

KHẢO SÁT KHẢ NĂNG HẤP PHỤ CHẤT MÀU XANH METYLEN TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC CỦA VẬT LIỆU CoFe_2O_4 / BENTONIT

Đoàn Thị Thúy Ái

Khoa Tài nguyên và Môi trường, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

Email: dttai@hua.edu.vn

Ngày gửi bài: 22.01.2013

Ngày chấp nhận: 06.05.2013

TÓM TẮT

Vật liệu từ nanocomposite CoFe_2O_4 /bentonit được tổng hợp bằng phương pháp đồng kết tủa có jện tích bề mặt riêng lớn $380 \text{ m}^2/\text{g}$. Khả năng hấp phụ chất màu của vật liệu CoFe_2O_4 /bentonite được khảo sát với dung dịch chất màu xanh metylen. Các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình hấp phụ như thời gian hấp phụ, nhiệt độ, pH đã được khảo sát. Kết quả nghiên cứu cho thấy khi nồng độ chất màu là 50mg/l , tại $\text{pH}=7-8$ hiệu suất hấp phụ chất màu của vật liệu tốt nhất, đạt $95,0-95,1\%$

Từ khóa: Bentonit, hấp phụ, vật liệu.

Study of Absorption Ability of CoFe_2O_4 / Bentonite Material for Methylene Blue Dye

ABSTRACT

Magnetic CoFe_2O_4 /bentonite nanocomposite was synthesized by chemical co-precipitation method. It has a large surface area of $380 \text{ m}^2/\text{g}$. Absorption ability of CoFe_2O_4 /bentonite was studied on methylene blue solution. The factors that affected the absorption process, such as absorption time, temperature and pH were researched. The results showed that at 50mg/l of methylene blue solution and $\text{pH}=7-8$, the absorption efficiency of CoFe_2O_4 /bentonite for methylene blue was highest with the value of $95.0-95.1\%$

Keywords: Adsorption, bentonite, methylene blue dye.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phẩm màu nhuộm hữu cơ là một trong những hóa chất gây độc môi trường sống của sinh vật dưới nước làm ô nhiễm nặng nguồn nước. Các ngành công nghiệp dệt nhuộm, giấy, chất dẻo, da, thực phẩm, mỹ phẩm thường sử dụng các phẩm màu. Do vậy, nước thải công nghiệp từ các xí nghiệp nhà máy này thường chứa ít nhiều các hóa chất phẩm màu nhuộm.

Hấp phụ là một trong những phương pháp hóa lý phổ biến và hiệu quả để khử màu nhuộm. Nhiều loại chất hấp phụ khác nhau được biết đến trong ứng dụng này như than hoạt tính, zeolit, tro than, chitin và chitosan, v.v.

Một trong số chất hấp phụ được dùng nhiều nhất là than hoạt tính bởi nó có dung lượng hấp phụ chất hữu cơ cao. Tuy nhiên, than hoạt tính

thì giá thành cao và không tái sinh được. Từ quan điểm này, các chất hấp phụ giá rẻ hơn từ chất liệu thiên nhiên, vật liệu sinh học, phế liệu công-nông nghiệp được đề xuất và triển khai ứng dụng trong việc loại bỏ phẩm nhuộm và các kim loại nặng trong nước. Chẳng hạn, nghiên biến tính bentonite Thuận Hải nhằm sử dụng hấp phụ Mn^{2+} trong nước (Lê Tự Hải và Phan Chuyên, 2008), từ bụi bông một số tác giả đã nghiên cứu chế tạo cacbon hoạt hóa nhằm xử lý chất màu trong nước ô nhiễm (Nguyễn Thị Hà và Hồ Thị Hòa, 2008), hay Jinkyu và cộng sự (2011) đã nghiên cứu sử dụng bã cà phê để xử lý axit nhuộm 44 có trong nước thải.

Bentonit là một loại khoáng sét tự nhiên có trữ lượng lớn ở nước ta, với cấu trúc lỗ xốp và có bề mặt riêng lớn, nên có khả năng hấp phụ tốt

các chất. Oxit sắt từ có công thức phân tử Fe_3O_4 được xếp vào nhóm vật liệu ferit - công thức tổng quát $MO.Fe_2O_3$ (MFe_2O_4) có cấu trúc spinel (M là kim loại hoá trị 2 như: Fe, Ni, Co, Mn, Mg hoặc Cu). Các hạt spinel từ tính MFe_2O_4 có kích thước nano khi được gia cường trên nền khoáng sét bentonite sẽ có thể tạo ra các loại vật liệu mới có diện tích bề mặt riêng tăng lên dẫn đến tăng khả năng hấp phụ các ion kim loại, các chất hữu cơ, các chất màu..., mặt khác các hạt spinel MFe_2O_4 này lại rất dễ dàng thu hồi tái sử dụng lại sau quá trình hấp phụ nhờ từ trường ngoài. Cho đến nay có khá nhiều nghiên cứu về tổng hợp vật liệu có khả năng hấp phụ chất màu hữu cơ trong nước với các chất màu như xanh metylen, congo đỏ như vật liệu MFe_2O_4 (M là Fe, Mn, Co, Ni) (Lixia, 2012), các vật liệu nano composite Fe_2O_3 /chitosan hoặc các vật liệu tổ hợp khác (Ai, 2011), (Zhu, 2010), (Ai & cs., 2011).

Nghiên cứu vật liệu nanocomposit MFe_2O_4 /bentonite đáp ứng được xu hướng tìm kiếm các vật liệu rẻ tiền, có thể tái sinh, thân thiện với môi trường, có thể xử lý ô nhiễm nước đặc biệt là ô nhiễm chất hữu cơ, chất màu trong nước thải tại các nhà máy, các cơ sở dệt nhuộm.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu $CoFe_2O_4$ /Bentonit được tổng hợp bằng phương pháp đồng kết tủa có diện tích bề mặt riêng khoảng $380 \text{ m}^2/\text{g}$, hình thái bề mặt của vật liệu có sự trộn lẫn của các hạt cấu trúc khác nhau nhưng tương đối đều đặn và khá nhiều lỗ trống nhỏ cỡ $0,3 - 0,8 \text{ micromet}$.

Chất màu sử dụng là xanh metylen. Khảo sát khả năng hấp phụ của vật liệu với các điều kiện nhiệt độ, nồng độ chất màu, thời gian, pH khác nhau.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp quang phổ điện tử được sử dụng để xác định hàm lượng chất màu trong dung dịch. Trong phần thực nghiệm, độ hấp thụ quang được đo ở bước sóng 597 nm , sử dụng máy UV- vis spectrophotometer S-2000, tại phòng

thí nghiệm Bộ môn Hóa học, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.

Xác định thời gian đạt cân bằng hấp phụ:
Cho 30ml dung dịch xanh metylen có nồng độ lần lượt 50, 100, 200 mg/l vào mỗi bình tam giác 150ml, thêm vào bình 0,1gam vật liệu, điều chỉnh pH = 7, lắc đều trong vòng 5, 10, 15, 20, 25, 30 phút, lấy dịch lọc xác định nồng độ chất màu.

Nghiên cứu ảnh hưởng của pH tới hiệu suất hấp phụ chất màu: Cho 30ml dung dịch xanh metylen có nồng độ 50 mg/l vào các bình tam giác 150ml, thay đổi pH có các giá trị là 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10. Thêm vào mỗi bình 0,1gam vật liệu, lắc đều trong vòng 20 phút. Lọc bỏ chất rắn, lấy dịch lọc xác định hàm lượng chất màu còn lại.

Nghiên cứu mô hình đẳng nhiệt hấp phụ: Quan hệ giữa dung lượng hấp phụ cân bằng và nồng độ chất hấp phụ được biểu diễn trong phương trình dưới dạng:

$$q_e = K_F \cdot C_e^{1/n} \text{ hoặc dưới dạng tuyến tính: } \ln q_e = \ln K_F + (\ln C_e)/n$$

Trong đó, q_e là dung lượng hấp phụ tại thời điểm cân bằng (mg/l), C_e là nồng độ chất bị hấp phụ tại thời điểm cân bằng (mg/l), K_F và n là các hằng số Freundlich. Hai hằng số này có thể tính được từ đồ thị mô tả quan hệ tuyến tính của $\ln q_e$ theo $\ln C_e$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thời gian đạt cân bằng hấp phụ

Bảng 1 cho biết giá trị % chất màu bị hấp phụ. Sau 15-20 phút cân bằng hấp phụ đã được thiết lập. Các thí nghiệm chỉ thực hiện trong khoảng 15-20 phút. Kết quả cũng chỉ ra, khi nồng độ chất hấp phụ tăng lên quá cao, hiệu suất hấp phụ chất màu giảm xuống. Do đó, chúng tôi chọn khảo sát khả năng hấp phụ chất màu với nồng độ xanh metylen là 50 mg/l.

3.2. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của pH tới quá trình hấp phụ

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, ở giá trị pH=7-8 vật liệu hấp phụ chất màu tốt nhất (pH tối ưu). Ở

pH thấp (môi trường axit), đã có sự proton hóa nhóm amin bậc ba trong phân tử xanh metylen làm giảm khả năng bị hấp phụ bởi vật liệu của chất màu. Ở pH lớn hơn 8, khả năng hấp phụ chất màu cũng giảm xuống, có thể do kiềm đã làm thay đổi cấu trúc của khoáng sét bentonit do trong thành phần có SiO_2 và Al_2O_3 . Vì vậy, các tác giả đã chọn thực hiện các khảo sát khả năng hấp phụ chất màu của vật liệu ở pH = 7.

3.4. Phương trình đẳng nhiệt hấp phụ Freundlich

Quá trình hấp phụ tuân theo mô hình động học Freundlich, xác định được $K_F = 10,86$; $n = 3,175$ là phù hợp với loại vật liệu có bề mặt chất hấp phụ là không đồng nhất với các tâm hấp phụ khác nhau về số lượng và năng lượng hấp phụ. $R^2 = 0,9988$ cho thấy sự phụ thuộc của $\ln q_e$ và $\ln C_e$ là tuyến tính.

Bảng 1. Kết quả xác định thời gian đạt cân bằng hấp phụ

Thời gian (phút)	5	10	15	20	25	30	
	Hiệu suất hấp phụ (%)						
Nồng độ xanh metylen (mg/l)	50	16,0	70,0	95,0	95,1	95,1	95,2
	100	15,0	67,0	84,8	85,0	85,1	85,1
	200	13,0	55,0	66,9	67,0	67,1	67,1

Bảng 2. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của pH tới hiệu suất hấp phụ

pH	4	5	6	7	8	10
Hiệu suất hấp phụ%	70,0	85,0	90,0	95,1	95,0	92,3

4. KẾT LUẬN

Điều kiện hấp phụ chất màu đối với xanh metylen tốt nhất được chỉ ra: Ở nhiệt độ phòng, pH = 7-8, nồng độ chất màu 50mg/l, hiệu suất hấp phụ đạt trên 95%. Quá trình hấp phụ tuân theo phương trình Freundlich.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được thực hiện với kinh phí từ đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường mã số T2012-04-13 của Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội. Tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Ai L.H., Zhang C.Y et al. (2011). Removal of methylene blue from aqueous solution by a solvothermal-synthesized graphene/magnetite composite. *Journal of Hazardous Materials*, 192 (3): 1515-1524.

Nguyễn Thị Hà và Hồ Thị Hòa (2008). Nghiên cứu hấp phụ màu/ xử lý COD trong nước thải nhuộm bằng cacbon hoạt hóa chế tạo từ bụi bông. *Tạp chí Khoa học ĐHQG HN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, 24: 18-22.

Lê Tự Hải, Phan Chuyên (2008). Nghiên cứu quá trình biến tính bentonite Thuận Hải và ứng dụng hấp phụ ion Mn^{2+} trong nước. *Tạp chí Khoa học và công nghệ Đại học Đà Nẵng*, 3(26): 112-117.

Roh J. et al (2011). Waste coffee-grounds as potential biosorbents for removal of acid dye 44 from aqueous solution, *Korean Journal of Chemical Engineering*, 29(7): 903 - 907.

Lixia W., Jiangchen L. et al (2012). Adsorption capability for Congo red on nanocrystalline MFe_2O_4 (M=Mn, Fe, Co, Ni) spinel ferrites. *Chemical Engineering Journal* 181: 72-79.

Zhu H.Y., Jiang R. et al. (2010). A novel magnetically separable $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /crosslinked chitosan adsorbent: Preparation, characterization and adsorption application for removal of hazardous azo dye. *Journal of Hazardous Materials*, 179(1-3): 251-257.