

ỨNG DỤNG ZEOLIT ĐỂ TÁCH CHÌ VÀ KẼM TRONG CÁC NGUỒN NƯỚC BỊ Ô NHIỄM

The Use of Zeolite as an Adsorbent for Lead and Zinc in Polluted Water Sources

Nguyễn Thị Hồng Hạnh¹, Trần Thị Như Mai²

¹Khoa Tài Nguyên và Môi Trường, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

²Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Địa chỉ email liên hệ tác giả: nthhanh@hva.edu.vn

TÓM TẮT

Zeolit ngày càng được sử dụng nhiều trong các lĩnh vực ứng dụng khác nhau như công nghiệp, nông nghiệp, bảo vệ môi trường và thậm chí y học. Trong nghiên cứu này, chúng tôi khảo sát khả năng hấp phụ của zeolit NaX với kim loại chì, kẽm nhằm tách loại và thu hồi các kim loại trong các nguồn nước bị ô nhiễm. Các kết quả cho thấy, zeolit NaX có khả năng hấp phụ nhanh, thời gian đạt cân bằng hấp phụ khoảng 15 phút, khả năng hấp phụ cực đại với ion chì khoảng 29,12 mg/g, với kẽm khoảng 16,13 mg/g.

Từ khóa: Hấp phụ, Pb, trao đổi cation, zeolit, Zn.

SUMMARY

Zeolites have been increasingly applied in many different application areas such as industry, agriculture, environmental protection and medicine. In this study, we examined adsorption capacity of zeolite NaX with zinc and lead in order to separate these metals from contaminated water sources. The results show that zeolites NaX has fast adsorption capacity, short time to reach equilibrium adsorption (15 minutes) and the adsorption maximum about 29.12 mg/g for lead and 16.13 mg/g for zinc.

Key words: Adsorption, cation exchange, lead, zeolite, Zinc.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Môi trường là một nhân tố ảnh hưởng quyết định đến sự tồn tại và phát triển của loài người. Trong những thập kỷ gần đây, tình trạng ô nhiễm nước trở thành vấn đề rất được quan tâm của nhiều người, nhiều tổ chức trên thế giới. Theo Lester (1987), hiện nay theo ước tính khoảng 2/3 dân số trên thế giới không được sử dụng nước sạch vì 97% lượng nước trên trái đất là nước biển và một phần lớn nước ngọt không khai thác được do đóng băng ở hai cực của trái đất, do vậy con người sống nhờ vào các nguồn nước từ sông, suối, ao, hồ và nước ngầm. Tuy nhiên, các nguồn nước tự nhiên thường bị ô nhiễm bởi các kim loại nặng và các chất vô cơ khác.

Một mặt do đặc tính địa chất của nguồn nước, mặt khác do các hoạt động sản xuất của con người như: khai thác mỏ, sản xuất hoá chất, công nghệ mạ điện và các quá trình sử dụng kim loại. Nếu hàm lượng các kim loại nhỏ thì chúng có tác dụng tốt cho sinh trưởng và phát triển của động vật, thực vật. Nhưng nếu các kim loại có hàm lượng cao sẽ ảnh hưởng không tốt đến các loài thực vật, động vật và con người. Một số kim loại gây độc hại như: Hg, Cu, Zn, Cd, As, Cr, Zn... Một số anion gây độc hại: PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , CO_3^{2-} , S^{2-} ... Chúng xâm nhập vào nguồn nước do rửa trôi, do các hoạt động sinh hoạt, sản xuất và ảnh hưởng trực tiếp đến sức khoẻ con người. Vì vậy, việc bảo vệ

môi trường đảm bảo phát triển bền vững là nhiệm vụ hàng đầu của mỗi quốc gia.

Ở Việt Nam hiện nay, sự phát triển của xã hội, kinh tế kéo theo hàng loạt các vấn đề về ô nhiễm môi trường do các loại chất thải sinh hoạt và sản xuất, đặc biệt là các chất thải công nghiệp. Do vậy, việc nghiên cứu tách loại các kim loại nặng trong nước có ý nghĩa hết sức quan trọng.

Theo Julia Ayala (1998), Woolard (2000), Keka Ojha (2004) và Sucheckil (2004), có rất nhiều phương pháp xử lý các kim loại nặng trong nước như: Phương pháp kết tủa, phương pháp trao đổi ion, phương pháp thẩm thấu ngược, phương pháp đông tụ và keo tụ, phương pháp hấp phụ... Đặc biệt, phương pháp hấp phụ sử dụng zeolit – là một loại vật liệu có khả năng hấp phụ lớn, bền và an toàn với môi trường. Mục đích của nghiên cứu này nhằm khảo sát khả năng hấp phụ của vật liệu NaX điều chế được để xử lý ô nhiễm, đồng thời tách và thu hồi các kim loại trong các nguồn nước bị ô nhiễm góp phần giảm thiểu tình trạng ô nhiễm môi trường do kim loại nặng.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Bằng phương pháp hấp phụ tĩnh, tiến hành khảo sát khả năng hấp phụ và giải hấp của vật liệu zeolit NaX (Trần Thị Như Mai và Nguyễn Thị Hồng Hạnh, 2008 đã tổng hợp) với chì và kẽm theo thời gian. Thời gian đạt cân bằng hấp phụ được xác định bằng cách lấy 100 ml dung dịch Pb^{2+} nồng độ xác định và 0,5 g zeolit, lắc đều trong các khoảng thời gian: 5, 10, 15, 20, 30, 60 phút. Lọc lấy dung dịch, phân tích hàm lượng kim loại bằng phương pháp phân tích phổ AAS. Khả năng hấp phụ cực đại của zeolit được xác định: Lấy 100 ml dung dịch chì có nồng độ khác nhau và 0,5 g zeolit, lắc đều trong thời gian 15 phút. Kết quả được mô hình bằng đường hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir.

Khảo sát khả năng tách loại và thu hồi chì bằng phương pháp giải hấp phụ động trên cột. Nghiên cứu bước đầu áp dụng để khảo sát mẫu nước nhiễm kim loại nặng trong phòng thí nghiệm. Phương pháp được tiến hành như sau: Cho dung dịch Pb^{2+} chảy qua cột hấp phụ với tốc độ 2 ml/phút. Sau 10 bed-volume* dung dịch qua cột, lấy 1 bed-volume thể tích dung dịch để phân tích hàm lượng kim loại còn lại. Quá trình giải hấp bằng 125 ml dung dịch HNO_3 1M với tốc độ 2 ml/phút. Dung dịch giải hấp được liên tục lấy ra theo từng bed-volume để phân tích. Zeolit sau khi giải hấp được rửa bằng nước cất cho đến môi trường trung tính và tiến hành lặp lại quá trình hấp phụ qua cột.

Các khảo sát tiến hành độc lập với ion chì (Pb^{2+}) và kẽm (Zn^{2+}).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

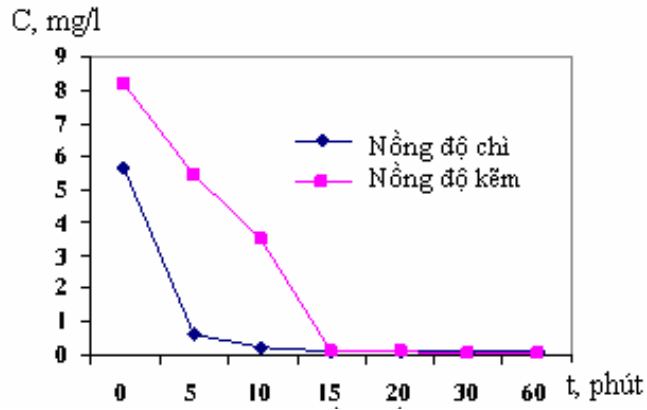
3.1. Khả năng hấp phụ Pb^{2+} , Zn^{2+} theo thời gian

Từ các số liệu thực nghiệm thu được cho thấy zeolit có khả năng hấp phụ tốt các ion kim loại. Nồng độ Pb^{2+} ban đầu là 5,61 mg/l, nồng độ Zn^{2+} là 8,16 mg/l, sau 15 phút hấp phụ nồng độ chì còn lại 0,10 mg/l và nồng độ kẽm còn lại khoảng 0,08 mg/l. Thời gian tiếp theo, nồng độ chì và kẽm hầu như không thay đổi. Như vậy, thời gian đạt cân bằng khoảng sau 15 phút và tốc độ hấp phụ các ion kim loại của zeolit tương đối nhanh (Hình 1).

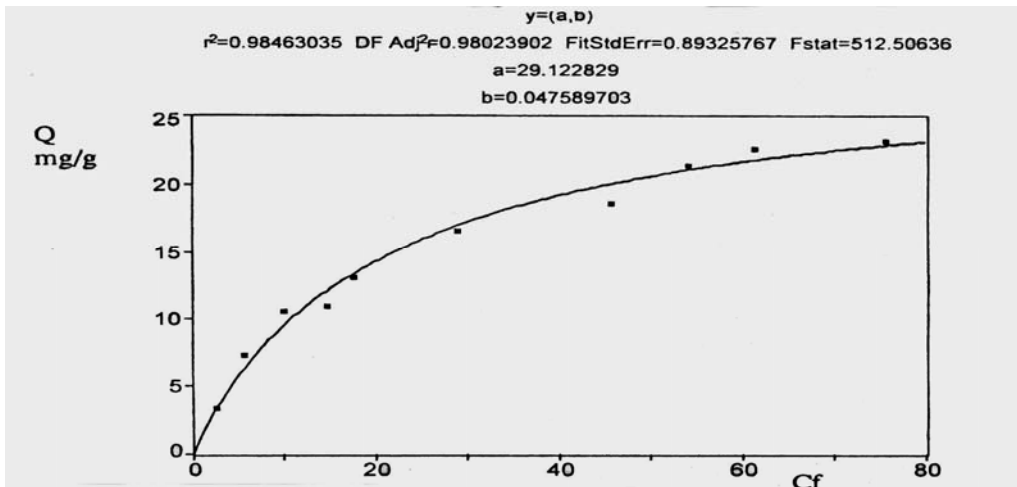
3.2. Sự phụ thuộc của khả năng hấp phụ vào nồng độ

Nghiên cứu đã sử dụng phương trình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir để khảo sát phụ thuộc giữa khả năng hấp phụ của zeolit vào nồng độ ion kim loại. Kết quả xử lý được trình bày trên hình 2 và hình 3.

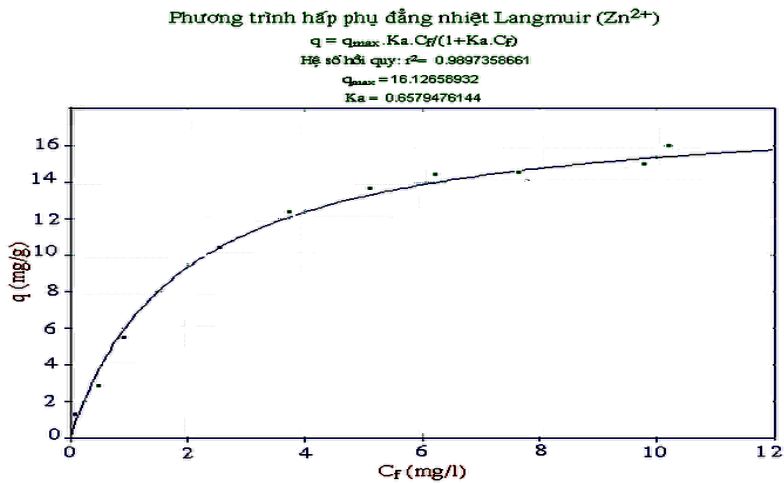
* Bed-volume (đơn vị thể tích cơ sở) chỉ một lượng thể tích dung dịch có giá trị đúng bằng thể tích của chất hấp phụ nhồi trong cột



Hình 1. Thời gian đạt cân bằng hấp phụ của zeolit



Hình 2. Sự phụ thuộc của khả năng hấp phụ vào nồng độ chì



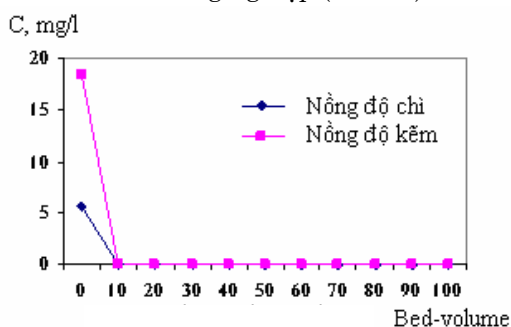
Hình 3. Sự phụ thuộc của khả năng hấp phụ vào nồng độ kẽm

Mô hình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir khá phù hợp với kết quả thí nghiệm, có thể sử dụng để khảo sát khả năng hấp phụ ion kim loại phụ zeolit. Các hệ số hồi quy của mô hình hấp phụ chì trên zeolit là 0,984; với kẽm là 0,989. Kết quả đã cho thấy zeolit có khả năng hấp phụ tương đối lớn, tải trọng hấp phụ cực đại $q_{max} = 29,12$ mg/g với chì và $q_{max} = 16,13$ mg/g với kẽm

3.3. Khảo sát khả năng tách loại và thu hồi kim loại bằng phương pháp hấp phụ động trên cột

3.3.1. Kết quả hấp phụ lần 1

Cho dòng chảy dung dịch chứa ion Pb^{2+} nồng độ ban đầu 5,61 mg/l, dung dịch Zn^{2+} nồng độ ban đầu 18,43 mg/l qua cột hấp phụ chứa zeolit thấy rằng zeolit có khả năng hấp phụ hầu như toàn bộ lượng chì và kẽm có trong mẫu nghiên cứu. Với 100 Bed-volume nghiên cứu, hàm lượng kẽm, chì thu được ở lõi ra vẫn là 0,00 ppm - đạt tiêu chuẩn loại A cho nước thải công nghiệp (Hình 4).

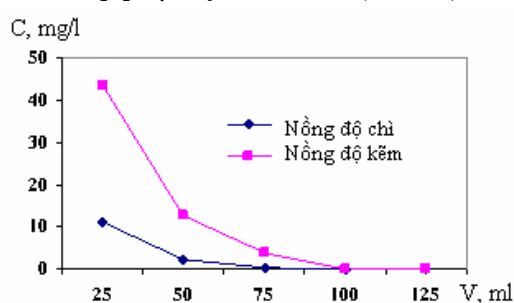


Hình 4. Kết quả hấp phụ lần 1

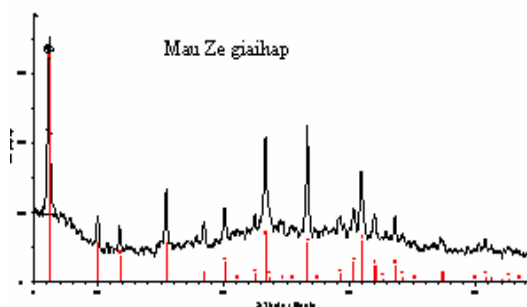
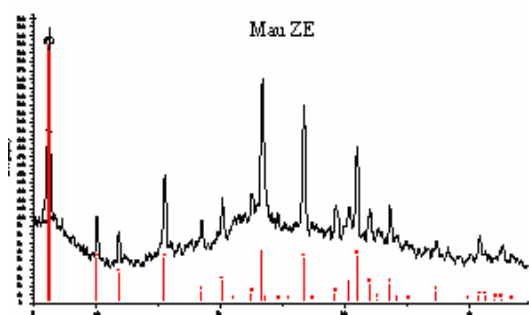
3.3.2. Kết quả giải hấp

Lượng kim loại được tách ra phần lớn ở 2 Bed-Volume đầu tiên và sau 5 Bed - Volume thì lượng kim loại được tách ra gần như hoàn toàn. Như vậy, vật liệu zeolit có khả năng giải hấp tốt bằng dung dịch HNO_3 , có thể sử dụng để tách loại và thu hồi các ion kim loại từ các nguồn nước bị ô nhiễm. Sau giải hấp bằng HNO_3 cấu trúc vật liệu hầu như không thay đổi, trên giản đồ nhiễu xạ Ronghen vẫn tồn tại các pha tinh thể đặc trưng cho cấu trúc của zeolit NaX với các góc $2\theta = 6,2; 10; 12; 15; 23; 27; 31$ (Hình 5).

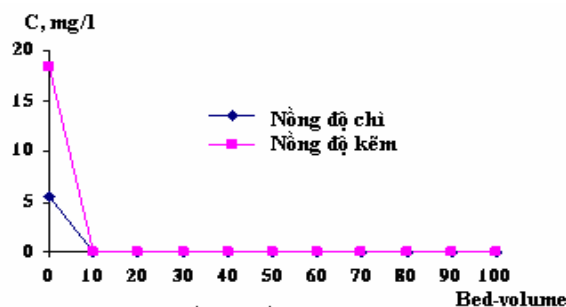
Mẫu zeolit sau giải hấp có phổ nhiễu xạ rơnghen với chân đường nền thấp hơn có thể giải thích là do trong quá trình giải hấp bằng HNO_3 thì một số oxit kim loại tự do ở trạng thái vô định hình có trong thành phần cấu trúc của zeolit đã bị hòa tan theo làm giảm bớt thành phần vô định hình trong zeolit. Như vậy sẽ tạo nên lỗ, hốc trống trong cấu trúc của zeolit, tạo điều kiện cho quá trình hấp phụ xảy ra tốt hơn (Hình 6).



Hình 5. Kết quả giải hấp bằng dung dịch HNO_3



Hình 6. Nhiễu xạ Ronghen của zeolit ban đầu và zeolit sau giải hấp



Hình 7. Khả năng hấp phụ lần 2 của zeolit NaX

Để khảo sát độ bền của vật liệu, tiến hành hấp phụ lần 2.

3.3.3. Hấp phụ lần 2

Vật liệu tái sinh vẫn có khả năng hấp phụ tốt kim loại chì và kẽm (Hình 7). Sau 100 bed-volume nghiên cứu hấp phụ lần 2, lượng chì và kẽm thu được ở lối ra của cột hấp phụ vẫn là 0,00 ppm.

4. KẾT LUẬN

Các kết quả nghiên cứu sử dụng vật liệu hấp phụ zeolit để tách loại và thu hồi kim loại chì và kẽm trong nguồn nước bị ô nhiễm cho phép rút ra một số kết luận sau đây:

Thời gian đạt cân bằng hấp phụ của vật liệu hấp phụ với ion chì và kẽm khoảng 15 phút.

Tải trọng hấp phụ cực đại của zeolit đối với Pb^{2+} là $q_{max} = 29,12$ mg/g, với Zn^{2+} là $q_{max} = 16,13$ mg/g.

Vật liệu hấp phụ chế tạo được hoàn toàn có khả năng ứng dụng trong việc tách loại các kim loại ra khỏi các nguồn nước bị ô nhiễm. Hàm lượng ion chì và kẽm trong dung dịch sau xử lý đạt tiêu chuẩn loại A đối với nước thải công nghiệp. Các kết quả cũng cho thấy khả năng tách loại và thu hồi cao đối với ion Zn^{2+} trong dung dịch. Như vậy, zeolit là vật liệu có khả năng hấp phụ tốt các cation, khả năng tái sinh tốt, độ bền cơ lý cao

do vậy có thể ứng dụng để xử lý các nguồn nước bị ô nhiễm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Trần Thị Như Mai, Nguyễn Thị Hồng Hạnh (2008). “Nghiên cứu tổng hợp phụ gia zeolit NaX từ nguồn nguyên liệu Việt Nam - ứng dụng để điều tiết phân bón NPK và cải tạo đất cho cây trồng”, *Tạp chí Phân tích hoá, lý và sinh học*, tr42 - 46, T.13, số 4.
- Julia Ayala, Francisco Blanco, Purificación García, Penelope Rodriguez and José Sancho (1998). Asturian flyash as a heavy metals removal material; *Fuel*, Vol. 77, No. 11, pp 1147-1154.
- Keka Ojha, Narayan Pradhan and Amaranath Samanta (2004). Zeolite from fly ash: synthesis and characterization, *Bull, Mater, Sci.*, Vol. 27, No.6, pp. 555–564.
- Lester J.N. (1987). Heavy metal in wastewater and sludge treatment processes, CRC Press, Inc.
- Sucheckii T., T. Waek, M, Banasik (2004). Fly Ash Zeolites as Sulfur Dioxide Adsorbents, *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol. 13, No. 6, 723-727.
- Woolard CD, K. Petrus and M. vander Horstb (2000). The use of a modified flyash as an adsorbent for lead; ISSN 0378- 4738; *Water SA* Vol. 26, No. 4.