

Nghiên cứu khả năng hấp phụ ion chì trong dung dịch nước của vật liệu chế tạo từ đất sét Trúc Thôn và tro trấu

Study on capacity adsorption of lead ion in water solution of materials prepared from Truc Thon clay and rice husk ash

Vũ Hoàng Phương*, Nguyễn Ngọc Tú, Mạc Thị Lê

*Email: hphuong_sp@yahoo.com

Trường Đại học Sao Đỏ

Ngày nhận bài: 23/3/2021

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 31/5/2021

Ngày chấp nhận đăng: 30/6/2021

Tóm tắt

Sự ô nhiễm ion chì của nước thải đang dần ảnh hưởng đến nguồn nước ngầm và sức khỏe con người. Vì vậy trong nghiên cứu này, chúng tôi đề xuất một biện pháp xử lý nguồn nước nhiễm chì bằng vật liệu (SR) chế tạo từ đất sét Trúc Thôn và tro trấu. Đất sét trắng Trúc Thôn được xử lý qua các công đoạn như ngâm, khuấy, lọc huyền phù, ly tâm, sấy khô rồi trộn với tro trấu theo tỉ lệ thích hợp 3:1 về khối lượng, ép thành các hạt hình trụ dài 10 mm, $\phi = 1$ mm và nung ở 600°C trong 4 giờ. Các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng hấp phụ chì của SR được khảo sát gồm: pH, nồng độ chất hấp phụ, thời gian hấp phụ, động học hấp phụ được nghiên cứu bởi mô hình đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir. Kết quả cho thấy: Khi sử dụng vật liệu hấp phụ với hàm lượng 1 g/l, hiệu suất hấp phụ chì đạt 95,82% tại điều kiện nhiệt độ 25°C, pH = 6, nồng độ ban đầu ion chì là 10 (mg/l). Dung lượng hấp phụ cực đại đạt 28,57 (mg/g). Kết quả thực nghiệm cho thấy quá trình hấp phụ tuân theo mô hình Langmuir với hệ số tương quan R^2 đạt giá trị là 98,68%.

Từ khóa: Pb(II); đất sét; tro trấu; mô hình đẳng nhiệt.

Abstract

Lead ion pollution of wastewater is affecting groundwater resources and human health gradually. Therefore, in this study, we suggest a method to treat lead-contaminated water with material (SR) made from Truc Thon clay and rice husk ash. Truc Thon white clays were treated by soaking, stirring, filtering the suspension, centrifuging, drying and mixing with rice husk ash with the ratio 3:1 by weight, pressed into long cylindrical particles 10 mm, and heat 600°C for 4 hrs. Factors affecting lead ion adsorption capacity of SR were investigated including: pH, adsorbent concentration, adsorption time, adsorption kinetics were studied by the isothermal adsorption models of Langmuir. The results showed that: when the mass of adsorbent was 1g/l, the lead adsorption efficiency reached of 95.82% at the temperature of 25°C, pH = 6, the initial concentration of lead ions was 10 (mg/l). Maximum adsorption concentration was $q_{max} = 28.57$ (mg/g). Experimental results showed that the adsorption process follows the Langmuir model with the correlation coefficient R^2 reaches of 98.68%.

Keywords: Pb(II); clay; rice husk ash; isotherm model.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chì là kim loại nặng được sử dụng rộng rãi trong nhiều ngành công nghiệp quan trọng như: Pin, acquy, sản xuất và in ấn các chất màu, nhiên liệu, vật liệu nhiếp ảnh và sản xuất thuốc nổ. Phơi nhiễm với chì chủ yếu xảy ra khi hít phải các hạt khói bụi ô nhiễm chì, nuốt phải các thực phẩm và nước nhiễm chì. Chì đi vào cơ thể tích tụ tại các cơ quan thần kinh, tiêu hóa, hô hấp, sinh sản... gây ra nhiều bệnh tật cho con người. Vì

vậy, việc loại bỏ chì khỏi nguồn nước là vấn đề cấp thiết nhằm bảo vệ sức khỏe cộng đồng và hệ sinh thái.

Có nhiều phương pháp được áp dụng để loại bỏ chì từ nguồn nước thải ô nhiễm trước khi thải ra môi trường như: Trao đổi ion [1], hấp phụ [2-4], kết tủa, sa lắng... Trong đó, xử lý nước thải bằng vật liệu hấp phụ là phương pháp có nhiều ưu điểm và được sử dụng rộng rãi hơn cả bởi chi phí vận hành thấp, hiệu quả xử lý cao, ít tốn thời gian, quy trình đơn giản, thân thiện với môi trường. Một trong những nguyên liệu đáp ứng được những tiêu chí trên là đất sét và vỏ trấu.

Người phản biện: 1. PGS. TS. Ngô Sỹ Lương
2. TS. Hoàng Thị Hòa

Trên thế giới cũng đã có nhiều công trình nghiên cứu cho thấy khả năng hấp phụ của đất sét với các ion kim

loại là rất hiệu quả [5]. Mabrouk Eloussaief và các cộng sự đã nghiên cứu sử dụng đất sét Tunisia để hấp phụ Pb(II), Zn(II), Cd(II). Đất sét được gia nhiệt tại 450°C, dung lượng hấp phụ Pb(II) cực đại đạt 75,35 (mg/g) tại 25°C, trong môi trường pH bằng 6 và phù hợp với mô hình Langmuir [6]. Jiang và cộng sự đã nghiên cứu sự hấp phụ của đất sét Long Nham, Trung Quốc (XRD cho biết thành phần chủ yếu là kaolinite) với các ion trong nước thải gồm Pb(II), Cd(II), Ni(II), Cu(II). Trong môi trường pH < 6, mô hình Langmuir phù hợp cho quá trình hấp phụ, nồng độ ion kim loại giảm đáng kể, chẳng hạn như Pb(II) từ 160 (mg/l) xuống còn 8 (mg/l) trong 30 phút [7].

Vỏ trấu là phụ phẩm của quá trình chế biến thóc gạo. Thành phần chính của vỏ trấu là xenlulo, lignin, silica, và các chất vô cơ khác [8]. Đốt cháy vỏ trấu có thể tạo ra khoảng 20% lượng tro trấu chứa các thành phần như: cacbon, silica là vật liệu có cấu trúc rỗng, xốp, có khả năng hấp phụ các kim loại nặng. Có rất nhiều công trình đã nghiên cứu ứng dụng của tro trấu làm chất hấp phụ các chất hóa học như: Pb, Cu, xanh metylen... [8-12].

Tại Chí Linh, Hải Dương là nơi có mỏ đất sét Trúc Thôn và vỏ trấu trữ lượng lớn, là nguồn nguyên liệu dồi dào, thuận lợi cho các nghiên cứu về vật liệu hấp phụ. Chính vì vậy chúng tôi đề xuất nghiên cứu sử dụng đất sét Trúc Thôn kết hợp với tro trấu để làm vật liệu hấp phụ chì trong nước thải khi nồng độ chì trong nước thải lớn hơn giới hạn cho phép là 0,5 mg/l theo QCVN 40:2011/BTNMT (*Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp*). Mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá hiệu quả của vật liệu này đối với hấp phụ chì thông qua phân tích hiệu suất và dung lượng hấp phụ.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

2.1.1. Chuẩn bị vật liệu, hóa chất, thiết bị

- Đất sét được lấy từ Công ty CP Trúc Thôn (Chí Linh, Hải Dương) loại nguyên khai.

- Vỏ trấu được lấy từ cơ sở máy xát trên địa bàn phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh.

- Hóa chất: Các dung dịch Pb(NO₃)₂, Zn(NO₃)₂ pha chuẩn, dung dịch NaOH 0,1 M, HNO₃ 0,1 M, EDTA, chỉ thị Mordant Black T (ETOO), dung dịch đệm amoni pH = 10, nước cất. Các hóa chất sử dụng đều có độ tinh khiết phân tích, nguồn gốc xuất xứ Trung Quốc.

- Thiết bị: Cân phân tích PA-114, máy khuấy từ Hanna, máy đo pH Hanna, tủ sấy, lò nung và một số dụng cụ thuộc phòng thí nghiệm khoa Thực phẩm và Hóa học.

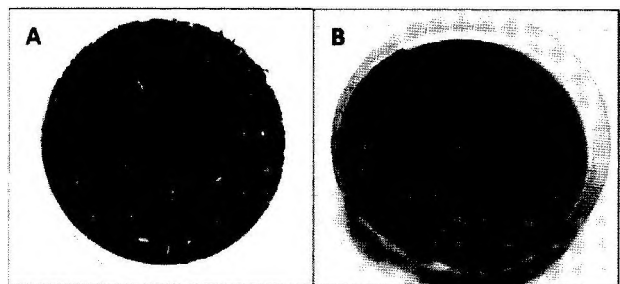
2.1.2. Chế tạo vật liệu từ đất sét và tro trấu

Lấy 100 g đất sét thô, nghiền vỡ sau thêm 1.000 ml nước tinh khiết, dùng máy khuấy từ khuấy đều trong 30 phút, loại bỏ tạp chất nổi trên bề mặt và tiếp tục

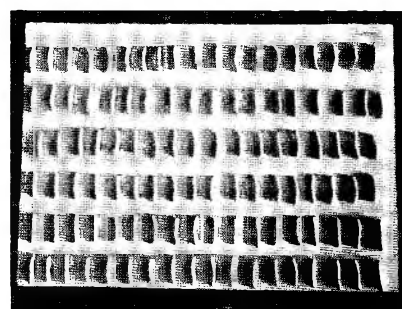
ngâm thêm trong 24 giờ. Lọc lấy huyền phù và loại bỏ phần cặn, li tâm tách phần sét trong huyền phù và sấy khô, nghiền mịn. Khoáng sét thu được ký hiệu S.

50 g vỏ trấu lấy về được sàng qua rây với kích thước 0,5 mm để loại bỏ các tạp chất, sau đó được rửa sạch kĩ bằng nước cất, đem sấy ở 80°C khô trong 2 giờ. Tro hóa vỏ trấu sau khi sấy khô trên bếp điện 60 phút, sau đó để nguội sản phẩm, nghiền mịn, sàng tới kích thước 100 μm thu được sản phẩm T1. Nung T1 tại nhiệt độ 600°C trong 4 giờ thu được sản phẩm T2 [15].

Trộn 75 g S và 25 g T1 (theo tỉ lệ khối lượng tương ứng 3:1), thêm khoảng 50 ml nước vào hỗn hợp trên để tạo hồ nhão, ủ trong 2 giờ, sau đó ép thành các viên hình trụ dài 10 mm, $\phi = 1$ mm, nung tại nhiệt độ 600°C trong 4 giờ được sản phẩm vật liệu, kí hiệu là SR. Khi nung trên 600°C thì nước trong cấu trúc bị mất [16]. Do đó, các liên kết Si-OH hoặc Al-OH bị phá hủy. Không còn khả năng hấp phụ. Hình ảnh các mẫu vật liệu được mô tả trên Hình 1a, 1b:



Hình 1a. Vỏ trấu được tro hóa (A) và sau khi nung (B)



Hình 1b. Vật liệu (SR) sau nung

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Nghiên cứu đặc trưng vật liệu

Phân tích các thành phần chất trong đất sét, tro trấu được thực hiện bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD) trên máy MiniFlex 600 (Rigacu), tại Đại học KHTN, ĐHQG Hà Nội.

Hình thái bề mặt (SEM) được xác định trên kính hiển vi điện tử quét (Scanning Electron Microscope -SEM, NOVA NANOSEM450(FEI), tại Đại học KHTN, ĐHQG Hà Nội).

2.2.2. Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng hấp phụ chì của vật liệu

a. Ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ

Cho vào 6 bình tam giác (250 ml) mỗi bình 100 ml dung dịch Pb²⁺ có nồng độ 10 mg/l, đánh số thứ tự từ 1 đến 6. Điều chỉnh pH tương ứng từ 2, 3, 4, 5, 6, 7 bằng dung dịch HNO₃ 0,1 M và NaOH 0,1 M. Vật liệu hấp phụ được cho vào bình với liều lượng 1 g/l, lắc với tốc độ 120 vòng/phút, tại nhiệt độ 25°C. Đo hiệu suất hấp phụ và dung lượng hấp phụ, lựa chọn pH phù hợp.

b. Ảnh hưởng của thời gian đến khả năng hấp phụ

Cho vào 7 bình tam giác (250 ml) mỗi bình 100 ml dung dịch Pb²⁺ có nồng độ 10 mg/l, mỗi dung dịch có pH = 6. Vật liệu hấp phụ được cho vào bình với liều lượng 1 g/l, lắc với tốc độ 120 vòng/phút, nhiệt độ 25°C. Thời gian hấp phụ được khảo sát từ: 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 phút. Đo hiệu suất hấp phụ và dung lượng hấp phụ, xác định thời gian tối ưu.

c. Ảnh hưởng của nồng độ ion hấp phụ đến khả năng hấp phụ

Dùng dung dịch Pb²⁺ có nồng độ 100 mg/l, thêm nước cất phù hợp để pha loãng thành các dung dịch có nồng độ lần lượt là 5, 10, 15, 20, 25, 30, và 35 mg/l, pH = 6. Vật liệu hấp phụ được cho vào bình với liều lượng 1g/l, lắc với tốc độ 120 vòng/phút, nhiệt độ 25°C. Đo hiệu suất hấp phụ và xác định nồng độ ion chì phù hợp nhất.

2.2.3. Xác định nồng độ ion chì sau quá trình hấp phụ

Nồng độ Pb²⁺ được xác định bằng phương pháp chuẩn độ ngược: Cho Pb²⁺ (trong dung dịch sau hấp phụ) tác dụng với lượng dư EDTA đã biết nồng độ tại pH = 10 (sử dụng dung dịch đệm amoni) sau đó chuẩn độ EDTA dư bằng Zn²⁺ với chất chỉ thị ET-OO.

Nồng độ Pb²⁺ được xác định bởi công thức (1):

$$N_{Pb^{2+}} = \frac{N_2 \cdot V_2 - N_1 V_1}{V_{Pb^{2+}}} \quad (1)$$

Trong đó:

$N_{Pb^{2+}}$, N_1 , N_2 (N) là nồng độ mol/l của Pb²⁺, Zn²⁺;

EDTA. $V_{Pb^{2+}}$, V_1 , V_2 (ml) là thể tích của dung dịch Pb²⁺, Zn²⁺ và EDTA.

2.2.4. Xác định hiệu suất và dung lượng hấp phụ

Hiệu suất hấp phụ H (%) và dung lượng hấp phụ q_e (mg/g) của vật liệu được xác định theo công thức (2) và (3):

$$H = \frac{(C_o - C_e) \cdot 100}{C_o} (\%) \quad (2)$$

$$q_e = \frac{(C_o - C_e) \cdot V}{m} \text{ (mg/g)} \quad (3)$$

Trong đó:

C_o và C_e (mg/l) là nồng độ ion bị hấp phụ ban đầu và còn lại tại thời điểm cân bằng;

V (l) là thể tích dung dịch chất bị hấp phụ;

m (g) là khối lượng vật liệu.

2.2.5. Nghiên cứu các mô hình đẳng nhiệt hấp phụ

Phương trình Langmuir là phương trình chứng minh lý thuyết dựa vào nghiên cứu động học và được thể hiện bởi công thức (4):

$$q_e = q_{max} \frac{K_L \cdot C_e}{1 + K_L \cdot C_e} \quad (4)$$

Trong đó:

q_{max} là dung lượng hấp phụ cực đại của vật liệu,

K_L là hằng số Langmuir.

Dạng tuyến tính của (4) được thể hiện qua công thức (5):

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{max}} \cdot C_e + \frac{1}{q_{max} \cdot K_L} \quad (5)$$

Hệ số tương quan R_L cho biết sự phù hợp giữa mô hình với các dữ liệu thực nghiệm hay khả năng tương thích của một cặp chất hấp phụ và bị hấp phụ và được xác định bởi công thức (6):

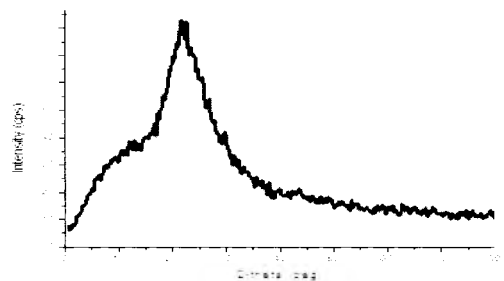
$$R_L = \frac{1}{1 + K_L \cdot C_o} \quad (6)$$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc trưng vật liệu

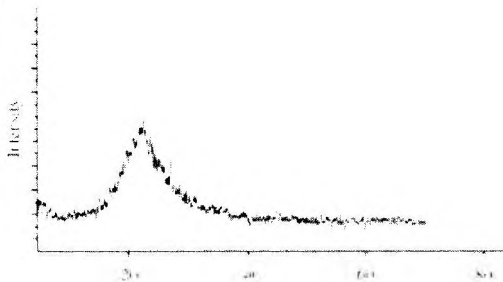
3.1.1. Kết quả đo XRD của mẫu tro trắng T2

Phổ XRD của tro trắng nung T2 được trình bày trên Hình 2a:



Hình 2a. Phổ XRD của mẫu T2

Kết quả cho thấy rằng có một pic xuất hiện ở góc 2θ trong khoảng từ 20 - 25°, cường độ > 80 (cps) ngoài ra không có pic nào đặc trưng, từ đây có thể kết luận trong tro trắng T₂ chứa chủ yếu SiO₂ tồn tại ở dạng vô định hình.



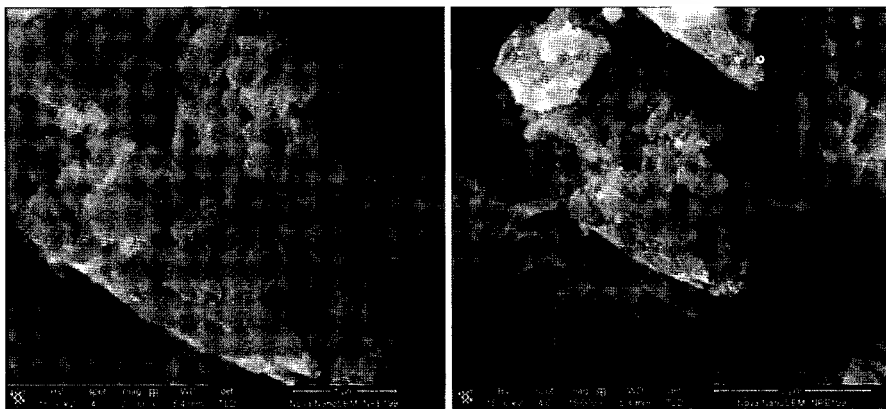
Hình 2b. Phổ XRD của tro trấu theo Ghassan 2010

Nếu nung ở nhiệt độ cao hơn (800°C), sẽ hình thành chủ yếu là silica tinh thể. So với silica tinh thể silica

vô định hình có ưu điểm hơn như không độc hại, độ xốp cao, tương tác tốt, thuận lợi cho việc sử dụng hấp phụ ion kim loại nặng trong nước. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu trước đó của Ghassan Abood Habeeb và cộng sự (2010) [14].

3.1.2. Kết quả đo phân tích hình thái bề mặt (SEM) của mẫu T₂

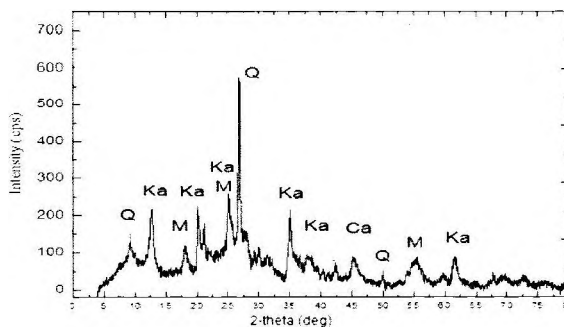
Ảnh chụp SEM của mẫu T2 (Hình 3) cho thấy trong mẫu xuất hiện các hạt kích thước không đồng đều từ 1 - 3 μm, kết đám lại với nhau tạo ra cấu trúc xốp cho vật liệu, là đặc tính quan trọng giúp cho vật liệu tro trấu có khả năng hấp phụ tốt.



Hình 3. Ảnh SEM của mẫu T2

3.1.3. Kết quả XRD của đất sét Trúc Thôn

Phổ XRD của đất sét Trúc Thôn được xác định ở Hình 4 cho thấy, các thành phần khoáng chính xuất hiện trong mẫu là kaolinite, quartz, muscovite (khoáng mica), CaCO₃ và pha không định hình. Kaolinite được biết đến với khả năng hấp phụ tốt, đặc biệt là đối với các ion kim loại [13], nhờ tính trương nở trong nước tốt nên kaolinite được làm giàu bằng cách loại bỏ quartz, CaCO₃ tại nồng độ loãng.

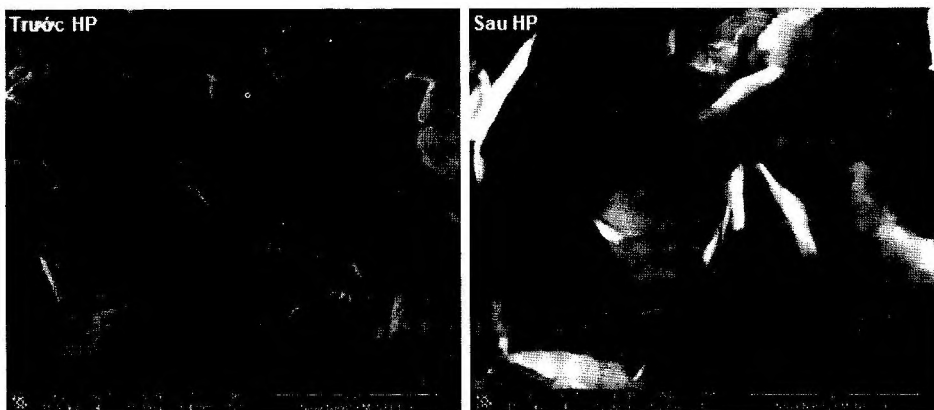


Hình 4. Phổ XRD của mẫu đất sét(S)

3.1.4. Kết quả đo phân tích hình thái bề mặt của vật liệu

Hình thái bề mặt của vật liệu SR trước quá trình hấp phụ

và sau quá trình hấp phụ được trình bày trên Hình 5.



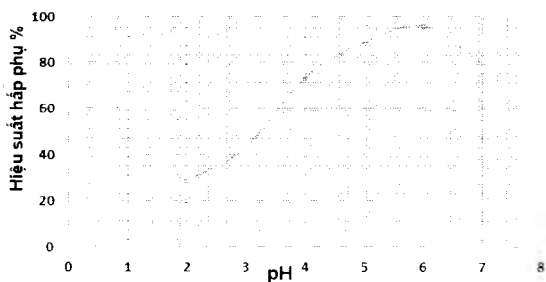
Hình 5. Ảnh SEM của SR trước hấp phụ và sau khi hấp phụ ion Pb²⁺

Quan sát kết quả SEM ta thấy vật liệu SR trước khi hấp phụ ion Pb^{2+} có cấu trúc nhiều lớp, nhiều góc cạnh, tạo ra nhiều đỉnh hấp phụ và các mao quản. Hình dạng của vật liệu SR thay đổi đáng kể sau khi hấp phụ chì. Hầu như các đỉnh và các mao quản bị chiếm lấp tạo thành khối có dạng tương nở điều này chứng tỏ các ion Pb^{2+} đã bị hấp phụ lên bề mặt SR.

3.2. Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ chì của vật liệu

3.2.1. Ảnh hưởng của pH

Độ pH của dung dịch ảnh hưởng đến điện tích trên bề mặt của chất hấp phụ nên sự thay đổi pH cũng ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ. Để đánh giá mức độ ảnh hưởng của thông số này đối với hấp phụ, các thí nghiệm được thực hiện ở các giá trị pH trong khoảng từ 2 - 6. Kết quả Hình 6 cho thấy:



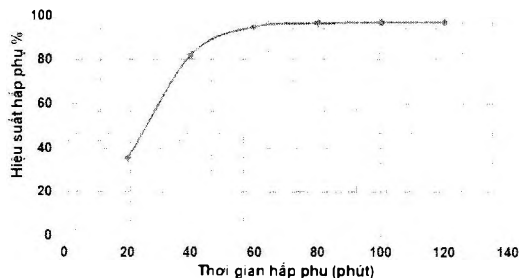
Hình 6. Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất hấp phụ

Trong khoảng pH thấp từ 2 - 3, hiệu suất hấp phụ thấp là do sự ở pH thấp, nồng độ H^+ cao, nên có sự cạnh tranh giữa các ion H^+ và cation Pb^{2+} , dẫn đến dung lượng hấp phụ giảm, khi pH tăng từ 4 - 6, có sự tăng dần điện tích âm, giảm điện tích dương trên bề mặt chất hấp phụ, làm tăng lực hút tĩnh điện giữa vật liệu và chất hấp phụ, do đó dung lượng hấp phụ và hiệu

suất hấp phụ tăng lên và đạt 95,82% ở pH = 6. Trong khoảng pH > 6 sẽ có sự hình thành kết tủa $Pb(OH)_2$, nên lựa chọn pH = 6 trong các thí nghiệm tiếp theo.

3.2.2. Ảnh hưởng của thời gian

Thí nghiệm về ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất hấp phụ được thể hiện trên Hình 7.



Hình 7. Ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất hấp phụ

Từ kết quả thu được cho ta thấy trong khoảng thời gian khảo sát từ 20 - 60 phút, hiệu suất hấp phụ của SR tăng nhanh. Tại 60 phút hiệu suất hấp phụ đạt 95,82%. Điều này có thể được giải thích là do ban đầu diện tích bề mặt bị chiếm nhỏ, các ion đi vào các mao quản nhiều nên dung lượng hấp phụ tăng. Sau thời gian 60 phút, các mao quản của vật liệu bị lấp đầy, diện tích bề mặt bị chiếm đã đủ lớn nên tốc độ hấp phụ tăng không đáng kể. Do đó thời gian 60 phút được chọn để tiến hành các nghiên cứu tiếp theo đối với sự hấp phụ ion Pb^{2+} .

3.2.3. Ảnh hưởng của nồng độ ion Pb^{2+}

Thí nghiệm về sự ảnh hưởng của nồng độ Pb^{2+} ban đầu đến hiệu suất và dung lượng hấp phụ được trình bày trên Bảng 1.

Bảng 1. Nồng độ Pb^{2+} sau khi xử lý và thiết lập phương trình đẳng nhiệt hấp phụ của Langmuir

Nồng độ Pb^{2+} ban đầu C_0 (mg/L)	Nồng độ Pb^{2+} cân bằng C_e (mg/L)	Dung lượng hấp phụ q_e (mg/g)	C_e/q_e	Hiệu suất hấp phụ %
5	0,193	4,807	0,040	96,14
10	0,418	9,582	0,044	95,82
15	1,212	13,788	0,088	91,92
20	2,682	17,318	0,155	86,59
25	4,420	20,580	0,214	82,32
30	6,296	23,704	0,265	79,01
35	8,921	26,079	0,357	74,51

Bảng 1 cho thấy nồng độ Pb^{2+} ban đầu càng tăng thì dung lượng hấp phụ q_e tăng nhưng hiệu suất hấp phụ của SR lại giảm. Điều này có thể giải thích khi tăng nồng độ dung dịch, hiệu ứng gradient nồng độ tăng và do đó làm tăng dung lượng hấp phụ q_e . Bên cạnh đó, tỷ lệ ion kim loại/chất hấp phụ thấp, quá trình hấp phụ ion chưa đạt đến trạng thái bão hòa và tiếp tục diễn ra.

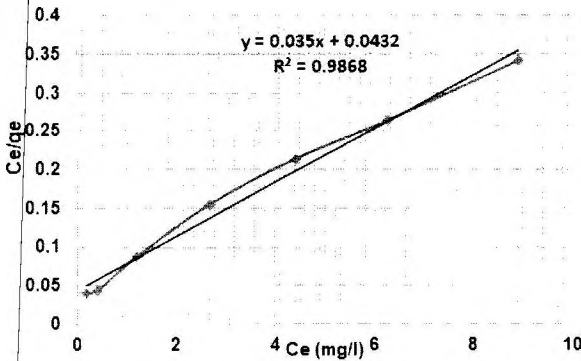
Tuy nhiên, khi nồng độ ion Pb^{2+} trong dung dịch tăng dần ngăn cản quá trình tập hợp các ion đến bề mặt SR, nên làm giảm hiệu suất hấp phụ. Với nồng độ ban đầu của Pb^{2+} dưới 10 mg/l, thì sau hấp phụ nồng độ Pb^{2+} giảm xuống thấp hơn mức 0,5 mg, như vậy phù hợp với QCVN 40: 2011/BTNMT-Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp. Trong trường hợp

nước thải có nồng độ Pb^{2+} lớn hơn mức 10 mg/l thì tăng khối lượng vật liệu hấp phụ SR sẽ làm tăng hiệu suất hấp phụ Pb^{2+} , vì vậy có thể giảm hàm lượng Pb^{2+} về mức cho phép.

3.3. Mô hình đẳng nhiệt hấp phụ

Mô hình đẳng nhiệt Langmuir (Langmuir, 1918) giả định rằng sự hấp thu các ion kim loại xảy ra trên một bề mặt đồng nhất của vật liệu và sự hấp phụ là đơn lớp, không có bất kỳ sự tương tác nào giữa các ion hấp phụ.

Dựa trên các kết quả ở Bảng 1 đồ thị biểu thị mối liên hệ giữa (C_e/q_e) theo nồng độ lúc cân bằng C_e của Pb^{2+} được thể hiện trong Hình 8.



Hình 8. Đồ thị đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir

Từ phương trình $y = 0,035x + 0,0432$, tính được dung lượng hấp phụ cực đại q_{max} và hằng số Langmuir như sau:

- $q_{max} = 1/0,035 = 28,57$ (mg/g).

- Tích số $q_{max} \cdot K_L = 1/0,0432 = 23,15$.

Suy ra $K_L = 0,81$ (l/g).

Các thông số trên được trình bày trên Bảng 2:

Bảng 2. Thông số động học

Phương trình Langmuir		
$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{max}} \cdot C_e + \frac{1}{q_{max} \cdot K_L}$		
K_L	q_{max}	R^2
0,81 (L/g)	28,57 (mg/g)	0,9868

Với giá trị hệ số tương quan là $R^2 = 0,9868$ khá cao cho thấy mức độ phù hợp tốt giữa các thông số với quá trình hấp phụ tối đa tạo thành đơn lớp của Pb^{2+} lên bề mặt vật liệu SR. Dung lượng hấp phụ cực đại của SR với Pb^{2+} đạt 28,57 mg/g.

4. KẾT LUẬN

Đã nghiên cứu điều chế vật liệu SR từ đất sét và tro trấu với tỉ lệ 3:1 về khối lượng, ở điều kiện nhiệt độ

600°C trong 4 giờ. Các đặc trưng của vật liệu gồm: phổ XRD của mẫu tro trấu sau nung, phổ XRD của mẫu đất sét Trúc Thôn, hình thái bề mặt vật liệu (SEM) được khảo sát. Với nồng độ vật liệu SR đạt 1 g/l, thời gian xử lý 60 phút, pH = 6 và nồng độ Pb^{2+} ban đầu ≤ 10 mg/l, nồng độ Pb^{2+} sau xử lý phù hợp với QCVN 40:2011/ BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp. Quá trình hấp phụ tuân theo mô hình Langmuir, với hệ số $R^2 = 0,9868$.

LỜI CẢM ƠN

Kết quả nghiên cứu này thuộc đề tài khoa học công nghệ cấp cơ sở mã số 08.KHCN/20-21 được tài trợ bởi Trường Đại học Sao Đỏ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. M. Trgo, J. Peric, N.V. Medvidovic (2006), *A comparative study in ion exchange kinetics in zinc/lead-modified zeolite-clinoptilite systems*, J. Hazard. Mater. 136 938-945.
- [2]. A.K. Bhattacharya, T.K. Naiya, S.N. Mandal, S.K. Das (2008), *Adsorption, kinetics and equilibrium studies on removal of Cr(VI) from aqueous solution using different low cost adsorbents*, Chem. Eng. J. 137 (5) 529-541.
- [3]. T.K. Naiya, A.K. Bhattacharya, S.K. Das (2008), *Adsorption of Cd(II) from aqueous solutions using clarified sludge*, J. Colloid Interf. Sci. 325 48–56.
- [4]. V.K. Gupta, P. Singh, N. Rahman (2004), *Adsorption behavior of Hg (II), Pb (II) and Cd(II) from aqueous solution on duolite C-433: a synthetic resin*, J. Colloid Interf. Sci. 275 (2) 398-402.
- [5]. Mohammad Kashif Uddin (2017), *A review on the adsorption of heavy metals by clay minerals, with special focus on the past decade*, Chemical Engineering Journal 308 438–462.
- [6]. M. Eloussaief, W. Hamza, N. Kallel, M. Benzina (2013), *Wastewaters decontamination: mechanisms of Pb(II), Zn(II), and Cd(II) competitive adsorption on tunisian smectite in single and multi-solute systems*, Environ. Prog. Sustainable Energy 32 229-238.
- [7]. M.Q. Jiang, X.Y. Jin, X.Q. Lu, Z.L. Chen (2010), *Adsorption of Pb(II), Cd(II), Ni(II) and Cu (II) onto natural kaolinite clay*, Desalination 252 33–39.
- [8]. M. G. A. Vieira^{1*}, A. F. de Almeida Neto^{1*}, M. G. C. da Silva¹, C. N. Carneiro² and A. A. Melo Filho² (2014), *Adsorption of lead and copper ions from aqueous effluents on rice husk ash in a dynamic system*, Braz. J. Chem. Eng Vol. 31, No. 02, 519-529.
- [9]. Nguyễn Văn Hưng¹, Nguyễn Ngọc Bích¹, Nguyễn Hữu Nghị¹, Trần Hữu Bằng², Đặng Thị Thanh Lê^{3*} (2015), *Điều chế nano silica từ tro trấu để hấp phụ*

xanh metylen trong nước, Tạp chí hóa học số 53 (4) 491-496.

- [10]. Đặng Kim Tại, Vũ Xuân Hồng (2020), *Điều chế tro trấu biến tính ứng dụng xử lý Cu_2 trong nước*, Tạp chí KH&CN số 62(1) 66-69.
- [11]. Tarun Kumar Naiya^a, Ashim Kumar Bhattacharya^a, Sailendranath Mandal^b, Sudip Kumar Das^a (2009), *The sorption of lead(II) ions on rice husk ash*, Journal of Hazardous Materials 163 1254–1264.
- [12]. Jung Uk Song^a, Jong-Sub Lee^a, Hyung-Koo Yoon^b (2019), *Application of electrical conductivity method for adsorption of lead ions by rice husk ash*, Measurement 144 126-134.
- [13]. Mahir Alkan, Burcu Kalay, Mehmet Dog˘an, O˘zkan Demirbas (2008), *Removal of copper ions from aqueous solutions by kaolinite and batch design*, Journal of Hazardous Materials 153 867-876.
- [14]. Ghassan Abood Habeeb*, Hilmi Bin Mahmud (2010), *Study on Properties of Rice Husk Ash and Its Use as Cement Replacement Material*, Materials Research 13(2) 185-190.
- [15]. Nguyễn Trí Tuấn¹, Nguyễn Hữu Minh Phú⁵, Hồ Ngọc Tri Tân³, Phạm Thị Bích Thảo¹, Nguyễn Thị Kim Chi¹, Lê Văn Nhận², Nguyễn Trọng Tuấn¹ và Trịnh Xuân Anh⁴ (2014), *Tổng hợp hạt nano SiO_2 từ vỏ trấu bằng phương pháp kết tủa*, Tạp chí khoa học trường Đại học Cần Thơ, số 32, 120-124.
- [16]. M. Bellotto, A. Gualtieri, G. Artioli & S. M. Clark (1995), *Kinetic study of the kaolinite-mullite reaction sequence. Part I: Kaolinite dehydroxylation*, Physics and Chemistry of Minerals vol 22, 207-217.

THÔNG TIN TÁC GIẢ



Vũ Hoàng Phương

- Tóm tắt quá trình đào tạo, nghiên cứu (thời điểm tốt nghiệp và chương trình đào tạo, nghiên cứu):
- + Năm 2006: Tốt nghiệp Đại học ngành Sư phạm hóa học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.
- + Năm 2014: Tốt nghiệp Thạc sĩ chuyên ngành Hóa lý thuyết và hóa lý, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.
- Tóm tắt công việc hiện tại: Giảng viên khoa Khoa học cơ bản, Trường Đại học Sao Đỏ.
- Lĩnh vực quan tâm: Vật liệu và các ứng dụng.
- Email: hphuong_sp@yahoo.com.
- Điện thoại: 0972345737.



Nguyễn Ngọc Tú

- Tóm tắt quá trình đào tạo, nghiên cứu (thời điểm tốt nghiệp và chương trình đào tạo, nghiên cứu):
- + Năm 2008: Tốt nghiệp Đại học chuyên ngành Sư phạm Vật lý, Trường Đại học Vinh.
- + Năm 2014: Tốt nghiệp Thạc sĩ ngành Vật lý chất rắn, Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.
- Tóm tắt công việc hiện tại: Giảng viên khoa Khoa học cơ bản, Trường Đại học Sao Đỏ.
- Lĩnh vực quan tâm: Khoa học vật liệu.
- Email: tunguyenngocdhsaodo@gmail.com.
- Điện thoại: 0984067686.



Mạc Thị Lê

- Tóm tắt quá trình đào tạo, nghiên cứu (thời điểm tốt nghiệp và chương trình đào tạo, nghiên cứu):
- + Năm 2006: Tốt nghiệp ngành Vật lý, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.
- + Năm 2012: Tốt nghiệp Thạc sĩ ngành Vật lý chất rắn (Khoa học vật chất), Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.
- Tóm tắt công việc hiện tại: Giảng viên khoa Khoa học cơ bản, Trường Đại học Sao Đỏ.
- Lĩnh vực quan tâm: Vật lý chất rắn, khoa học vật liệu.
- Email: mtlhdhsd@gmail.com.
- ĐT: 0983084725.