

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VẬT LIỆU XỬ LÝ KHÍ NHÀ VỆ SINH TRÊN CƠ SỞ THAN HOẠT TÍNH TẨM XÚC TÁC KIM LOẠI

Hà Ngọc Thiện^{1*}, Vương Văn Trường¹, Bùi Khánh Hòa¹,
Đào Thị Thanh Diệp², Lê Trần Uyên Tú²

¹Viện Độ bền Nhiệt đới, Trung tâm Nhiệt đới Việt-Nga

²Trường Đại học Khoa học, Đại Học Huế

*Email: hnhtien.ttndvn@gmail.com

Ngày nhận bài: 24/4/2023; ngày hoàn thành phản biện: 25/4/2023; ngày duyệt đăng: 8/6/2023

TÓM TẮT

Nghiên cứu chế tạo vật liệu than hoạt tính tẩm xúc tác Cu, Ag, Cr bằng phương pháp tẩm chân không có khả năng xử lý khí nhà vệ sinh (NH₃, H₂S) và các khí độc. Cấu trúc của vật liệu được khảo sát bằng SEM, BET. Hiệu suất xử lý khí nhà vệ sinh (NH₃, H₂S) được đo bằng hệ thiết bị gồm cột lọc chứa vật liệu xúc tác, hệ thống tạo khí chuẩn có bơm và ống dẫn khí, Sensor đo nồng độ khí NH₃ và H₂S kết nối hệ thống máy tính. Than hoạt tính tẩm xúc tác với 6,0%Cu; 0,03%Ag và 2,0%Cr có diện tích bề mặt 521,7 m²/g và thể tích lỗ xốp 0,308 cm³/g. Khả năng xử lý khí NH₃ đạt 103 mg/g và H₂S đạt 192 mg/g. Thời gian bảo vệ đối với khí clo đạt 83 phút, đối với khí hydrocyanua đạt 67 phút, đối với khí clorpicrin đạt 64 phút và khí benzen đạt 115 phút. Vật liệu than hoạt tính tẩm xúc tác có khả năng xử lý khí nhà vệ sinh và các khí độc ở điều kiện thường.

Từ khóa: khí độc, than hoạt tính, xúc tác, xử lý khí nhà vệ sinh.

1. MỞ ĐẦU

Khi con người làm việc trong các khoảng không gian đóng kín, trong môi trường không khí bẩn, có mùi hôi thối đều cần các thiết bị làm sạch (lọc) không khí. Ví dụ khi làm việc trên tàu vũ trụ, dưới tàu ngầm hoặc làm việc trong các môi trường độc hại. Vai trò của các thiết bị (hay vật liệu) làm sạch không khí là nhằm lọc và hấp thụ các khí độc hại, không khí bẩn, có mùi hôi thối thành không khí sạch cho người hít thở. Công nghệ tái sinh và làm sạch không khí giúp con người có thể tồn tại lâu hơn trong một không gian kín, chẳng hạn trên tàu ngầm. Do hoạt động của tàu ngầm và sinh hoạt của thủy thủ, thành phần hóa học của không khí trong khoang tàu ngầm thay đổi đáng kể về nồng độ oxy, CO₂ và số lượng đáng kể các khí độc hại được phát thải như hydrogen sulfide (H₂S), amoniac (NH₃)...[1]. Khí NH₃ và H₂S được phân loại là có mùi

khó chịu, là các chất độc hại với môi trường có thể gây ăn mòn thiết bị, ngộ độc chất xúc tác và nhiều tác động không mong muốn khác. Đối với NH_3 , hít thở ở mức 50-100 ppm NH_3 có thể gây kích ứng mắt, cổ họng và mũi. Cơ quan Quản lý An toàn và Sức khỏe Nghề nghiệp Hoa Kỳ (OSHA) đã đặt ra giới hạn 50 ppm trong một ngày làm việc 8 giờ hoặc 40 giờ trong tuần làm việc đối với hơi amoniac trong không khí xung quanh. Tiếp xúc lâu dài ở nồng độ cao hơn 300 ppm có thể gây thương tật vĩnh viễn hoặc tử vong[2]. Còn đối với H_2S , phơi nhiễm cấp tính với nồng độ H_2S cao gây ra nhiễm độc một số cơ quan dẫn đến tử vong bao gồm nhiễm độc thần kinh, suy hô hấp cấp, và thậm chí tử vong. Phơi nhiễm cấp tính với nồng độ dưới 50 ppm có thể gây kích ứng mắt và hô hấp; tiếp xúc với nồng độ cao hơn 500 ppm có thể gây chết người[3].

Hiện nay, than hoạt tính được sử dụng rộng rãi như một chất hấp phụ hiệu quả trong nhiều ứng dụng, bao gồm hệ thống lọc không khí quy mô công nghiệp và hệ thống lọc không khí trong mặt nạ phòng độc. Than hoạt tính không ngâm tẩm hóa chất là chất hấp phụ tốt hơi hữu cơ nhưng hấp phụ kém các chất khí phân tử thấp hoặc phân cực như amoniac (NH_3) hay hydrogen sulfide (H_2S). Đối với mỗi loại khí riêng biệt, người ta sẽ ngâm tẩm than hoạt tính với axit để loại bỏ NH_3 [4] và tẩm với kiềm để loại bỏ H_2S [5] một cách hiệu quả nhất. Tuy nhiên, trong thực tế, ở những nơi cần xử lý loại bỏ khí có mùi là hỗn hợp của nhiều khí khác nhau như nhà vệ sinh trên tàu ngầm, tàu vũ trụ,... thì việc sử dụng những loại than tẩm như vậy không mang hiệu quả cao. Chính vì thế, các muối kim loại chuyển tiếp đã được nghiên cứu để ngâm tẩm lên than hoạt tính. Trong nhiều nghiên cứu khác nhau[6-9] đã chỉ ra rằng, kim loại đồng và các hợp chất của nó khi được ngâm tẩm lên than hoạt tính đem lại hiệu quả cao trong việc loại bỏ các khí nhà vệ sinh. Trong nghiên cứu này, muối của kim loại đồng được ngâm tẩm lên than hoạt tính nhằm nghiên cứu đặc tính hấp phụ của than và loại bỏ đồng thời các khí độc. Ngoài ra, xúc tác kim loại bạc và crom cũng được tẩm cùng với kim loại đồng nhằm tối ưu hiệu quả khi sử dụng thực tế.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên liệu, hóa chất, thiết bị

Than hoạt tính dạng viên cám có kích cỡ hạt 1 mm (diện tích bề mặt riêng: 850 m^2/g , độ ẩm: 4,5%, Trung Quốc); $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (98%, Trung Quốc), AgNO_3 (99%, Merck), CrO_3 (99%, Merck), NH_4HCO_3 (98%, Việt Nam) khí NH_3 (500 ppm, Trung Quốc), dung dịch NH_3 (25%, Trung Quốc), khí H_2S (100 ppm, Trung Quốc).

Cảm biến đo nồng độ khí amoniac NH_3 ES- NH_3 -01 (RS485 Modbus RTU).

Cảm biến đo nồng độ khí H_2S ES- H_2S -02 (RS485 Modbus RTU).

Diện tích bề mặt riêng của than được đo bằng máy đo cảm ứng động Brunauer

– Emmet – Teller (BET- 202A).

Kính hiển vi điện tử quét (SEM; model JEDL JSM-5410LV, Nhật Bản) được sử dụng để quan sát cấu trúc bề mặt của các loại than khác nhau và để đo các nguyên tố và đại lượng liên kết của chúng trên bề mặt của than hoạt tính.

2.2. Phương pháp tẩm xúc tác kim loại

Chuẩn bị các dung dịch tẩm: lấy 6,5 g NH_4HCO_3 và m (gam) $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (với m lần lượt là 8,07; 12,1; 16,1 tương đương với phần trăm khối lượng Cu trong than tẩm lần lượt là 4; 6; 8%) được hòa tan hoàn toàn với 45 mL NH_3 25% thu được dung dịch 1. Lấy 4,0 gam CrO_3 hòa tan trong 8 mL NH_3 25% và 15 mL nước thu được dung dịch 2. Lấy 0,25 gam AgNO_3 hòa tan trong với 5 mL nước thu được dung dịch 3. Cho lần lượt dung dịch 3 và dung dịch 2 vào dung dịch 1 khuấy đều trong 15 phút thu được dung dịch tẩm.

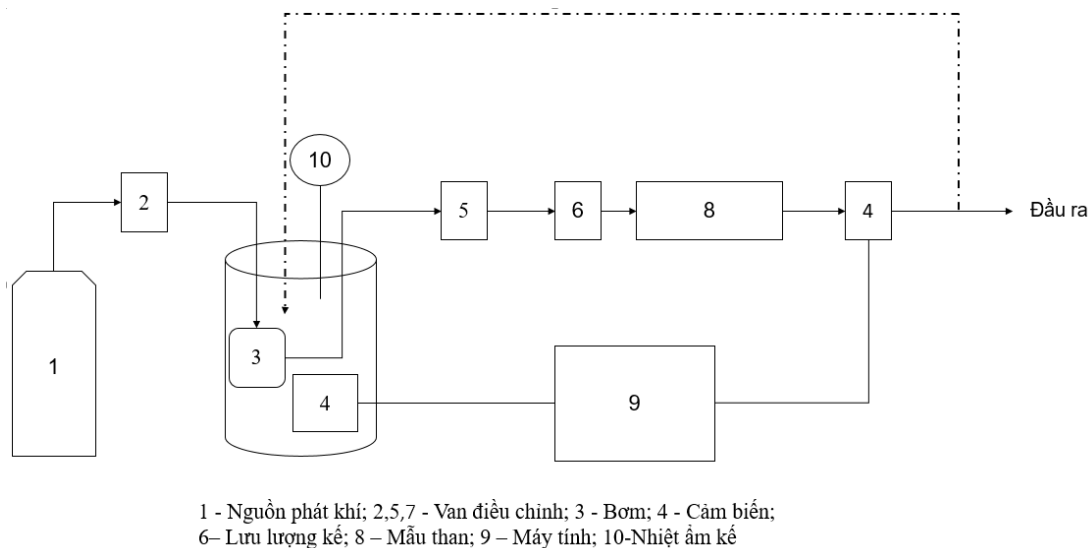
Than hoạt tính trước khi sử dụng được đun sôi hồi lưu bằng nước khử ion trong 2 giờ, được rửa lại bằng nước khử ion sau đó sấy khô ở 105°C trong 24 giờ. Lấy 100 gam than hoạt tính được đưa vào bình tẩm chân không và hút chân không đến áp suất dưới 50 mbar trong 30 phút. Tiếp theo đưa dung dịch tẩm vào bình tẩm và khuấy đều. Than hoạt tính được lấy ra khỏi bình tẩm và hoạt hóa ở nhiệt độ $(175 \pm 5)^\circ\text{C}$ trong 2 giờ, làm nguội trong bình hút ẩm thu được than hoạt tính tẩm xúc tác.

2.3. Phương pháp kiểm tra khả năng hấp phụ

Cân 5,0 gam mẫu thử nghiệm trên cân điện tử có độ chính xác 10^{-2} gam cho vào ống thủy tinh đường kính 6 mm, tạo thành cột than cao khoảng 50 mm (hai đầu được làm chặt bằng bông y tế trung tính). Hệ thống ống dẫn khí được kết nối từ nguồn phát thải khí đến buồng chứa khí và đến cột lọc chứa vật liệu xúc tác (khí trong buồng chứa được trộn đều và điều chỉnh độ ẩm phù hợp điều kiện nghiên cứu); hệ thống máy tính để kết nối với cảm biến khí (NH_3 , H_2S). Nồng độ khí amoniac ở đầu vào là 500 ppm, khí H_2S là 100 ppm, tốc độ dòng khí là 1 lít/phút và khí sẽ được luân chuyển liên tục qua mẫu than. Nhiệt độ của hệ được duy trì ở mức $27 \pm 1^\circ\text{C}$.

Trong nghiên cứu động học của phản ứng: Buồng kín chứa khí NH_3 và không khí ở nhiệt độ thường, cảm biến khí NH_3 và bơm tạo dòng khí tuần hoàn được lắp đặt bên trong buồng kín; hệ thống ống dẫn khí được kết nối từ buồng chứa khí CO đến cột lọc chứa vật liệu xúc tác; hệ thống máy tính để kết nối với cảm biến khí CO (hình 1). Nguyên lý đo như sau: Buồng kín chứa khí NH_3 và không khí ở nhiệt độ thường được kiểm soát nồng độ ban đầu một cách chính xác thông qua cảm biến khí NH_3 đặt trong buồng kín. Khi nồng độ khí NH_3 trong buồng kín đã đạt ở trạng thái ổn định thì quá trình lọc khí được thực hiện. Quá trình này, khí NH_3 được bơm tuần hoàn theo hệ kín từ buồng chứa khí NH_3 đến cột lọc thông qua hệ thống ống dẫn khí rồi được đưa ngược trở lại buồng kín. Cảm biến khí NH_3 sẽ ghi lại sự suy giảm nồng độ khí NH_3

theo thời gian rồi truyền tín hiệu đến máy tính để xử lý.



Hình 1. Sơ đồ đơn giản phương pháp đánh giá khả năng xử lý NH_3 và H_2S

2.4. Phương pháp kiểm tra thời gian tác dụng bảo vệ đối với một số khí độc Clo, Hydrocyanua, Clorpicrin và Benzen

Thực hiện theo TCVN/QS 1441:2010. Nguyên tắc: Cho dòng khí chứa khí độc có nồng độ ban đầu C_0 (mg/L), lưu lượng dòng khí V (lít/phút), độ ẩm φ (%), nhiệt độ t ($^{\circ}\text{C}$) xác định qua cột nhồi chứa vật liệu thử nghiệm đến thời điểm xuất hiện khí độc với nồng độ ngưỡng được phát hiện theo sự thay đổi màu của chất chỉ thị hóa học phía sau cột nhồi.

Điều kiện kiểm tra: Độ ẩm dòng khí từ 80-85%; nhiệt độ thí nghiệm từ 25°C đến 30°C ; tốc độ dòng khí 1,5 lít/phút.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

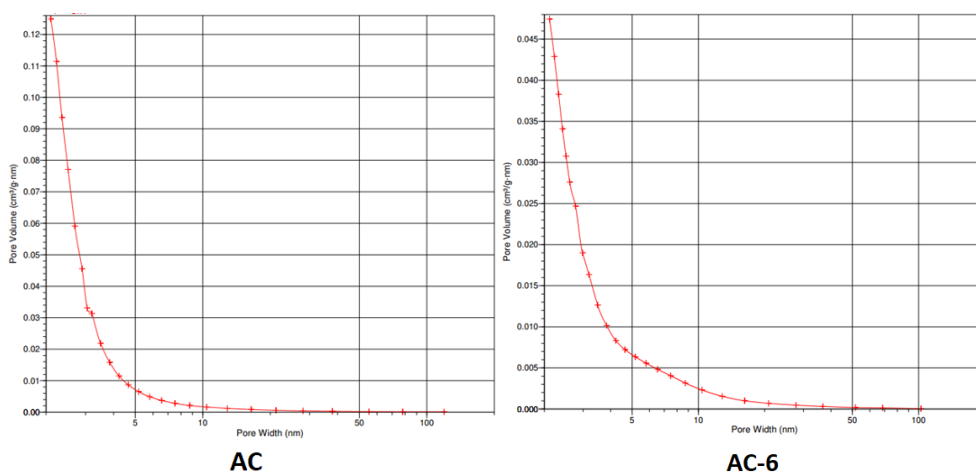
3.1. Kết quả khảo sát tính chất cơ lý của vật liệu

Kết quả đo diện tích bề mặt theo BET của các mẫu nghiên cứu được đưa ra trong bảng 1.

Bảng 1. Thông số cấu trúc mao quản của các mẫu than.

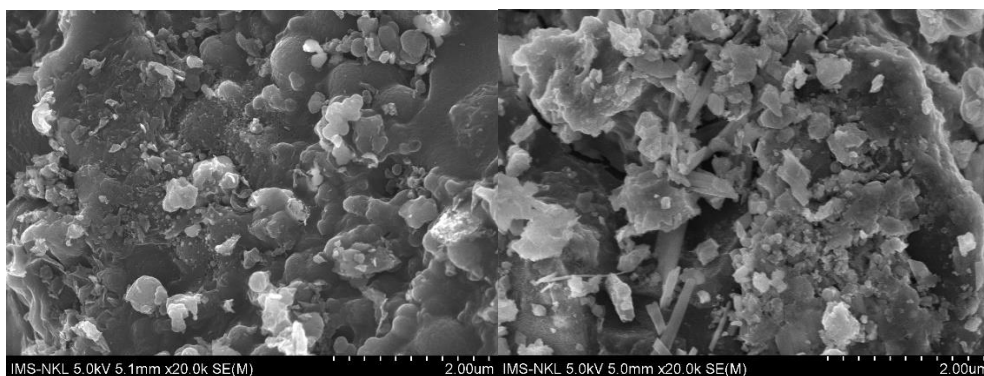
Mẫu	$S_{\text{BET}} (\text{m}^2/\text{g})$	$V_{\text{meso}} (\text{cm}^3/\text{g})$	$V_{\text{micro}} (\text{cm}^3/\text{g})$
AC	852,5	0,143	0,359
AC-4	681,2	0,112	0,267
AC-6	521,7	0,093	0,215
AC-8	435,2	0,0784	0,183

Từ bảng 1 có thể thấy rằng sau khi được tẩy xúc tác, các mẫu than đều có diện tích bề mặt riêng giảm đi đáng kể. Điều này chứng tỏ, sau quá trình ngâm tẩy, các xúc tác kim loại đều đã được hấp phụ vào trong mao quản của than hoạt tính. Có thể thấy rằng, với nồng độ được ngâm tẩy là 4%, diện tích bề mặt riêng của vật liệu đã giảm đi 20%, còn khi nồng độ tăng lên 6% thì đã giảm đến 40%. Điều này này được chứng minh bởi tổng thể tích các mao quản trung và nhỏ đều đã giảm đi so với thể tích ban đầu.



Hình 1. Biểu đồ phân bố kích thước mao quản của các mẫu than.

Đánh giá hình thái học bề mặt của vật liệu sau ngâm tẩy và hoạt hóa, kết quả FE-SEM (hình 2) cho thấy độ xốp của bề mặt vật liệu tạo thành sau ngâm tẩy và hoạt hóa đã giảm so với trước khi ngâm tẩy, các hạt tinh thể có dạng cầu, dạng mảnh và kích thước hạt đồng đều.



Hình 2. Hình ảnh FESEM của mẫu AC và AC-6.

3.2. Kết quả khảo sát khả năng xử lý NH_3

Than hoạt tính là vật liệu xốp, có nhiều mao quản, lỗ xốp; chính vì vậy, bản thân than hoạt tính có khả năng hấp phụ tốt đối với các hơi hữu cơ nhưng hấp phụ kém các chất khí phân tử thấp hoặc phân cực như amoniac (NH_3) hay hydrogen sulfide

(H₂S). Việc tẩm thêm xúc tác kim loại chính là để nâng cao hiệu suất xử lý các loại khí độc này. Dung lượng hấp phụ khí của than ngâm tẩm xúc tác được tính theo công thức sau:

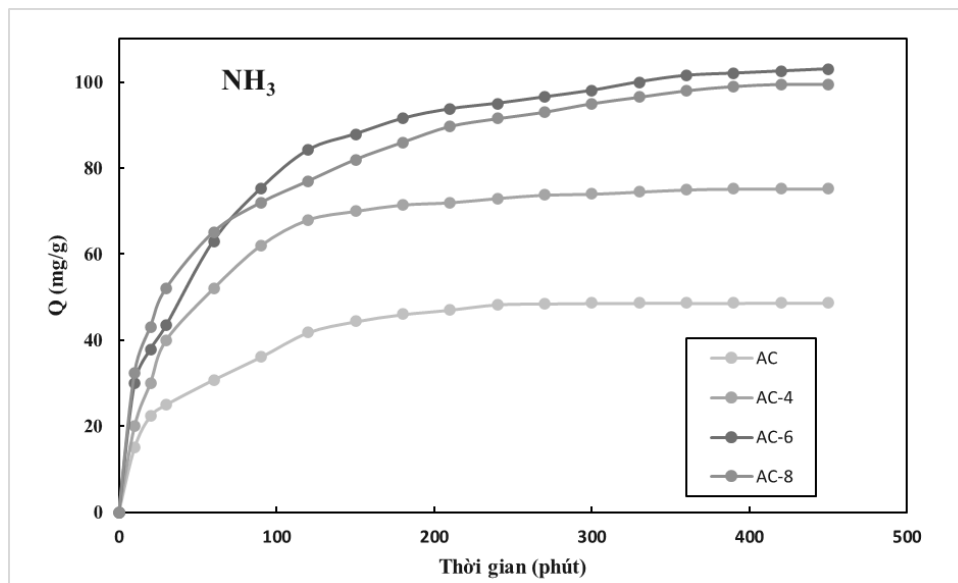
$$Q = F \times C_0 \int_0^{t_{bh}} \left(1 - \frac{C_1}{C_0}\right) dt$$

Trong đó, Q: dung lượng hấp phụ khí của vật liệu (mg/g); F: tốc độ dòng chảy (lít/phút); C₀: nồng độ khí đầu vào; C₁: nồng độ khí đầu ra; t: thời gian xử lý (phút); t_{bh}: thời gian bão hòa (khi C₁ = C₀) (phút).

Nồng độ khí bị hấp thụ được tính theo công thức:

$$C = C_0 - C_1$$

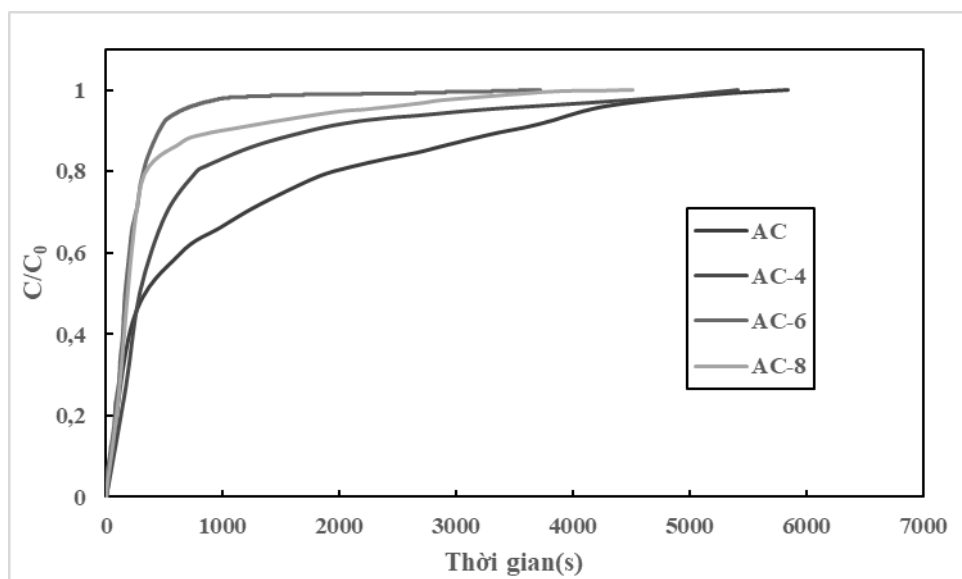
Khả năng hấp phụ NH₃ của than hoạt tính chưa và đã tẩm xúc tác được thể hiện ở trên hình 3. Có thể thấy rõ ràng rằng sau khi tẩm xúc tác, khả năng hấp phụ NH₃ của các mẫu than đều tăng cao rõ rệt. Trong khi mẫu than chưa tẩm (AC) chỉ cho khả năng hấp phụ NH₃ đạt 48,6 mg/g thì mẫu than được tẩm 6% khối lượng đồng (AC-6) cho khả năng hấp phụ lên đến 103,0 mg/g; gấp 2,1 lần. Mẫu AC-8 cũng cho lại kết quả gần như tương đồng với AC-6 với khả năng hấp phụ 99,5 mg/g. Từ đây có thể thấy rằng, việc tẩm thêm xúc tác kim loại vào than hoạt tính mang lại hiệu quả cao hơn nhiều so với than không được ngâm tẩm. Khả năng hấp phụ NH₃ cũng tăng khi phần trăm khối lượng đồng trong than tăng. Tuy nhiên hàm lượng kim loại đồng đưa vào than đến 8% thì hiệu quả hấp phụ không cải thiện hơn so với mẫu AC-6.



Hình 3. Dung lượng hấp phụ NH₃ của các mẫu than.

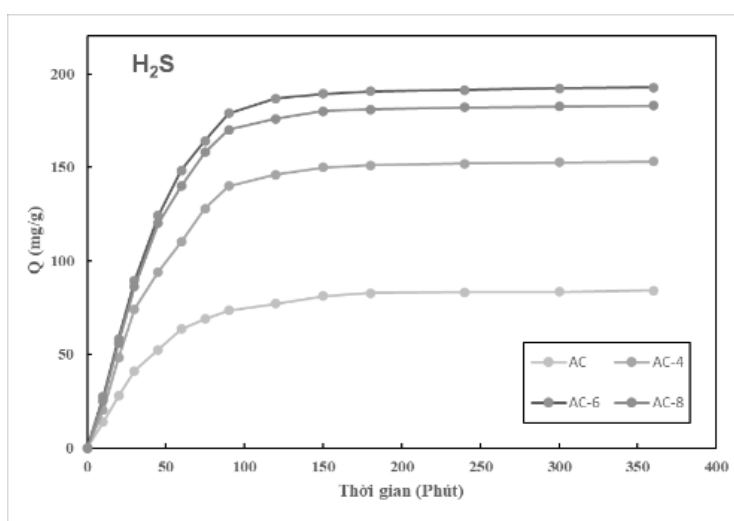
Trên hình 4 thể hiện đường cong động học khả năng xử lý NH₃ của các mẫu nghiên cứu. Có thể nhận thấy rằng với cùng một lượng NH₃, mẫu AC-6 cho thấy tốc

độ xử lý nhanh hơn nhiều so với mẫu than chưa được ngâm tẩm và cũng tốt hơn so với các mẫu than được ngâm tẩm với nồng độ khác. Từ biểu đồ, có thể nhận thấy trong 600s đầu, mẫu AC-6 cho thấy khả năng xử lý khí tuyệt vời khi hấp phụ đến 90,8% tổng số khí ở trong hệ. Con số này ở mẫu AC-8 là 86,7%, mẫu AC-4 là 75% và mẫu than không ngâm tẩm là 60%. Cùng với đó, thời gian xử lý của mẫu AC-6 cũng được quan sát thấy là ngắn nhất khi cần 3784s. Khoảng thời gian này chỉ bằng 65,4 % so với mẫu than chưa được ngâm tẩm và cũng ngắn hơn so với mẫu AC-8 (4500s).



Hình 4. Đường cong động học khả năng xử lý NH_3 của các mẫu.

3.3. Kết quả khảo sát khả năng xử lý khí H_2S



Hình 5. Khả năng xử lý H_2S của các mẫu theo thời gian.

Kết quả khảo sát khả năng xử lý khí H_2S được thể hiện trên hình 5. Có thể nhận thấy, hai mẫu AC-6 và AC-8 vẫn cho lại kết quả tốt nhất và không chênh lệch nhau

nhiều khi có thể xử lý được 192 mg/g và 183 mg/g H₂S với mỗi gram vật liệu. Kết quả này cũng cao hơn đáng kể khi được so sánh với mẫu than AC-4 (145 mg/g) và so với mẫu than không ngâm tẩm (84 mg/g). Điều này cũng chỉ ra rằng, giống với khi xử lý NH₃, than được ngâm tẩm xúc tác đã cho lại kết quả tốt hơn rất nhiều.

3.4. Kết quả kiểm tra thời gian tác dụng bảo vệ đối với Clo, Hydrocyanua, Clorpicrin và Benzen

Từ các kết quả nghiên cứu về khả năng xử lý khí nhà vệ sinh (NH₃, H₂S) của các mẫu nghiên cứu, chúng tôi lựa chọn được đơn pha chế hàm lượng kim loại xúc tác tối ưu đồng, bạc, crom lần lượt là Cu: 6%; Cr: 2%; Ag: 0,05% (Mẫu AC-6). Kết quả thử nghiệm thời gian tác dụng bảo vệ đối với một số khí độc điển hình Clo, Hydrocyanua và Clorpicrin được cho trong bảng 2. Điều kiện kiểm tra: Độ ẩm dòng khí từ 80-85%; nhiệt độ thí nghiệm từ 25°C đến 30°C; tốc độ dòng khí 1,5 lít/phút.

Bảng 2. Kết quả kiểm tra thời gian tác dụng bảo vệ của mẫu than hoạt tính sau tẩm xúc tác AC-6.

TT	Tên chất độc bảo vệ thử nghiệm	Nồng độ chất độc sử dụng, mg/l	Thời gian bảo vệ, phút	
			AC	AC-6
1	Clo (Cl ₂)	4,5	16	83
2	Hydrocyanua (HCN)	5,0	10	67
3	Clorpicrin (CCl ₃ NO ₂)	5,0	12	64
4	Benzen (C ₆ H ₆)	18	129	115

Kết quả thử nghiệm trong bảng 2 cho thấy mẫu than hoạt tính sau khi tẩm xúc tác đồng, bạc, crom lần lượt là Cu: 6%; Cr: 2%; Ag: 0,05% (Mẫu AC-6) có thời gian bảo vệ đối với các khí độc như Clo, Hydrocyanua và Clorpicrin tăng lên lần lượt là 5,2 lần; 6,7 lần và 5,3 lần. Riêng đối với khí benzen không có sự khác biệt nhiều giữa mẫu than hoạt tính tẩm xúc tác và không tẩm xúc tác vì đây là hydrocacbon thơm, cơ chế loại bỏ benzen trên cơ sở hấp phụ trong các mao quản nhỏ của than hoạt tính.

4. KẾT LUẬN

Chế tạo thành công vật liệu xử lý khí nhà vệ sinh (NH₃, H₂S) từ than hoạt tính tẩm xúc tác Cu, Ag, Cr bằng phương pháp tẩm chân không. Vật liệu xúc tác được ngâm tẩm với Cu (hàm lượng 6,0%), Cr (hàm lượng 2,0%) và Ag (hàm lượng 0,03%) cho thấy khả năng xử lý khí NH₃ đạt 103 mg/g và H₂S đạt 192 mg/g. Thời gian tác dụng bảo vệ đối với khí clo đạt 83 phút, đối với khí hydrocyanua đạt 67 phút, đối với khí clorpicrin đạt 64 phút và khí benzen đạt 115 phút.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Аксель-Рубинштейн В. З (2010). “Санитарная химия атмосферы гермообъектов. – СПб.: ООО”, Пресс–Сервис, pp. 354.
- [2]. Calvert S, and Englund H.M (1984). “Handbook of Air Pollution Technology”, Wiley, New York.
- [3]. A Saeedi, A Najibi, and A Mohammadi-Bardbori (2015). Effects of Long-term Exposure to Hydrogen Sulfide on Human Red Blood Cells, *Journal of Occupational and Environmental Medicine.*, Vol. 6(1), pp. 20–25.
- [4]. Chen-Chia Huang, Hong-Song Li, and Chien-Hung Chen (2008). Effect of surface acidic oxides of activated carbon on adsorption of ammonia, *Journal of Hazardous Materials.*, Vol. 159(2-3), pp. 523-527.
- [5]. Rong Y, Terence C, Yuen L, Huiqi D, David T, and Joo H. T (2000) Influence of Surface Properties on the Mechanism of H₂S Removal by Alkaline Activated Carbons, *Environmental Science & Technology.*, Vol. 34(4), pp.686–692.
- [6]. Guo, J, Luo, Y, Lua, A.C, Chi, R.A, Chen, Y.L, Bao, X.T, and Xiang S.X (2007). Adsorption of Hydrogen Sulphide (H₂S) by Activated Carbons Derived from Oil-Palm Shell, *Carbon.*, Vol. 45, pp. 330-336.
- [7]. L. M. Le Leuch , A. Subrenat, and P. Le Cloirec (2005). Hydrogen Sulfide and Ammonia Removal on Activated Carbon Fiber Cloth-Supported Metal Oxides, *Environmental Technology.*, Vol. 26(11), pp. 1243-1254.
- [8]. Danh, N.T, and Bandosz T.J (2005). Activated Carbons with Metal Containing Bentonite Binders as Adsorbents of Hydrogen Sulfide, *Carbon.*, Vol. 43, pp. 359-367.

RESEARCH ON FABRICATION OF MATERIALS FOR TOILET GAS TREATMENT BASED ON METAL CATALYSIS IMPREGNATED ACTIVATED CARBON

Ha Ngoc Thien^{1*}, Vuong Van Truong¹, Bui Khanh Hoa¹,
Dao Thi Thanh Diep², Le Tran Uyen Tu²

¹Institute Of Tropical Durability, Vietnam-Russia Tropical Center

²University Of Sciences, Hue University

*Email: hnthien.ttndvn@gmail.com

ABSTRACT

Study on fabrication of activated carbon impregnated with Cu, Ag, Cr catalysts by vacuum impregnation method is capable of treating toilet gas (NH₃, H₂S) and toxic gases. The structural characteristics of materials were investigated by SEM, BET. The efficiency of toilet gas treatment (NH₃, H₂S) is determined by a system consisting of a filter column containing catalytic materials, standard gas generating system with a pump and air duct, sensors measuring the concentration of NH₃, H₂S gas and the computer system to record the signal. Activated carbon materials impregnated with catalysts with 6,0% Cu; 0,03% Ag and 2,0% Cr have surface area of 521,7 m²/g and porosity volume of 0,308 cm³/g. The materials are capable of treating NH₃ gas at 103 mg/g and H₂S gas at 192 mg/g. The time of protection effect for chlorine gas reached 83 minutes, for hydrocyanide gas reached 67 minutes, for chlorpicrin gas reached 64 minutes and benzene gas reached 115 minutes, respectively. Catalyst materials impregnated with composite activated carbon can handle toilet gas and toxic gases under normal conditions.

Keywords: activated carbon, catalyst, toilet gases conversion, toxic gases.



Hà Ngọc Thiện sinh năm 1983 tại Nam Định. Năm 2007, ông tốt nghiệp Cử nhân (ĐHTH Hóa Tinh vi Matxcova mang tên Lomonosov); năm 2009, ông tốt nghiệp Thạc sỹ (ĐHTH Hóa Tinh vi Matxcova mang tên Lomonosov); năm 2013, ông tốt nghiệp Tiến sỹ (ĐHTH Hóa Tinh vi Matxcova mang tên Lomonosov). Hiện nay, ông công tác tại Viện Độ bền Nhiệt đới, Trung tâm nhiệt đới Việt – Nga.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hóa học, Hóa lý, Vật liệu học,...