa nước ở nhiệt độ phòng. Giá trị pH môi trường được điều chỉnh bằng tác nhân NaOH và HCl. Sau đó thuốc tập hợp SPA được cấp vào theo liều lượng khảo sát. Thu được hai sản phẩm là phần nổi dạng bột (quặng tinh) và

phần chìm (quặng đuôi) được lọc, sấy và cân xác định tỷ lệ, sau đó phân tích thành phần TREO.

Các thông số khảo sát ảnh hưởng đến hiệu quả quá trình tuyển nổi REO bao gồm tỷ lệ rắn/lồng (R/L), chi phí thuốc tập hợp SPA và độ pH môi trường tuyển.

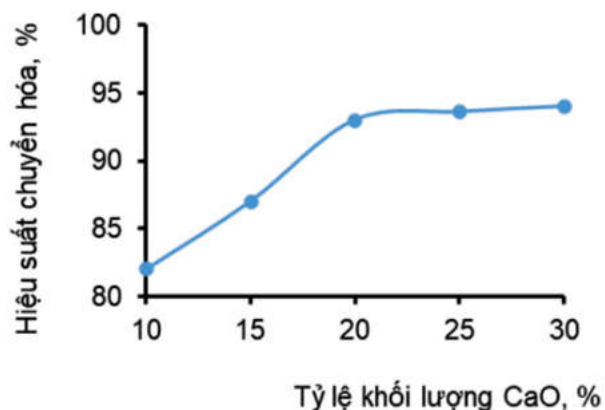
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ CaO/quặng tinh đến hiệu quả nung chuyển hóa

Tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của lượng CaO phối trộn đến hiệu quả chuyển pha của mẫu quặng tinh bastnaesit trong quá trình nung tại 650°C, thời gian nung 1h. Lượng CaO được sử dụng cho khảo sát là 10%, 15%, 20%, 25% và 30% so với lượng quặng tinh bastnaesit. Kết quả thí nghiệm được giới thiệu trong Bảng 1 và trên Hình H.1.

Bảng 1. Hiệu suất quá trình nung chuyển hóa bastnaesit theo lượng CaO

Tỷ lệ CaO/quặng tinh, %	10	15	20	25	30
Hiệu suất chuyển hóa, %	82	87	93	93,6	94

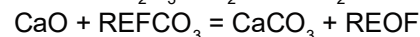
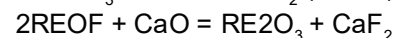
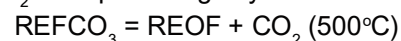


H.1. Mối quan hệ giữa hiệu suất nung chuyển hóa bastnaesit và lượng CaO phối trộn

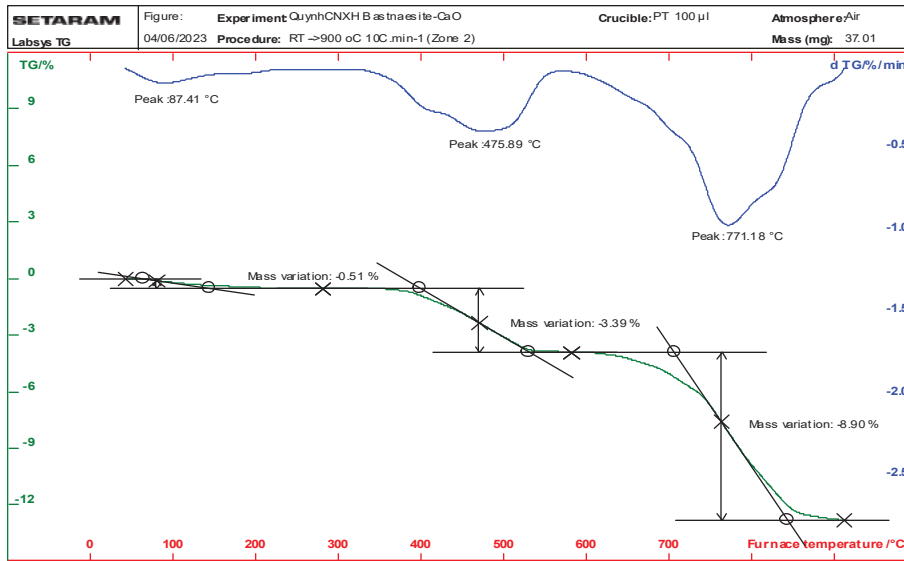
Thấy rằng ở nhiệt độ nung khảo sát, ban đầu khi tăng tỷ lệ CaO/quặng tinh thì hiệu quả phân hủy tăng rõ ràng. Tuy nhiên khi tiếp tục tăng lượng CaO thêm vào hỗn hợp thì xu hướng tăng của tỷ lệ phân hủy bastnaesit chậm dần. Ban đầu trong khoảng tỷ lệ CaO/quặng tinh từ 10 - 20% thu được hiệu quả phân hủy tăng từ 82 - 93%. Tuy nhiên trong khoảng tỷ lệ CaO/quặng tinh = 20 - 25% tỷ lệ phân hủy của bastnaesit chỉ tăng thêm 0,6% và gần như

đạt cực đại ở 94% tương ứng lượng CaO/quặng tinh = 30%. Điều này được giải thích là bởi ở tỷ lệ CaO/quặng tinh = 20% khi đó lượng CaO có thể đã đáp ứng đủ cho phản ứng phân hủy khoáng, khi tiếp tục tăng lượng CaO sự thay đổi của tỷ lệ phân hủy khoáng không biến đổi nhiều. Giảm đồ phân tích nhiệt TGA mẫu hỗn hợp quặng tinh bastnaesit với tỷ lệ 20% CaO được giới thiệu trên Hình H.2.

Kết quả trên Hình H.2 cho thấy ở khoảng nhiệt độ 80 - 100°C mẫu có sự sụt khối nhỏ, 0,5% tương ứng với tỷ lệ mất khi nung. Tại nhiệt độ 400 - 550°C đường TGA có độ dốc lớn, độ sụt khối là 3,39% tương ứng với phản ứng phân hủy gốc carbonat của khoáng bastnaesit, các phản ứng chính là phân hủy bastnaesit, tức là REOF phản ứng với CaO để tạo ra RE₂O₃ và CaF₂ và Ce₂O₃ bị oxy hóa thành CeO₂. Các phản ứng xảy ra:



Trong khoảng nhiệt độ từ 600 - 800°C ghi nhận các phản ứng phân hủy của CaCO₃ hình thành



H.2. Biểu đồ TGA mẫu hỗn hợp có thành phần 20% CaO/quặng tinh

trước đó tạo ra CO₂ bay hơi, tương ứng độ hụt khối 8,9%. Kết quả thực nghiệm phù hợp với các công bố nghiên cứu quá trình phân hủy nhiệt bastnaesit trước đó [2,3,5].

Từ các kết quả nghiên cứu điều kiện nung xử lý nhiệt quặng tinh bastnaesit với CaO, nghiên cứu quá trình chuyển pha, đánh giá hiệu quả xử lý nhiệt, có thể kết luận rằng: Nhiệt độ nung 650°C thích hợp với đối tượng và mục tiêu nghiên cứu; thời gian nung 1h là phù hợp với lượng mẫu thí nghiệm được nung; tỷ lệ phối trộn CaO/quặng tinh tương ứng 20%.

3.2. Tuyển nổi REO sử dụng thuốc tập hợp SPA

3.2.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ R/L đến hiệu quả tuyển nổi TREO

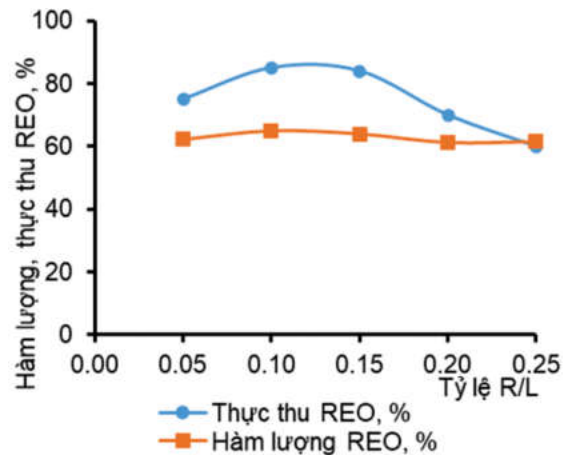
Tỷ lệ R/L có liên quan đến tỷ trọng của hệ phân tán trong dung dịch bùn tuyển, ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng phân tách nổi các đối tượng pha rắn khỏi hệ hỗn hợp. Tỷ trọng bùn càng cao, mật độ vật chất cao thì khả năng phân tán và tương tác của thuốc tuyển với đối tượng cần tuyển sẽ giảm.

Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ R/L đến hiệu quả quá trình tuyển nổi làm giàu các oxit đất hiếm được thực hiện bằng cách thay đổi lượng pha rắn ban đầu của hỗn hợp quặng đã nung khi phân tán trong 1000 ml nước. Khối lượng pha rắn

trong 5 thí nghiệm ở các mức 50,0 g; 100,0 g; 150,0 g; 200,0 g và 250,0 g.

Môi trường pH của dung dịch bùn tuyển được duy trì ở giá trị pH = 5 - 6. Chi phí thuốc tập hợp SPA sử dụng cho mỗi thí nghiệm là 300 mg/100g quặng. Sau mỗi thí nghiệm, sản phẩm nổi phần nổi và sản phẩm chìm được sấy khô, cân khối lượng và phân tích thành phần tổng oxit đất hiếm TREO.

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ R/L đến chất lượng tuyển (thu hoạch, hàm lượng và thực thu TREO) được giới thiệu trong Bảng 2. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của tỷ lệ R/L đến hàm lượng và tỷ lệ thực thu TREO sản phẩm phần nổi được giới thiệu trên Hình H.3.



H.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ R/L đến chất lượng sản phẩm phần nổi



Bảng 2. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ R/L đến chất lượng tuyển

TT thí nghiệm	Tỷ lệ R/L	Sản phẩm	Thu hoạch, %	Hàm lượng TREO, %	Thực thu TREO, %
1	0,05	Phần nổi	40,2	62,2	75,1
		Phần chìm	59,8	13,9	24,9
2	0,10	Phần nổi	43,5	65,0	84,9
		Phần chìm	56,5	6,2	15,1
3	0,15	Phần nổi	44,2	64,0	84,9
		Phần chìm	55,8	9,0	15,1
4	0,20	Phần nổi	38,1	61,2	70,1
		Phần chìm	61,9	16,1	29,9
5	0,25	Phần nổi	32,5	61,5	60,1
		Phần chìm	67,5	19,7	39,9
Quặng vào tuyển			100,0	33,3	100,0

Hỗn hợp quặng tinh bastnaesit sau khi nung xử lý với CaO sinh ra các pha rắn là các oxit và một số muối chứa canxi, bên cạnh lượng dư CaO. Bởi vậy khi phân tán vào dung dịch bùn tuyển, một số muối có tính kiềm tan vào dung dịch làm cho dung dịch có tính kiềm. Để duy trì quá trình tuyển nổi ở pH = 5 - 6 phù hợp với tính axit yếu của SPA, một lượng dung dịch axit loãng HCl được thêm vào dung dịch bùn quặng để điều chỉnh giá trị pH. Lượng quặng ban đầu đưa vào hệ càng cao thì lượng HCl tiêu tốn cho điều chỉnh pH môi trường càng lớn và theo kết quả khảo sát cho thấy hiệu quả quá trình tuyển nổi tách TREO có xu hướng giảm.

Nguyên nhân có thể do khi thêm lượng lớn dung dịch HCl làm thay đổi đáng kể tỷ lệ giữa pha rắn và pha lỏng. Bên cạnh đó HCl có thể phản ứng hòa tan một số thành phần pha rắn trong đó có các oxit đất hiếm.

Số liệu Bảng 2 và Hình H.3 cho thấy tỷ lệ R/L = 1/10 là tối ưu, tương ứng với lượng pha rắn ban

đầu là 100 g/1000 ml nước. Chất lượng sản phẩm phần nổi đạt cao nhất với hàm lượng và tỷ lệ thực thu TREO tương ứng là 65,0% và 84,9%.

3.2.2. Ảnh hưởng của pH môi trường đến hiệu quả tuyển nổi TREO

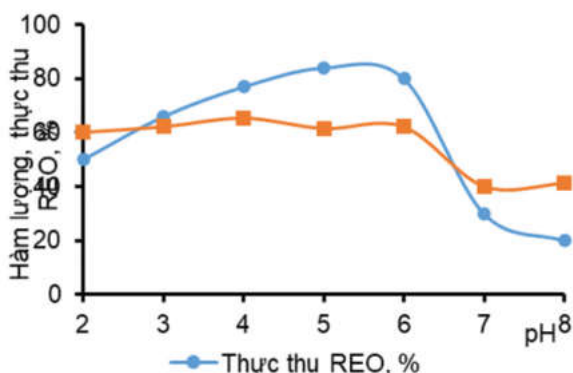
Yếu tố pH môi trường có vai trò quan trọng trong tuyển nổi. Với đặc điểm thuộc tập hợp SPA có tính axit trung bình - yếu, nên các thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của pH đến chất lượng tuyển nổi được thực hiện ở 7 nấc pH khác nhau (từ 2 - 8). Với mỗi thí nghiệm, lượng mẫu 100g quặng sau nung được phân tán vào ngăn máy tuyển chứa 1000 ml nước. Điều chỉnh giá trị pH môi trường khảo sát bằng các dung dịch NH₄OH, NaOH và HCl. Chi phí thuốc tập hợp SPA cho mỗi thí nghiệm là 300 mg/100g quặng.

Kết quả khảo sát ảnh hưởng pH của dung dịch bùn tuyển đến chất lượng tuyển được giới thiệu trong Bảng 3. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của pH đến hàm lượng và tỷ lệ thực thu TREO sản phẩm phần nổi được giới thiệu trên Hình H.4



Bảng 3. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của pH đến chất lượng tuyển

TT thí nghiệm	pH	Sản phẩm	Thu hoạch, %	Hàm lượng TREO, %	Thực thu TREO, %
1	2	Phần nổi	27,8	60,1	50,1
		Phần chìm	72,2	23,0	49,9
2	3	Phần nổi	35,4	62,1	66,0
		Phần chìm	64,6	17,5	34,0
3	4	Phần nổi	39,1	65,3	76,6
		Phần chìm	60,9	12,8	23,4
4	5	Phần nổi	45,8	61,5	84,5
		Phần chìm	54,2	9,5	15,5
5	6	Phần nổi	43,0	62,1	80,2
		Phần chìm	57,0	11,6	19,8
6	7	Phần nổi	25,0	40,1	30,1
		Phần chìm	75,0	31,1	69,9
7	8	Phần nổi	16,6	41,2	20,5
		Phần chìm	83,4	31,7	79,5
Quặng vào tuyển			100,0	33,3	100,0



H.4. Ảnh hưởng của pH môi trường đến chất lượng sản phẩm phần nổi

Thấy rằng, khi tăng pH môi trường, hiệu suất quá trình tuyển nổi tăng trong vùng axit, điều này được cho là phù hợp với tính axit trung bình - yếu của thuốc tập hợp SPA. Tuy nhiên trong vùng trung tính và bazơ hiệu suất tuyển nổi giảm rõ rệt. Kết quả này được giải thích là do ở khoảng pH thấp có thể khiến vai trò của SPA bị thay đổi, còn tại vùng pH kiềm

có thể xảy ra phản ứng trung hòa giữa SPA và tác nhân kiềm.

Số liệu Bảng 3 và đồ thị Hình H.4 cho thấy trong vùng axit trung bình - yếu có pH = 5 - 6 là tối ưu. Chất lượng sản phẩm phần nổi đạt cao nhất với hàm lượng và tỷ lệ thực thu TREO tương ứng 61,0- 62,0% và 84,0- 80,0%.

3.2.3. Ảnh hưởng của chi phí thuốc tập hợp SPA đến hiệu quả tuyển nổi TREO

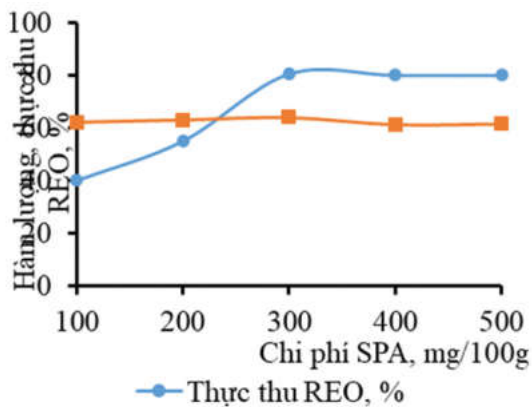
Đã tiến hành 5 loạt thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của chi phí thuốc tập hợp SPA với các điều kiện: Khối lượng quặng tinh đã qua xử lý nung là 100,0 g; Thể tích ngăn tuyển 1000 ml; Lượng thuốc tập hợp SPA cho khảo sát tương ứng là 100; 200; 300; 400 và 500 mg.

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của chi phí thuốc tập hợp SPA đến chất lượng tuyển được giới thiệu trong Bảng 4. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của chi phí thuốc tập hợp SPA đến hàm lượng và tỷ lệ thực thu TREO sản phẩm phần nổi được giới thiệu trên Hình H.5.



Bảng 4. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của chi phí thuốc tập hợp SPA đến chất lượng tuyển

TT thí nghiệm	Chi phí SPA/quặng, (mg/100g)	Sản phẩm	Thu hoạch, %	Hàm lượng TREO, %	Thực thu TREO, %
1	100	Phần nổi	21,5	62,2	40,2
		Phần chìm	78,5	25,4	59,8
2	200	Phần nổi	29,1	63,1	55,1
		Phần chìm	70,9	21,1	44,9
3	300	Phần nổi	41,9	64,0	80,5
		Phần chìm	58,1	11,4	19,9
4	400	Phần nổi	43,5	61,2	80,0
		Phần chìm	56,5	11,8	20,0
5	500	Phần nổi	43,4	61,5	80,2
		Phần chìm	56,6	11,7	19,8
Quặng vào tuyển			100,0	33,3	100,0



H.5. Ảnh hưởng của chi phí thuốc tập hợp SPA đến chất lượng sản phẩm phần nổi

Số liệu Bảng 4 và đồ thị Hình H.5 cho thấy chi phí thuốc tập hợp SPA 300 mg/100g là tối ưu. Chất lượng sản phẩm phần nổi đạt cao nhất với hàm lượng và tỷ lệ thực thu TREO tương ứng là 64,0 và 80,5%. Khi tiếp tục tăng lượng

sử dụng SPA thì hiệu suất quá trình thay đổi không đáng kể.

4. KẾT LUẬN

Quá trình nung chuyển hóa bastnaesit thu nhận REO được thực hiện ở nhiệt độ 650°C trong thời gian 1h. Lượng CaO sử dụng phù hợp là 20% so với quặng tinh bastnaesit. Ở điều kiện trên, hiệu quả chuyển hóa đạt trên 90%.

Thí nghiệm khảo sát điều kiện các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng tuyển để thu nhận TREO từ hỗn hợp sau nung của quặng tinh bastnaesit và CaO được tiến hành ở điều kiện thường, với thuốc tập hợp SPA. Với các điều kiện tối ưu: [Tỷ lệ R/L là 1/10, tương ứng với 100g/m³ thí nghiệm; Môi trường axit trung bình - yếu có giá trị pH = 5 – 6; Chi phí thuốc tập hợp SPA là 300 mg/100g hỗn hợp quặng] thì hàm lượng và tỷ lệ thực thu sản phẩm phần nổi (quặng tinh) đạt trong khoảng 62,0- 64,0% và 80,0- 84,0% TREO □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Văn Minh (1983), "Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu tuyển quặng đất hiếm phong hóa Bắc Nậm Xe, Viện Nghiên cứu Mỏ và Luyện kim", Hà Nội
2. Trịnh Quang Ưu (1986), "Báo cáo kết quả thăm dò tính trữ lượng quặng phong hóa đất hiếm phần



Nam thân quặng F3, mỏ đất hiếm Phong Thổ, Lai Châu (Trữ lượng tính đến ngày 31-3-1986), Bộ Cơ khí và Luyện kim”, Hà Nội

3. Trịnh Xuân Bền (1997), “Quy hoạch phát triển công nghiệp khai thác chế biến đất hiếm Việt Nam - Liên đoàn Địa chất 10”, Hà Nội

4. Lokshin E. P. and al. (2021), “Development of methods for the recovery of rare earth elements from the mineral resources of the Arctic”, 96 p.

5. Wu Wenyuan and et al. (2006), “Study on Roasting Decomposition of Mixed Rare Earth Concentrate in CaO-NaCl-CaCl₂”, Journal of rare earths, vol. 24, №. Dec., pp. 23-27

6. Wu Wen-yuan and al. (2017), “Reaction process of monazite and bastnaesite mixed rare earth minerals calcined by CaO-NaCl-CaCl₂”, Trans. Nonferrous Met. Soc. China, Vol. 17, pp. 864-868

7. Xiang Li and al. (2020), “Thermal stability and compressibility of bastnaesite”, Physics and Chemistry of Minerals, Vol. 47, pp. 13-23. <https://doi.org/10.1007/s00269-020-01084-9>

8. J. Liu and al. (2019), “Mechanochemical decomposition of mixed rare earth concentrate in the NaOH-CaO-H₂O system”, Hydrometallurgy, Vol. 189, pp. 105-116

9. Shuai Yuan (2017), “Kinetics of roasting decomposition of the rare earth elements by CaO and Coal”, Metals, 213, Vol. 7, №. 6, pp. 213-227. doi:10.3390/met7060213

10. Chen J. L. and al. (2010), “Kinetics of mixed rare earths minerals decomposed by CaO with NaCl-CaCl₂ melting salt”, J. Rare Earth, Vol. 28, pp. 86-89

11. Yang Zhiren, Bian Xue, Wu Wenyuan (2017), Flotation performance and adsorption mechanism of styrene phosphonic acid as a collector to synthetic (Ce, La)₂O₃. Journal of Rare Earths, Vol. 35, No. 6, 621-628.

FLOTATION UPGRADING TOTAL RARE EARTH OXIDES FROM ROASTED BASTNAESITE CONCENTRATE

Trình Nguyen Quynh, Bui Ba Duy, Trương Thị Ai, Ngô Quang Huy,
Nguyễn Hồng Hà, Trần Văn Sơn, Dương Văn Sơn

ABSTRACT

Bastnaesite (REFCO₂) is an important principal resource of light Rare Earth and has the largest proven reserve among all Rare Earth minerals in the World. Based on the characteristics of easy decomposition, bastnaesite is calcined with CaO to produce Rare Earth oxides (REO), which can be obtained by flotation methods. The ability to recover REO from a roasted mix depends on several factors, in which the selectivity of the collector plays an important role.

Vietnam has bastnaesite Rare Earth resources and has potential for exploitation. Processing bastnaesite by chemical methods has disadvantages such as high cost and negative impact on the environment. Research on obtaining REO from bastnaesite by physical methods is a new trend nowadays. In this paper, we present some research results obtained when roasting Dong Pao bastnaesite concentrate (30-35% REO) at 650°C with CaO in appropriate rate then direct flotation of REO. The final product obtained is concentrate containing REO over 60% and flotation recovery achieved above 80% REO.

Keywords: *bastnaesite concentrate; rare earth oxides (REO); physical methods; direct flotation; flotation recovery.*

Ngày nhận bài: 20/9/2023;

Ngày gửi phản biện: 22/9/2023;

Ngày nhận phản biện: 15/10/2023;

Ngày chấp nhận đăng: 20/10/2023.

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.