

# NGHIÊN CỨU CHIẾT TÁCH HỖN HỢP PHÈN KEO TỤ TỪ QUẶNG ĐUÔI BAUXITE TẠI MỎ BẢO LỘC, LÂM ĐỒNG

Trần Thị Ngọc Mai\*, Trần Thị Thúy Nhân, Nguyễn Thị Thủy

Trường Đại học Công nghệ Thực phẩm TP.HCM

\*Email: maitn@hufi.edu.vn

Ngày gửi bài 10/01/2019; Ngày chấp nhận đăng: 06/3/2019

## TÓM TẮT

Nghiên cứu tập trung vào việc tối ưu hóa hiệu suất chiết tách hỗn hợp phèn keo tụ từ quặng đuôi bauxite tại mỏ bauxite Bảo Lộc, Lâm Đồng. Axit  $H_2SO_4$  98% được sử dụng để chiết tách hỗn hợp  $Fe_2(SO_4)_3$  và  $Al_2(SO_4)_3$  từ quặng đuôi, phần cặn không tan trong axit được thải bỏ không gây hại cho môi trường. Phương pháp đáp ứng bề mặt được sử dụng để nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố đến hiệu suất chiết tách gồm nhiệt độ, thời gian phản ứng và tỷ lệ axit. Phần mềm Design Expert 11 được sử dụng để thiết kế thí nghiệm và tính toán mô hình hồi quy. Kết quả đã xây dựng được mô hình tương thích với các số liệu thực nghiệm và có hệ số tương quan  $R^2$  đạt 0,99. Điều kiện thích hợp được xác định là tại nhiệt độ phản ứng 130 °C, thời gian phản ứng là 2,8 giờ, tỉ lệ axit là 1,2 L axit/kg quặng đuôi, tại đó hiệu suất tách phèn sắt đạt 85,3%, hiệu suất tách phèn nhôm đạt 81,3%. Sản phẩm được thử nghiệm khả năng keo tụ - tạo bông trên một số loại nước thải cho thấy hiệu quả tương đương với các loại phèn thương mại. Như vậy, việc xử lý tận dụng quặng đuôi bauxite không chỉ đem lại ý nghĩa về mặt môi trường là giảm đáng kể thể tích bã thải, hạn chế ảnh hưởng xấu đến môi trường mà còn đem lại hiệu quả kinh tế là tận thu nguồn tài nguyên này để ứng dụng keo tụ xử lý nước thải.

*Từ khóa:* Bauxite, keo tụ, phèn, quặng đuôi, tối ưu hóa.

## 1. MỞ ĐẦU

Quặng bauxite là nguyên liệu chính để sản xuất nhôm, thành phần (quy ra oxit) gồm  $Al_2O_3$  (40-60%),  $Fe_2O_3$  (20-25%),  $SiO_2$  (5-20%) và một lượng nhỏ các oxit kim loại khác [1, 2]. Sau khi khai thác, quặng thô được tuyển rửa bằng nước kết hợp với sàng trống quay để thu quặng tinh, tỷ lệ thu hồi đạt 50% nghĩa là để thu 1 tấn quặng tinh sẽ thải bỏ khoảng 1 tấn quặng đuôi (theo khối lượng khô). Quặng tinh được sử dụng để sản xuất nhôm theo công nghệ thủy nhiệt Bayer, tinh luyện được 1 tấn nhôm sẽ tạo ra 1 - 2,5 tấn bùn đỏ [1]. Như vậy, bã thải bauxite gồm 2 loại là quặng đuôi thải bỏ trong quá trình tuyển rửa quặng tinh và bùn đỏ phát sinh trong quy trình Bayer. Quặng đuôi có độ kiềm thấp hơn (pH 10) và tỷ lệ các oxit kim loại tùy thuộc vào chất lượng quặng thô [3], bùn đỏ có độ kiềm cao (pH 10-12,5) và có hàm lượng cao các oxit kim loại như sắt, nhôm [1].

Trên thế giới, có nhiều nghiên cứu nhằm giải quyết vấn đề bã thải bauxite do tính nguy hại của nó đến môi trường xung quanh. Các giải pháp cụ thể đã được thực hiện đối với bã thải bauxite như: i) thải bỏ trực tiếp gây ô nhiễm môi trường và mất cân bằng hệ sinh thái; ii) bã thải chứa trong các hồ lớn, lắng tách nước, bùn khô đem đi chôn lấp; iii) trung hòa trước khi chôn lấp hoặc xử lý tiếp theo; iv) tái sử dụng. Các nghiên cứu khảo sát hiệu quả trung hòa của các loại axit khác nhau đã được tiến hành, sự biến đổi tính chất kiềm được kiểm tra cho thấy tính an toàn của bã thải sau khi trung hòa [3, 4]. Tuy nhiên, biện pháp này gây lãng

phí tài nguyên, tính an toàn không cao do có tiềm năng đe dọa hệ sinh thái khu vực xung quanh do khối lượng bùn tạo ra lớn, tiềm ẩn nguy cơ hồ chứa bị nứt, vỡ [5]. Tái sử dụng là hướng giải quyết hợp lý nhất có ý nghĩa môi trường và kinh tế, như thu hồi kim loại với hàm lượng cao như sắt, nhôm, titan [1, 6]; chiết xuất các nguyên tố đất hiếm như Sc, Y, La, Ce, Nd và Dy [7]; sản xuất vật liệu như gạch, thủy tinh, gốm sứ, vật liệu che phủ [6, 8-10].

Trong đó, bùn đỏ được tận thu và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau, có thể dùng sản xuất gạch, khuôn đúc, luyện kim [8], sử dụng nhiều trong lĩnh vực môi trường như làm chất keo tụ, vật liệu lọc, vật liệu hấp phụ xử lý khí và nước [9, 10]. Đối với quặng đuôi thì được tận thu làm một số sản phẩm trong lĩnh vực xây dựng, ứng dụng trong môi trường còn hạn chế [8]. Hiện nay, giải pháp với loại quặng này chủ yếu vẫn là chứa trong các hồ lớn, lắng tách nước, trung hòa, sau đó thải bỏ trực tiếp vào môi trường tự nhiên. Loại bùn thải này không có tính nguy hại cao như bùn đỏ, nhưng với thực trạng hiện nay, lượng thải bỏ rất lớn nên tiêu hao hóa chất trung hòa, gây sức ép lớn đối với các mỏ khai thác dẫn đến các sự cố môi trường nên cần được quan tâm [5].

Việt Nam có trữ lượng bauxite khoảng 5,5 tỷ tấn quặng nguyên khai, tương đương 2,4 tỷ tấn quặng tinh, tập trung chủ yếu ở Tây Nguyên (91,4%) [11]. Ở Việt Nam, các nghiên cứu về bùn đỏ cũng rất được quan tâm và có ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau như sản xuất tinh quặng sắt, sắt xộp và thép theo công nghệ tách khô, thiêu từ hóa, nghiền và tuyển [12]. Bùn đỏ cũng có nhiều ứng dụng trong xử lý môi trường như làm chất keo tụ xử lý nước thải [13], làm chất hấp phụ xử lý ion Cr(VI) [14].

Quặng đuôi cũng có các thành phần tương tự như bùn đỏ, tuy nhiên có sự khác biệt về độ kiềm và hàm lượng các oxit kim loại. Quặng đuôi đã được dùng nhiều để sản xuất vật liệu xây dựng như gạch, khuôn đúc... Ứng dụng trong lĩnh vực môi trường có thể tìm thấy là ứng dụng làm vật liệu lọc. Quặng đuôi Bảo Lộc được bổ sung  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , cao lanh và tạo vật liệu hấp phụ dạng viên, ứng dụng xử lý kim loại nặng cho thấy hiệu quả tốt hơn than hoạt tính [15]. Mẫu quặng đuôi lấy từ mỏ bauxite Bảo Lộc, Lâm Đồng được nung ở  $600\text{ }^\circ\text{C}$  trong 2 giờ, vật liệu sau khi nung có khả năng xúc tác quá trình lọc với hiệu quả cao [16]. Nghiên cứu chỉ dừng ở bước ứng dụng làm vật liệu lọc nước, việc tận dụng các thành phần, đặc trưng, tính chất vật liệu này chưa được thực hiện. Sản phẩm chỉ ứng dụng mục đích lọc nước nên cũng có hạn chế về ứng dụng khi xử lý môi trường.

Theo phê duyệt của Thủ tướng Chính phủ, sản lượng alumin của Việt Nam năm 2015 đạt 6,0-8,5 triệu tấn/năm; dự kiến năm 2025 đạt 13-18 triệu tấn/năm [11]. Theo tỷ lệ thu hồi 50% quặng tinh thì quặng đuôi tuyển rửa bauxite sẽ tạo ra với khối lượng lớn, khoảng 6-9 triệu tấn/năm vào năm 2025. Mỏ bauxite Bảo Lộc, Lâm Đồng đang được khai thác đúng với công suất thiết kế 200.000 tấn quặng tinh/năm từ năm 2007 [11]. Phần quặng đuôi đang được chứa trong các hồ lớn, gây sức ép về tính an toàn cho khu vực dân cư và hệ sinh thái xung quanh, gây lãng phí tài nguyên. Như đã nói ở trên, các nghiên cứu tận thu loại quặng đuôi này còn rất hạn chế, chưa xây dựng được quy trình tận thu một cách hoàn thiện, cũng như chưa đánh giá đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng. Do đó, việc tận thu các kim loại có hàm lượng cao là sắt và nhôm có trong quặng đuôi tại mỏ bauxite Bảo Lộc, Lâm Đồng được lựa chọn thực hiện nhằm đưa ra giải pháp giải quyết vấn đề cấp bách này.

Nghiên cứu tập trung vào việc lựa chọn các điều kiện phù hợp để tận thu sắt và nhôm sử dụng làm hỗn hợp chất keo tụ xử lý nước thải. Quá trình chiết tách bằng axit có các yếu tố ảnh hưởng chính là nhiệt độ phản ứng, thời gian phản ứng và tỷ lệ axit được khảo sát để đạt hiệu suất cao các phản ứng chiết tách xảy ra như sau:



## 2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

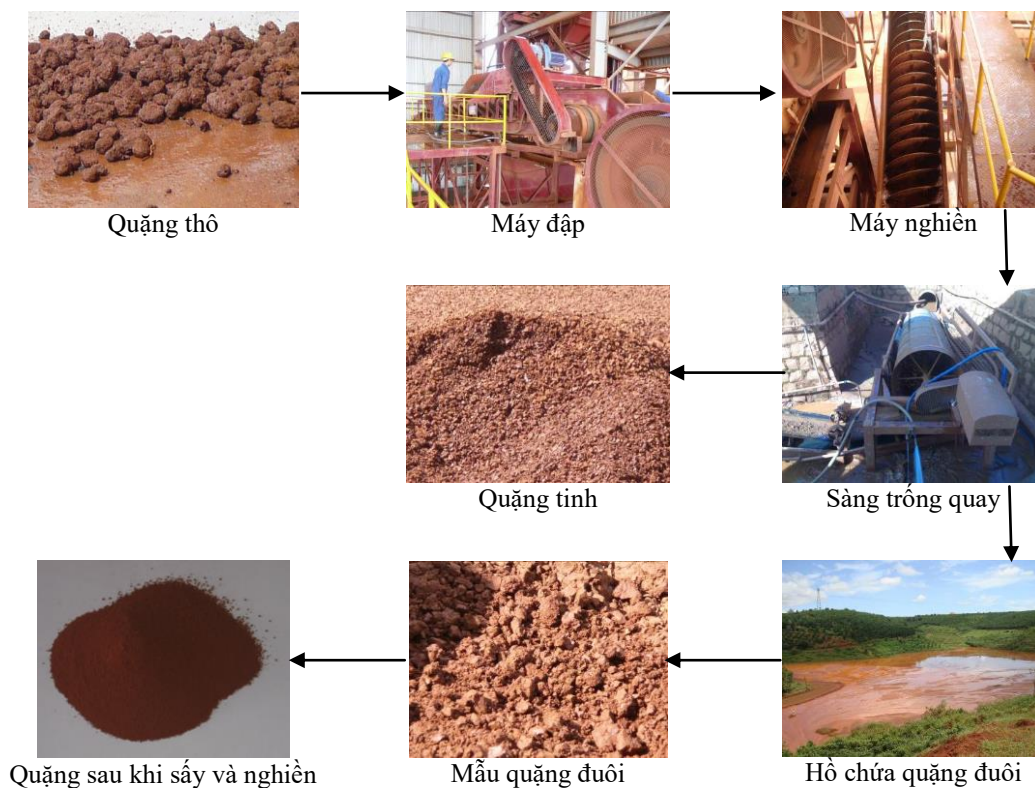
### 2.1. Nguyên liệu

Quy trình sử dụng để tuyển rửa quặng thô, thu hồi quặng tinh tại mỏ bauxite Bảo Lộc, Lâm Đồng được trình bày trong Hình 1. Quặng thô sau khi khai thác từ mỏ được đưa vào máy đập rồi đến máy nghiền, 2 thiết bị này đều có mục đích là nghiền nhỏ các khối quặng có kích thước lớn. Đồng thời, ở 2 thiết bị này đều có kết hợp với vòi xịt nước áp lực cao để loại bỏ bùn đất bám dính trên tinh thể quặng. Sau đó, quặng tiếp tục được đưa vào sàng trống quay, vòi xịt nước áp lực cao giúp loại bỏ quặng đuôi qua lỗ rỗng trên sàng, còn tinh thể quặng có độ cứng cao và kích thước lớn hơn được giữ lại ở sàng trống quay. Quặng tinh được thu hồi sử dụng để sản xuất nhôm, phần quặng đuôi được chứa trong các hồ lớn để tách bỏ nước thừa, mẫu quặng đuôi lấy tại đây là đối tượng nghiên cứu của đề tài.

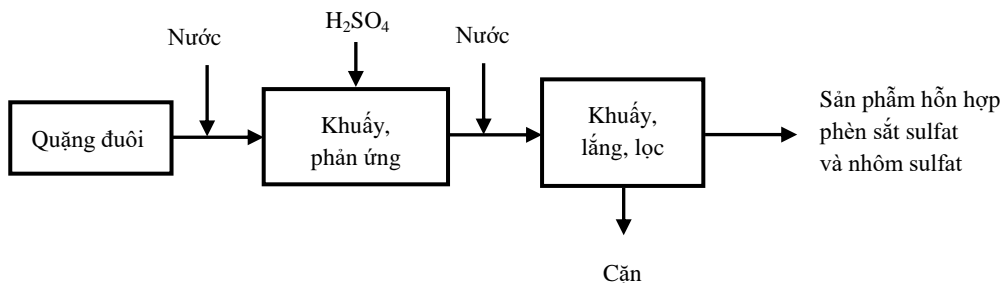
Mẫu quặng đuôi ban đầu được xử lý sơ bộ bằng cách sấy ở nhiệt độ 105-110 °C đến khi đạt khối lượng không đổi, nghiền nhỏ với kích thước <0,5 mm dùng cho các khảo sát trong nghiên cứu này.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình chiết tách hỗn hợp chất keo tụ từ quặng đuôi bauxite được thực hiện theo sơ đồ mô tả trong Hình 2. Cân 50 g quặng đuôi, bổ sung nước với tỷ lệ 2 L nước/1 kg quặng đuôi, khuấy trộn đều bằng máy khuấy từ. Cho axit  $H_2SO_4$  vào với các tỷ lệ cần khảo sát là 0,8; 1,0 và 1,2 (L axit/kg quặng đuôi). Duy trì phản ứng liên tục trong các khoảng thời gian cần khảo sát từ 1-3 giờ và ở khoảng nhiệt độ cần khảo sát từ 90-130 °C. Bổ sung thêm nước cất 2 lần với tỷ lệ 4 L nước/1 kg quặng đuôi để lọc tách hỗn hợp phen, lượng nước này được chia ra bổ sung và tiến hành lọc 2 lần. Kết thúc quy trình khi hỗn hợp phen được lọc hết, phần cặn được thải bỏ.



Hình 1. Một số hình ảnh về quá trình tuyển rửa quặng tại mỏ bauxite Bảo Lộc – Lâm Đồng



Hình 2. Quy trình chiết tách hỗn hợp phen từ quặng đuôi bauxite

Hàm lượng sắt, nhôm trong mẫu quặng đuôi ban đầu và sản phẩm được xác định bằng phương pháp phân tích trắc quang, các thí nghiệm đều được lặp lại 3 lần, lấy giá trị trung bình và tính sai số thí nghiệm để đảm bảo sự chính xác của phép đo.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Xác định hàm lượng sắt và nhôm trong quặng đuôi

Mẫu quặng đuôi ban đầu có hàm lượng sắt oxit  $31,0 \pm 0,9\%$ , nhôm oxit là  $29,7 \pm 1,4\%$ . Hàm lượng 2 oxit cao, thích hợp để chiết tách hỗn hợp phen sắt và phen nhôm ứng dụng cho xử lý nước thải bằng phương pháp keo tụ - tạo bông.

#### 3.2. Xây dựng mô hình hồi quy cho hiệu suất chiết tách phen sắt và phen nhôm

Chọn khoảng biến thiên của các yếu tố ảnh hưởng và quy đổi về giá trị biến mã để thực hiện loạt thí nghiệm tối ưu hóa như Bảng 1.

Bảng 1. Giá trị biến mã tương ứng với các biến thực của các yếu tố

Yếu tố	Giá trị biến mã tương ứng		
	-1	0	1
Nhiệt độ (°C) - $X_1$	90	110	130
Thời gian (giờ) - $X_2$	1	2	3
Tỷ lệ axit (L axit/kg quặng đuôi) - $X_3$	0,8	1,0	1,2

Bố trí kế hoạch làm thực nghiệm tối ưu hóa theo mô hình của Box-Behnken bằng phần mềm Design Expert 11 chọn được 15 thí nghiệm, mỗi thí nghiệm thực hiện lặp lại 3 lần, tính giá trị trung bình và đã kiểm tra sai số đều nhỏ hơn 5%. Kết quả thu được các giá trị hiệu suất chiết tách phen sắt và nhôm trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất chiết tách

TT	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giờ)	Tỷ lệ axit (L axit/kg quặng đuôi)	Hiệu suất chiết tách phen sắt (%)	Hiệu suất chiết tách phen nhôm (%)
1	1	-1	0	79,9	71,9
2	0	1	1	79,4	72,1
3	0	-1	-1	70,6	63,3
4	0	1	-1	74,5	66,3
5	-1	0	-1	67,1	60,2
6	0	0	0	76,1	67,1
7	1	0	-1	78,3	69,7
8	0	-1	1	76,6	68,2
9	1	1	0	82,7	73,3
10	0	0	0	75,5	68,1
11	-1	1	0	71,1	62,9
12	-1	-1	0	67,8	59,9
13	1	0	1	83,8	74,2
14	-1	0	1	72,2	65,3
15	0	0	0	75,2	67,7

Xử lý các kết quả với phần mềm Design Expert 11 cho hai mô hình quan hệ đa thức bậc nhất giữa hiệu suất chiết tách phen sắt  $Y_1$  (%), hiệu suất chiết tách phen nhôm  $Y_2$  (%) và các yếu tố ảnh hưởng như sau:

$$Y_1 = 75,4 + 5,8X_1 + 1,6X_2 + 2,7X_3 \quad (3)$$

$$Y_2 = 72,4 + 5,1X_1 + 1,4X_2 + 2,5X_3 \quad (4)$$

Kết quả kiểm định cho thấy các giá trị P (*P-value*) < 0,05 và sự không phù hợp (Lack of Fit) không có ý nghĩa đáng kể, các giá trị  $R^2$  dự đoán và thực tế đều chênh lệch < 0,2. Như vậy, nghiên cứu đã xây dựng được mô hình có ý nghĩa thống kê và có thể sử dụng để xác định hiệu suất chiết tách phen ở các điều kiện khác nhau cũng như lựa chọn điều kiện phù hợp để đạt hiệu suất chiết tách theo mong muốn.

Bảng 3. Kết quả phân tích thống kê của phần mềm Design Expert đối với 2 mô hình hiệu suất chiết tách phen sắt và phen nhôm

Mô hình	Giá trị P	Sự không phù hợp (Lack of Fit)	$R^2$	Giá trị
Mô hình (3)	< 0,0001	0,8634	Thực tế	0,9957
	Có ý nghĩa	Không ý nghĩa	Dự đoán	0,9944
Mô hình (4)	< 0,0001	0,3716	Thực tế	0,9766
	Có ý nghĩa	Không ý nghĩa	Dự đoán	0,9633

**3.3. Tối ưu hóa các điều kiện chiết tách hỗn hợp phen**

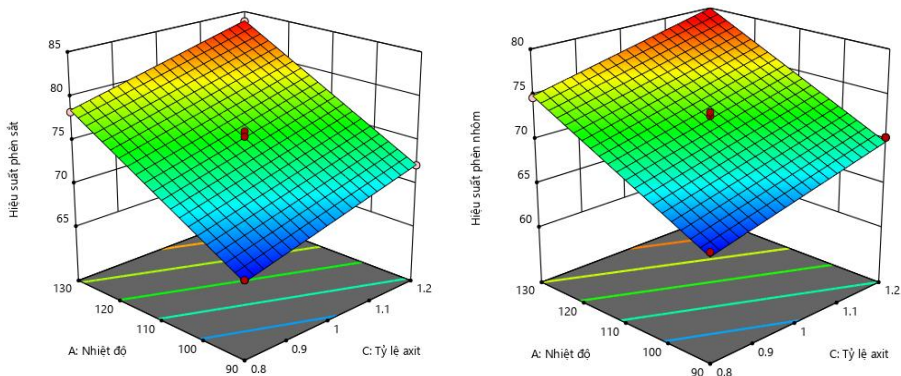
Sử dụng mô hình quan hệ đa thức bậc nhất giữa hiệu suất chiết tách phen sắt  $Y_1$  (%), hiệu suất chiết tách phen nhôm  $Y_2$  (%) và các yếu tố ảnh hưởng, phần mềm Design Expert 11 đã biểu diễn ảnh hưởng của các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất chiết tách phen như ở Hình 3 (Nhiệt độ và tỷ lệ axit là 2 yếu tố ảnh hưởng nhiều đến hiệu suất nên được lựa chọn để biểu diễn, điều này được chứng minh ở hệ số đứng trước biến nhiệt độ  $X_1$  và tỷ lệ axit  $X_3$  cao hơn hệ số đứng trước biến  $X_2$  trong phương trình 3 và 4). Sau đó, mô hình tiếp tục biểu diễn ảnh hưởng đồng thời của 3 yếu tố đến hiệu suất chiết tách ở Hình 4 để làm cơ sở xác định được các điều kiện phù hợp để chiết tách hỗn hợp phen theo Hình 5 và 6.

Nhiệt độ thích hợp để chiết tách phen sắt và nhôm có sự chênh lệch không đáng kể, tỷ lệ axit chọn theo tỷ lệ cao hơn ở điều kiện phù hợp cho phen sắt và thời gian chọn theo thời gian cao hơn ở điều kiện phù hợp cho phen nhôm. Tóm lại, để hiệu quả chiết tách cả 2 loại phen đều có hiệu suất cao thì các điều kiện phù hợp được lựa chọn là nhiệt độ 130 °C, tỷ lệ axit 1,2 L/kg quặng đuôi và thời gian phản ứng là 2,8 giờ. Tại điều kiện này, sử dụng phương trình (3) và (4) tính được hiệu suất chiết tách phen sắt là 85,3% và phen nhôm là 81,3%. Đây là các kết quả được tính toán từ mô hình mô phỏng do phần mềm Design Expert 11 thực hiện. Để kiểm tra sự chính xác của kết quả tính toán thì các điều kiện này đã được sử dụng để lặp lại 3 lần các thí nghiệm thực tế và kết quả cho thấy hiệu suất chiết tách phen sắt (83,5%, 84,5%, 86%) và nhôm (80%, 80,5%, 81,5%) đều có giá trị chênh lệch không quá 5% so với tính toán do mô hình. Như vậy, một lần nữa khẳng định mô hình tối ưu đã xây dựng có ý nghĩa thống kê và có thể sử dụng để tính toán hiệu suất.

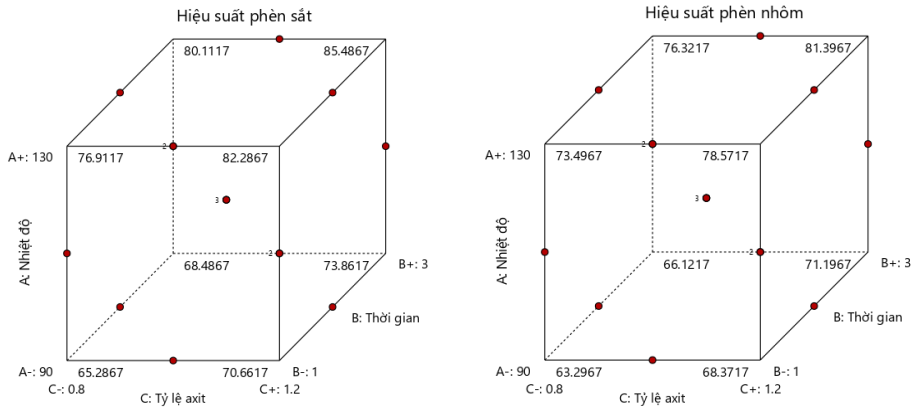
Đồng thời, sản phẩm đã được thử nghiệm sơ bộ khả năng keo tụ - tạo bông đối với nước thải sinh hoạt, nước thải dệt nhuộm và nước rỉ rác với các loại phen thương mại trên thị trường theo kết quả thu được ở Bảng 4. Các kết quả này cho thấy phen hỗn hợp có hiệu quả tương đương phen sắt và phen nhôm, sự khác biệt là không đáng kể. Tuy nhiên, phen hỗn hợp được chiết tách từ quặng đuôi bauxite nên sản phẩm có ý nghĩa cao về môi trường và tận thu bã thải nhằm bảo vệ tài nguyên thiên nhiên nên có cả ý nghĩa về kinh tế.

*Bảng 4. Kết quả keo tụ - tạo bông của hỗn hợp phen so sánh với phen sắt và phen nhôm thương mại*

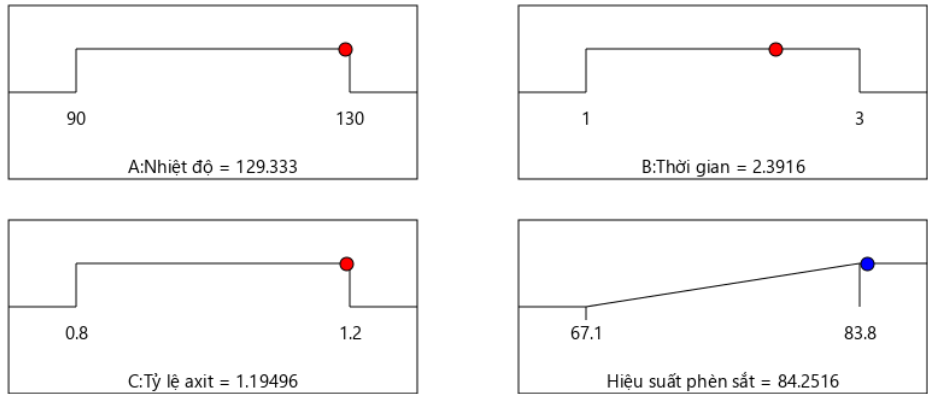
Loại phen	Nước thải sinh hoạt		Nước thải dệt nhuộm		Nước rỉ rác	
	H <sub>COD</sub> (%)	H <sub>SS</sub> (%)	H <sub>COD</sub> (%)	H <sub>SS</sub> (%)	H <sub>COD</sub> (%)	H <sub>SS</sub> (%)
Phen hỗn hợp	80 ± 3	97 ± 1	76 ± 2	87 ± 2	78 ± 2	88 ± 1
Phen Fe <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	81 ± 3	97 ± 1	77 ± 2	88 ± 1	79 ± 3	88 ± 1
Phen nhôm Al <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	77 ± 2	95 ± 1	75 ± 2	85 ± 2	75 ± 1	83 ± 2



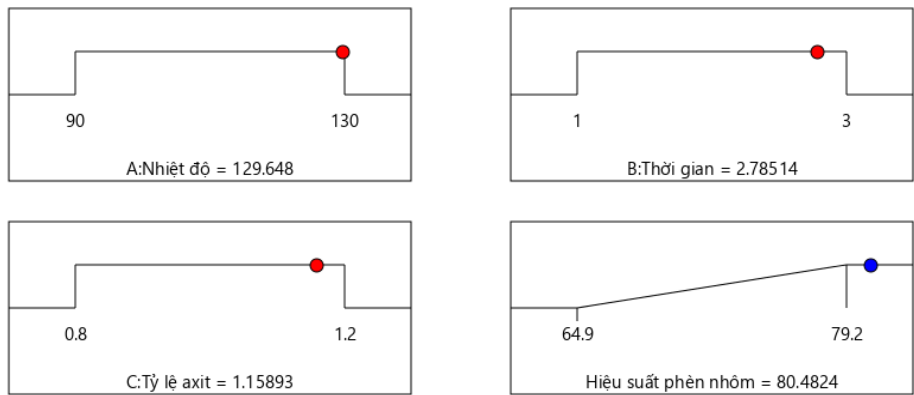
*Hình 3. Mô hình 3D biểu diễn ảnh hưởng của nhiệt độ và tỷ lệ axit đến hiệu suất chiết tách phen*



Hình 4. Mô hình 3D biểu diễn ảnh hưởng của nhiệt độ, thời gian và tỷ lệ axit đến hiệu suất chiết tách phen



Hình 5. Điều kiện phù hợp để chiết tách phen sắt



Hình 6. Điều kiện phù hợp để chiết tách phen nhôm

So sánh kết quả với nghiên cứu sản xuất hỗn hợp chất keo tụ từ bùn đỏ lấy ở nhà máy hoá chất Tân Bình (nhà máy sản xuất nhôm từ quặng tinh khai thác tại mỏ bauxite Bảo Lộc, Lâm Đồng) có hiệu quả chiết tách đạt 88% phen sắt và 87% phen nhôm [14], thì nghiên cứu này có hiệu quả chiết tách phen thấp hơn, có thể giải thích là do thành phần 2 kim loại này trong quặng đuôi (29-31%) thấp hơn khi so sánh với bùn đỏ (30-40%). Tuy nhiên, với cả 2

loại bã thải, để giảm nguy cơ ô nhiễm môi trường, tận thu tài nguyên thì việc chiết tách phen đều mang lại ý nghĩa thực tiễn để giải quyết vấn đề cấp bách này.

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng thành công mô hình hồi quy có ý nghĩa thống kê, đã xác định được điều kiện thích hợp để chiết tách hỗn hợp phen keo tụ. Để hiệu suất tách phen sắt đạt 85,3%, hiệu suất tách phen nhôm đạt 81,3% thì điều kiện thích hợp là tại nhiệt độ phản ứng 130 °C, thời gian phản ứng là 2,8 giờ và tỷ lệ axit là 1,2 L axit/kg quặng đuôi. Sản phẩm có khả năng ứng dụng làm chất keo tụ - tạo bông xử lý nước thải. Nghiên cứu đã đề xuất giải pháp cụ thể tận dụng nguồn tài nguyên có trong quặng đuôi đem lại ý nghĩa kinh tế, phân bã thải giảm thể tích đáng kể và không gây nguy hại nên có ý nghĩa về mặt môi trường.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Paramguru R. K., Rath P. C., Misra V. N. - Trends in red mud utilization - A review, *Mineral Processing & Extractive Metall* **26** (2005) 1-29.
2. Ishaq Ahmad, Ernst-Ulrich Hartge, Joachim Werther, and Reiner Wischnewski. - Bauxite washing for the removal of clay. *International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials* **21** (2014) 1045-1051.
3. Xiangfeng Kong, Meng Li, Shengguo Xue, William Hartley, Chengrong Chen, Chuan Wu, Xiaofei Li, Yiwei Li. - Acid transformation of bauxite residue: Conversion of its alkaline characteristics, *Journal of Hazardous Materials* **134B** (2017) 382-390.
4. Power G., Grafe M., Klauber C. - Bauxite residue issues: I. Current management, disposal and storage practices, *Hydrometallurgy* **108** (2011) 33-45.
5. Gelencser A., Kovats N., Turoczi B., Rostasi A., Hoffer A., Imre K., Nyiro-Kosa I., Csakberenyi-Malasics D., Toth A., Czitrovsky A., Nagy A., Nagy S., Acs A., Kovacs A., Ferincz A., Hartyani Z., Posfai M.- The red mud accident in Ajka (Hungary): characterization and potential health effects of fugitive dust, *Environmental Science and Technology* **45** (4) (2011) 1608-1615.
6. Ajay S Verma, Narendra M Suri and Suman Kant. - Applications of bauxite residue: A mini-review, *Waste Management & Research* **35** (10) (2017) 999-1012.
7. Chenna Rao Borra, Yiannis Pontikes, Koen Binnemans, Tom Van Gerven. - Leaching of rare earths from bauxite residue (red mud), *Minerals Engineering* **76** (2015) 20-27.
8. Nilza Smith, Vernon E Buchanan, Gossett D. Oliver. - The potential application of red mud in the production of castings, *Materials Science and Engineering* **420** (1-2) (2006) 250-253.
9. W. Hajjaji, R. C. Pullar, X. J. A. Labrinchac, F. Rochaa. - Aqueous Acid Orange 7 dye removal by clay and red mud mixes, *Applied Clay Science* **126** (2016) 197-206.
10. Tabrez A.Khan, Saif A.Chaudhry, ImranAli. - Equilibrium uptake, isotherm and kinetic studies of Cd(II) adsorption onto iron oxide activated red mud from aqueous solution, *Journal of Molecular Liquids* **202** (2015) 165-175.
11. Quyết định số 167/2007/QĐ-TTg. - Phê duyệt Quy hoạch phân vùng thăm dò, khai thác, chế biến, sử dụng quặng bauxite giai đoạn 2007 - 2015, có xét đến năm 2025.
12. Vũ Đức Lợi. - Nghiên cứu công nghệ sản xuất thép và vật liệu xây dựng không nung từ nguồn thải bùn đỏ trong quá trình sản xuất nhôm tại Tây Nguyên, Báo cáo đề tài TN3/T29, Viện Hóa học, 2014.



13. Nguyễn Văn Phước. - Nghiên cứu sản xuất hỗn hợp chất keo tụ bã thải nhà máy hoá chất Tân Bình, năng suất 40 tấn/ tháng, ĐHQG TP.HCM, 2005.
14. Vũ Xuân Minh, Nguyễn Thanh Mỹ, Lê Thị Mai Hương, Nguyễn Tuấn Dung. - Nghiên cứu hoạt hóa bùn đỏ bằng axit sulfuric và khảo sát khả năng hấp phụ Cr(V), Tạp chí hóa học **53** (4) (2015) 475-479.
15. Nguyễn Trung Minh. - Hạt vật liệu chế tạo từ bùn đỏ bauxite Bảo Lộc và định hướng ứng dụng trong xử lý ô nhiễm nước thải. Tạp chí khoa học trái đất **33** (2) (2011) 231-237.
16. Lê Quang Huy, Nguyễn Tuấn Khanh. - Nghiên cứu tổng hợp vật liệu lọc xúc tác từ bùn thải quặng đuôi của quá trình tuyển rửa quặng bauxite, Kỷ yếu Hội nghị khoa học và Công nghệ lần thứ 11, Trường Đại học Bách khoa TP.HCM, 2009.

## ABSTRACT

### LEACHING COAGULANT MIXTURE FROM BAUXITE TAILINGS, A CASE STUDY AT THE BAUXITE MINE OF BAO LOC, LAM DONG

Tran Thi Nhoc Mai\*, Tran Thi Thuy Nhan, Nguyen Thi Thuy  
*Ho Chi Minh City University of Food Industry*  
\*Email: [maittn@hufi.edu.vn](mailto:maittn@hufi.edu.vn)

This study aims to optimize the extraction efficiency of coagulant mixture, which is derived from the tailings of bauxite mine located at Bao Loc, Lam Dong. Sulfuric acid ( $H_2SO_4$ ) was introduced to obtain the tailing coagulant mixtures including ferric sulfate  $Fe_2(SO_4)_3$  and aluminum sulfate  $Al_2(SO_4)_3$ . The rest insoluble residues are unharmed to the environment and could be released. Response surface methodology (RSM) was employed to test the determinant parameters, including temperature, acid ratio and time for reaction. Experiment designs and regression models were performed by Design Expert 11 software and the results indicated that models were quite compatible to experimental data and the correlation coefficient  $R^2$  reached to 0.99. Results showed that temperature at 130 °C, acid ratio at 1.2 L/kg bauxite tailings and reaction time at 2.8 hours are the optimal condition for coagulant extraction. Leaching efficiency of ferric and aluminum were 85.3% and 81.3%, respectively. Further tests on various wastewaters indicated the coagulation efficiency equivalent to the commercial alums. These data suggest the “green way” to treat bauxite tailings, limiting their impacts on the environment and point out the alternative source of coagulant for wastewater treatment.

*Từ khóa:* Alum, bauxite, coagulation, tailings, optimization.