

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG HẤP PHỤ Cr(VI) CỦA THAN CHẾ TẠO TỪ THÂN CÂY SEN

Lê Minh Ngọc, Vũ Thị Hậu*

Trường Đại học Sư phạm - ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu khảo sát khả năng hấp Cr(VI) của than chế tạo từ thân cây sen. Các thí nghiệm được tiến hành với các thông số sau: khối lượng chất hấp phụ là 0,05g; thể tích dung dịch Cr(VI): 25 mL; pH = 1 ÷ 2; tốc độ lắc: 200 vòng/phút; thời gian đạt cân bằng hấp phụ là 30 phút ở nhiệt độ phòng (25±1°C). Trong khoảng nhiệt độ khảo sát từ 303 ÷ 323K, xác định được các giá trị $\Delta G^0 < 0$; $\Delta H^0 = -63,48$ kJ/mol chứng tỏ quá trình là tự xảy ra và tỏa nhiệt. Dung lượng hấp phụ cực đại ở 25°C theo mô hình đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir là 76,92 mg/g. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng sự hấp phụ Cr(VI) trên than thân sen tuân theo mô hình động học biểu kiến bậc 2 của Lagergren. Dung lượng hấp phụ động tương ứng với tốc độ dòng 1,0; 1,5 và 2,0 ml/phút lần lượt là 13,36; 17,76 và 25,88 mg/g. Dùng hỗn hợp dung dịch HCl (1-2M) và H₂O₂ 0,1% để giải hấp thu hồi Cr(VI) cho hiệu suất tương đối cao. Sử dụng than thân sen chế tạo được để hấp phụ mẫu nước thải chứa Cr(VI) theo phương pháp hấp phụ tĩnh cho kết quả tốt.

Từ khóa: hấp phụ tĩnh, hấp phụ động, Cr(VI), than, cây sen

MỞ ĐẦU

Cùng với sự phát triển của nền kinh tế, xã hội, Việt Nam đã và đang phải giải quyết những vấn đề về ô nhiễm môi trường. Than [7] và than hoạt tính thường được lựa chọn làm chất hấp phụ trong việc xử lý nguồn nước bị ô nhiễm bằng phương pháp hấp phụ bởi diện tích bề mặt riêng lớn nên chúng có khả năng hấp phụ cao. Than hoạt tính được điều chế từ các nguyên liệu có nguồn gốc xenlulozơ như: vỏ dừa [1], vỏ cà phê [5], gỗ Tamarind- một loại cây gỗ ở Ấn Độ [2], thân cây ngô [6], bã chè [8]...

Sen là loài cây mọc rất nhiều ở các vùng nhiệt đới, rất quen thuộc với người dân Việt Nam. Các bộ phận của cây sen từ đài sen, hoa sen, hạt sen đến củ sen đều có giá trị kinh tế cao. Tuy nhiên, sau thu hoạch phần thân sen thường bị vứt bỏ mà không được xử lý, đó không chỉ là sự lãng phí tài nguyên mà còn gây ra vấn đề vệ sinh môi trường.

Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu hấp phụ Cr(VI) theo phương pháp hấp phụ tĩnh và hấp phụ động sử dụng than chế tạo từ thân cây sen làm chất hấp phụ.

THỰC NGHIỆM

Hóa chất và thiết bị nghiên cứu

Hóa chất:

K₂Cr₂O₇, diphenylcarbazide, C₂H₅OH, dung dịch H₃PO₄ 40%, dung dịch NaOH 0,1M; dung dịch HCl; H₂O₂; dung dịch NaCl 0,1M. Tất cả hóa chất nêu trên đều có độ tinh khiết PA.

Thiết bị nghiên cứu: Máy nghiền, thiết bị rây, cân phân tích 4 số, máy lắc, máy đo pH, tủ sấy, máy đo quang UV-Vis 1240.

Chế tạo than sen

Chuẩn bị nguyên liệu

Nguyên liệu được sử dụng trong nghiên cứu này là thân cây sen lấy ở đầm sen thuộc xã Yên Bắc, huyện Duy Tiên, tỉnh Hà Nam. Sau khi lấy về nguyên liệu được rửa sạch, sấy khô ở 80°C trong 12 giờ, nghiền nhỏ bằng máy nghiền dân dụng, phân loại hạt với kích thước $d \leq 5$ mm.

Chế tạo than sen

Nguyên liệu chuẩn bị xong được ngâm trong dung dịch axit H₃PO₄ 40% với tỉ lệ khối lượng 1:2 (gam nguyên liệu: gam axit H₃PO₄) trong 12 giờ, làm khô, nung ở 450°C trong 1 giờ. Sau đó làm nguội ở nhiệt độ phòng, rửa bằng nước cất đến pH trung tính, sấy khô ở 80°C trong 5 giờ [3], nghiền nhỏ, rây lấy cỡ hạt 0,1 ÷ 0,5 mm ta thu được than thân sen.

Quy trình thực nghiệm và các thí nghiệm nghiên cứu

Quy trình thực nghiệm

Trong mỗi thí nghiệm hấp phụ tĩnh:

* Email: vuthihaukhoahoa@gmail.com

- Thể tích dung dịch Cr(VI): 25 mL với nồng độ xác định.

- Lượng chất hấp phụ: 0,05g

- Thí nghiệm được tiến hành ở nhiệt độ phòng ($25 \pm 1^\circ\text{C}$), sử dụng máy lắc với tốc độ 200 vòng/phút.

Trong mỗi thí nghiệm hấp phụ động: lượng chất hấp phụ là 0,4g; Nồng độ đầu của dung dịch Cr(VI): 50,35 mg/l; thể tích lấy mẫu cho mỗi lần phân tích là 50ml.

Trong mỗi thí nghiệm giải hấp: chất rửa giải là hỗn hợp HCl có nồng độ xác định và dung dịch H_2O_2 0,1%; thể tích lấy mẫu cho mỗi lần phân tích là 10ml.

Các thí nghiệm nghiên cứu

+ Khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ Cr(VI) của than thân sen theo phương pháp hấp phụ tĩnh:

- Ảnh hưởng của pH: Các điều kiện tiến hành thí nghiệm như ghi ở mục 2.3.1; pH thay đổi từ 1 đến 7; nồng độ đầu: 53,33 mg/L; thời gian hấp phụ: 30 phút.

- Thời gian đạt cân bằng hấp phụ, động học hấp phụ: Các điều kiện tiến hành thí nghiệm như ghi ở mục 2.3.1; $C_o = 51,25; 107,37; 134,21$ mg/L; thời gian hấp phụ thay đổi từ 5 phút đến 60 phút.

- Ảnh hưởng của nhiệt độ: Các điều kiện tiến hành thí nghiệm như ghi ở mục 2.3.1; sử dụng giá trị pH, thời gian tối ưu đã xác định ở thí nghiệm trước; $C_o = 50,58$ mg/L; các nhiệt độ nghiên cứu: $30^\circ\text{C}; 40^\circ\text{C}; 50^\circ\text{C}$.

- Ảnh hưởng của nồng độ đầu và xác định dung lượng hấp phụ cực đại: Các điều kiện tiến hành thí nghiệm như ghi ở mục 2.3.1, sử dụng giá trị pH và thời gian tối ưu đã xác định ở thí nghiệm trước; nồng độ ban đầu thay đổi từ 29,12 đến 171,38 mg/L.

+ Thí nghiệm hấp phụ Cr(VI) của than thân sen theo phương pháp hấp phụ động:

- Ảnh hưởng của tốc độ dòng: Các điều kiện tiến hành thí nghiệm như ghi ở mục 2.3.1 với tốc độ dòng nghiên cứu: 1,0; 1,5; 2,0 ml/phút; pH của dung dịch Cr(VI) được điều chỉnh đến pH tối ưu.

- Thí nghiệm giải hấp phụ: Dùng hỗn hợp H_2O_2 0,1% và dung dịch HCl có nồng độ 1,0; 1,5 và 2,0M để thực hiện giải hấp Cr(VI).

+ Thí nghiệm xử lý mẫu nước thải thực chứa Cr(VI): mẫu nước thải chứa Cr(VI) lấy tại bể thải của Nhà máy X - *xin được giấu tên*- (Hà Nội) chưa qua xử lý vào hồi 8h30 ngày 10/5/2017. Nước thải được lấy và bảo quản theo đúng TCVN 4574-88. Thực hiện sự hấp phụ theo phương pháp hấp phụ tĩnh với các điều kiện tối ưu tương ứng như được xác định ở trên. Lấy dung dịch sau hấp phụ lần một tiến hành thí nghiệm hấp phụ lần hai với than thân sen mới.

Nồng độ Cr(VI) trước và sau hấp phụ được xác định bằng phương pháp đo mật độ quang ở bước sóng 540 nm.

Hiệu suất hấp phụ của quá trình hấp phụ được tính theo công thức:

$$H = \frac{C_o - C_t}{C_o} \cdot 100\% \quad (1)$$

Trong đó: H: hiệu suất hấp phụ (%); C_o , C_t : nồng độ đầu và nồng độ tại thời điểm t của dung dịch Cr(VI) (mg/L).

Dung lượng hấp phụ cực đại của Cr(VI) được xác định dựa vào việc vẽ đồ thị $C_{cb}/q = f(C_{cb})$ – phương trình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir dạng tuyến tính:

$$\frac{C_{cb}}{q} = \frac{1}{q_{\max}} C_{cb} + \frac{1}{q_{\max} b} \quad (2)$$

Trong đó: q, $q_{\max}$: dung lượng hấp phụ và dung lượng hấp phụ cực đại; C_{cb} : nồng độ tại thời điểm cân bằng của dung dịch Cr(VI); b: hằng số

Động học quá trình hấp phụ được xác định theo phương trình động học bậc 1 (3) và động học bậc 2 (4) của Lagergren dạng tuyến tính:

$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - \frac{k_1}{2.303} t \quad (3)$$

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e} \quad (4)$$

Trong đó: q_e , q_t : dung lượng hấp phụ của Cr(VI) trên than thân sen tại thời điểm cân bằng và thời điểm t (mg/g); k_1 : hằng số tốc độ hấp phụ bậc 1 (phút^{-1}); k_2 : hằng số tốc độ hấp phụ bậc 2

($\text{g} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{phút}^{-1}$); t: thời gian hấp phụ (phút).

Sự biến thiên năng lượng tự do (ΔG^0), entanpi (ΔH^0) và entropi (ΔS^0) của quá trình hấp phụ được tính toán bằng cách sử dụng các phương trình sau:

$$K_D = \frac{q_e}{C_{cb}} \quad (5); \quad \Delta G^0 = -RT \ln K_D \quad (6);$$

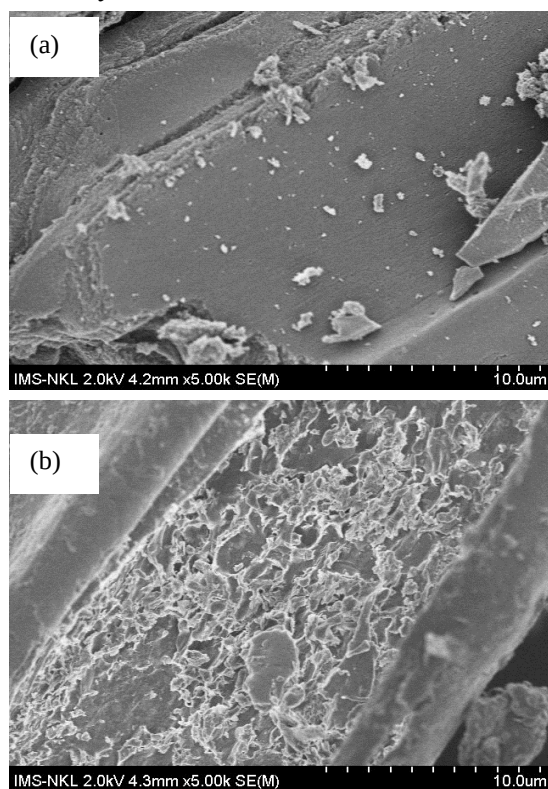
$$\ln K_D = -\frac{\Delta G^0}{RT} = -\frac{\Delta H^0}{RT} + \frac{\Delta S^0}{R} \quad (7)$$

Trong đó: K_D : hằng số cân bằng; R : hằng số khí ($R = 8,314 \text{ J/mol.K}$); T : nhiệt độ (K).

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Một số đặc điểm bề mặt của nguyên liệu, vật liệu hấp phụ

Kết quả xác định hình thái học bề mặt của nguyên liệu ban đầu và của than thân sen được trình bày ở hình 1.



Hình 1. Ảnh SEM của nguyên liệu (a) và than thân sen (b)

Kết quả hình 1 cho thấy than thân sen chế tạo được có bề mặt xốp hơn nhiều so với nguyên liệu ban đầu.

Diện tích bề mặt riêng của nguyên liệu và than thân sen xác định theo phương pháp

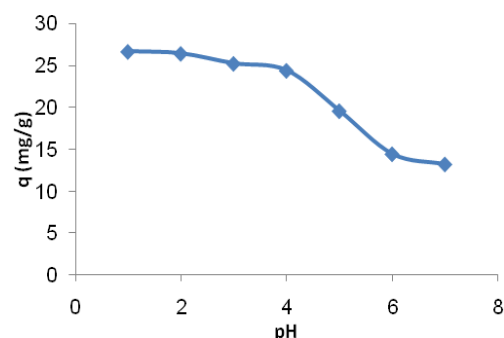
BET lần lượt là 1,38 và 1261,8 m^2/g . Như vậy, than thân sen chế tạo được có diện tích bề mặt riêng tương đối lớn và nằm trong khoảng diện tích bề mặt riêng của than hoạt tính bán trên thị trường (500 – 2500 m^2/g).

Kết quả xác định điểm đẳng điện của than thân sen thu được là $pI = 3,5$. Điều này cho thấy khi $pH < pI$ thì bề mặt than tích điện dương, khi $pH > pI$ thì bề mặt than tích điện âm.

Khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ Cr(VI) của than thân sen theo phương pháp hấp phụ tĩnh

Ảnh hưởng của pH

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của pH đến dung lượng hấp phụ Cr(VI) của than thân sen được trình bày ở hình 2.



Hình 2. Ảnh hưởng của pH đến dung lượng hấp phụ Cr(VI) của than thân sen

Kết quả hình 2 cho thấy trong khoảng pH từ 1 ÷ 7 đã khảo sát thì:

Khi pH tăng thì dung lượng hấp phụ giảm, trong khoảng pH từ 1÷3 dung lượng hấp phụ giảm chậm, khi $pH > 4$ thì dung lượng hấp phụ giảm nhanh.

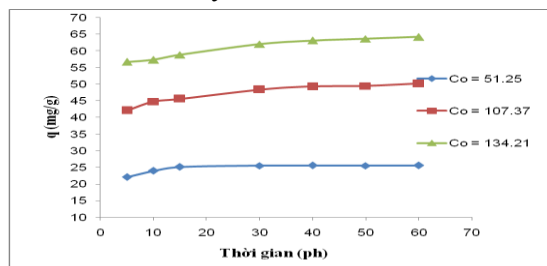
Điều này có thể giải thích như sau: Ở pH thấp Cr(VI) tồn tại chủ yếu ở dạng HCrO_4^- và $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, do vậy xảy ra lực hút tĩnh điện giữa bề mặt than thân sen tích điện dương và các dạng ion Cr(VI) tích điện âm nên sự hấp phụ Cr(VI) xảy ra ở pH thấp là thuận lợi. Ở pH cao, dung lượng hấp phụ của than thân sen đối với Cr(VI) giảm là do sự cạnh tranh giữa các dạng ion Cr(VI) tích điện âm với ion OH^- trong dung dịch và lực đẩy tĩnh điện giữa bề mặt than thân sen tích điện âm với các dạng ion Cr(VI) cũng tích điện âm.

Vì vậy, đã chọn $pH = 1 \div 2$ là khoảng pH tốt nhất cho sự hấp phụ của than thân sen đối với

Cr(VI). Kết quả này được sử dụng cho các nghiên cứu tiếp theo.

Ảnh hưởng của thời gian

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian đến dung lượng hấp phụ Cr(VI) của than thân sen được trình bày ở hình 3.



Hình 3. Sự phụ thuộc của dung lượng hấp phụ vào thời gian đối với sự hấp phụ Cr(VI) của than thân sen

Kết quả hình 3 cho thấy:

Trong khoảng thời gian khảo sát là 60 phút thì từ 5 ÷ 30 phút dung lượng hấp phụ tăng nhanh, từ 30 ÷ 60 phút dung lượng hấp phụ tăng chậm và dần ổn định (quá trình hấp phụ đã đạt cân bằng).

Do đó, lựa chọn thời gian hấp phụ là 30 phút để tiến hành các nghiên cứu tiếp theo.

Từ kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian hấp phụ, chúng tôi tiến hành nghiên cứu động học quá trình hấp phụ Cr(VI) theo 2 mô hình động học hấp phụ bậc 1 và bậc 2. Kết quả được chỉ ra ở hình 4 và bảng 1.

Kết quả trên hình 4 và bảng 1 cho thấy, hệ số tương quan R^2 tính theo mô hình động học hấp phụ bậc 2 đối với Cr(VI) đều cao hơn so với mô hình động học hấp phụ bậc 1; Mặt

Bảng 1. Các tham số trong mô hình động học hấp phụ của Lagergren

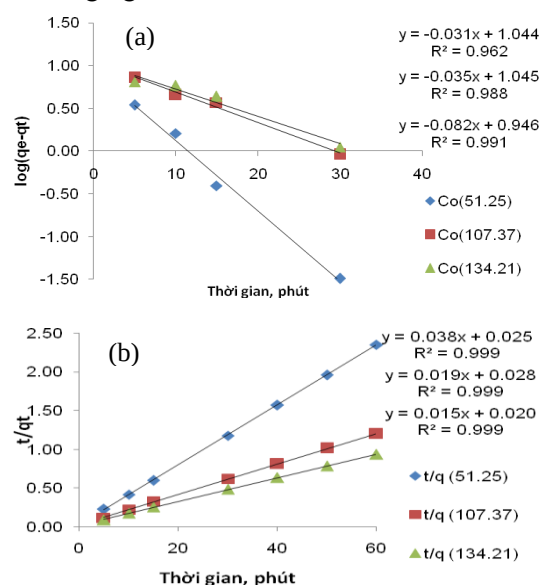
C_0 (mg/L)	Động học bậc 1			q_e (mg/g)	Động học bậc 2		
	R^2	q_{cal} (mg/g)	k_1 (phút ⁻¹)		R^2	q_{cal} (mg/g)	k_2 (g.mg ⁻¹ .phút ⁻¹)
51,25	0,962	11,08	0,0743	25,54	0,999	25,91	0,0578
107,37	0,988	11,10	0,0832	49,29	0,999	51,02	0,0133
134,21	0,991	8,84	0,1915	63,16	0,999	65,36	0,0116

Bảng 2. Sự phụ thuộc dung lượng và hiệu suất hấp phụ Cr(VI) của than thân sen vào nhiệt độ

T(K)	C_0 (mg/L)	C_{cb} (mg/L)	q (mg/g)	H (%)
303	50,58	0,08	25,25	99,84
313		0,13	25,23	99,75
323		0,38	25,10	99,25

Kết quả bảng 2 cho thấy trong khoảng nhiệt độ khảo sát từ 303 đến 323K khi nhiệt độ tăng thì dung lượng và hiệu suất hấp phụ Cr(VI) của than thân sen đều giảm. Từ các kết quả thu được dựa

khác, giá trị dung lượng hấp phụ cân bằng tương ứng tính theo mô hình động học bậc 2 ($q_{cal} = 25,91$ mg/g; 51,02 và 65,36 mg/g) gần với giá trị xác định theo thực nghiệm hơn ($q_e = 25,54$ mg/g – ứng $C_0 = 51,25$ mg/L; $q_e = 49,29$ mg/g – ứng $C_0 = 107,37$ mg/L; $q_e = 63,16$ mg/g – ứng $C_0 = 134,21$ mg/L). Do vậy quá trình hấp phụ Cr(VI) trên than thân sen phù hợp với mô hình động học hấp phụ bậc 2 của Lagergren.



Hình 4. Động học hấp phụ biểu kiến bậc 1 (a) và biểu kiến bậc 2 (b) dạng tuyến tính của than thân sen đối với Cr(VI)

Ảnh hưởng của nhiệt độ

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ đến dung lượng và hiệu suất hấp phụ Cr(VI) của than thân sen được trình bày ở bảng 2.

vào các phương trình của nhiệt động lực học tính được các thông số nhiệt động. Kết quả được chỉ ra trong bảng 3.

Bảng 3. Các thông số nhiệt động đối với quá trình hấp phụ Cr(VI) của than thân sen

C_o (mg/L)	$1/T$ (K^{-1})	$\ln K_D$	ΔG^0 (kJ/mol)	ΔH^0 (kJ/mol)	ΔS^0 (kJ/mol.K)
	0,0033	5,76	-14,50		
50,58	0,0032	5,31	-13,81	-63,48	-0,16
	0,0031	4,19	-11,25		

Kết quả bảng 3 cho thấy: Giá trị năng lượng tự do (ΔG^0) thu được có giá trị âm chứng tỏ quá trình hấp phụ Cr(VI) của than thân sen là quá trình tự xảy ra; giá trị biến thiên năng lượng entanpi (ΔH^0) có giá trị âm cho thấy quá trình hấp phụ là quá trình tỏa nhiệt.

Ảnh hưởng của nồng độ Cr(VI) ban đầu và xác định dung lượng hấp phụ cực đại

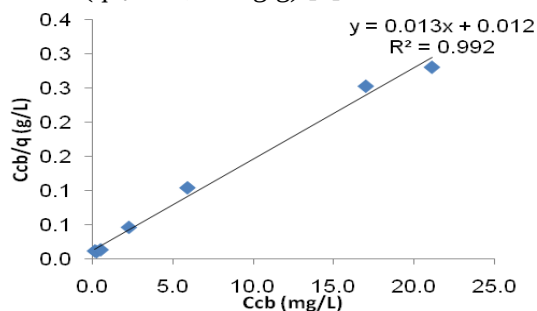
Kết quả được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của nồng độ Cr(VI) ban đầu đến khả năng hấp phụ của than thân sen

C_o (mg/L)	C_{cb} (mg/L)	q (mg/g)	H (%)	C_{cb}/q (g/L)
29,12	0,16	14,48	99,44	0,011
51,01	0,26	25,37	99,49	0,010
79,83	0,52	39,66	99,35	0,013
101,22	2,28	49,47	97,75	0,046
119,56	5,91	56,82	95,05	0,104
151,33	16,99	67,17	88,77	0,253
171,38	21,10	75,14	87,69	0,281

Các kết quả thực nghiệm ở bảng 2 đã chứng tỏ hiệu suất hấp phụ giảm, dung lượng hấp phụ của than thân sen tăng khi nồng độ đầu Cr(VI) tăng. Điều này là hoàn toàn phù hợp với quy luật.

Cũng từ các kết quả thực nghiệm này, dựa vào phương trình đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir dạng tuyến tính (hình 5) ta tính được dung lượng hấp phụ cực đại của than thân sen đối với Cr(VI) là 76,92 mg/g. Khả năng hấp phụ Cr(VI) của than chế tạo được là cao hơn so với than hoạt tính chế tạo được từ lá phi lao ($q_{max}=17,2$ mg/g) [4]; và cũng cao hơn so với than hoạt tính chế tạo được từ gỗ Tamarind (ở Ấn Độ) hoạt hóa bằng kẽm clorua ($q_{max}=28,02$ mg/g) [2].

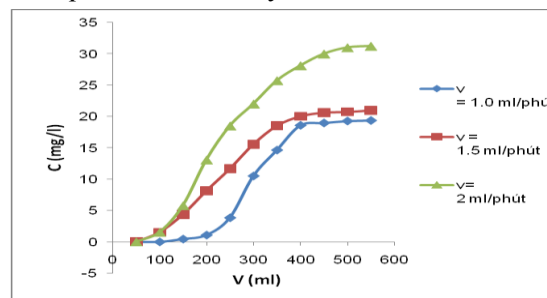


Hình 5. Đường đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir dạng tuyến tính của than thân sen đối với Cr(VI)

Kết quả khảo sát khả năng tách loại và thu hồi Cr(VI) bằng phương pháp hấp phụ động trên cột

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của tốc độ dòng

Kết quả được trình bày ở hình 6.



Hình 6. Ảnh hưởng của tốc độ dòng đến khả năng hấp phụ Cr(VI) của than thân sen

Trong khoảng tốc độ dòng khảo sát 1,0; 1,5; 2,0 (ml/phút) khi tốc độ dòng càng chậm thì nồng độ Cr(VI) xuất hiện ở lối ra cột hấp phụ càng thấp. Điều này có thể được giải thích như sau: khi tốc độ dòng chậm thời gian tiếp xúc của Cr(VI) và than thân sen lớn hơn so với khi tốc độ dòng nhanh, do đó lượng ion kim loại bị giữ lại trên bề mặt than nhiều hơn. Dung lượng hấp phụ động Cr(VI) của than thân sen được chỉ ra ở bảng 5.

Bảng 5. Sự phụ thuộc dung lượng hấp phụ động vào tốc độ dòng

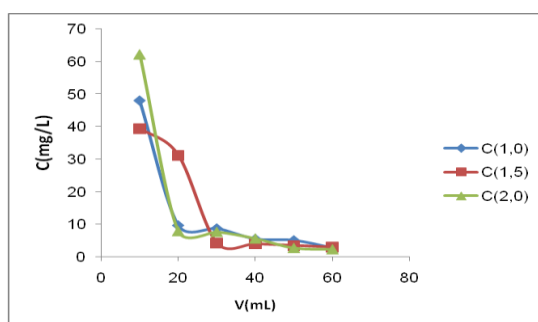
Tốc độ dòng (mL/phút)	1,0	1,5	2,0
Dung lượng q(mg/g)	13,36	17,76	25,88

Kết quả giải hấp thu hồi Cr(VI)

Kết quả được trình bày ở bảng 6 và hình 7.

Bảng 6. Kết quả giải hấp Cr(VI) trên than sen ứng với nồng độ axit HCl khác nhau

Số lần cho dung dịch qua cột	Thể tích dung dịch qua cột V(ml)	$C_{0(\text{Cr(VI)})} = 50,35 \text{ (mg/l)}$		
		Nồng độ axit HCl giải hấp (M)		
		C = 1,0	C = 1,5	C = 2,0
		Nồng độ thoát (mg/l)		
1	10	48,08	39,5	62,28
2	20	9,70	31,25	8,00
3	30	8,75	4,25	7,75
4	40	5,50	3,98	5,72
5	50	5,09	3,50	2,82
6	60	2,75	3,00	2,40

**Hình 7.** Ảnh hưởng của nồng độ axit HCl đến sự giải hấp Cr(VI) trên than thân sen

Các kết quả thực nghiệm cho thấy dùng dung dịch HCl để giải hấp thu hồi Cr(VI) cho hiệu quả tương đối cao. Phần lớn lượng ion kim loại bị hấp phụ được giải hấp ở 2,3 thể tích đầu tiên. Trong khoảng nồng độ axit HCl khảo sát: 1,0M; 1,5M; 2,0M, khi nồng độ axit HCl càng lớn thì lượng ion Cr(VI) giải hấp được càng nhiều.

Kết quả xử lý mẫu nước thải chứa Cr(VI) theo phương pháp hấp phụ tĩnh

Kết quả được trình bày ở bảng 7.

Bảng 7. Kết quả xử lý Cr(VI) trong nước thải

C_0 (mg/l)	C_{cb1} (mg/l)	H_1 (%)	C_{cb2} (mg/l)	H_2 (%)
19,52	0,48	97,54	0,00	100

C_{cb1} , C_{cb2} : Nồng độ cân bằng của Cr(VI) sau lần hấp phụ thứ nhất, thứ hai.

H_1 , H_2 : Hiệu suất hấp phụ sau lần hấp phụ thứ nhất, thứ hai.

Từ kết quả thực nghiệm cho thấy, sau khi hấp phụ hai lần bằng than thân sen mới, thì nồng

độ còn lại của Cr(VI) trong dung dịch đã giảm xuống đến giá trị cho phép đối với nước thải công nghiệp đổ vào các vực nước dùng để sinh hoạt theo QCVN 24: 2011.

KẾT LUẬN

Đã chế tạo được than từ thân cây sen và xác định được diện tích bề mặt riêng, hình thái học bề mặt của nguyên liệu ban đầu và của than chế tạo được. Sự hấp phụ Cr(VI) của than chế tạo từ thân cây sen đã được nghiên cứu dưới các điều kiện thí nghiệm khác nhau. Kết quả thu được theo phương pháp hấp phụ tĩnh:

- pH tốt nhất cho sự hấp phụ của than thân sen đối với Cr(VI) là 1÷2.
- Thời gian đạt cân bằng hấp phụ của than thân sen đối với Cr(VI) là 30 phút.
- Khi tăng nhiệt độ từ 30÷50°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) thì hiệu suất hấp phụ giảm; các tính toán nhiệt động cho thấy quá trình hấp phụ Cr(VI) trên than thân sen là quá trình tự xảy ra và tỏa nhiệt.
- Theo mô hình đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir xác định được dung lượng hấp phụ cực đại của than thân sen đối với Cr(VI) là 76,92 mg/g.
- Sự hấp phụ Cr(VI) trên than thân sen tuân theo quy luật động học biểu kiến bậc 2 Lagergren.

Kết quả thu được theo phương pháp hấp phụ động:

- Khi tốc độ dòng chậm, khả năng tách loại Cr(VI) của than thân sen tốt hơn so với khi tốc độ dòng nhanh; đã xác định được dung

lượng hấp phụ động ứng với 03 tốc độ dòng khác nhau.

- Khi tăng nồng độ axit thì lượng ion giải hấp được tăng. Hầu hết lượng ion bị hấp phụ được giải hấp ở 2 thể tích đầu.

Sau khi hấp phụ hai lần mẫu nước thải thực có chứa Cr(VI) bằng than thân sen mới theo phương pháp hấp phụ tĩnh, nồng độ Cr(VI) đã đạt tiêu chuẩn cho phép đối với nước thải đổ vào các khu vực lấy nước cung cấp cho sinh hoạt theo QCVN 24: 2011/BTNMT.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Andre L. Cazetta, Alexandro M.M. Varga, Tais L. Silva (2011), "NaOH- activated carbon of high surface area produced from coconut sheell: Kinetics and equilibrium studies from the methylene blue adsorption", *Chemical Engineering Journal*, 174(1), pp. 117 – 125.
2. Jyotikusum Acharya, J.N. Sahu, B.K. Sahoo, B.C. Meikap (2009), " Removal of chromium (VI) from wastewater by activated carbon developed from Tamarind wood activated with zinc chloride", *Chemical Engineering Journal*, 150(1), pp. 25 – 39.
3. LiHui Huang, Yuan Yuan Sun, Tao Yang, Li Li (2011), "Adsorption behavior of Ni(II) on lotus stalks derived active carbon by phosphoric acid activation", *Desalination*, 268, pp. 12 – 19.
4. K Ranganathan (2000), "Chromium removal by activated carbons prepared from Casurina equisetifolia leaves", *Bioresource technology*. 73(2), tr. 99-103.
5. Mohd Azmier Ahamad, Nazira Khabibor Rahman, (2011) "Equilibrium, kinetics and thermodynamic of Remazol Brilliant Orange 3R dye adsorption on coffee husk-based activated carbon", *Chemical Engineering Journal*, 170(1), pp. 154 – 161.
6. Yohe Cao, Kelian Wang, Xiaomin Wang, Zhengrong Gu, Tyler Ambrico, William Gibbons (2017), "Preparation of active carbons from corn stalk for vapor adsorption", *Journal of Energy Chemistry*, 26(1), pp. 35 – 41.
7. Đỗ Trà Hương (2010), "Nghiên cứu khả năng hấp phụ ion Cu(II), Ni(II) của than bùn Việt Yên-Bắc Giang", *Tạp chí phân tích Hoá, Lý và Sinh học*, tập 15, số 4, tr.150-154.
8. Đặng Văn Thành, Đỗ Trà Hương (2015), "Chế tạo than hoạt tính từ bã chè và ứng dụng cho hấp phụ thuốc diệt cỏ bentazon trong môi trường nước". *Tạp chí Phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, tập 20, số 3 , tr. 193-199.

SUMMARY

STUDY ON ADSORPTION CAPACITY OF Cr(VI) ON CARBON DERIVED FROM LOTUS STALKS

Vu Thi Hau*, Le Minh Ngọc
University of Education - TNU

This paper focus on the adsorption of Cr(VI) in aqueous solution on carbon derived from lotus stalks. The experiments were conducted using the following parameters: absorbent mass is 0.05g; the volume solution is 25mL; shaking speed is 200 rounds/minute; equilibrium time is 30 minutes at room temperature ($25 \pm 1^\circ\text{C}$); pH is 1.0 – 2.0. In the temperature range of 303 - 323K, the values of $\Delta G^\circ < 0$; $\Delta H^\circ = -63.48 \text{ kJ/mol}$ implicates that the process is self-inflicted and exothermic. Maximum adsorption capacity is calculated by the Langmuir isothermal model. Maximum adsorption capacity was found as 76.92 mg/g at 25°C . The result indicates that, the adsorption of Cr(VI) on the carbon lotus followed Lagergren's second-order apparent kinetic model. Moving capacity corresponds to the flow rate of 1.0; 1.5 and 2.0 ml/min of 13.36; 17.76 and 25.88 mg/g, respectively. Mixture of HCl (1 - 2M) and H_2O_2 0.1% solution was used to recover Cr (VI) with high effective elution. Using the carbon derived from lotus stalks to adsorb the wastewater containing Cr (VI) by static adsorption method for good results.

Key words: dynamic adsorption, static adsorption, Cr(VI), carbon, lotus stalks

Ngày nhận bài: 27/4/2018; Ngày phản biện: 20/5/2018; Ngày duyệt đăng: 31/5/2018

* Email: vuthihaukhoahoa@gmail.com