



# KHẢO SÁT MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN HIỆU SUẤT THU HỒI Ni VÀ Sc TRONG QUÁ TRÌNH HÒA TÁCH KHUẤY TRỘN QUẶNG LIMONITE BẰNG TÁC NHÂN AXIT SULPHURIC

Trịnh Nguyên Quỳnh\*, Nguyễn Trọng Hùng, Bùi Ba Duy, Trần Văn Sơn,  
Trương Thị Ái, Nguyễn Hồng Hà, Đỗ Thị Ánh Tuyết, Cao Duy Minh,  
Ngô Quang Huy, Chu Quang Huy, Nguyễn Thị Thu Hà, Bùi Thị Thúy Uyên

Viện Công nghệ Xạ Hiếm, Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam, 48 Láng Hạ, Hà Nội, Việt Nam

## THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 12/8/2024

Ngày nhận bài sửa: 15/9/2024

Ngày chấp nhận đăng: 10/10/2024

\*Tác giả liên hệ:

Email: tnq2007@gmail.com

## TÓM TẮT

Các thành phần nikel và scandi được thu hồi từ quặng limonite trong điều kiện hòa tách bằng axit ở áp suất thường. Các thông số sau có ảnh hưởng đến hiệu suất hòa tách Ni và Sc, bao gồm: nồng độ axit sulphuric, nhiệt độ quá trình hòa tách, thời gian phản ứng, tỷ lệ pha rắn/lỏng và cấp hạt quặng. Sau thời gian 4 h, hiệu suất hòa tách Ni ~ 70% và Sc đạt ~80% ở các điều kiện thí nghiệm nồng độ axit sulphuric 4M, nhiệt độ hòa tách 80°C, tỷ lệ rắn/lỏng 1/10 (g/ml), cấp hạt P80 = 63µm cùng với tốc độ khuấy duy trì ở 500 vòng/phút. Kết quả nghiên cứu cho thấy, mặc dù limonite chứa Ni và Sc với hàm lượng thấp, nhưng ở các điều kiện hòa tách tối ưu chúng có thể được thu hồi với hiệu suất cao. Tác nhân hòa tách là axit sulphuric đem lại hiệu quả về mặt kinh tế đồng thời hạn chế sự hòa tan của các thành phần tạp chất vào dung dịch.

**Từ khóa:** hòa tách ở điều kiện áp suất thường, quặng limonite, quá trình hòa tách nikel và scandi.

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong số các khoáng vật chứa Ni thì quặng laterite - nikel (gọi tắt là quặng laterite) chiếm khoảng 70% tổng lượng nikel thế giới, trữ lượng rất phong phú và được coi là nguồn tài nguyên quan trọng của niken. Quặng laterite được phân thành hai loại quặng chính saprolite (quặng silicat) và limonite (quặng oxit). Người ta phát hiện ra trong một số dạng trầm tích chứa Ni, điển hình là limonite thường hiện diện một lượng nhỏ

scandium (Sc) đi kèm dưới dạng khoáng xâm nhiễm mịn. Scandi trong limonite với hàm lượng nhỏ nên vai trò cấu trúc của nó trong khoáng vật chủ không thể dễ dàng xác định được, tuy nhiên trữ lượng limonite lớn nên sự có mặt của scandi trong limonite đặt ra bài toán phải nghiên cứu các phương pháp chế biến khả thi nhằm thu hồi đồng thời thành phần Ni và nguyên tố đất hiếm Sc có giá trị.

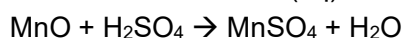
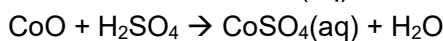


Limonite có hàm lượng sắt cao chủ yếu được xử lý bằng thủy luyện như quá trình hòa tách amoniac – amoni cacbonat (quy trình Caron) (Panda S.C. et al, 1980, [11]) hòa tách bằng axit sulfuric ở áp suất thường [4], và hòa tách bằng axit ở áp suất cao [5], [9]. Do đó, nói chung các loại quặng saprolite cấp hàm lượng Ni cao hơn được nấu chảy trong khi hỗn hợp limonite-saprolite và saprolite (với hàm lượng kim loại thấp hơn 1 - 2% Ni) có thể được xử lý bằng quy trình Caron – một dạng lai ghép của hỏa luyện và thủy luyện, còn quặng limonite được xử lý bằng cách hòa tách axit.

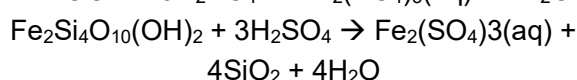
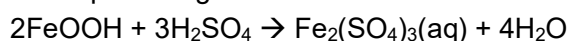
Hòa tách bằng axit trong điều kiện áp suất khí quyển (Acid leaching, AL) được coi là kinh tế vì đây là quá trình mở và diễn ra ở nhiệt độ thấp, tránh được yêu cầu sử dụng thiết bị phản ứng đắt tiền. Một số nghiên cứu báo cáo rằng axit sulfuric là tác nhân hiệu quả để tách niken từ quặng so với sử dụng các axit khoáng khác [7].

Hòa tách AL diễn ra ở nhiệt độ thấp hơn mặc dù tránh được các yêu cầu cao về thiết bị nhưng có hai hạn chế chính đó là: động học của quá trình tách niken diễn ra chậm và quá trình xử lý dung dịch sau đó phức tạp. Dung dịch hòa tách từ AL có khả năng chứa hàm lượng tạp chất đáng kể như sắt và nhôm, và phải tìm ra các phương pháp để loại bỏ có chọn lọc các kim loại này hoặc chiết tách có chọn lọc Ni và Sc. ([10], MacCarthy J. et al, 2014) Hòa tách limonite ở áp suất khí quyển có tính chọn lọc không cao đối với niken, cũng như đối với các kim loại khác, và do đó các nguyên tố như nhôm, sắt và magie cùng hòa tan dẫn đến làm tăng mức tiêu thụ axit.

Các phản ứng diễn ra trong quá trình hòa tách AL quặng laterite Ni như sau:



Sắt ở dạng goethite-FeOOH và nontronite-Fe<sub>2</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>2</sub> lần lượt hòa tan thành sắt sunfat theo các phản ứng sau:



Nếu hàm lượng sắt rất cao (82–100%), cation sắt có thể bị thủy phân nhanh chóng sau khi hòa tan goethite và nontronite tạo thành hematit-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hoặc sắt sunfat H<sub>2</sub>Fe<sub>3</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>7</sub> cơ bản. Sự hình thành sunfat sắt cơ bản phụ thuộc vào điều kiện hòa tách và thích hợp ngay cả ở giá trị pH rất thấp (pH = 0,2). Nhiệt độ cao thường tạo điều kiện cho sự hình thành hematite.

Saprolite nói chung, bao gồm cả quặng limonite khi hòa tách ở áp suất khí quyển có thể tiêu thụ nhiều axit (lên tới 1 tấn axit/tấn quặng), đây là một nhược điểm đáng kể về mặt kinh tế.

Tập đoàn CAVICO Việt Nam là chủ đầu tư mỏ quặng laterite rất lớn, diện tích lên đến 15km<sup>2</sup>, tại Bản Bor, huyện Borikhan, tỉnh Bolikhamxay, nước Cộng hòa Dân chủ Nhân dân Lào. Qua thăm dò ban đầu (giai đoạn 1), ước tính trữ lượng nguyên tố Ni của khu mỏ là rất lớn (trên 400.000 tấn Ni quy kim loại); kèm theo đó là trữ lượng Sc khoảng 3.500 tấn quy kim loại (tính riêng cho phần mỏ có hàm lượng từ 80 ppm đến 300 ppm có tiềm năng khai thác). Theo đánh giá của CAVICO Việt Nam, tại đây có trữ lượng thành phần quặng limonite lớn, phân bố chủ yếu ở bề mặt và dưới lớp đất nông nên dễ khai thác. Hàm lượng các nguyên tố Ni và Sc trong limonite: Ni 0,1 – 0,25% và Sc 100 – 200 ppm. Đây là các nguyên tố có giá trị cao nên rất cần được thu hồi một cách hiệu quả. Hàm lượng các thành phần khác, bao gồm: Fe 19 – 28%, Al ~ 9%, Mg ~ 0,8%. Với các thành phần chính của quặng như vậy theo các nghiên cứu trong nước đã công bố ([1],[2]) áp dụng quy trình hòa tách bằng axit sulfuric được cho là phù hợp và đem lại hiệu quả kinh tế.

## 2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Quặng nghiên cứu là mẫu đại diện do Tập đoàn CAVICO Việt Nam khai thác tại Lào và cung cấp có các thành phần chính với hàm lượng như trong Bảng 1.



**Bảng 1. Thành phần hóa học các nguyên tố chính trong mẫu chung cho nghiên cứu**

Tên mẫu	Hàm lượng các nguyên tố (mg/kg)		
	Ni	Sc	Fe
Quặng Ni-Sc	864,1	110,7	190.467,7

Mẫu nghiên cứu được nghiền mịn đến cấp hạt 80% nhỏ hơn 63 μm (P80 = 60 μm). Thành phần các cấu tử chính trong quặng bao gồm Ni và Sc được phân tích xác định bằng phương pháp ICP-MS có độ chính xác cao.

**2.2. Phương pháp thực nghiệm**

Dụng cụ thí nghiệm gồm cốc thủy tinh chịu nhiệt dung tích 500ml được đặt trên bếp điện có bộ phận gia nhiệt. Máy khuấy cần có điều chỉnh tốc độ được sử dụng để khuấy hỗn hợp trong thời gian phản ứng.

Tiến hành hòa tách khuấy trộn với quy mô phòng thí nghiệm ở điều kiện thường bằng tác nhân axit sulphuric, duy trì tốc độ khuấy 500 r/min: Khảo sát các thông số ảnh hưởng đến hiệu suất hòa tách Ni, Sc vào dung dịch, bao gồm các thông số: Nồng độ axit, nhiệt độ hòa tách, thời gian hòa tách, tỷ lệ pha rắn/lỏng (R/L) và cấp hạt.

Hỗn hợp phản ứng sau hòa tách được lọc thu dung dịch. Phần cặn không tan được rửa bằng dung dịch axit sulphuric pH = 1. Phần dung dịch gộp chung được phân tích trên thiết bị ICP-MS xác định thành phần các nguyên tố chính là Ni và Sc.

Dựa vào nồng độ Ni, Sc cũng như tạp chất có trong quặng trước hòa tách và trong dung dịch thu được để tính toán hiệu suất hòa tách của chúng theo công thức:

$$\text{Hiệu suất hòa tách (\%)} = \frac{m_{(dd)}}{m_{(q)}} \times 100$$

Trong đó:

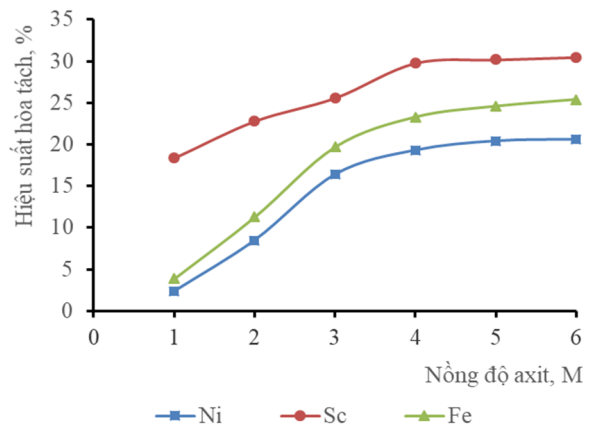
$m_{(dd)}$  - lượng chất cần xác định có trong dung dịch sau hòa tách

$m_{(q)}$  - lượng chất cần xác định có trong quặng ban đầu

**3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1. Ảnh hưởng của nồng độ axit sulphuric đến hiệu suất hòa tách Ni, Sc và Fe**

Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của nồng độ axit sulphuric đến hiệu suất hòa tách Ni, Sc và thành phần Fe được tiến hành ở điều kiện nhiệt độ phòng thí nghiệm. Mỗi mẻ thí nghiệm gồm 25,00 gam quặng limonite đã nghiền mịn và cho vào cốc thủy tinh chịu nhiệt dung tích 500 ml. Thêm 250,00 ml dung dịch axit có nồng độ lần lượt là 1M, 2M, 3M, 4M, 5M và 6M. Tiến hành khuấy liên tục hỗn hợp trong thời gian 6h, duy trì tốc độ khuấy 500 r/min. Sau khi kết thúc phản ứng, tiến hành lọc tách dung dịch khỏi cặn không tan, rửa cặn bằng 250 ml dung dịch axit sulphuric loãng pH = 1. Dung dịch được gộp chung và định mức đến 500,00 ml. Tiến hành phân tích hàm lượng thành phần Ni, Sc và tạp chất Fe trong dung dịch sau định mức. Dựa vào lượng Ni, Sc, Fe thu được sau hòa tách, so sánh với hàm lượng của chúng trong mẫu quặng ban đầu để tính hiệu suất hòa tách. Kết quả thu được thể hiện trên Hình 1.



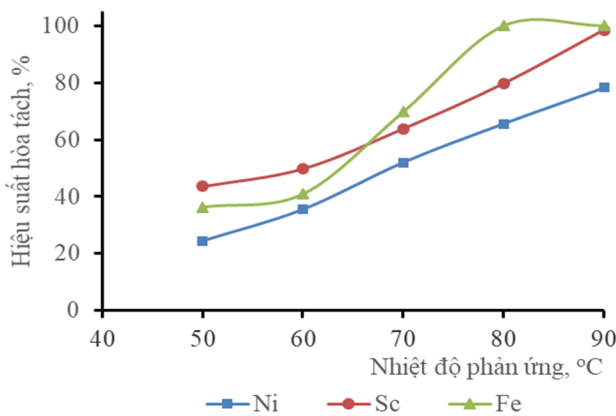
**Hình 1. Ảnh hưởng của nồng độ axit đến hiệu suất thu hồi Ni, Sc và Fe**

Từ kết quả khảo sát ảnh hưởng của nồng độ tác nhân axit sulphuric đến hiệu suất hòa tách Ni, Sc và Fe ở điều kiện nhiệt độ phòng thí nghiệm có thể thấy rằng khi tăng nồng độ axit thì hiệu suất hòa tách Ni và Sc tăng và đạt cực đại ở nồng độ axit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> từ 5 – 6 M. Tuy nhiên ở nồng độ axit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4 M cho hiệu suất tách Ni và Sc thấp hơn nhưng không đáng kể, tương ứng Ni ~ 20%, Sc ~ 30%. Có thể một lượng lớn axit đã tiêu tốn để hòa

tan các thành phần tạp chất có trong quặng limonite, nhận định này phù hợp với các kết quả đã được công bố ([5],[10]). Ở điều kiện nhiệt độ phòng khả năng hòa tan các khoáng sắt chưa đạt đến mức độ cao nhất, chỉ đạt mức 23% khi sử dụng axit nồng độ 4M. Có thể nhận định rằng hiệu suất tách các thành phần ra khỏi quặng không cao khi tiến hành ở điều kiện nhiệt độ thông thường. Nồng độ  $H_2SO_4$  4M được lựa chọn cho các nghiên cứu tiếp theo nhằm giảm chi phí tác nhân axit, hạn chế thành phần tạp chất hòa tan đồng thời cùng với Ni và Sc.

### 3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ hòa tách đến hiệu suất hòa tách Ni, Sc và Fe

Khảo sát ảnh hưởng của yếu tố nhiệt độ đến hiệu suất hòa tách Ni và Sc được tiến hành ở điều kiện nhiệt độ thay đổi. Mỗi mẻ thí nghiệm gồm 25,00 g quặng limonite đã nghiền mịn có cấp hạt P80 = 63  $\mu m$  và cho vào cốc thủy tinh chịu nhiệt dung tích 500 ml. Thêm 250,00 ml dung dịch axit có nồng độ 4 M, duy trì tốc độ khuấy 500 r/min, thời gian 6 h. Nhiệt độ khảo sát thay đổi lần lượt là 30°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80°C và 90°C. Kết quả ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu suất hòa tách Ni, Sc và thành phần tạp chất Fe được thể hiện trên Hình 2.



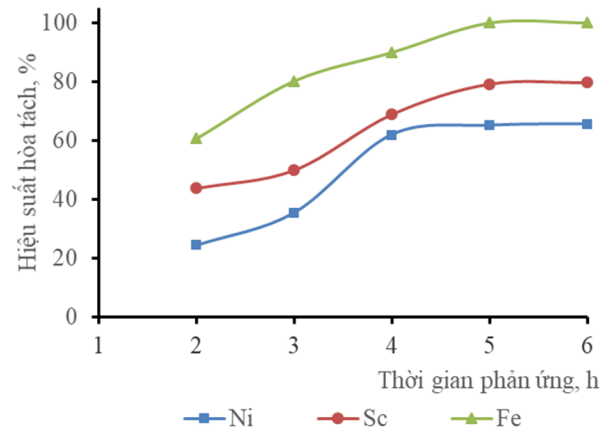
Hình 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến hiệu suất thu hồi Ni, Sc và Fe

Khi tăng nhiệt độ phản ứng thì hiệu suất hòa tách các thành phần có trong quặng bao gồm cả Ni và Sc cũng tăng đáng kể, đặc biệt là tăng cao đối với Fe. Với nồng độ axit  $H_2SO_4$  4M, khi nhiệt độ đạt 70°C thì hiệu suất tách Ni đạt khoảng 52% trong

khí khoảng 64% Sc được tách vào dung dịch. Trong khoảng nhiệt độ 80 – 90°C thì hiệu suất hòa tách đồng thời Ni và Sc tăng mạnh, thành phần Sc gần như được tách hoàn toàn vào dung dịch ở nhiệt độ 90°C, trong khi ở nhiệt độ này Ni là 80%. Tuy vậy ở nhiệt độ ~ 90°C có thể gây thất thoát hơi nước, làm thay đổi tỷ lệ thành phần pha R/L và thay đổi nồng độ axit sử dụng, đồng thời hòa tan tối đa thành phần tạp chất có trong quặng. Do đó hướng nghiên cứu tiếp theo được tiến hành ở khoảng nhiệt độ 70 – 80°C, trong khoảng nhiệt độ này hiệu suất tách của Fe là trên 70%.

### 3.3. Ảnh hưởng của thời gian hòa tách đến hiệu suất hòa tách Ni, Sc và Fe

Các thí nghiệm được thực hiện ở điều kiện nhiệt độ 80°C, nồng độ axit 4M, duy trì tốc độ khuấy 500 r/min, tỷ lệ R/L = 1/10. Thông số thời gian được thay đổi trong dãy 2 h, 3 h, 4 h, 5 h và 6 h. Kết quả ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu suất hòa tách Ni và Sc được thể hiện trên Hình 3.



Hình 3. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến hiệu suất thu hồi Ni, Sc và Fe

Tại nhiệt độ phản ứng 80°C, hiệu suất hòa tách Ni đạt cân bằng trong khoảng thời gian phản ứng 4 h tương ứng khoảng 65%. Trong khi đó hiệu suất tách Sc đạt khoảng 70% ở thời gian phản ứng 4 h và đạt cân bằng ở khoảng thời gian 4 – 5 h với hiệu suất hòa tách khoảng 80%. Thành phần sắt gần như hòa tan hoàn toàn vào dung dịch ở nhiệt độ 80°C trong thời gian phản ứng 5 h. Để hạn chế thành phần sắt hòa tan tối đa, thời gian phản ứng 4 h được lựa chọn cho các thí nghiệm tiếp theo.



### 3.4. Ảnh hưởng của tỷ lệ R/L đến hiệu suất hòa tách Ni, Sc và Fe

Ảnh hưởng của tỷ lệ pha R/L đến hiệu suất hòa tách Ni và Sc được đánh giá với các tỷ lệ 1/10, 2/10 và 3/10. Quặng có cấp hạt P80 = 63  $\mu\text{m}$ . Các thí nghiệm được tiến hành ở điều kiện 80°C, axit sulphuric nồng độ 4 M và duy trì tốc độ khuấy 500 r/min trong thời gian 4 h. Kết quả cho thấy hiệu quả hòa tách Ni và Sc tăng khi giảm tỷ lệ pha R/L. Số liệu khảo sát thể hiện trong Bảng 2.

**Bảng 2. Ảnh hưởng của tỷ lệ pha R/L đến hiệu suất hòa tách**

Tỷ lệ pha R/L (g/ml)	Hiệu suất hòa tách (%)		
	Fe	Ni	Sc
1/10	100,0	65,8	80,1
2/10	90,0	25,6	30,7
3/10	60,2	15,5	20,6

Hiệu suất tách Ni, Sc và các tạp chất tăng khi giảm tỷ lệ pha R/L và đạt lớn nhất tại tỷ lệ R/L = 1/10 tương ứng với tỷ lệ Ni và Sc được tách vào dung dịch là 66% và 80%. Tại tỷ lệ pha R/L = 3/10 thì hiệu suất hòa tách của tất cả các thành phần trong quặng đều giảm, điều này có thể được giải thích bởi các lý do sau: thứ nhất, một lượng đáng kể thành phần silicat tạo ra lớp khuếch tán trên bề mặt các hạt quặng; thứ hai, khả năng tiếp cận bề mặt không phản ứng của H<sup>+</sup> bị hạn chế do sự hình thành lớp sản phẩm rắn xốp trên bề mặt hạt quặng; và thứ ba là bản chất quá trình thẩm thấu chậm của các pha khoáng như hematite và goethite.

### 3.5. Ảnh hưởng của cấp hạt đến hiệu suất hòa tách Ni, Sc và Fe

Thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của kích thước hạt quặng đến hiệu suất hòa tách Ni và Sc thực hiện ở điều kiện khác nhau về cấp hạt, bao gồm P80 = 63  $\mu\text{m}$ , P80 = 125  $\mu\text{m}$  và P80 = 215  $\mu\text{m}$ . Các thí nghiệm hòa tách được tiến hành ở điều kiện 80°C, axit sulphuric nồng độ 4 M, tỷ lệ R/L = 1/10 và duy trì tốc độ khuấy 500 r/min trong thời

gian phản ứng 4 h. Kết quả cho thấy hiệu quả hòa tách Ni và Sc tỷ lệ thuận với thành phần cấp hạt mịn có trong hỗn hợp hòa tách, tỷ lệ hạt mịn càng lớn thì khả năng giải phóng các khoáng càng lớn nên các khoáng dễ tiếp xúc với pha tác nhân axit và bị hòa tan vào dung dịch. Để tăng hiệu quả tách Ni và Sc thì cấp hạt quặng P80 = 63  $\mu\text{m}$  là phù hợp nhất. Số liệu thể hiện trong Bảng 3.

**Bảng 3. Ảnh hưởng của cấp hạt đến hiệu suất hòa tách các thành phần Ni, Sc và Fe**

Cấp hạt	Hiệu suất hòa tách, %		
	Fe	Ni	Sc
P80 = 63 $\mu\text{m}$	100,0	65,8	80,1
P80 = 125 $\mu\text{m}$	80,2	60,4	70,6
P80 = 215 $\mu\text{m}$	60,1	50,5	55,5

## 4. KẾT LUẬN

➤ Mặc dù công nghệ chế biến quặng Ni được nghiên cứu từ lâu tuy nhiên thành phần nguyên tố Sc có giá trị chưa được đề cập nghiên cứu sâu tại Việt Nam. Với mục tiêu xây dựng quy trình hòa tách quặng limonite định hướng thu nhận đồng thời Ni và Sc, nhóm nghiên cứu đã khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất quá trình. Kết quả cho thấy ở cấp hạt mịn P80 = 63  $\mu\text{m}$  sau thời gian hòa tách 4 h, có thể đạt được hiệu suất hòa tách Ni ~ 70% và Sc đạt ~80% ở các điều kiện nồng độ axit sử dụng H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4M, nhiệt độ phản ứng duy trì 80°C, tỷ lệ rắn/lỏng 1/10 và duy trì tốc độ khuấy 500 r/min. Tác nhân axit sulphuric là phù hợp về mặt kinh tế, đồng thời cho hiệu quả hòa tách Ni và Sc cao, hạn chế được tạp chất hòa tan trong quá trình hòa tách từ đó giảm chi phí cho các công đoạn xử lý dung dịch tiếp theo;

➤ Kết quả nghiên cứu đạt được phù hợp với thực tiễn tại nước ta và phù hợp với nhiều công bố quốc tế về nghiên cứu chế biến quặng laterite Nickel trong đó có quặng limonite. Thành công của đề tài sẽ góp phần mở rộng nghiên cứu trong chế biến sâu quặng nikel đồng thời thu nhận các nguyên tố có giá trị cao, đặc biệt là nguyên tố Sc tại Việt Nam □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Nguyễn Thị Lệ Huyền. (2014). Nghiên cứu đặc điểm quặng sắt limonit nguồn gốc phong hóa trầm tích khu vực phía Tây tỉnh Nghệ An và định hướng thăm dò khai thác. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, Trường ĐH Khoa học Huế, Tập 1, số 1, 83-94.
- [2]. Nguyễn Thuần Khanh, Trần Trung Tới, Phùng Tiến Thuật. (2021). Các nghiên cứu về quy trình xử lý quặng laterite – nikel trên thế giới và ở Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Mỏ - Địa chất*, Vol. 62, No. 3b, 41-50.
- [3]. Arroyo, J. C. (2001). USA Patent No. 6,261,527.
- [4]. Canterford, J. H. (1975). Treatment of nickeliferous laterites. *Minerals Science and Engineering*, 7, 3-17.
- [5]. Georgiou, D., and Papangelakis, V. G. (1998). Sulphuric acid pressure leaching of a limonitic laterite: chemistry and kinetics. *Hydrometallurgy*, 49(1-2), 23-46. doi:10.1016/S0304-386X(98)00023-1
- [6]. Addai-Mensah, J., Nosrati, A. (2014). Atmospheric acid leaching of siliceous goethitic Ni laterite ore: Effect of solid loading and temperature. *Minerals Engineering* 69, 154-164.
- [7]. McDonald, R. G. Whittington, B. I. (2008). Atmospheric acid leaching of nickel laterites review: part I. sulphuric acid technologies. *Hydrometallurgy*, 91(1-4), 35-55.
- [8]. Panda, S. C., Sukla, L. B., and Jena, P. K. (1980). Extraction of nickel through reduction roasting and ammoniacal leaching of lateritic nickel ores. *Transactions Indian Institute of Metals*, 33, 161-165.
- [9]. Rubisov, D. H., Papangelakis, V. G. (2000). Sulphuric acid pressure leaching of laterites – speciation and prediction of metal solubilities at temperature. *Hydrometallurgy*, 58, 13-26.
- [10]. Srečko S., Bernd F., Reinhard F. (2003). Sulphuric acid leaching of the Serbian nickel lateritic ore. *World of Metallurgy - ERZMETALL*, 198-203.
- [11]. Valix, M., Cheung, W. H. (2002). Effect of sulfur on the mineral phases of laterite ores at high temperature reduction

---

**RESEARCH ON SOME MAJOR FACTORS AFFECTING Ni AND Sc EXTRACTIONS  
IN THE SULPHURIC ACID STIRRED LEACHING OF LIMONITE ORE**

Quynh Nguyen Trinh\*, Hung Trong Nguyen, Duy Ba Bui, Son Van Tran, Ai Thi Truong,  
Ha Hong Nguyen, Tuyet Anh Thi Do, Minh Duy Cao, Huy Quang Ngo,  
Huy Quang Chu, Ha Thu Thi Nguyen, Uyen Thuy Thi Bui

Institute for Technology of Radioactive and Rare Elements of Vietnam Atomic Energy Institute, 48 Lang Ha, Hà Nội, Vietnam

**ARTICLE INFOR**

TYPE: Research Article

Received: 12/8/2024

Revised: 15/9/2024

Accepted: 10/10/2024

\* Corresponding author:

Email: tnq2007@gmail.com

---

**ABSTRACT**

Nickel and scandium were extracted from limonite ore under atmospheric pressure leaching conditions. The following variables were examined to understand their effects on nickel and scandium extraction: sulphuric acid concentration, leaching temperature, leaching time, liquid-to-solid ratio and particle size. After 4 h of leaching, ~70% Ni and ~80% Sc were obtained under the following conditions 4M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 80°C, solid to liquid ratio = 1/10 (gr/ml) and laterite particles P80 = 63 μm at stirring speed = 500 rpm. The results indicated that although limonite ore contains low grade of Ni and Sc, under optimal leaching conditions, Ni and Sc could be obtained with high efficiency. Using sulfuric acid as a reagent is economical and it also limits the dissolution of impurity components into the solution.

**Keywords:** Atmospheric pressure leaching; limonite ore; nickel and scandium extraction.

---

@ Vietnam Mining Science and Technology Association