

Nghiên cứu khả năng tách loại Pb^{2+} trong nước bằng nano sắt kim loại

Nguyễn Thị Nhung*, Nguyễn Thị Kim Thường

*Viện Địa chất, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam
84 Chùa Láng, Đống Đa, Hà Nội, Việt Nam*

Ngày nhận 02 tháng 4 năm 2007

Tóm tắt. Bài báo trình bày kết quả khảo sát phương pháp xử lý Pb^{2+} trong nước bằng nano sắt tổng hợp được. Các thí nghiệm được tiến hành với hàm lượng Pb^{2+} biến thiên trong khoảng từ 5-50mg/l, nano sắt từ 0,1-0,4g/l và pH = 2,5-7,5. Kết quả thực nghiệm cho thấy, với pH = 5,0-6,5, 100% lượng Pb^{2+} sẽ bị tách loại khỏi dung dịch sau thời gian 10 phút khi tỷ lệ khối lượng nano sắt: Pb^{2+} = 10:1. Đã xác định được hiệu suất tách loại tối đa Pb^{2+} của nano sắt là 325g Pb^{2+} /1kg nano sắt. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy so với bột sắt thương mại, hiệu quả tách loại Pb^{2+} bằng nano sắt cao gấp 3 lần, tốc độ nhanh hơn và tạo ra ít cặn thải hơn.

1. Đặt vấn đề

Chì là một trong những kim loại nặng độc hại. Nguyên nhân gây ô nhiễm kim loại nặng nói chung chì nói riêng trong các nguồn nước là do nước thải từ các nhà máy mạ điện, nhà máy cơ khí, nhà máy sản xuất pin, ắc quy và gốm sứ... chưa xử lý hoặc xử lý chưa triệt để đổ ra môi trường. Khi sử dụng nguồn nước có hàm lượng Pb^{2+} lớn trong một thời gian dài không những ảnh hưởng đến sức khỏe, mà còn có thể sinh ra một số bệnh nguy hiểm. Việc nghiên cứu xử lý chì trong môi trường nước thu hút sự chú ý của rất nhiều phòng thí nghiệm trong nước và quốc tế. Theo tài liệu, có nhiều phương pháp tách loại chì, như phương pháp hấp phụ [1,2], phương pháp vi sinh [3]. Tuy nhiên xử lý bằng các phương pháp trên giá thành cao và

không triệt để. Vì vậy, việc nghiên cứu, khảo sát tìm vật liệu xử lý các kim loại nặng độc hại nói chung và chì nói riêng trong nước một cách có hiệu quả, thân thiện hơn với môi trường là đề tài có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cần thiết. Một trong những vật liệu mới xử lý nhanh, triệt để, đã từng được gọi là "thần dược vạn năng" là nano sắt kim loại, một sản phẩm công nghệ đang được chú ý nghiên cứu hiện nay. Nano sắt có diện tích bề mặt lớn có khả năng tách loại các kim loại nặng và các hợp chất hữu cơ trong nước cao [4-7]. Trong hai năm vừa qua, phòng thí nghiệm của chúng tôi đã nghiên cứu tổng hợp thành công nano sắt kim loại bằng phương pháp khử $FeCl_3$ bởi $NaBH_4$ trong môi trường nước [8]. Nano sắt tổng hợp được có kích thước hạt từ 10 - 30nm, đang được ứng dụng để xử lý Pb^{2+} , Cr^{6+} , Mn^{2+} và asen trong nước. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu khả năng tách loại Pb^{2+} trong nước bằng nano sắt.

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-4-37754724.
E-mail: nguyenthinhung1951@yahoo.com.vn

2. Hóa chất, dụng cụ thí nghiệm và phương pháp nghiên cứu

2.1. Hóa chất và dụng cụ thí nghiệm

- Dung dịch $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.045M được chuẩn bị từ muối $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ tinh khiết hóa học của hãng Merck;

- Dung dịch NaBH_4 0.25M được chuẩn bị từ NaBH_4 của hãng Merck;

- Dịch dịch chuẩn Pb^{2+} 1000ppm của hãng Merck;

- Dung dịch NH_4OH của hãng Merck;

- Dung dịch axit H_2SO_4 của hãng Merck;

- Nước cất deion hoá (cất 2 lần trong phòng thí nghiệm);

- Bột sắt thương phẩm tinh khiết >98%, kích thước hạt < 200 mesh của Merck;

- Nano sắt được tổng hợp bằng cách nhỏ từ từ dung dịch NaBH_4 0.25M vào dung dịch $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.045M, theo tài liệu đã công bố [8];

- Máy khuấy từ;

- Máy quang phổ hấp thụ nguyên tử AAS 6800 Shimadzu của khoa Hoá trường Đại học KHTN-ĐHQGHN;

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Lấy 100ml dung dịch Pb^{2+} có hàm lượng đã biết cho vào cốc 250ml, sau đó cho một lượng nano sắt nhất định vào cốc, khuấy với tốc độ 600 vòng/phút. Sau thời gian nhất định, dung dịch khảo sát được lấy ra và lọc dưới áp suất thấp qua giấy lọc 0.2 μm . Sau đó xác định hàm lượng Pb^{2+} trong dung dịch bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đặc tính của hạt nano sắt kim loại

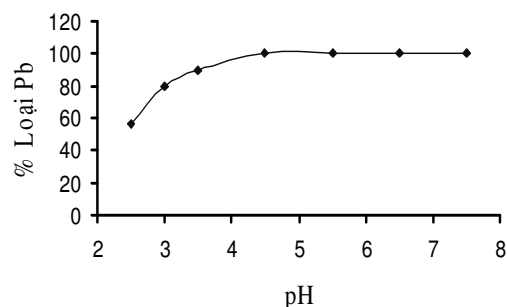


Hình 1. Ảnh TEM của hạt nano sắt tổng hợp được.

Kích thước hạt và sự phân bố hạt nano sắt được đặc trưng bởi hình ảnh TEM. Kết quả cho thấy, hạt nano sắt tổng hợp được có kích thước từ 3- 50nm, có dạng hình cầu và tạo thành chuỗi nối nhau. Kiểu liên kết thành chuỗi này là do sự tương tác giữa các hạt sắt kim loại có từ tính với nhau. Diện tích bề mặt riêng của hạt nano sắt dao động từ 24 - 28 m^2/g .

3.2. Khảo sát ảnh hưởng của pH đến khả năng tách loại Pb^{2+} trong nước bằng nano sắt

pH môi trường là yếu tố quan trọng quyết định đến hiệu quả tách loại Pb^{2+} .



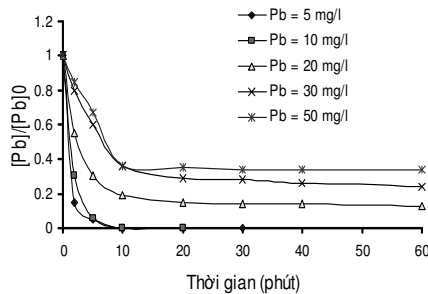
Đồ thị 1. Ảnh hưởng của pH đến khả năng loại Pb^{2+} .

Điều kiện khảo sát được tiến hành như sau: chuẩn bị dãy dung dịch hỗn hợp Pb^{2+} hàm lượng ban đầu 10 mg/l và nano sắt hàm lượng 0,1g/l với pH thay đổi tương ứng từ 2.5 đến 7.5 được khuấy bằng máy khuấy từ 10 phút. Sau đó các dung dịch được lọc qua màng lọc kích thước 0.2 μ m dưới áp suất thấp. Hàm lượng Pb^{2+} chưa phản ứng còn lại trong dung dịch được xác định bằng phương pháp AAS. Kết quả thực nghiệm được trình bày trên đồ thị 1.

Kết quả thực nghiệm biểu diễn trên đồ thị 1 cho thấy, cùng hàm lượng như nhau, nhưng khi pH từ trên 4,5 thì 100% lượng Pb^{2+} đã được loại khỏi dung dịch. Tuy nhiên ở pH>7,5, những dung dịch có hàm lượng Pb^{2+} cao, dễ kết tủa $Pb(OH)_2$ ngay trước khi tương tác với nano sắt. Vì vậy pH tối ưu cho các lần khảo sát tiếp theo được chọn trong khoảng từ 5,0-6,5.

3.3. Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng Pb^{2+} ban đầu

Điều kiện thí nghiệm: Hàm lượng nano sắt ban đầu là 0,1g/l, pH của các dung dịch đều được điều chỉnh đến pH=6,0, thay đổi hàm lượng Pb^{2+} từ 5 mg/l đến 50 mg/l. Quá trình thao tác được tiến hành như mục 3.2. Kết quả thực nghiệm được trình bày trên đồ thị 2.



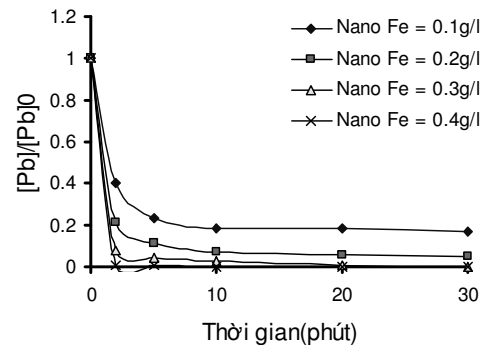
Đồ thị 2. Ảnh hưởng của hàm lượng Pb^{2+} ban đầu.

Kết quả thực nghiệm biểu diễn trên đồ thị 2 cho thấy, khi hàm lượng $Pb^{2+} \leq 10.0$ mg/l thì chỉ sau 10 phút 100% Pb^{2+} được tách loại khỏi dung dịch (hiệu suất loại Pb^{2+} của nano sắt trong trường hợp này là 100mg Pb^{2+} /1g nano

sắt). Khi hàm lượng $Pb^{2+} = 50.0$ mg/l thì 65 % Pb^{2+} bị loại khỏi dung dịch trong 10 phút (hiệu suất loại Pb^{2+} của nano sắt trong trường hợp này đạt 325mg Pb^{2+} /1g nano sắt). Có thể nói với tỷ lệ khối lượng Pb^{2+} /nano Fe khảo sát thì hiệu suất tách loại Pb^{2+} của nano sắt tỷ lệ thuận với hàm lượng Pb^{2+} ban đầu. Tuy nhiên, tỉ lệ theo khối lượng tối ưu giữa Pb^{2+} /nano sắt để 100% Pb^{2+} bị tách loại khỏi dung dịch là 1:10.

3.4. Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng nano sắt

Điều kiện thí nghiệm: Hàm lượng Pb^{2+} ban đầu là 20 mg/l, pH = 6.0, thay đổi lượng nano sắt từ 0,1g/l - 0,4g/l. Quá trình thao tác được tiến hành như mục 3.2. Kết quả thực nghiệm được trình bày trên đồ thị 3.



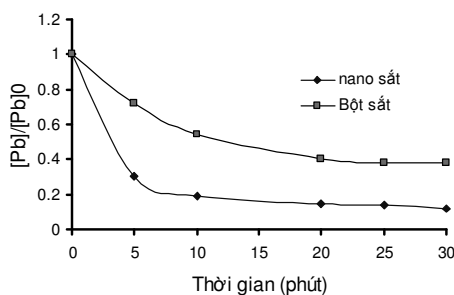
Đồ thị 3. Ảnh hưởng của hàm lượng nano sắt.

Kết quả thực nghiệm trình bày trên đồ thị 3 cho thấy, khi hàm lượng nano sắt tăng thì hiệu suất tách loại Pb^{2+} tăng lên. Với hàm lượng nano sắt là 0,3-0,4 g/l thì Pb^{2+} (hàm lượng 20mg/l) bị loại 100% khỏi dung dịch; còn khi hàm lượng nano sắt là 0,1g/l thì chỉ có 82% lượng Pb^{2+} trên bị tách loại.

Kết quả thực nghiệm cũng cho thấy tốc độ tách loại Pb^{2+} xảy ra rất nhanh trong 5 phút đầu, sau đó giảm dần và hầu như không thay đổi sau 10 phút.

3.4. So sánh khả năng loại Pb^{2+} của nano sắt và bột sắt thương mại.

Điều kiện thí nghiệm: Hàm lượng Pb^{2+} ban đầu là 20 mg/l, pH = 6.0, hàm lượng nano sắt tương ứng là 0,1g/l, hàm lượng bột sắt cũng 0,1 g/l. Quá trình thực nghiệm được tiến hành như mục 3.2. Kết quả thực nghiệm được biểu diễn trên đồ thị 4.



Đồ thị 4. So sánh hiệu quả tách loại Pb^{2+} giữa nano sắt và bột sắt.

Kết quả thực nghiệm trình bày trên đồ thị 4 cho thấy, tốc độ loại Pb^{2+} của nano sắt và bột sắt khác nhau rõ rệt. Sau 5 phút, 70 % lượng Pb^{2+} được loại khỏi dung dịch bằng nano sắt, nhưng cũng trong thời gian đó chỉ 28% lượng Pb^{2+} bị loại khi sử dụng bột sắt thương mại. Như vậy, khi hàm lượng Pb^{2+} trong dung dịch 20 mg/l, hiệu suất tách loại Pb^{2+} bằng nano sắt cao gấp 3 lần so với bột sắt thương mại.

4. Kết luận

- Đã khảo sát tìm được các điều kiện thích hợp để tách loại Pb^{2+} ra khỏi dung dịch nước bằng nano sắt, đó là:

+ Hiệu suất tách loại Pb^{2+} của nano sắt là 325g Pb^{2+} /1kg nano sắt khi hàm lượng Pb^{2+} ban đầu đến ≤ 50 mg/l và nano sắt là 0,1g/l;

+ pH môi trường từ 4,5- 7,5;

+ Thời gian là 10 phút

- So với bột sắt thương mại, hiệu quả tách loại Pb^{2+} bằng nano sắt kim loại cao gấp 3 lần.

- Việc tách loại Pb^{2+} bằng nano sắt xảy ra nhanh, tạo ít cặn rất thích hợp để ứng dụng vào thực tiễn xử lý nước ô nhiễm chì.

Tài liệu tham khảo

- [1] F.O. Faraday, Orumwense, Removal of lead from water by adsorption on a kaolinitic clay, *Journal of chemical technology and biotechnology*, vol. 65, N^o4 (1996) 385.
- [2] M.N. Rashed¹, Lead removal from contaminated water using mineral adsorbents, *The Environmentalist*, V. 21, N^o 3(2001) 187.
- [3] Jeewoong Kim, C. Vipulanandan, Removal of Lead from Wastewater Using a Biosurfactant, *Center for Innovative Grouting Material and Technology (CIGMAT)*, 1998.
- [4] F. Li, C. Vipulanandan, Microemulsion Approach to Nanoiron Production and Degradation of Trichloroethylene, *Center for Innovative Grouting Materials and Technology (CIGMAT), Department of Civil and Environmental Engineering, Proceedings CIGMAT-2003 Conference & Exhibition*.
- [5] N.E. Ruiz, Application of Ultrasound to Enhance the Zero-Valent Iron-Initiated Abiotic Degradation of Halogenated Aliphatic Compound, *University of Central Florida, Orlando, Florida*, 1998.
- [6] Bettina Schrick, Jennifer L. Blough, A. Daniel Jones, Thomas E. Mallouk, Hydrodechlorination of Trichloroethylene to Hydrocarbons using Bimetallic Nickel-Iron nanoparticles, *Chem. Mater*, 14 (2002) 5140.
- [7] Sherman M. Ponder, John G. Darab, Thomas E. Mallouk, Remediation of Cr(VI) and Pb(II) Aqueous Solutions Using Supported, Nanoscale Zero-valent Iron, *Environ. Sci. Technol.* 34 (2000) 2564.
- [8] Nguyễn Thị Nhung, Nguyễn Thị Kim Thường, Nghiên cứu tổng hợp nano sắt bằng phương pháp hoá học, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* 23 (2007) 253.

The removal of Pb^{2+} from aqueous solution using Iron nanoparticles

Nguyen Thi Nhung, Nguyen Thi Kim Thuong

*Institute of Geological Sciences, Vietnamese Academy of Science and Technology,
84 Chua Lang, Dong Da, Hanoi, Vietnam*

Lead (Pb^{2+}) removal from aqueous solution have been investigated using iron nanoparticles. In experiences, Lead (Pb^{2+}) concentration varied from 5 to 50 mg/l, iron nanoparticles, from 0,1 to 0.4 g/l, and pH, from 2.5 to 7.5. Commercially iron powder were also used for comparison with the removal efficiency of iron nanoparticles. Results have shown that optimum conditions for 100% Pb^{2+} removal from solution are: mass ratio of Pb^{2+}/Fe^0 nanoparticles = 1/10, pH = 5,0-6,5 and time 10min. In studied conditions capacity on Pb^{2+} removal is 325g Pb^{2+} /1kg Fe^0 nanoparticles. Experiment showed also that efficiency for Pb^{2+} removal by Fe^0 nanoparticles was 3 times higher than that of iron commercial powder.