

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG HẤP PHỤ CHÌ (Pb) TRONG DUNG DỊCH TỪ Bùn Đỏ BIẾN TÍNH

Đến tòa soạn 10 - 5 - 2015

Vũ Đức Lợi, Dương Tuấn Hưng, Nguyễn Thị Vân

Viện Hoá học, Viện Hàn lâm Khoa học Và Công nghệ Việt Nam

SUMMARY

ADSORPTION OF LEAD FROM AQUEOUS SOLUTION USING ACTIVATED RED MUD

Red mud is a highly alkaline waste material formed by the Bayer process of alumina prduction in bauxite exploitation and alumina industry. It has high metal oxides content which are active components for the adsorption of heavy metal cations. In this study, Alumin Lam Dong, Tay Nguyen red mud was obtained then characterized and investigated for removal of lead (Pb) from aqueous solution. The characterization of red mud performed by XRD and SEM shows a significant powder structure with very high increase of surface area of almost 1.5 times after activation by heat and acid treatment. The factors influencing the adsorption including acid concentration, equilibrium pH and contact time were also investigated. The results show that the adsorption properties of activated red mud depend on pH values and acid concentration. The percentage of lead removal was found to increase gradually with the increase of pH and reach the maximum when pH at 4, then decrease significantly. After the contact time of 75 minutes, the maximum adsorption capacity of Pb(II) ions is 2.99 mg/g while the lead removal percentage reaches about 96%. The Langmuir isotherm model fits well the lead adsorption showing one layer adsorption property.

Keywords: *red mud, activated red mud, bauxite residue, lead adsorption, by-product recycling.*

1. MỞ ĐẦU

Chì (Pb) là một trong những kim loại nặng gây ô nhiễm phổ biến được thải vào môi trường nước, không khí và đất do các hoạt động công nghiệp như đốt cháy nhiên liệu hoá thạch, nấu chảy quặng sunfít, xả thải

nước mỏ nhiễm axit, mạ kim loại, lọc dầu, sản xuất ắc quy và các hoạt động tự nhiên. Ô nhiễm chì trong môi trường phá huỷ hệ sinh thái và gây nguy hiểm cho sức khoẻ con người.¹ Hơn nữa, chì không có khả năng tự phân huỷ sinh học trong môi

trường, mà sẽ tích lũy chủ yếu trong xương, não, thận và các mô cơ, gây ra các bệnh nghiêm trọng như suy thận, thiếu máu, rối loạn hệ thần kinh, tăng huyết áp, suy giảm khả năng sinh sản, suy nhược thậm chí dẫn đến tử vong.¹⁻⁴ Vấn đề ô nhiễm chì trong nước tự nhiên, nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp là một trong những quan ngại đáng báo động trên toàn thế giới và ở Việt Nam. Giới hạn cho phép tổng chì trong nước sinh hoạt được Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) quy định năm 1995 là 50 ppb⁵ nhưng đến năm 2010 giới hạn này đã giảm xuống 10 ppb⁴ tương tự như Quy chuẩn Việt Nam (QCVN 01:2009/BYT)⁶. Do có độc tính cao, việc xử lý loại bỏ chì khỏi nước và nước thải là một trong những vấn đề trọng yếu nhằm đảm bảo sức khỏe cộng đồng và bảo vệ môi trường. Hiện nay có nhiều loại vật liệu khác nhau đã được nghiên cứu sử dụng nhằm loại bỏ các ion kim loại từ nước và nước thải nhưng chúng vẫn chưa được sử dụng rộng rãi, phổ biến do có nhiều bất cập và hạn chế.⁷⁻¹⁰

Bùn đỏ là chất thải của ngành công nghiệp khai thác và chế biến bauxit để sản xuất nhôm theo quy trình Bayer sử dụng một lượng lớn xút. Nếu không được quản lý hiệu quả, bùn đỏ có thể mang lại nhiều nguy cơ như ảnh hưởng xấu đến môi trường do tính chất kiềm cao (pH 10-13)¹¹ và lượng bùn thải lớn. Ước tính hàng năm lượng bùn đỏ thải ra trên toàn thế giới khoảng 2,7 tỷ tấn¹² và ở Việt Nam khoảng 1 triệu tấn (còn tiếp tục tăng lên khi các dự án khai thác và chế biến bauxit sản xuất nhôm được tăng công suất và mở rộng tại Tây Nguyên). Do đó, vấn đề thải và quản lý bùn đỏ đang là một khó khăn lớn cho việc

phát triển ngành khai thác và chế biến bauxit và công nghiệp sản xuất nhôm. Các nghiên cứu chế tạo vật liệu hấp phụ từ bùn đỏ để xử lý nước và nước thải được chú ý bởi bùn đỏ có chứa hỗn hợp các oxit và hydroxit ở dạng hạt mịn có khả năng làm các trung tâm hấp phụ để xử lý các chất gây ô nhiễm. Trong nghiên cứu này, bùn đỏ Tây Nguyên được nghiên cứu để sử dụng làm nguyên liệu chế tạo vật liệu hấp phụ xử lý chì trong nước.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hoá chất

Do yêu cầu cao về độ tinh khiết nên các hoá chất HCl, NaOH, dung dịch chuẩn gốc Pb(II), phải đạt chuẩn phân tích được mua từ Merck Co. (Đức). pH của dung dịch được điều chỉnh bằng cách thêm vào lượng vừa đủ dung dịch HCl 0,1M hoặc dung dịch NaOH 0,1M.

2.2. Chuẩn bị mẫu bùn đỏ

Mẫu bùn đỏ được lấy tại nhà máy Nhôm Lâm Đồng, Tân Rai, Lâm Đồng ở dạng bùn thải ướt, sau đó mẫu được lọc ép với áp suất cao để loại dịch bám theo bùn đỏ, tiếp đó được sấy khô ở 105°C để phục vụ nghiên cứu.

2.3. Hoạt hoá bùn đỏ

2.3.1. Hoạt hoá bằng nhiệt

Bùn đỏ sau khi sấy khô ở 105°C, cân 50g bùn đỏ cho vào chén sứ và nung nóng tới nhiệt độ khác nhau: 200°C, 400°C, 600°C, 800°C trong vòng 4 giờ.

2.3.2. Hoạt hoá bằng axit

Mẫu bùn đỏ sau khi biến tính ở nhiệt độ 800°C được hoạt hóa bằng axit với các nồng độ khác nhau, tiến hành như sau: Cân 50g bùn đỏ đã được biến tính bằng nhiệt, hòa tan trong 1 lít dung dịch HCl có nồng

độ: 0,25M; 0,5M; 1M; 1,5M; 2M khuấy đều trong 2 giờ. Sau đó lọc và rửa với 1 lít nước cất để loại bỏ axit dư và các chất tan khác. Phần cặn được sấy khô tại 105°C trong 4 giờ. Sau đó nghiền mịn và khảo sát khả năng hấp phụ Pb.

2.4. Thí nghiệm hấp phụ Pb

Trong nghiên cứu về khả năng hấp phụ Pb của bùn đỏ, các đặc tính hấp phụ được nghiên cứu theo phương pháp mẻ thí nghiệm và được đánh giá theo chế độ tĩnh tại nhiệt độ phòng. Cân 1 g bùn đỏ cho vào bình nón 50 ml có nút đậy chứa các dung dịch Pb(II) với nồng độ xác định. pH của dung dịch được điều chỉnh bằng dung dịch HCl 0,1M hoặc dung dịch NaOH 0,1M. Thể tích cuối cùng được định mức tới 25 mL với nước cất. Dung dịch được khuấy liên tục bằng máy khuấy từ (400 vòng/phút) trong suốt thời gian thực hiện phản ứng và lọc. Nồng độ của Pb(II) trong dịch lọc được xác định bằng phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử. Nồng độ của Pb(II) hấp phụ được tính là hiệu số của nồng độ Pb(II) ban đầu và nồng độ Pb(II) trong dịch lọc.

Xử lý kết quả theo các công thức:

$$Q_e = \frac{(C_0 - C_e) \cdot V}{m} \text{ và } \% \text{ Hấp phụ} = \frac{(C_0 - C_e) \cdot 100\%}{C_0}$$

Trong đó:

Q_e : Dung lượng hấp phụ (mg/g);

C_0 : Nồng độ ion Pb(II) ban đầu (mg/L);

C_e : Nồng độ ion Pb(II) cân bằng khi cân bằng được thiết lập (mg/L);

V : Thể tích dung dịch Pb(II) (l);

m : Khối lượng hạt bùn đỏ.

3. KẾT QUẢ VÀ BIỆN LUẬN

3.1. Các đặc tính của bùn đỏ khô và bùn đỏ hoạt hoá

3.1.1. Thành phần hoá học của bùn đỏ khô

Thành phần hóa học của bùn đỏ được phân tích bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử. Kết quả phân tích thành phần hóa học của mẫu bùn đỏ khô được trình bày trong Bảng 1. Kết quả phân tích cho thấy, thành phần chính của bùn đỏ là Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 và TiO_2 .

Bảng 1. Thành phần hoá học của bùn đỏ khô

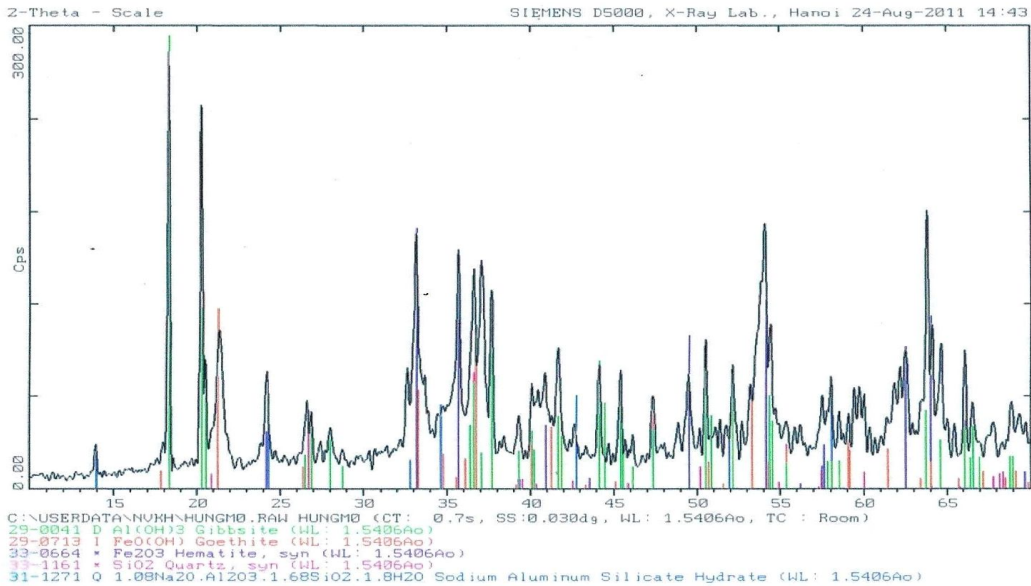
TT	Thành phần hoá học	Đơn vị	Kết quả
1	Fe_2O_3	%	51,00
2	Al_2O_3	%	16,71
3	SiO_2	%	5,98
4	TiO_2	%	5,83
5	Mất khi nung	%	17,01
6	Na_2O	%	3,32

3.1.2. Thành phần khoáng học, cấu trúc pha của bùn đỏ và ảnh hưởng của hoạt hoá bằng nhiệt

Thành phần khoáng học và cấu trúc pha được phân tích bằng máy nhiễu xạ tia X SIEMENS (Model D500) sử dụng bức xạ $\text{Co K}\alpha$ với kính lọc Fe. Tốc độ quét góc là 1 độ/phút và khoảng góc quét từ 15 tới 65°C. Kết quả xác định cấu trúc pha của bùn đỏ theo phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD) được trình bày trong Hình 1 và Bảng 2. Kết quả phân tích thành phần và cấu trúc pha của bùn đỏ khô cho thấy, dạng kết tinh của bùn đỏ tồn tại ở 5 dạng chủ yếu

bao gồm: Gibbsite, Geothite, Hematite, Quartz Sodium Aluminum Silicat hydrat, mặc dù TiO_2 chiếm 5,83% trong thành phần của bùn đỏ nhưng không xuất hiện cấu trúc pha tinh thể trong mẫu bùn đỏ. Các tín hiệu đặc trưng và thành phần chính trong cấu

trúc pha là dạng Gibbsite, Geothite và Hematite, những thành phần này tạo ra những tính chất hấp phụ của bùn đỏ. Để tăng khả năng hấp phụ, bùn đỏ cần phải được hoạt hóa bằng nhiệt sau đó hoạt hóa bằng axit.

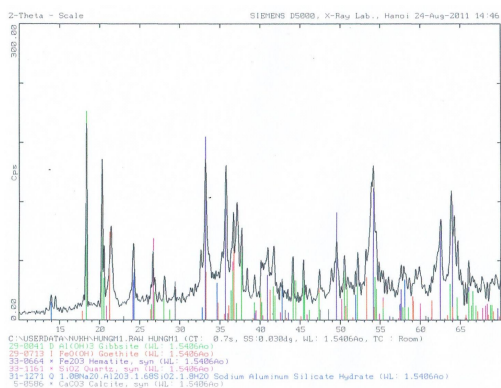


Hình 1. Phổ nhiễu xạ tia X (XRD) của mẫu bùn đỏ khô

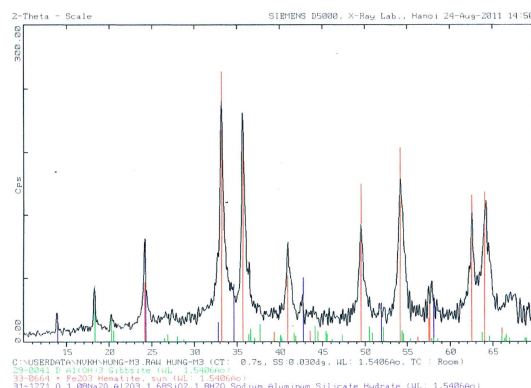
Bảng 2. Các dạng cấu trúc pha trong bùn đỏ khô

TT	Công thức hoá học	Dạng tồn tại
1	$\text{Al}(\text{OH})_3$	Gibbsite
2	$\text{FeO}(\text{OH})$	Geothite
3	Fe_2O_3	Hematite
4	SiO_2	Quartz
5	$1.08\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 1.68\text{SiO}_2 \cdot 1.8\text{H}_2\text{O}$	Sodium Aluminum Silicat Hydrat

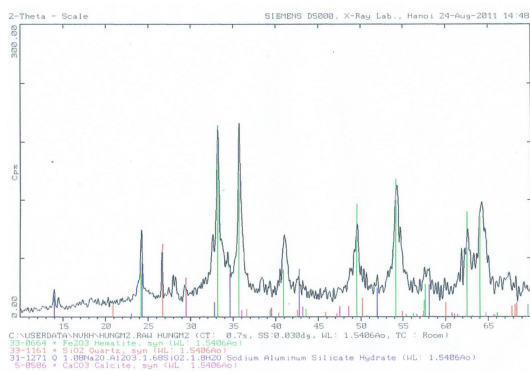
Phổ nhiễu xạ tia X và thành phần cấu trúc pha của bùn đỏ hoạt hoá bằng nhiệt được trình bày trên Hình 2 và Bảng 3.



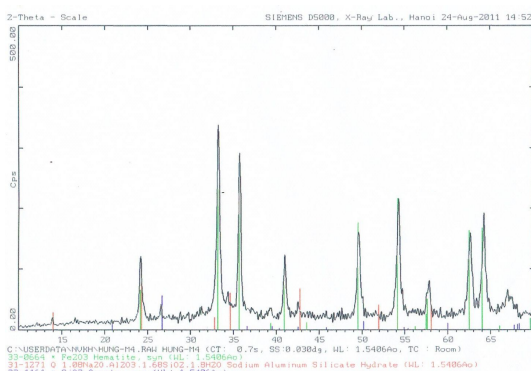
(a)



(b)



(c)



(d)

Hình 2. Phổ nhiễu xạ tia X (XRD) của bùn đỏ sau khi hoạt hoá bằng nhiệt tại (a) 200°C (b) 400°C (c) 600°C và (d) 800°C

Bảng 3. Cấu trúc pha của các hợp phần trong bùn đỏ hoạt hoá ở các nhiệt độ khác nhau (200 – 800°C)

Nhiệt độ (°C)	Công thức hóa học				
	Al(OH) ₃	FeO(OH)	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	1.08 Na ₂ O.Al ₂ O ₃ .1.68SiO ₂ .1.8H ₂ O
200	Gibbsite	Geothite	Hematite	Quartz	Sodium Aluminum Silicat hydrat
400	Gibbsite	-	Hematite	-	Sodium Aluminum Silicat hydrat
600	-	-	Hematite	Quartz	Sodium Aluminum Silicat hydrat
800			Hematite	-	Sodium Aluminum Silicat hydrat

Kết quả phân tích và đánh giá mức độ hoạt hóa của bùn đỏ cho thấy cấu trúc pha của bùn đỏ thay đổi khi nhiệt độ tăng dần.

Khi hoạt hóa ở nhiệt độ 200°C thành phần pha của bùn thay đổi không nhiều, tín hiệu pic của Hematite tăng dần và tín hiệu pic của Geothite giảm dần, sự thay đổi này được lý giải là do sự dịch chuyển pha từ dạng $\text{FeO}(\text{OH})$ về dạng Fe_2O_3 do sự tăng nhiệt độ.

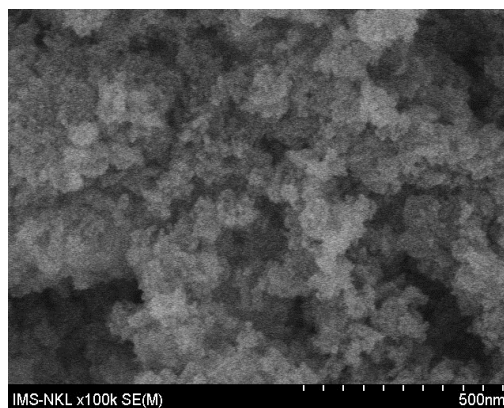
Khi biến tính ở nhiệt độ 400°C thì tín hiệu pic của pha Geothite không xuất hiện, điều đó chứng tỏ tất cả các dạng $\text{FeO}(\text{OH})$ đã chuyển về dạng Fe_2O_3 và tín hiệu pic của dạng Gibbsite giảm dần do sự chuyển pha về dạng Sodium Aluminum Silicat hydrat do lượng xút còn dư trong bùn đỏ phản ứng với nhôm và silic.

Khi biến tính ở nhiệt độ 600°C thì chỉ còn tín hiệu pic của pha Hematit và Sodium Aluminum Silicat hydrat.

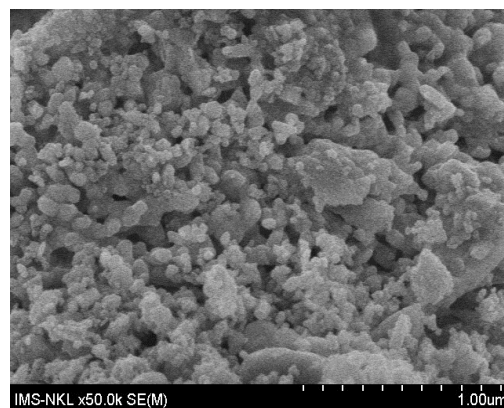
Khi biến tính ở nhiệt độ 800°C thì chỉ còn tín hiệu pic chủ yếu của pha Hematit chiếm hoàn toàn ưu thế và một phần nhỏ Sodium Aluminum Silicat hydrat. Sự hình thành Hematit mới sinh làm tăng tâm hấp phụ của bùn đỏ dẫn đến khả năng hấp phụ tăng. Chính vì vậy nhiệt độ 800°C là nhiệt độ phù hợp nhất được chọn để hoạt hóa bùn đỏ.

3.1.3. Hình thái học của bùn đỏ

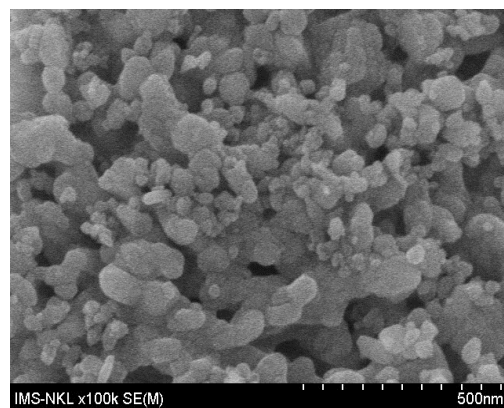
Hình thái học của bùn đỏ được phân tích bằng phương pháp hiển vi điện tử quét (Scanning Electron Microscopy hay SEM).



(a)



(b)



(c)

Hình 3. Ảnh hiển vi điện tử quét (SEM) của (a) mẫu bùn đỏ khô (b) mẫu bùn đỏ sau khi hoạt hoá bằng nhiệt ở 800°C và (b) mẫu bùn đỏ sau khi hoạt hoá bằng nhiệt ở 800°C và tiếp tục được hoạt hoá bằng axit HCl 1M sau 4 giờ

Kết quả trên Hình 3(a) cho thấy bùn đỏ khô sau khi được rửa sạch có dạng hạt mịn có kích thước hạt trung bình <200 nm, trong thành phần có chứa các phiến pilosilicate. Một số tinh thể có thể tìm thấy trong mẫu, và bùn đỏ có dạng bề mặt xốp. Chính cấu trúc xốp và sự tồn tại của các pha oxit kim loại là điều kiện thuận lợi hình thành các trung tâm hấp phụ của bùn đỏ. Hình 3(b) là ảnh SEM của bùn đỏ sau khi nung ở 800°C cho thấy không tồn tại cấu trúc lớp của pilosilicate, hệ thống silicate không còn cấu trúc lớp chúng chuyển dần về cấu trúc hạt và khi được xử lý bằng axit các hạt trở nên rõ ràng và có kích thước lớn hơn (Hình 3(c)). Chính cấu trúc hạt và dạng xốp tạo điều kiện thuận lợi hình thành các trung tâm, mầm hấp phụ của mẫu bùn đỏ sau khi được biến tính bằng nhiệt và hoạt hóa bằng axit.

3.1.4. Diện tích bề mặt riêng của mẫu bùn đỏ hoạt hoá

Diện tích bề mặt và tổng thể tích lỗ trống của mẫu bùn đỏ được biến tính bằng nhiệt và hoạt hóa bằng axit được xác định bằng hấp phụ khí N₂ dưới - 196°C bằng TriStar 3000 V6.07 A. Tất cả các mẫu được giải khí ở 250°C trong 6 giờ trước các thí nghiệm hấp phụ.

Diện tích bề mặt BET thu được từ phương trình BET áp dụng với các dữ liệu hấp phụ và diện tích bề mặt Langmuir được trình bày trong Bảng 4.

Bảng 4. Diện tích bề mặt của các mẫu bùn đỏ hoạt hoá

TT	Mẫu bùn đỏ	Diện tích bề mặt	
		S _{BET} (m ² /g)	S _{Langmuir} (m ² /g)
1	Hoạt hóa bằng nhiệt 800°C trong 4h	15	21
2	Hoạt hóa bằng nhiệt ở 800°C trong 4h, sau đó hoạt hóa bằng axit HCl 1M sau 4h	24	33

Các kết quả xác định diện tích bề mặt BET và Langmuir cho thấy hoạt hóa bùn đỏ bằng nhiệt làm giảm diện tích bề mặt. Khi hoạt hóa bùn đỏ bằng nhiệt, các nhóm chất hữu cơ và các nhóm hydroxyl bị phân hủy làm giảm các trung tâm hấp phụ dẫn tới làm suy giảm dung lượng hấp phụ. Hoạt hóa bùn đỏ bằng axit hòa tan các muối khoáng vô cơ, do đó làm tăng thể tích các lỗ trống và diện tích bề mặt, làm tăng các trung tâm hấp phụ và tăng dung lượng hấp phụ của vật liệu được hoạt hóa

Sau khi xử lý bằng axit HCl 1M trong 4 giờ, các mẫu bùn đỏ đều cho thấy diện tích bề mặt tăng lên đáng kể, gấp 1,5 lần so với mẫu bùn đỏ được hoạt hóa bằng nhiệt. Đồng thuận với các kết quả nghiên cứu về phổ nhiễu xạ tia X của mẫu bùn đỏ hoạt hóa bằng nhiệt, khi biến tính ở nhiệt độ 800°C thì chỉ còn tín hiệu pic chủ yếu của pha Hematit chiếm hoàn toàn ưu thế và một

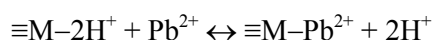
phần nhỏ Sodium Aluminum Silicat hydrat. Sự hình thành Hematit mới sinh làm tăng tâm hấp phụ của bùn đỏ dẫn đến khả năng hấp phụ tăng. Sau khi hoạt hóa bằng axit HCl 1M trong 4h, mẫu bùn đỏ xuất hiện cấu trúc hạt trở rõ ràng và có kích thước lớn hơn (Hình 2 (c)); các pha calcite biến mất, cường độ của các tín hiệu của quartz tăng lên. Chính cấu trúc hạt và dạng xốp tạo điều kiện thuận lợi hình thành các trung tâm, mầm hấp phụ của mẫu bùn đỏ sau khi được biến tính bằng nhiệt và hoạt hóa bằng axit.

3.2. Hấp phụ Pb trên bùn đỏ

3.2.1. Ảnh hưởng của nồng độ axit HCl và pH

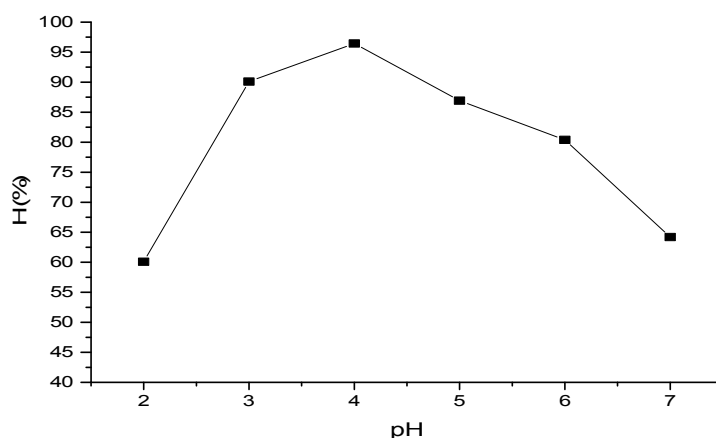
Nồng độ axit HCl và pH của dung dịch có ảnh hưởng quan trọng đến quá trình hấp phụ của vật liệu hấp phụ và dung dịch. Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của pH dung dịch đến khả năng loại bỏ chì được tiến hành bằng cách thay đổi pH của dung dịch trong khoảng từ 2 đến 10 sử dụng dung dịch HCl 0,1 M, lượng bùn đỏ và thời gian tiếp xúc được xác định là 4 g/L và 75 phút. Các kết quả được thể hiện trên Hình 4

cho thấy khả năng hấp phụ chì tăng lên khi giảm pH, trong cả hai trường hợp khi nồng độ ban đầu của chì là 30 và 100 mg/L. Điều này cho thấy khi pH giảm, khi $pH < 3,1$ bề mặt bùn đỏ tích điện dương và quá trình hấp phụ các ion kim loại giảm đáng kể do tương tác đẩy tĩnh điện giữa các ion kim loại và bề mặt bùn đỏ. Khi pH tăng dần lên, điện tích âm trên bề mặt bùn đỏ tăng do đó làm tăng khả năng hấp phụ kim loại tại $pH = 4$. Tương tác giữa ion chì và bề mặt bùn đỏ được mô hình hóa như sau:



Trong đó: M là ion kim loại (Fe, Al) hoặc Si. Chiều thuận là quá trình hấp phụ Pb(II) trên bùn đỏ và chiều nghịch là quá trình giải hấp phụ, tái sinh trung tâm hấp phụ trên bùn đỏ.

Tại pH lớn hơn 6, trong cả 2 trường hợp, khả năng tách loại chì giảm nhanh chóng do sự cạnh tranh mạnh hơn của các ion hydroxyl trên bề mặt chất hấp phụ. Do đó pH được cố định là 4,0 để tránh quá trình hòa tan của kim loại từ bùn đỏ tại pH thấp hơn.

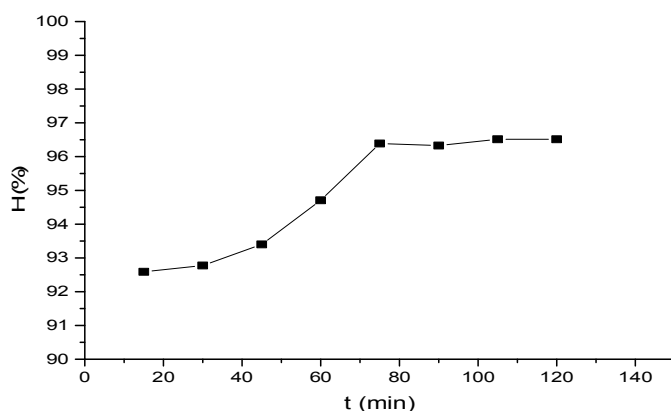


Hình 4. Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất hấp phụ Pb

3.2.2. Ảnh hưởng của thời gian hấp phụ

Ảnh hưởng của thời gian tiếp xúc đến khả năng tách loại chì được nghiên cứu như miêu tả trong thí nghiệm về hấp phụ khi tăng thời gian tiếp xúc tới khi đạt được cân bằng. Lượng bùn đo được cố định (0,4

g/L), pH của dung dịch là 4, nồng độ ban đầu của dung dịch Pb(II) là 20 mg/L. Như trong Hình 5, khả năng tách loại Pb tăng nhanh chóng với thời gian. Sau 75 phút cân bằng hấp phụ Pb được thiết lập. Hiệu suất hấp phụ Pb(II) đạt xấp xỉ 96%.



Hình 5. Ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất hấp phụ Pb

3.3. Đẳng nhiệt hấp phụ Pb

Phân tích đẳng nhiệt hấp phụ đóng vai trò rất quan trọng cho mục đích thiết kế thí nghiệm và chế tạo vật liệu hấp phụ. Các số liệu thực nghiệm được phân tích với mô hình đẳng nhiệt Langmuir và Freundlich vì chúng là cổ điển và đơn giản miêu tả cân bằng giữa các ion hấp phụ trên chất hấp phụ và các ion trong dung dịch tại một nhiệt độ không đổi.¹³ Phương trình Langmuir được áp dụng trong cân bằng hấp phụ như sau:

$$q = q_{\max} \frac{K_L C_f}{1 + K_L C_f}$$

Dạng tuyến tính của mô hình đẳng nhiệt Langmuir như sau:

$$\frac{C_f}{q} = \frac{1}{q_{\max}} C_f + \frac{1}{q_{\max} K_L}$$

Trong đó:

C_f (mg/L) là nồng độ Pb(II) tại thời điểm cân bằng, q (mg/g) là năng lực hấp phụ của Pb(II) tại thời điểm cân bằng và K_L là hằng số hấp phụ Langmuir (L/mg) đặc trưng cho tương tác của chất hấp phụ và chất bị hấp phụ. Đồ thị C_f/q với C_f biểu thị sự phụ thuộc tuyến tính của C_f/q vào C_f . Từ phương trình này xác định được các thông số $q_{\max}$ và K_L từ độ dốc và điểm cắt trục tung của đồ thị tương ứng.

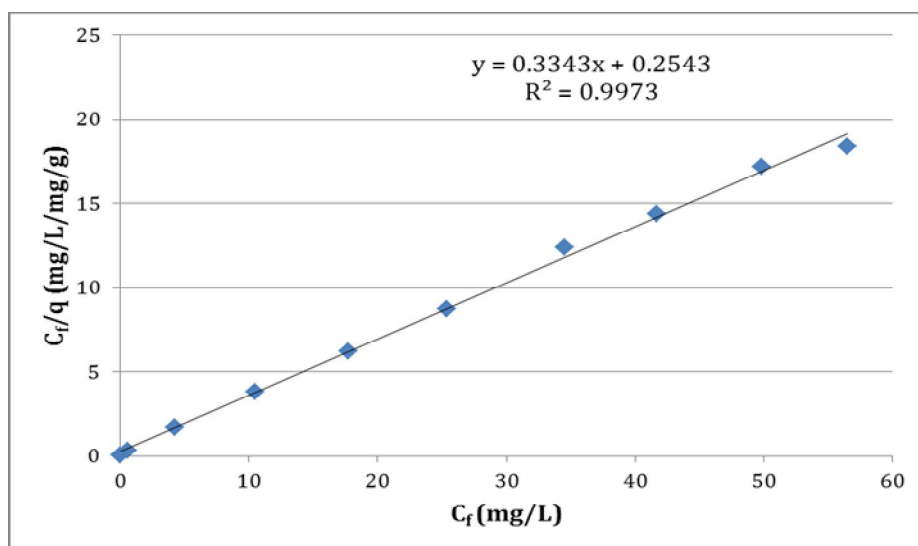
Các kết quả nghiên cứu về đường đẳng nhiệt hấp phụ Pb(II) được thể hiện trên Hình 6 và kết quả tổng hợp trình bày trên các Bảng 5.

Bảng 5. Kết quả đẳng nhiệt hấp phụ Pb

Hấp phụ Pb				
TT	C_i (mg/L)	C_f (mg/L)	q (mg/g)	C_f/q (mg/L/mg/g)
1	10	0,01	1,013	0,010

2	20	0,60	1,953	0,307
3	30	4,21	2,515	1,674
4	40	10,50	2,743	3,829
5	50	17,70	2,856	6,197
6	60	25,40	2,908	8,736

7	70	34,50	2,784	12,393
8	80	41,70	2,898	14,392
9	90	49,80	2,899	17,180
10	100	56,50	3,075	18,374



Hình 6. Đường đẳng nhiệt Langmuir hấp phụ Pb của vật liệu ở nhiệt độ phòng

Hệ số $R^2 = 0,9973$ chứng tỏ mô hình hấp phụ Langmuir là tương hợp với các số liệu thực nghiệm và quá trình hấp phụ là đơn lớp.

Từ đồ thị có thể tính được dung lượng hấp phụ tĩnh cực đại của vật liệu $q_{\max}(\text{Pb}) = 2,99 \text{ mg/g}$. Các số liệu này là phù hợp với các thông tin quốc tế nghiên cứu sản xuất chất hấp phụ từ bùn đỏ.¹⁴

Các nghiên cứu hấp phụ Pb(II) chứng tỏ rằng bùn đỏ được xử lý nhiệt ở 800°C sau đó tiếp tục hoạt hoá bằng axit HCl 1M có khả năng hấp phụ Pb(II) cao nhất. Dung lượng hấp phụ Pb(II) là $2,99 \text{ mg/g}$ (tại pH = 4, nồng độ Pb(II) ban đầu là 20 mg/L , hàm lượng pha rắn là $0,4 \text{ g/L}$).

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, bùn đỏ của nhà máy Alumin Lâm Đồng, Tây Nguyên sau khi được tách và làm khô từ bùn đỏ thải ướt theo công nghệ lọc ép áp suất cao đã được phân tích và đánh giá về các thành phần hoá học và thành phần khoáng học, hình thái học. Kết quả cho thấy thành phần chủ yếu của bùn đỏ là các oxit Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 và TiO_2 ; bùn đỏ có cấu trúc hạt xốp. Đây là điều kiện thuận lợi để hình thành các trung tâm hấp phụ. Sau khi được hoạt hoá bằng nhiệt tại 800°C và axit HCl 1M, khả năng hấp phụ chì của bùn đỏ tăng đáng kể, khả năng hấp phụ tối ưu Pb(II) từ dung dịch nước có hiệu suất hấp phụ cực đại 96% sau 75 phút; dung lượng hấp phụ cực đại $2,99 \text{ mg/g}$. Tính chất hấp phụ của bùn đỏ đối với Pb(II) phụ thuộc vào pH,

nồng độ axit và thời gian hấp phụ. Quá trình hấp phụ Pb(II) trên bùn đỏ hoạt hoá tuân theo mô hình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir là một quá trình hấp phụ đơn lớp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- (1) Yurtsever, M.; Şengil, İ. A. Biosorption of Pb(II) ions by modified quebracho tannin resin. *Journal of Hazardous Materials* **2009**, *163*, 58-64.
- (2) Wu, H.-D.; Chou, S.-Y.; Chen, D.-R.; Kuo, H.-W. Differentiation of serum levels of trace elements in normal and malignant breast patients. *Biol Trace Elem Res* **2006**, *113*, 9-18.
- (3) Kazi, T. G.; Jalbani, N.; Kazi, N.; Jamali, M. K.; Arain, M. B.; Afridi, H. I.; Kandhro, A.; Pirzado, Z. Evaluation of Toxic Metals in Blood and Urine Samples of Chronic Renal Failure Patients, before and after Dialysis. *Renal Failure* **2008**, *30*, 737-745.
- (4) WHO: *Guidelines for drinking-water quality*; 4th ed.; WHO Press: Geneva, Switzerland, 2011.
- (5) Teoh, Y. P.; Khan, M. A.; Choong, T. S. Y. Kinetic and isotherm studies for lead adsorption from aqueous phase on carbon coated monolith. *Chemical Engineering Journal* **2013**, *217*, 248-255.
- (6) QCVN01:2009/BYT: *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ăn uống*; Bộ Y tế: Việt Nam, 2009.
- (7) Bulut, Y.; Tez, Z. Removal of heavy metals from aqueous solution by sawdust adsorption. *Journal of Environmental Sciences* **2007**, *19*, 160-166.
- (8) Apak, R.; Tütem, E.; Hügül, M.; Hizal, J. Heavy metal cation retention by unconventional sorbents (red muds and fly ashes). *Water Research* **1998**, *32*, 430-440.
- (9) Bertocchi, A. F.; Ghiani, M.; Peretti, R.; Zucca, A. Red mud and fly ash for remediation of mine sites contaminated with As, Cd, Cu, Pb and Zn. *Journal of Hazardous Materials* **2006**, *134*, 112-119.
- (10) Kumpiene, J.; Lagerkvist, A.; Maurice, C. Stabilization of Pb- and Cu-contaminated soil using coal fly ash and peat. *Environmental Pollution* **2007**, *145*, 365-373.
- (11) Liu, Y.; Lin, C.; Wu, Y. Characterization of red mud derived from a combined Bayer Process and bauxite calcination method. *Journal of Hazardous Materials* **2007**, *146*, 255-261.
- (12) Liu, Z.; Li, H. Metallurgical process for valuable elements recovery from red mud—A review. *Hydrometallurgy* **2015**, *155*, 29-43.
- (13) Kemer, B.; Ozdes, D.; Gundogdu, A.; Bulut, V. N.; Duran, C.; Soylak, M. Removal of fluoride ions from aqueous solution by waste mud. *Journal of Hazardous Materials* **2009**, *168*, 888-894.
- (14) Sahu, M. K.; Mandal, S.; Dash, S. S.; Badhai, P.; Patel, R. K. Removal of Pb(II) from aqueous solution by acid activated red mud. *Journal of Environmental Chemical Engineering* **2013**, *1*, 1315-1324.