

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG HẤP PHỤ ASEN TRÊN VẬT LIỆU NANO $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$

Luu Minh Đại¹, Nguyễn Thị Tố Loan²

¹Viện Khoa học Vật liệu, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Trường Đại học Sư phạm Thái Nguyên

Đền Toà soạn 20-01-2010

Abstract

The nanosized $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ and nanosized $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ coated sand were synthesised for arsenic adsorption. The sorption treatment of both As (III) and As (V) in water solution was investigated. The results showed that As (V) was adsorbed better than As (III) in the same conditions. The nanosized $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ yielded maximum sorption capacity of 30.86 mg/g for As (III) and 35.09 mg/g for As (V) and the nanosized $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ coated sand yielded maximum sorption capacity of 1.18 mg/g for As (III) and 1.30 mg/g for As (V) according to the Langmuir isotherm.

1. MỞ ĐẦU

Hiện nay tình trạng ô nhiễm asen ngày càng gia tăng và là mối lo ngại của nhiều người dân sống ở các khu vực như Hà Nam, Hà Nội, Đồng Tháp, Long An... Asen gây ra nhiều căn bệnh nguy hiểm cho con người như ung thư da, thận, bàng quang, mũi... Đặc biệt nguy hiểm là cả hai dạng As (III) và As (V) đều là chất dễ hoà tan trong nước và không màu, không vị không thể phát hiện được bằng trực giác. Do đó việc nghiên cứu tìm các chất hấp phụ để xử lý asen trong nước là rất cần thiết. Trong các công trình trước chúng tôi đã nghiên cứu các điều kiện tối ưu để tổng hợp $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ kích thước nanomet, ở bài báo này chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu khả năng hấp phụ của vật liệu nano $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ và $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /cát thạch anh đối với As (III) và As (V).

2. THỰC NGHIỆM

- Các hoá chất sử dụng trong nghiên cứu đều là loại tinh khiết phân tích: $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, polyvinyl ancol. Dung dịch As(III), As(V) được pha từ dung dịch chuẩn (Merck) có nồng độ 1000 mg/l.

2.1. Chế tạo vật liệu hấp phụ

Tổng hợp vật liệu $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ được tiến hành theo phương pháp đốt cháy gel PVA với sắt nitrat ở điều kiện tối ưu về nhiệt độ tạo gel, tỉ lệ mol $\text{Fe}^{3+}/\text{PVA}$, pH tạo gel và nhiệt độ nung gel [5].

Để chế tạo vật liệu $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /cát thạch anh, cát thạch anh kích thước 0,5 - 1,0 mm được đưa vào hỗn hợp gel và khuấy trộn đều, nung ở 600°C trong

hai giờ.

Thành phần pha của VLHP được xác định bằng phương pháp nhiễu xạ Ronghen trên máy SIEMENS D5000. Ảnh vi cấu trúc và hình thái học của VLHP được xác định bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) JEOL-5300. Hàm lượng sắt bão hòa phủ trên cát thạch anh được xác định bằng phương pháp đo quang với chất chỉ thị là o-phenantrolin ở bước sóng 510 nm sau khi lớp phủ được bóc tách.

2.2. Nghiên cứu khả năng hấp phụ asen của vật liệu

Đẳng nhiệt hấp phụ của As (III), As (V) trên vật liệu được tiến hành theo phương pháp tĩnh, tốc độ khuấy khoảng 100 v/phút, nồng độ ban đầu của As (III), As (V) thay đổi từ 1 mg/l đến 100 mg/l, pH của dung dịch được khảo sát là 7, ở nhiệt độ 30°C.

Chúng tôi sử dụng phương trình đẳng nhiệt Langmuir để nghiên cứu quá trình hấp phụ của vật liệu. Phương trình đẳng nhiệt Langmuir có dạng:

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

Trong đó:

q: dung lượng hấp phụ tại nồng độ C_f (mg/g)

q_{\max} : dung lượng hấp phụ cực đại đơn lớp (mg/g)

b: hằng số đẳng nhiệt Langmuir

C_f : nồng độ của chất bị hấp phụ sau khi cân bằng được thiết lập (mg/l).

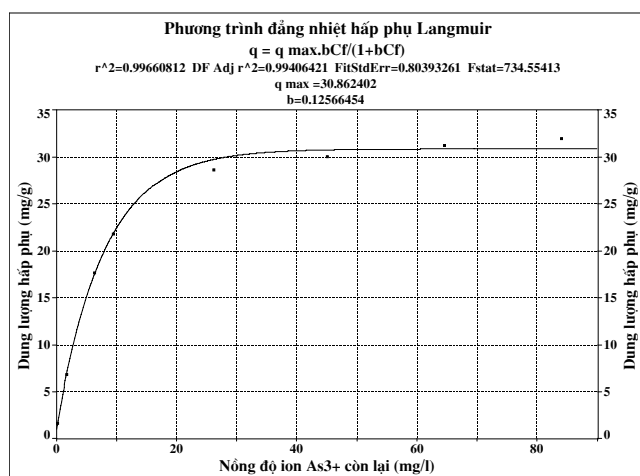
Các hằng số đẳng nhiệt của quá trình hấp phụ asen trên vật liệu được xác định từ kết quả hồi qui các số liệu thực nghiệm trên phần mềm tính toán Table Curve.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu khả năng hấp phụ arsen của vật liệu nano $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$

Đã sử dụng oxit $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ có kích thước hạt < 40 nm, diện tích bề mặt riêng là 35,5 m²/g để nghiên cứu khả năng hấp phụ arsen trong môi trường nước

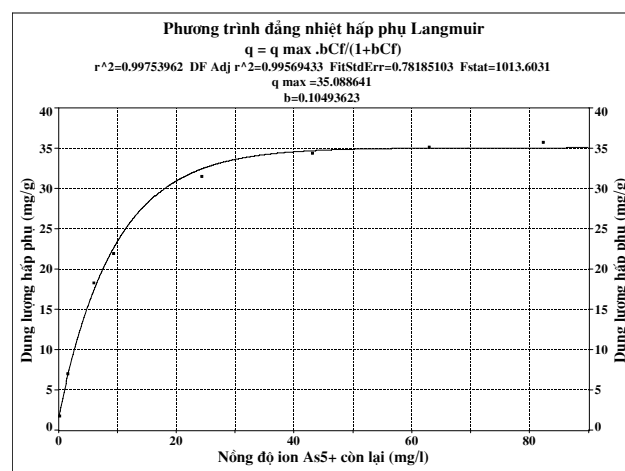
Để xác định thời gian thiết lập cân bằng, chúng tôi tiến hành thí nghiệm ở điều kiện $C_0 = 1$ mg/l, pH = 7, nhiệt độ được giữ ổn định ở 30°C trên máy khuấy từ có điều chỉnh nhiệt, tốc độ khuấy khoảng 100v/ phút. Thời gian khuấy lần lượt là 15, 30, 45,



Hình 1: Đường cong hấp phụ As (III) của vật liệu nano $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$

60, 120, 150, 180 và 210 phút. Qua khảo sát cho thấy thời gian đạt cân bằng hấp phụ As (III) là 180 phút, As (V) là khoảng 150 phút.

Kết quả thực nghiệm về sự phụ thuộc của dung lượng hấp phụ vào nồng độ còn lại của arsen được xử lý bằng phần mềm Table Curve tính theo phương trình Langmuir cho các giá trị dung lượng hấp phụ cực đại đối với As (III) là 30,86 mg/g với hệ số hồi qui là 99,66% (hình 1), đối với As (V) là 35,09 mg/g với hệ số hồi qui là 99,75% (hình 2). Các kết quả thực nghiệm cho thấy vật liệu nano $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ hấp phụ As (V) tốt hơn As (III). Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của các tác giả khác [3, 4].



Hình 2: Đường cong hấp phụ As (V) của vật liệu nano $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$

3.2. Nghiên cứu khả năng hấp phụ arsen của vật liệu nano $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /cát thạch anh

Với mục đích ứng dụng $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ trong thực tế xử lý nước bị nhiễm arsen, chúng tôi tiến hành phủ sắt oxit trên nền cát thạch anh. Cát thạch anh được chọn vì đáp ứng được một số yêu cầu về vật liệu, sẵn có, giá thành rẻ. Sau khi xác định hàm lượng sắt bão hòa phủ trên cát thạch anh chúng tôi tiến hành xác định thời gian đạt cân bằng hấp phụ và dung lượng hấp phụ cực đại của vật liệu đối với arsen.

3.2.1. Phủ $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ trên nền cát thạch anh

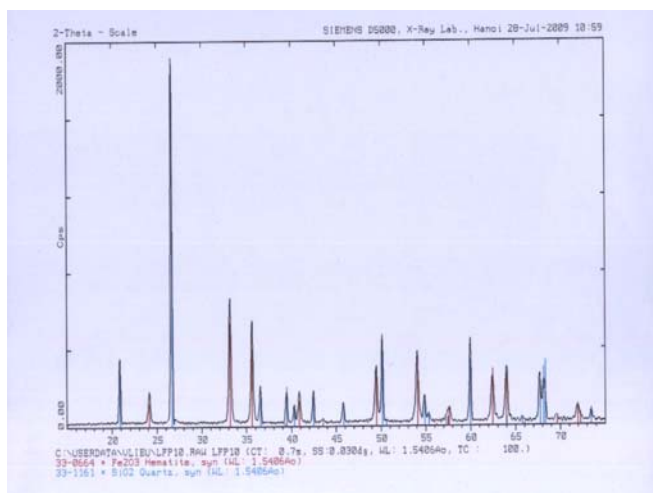
Tạo sol của $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ với PVA theo tỉ lệ mol 1: 3 ở 80°C, sau đó tẩm trên cát thạch anh với hàm lượng Fe khác nhau. Mẫu sau khi tẩm được sấy khô và nung ở 600°C trong thời gian 2 giờ, sau đó được rửa sạch và sấy khô. Để xác định hàm lượng sắt phủ trên cát thạch anh ta tiến hành như sau: Cho axit HCl (1:1) vào mẫu đã được sấy khô rồi đun nóng để hoà tan Fe_2O_3 trên bề mặt cát thạch anh. Hàm lượng sắt được xác định bằng phương pháp đo quang với chất chỉ thị là o-phenantrolin ở bước sóng 510 nm.

Các kết quả nghiên cứu cho thấy khi tăng hàm lượng sắt ban đầu từ 1% đến 5% thì hàm lượng sắt phủ trên cát thạch anh tăng tương ứng (0,75%; 1,16%; 1,32%; 1,44%; 1,51%), nhưng khi tăng hàm lượng sắt ban đầu từ 6% đến 7% thì hàm lượng sắt phủ trên cát thạch anh hầu như không thay đổi (1,54%; 1,57%). Sau khi xem xét đến hàm lượng sắt phủ và hiệu suất phủ của sắt trên cát thạch anh, chúng tôi cho rằng khi ngâm cát thạch anh với sol có hàm lượng sắt 5% là tối ưu. Do đó trong các thí nghiệm tiếp theo chúng tôi chọn loại cát thạch anh kích thước 0,5 - 1,0 mm có phủ $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ với hàm lượng sắt 1,51% để khảo sát khả năng hấp phụ đối với arsen.

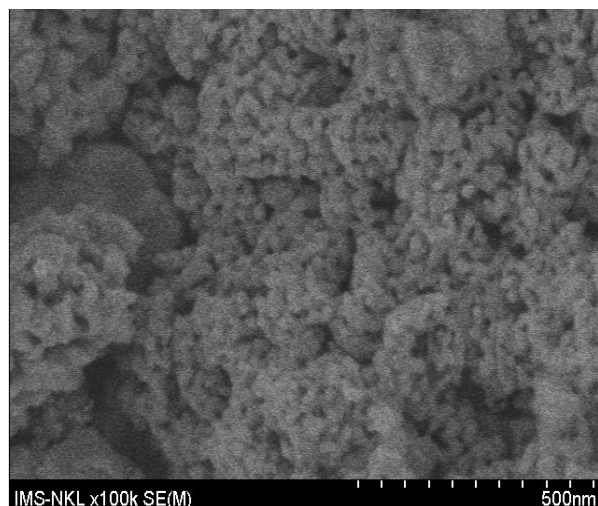
3.2.2. Một số đặc trưng của vật liệu nano $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /cát thạch anh

Một số đặc trưng vật liệu hấp phụ $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /cát thạch anh chế tạo được đánh giá thành phần pha, kích thước hạt sau khi đã trà xát bóc tách lớp $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (hình 3 và 4). Giản đồ nhiễu xạ Ronghen cho biết vật liệu chứa đơn pha $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Trên hình SEM có thể xác định được kích thước hạt vào

khoảng < 40 nm.



Hình 3: Giảm độ nhiễu xạ Ronghen của $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /cát thạch anh

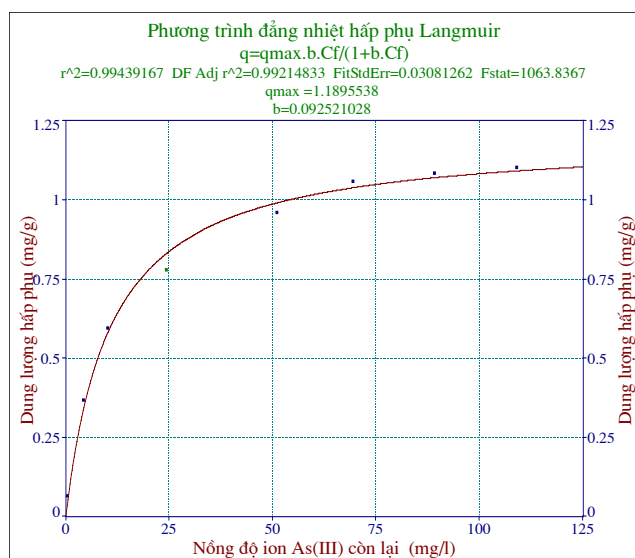


Hình 4: Ảnh SEM của $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /cát thạch anh

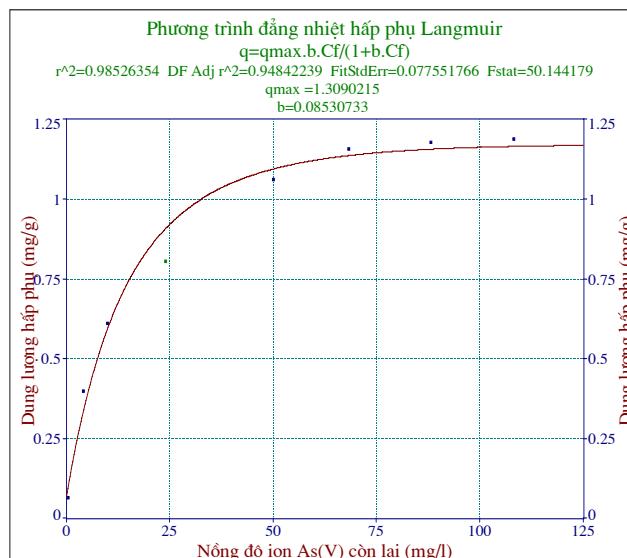
3.2.3. Nghiên cứu khả năng hấp phụ arsen của vật liệu

Qua khảo sát cho thấy thời gian đạt cân bằng hấp phụ As (III), As (V) trên vật liệu là 180 phút. Do đó, các thí nghiệm đẳng nhiệt hấp phụ đều được thực hiện trong khoảng thời gian 180 phút.

Kết quả thực nghiệm về sự phụ thuộc của dung lượng hấp phụ vào nồng độ còn lại của arsen được xử lý bằng phần mềm Table Curve tính theo phương trình Langmuir cho các giá trị dung lượng hấp phụ cực đại đối với As (III) là 1,18 mg/g với hệ số hồi qui là 99,21% (hình 5), đối với As (V) là 1,30 mg/g với hệ số hồi qui là 98,90% (hình 6).



Hình 5: Đường cong hấp phụ As (III)



Hình 6: Đường cong hấp phụ As (V)

4. KẾT LUẬN

1. Đã nghiên cứu khả năng hấp phụ arsen của vật liệu nano $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Thời gian đạt cân bằng hấp phụ đối với As (III) và As (V) là 150 phút, dung lượng hấp phụ cực đại đối với As (III) là 30,86 mg/g, As (V) là 35,09 mg/g.

2. Đã nghiên cứu khả năng hấp phụ của vật liệu nano $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /cát thạch anh kích thước 0,5 - 1,0 mm với hàm lượng sắt 1,51%. Thời gian đạt cân bằng hấp phụ đối với As (III) và As (V) đều là 180 phút, dung lượng hấp phụ cực đại đối với As(III) là 1,18 mg/g, As(V) là 1,30 mg/g.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nano Materials. Edited by D. Chakavorty Indian National Science Academy 47, Bahadur Shah Zafar Marg, New Delhi – 47 - 68 (2001).
2. Bhushan Editor. Handbook of nano Technology (2007).
3. Y. Y. Chang, K. S. Kim, J. H. Jung, J. K. Yang and S. M. Lee. Water Science & Technology Vol. 55(1-2), 69 - 75 (2007).
4. Nguyễn Trọng Uyên, Trần Hồng Côn, Phạm Hùng Việt, Hoàng Văn Hà. Tạp chí Hoá học, T. 38(4), 72 - 76 (2000).
5. Lưu Minh Đại, Đào Ngọc Nhiệm, Vũ Thế Ninh, Nguyễn Thị Tố Loan. Tạp chí Hoá học, T. 46(2A), 43 - 48 (2008).

Liên hệ: **Lưu Minh Đại**

Viện Khoa học Vật liệu- Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam
18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội.