

HẤP PHỤ AMONI TRÊN VẬT LIỆU QUẶNG APATIT/NANO OXIT SẮT TỪ

Ngô Thị Mai Việt

Trường Đại học Sư phạm – ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu về khả năng hấp phụ amoni của vật liệu quặng apatit/nano oxit sắt từ. Đã nghiên cứu hình thái, cấu trúc của vật liệu bằng phương pháp SEM và TEM. Nồng độ của amoni được xác định bằng phương pháp quang phổ hấp thụ phân tử. Đã nghiên cứu các điều kiện tối ưu cho phép xác định amoni bằng phương pháp quang phổ hấp thụ phân tử: bước sóng 420 nm; pH 2; thời gian 30 phút. Các thí nghiệm hấp phụ amoni trên vật liệu được tiến hành với các thông số sau: khối lượng vật liệu: 0,1g; thể tích dung dịch amoni: 25 mL; pH 7– 8; tốc độ lắc 200 vòng/phút; thời gian đạt cân bằng hấp phụ là 150 phút ở nhiệt độ phòng ($25 \pm 2^\circ\text{C}$); Trong khoảng nhiệt độ khảo sát từ $298 \div 338\text{K}$, dung lượng và hiệu suất hấp phụ amoni trên vật liệu giảm. Dung lượng hấp phụ amoni cực đại trên vật liệu ở $25 \pm 2^\circ\text{C}$ theo mô hình đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir là 13,69 mg/g.

Từ khóa: *hấp phụ, amoni, đẳng nhiệt Langmuir, quặng apatit, nano sắt từ oxit.*

Ngày nhận bài: 11/4/2019; Ngày hoàn thiện: 12/5/2019; Ngày duyệt đăng: 16/5/2019

REMOVAL OF AMMONIUM FROM AQUEOUS SOLUTIONS BY USING APATITE ORE/ Fe_3O_4 NANOPARTICLES

Ngo Thi Mai Viet

University of Education – TNU

ABSTRACT

Removal of ammonium from aqueous solution by using apatite ore/ Fe_3O_4 nanoparticles was investigated in the present study. Characterizations of the material were examined by SEM and TEM. The concentration of ammonium was measured by Ultraviolet-visible spectroscopy (UV-Vis). The optimum conditions for examining ammonium by UV-Vis were systematically studied and found as wave length 420 nm; pH 2; time 30 min. The experiments were conducted using the following parameters: absorbent mass 0.1 g; the solution volume 25 mL; pH 7,0 – 8,0; shaking speed 200 rounds/min; contact time 150 min at room temperature ($25 \pm 2^\circ\text{C}$). In the temperature range of $298 \div 338\text{K}$, the ammonium adsorption capacity and the ammonium effective adsorption were reduced when the temperature increased. Maximum ammonium adsorption capacity on the material was calculated by the Langmuir adsorption isotherm model as 13.69 mg/g at $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Key words: *adsorption, ammonium, Langmuir isotherm, apatite ore, Fe_3O_4 nanoparticles.*

Received: 11/4/2019; Revised: 12/5/2019; Approved: 16/5/2019

1. Mở đầu

Amoni không gây ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe con người, nhưng trong quá trình khai thác, lưu trữ và xử lý, amoni được chuyển hóa thành nitrit (NO_2^-) và nitrat (NO_3^-) là những chất có tính độc hại cho con người. Trong nước ngầm amoni không thể chuyển hóa được do thiếu oxy. Khi khai thác lên và tiếp xúc trực tiếp với oxy, amoni chuyển thành nitrit (NO_2^-) và nitrat (NO_3^-) tích tụ trong thức ăn. Khi ăn uống nước có chứa nitrit thì cơ thể sẽ thiếu máu, xanh da, gây bệnh ở đường hô hấp, gây ung thư. Nitrat tạo ra chứng thiếu vitamin và có thể kết hợp với các amin để tạo nên nitrisamin là nguyên nhân gây ung thư ở người. Vì vậy, loại bỏ amoni trong các nguồn nước bằng phương pháp hấp phụ là hướng nghiên cứu được nhiều nhà khoa học quan tâm [1-6]. Công nghệ nano đang dần làm thay đổi cuộc sống của con người. Với kích thước vô cùng nhỏ và diện tích bề mặt riêng khá lớn, vật liệu nano có những tính chất độc đáo, được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khoa học, công nghệ và đời sống, trong đó có công nghệ xử lý môi trường [7]. Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu sự hấp phụ amoni trên vật liệu quặng apatit/nano oxit sắt từ.

2. Hóa chất và thiết bị nghiên cứu

2.1 Hóa chất:

$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \geq 98,5\%$; $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \geq 99\%$; $\text{NaCl} \geq 99\%$; HNO_3 65 ÷ 68%; HCl 36%; $\text{NaOH} \geq 96\%$; KI 99%; $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ 99,5%; NH_3 25%; $\text{NH}_4\text{Cl} \geq 99\%$. Tất cả hóa chất trên đều có độ tinh khiết PA.

2.2 Thiết bị và dụng cụ nghiên cứu:

Máy lắc H4Y (Trung Quốc); Máy đo pH 2 số Presisa 900 (Thụy Sĩ); Máy quang phổ hấp thụ phân tử UV 1700 (Shimadzu - Nhật Bản); Tủ sấy Jeio tech (Hàn Quốc); Cân điện tử 4 số Presicsa XT 120A (Thụy Sĩ); Bình định mức, cốc thủy tinh, pipet, bình tam giác,...

2.3 Chế tạo vật liệu hấp phụ

2.3.1 Chuẩn bị nguyên liệu: Quặng apatit tự nhiên loại II (nguyên liệu) được lấy ở huyện

Cam Đường, Lào Cai. Quặng được nghiền đến kích thước nhỏ 0,1 mm sau đó được sấy khô ở 100°C , để nguội và bảo quản trong lọ polietylen sạch và kín.

2.3.2 Chế tạo vật liệu hấp phụ: Chế tạo các hạt nano từ tính bằng phương pháp đồng kết tủa. Các hạt nano oxit sắt từ được tạo thành khi cho dung dịch hỗn hợp hai muối sắt là FeCl_2 và FeCl_3 với tỷ lệ mol $\text{FeCl}_2 : \text{FeCl}_3 = 1 : 2$, tại pH = 12 bằng cách cho phản ứng với dung dịch NH_3 ở nhiệt độ 80°C . Cân 1,72 g $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ và 4,66 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ cho vào cốc 500 mL, thêm 160 mL nước và khuấy từ gia nhiệt đến 80°C trong 30 phút. Thêm dần 25 mL NH_3 25% với tốc độ 1 giọt/giây. Khi thấy dung dịch chuyển từ màu vàng da cam sang màu đen tức là các hạt sắt từ đã được hình thành, khuấy thêm 15 phút sau đó cho 10 g quặng apatit vào và khuấy tiếp trong 30 phút. Sau khi phản ứng xong, làm nguội hỗn hợp phản ứng đến nhiệt độ phòng, lọc rửa nhiều lần bằng nước cất hai lần để loại bỏ NH_3 dư, các muối sắt hoặc NH_4Cl , sản phẩm thu được là chất rắn màu đen. Cuối cùng sấy chất rắn ở 40°C trong thời gian 20 giờ, thu được vật liệu [8].

2.4 Quy trình thực nghiệm và các thí nghiệm nghiên cứu

2.4.1 Quy trình thực nghiệm

Trong mỗi thí nghiệm hấp phụ:

- Thể tích dung dịch amoni: 25 mL với nồng độ xác định (các nồng độ này được chỉ rõ trong mục

2.4.2 Các thí nghiệm nghiên cứu

- Lượng chất hấp phụ: 0,1 g

- Thí nghiệm được tiến hành ở nhiệt độ phòng ($25 \pm 2^\circ\text{C}$), sử dụng máy lắc với tốc độ 200 vòng/phút.

2.4.3 Các thí nghiệm nghiên cứu

* Khảo sát điều kiện tối ưu cho phép xác định amoni bằng phương pháp UV-Vis:

+ Ảnh hưởng của bước sóng: Nồng độ amoni là 5,0 mg/L; bước sóng thay đổi từ 400 đến 600 nm.

+ Ảnh hưởng của pH: Sử dụng bước sóng đã tối ưu; nồng độ amoni là 5,0 mg/L; pH thay đổi từ 1÷8.

+ Ảnh hưởng của thời gian sau khi thực hiện phản ứng tạo màu giữa amoni và thuốc thử: Sử dụng bước sóng và pH đã tối ưu; nồng độ amoni là 5,0 mg/L; thời gian thay đổi từ 5 ÷ 50 phút.

* Khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ amoni của vật liệu:

+ Ảnh hưởng của pH: pH thay đổi từ 2 ÷ 8; nồng độ amoni ban đầu: 49,12 mg/L; thời gian hấp phụ: 150 phút.

+ Thời gian đạt cân bằng hấp phụ: Sử dụng giá trị pH tối ưu, nồng độ amoni ban đầu: 48,92 mg/L; thời gian hấp phụ thay đổi từ 10 ÷ 240 phút.

+ Ảnh hưởng của nhiệt độ: sử dụng giá trị pH, thời gian tối ưu đã xác định ở thí nghiệm trước; nồng độ amoni ban đầu: 48,92 mg/L; các nhiệt độ nghiên cứu 25°C; 35°C; 45°C; 55°C; 65°C;

+ Ảnh hưởng của nồng độ ban đầu và xác định dung lượng hấp phụ cực đại: sử dụng giá trị pH, thời gian tối ưu đã xác định ở các thí nghiệm trước; nồng độ ban đầu thay đổi từ 19,75 đến 198,49 mg/L, tiến hành thí nghiệm ở nhiệt độ phòng (25 ± 2°C).

Hiệu suất hấp phụ của quá trình hấp phụ được tính theo công thức:

$$H = \frac{C_o - C_t}{C_o} \cdot 100\% \quad (1)$$

Trong đó:

- H: hiệu suất hấp phụ (%)
- C_o , C_t : nồng độ ban đầu và nồng độ tại thời điểm t của dung dịch amoni (mg/L)
- Dung lượng hấp phụ cực đại được xác định dựa vào phương trình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir dạng tuyến tính:

$$\frac{C_{cb}}{q} = \frac{1}{q_{\max}} C_{cb} + \frac{1}{q_{\max} b} \quad (2)$$

Trong đó:

- q , $q_{\max}$: dung lượng hấp phụ và dung lượng hấp phụ cực đại (mg/g).

- C_{cb} : nồng độ amoni tại thời điểm cân bằng (mg/L).

- b : hằng số Langmuir

- Vẽ đồ thị $C_{cb}/q = f(C_{cb})$, từ đây tính được dung lượng hấp phụ amoni cực đại trên vật liệu.

* Các phương pháp nghiên cứu:

- Nồng độ amoni được xác định bằng phương pháp quang phổ hấp thụ phân tử (UV-Vis). Thiết bị được sử dụng là máy quang phổ hấp thụ phân tử UV 1700 (Nhật Bản).

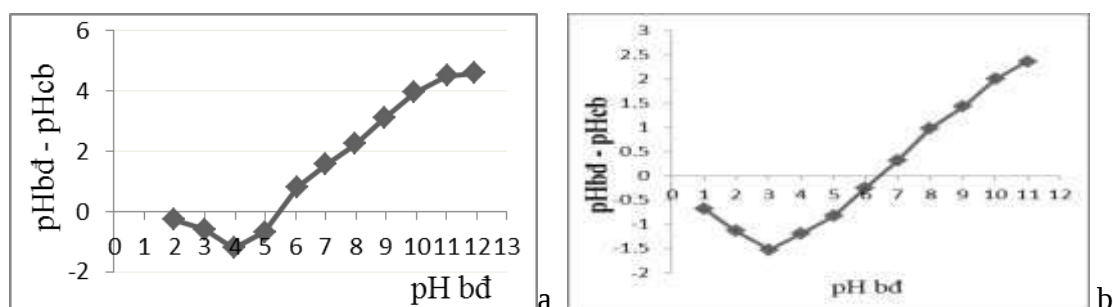
- Hình thái và cấu trúc của vật liệu được nghiên cứu bằng phương pháp hiển vi điện tử quét (SEM) và phương pháp hiển vi điện tử truyền qua (TEM). Ảnh SEM của vật liệu được đo trên máy JEOL 6490 JED 2300 (Nhật Bản); Ảnh TEM của vật liệu được đo trên máy JEOL-JEM-1010 (Nhật Bản).

3. Kết quả và thảo luận

3.1 Điểm đẳng điện của quặng apatit tự nhiên và vật liệu (quặng apatit/nano oxit sắt từ)

Lần lượt cho 0,2 g vật liệu vào 12 bình nón chứa 40 mL dung dịch NaCl 0,1M sau đó điều chỉnh pH của các dung dịch (pH ban đầu - pH_{bd}) tăng dần từ 1÷ 10 bằng dung dịch NaOH hoặc HCl. Để yên các dung dịch trong 48 giờ sau đó xác định lại pH của các dung dịch, giá trị pH này gọi là pH cân bằng (pH_{cb}). ΔpH là hiệu số giữa giá trị pH_{bd} và giá trị pH_{cb} . Vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của ΔpH vào pH_{bd} , điểm giao nhau giữa đường cong với tọa độ mà tại đó $\Delta pH = 0$ cho ta giá trị điểm đẳng điện của vật liệu.

Kết quả xác định điểm đẳng điện của của quặng apatit tự nhiên và vật liệu quặng apatit/nano oxit sắt từ được trình bày trong hình 1.

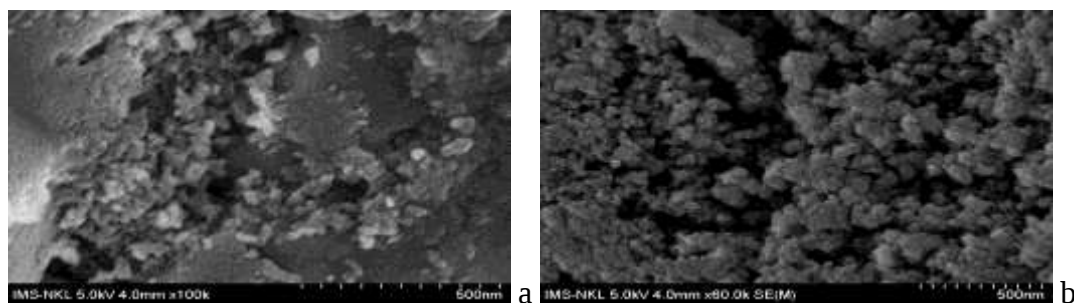


Hình 1. Điểm đẳng điện của quặng apatit tự nhiên (a) và vật liệu (b)

Kết quả chỉ ra rằng giá trị điểm đẳng điện (pI) của vật liệu là 6,3 cao hơn giá trị điểm đẳng điện của nguyên liệu là 5,5; Kết quả này bước đầu cho thấy, việc phủ nano sắt từ oxit lên quặng apatit đã được thực hiện. Từ giá trị của điểm đẳng điện và khi biết pH của dung dịch nghiên cứu sẽ xác định được điện tích của bề mặt vật liệu.

3.2 Hình thái, cấu trúc của quặng apatit tự nhiên và vật liệu

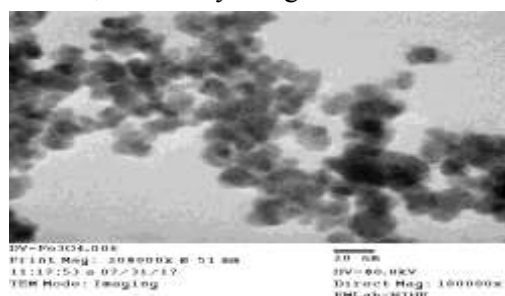
Ảnh SEM của quặng apatit tự nhiên và vật liệu quặng apatit/nano oxit sắt từ được trình bày trong hình 2.



Hình 2. Ảnh SEM của quặng apatit tự nhiên (a) và vật liệu (b)

Kết quả nghiên cứu hình ảnh bề mặt cho thấy, bề mặt vật liệu quặng apatit/nano oxit sắt từ có độ xốp và đồng đều hơn so với quặng apatit tự nhiên.

Ảnh TEM của vật liệu quặng apatit/nano oxit sắt từ được trình bày trong hình 3.



Hình 3. Ảnh TEM của vật liệu quặng apatit/nano oxit sắt từ

Hình ảnh TEM cho thấy, các hạt nano oxit sắt từ có dạng hình cầu, phân bố đều với kích thước khoảng 20 – 25 nm. Các kết quả nghiên cứu hình thái, cấu trúc của vật liệu và nguyên liệu bước đầu cho phép dự đoán, dung lượng hấp phụ amoni trên vật liệu quặng apatit/nano oxit sắt từ sẽ cao hơn trên quặng apatit tự nhiên.

3.3 Khảo sát điều kiện tối ưu cho phép xác định amoni bằng phương pháp quang phổ hấp thụ phân tử (UV-Vis)

3.3.1 Bước sóng

Kết quả khảo sát sự ảnh hưởng của bước sóng đến độ hấp thụ quang của dung dịch amoni (nồng độ 5,0 mg/L) được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Sự phụ thuộc độ hấp thụ quang của dung dịch amoni vào bước sóng

Bước sóng (nm)	400	410	420	425	430	435	440	450	470	510	550	600
Abs	0,689	0,731	0,758	0,748	0,731	0,724	0,686	0,657	0,647	0,512	0,457	0,321

Kết quả cho thấy ở bước sóng 420 nm thì độ hấp thụ quang của dung dịch amoni là lớn nhất. Đây là bước sóng tối ưu chúng tôi sẽ chọn để đo độ hấp thụ quang của dung dịch amoni trong các thí nghiệm tiếp theo.

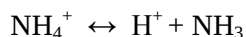
3.3.2 pH

Kết quả khảo sát sự ảnh hưởng của pH đến phép đo UV - Vis của dung dịch amoni (nồng độ 5,0 mg/L) được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Sự phụ thuộc độ hấp thụ quang của dung dịch amoni vào pH

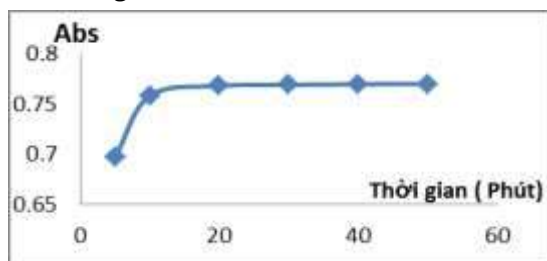
pH	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Abs	0,756	0,761	0,740	0,735	0,700	0,686	0,563	0,502

Kết quả cho thấy: pH tối ưu cho phép đo xác định amoni bằng phương pháp UV- Vis là trong khoảng 1-2. Điều này có thể được giải thích là do ở vùng pH này amoni tồn tại hoàn toàn ở dạng NH_4^+ theo cân bằng [9]:



3.3.3 Thời gian

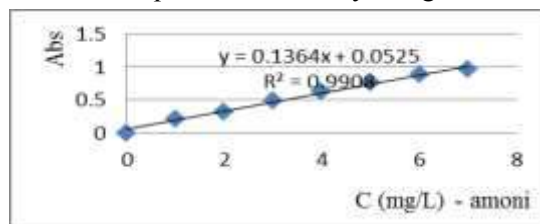
Kết quả nghiên cứu sự ảnh hưởng của thời gian tới phép đo xác định amoni (nồng độ 5,0 mg/L) bằng phương pháp UV- Vis được thể hiện trong hình 4.

**Hình 4.** Sự phụ thuộc độ hấp thụ quang của dung dịch amoni vào thời gian

Kết quả cho thấy thời gian tốt nhất để xác định amoni bằng phép đo UV - Vis là khoảng 20 - 50 phút sau khi lên màu. Điều này có thể được giải thích rằng, thời gian cần thiết để phản ứng tạo màu giữa amoni với thuốc thử Nestler đạt cân bằng là khoảng 20 phút. Để các thí nghiệm có sự đồng nhất, chúng tôi tiến hành đo độ hấp thụ quang của dung dịch amoni sau khi lên màu là 30 phút.

3.4 Xây dựng đường chuẩn xác định nồng độ amoni

Trên cơ sở các điều kiện tối ưu cho phép xác định amoni bằng phương pháp quang phổ hấp thụ phân tử đã thiết lập, chúng tôi tiến hành xây dựng đường chuẩn xác định nồng độ amoni. Kết quả được trình bày trong hình 5.

**Hình 5.** Đường chuẩn xác định nồng độ amoni

Dựa vào đường chuẩn được thiết lập, chúng tôi xác định được nồng độ amoni trong dung dịch trước và sau khi hấp phụ trên vật liệu. Kết quả phân tích sẽ có độ chính xác cao nhất khi nồng độ amoni nằm trong khoảng tuyến tính. Do đó, trong quá trình chuẩn bị mẫu trước khi phân tích, phải đưa nồng độ của amoni cần phân tích nằm trong khoảng tuyến tính đã xác định.

3.5 Khảo sát khả năng hấp phụ amoni của quặng apatit tự nhiên và vật liệu

Kết quả khảo sát sơ bộ khả năng hấp phụ amoni của quặng apatit tự nhiên và vật liệu được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Khả năng hấp phụ amoni của quặng apatit tự nhiên và vật liệu

Thông số hấp phụ	Quặng apatit tự nhiên	Vật liệu
C_o (mg/L)	49,25	49,25
C_{cb} (mg/L)	33,17	23,64
q (mg/g)	4,02	6,40

Kết quả khảo sát cho thấy, dung lượng hấp phụ amoni của vật liệu cao hơn so với quặng apatit tự nhiên. Điều này cũng phù hợp với kết quả phân tích đặc trưng hóa lý của nguyên liệu và vật liệu.

3.6 Khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ amoni của vật liệu

3.6.1 Ảnh hưởng của pH

pH dung dịch là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến dung lượng hấp phụ amoni của vật liệu, bởi nó có thể làm thay đổi dạng tồn tại của amoni cũng như điện tích bề mặt của vật liệu. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của pH đến dung lượng hấp phụ amoni của vật liệu được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ amoni của vật liệu

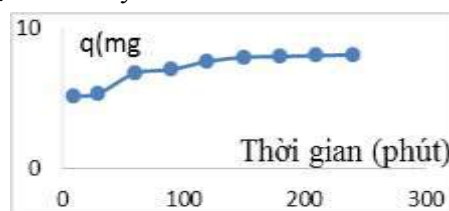
pH	$C_0 = 49,12 \text{ (mg/L)}$		
	$C_{cb} \text{ (mg/L)}$	$q \text{ (mg/g)}$	H (%)
2,0	46,17	0,59	4,84
3,0	37,27	2,81	23,19
4,0	31,99	4,13	34,07
5,0	27,01	5,38	44,33
6,0	24,14	6,09	50,25
7,0	20,01	7,13	58,76
8,0	19,03	7,37	60,78

Từ kết quả thực nghiệm cho thấy, trong miền pH khảo sát, khi pH tăng từ 2,0 ÷ 8,0 thì dung lượng hấp phụ amoni trên vật liệu cũng tăng dần và đạt giá trị cao nhất trong khoảng pH từ 7,0 ÷ 8,0. Điều này có thể giải thích như sau: ở pH thấp, nồng độ ion H^+ cao nên có sự cạnh tranh với amoni trong quá trình hấp phụ, mặt khác, khi pH của dung dịch càng ở vùng axit mạnh thì quá trình hòa tan nano oxit sắt từ trên vật liệu càng lớn, dẫn đến làm giảm sự hấp phụ amoni trên vật liệu. Khi pH càng cao thì nồng độ ion H^+ càng giảm, sự hấp phụ

cạnh tranh giữa ion H^+ và amoni giảm dần, khi đó, quá trình hòa tan nano sắt từ oxit phủ trên vật liệu xảy ra không đáng kể hoặc ko xảy ra, do đó dung lượng hấp phụ amoni tăng dần. Với kết quả nghiên cứu thu được, chúng tôi lựa chọn giá trị pH tối ưu cho sự hấp phụ amoni trên vật liệu là 7,0 – 8,0. Giá trị pH tối ưu lớn hơn điểm đẳng điện pI của vật liệu, do đó có thể coi sự hấp phụ amoni trên vật liệu là hấp phụ vật lý.

3.6.2 Ảnh hưởng của thời gian

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian đến dung lượng hấp phụ amoni của vật liệu được trình bày ở hình 6.



Hình 6. Ảnh hưởng của thời gian đến dung lượng hấp phụ amoni của vật liệu

Kết quả thực nghiệm cho thấy: Dung lượng hấp phụ amoni của vật liệu hấp phụ tăng khi thời gian tiếp xúc của VLHP với dung dịch nghiên cứu tăng. Trong khoảng thời gian đầu, dung lượng hấp phụ tăng nhanh sau đó tăng chậm dần và đạt đến trạng thái cân bằng. Cụ thể, thời gian đạt cân bằng của VLHP1 là 120 ÷ 240 phút. Do đó, chúng tôi chọn thời gian hấp phụ của vật liệu là 150 phút để tiến hành các thí nghiệm tiếp theo.

3.6.3 Ảnh hưởng của nhiệt độ

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ đến dung lượng và hiệu suất hấp phụ amoni của vật liệu được trình bày trong bảng 5.

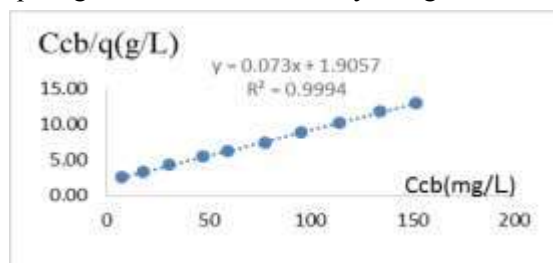
Bảng 5. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến khả năng hấp phụ amoni của vật liệu

Nhiệt độ (K)	$C_0 = 48,92 \text{ (mg/L)}$		
	$C_{cb} \text{ (mg/L)}$	$q \text{ (mg/g)}$	H (%)
298	19,17	7,50	60,81
308	23,59	6,39	51,77
318	27,52	5,41	43,74
328	30,47	4,67	37,71
338	32,93	4,06	32,68

Kết quả cho thấy trong khoảng nhiệt độ nghiên cứu từ 298 - 338K, khi tăng nhiệt độ thì hiệu suất hấp phụ và dung lượng hấp phụ amoni giảm. Điều này chứng tỏ sự hấp phụ amoni trên vật liệu quá trình tỏa nhiệt. Vì vậy, khi tăng nhiệt độ cân bằng hấp phụ chuyển dịch theo chiều nghịch tức là chiều làm tăng nồng độ chất bị hấp phụ trong dung dịch dẫn đến làm giảm hiệu suất và dung lượng hấp phụ amoni của vật liệu. Điều này cũng cho thấy sự hấp phụ amoni trên vật liệu là hấp phụ khuếch tán hay cơ chế hấp phụ là hấp phụ vật lý [10]. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu về sự ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ amoni của vật liệu.

3.6.4 Ảnh hưởng của nồng độ amoni ban đầu và xác định dung lượng hấp phụ cực đại

Tiến hành thí nghiệm nghiên cứu sự ảnh hưởng của nồng độ đầu đến dung lượng hấp phụ amoni trong điều kiện đã tối ưu về thời gian và pH hấp phụ, từ đó xây dựng đường đẳng nhiệt Langmuir và đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của C_{cb}/q vào C_{cb} để tìm ra dung lượng hấp phụ amoni cực đại của vật liệu. Kết quả nghiên cứu được trình bày trong hình 7.



Hình 7. Đường đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir dạng tuyến tính của vật liệu đối với amoni

Kết quả nghiên cứu cho thấy, sự hấp phụ amoni trên vật liệu tuân theo mô hình đẳng nhiệt Langmuir (hệ số tương quan R^2 trong phương trình lớn hơn 0,99). Từ kết quả này, chúng tôi tính được giá trị dung lượng hấp phụ amoni cực đại trên vật liệu (q_{max}) và hằng số Langmuir (b) là: $q_{max} = 13,69$ (mg/g) và $b = 0,038$ (L/g) ở nhiệt độ phòng. Như vậy, dung lượng hấp phụ amoni cực đại của vật liệu quặng apatit phủ nano sắt từ oxit tương đương

với vật liệu quặng apatit hoạt hóa bằng axit [5] nhưng thấp hơn trên vật liệu nano sắt từ oxit [2] hay vật liệu đá ong biến tính bằng chất hoạt động bề mặt [6].

4. Kết luận

Đã chế tạo được vật liệu quặng apatit phủ nano sắt từ oxit. Đã xác định được điểm đẳng điện của nguyên liệu và vật liệu. Đã nghiên cứu hình thái bề mặt của vật liệu bằng phương pháp SEM và TEM. Đã nghiên cứu các điều kiện tối ưu cho phép xác định amoni bằng phương pháp quang phổ hấp thụ phân tử. Đó là: bước sóng (420 nm); pH (1-2), thời gian sau khi thực hiện phản ứng tạo màu giữa amoni và thuốc thử (30 phút). Đã nghiên cứu các điều kiện tối ưu cho phép hấp phụ amoni trên vật liệu. Cụ thể: pH tốt nhất cho sự hấp phụ amoni trên vật liệu là 7 – 8; Thời gian đạt cân bằng hấp phụ là 120 phút; Khi tăng nhiệt độ từ 298÷338K thì hiệu suất và dung lượng hấp phụ amoni trên vật liệu giảm; Theo mô hình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir xác định được dung lượng hấp phụ cực đại amoni trên vật liệu là 13,69 mg/g.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Chung-Kung Lee, Lai-Hui Lai, Shin-Shou Liu, "Application of titanate nanotubes for ammonium adsorptive removal from aqueous solutions", *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 45 (6), pp. 2950-2956, 2014.
- [2]. Karim Zare, Hamidreza Sadegh, Ramin Shahryari-ghoshekandi, "Equilibrium and kinetic study of ammonium ion adsorption by Fe_3O_4 nanoparticles from aqueous solutions", *Journal of Molecular Liquids*, 213, pp. 345-350, 2016.
- [3]. Farhad Mazloomi, Mohsen Jalali, "Ammonium removal from aqueous solutions by natural Iranian zeolite in the presence of organic acids, cations and anions", *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 4 (1), pp. 240-249, 2016.
- [4]. M. Gaouar Yadi, B. Benguella, N. Gaouar-Benyelles, K. Tizaoui, "Adsorption of ammonia from wastewater using low-cost bentonite/chitosan beads", *Desalination and Water Treatment*, pp.1-11, 2015.

- [5]. Ngô Thị Mai Việt, Nguyễn Hữu Hiệp, “Hấp phụ amoni trên quặng apatit Lào Cai hoạt hoá bằng axit”, *Tạp chí Hoá học*, T – 5e12, số 55, trang 123-127, 2017.
- [6]. Ngô Thị Mai Việt, Honglatda Taochanhxay, Nguyễn Thị Hằng, “Hấp phụ amoni, Mn(II) trên đá ong biến tính bằng chất hoạt động bề mặt”, *Tạp chí Phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, T - 23, số 2, trang 93-101, 2018.
- [7]. Phạm Văn Lâm, Phan Thị Bích Ngọc, Đào Quốc Hương, “Chế tạo, khảo sát các đặc trưng và hiệu ứng hấp phụ arsen của vật liệu oxit sắt từ có kích thước nano”, *Tạp chí Hóa học*, tập 45, số 6A, tr. 11– 15, 2007.
- [8]. Đỗ Trà Hương, Dương Tú Anh, “Chế tạo vật liệu hấp phụ oxit nano Fe_3O_4 phân tán trên bã chè”, *Tạp chí phân tích Hoá, Lý và Sinh học*, Tập 15, số 3, tr.79-85, 2014.
- [9]. Nguyễn Tinh Dung, *Hóa học Phân tích phần II, Các phản ứng ion trong dung dịch nước*, Nxb Giáo dục, 2009.
- [10]. Trần Văn Nhân, Nguyễn Thạc Sừ, Nguyễn Văn Tuế, *Giáo trình hóa lý tập 2*, Nxb Giáo dục, 2004.