

HẤP PHỤ Cr(VI) ĐỘNG TRÊN CỘT TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC BẰNG VẬT LIỆU HẤP PHỤ BÃ CHÈ BIẾN TÍNH KOH

Đến toà soạn 10 - 5 - 2015

Đỗ Trà Hương

Trường Đại học Sư phạm- Đại học Thái Nguyên

Đặng Văn Thành

Trường Đại học Y dược- Đại học Thái Nguyên

SUMMARY

ADSORPTION ON A FIXED - BED COLUMN OF Cr(VI) FROM AQUEOUS SOLUTION ON KOH- MODIFIED REJECTED TEA

Abstract: The KOH - modified rejected tea (KRT) was used as a adsorbent to remove efficiently Cr(VI) from aqueous solution in fixed-bed column. Scanning electron microscopy (SEM) images of KRT reveal a highly porous surface structure. Experiments were performed as a function of initial feed of Cr(VI) concentration, particle size, the amount of adsorbent. At the time of $C = 0,001C_0$ and $C = 0,05C_0$, the maximum bed capacities is 1472.69 mg/L (7.36 mg /g), downtime is 0.6526 h and 3917.86 mg/L (19.56mg/g), downtime is 0.6445h; respectively. KRT also was used as a adsorbent to remove efficiently Cr(VI) from waste water of Minh Khai Lock Company (WWMK). This study indicated that the KRT can be used as an effective and environmentally friendly adsorbent for the treatment of Cr(VI) ions in aqueous solutions.

Keywords: Adsorption; tea waste, fixed- bed column; heavy metals; KOH- modified rejected tea.

1. MỞ ĐẦU

Crom có đặc tính lý học bền ở nhiệt độ cao, khó oxi hoá, cứng và tạo màu tốt... nên thường được sử dụng rộng rãi trong các ngành sản xuất pin, mạ điện, sản xuất dệt nhuộm. Xử lý nước thải có chứa Cr(VI) từ các quá trình sản xuất là vấn đề cấp thiết. Nhìn chung, để xử lý, tách loại kim loại nặng nói chung và Cr(VI) trong nước thải

nói riêng, các phương pháp sau hay được sử dụng: phương pháp kết tủa, phương pháp trao đổi ion, phương pháp hấp phụ... Gần đây, sử dụng các vật liệu tái chế từ phụ phẩm nông nghiệp hoặc các chất thải tái chế có khả năng hấp phụ đã và đang được sử dụng nhiều cho các xử lý hấp phụ kim loại nặng trong nước[2-8]. Theo hướng này, sử dụng bã chè tái chế làm vật liệu hấp phụ

có hiệu quả và khả thi do nguồn vật liệu hấp phụ đa dạng, phong phú, chế tạo đơn giản. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu sự hấp phụ động của Cr(VI), trong môi trường nước sử dụng vật liệu hấp phụ bã chè biến tính KOH.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hóa chất

KOH, $K_2Cr_2O_7$, NH_3 25%, H_3PO_4 85%, Br_2 bão hòa, H_2SO_4 , 1,5 - diphenylcarbazide, nước cất hai lần. Tất cả hóa chất đều có độ tinh khiết PA.

2.2. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm

2.2.1. Chế tạo vật liệu hấp phụ bã chè biến tính kiềm (VLHP)

Bã chè sau khi thu thập từ các hộ gia đình, các quán nước được rửa sạch với nước máy và nước cất nhiều lần để loại bỏ tất cả các hạt bụi bẩn, sau đó được đun sôi nhiều lần để loại bỏ cafein, tanin. Tiếp tục rửa sạch bằng nước cất đến khi nước rửa không có màu. Sau đó ngâm trong KOH 0,5M 0,5 giờ, để thủy phân protein, tiếp theo là rửa sạch bằng nước cất đến môi trường trung tính và sấy khô 12 giờ ở $95^0 C$. Sau đó vật liệu được nghiền, rây đến kích thước khoảng 200 - 450 μm và bảo quản trong bình hút ẩm [7]. Vật liệu này (kí hiệu là VLHP) được sử dụng cho các phép khảo sát đặc điểm bề mặt, tính chất vật lý và nghiên cứu sự hấp phụ Cr(VI) động trên cột.

2.2.2. Khảo sát tính chất vật lý, đặc điểm bề mặt của VLHP

Hình thái học của VLHP được khảo sát trên kính hiển vi điện tử quét JEOL JSM-6500F tại điện thế tại 15 kV. Phép đo trên được thực luận tại khoa Khoa học và Kỹ

thuật Vật liệu, Đại học Giao thông Quốc gia Đà Loan. Các nhóm chức bề mặt của VLHP được phân tích thông qua phổ hồng ngoại IR trên máy Impact - 410 (Germany). Viện Hoá học - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

2.2.3. Nghiên cứu hấp phụ Cr(VI) của VLHP bằng phương pháp hấp phụ động trên cột

Đặc trưng cho quá trình hấp phụ động trên cột là đường cong thoát. Đường cong này thu được từ thực nghiệm. Cho dòng chất bị hấp phụ chảy qua cột vật liệu có kích thước và lưu lượng biết trước cho đến khi lớp chất hấp phụ bị bão hòa. Nồng độ của chất hấp phụ ban đầu là C_0 , sau khi qua cột, giảm xuống nồng độ có giá trị nhỏ hơn C_b . Ban đầu, khi chất hấp phụ vẫn còn mới, nồng độ chất bị hấp phụ ra khỏi cột thấp hơn mức nồng độ C_b . Nhưng sau một thời gian vận hành, thì chất hấp phụ đạt bão hòa, khi đó nồng độ chất bị hấp phụ ở đầu ra tăng lên đến một giá trị C_b nào đó, gọi đó điểm uốn. Chiều cao x của lớp chất hấp phụ tại đó nồng độ của chất bị hấp phụ giảm từ C_0 đến 0 trên đường cong được gọi là tầng trao đổi chất. Khi lớp trên cùng đã bão hòa, chất bị hấp phụ, tầng trao đổi chất sẽ di chuyển xuống phía dưới cho đến khi điểm uốn xảy ra. Điểm uốn xảy ra khi nồng độ chất bị hấp phụ trong nước rửa đạt 5% giá trị của nồng độ đầu vào, quá trình đạt bão hòa. Hấp phụ trong cột nhằm mục đích loại bỏ một tạp chất nào đó trong nước, nồng độ tạp chất trong nước đầu ra phải bằng 0 hoặc bằng một giá trị C_b nào đó. Trên mức C_b quá trình hấp phụ phải dừng lại để chuyển sang cột mới. Độ lớn của tầng chuyển khối ứng với sự suy giảm nồng độ từ C_0 xuống C_b

không có giá trị sử dụng nên được gọi là tầng chết. Thời gian từ đầu quá trình đến thời điểm nồng độ đầu ra tăng lên C_b là thời gian bảo vệ t [1].

Shilov [1] đã chỉ ra rằng thời gian bảo vệ t và chiều dày Z của lớp vật liệu tuân theo phương trình:

$$t = kx - t_0 \quad (1.1)$$

Trong đó:

t : thời gian bảo vệ, ứng với thời điểm nồng độ đầu ra tăng lên C_{cb} .

t_0 : thời gian chết, ứng với độ dài tầng chết.

k : hệ số bảo vệ, phụ thuộc vào khả năng hấp phụ, nồng độ ban đầu và tốc độ dòng chảy.

Theo Bohart và Adams [1] quan hệ tuyến tính giữa chiều cao cột vật liệu Z và thời gian bảo vệ t , liên hệ với nhau bởi phương trình:

$$t = \frac{N_0 Z}{C_0 F} - \frac{1}{KC_0} \ln\left(\frac{C_0}{C_b} - 1\right) \quad (1.2)$$

Phương trình trên có dạng:

$$t = aZ - b \quad (1.3)$$

$$a = \frac{N_0}{C_0 F} \quad (1.4)$$

$$b = \frac{1}{KC_0} \ln\left(\frac{C_0}{C_b} - 1\right) \quad (1.5)$$

Trong đó:

C_0 : nồng độ ban đầu của chất bị hấp phụ (mg/L).

C_b : nồng độ của chất bị hấp phụ tại điểm uốn (mg/L).

K : hằng số tốc độ sử dụng chất hấp phụ (m^3/g).

N_0 : dung tích hấp phụ trên cột (mg/L).

Z : chiều cao cột vật liệu (m).

F : vận tốc chảy tuyến tính ($m^3/m^2/h$).

t : thời gian bảo vệ (h).

b : thời gian chết (h).

Khi tính toán tháp hấp phụ cho một dòng thải mới với lưu lượng và nồng độ cho trước, phương trình (1.3), (1.4) và (1.5) cho phép ngoại suy các hằng số mới cho tháp hấp phụ.

Khi biết lưu lượng F' , ta có $a' = \frac{F}{F'} \cdot a$

(1.6)

Trong đó:

F : lưu lượng dòng vào khi thực nghiệm.

F' : lưu lượng của dòng chảy thực tế.

a : hằng số thực nghiệm.

a' : hằng số ngoại suy.

Khi biết nồng độ C_0' , tính được

$$a' = \frac{C_0}{C_0'} \cdot a \quad (1.7)$$

$$b' = b \frac{C_0}{C_0'} \cdot \frac{\ln(C_0' - 1)}{\ln(C_0 - 1)} \quad (1.8)$$

Trong đó:

C_0 : nồng độ đầu vào khi thực nghiệm.

C_0' : nồng độ đầu vào của dòng chảy mới.

b : hằng số từ thực nghiệm.

b' : hằng số ngoại suy.

Dụng cụ thí nghiệm nghiên cứu sự hấp phụ Cr(VI) của VLHP trên cột là cột bằng thủy tinh cao 35cm, đường kính trong 1,2 cm; van điều chỉnh lưu lượng và bình chứa dung tích lớn. Kích thước VLHP trong cột hấp phụ có cỡ hạt 200 - 450 μm . Khối lượng VLHP lần lượt là 1g; 1,5g và 2g, tương ứng với các chiều cao cột (Z) được trình bày trong bảng 1. Dung dịch Cr(VI) nồng độ 50mg/L pha từ dung dịch gốc, điều chỉnh pH = 1,0. Thiết lập hệ chảy liên tục, với lưu lượng 2mL/phút cho đến khi nồng độ Cr(VI) trong nước đầu ra bằng 0,05mg/L theo yêu cầu QCVN 24:2009/BTNMT ($C=0,001C_0$) và bằng 5%

nước thải đầu vào ($C/C_0=0,05$), đó là điểm uốn.

Thể tích tầng chất rắn V được tính bằng tích chiều cao của lớp vật liệu đo được với tiết diện cột hoặc bằng tỷ số giữa khối lượng và khối lượng riêng của VLHP. Mỗi thể tích dung dịch chảy qua cột có thể tích bằng thể tích lượng vật liệu là kết thúc một giai đoạn xử lý và được đem đi đo nồng độ Cr(VI).

Vẽ đồ thị đường cong thoát từ các giá trị nồng độ Cr(VI) sau khi xử lý ứng với thời gian bảo vệ t của mỗi cột. Ứng với các thời điểm $C = 0,05\text{mg/L}$ và $C = 2,5\text{mg/L}$, vẽ đồ thị t-Z thể hiện mối quan hệ tuyến tính giữa sự thay đổi chiều cao tầng vật liệu Z và sự thay đổi thời gian bảo vệ t. Hệ số góc và tung độ gốc của đường thẳng t-Z là tham số để xác định hệ số bảo vệ (a), dung tích hấp phụ (N_0), dung lượng hấp phụ (N'_0), thời gian chết của cột (b). Nồng độ trước và sau khi hấp phụ của ion Cr(VI) của VLHP trong dung dịch được xác định bằng phương pháp đo quang.

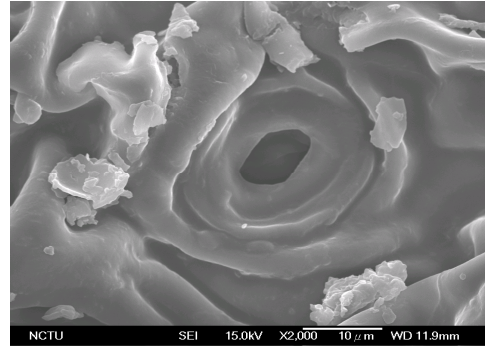
Sau khi tính toán mô hình dựa trên số liệu thí nghiệm từ mẫu pha, tiến hành khảo sát trên mẫu nước thải lấy từ nhà máy Khóa Việt Tiệp - Hà Nội để kiểm tra mức độ phù hợp và khả năng áp dụng của mô hình so với lý thuyết.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

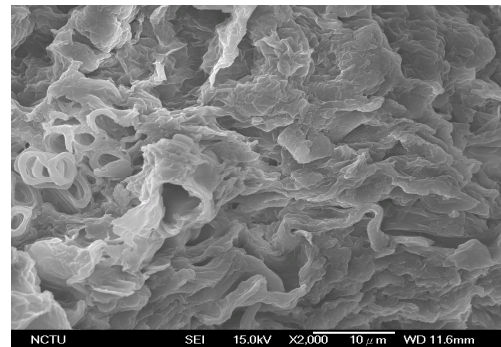
3.1. Kết quả khảo sát đặc điểm bề mặt, tính chất vật lý của VLHP

Hình 1 và 2 là kết quả chụp SEM của bã chè và VLHP. Từ hình 1 và 2 nhận thấy rằng, bã chè sau khi được hoạt hóa bằng KOH đã có hình thái học bề mặt thay đổi rõ rệt so với khi chưa hoạt hóa. Cụ thể, trước khi hoạt hóa, bã chè có cấu trúc chứa các mao quản với kích

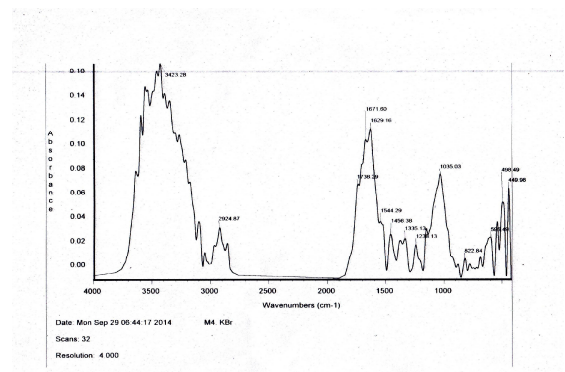
thước rất lớn, cỡ micron. Sau khi được hoạt hóa, các mao quản lớn này bị mất đi một phần đi cùng sự phát triển mao quản dạng lớp, tạo nên các nhiều khoảng trống bề mặt trên bề mặt hơn dẫn đến tiềm năng làm chất hấp phụ tốt hơn [6,8].



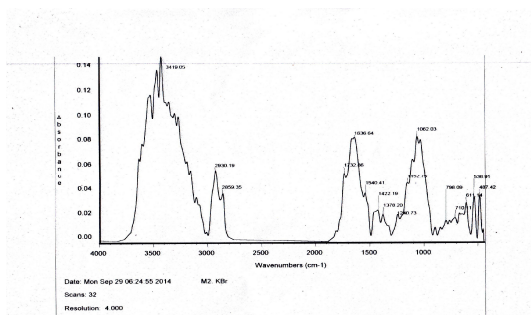
Hình 1: Hình thái học bề mặt của bã chè



Hình 2: Hình thái học bề mặt của VLHP

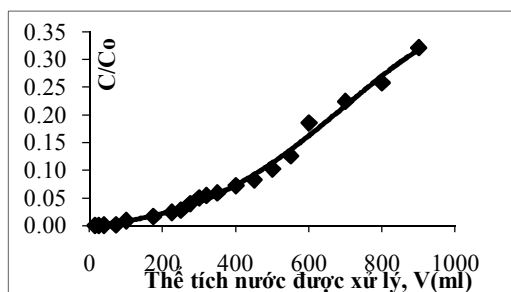


Hình 3: Phổ hồng ngoại của bã chè



Hình 4: Phổ hồng ngoại của VLHP

Hình 3,4 là sự thay đổi các nhóm chức trên bề mặt của các vật liệu được kiểm tra thông qua chụp phổ hồng ngoại của bã chè chưa biến tính và sau khi biến tính bằng KOH. Trước khi hoạt hóa, bã chè chưa biến tính KOH (hình 3) xuất hiện các đỉnh phổ rộng ở $3423,28\text{cm}^{-1}$, đại diện cho nhóm -OH; $2924,87\text{cm}^{-1}$ liên hệ với sự hấp thụ của nhóm C-H no. Đỉnh phổ tại tần số $1736,29\text{cm}^{-1}$ được cho là của nhóm cacbonyl C=O (cacboxylic). Dải hấp thụ có tần số từ $1671,60$ và $1629,16\text{cm}^{-1}$ tương ứng với sự hấp thụ của nhóm C=O kéo dài liên hợp với NH_2 . Đỉnh ở $1544,29\text{cm}^{-1}$ tương ứng với nhóm amin bậc hai. Sự hấp thụ của nhóm CH_3 đối xứng được chỉ ra tại đỉnh phổ $1456,38$; $1335,13\text{cm}^{-1}$. Các đỉnh phổ xung quanh $1236,13$; $1036,03\text{cm}^{-1}$ có thể gán cho sự hấp thụ của nhóm SO_3 và C-O [6, 8]. Khi so sánh phổ hồng ngoại bã chè trước và sau khi biến tính bằng KOH ở hình 3



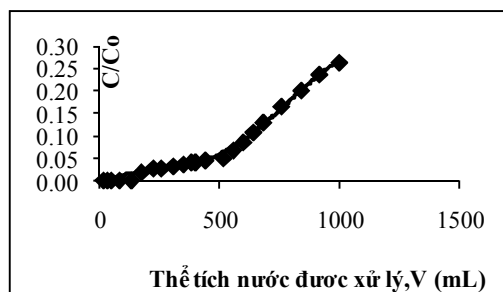
Hình 5: Đường cong thoát với chiều cao cột VLHP $Z = 44\text{ mm}$; $C_0 = 52,25\text{mg/L}$; $\text{pH} = 1,0$; $F = 1,0616\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$;

và 4 cho thấy một số đỉnh phổ đã bị biến mất và xuất hiện trên bề mặt VLHP sau khi biến tính, cụ thể các đỉnh phổ xuất hiện trên bề mặt VLHP sau khi biến tính được phát hiện tại các tần số $2859,35$; $1152,75$; $822,84\text{cm}^{-1}$ và biến mất trên bề mặt VLHP sau khi biến tính KOH được phát hiện tại các tần số $2930,18$; $1671,64$; $798,09\text{cm}^{-1}$. Những thay đổi này cho thấy đã biến tính thành công bã chè bằng KOH và các nhóm chức bề mặt cacboxylate, phenolic, nhóm hydroxyl và oxyl thơm trên bề mặt VLHP vẫn chiếm ưu thế [8].

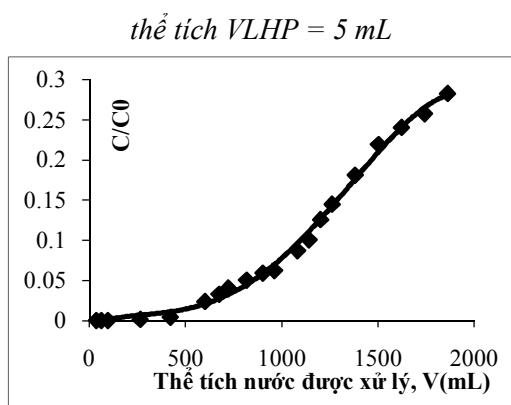
3.2. Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng tới khả năng hấp phụ của ion Cr(VI) của VLHP

3.2.1. Thí nghiệm với dung dịch Cr(VI) tự pha

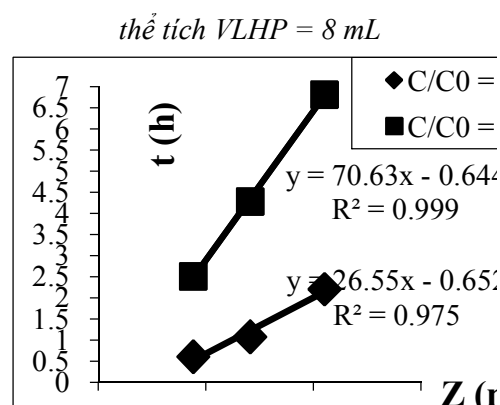
Kết quả đạt sau khi tiến hành thực nghiệm trên 3 cột hấp phụ với chiều cao vật liệu khác nhau, với cùng nồng độ Cr(VI) ban đầu $C_0 = 52,25\text{mg/L}$, được điều chỉnh đến giá trị $\text{pH} = 1,0$; tốc độ chảy tuyến tính $F = 1,0616\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ (lưu lượng $Q = 2\text{ ml/phút}$, đường kính cột $1,2\text{cm}$) được trình bày trên các hình 5 đến 8.



Hình 6: Đường cong thoát với chiều cao cột VLHP $Z = 70,5\text{ mm}$; $C_0 = 52,25\text{mg/L}$; $\text{pH} = 1,0$; $F = 1,0616\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$;



Hình 7: Đường cong thoát với chiều cao cột VLHP $Z = 105 \text{ mm}$; $C_0 = 52,25 \text{ mg/L}$, $\text{pH} = 1,0$; $F = 1,0616 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$; thể tích VLHP = 12 mL



Hình 8: Đồ thị biểu diễn $t = f(Z)$ tại $C/C_0 = 0,001$ và $0,05$; $C_0 = 52,25 \text{ mg/L}$, $\text{pH} = 1,0$, $F = 1,0616 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$

Kiểm tra tại hai giá trị nồng độ dòng ra $C/C_0 = 0,05$ (theo lý thuyết) và $C/C_0 = 0,001$ (theo yêu cầu của QCVN 24:2009/BTNMT. Nước thải công nghiệp, cột A, nồng độ giới hạn cho phép của $\text{Cr(VI)} = 0,05 \text{ mg/L}$). Tính toán, thu được kết quả thực nghiệm ở bảng 1.

Hình 8 cho thấy chiều cao cột càng tăng, thời gian tiếp xúc tầng rỗng t_r càng lớn thì hiệu quả xử lý ion Cr(VI) càng cao và thời

điểm xuất hiện điểm uốn càng lâu. Nói cách khác, tại cùng một thời điểm, nồng độ chất thải trong dòng ra tỷ lệ nghịch với chiều cao cột. Từ công thức: (1.4); (1.5) tính được N_0 , N'_0 và K . Kết quả được thể hiện ở bảng 2. Trong đó: N'_0 là dung lượng hấp phụ trên cột (mg/g).

Bảng 1. Kết quả thực nghiệm

Khối lượng VLHP, m(g)	1	1,5	2
Chiều cao cột, Z(m)	0,044	0,0705	0,105
Thể tích VLHP, (ml)	5	8	12
Nồng độ Cr(VI) dòng vào, C_0 (mg/L)	52,25	52,25	52,25
Tốc độ chảy tuyến tính, $F(\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h})$	1,0616	1,0616	1,0616
$C/C_0 = 0,001$			
Thể tích nước được xử lý tại điểm uốn, V (L)	0,072	0,128	0,264
Thời gian bảo vệ, t(h)	0,6	1,07	2,2
$C/C_0 = 0,05$			
Thể tích nước được xử lý tại điểm uốn, V (L)	0,3	0,512	0,816

Thời gian bảo vệ, t(h)	2,5	4,27	6,8
------------------------	-----	------	-----

Bảng 2: Các hằng số hấp phụ động

C/C ₀	C (mg/L)	a (h/m)	b(h)	N ₀ (mg/L)	(N' ₀) (mg/g)	K (L/mg.h)	R ²
0,001	0,05	26,55	0,652	1472,69	7,36	0,204	0,975
0,05	2,5	70,63	0,644	3917,86	19,56	0,089	0,999

Từ bảng 2 cho thấy tỷ số C/C₀ càng tăng, hệ số bảo vệ a và thời gian chết b càng lớn. Tại thời điểm C = 0,1% C₀ thì dung tích hấp phụ là 1472,69mg/L, dung lượng hấp phụ là 7,36 mg/g, thời gian chết là 0,652h. Tại thời điểm C = 5% C₀ thì dung tích hấp phụ là 3917,86 mg/L, dung lượng hấp phụ 19,56mg/g, thời gian chết là 0,644h.

Dựa trên các giá trị này cho phép ta tính toán ước lượng các mô hình tháp hấp phụ khi áp dụng vào thực tế dựa trên nồng độ Cr(VI) trong dòng chất thải và lưu lượng thải mà không phải tiến hành thêm quá trình thực nghiệm.

3.2.2. Xử lý nước thải nhà máy Khóa Việt Tiệp- Hà Nội

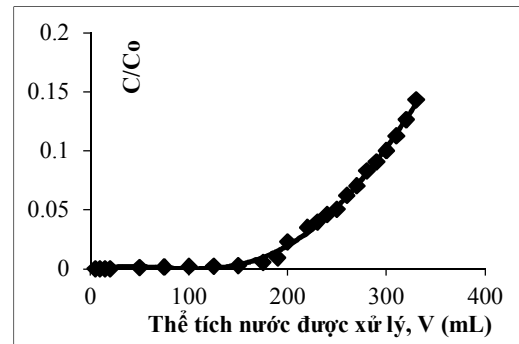
Nước thải Nhà máy Khóa Việt Tiệp - Hà Nội có nồng độ Cr(VI) ban đầu C₀' = 64,575mg/L, được điều chỉnh đến giá trị pH = 1,0 (giá trị pH tối ưu cho quá trình hấp phụ Cr(VI)). Sau đó, thiết lập hệ liên tục với F = 1,0616 m³/m²/h (Q = 4,5 mL/phút); C₀' = 64,575 mg/L; khối lượng VLHP = 1g tương ứng Z = 0,045 m. Vì lưu lượng ban đầu thay đổi so với lưu lượng khi thực

nghiệm (C₀ = 50mg/L) nên áp dụng công thức chuyển đổi (1.7) và (1.8), dựa trên tỷ số C₀/C₀' xác định hệ số bảo vệ a' và thời gian chết b'. Thời gian bảo vệ thực nghiệm được tính theo phương trình:

$$t^* = a' \cdot Z + b'$$

Trong đó, a', b' là các hằng số ngoại suy từ mô hình cột hấp phụ, t' là thời gian bảo vệ lý thuyết, t* là thời gian bảo vệ theo thực nghiệm.

Kết quả được thể hiện qua đồ thị hình 9 và bảng 3:



Hình 9: Kết quả xử lý nước thải mạ Cr(VI), C₀ = 64,575 mg/L; pH = 1,0; Z = 0,045m; khối lượng VLHP = 1g; thể tích VLHP = 5mL

Bảng 3 : So sánh thời gian bảo vệ theo tính toán và theo thực nghiệm trên mẫu nước thải mạ Cr(VI)

C'/C' ₀	C ₀ (mg/L)	C' ₀ (mg/L)	C ₀ /C' ₀	a (h/m)	b (h)	a' (h/m)	b' (h)	Z (m)	t' (h)	t* (h)
0,001	52,25	64,575	0,809	26,55	0,652	21,48	0,557	0,045	0,41	0,42
0,05	52,25	64,575	0,809	70,63	0,644	57,14	0,55	0,045	2,02	2,00

Từ bảng 3 cho thấy giá trị t^* gần đúng với t' . Vì vậy hoàn toàn có thể áp dụng các giá trị hằng số đạt được từ mô hình vào việc tính toán các tháp hấp phụ xử lý nước thải mạ crom.

4. KẾT LUẬN

- Đã chế tạo thành công VLHP bã chè biến tính bằng KOH.

- Đã xác định được đặc điểm bề mặt, một số nhóm chức của các VLHP bã chè biến tính bằng KOH thông qua ảnh hiển vi điện tử quét và phổ hồng ngoại.

- Đã khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ của VLHP đối với các ion Cr(VI) bằng phương pháp hấp phụ động, kết quả thu được như sau:

+ Nghiên cứu hấp phụ bằng phương pháp động trên cột, với sự thay đổi của chiều cao cột hấp phụ và các hằng số là thông số nồng độ Cr(VI) ban đầu, lưu lượng, đã xác định được các thông số cho mô hình thiết kế tháp hấp phụ xử lý Cr(VI) với khối lượng vật liệu (kích thước 200-450 μ m). Tại thời điểm

$C = 0,1\%C_0$ thì dung tích hấp phụ là 1472,69mg/L, dung lượng hấp phụ là 7,36 mg/g, thời gian chết là 0,652h. Tại thời điểm $C = 5\% C_0$ thì dung tích hấp phụ là 3917,86 mg/L, dung lượng hấp phụ 19,56mg/g, thời gian chết là 0,644h.

+ Áp dụng xử lý thử nghiệm nước thải chứa Crom của Nhà máy Khóa Việt Tiệp - Hà Nội theo phương pháp động cho kết quả gần với tính toán, cho thấy có thể đề xuất mô hình ứng dụng vào thực tiễn để xử lý nước thải mạ điện chứa Cr(VI).

Các kết quả thu được cho thấy vật liệu hấp phụ bã chè biến tính KOH có khả năng hấp phụ các ion Cr(VI) tốt và có thể triển

khai nghiên cứu ứng dụng cho việc xử lý các nguồn nước bị ô nhiễm bởi những ion kim loại khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Lê Văn Cát (2002). Hấp phụ và trao đổi ion trong kỹ thuật xử lý nước và nước thải. Nhà xuất bản Thống kê

[2]. Đỗ Trà Hương. Lê Xuân Quế. “Nghiên cứu hấp phụ Cr(VI), Ni(II) bằng vật liệu hấp phụ oxit từ tính nano Fe₃O₄ phân tán trên bã chè”. *Tạp chí Hóa học*, tập 52, số 5A, tr 41-46. (2014).

[3]. Đỗ Trà Hương. Lê Xuân Quế, Đặng Văn Thành. (2014). “Nghiên cứu hấp phụ màu phẩm đỏ hoạt tính ĐH 120 bằng vật liệu bã chè”. *Tạp chí Hóa học*, tập 52, số (6ABC), tr 46-52.

[4]. Rajesh Madhu, Kalimuthu Vijaya Sankar, Shen-Ming Chen, Ramakrishnan Kalai Selvan, (2014). “Eco-friendly synthesis of activated carbon from dead mango leaves for the ultra high sensitive detection of toxic heavy metal ions and energy storage applications”, *RSC Advances.*, 4, pp 1225-1233.

[5]. S. Senthilkumaar, P.R. Varadarajan, K. Porkodi, C.V. Subbhuraam, (2005) “Adsorption of methylene blue onto jute fiber carbon: kinetics and equilibrium studies”, *J. Colloid Interf. Sci.* 284, pp 78-82.

[6]. T Celal Durana, Duygu Ozdesa, Ali Gundogdub, Mustafa Imamoglug, Hasan Basri Senturk, (2011) “Tea - industry waste activated carbon, as a novel adsorbent for separation, preconcentration and speciation of chromium”. *Analytica Chimica Acta*. 688, pp 75-83.

[7]. V. Vadivelan, K.V. Kumar, (2005) "Equilibrium, kinetics, mechanism, and process design for the sorption of methylene blue onto rice husk", *J. Colloid Interf. Sci.* 286, pp 90–100.

[8]. Xiaoping Yang, Xiaoning Cui, (2011). "Adsorption characteristics of Pb(II) on alkali treated tea residue". *Water Resources and Industry*, 3, pp 1-10.

NGHIÊN CỨU ĐIỀU KIỆN TỐI ƯU XÁC ĐỊNH..... (tiếp theo tr. 73)

3. Đã xác định được độ lặp lại và tính toán được giới hạn phát hiện, giới hạn định lượng của phương pháp đối với phép xác định Vit.C trong mẫu phân tích. Kết quả cho thấy phép đo có độ lặp lại cao và giới hạn phát hiện, giới hạn định lượng lần lượt là 1,66 và 4,99 ppb.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Aboul-Enein HY, Al-Duraibi IA, Stefan RI, Radoi C, Avramescu A, "Analysis of L- and D-ascorbic acid in fruits and fruit drinks by HPLC", *Seminars in Food Analysis*, pp. 31–37, **4** (1), (1999).
2. Bánhegyi G, Mándl J, "The hepatic glycogenoreticular system", *Pathol. Oncol. Res.*, pp. 107–110, **7** (2), (2001).
3. Cui J, Pan YH, Zhang Y, Jones G, Zhang S, "Progressive pseudogenization: vitamin C synthesis and its loss in bats", *Mol. Biol. Evol.*, pp. 1025–1031, **28** (2), (2011).
4. Drouin G, Godin JR, Pagé B, "The genetics of vitamin C loss in vertebrates", *Curr. Genomics*, pp. 371–380, **12** (5), (2011).
5. Gropper SS, Smith JL, Grodd JL, *Advanced nutrition and human metabolism*,

Belmont, CA: Thomson Wadsworth, pp. 260–275. ISBN 0-534-55986-7, (2005).

6. Higdon J, "Vitamin C", Oregon State University, Micronutrient Information Center, (2006).

7. Martinez del Rio C "Can passerines synthesize vitamin C", *The Auk*, pp. 513–516, **114** (3), (1997).

8. Metrohm, 797 VA Computrace, Switzerland, (2008).

9. Padayatty SJ, Katz A, Wang Y, Eck P, Kwon O, Lee JH, Chen S, Corpe C, Dutta A, Dutta SK, Levine M, "Vitamin C as an antioxidant: evaluation of its role in disease prevention", *J Am Coll Nutr*, pp.18–35, **22** (1), (2003).

10. University of Maryland Medical Center, Vitamin C (Ascorbic acid), (2013).

11. Wheeler GL, Jones MA, Smirnoff N, "The biosynthetic pathway of vitamin C in higher plants", *Nature*, pp. 365–369, **393** (6683), 1998.