

CHẾ TẠO VẬT LIỆU NANO γ -Fe₂O₃/CÁT THẠCH ANH HẤP PHỤ ASEN, SẮT VÀ MANGAN

Lưu 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 Tòa soạn 07-01-2010

Abstract

The nanosized γ -Fe₂O₃ coated sand was synthesized and used in the arsenic, manganese and iron adsorption. Gel was prepared from polyvinyl alcohol (PVA) and iron nitrate at temperature of solution 80°C with molar ratio PVA/metal = 3/1. Then soaking the gel with sand of size from 0.5 to 1.0 mm, drying and calcinating at 250°C for 2 hours to obtain the nanosized γ -Fe₂O₃ coated sand. The nanosized γ -Fe₂O₃ coated sand material of size from 0.5 to 1.0 mm yielded maximum sorption capacity of 1.71 mg/g for As(III); 1.89 mg/g for As(V), 2,93 mg/g for manganese and 4.00 mg/g for iron according to the Langmuir isotherm.

1. MỞ ĐẦU

Hiện nay việc sử dụng các oxit kim loại để xử lý kim loại nặng trong nước được nhiều nhà khoa học quan tâm [2 - 5]. Trong các công trình trước chúng tôi đã nghiên cứu khả năng hấp phụ của các oxit như MnO₂, α -Fe₂O₃, γ -Fe₂O₃ kích thước nanomet. Trong bài báo này chúng tôi tiếp tục nghiên cứu khả năng hấp phụ các ion kim loại sắt, mangan, arsen của vật liệu nano γ -Fe₂O₃ trên nền cát thạch anh.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hoá chất

Các hoá chất sử dụng trong nghiên cứu đều là loại tinh khiết phân tích: Fe(NO₃)₃.9H₂O, Mn(NO₃)₂, polivinyl ancol. Dung dịch As(V) và As(III) được pha từ dung dịch chuẩn (Merck) có nồng độ 1000 mg/l.

2.2. Chế tạo vật liệu hấp phụ

Tạo sol của Fe(NO₃)₃ với PVA theo tỉ lệ mol 1/3 ở 80°C, sau đó tẩm sol này với một lượng cát thạch anh có kích thước 0,5- 1,0 mm. Sấy khô và nung mẫu ở 250°C trong 2 giờ thu được vật liệu hấp phụ (VLHP) [3]. 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 silicat được xác định bằng phương pháp đo quang với chất chỉ thị là *o*-phenantrolin ở bước sóng

510 nm.

2.3. Nghiên cứu khả năng hấp phụ arsen, mangan, sắt của vật liệu

Đẳng nhiệt hấp phụ của arsen, mangan và sắt trên vật liệu được tiến hành theo phương pháp tĩnh, tốc độ khuấy khoảng 100 v/phút, nồng độ ban đầu của các ion thay đổi từ 1 mg/l đến 250 mg/l, pH của dung dịch được khảo sát là 6, ở nhiệt độ 30°C.

Nồng độ sắt, mangan còn lại được xác định bằng phương pháp so màu trên máy Pharmacia Biotech Novaspec II. Nồng độ arsen được xác định bằng phương pháp ICP-MS trên máy khối phổ plasma cảm ứng ICP-MS.

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:

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

Trong đó:

- q là dung lượng hấp phụ tại nồng độ C_f, mg/g;
- q_{max} là dung lượng hấp phụ cực đại đơn lớp, mg/g;
- b là hằng số đẳng nhiệt Langmuir;
- C_f là 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 arsen 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. Xác định hàm lượng sắt bão hòa phủ trên silicat

Từ bảng 1 cho thấy khi tăng hàm lượng sắt từ 1% đến 4% thì hàm lượng sắt phủ trên cát thạch anh tăng, nhưng khi tăng hàm lượng sắt từ 4% đến 5% thì hàm lượng sắt phủ trên cát thạch anh hầu như không thay đổi. 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 4% 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 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ với hàm lượng sắt là 1,79% để khảo sát khả năng hấp phụ đối với sắt, mangan và asen.

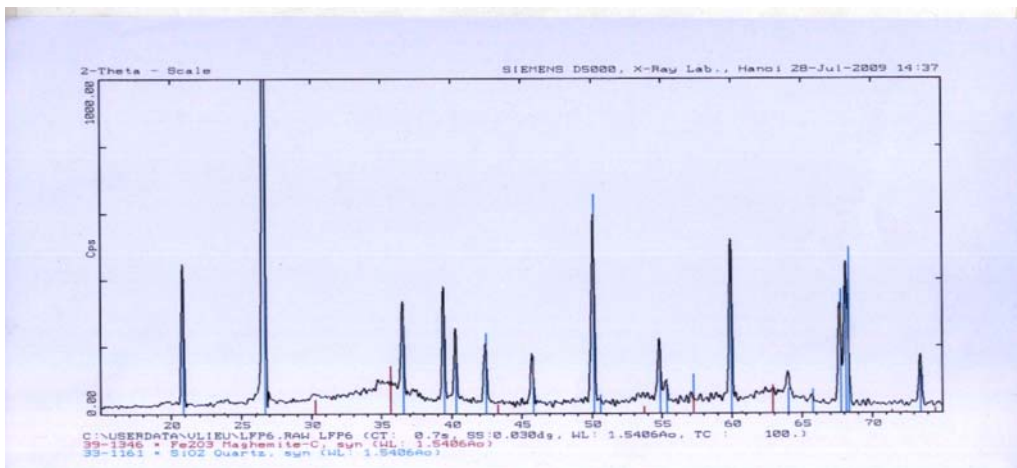
Một số đặc trưng của VLHP

Một số đặc trưng vật liệu hấp phụ $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /cát

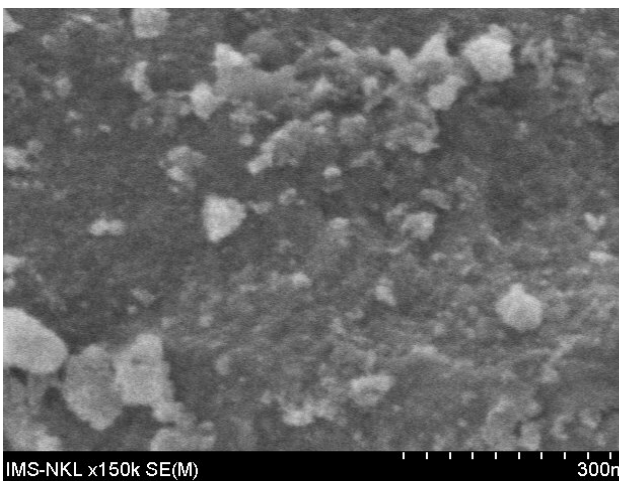
thạch anh chế tạo được đánh giá thành phần pha, kích thước hạt và đo từ trễ sau khi đã trà xát (hình 1 - 3). Giản đồ nhiễu xạ Ronghen cho biết vật liệu chứa đơn pha $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Trên hình SEM có thể xác định được kích thước hạt vào khoảng < 20 nm. Lực kháng từ nhỏ (1,5 Oe) khẳng định kích thước hạt $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ < 20 nm.

Bảng 1: Kết quả xác định hàm lượng sắt phủ trên cát thạch anh

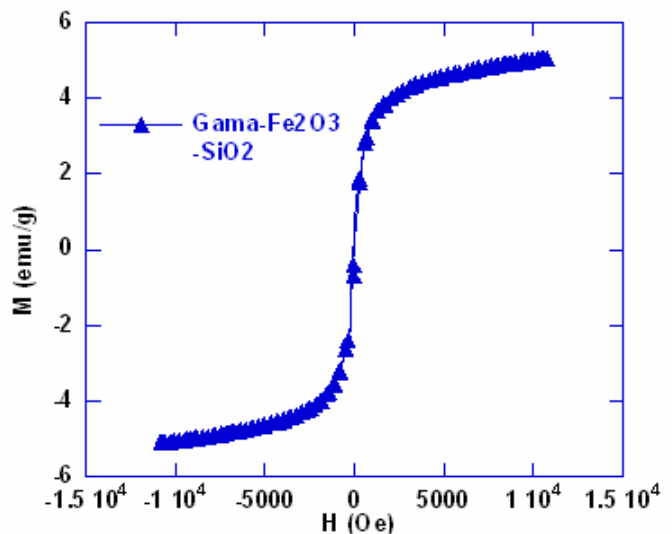
Hàm lượng sắt tẩm trên cát thạch anh, %	Hàm lượng sắt phủ trên cát thạch anh, %	Hiệu suất phủ của sắt trên cát thạch anh, %
1,00	0,81	81,00
2,00	1,56	78,00
3,00	1,74	58,00
4,00	1,79	44,75
5,00	1,81	36,20



Hình 1: Giản đồ nhiễu xạ Ronghen của $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /cát thạch anh



Hình 2: Ảnh SEM của $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /cát thạch anh



Hình 3: Đường cong từ trễ của $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /cát thạch anh

3.2. Nghiên cứu khả năng hấp phụ arsen, sắt và mangan của vật liệu

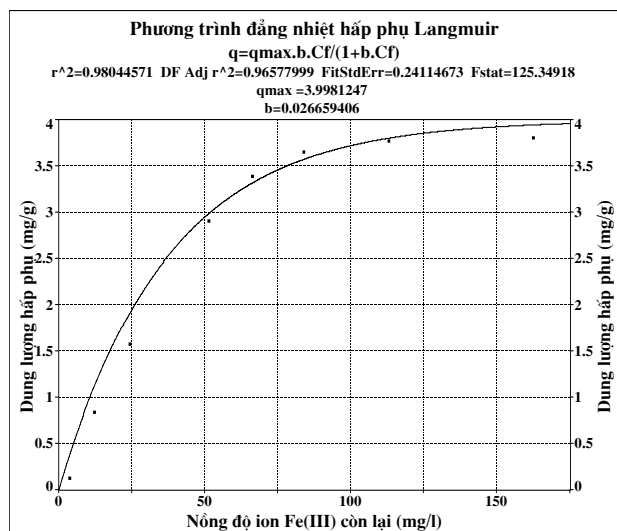
Cân 1 g VLHP cho vào bình tam giác 250 ml, thêm vào đó 100 ml dung dịch arsen, sắt hoặc mangan có nồng độ thay đổi từ 1 đến 250 mg/l ở pH

= 6. Tiến hành khuấy ở nhiệt độ phòng với tốc độ 150 v/phút trong 1 giờ đối với sắt và mangan, 3 giờ đối với arsen. Kết quả thực nghiệm về sự phụ thuộc của dung lượng hấp phụ vào nồng độ ban đầu của arsen, sắt và mangan được chỉ ra ở bảng 2.

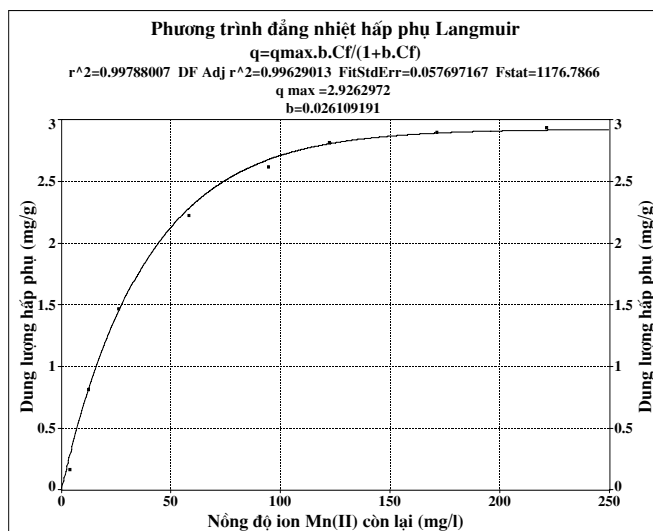
Bảng 2: Ảnh hưởng của nồng độ đến dung lượng hấp phụ

Fe³⁺			Mn²⁺		
C _i , mg/l	C _f , mg/l	q, mg/g	C _i , mg/l	C _f , mg/l	q, mg/g
5,23	3,89	0,13	5,32	3,83	0,15
20,55	12,15	0,84	20,42	12,27	0,82
40,23	24,46	1,58	40,73	26,04	1,47
80,43	51,32	2,91	80,33	58,03	2,23
100,32	66,35	3,40	120,65	94,42	2,62
120,64	84,05	3,66	150,43	122,21	2,82
150,83	113,09	3,77	200,35	171,34	2,90
200,53	162,41	3,81	250,77	221,35	2,94
As(III)			As(V)		
1,01	0,54	0,05	1,02	0,47	0,06
5,11	1,75	0,34	5,21	1,56	0,36
10,12	3,75	0,64	10,10	3,51	0,66
20,21	9,26	1,10	20,02	8,96	1,11
40,12	25,55	1,46	40,10	24,05	1,61
80,11	64,52	1,56	80,23	63,02	1,72
100,13	84,35	1,58	100,02	82,55	1,75
120,13	104,22	1,59	120,32	102,53	1,78
150,22	134,14	1,61	150,42	132,44	1,80

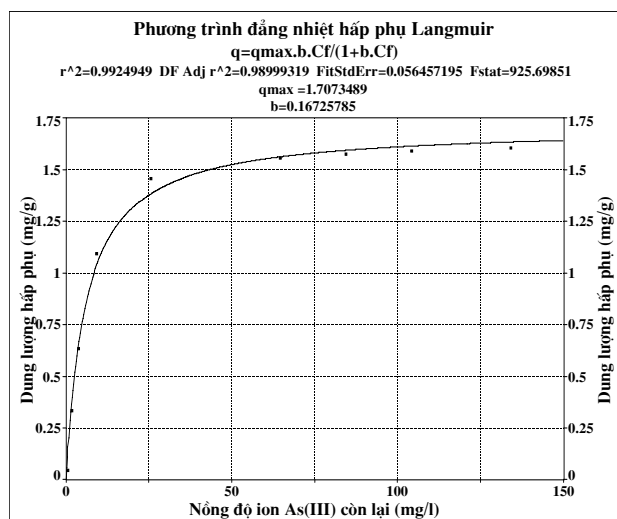
Dựa trên các kết quả thực nghiệm phần mềm Table Curve tính theo phương trình Langmuir cho các giá trị dung lượng hấp phụ cực đại đối với Fe³⁺ là 4,00 mg/g (hình 4), với mangan là 2,93 mg/g (hình 5), với As(III) là 1,71 mg/g (hình 6) và As(V) là 1,89 mg/g (hình 7).



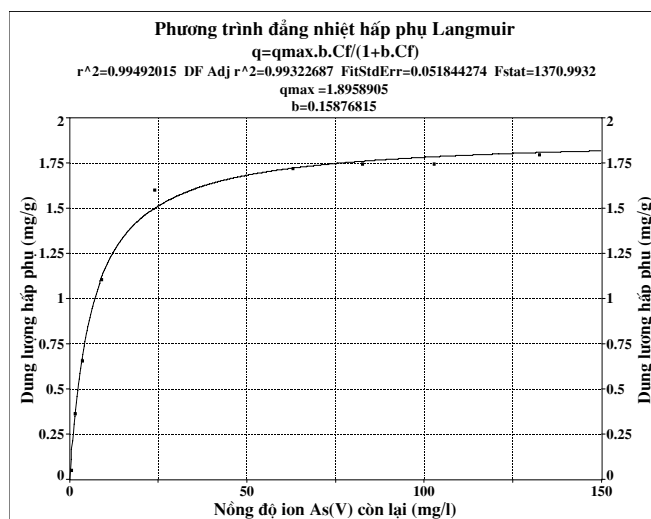
Hình 4: Đường cong hấp phụ Fe³⁺



Hình 5: Đường cong hấp phụ Mn²⁺



Hình 6: Đường cong hấp phụ As(III)



Hình 7: Đường cong hấp phụ As(V)

4. KẾT LUẬN

Đã chế tạo VLHP $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ kích thước nanomet trên nền cát thạch anh kích thước 0,5 - 1,0 mm bằng phương pháp đốt cháy gel PVA, có hàm lượng sắt phủ tối ưu là 1,79%.

Đã nghiên cứu khả năng hấp phụ sắt, mangan và asen của VLHP. Dung lượng hấp phụ cực đại với Fe^{3+} là 4,00 mg/g, với Mn^{2+} là 2,93 mg/g, As(III) là 1,71 mg/g và As(V) là 1,89 mg/g.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Đặng Đình Bạch, Nguyễn Văn Hải. Giáo trình Hoá học môi trường, Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội

Liên hệ: **Luu Minh Đại**

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

- (2006).
- Lê Văn Cát, Lê Hải Đăng. Tạp chí Hoá học, T. 41(1), 54 - 60 (2003).
- Luu Minh Đại, Nguyễn Thị Tố Loan, Đào Ngọc Nhiệm. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Xúc tác - Hấp phụ toàn quốc lần thứ 5, 213 - 216 (2009).
- Vũ Trung Hiếu, Bùi Duy Cam, Lê Thị Hoài Nam, Nguyễn Thị Huệ. Tạp chí Phân tích Hoá, Lý và Sinh học, T. 13 (1), 3 - 7 (2008).
- P. Julius Pretorius, Peter W. Linder. Applied Geochemistry, 16, 1067 - 1082 (2001).
- Nano Materials. Edited by D. Chakavorty Indian National Science Academy 47, Bahadur Shah Zafar Marg, New Delhi - 47 - 68 (2001).