

Tổng hợp vật liệu xúc tác quang TiO₂/Carbon aerogel ứng dụng trong xử lý hơi formaldehyde

Nguyễn Văn Dũng*, Nguyễn Thị Hải Yên, Trần Anh Khôi, Phạm Hồng Tuân

Viện Nhiệt đới Môi trường, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự.

*Email: dunghvktqsk48@gmail.com

Nhận bài: 04/5/2023; Hoàn thiện: 04/9/2023; Chấp nhận đăng: 18/10/2023; Xuất bản: 25/12/2023.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.92.2023.63-70>

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, TiO₂ được biến tính với carbon aerogel (CA) có nguồn gốc polymer hữu cơ làm vật liệu xúc tác quang phân hủy hơi formaldehyde trong không khí. Các mẫu TiO₂/CA được tổng hợp ở điều kiện nhiệt độ nung và các tỷ lệ giữa TiO₂ và CA khác nhau bằng phương pháp sol-gel. Đặc trưng về hình thái bề mặt, cấu trúc tinh thể và diện tích bề mặt riêng được phân tích bằng các phương pháp hiện đại như kính hiển vi điện tử quét (SEM) phổ tán sắc năng lượng nguyên tử (EDS), nhiễu xạ tia X (XRD), đường đẳng nhiệt hấp phụ - giải hấp N₂. Kết quả cho thấy, TiO₂ biến tính với CA giúp làm tăng diện tích bề mặt riêng và giảm sự kết tụ trong quá trình tổng hợp. Thử nghiệm xử lý hơi formaldehyde được thực hiện với 0,1 gam chất xúc tác được phân tán trên bề mặt với kích thước 5 x 20 cm dưới đèn UV (365 nm, 36 W), lưu lượng khí 1,5 l/phút. Hiệu suất cao nhất của mẫu TiO₂/CA đạt khoảng 61% so với 49% của mẫu TiO₂ tinh khiết.

Từ khoá: Quang xúc tác; TiO₂/Carbon aerogel; Xử lý formaldehyde.

1. MỞ ĐẦU

Trong những thập niên cuối của thế kỷ 20 và đầu thế kỷ 21, TiO₂ là một trong những vật liệu được nghiên cứu ứng dụng rộng rãi trên thế giới nhờ những đặc điểm nổi bật như giá thành rẻ, không độc hại, độ bền hóa học và cơ học cao [1]. TiO₂ có hoạt tính cao, dưới bức xạ UV có khả năng phân hủy các chất hữu cơ độc hại. Các đặc điểm này làm cho TiO₂ trở thành đối tượng nghiên cứu trong nhiều lĩnh vực khác nhau như công nghệ vật liệu mới hay công nghệ môi trường.

Khả năng xúc tác quang hóa của TiO₂ được phát hiện bởi Fujishima và Honda vào năm 1972, sau đó được củng cố bởi các công trình của các nhóm nghiên cứu khác nhau. Tuy nhiên, việc ứng dụng TiO₂ trong thực tế gặp nhiều khó khăn do các nguyên nhân chính: độ rộng vùng cấm lớn, sự tái tổ hợp nhanh của cặp [1] điện tử - lỗ trống, khả năng thu hồi. Các nguyên nhân này làm dài hoạt động của TiO₂ giới hạn trong vùng tử ngoại, giảm hiệu suất xúc tác quang hóa và hạn chế trong ứng dụng thực tế. Do đó, một trong các mục tiêu nghiên cứu chế tạo vật liệu TiO₂ là: làm giảm độ rộng vùng cấm chuyển vùng hoạt động từ vùng tử ngoại sang vùng khả kiến; kéo dài thời gian sống của các cặp điện tử - lỗ trống; ổn định TiO₂ trên chất nền để dễ thu hồi và tái sử dụng.

Đã có nhiều nghiên cứu biến tính TiO₂ bằng các phương pháp khác nhau như: pha tạp kim loại, pha tạp phi kim, cố định trên chất nền, sửa đổi bề mặt,... Trong đó, các kết quả nghiên cứu cho thấy việc pha tạp TiO₂ bằng nitơ và carbon thể hiện hiệu suất quang xúc tác cao hơn cả [2, 3]. Các nhà nghiên cứu cho rằng, sự trộn lẫn các trạng thái p của phi kim loại với các trạng thái O2p làm dịch chuyển cạnh vùng hóa trị lên trên và thu hẹp năng lượng vùng cấm của chất xúc tác TiO₂.

Pha tạp TiO₂ bằng carbon aerogel đã được nhiều tác giả nghiên cứu cho các ứng dụng khác nhau như xử lý Cr⁶⁺[4], xử lý thuốc nhuộm[5,6], xử lý hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOC) [7],... Các tác giả cho rằng, carbon aerogel làm tăng đáng kể khả năng hấp phụ chất ô nhiễm của vật

liệu, hơn nữa, khả năng dẫn điện của carbon aerogel đóng vai trò như bẫy điện tử làm giảm xác suất tái tổ hợp của các điện tử tạo thành trong quá trình quang điện.

Việc cố định hạt nano TiO_2 trên nền carbon aerogel cũng là một trong những phương pháp làm giảm sự kết tụ của các hạt nano trong quá trình tổng hợp. Nhờ đó tăng diện tích hoạt động trong các ứng dụng hấp phụ và quang xúc tác.

Trên thực tế, các ứng dụng của chất xúc quang trong xử lý ô nhiễm không khí phù hợp hơn so với môi trường nước do chiết suất của không khí thấp hơn nước, nồng độ các chất ô nhiễm trong không khí thấp hơn nhiều trong môi trường nước, hơn nữa, vật liệu quang xúc tác trong môi trường nước dễ bị rửa trôi hoặc lắng đọng các chất rắn khác trên bề mặt làm giảm khả năng thu hồi và tái sử dụng.

Trong số các chất gây ô nhiễm không khí, HCHO được biết đến là một trong những chất độc hại và phổ biến nhất. Formaldehyde có thể gây hại cho da, hệ hô hấp và gây ung thư phổi. Chúng cũng là tác nhân gây ra sai lệch và biến dị các nhiễm sắc thể, ảnh hưởng đến sự phát triển của bào thai đối với phụ nữ có thai [8]. HCHO được phát thải từ những nhiều nguồn khác nhau như đồ nội thất, chất tẩy rửa, trong mỹ phẩm, từ các phương tiện giao thông, các xưởng và nhà máy,... Quang xúc tác là một trong những phương pháp triển vọng nhằm xử lý triệt để chất ô nhiễm này.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tổng hợp TiO_2 /carbon aerogel bằng phương pháp sol – gel làm vật liệu xúc tác quang để xử lý hơi formaldehyde. Các điều kiện của quá trình tổng hợp được khảo sát: nhiệt độ nung và hàm lượng carbon aerogel. Thử nghiệm hiệu quả xử lý HCHO của các mẫu với hàm lượng carbon aerogel được thực hiện và so sánh với mẫu TiO_2 tinh khiết.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hóa chất

Các hóa chất được sử dụng trong nghiên cứu: dung dịch HCHO (37 wt%, Xilong), resorcinol (≥ 99.5 wt%, Shanghai Xihua Scientific), Na_2CO_3 (≥ 99.9 wt%, Xilong), $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (≥ 99.7 wt%, Xilong), tetrabutyl titanate (≥ 98 wt%, Shanghai Zhanyun Chemical) và HNO_3 (65-68 wt%, Xilong).

2.2. Phương pháp chế tạo vật liệu

Tổng hợp carbon aerogel (CA): Carbon aerogel được tổng hợp bằng phương pháp sol – gel từ tiền chất resorcinol và formaldehyde với xúc tác Na_2CO_3 . Đầu tiên, dung dịch bao gồm 73,7 g dung dịch formaldehyd và 50 g resocinol được hòa tan trong 160 ml nước cất làm dung môi. Thêm 24,2 g dung dịch Na_2CO_3 0,2% vào dung dịch thu được. Khuấy liên tục trong 15 phút và siêu âm trong 5 phút. Sau đó, dung dịch được ủ ở nhiệt độ phòng trong 2 giờ và ủ ở 80°C trong 24 giờ cho đến khi thu được gel hữu cơ. Gel được rửa 3 lần bằng dung môi acetone trước khi sấy đông khô để tạo thành aerogel resorcinol-formaldehyde. Vật liệu được nung ở 800°C trong môi trường khí nitơ trong một giờ với tốc độ gia nhiệt là $5^\circ\text{C}/\text{phút}$. Cuối cùng, mẫu được hoạt hóa ở 800°C bằng khí CO_2 trong 1,5 giờ với cùng tốc độ gia nhiệt.

Tổng hợp TiO_2 /Carbon aerogel: 10 ml tetrabutyl titanate được hòa tan bằng 30 ml dung dịch $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ thu được dung dịch A màu vàng nhạt. Nước cất, dung dịch $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, dung dịch HNO_3 (tỉ lệ 10 ml : 20 ml : 1,5 ml) được khuấy trộn hoàn toàn sau đó nhỏ từ từ vào dung dịch A. Khuấy đều hỗn hợp trong 15 phút thu được hỗn hợp sol đồng nhất. Một lượng carbon aerogel được thêm vào hỗn hợp, tiếp tục khuấy trong 1 giờ, sau đó, hỗn hợp được cho vào hộp kín, ủ nhiệt ở 70°C trong 12 h để tạo thành gel. Gel được sấy khô ở 70°C , và nung trong khí nitơ trong 1h với tốc độ gia nhiệt $5^\circ\text{C}/\text{phút}$.

Ảnh hưởng của nhiệt độ nung được khảo sát với mẫu có tỉ lệ CA: tetrabutyl titanate là 1:10 ở các nhiệt độ nung: 400°C ; 500°C ; 600°C ; 700°C . Các mẫu được kí hiệu lần lượt là: TOCA400,

TOCA500, TOCA600, TOCA700.

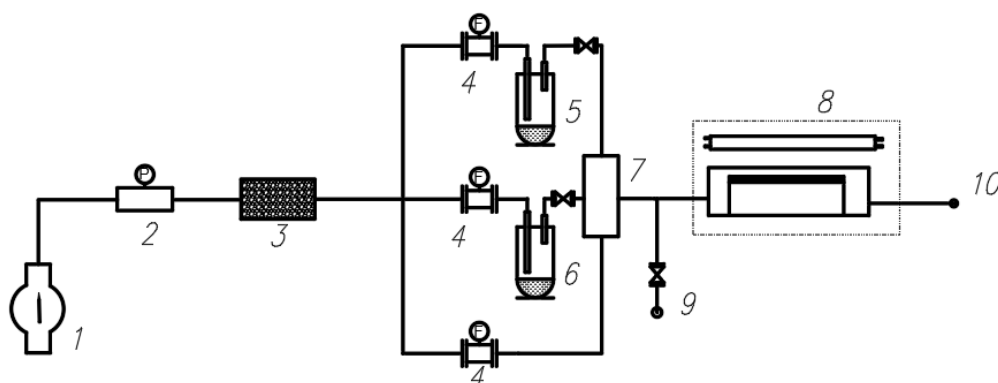
Bên cạnh đó, hàm lượng CA được khảo sát với khối lượng CA cho vào lần lượt là: 0,2 g; 0,4 g; 0,6 g; 0,8 g; 1,0 g. Các mẫu được nung ở 400 °C và kí hiệu lần lượt là: TOCA 0,2; TOCA 0,4; TOCA 0,6; TOCA 0,8 và TOCA 1,0.

2.3. Đánh giá đặc trưng tính chất vật liệu

Thành phần pha và sự kết tinh của vật liệu được phân tích bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD) trên thiết bị Bruker D8 Advance (Đức) với nguồn bức xạ CuK α ($\lambda = 1,5418 \text{ \AA}$) ở 40 kV, 30 mA. Hình thái bề mặt được phân tích bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) và phương pháp tán sắc năng lượng tia X (EDX) trên thiết bị JSM-IT200 InTouchScope™ (Mỹ). Tính chất bề mặt và lỗ rỗng các của vật liệu được xác định bằng phương pháp hấp phụ đẳng nhiệt nitơ ở 77 K trên thiết bị PMI BET-201-A (Mỹ).

2.4. Thử nghiệm hiệu suất xử lý hơi HCHO trong không khí

Sơ đồ thí nghiệm được bố trí như hình 1:



Hình 1. Sơ đồ mô hình thí nghiệm xử lý formaldehyde bằng quang xúc tác.

- (1) Bơm khí nén; (2) Thiết bị kiểm soát áp suất; (3) Cột than hoạt tính; (4) Lưu lượng kế;
 (5) Dung dịch HCHO; (6) Nước; (7) Buồng trộn khí; (8) Buồng phản ứng;
 (9, 10) Vị trí lấy mẫu đo nồng độ HCHO.

Trong thí nghiệm, không khí được cấp bởi máy nén khí được dẫn qua bộ kiểm soát áp suất (2) và được làm sạch bằng cột than hoạt tính (3). Sau đó, một phần không khí được sục qua dung dịch HCHO (5) để tạo dòng khí ô nhiễm, một phần được dẫn qua nước (6) để tạo ẩm. Các dòng khí được pha loãng với 1 dòng khí sạch để tạo ra nồng độ ban đầu của HCHO tại buồng trộn khí (7). Dòng khí mô phỏng ô nhiễm HCHO được đưa vào buồng phản ứng (8) chứa 0,1 g vật liệu được phân tán trên bề mặt kích thước 5 x 20 cm, chiếu xạ bằng đèn UVA (365 nm, 36 W).

Nồng độ đầu vào và đầu ra của HCHO được lấy ở vị trí số (9) và (10). Hiệu quả xử HCHO (ký hiệu là H) được tính theo phương trình sau:

$$H\% = (C_0 - C)/C_0 \cdot 100\%$$

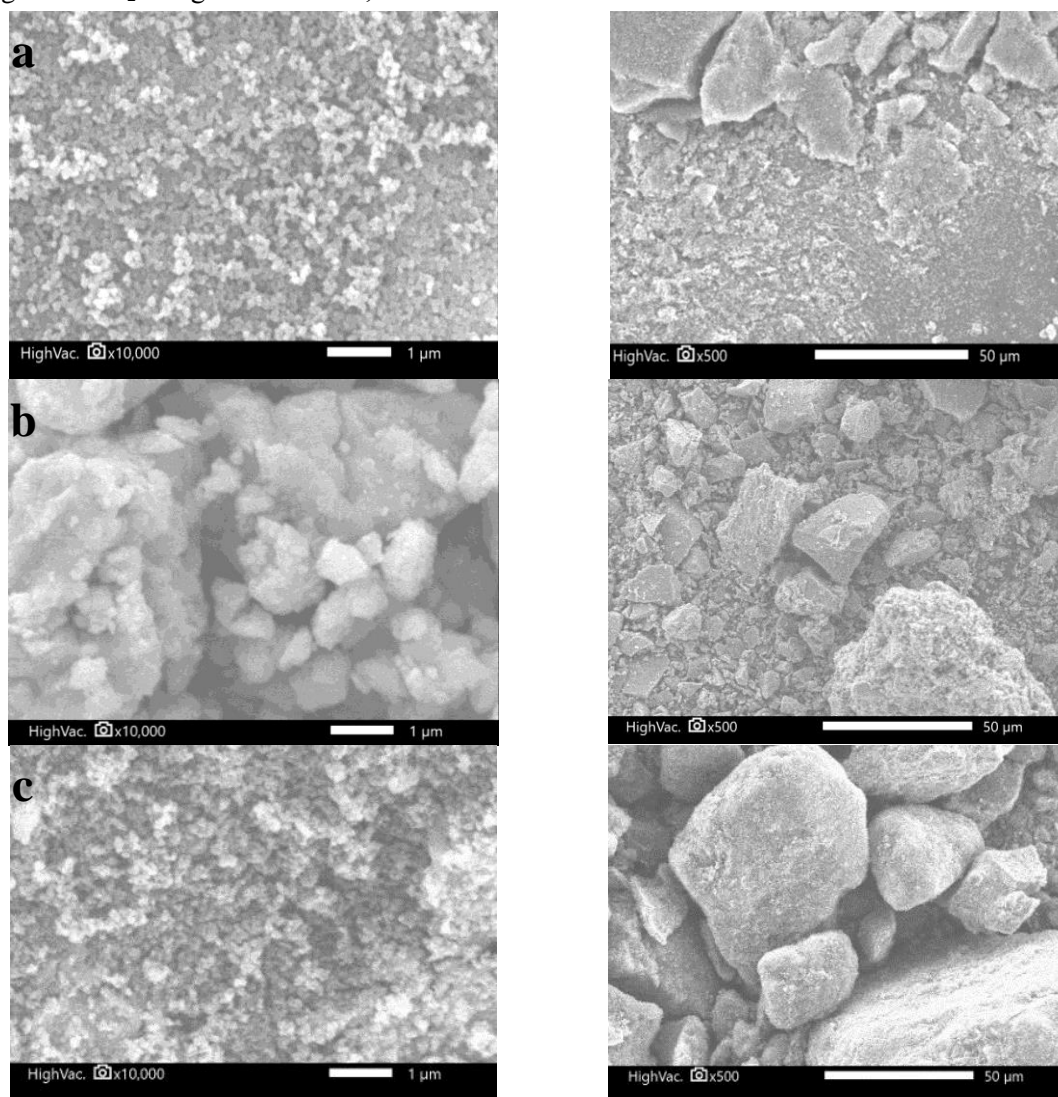
Trong đó, C_0 và C là nồng độ HCHO ban đầu vào sau khi đi qua buồng phản ứng.

Nồng độ HCHO có trong dòng khí được xác định bằng phương pháp 3500 của Viện Sức khỏe và An toàn Lao động Quốc gia Hoa Kỳ.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Hình thái của vật liệu CA, TiO₂ và TOCA1,0 được phân tích bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) thể hiện ở hình 2. Ở hình 2a, có thể quan sát vật liệu CA hình thành từ các hạt có kích

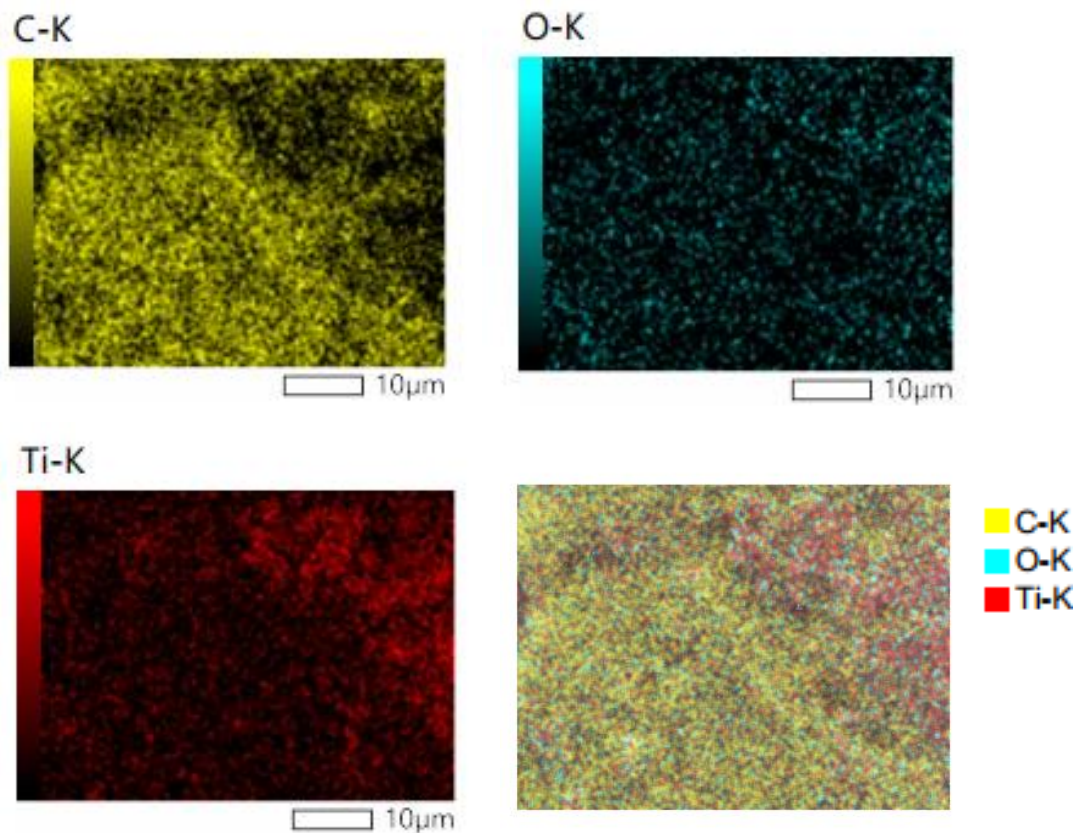
thước khoảng vài chục nanomet. Vật liệu TiO_2 tổng hợp có xu hướng kết tụ thành các hạt lớn, có kích thước không đồng đều (hình 2b). Hình 2c cho thấy TiO_2 được hình thành và phân bố trên bề mặt carbon aerogel ở dạng hạt với kích thước tương đối đồng đều và không phân biệt được với các hạt carbon, hiện tượng kết tụ thành các hạt lớn đáng kể. Kết quả phân tích phổ tán xạ năng lượng tia X (hình 3) cho thấy sự có mặt của các nguyên tố Ti, C và O đặc trưng cho carbon aerogel và TiO_2 trong mẫu TOCA1,0.



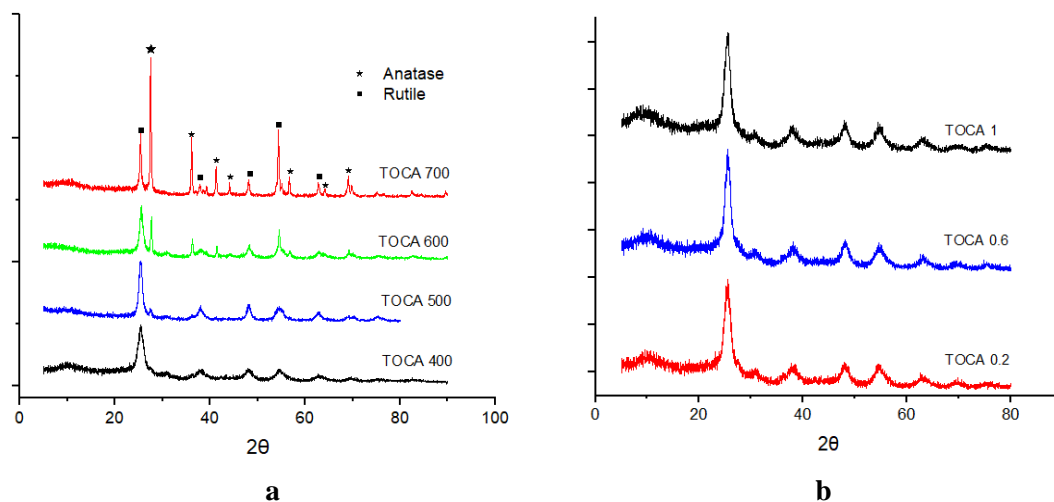
Hình 2. Ảnh chụp SEM các mẫu vật liệu: (a) CA; (b) TO; (c) TOCA.

Hình 4a thể hiện giản đồ XRD của các mẫu TiO_2/CA với nhiệt độ nung khác nhau. Trên giản đồ XRD của các mẫu đều xuất hiện các đỉnh đặc trưng của pha anatase tại $2\theta = 25.2^\circ, 37.7^\circ, 48.0^\circ$ và 55.0° tương ứng với mặt phẳng (101), (004), (200), (105), (211) và (204). Ở mẫu TOCA400 không xuất hiện các peak đặc trưng cho pha rutile. Ở các mẫu còn lại peak cực đại của pha rutile xuất hiện ở giá trị 2θ của 27.4° (mặt phẳng (110)), cường độ peak tăng dần theo nhiệt độ nung. Có thể thấy, ở nhiệt độ nung 400°C TiO_2 chỉ kết tinh ở pha anatase, nhiệt độ tăng dần dẫn đến sự chuyển pha anatase sang trạng thái bền hơn là pha rutile.

Trên giản đồ XRD của tất cả các mẫu không xuất hiện các peak đặc trưng cho carbon, cho thấy carbon aerogel ở dạng vô định hình và không ảnh hưởng bởi nhiệt độ nung dưới 700°C .



Hình 3. Kết quả phân tích EDX/elemental mapping của mẫu TOCA1,0.

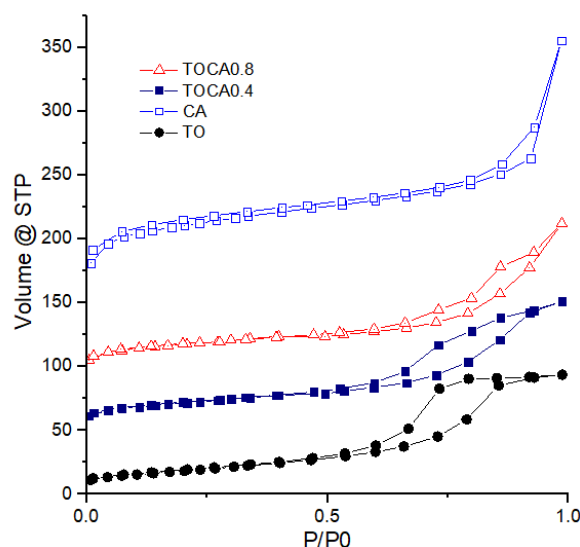


Hình 4. Giản đồ nhiễu xạ tia X của các mẫu khi thay đổi nhiệt độ nung và hàm lượng carbon.

Hệ số kết tinh của TiO_2 trong các mẫu theo tính toán lần lượt là: mẫu TOCA 400: 93,7%; Mẫu TOCA500: 84%; Mẫu TOCA 600: 77,75%; Mẫu TOCA 700: 86%. Kết quả này cho thấy các mẫu nung ở nhiệt độ 400 có tỷ lệ kết tinh cao nhất, và TiO_2 kết tinh chủ yếu ở pha anatase. Khi tăng nhiệt độ nung, tỷ lệ kết tinh giảm do sự chuyển pha anatase sang rutile ở nhiệt độ cao. Ở nhiệt độ trên 600 °C, tỷ lệ kết tinh tăng dần do sự chuyển pha dần hoàn thành, lúc này pha rutile chiếm tỷ lệ cao hơn.

Đối với các mẫu có hàm lượng carbon khác nhau được nung ở 400 °C, Giải đồ XRD thay đổi không đáng kể (hình 4b). Trên tất cả các mẫu chỉ xuất hiện các peak điển hình của pha anatase.

Kết quả hấp phụ nitơ của một số mẫu với hàm lượng carbon khác nhau được thể hiện trong hình 5 và bảng 1. Trong hình 5, tất cả các đường đẳng nhiệt hấp phụ-giải hấp nitơ của tất cả các mẫu đều có dạng đường đẳng nhiệt loại IV theo phân loại của IUPAC với sự hiện diện của vòng trễ đặc trưng cho sự ngưng tụ mao dẫn trong vật liệu mao quản trung bình. Thông tin được liệt kê trong bảng 4.1 bao gồm: Diện tích bề mặt riêng Brunauer-Emmett-Teller (S_{BET}), diện tích bề mặt riêng Langmuir ($S_{Langmuir}$), tổng thể tích (V_{total}) là thể tích khí hấp phụ tại P/P0 có giá trị gần bằng 1, đường kính lỗ xốp trung bình (Da) được xác định bằng phương pháp BJH.



Hình 5. Đường hấp phụ đẳng nhiệt nitơ của các mẫu với hàm lượng carbon khác nhau.

Có thể thấy, việc tăng hàm lượng carbon aerogel trong mẫu làm tăng diện tích bề mặt riêng do carbon aerogel là chất mang có diện tích bề mặt riêng và thể tích lỗ xốp lớn. Hình dạng của vòng trễ đối với carbon aerogel là hẹp và kéo dài đến khoảng áp suất thấp, có thể kết luận rằng tỷ lệ phần trăm lỗ xốp trung bình (2 – 50 nm) trong cấu trúc của aerogel thấp hơn so với các mẫu khác và các lỗ xốp có dạng khe [9]. Tuy nhiên, với việc tăng tỷ lệ khối lượng nạp của TiO₂, hình dạng của vòng trễ mở rộng hơn, cho thấy rằng TiO₂ hình thành trên nền carbon aerogel làm tăng tỷ lệ các lỗ xốp trung bình trong cấu trúc và tỷ lệ lỗ xốp vi mô giảm. Điều này có thể là do các vi lỗ xốp đóng lại do sự xâm nhập của các hạt TiO₂, đồng thời TiO₂ tích tụ thành các cụm hình thành các lỗ xốp có kích thước lớn.

Bảng 1. Kết quả phân tích hấp phụ đẳng nhiệt nitơ của các mẫu.

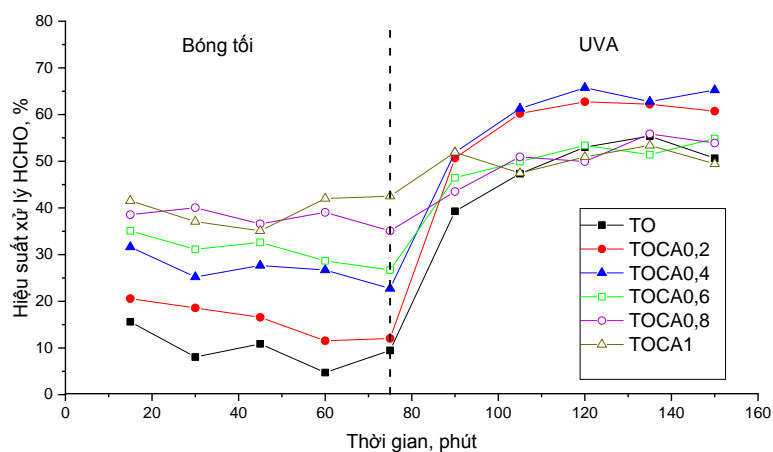
Mẫu	S_{BET} (m ² /g)	$S_{Langmuir}$ (m ² /g)	V_{total} (cc/g)	Da (nm)
CA	813,1	1000,6	0,343	3,49
TOCA1	541,2	715,7	0,243	9,24
TOCA0,8	453,5	672,0	0,212	9,58
TOCA0,6	405,6	610,8	0,182	9,12
TOCA0,4	332,5	512,6	0,151	8,83
TOCA0,2	235,7	382,47	0,124	8,56
TO	65,9	-	0,094	7,15

Kết quả thử nghiệm hiệu suất xử lý HCHO của các mẫu TOCA với hàm lượng carbon aerogel khác nhau thể hiện ở hình 6. Trong thí nghiệm khả năng hấp phụ HCHO của vật liệu được khảo

sát trong 75 phút đầu trong bóng tối, sau đó, đèn UV được bật để khảo sát hiệu quả quang xúc tác. Dòng khí đầu vào được kiểm soát ở 7 ppm, lưu lượng khí 1,5 l/phút.

Trong điều kiện không chiếu UV, hiệu suất trung bình của mẫu TOCA với hàm lượng cao hơn cho kết quả tốt hơn. Cụ thể mẫu TOCA1,0 đạt 39,64%, mẫu có hàm lượng carbon thấp nhất TOCA0,2 đạt hiệu suất 15,8%. Kết quả này được giải thích do carbon aerogel làm tăng hiệu suất hấp phụ của vật liệu.

Khi chiếu bức xạ UV, hiệu suất xử lý của các mẫu tăng, trong đó, hiệu suất trung bình của mẫu TOCA0,4 là cao nhất, đạt là 61,4%. Mẫu TiO₂ tinh khiết đạt 49%. Đối với các mẫu có hàm lượng carbon cao, sự khác biệt của hiệu suất trong điều kiện chiếu UV và không chiếu UV là không nhiều do mật độ TiO₂ trong vật liệu giảm, làm giảm bề mặt hấp thụ UV trong quá trình quang xúc tác. Trong thí nghiệm, hiệu quả xử lý HCHO là kết quả của 2 quá trình hấp phụ và quang xúc tác. Sự tăng hàm lượng carbon làm tăng khả năng hấp phụ HCHO. Tuy nhiên, khi hàm lượng carbon quá cao, hiệu suất quang xúc tác giảm do mật độ TiO₂ trong vật liệu giảm. Các mẫu được pha tạp carbon với tỉ lệ thấp TOCA0,2 và TOCA0,4 cho thấy hiệu quả xử lý HCHO cao hơn hẳn so với mẫu TiO₂ tinh khiết.



Hình 6. Kết quả thử nghiệm hiệu suất xử lý HCHO của các mẫu TOCA với hàm lượng carbon aerogel khác nhau.

4. KẾT LUẬN

Vật liệu TiO₂/Carbon aerogel đã được chế tạo thành công bằng phương pháp sol-gel, qua đó TiO₂ được phủ trên chất nền carbon aerogel làm tăng diện tích bề mặt riêng, khả năng hấp phụ và hiệu suất quang phân hủy HCHO. Thử nghiệm xử lý hơi HCHO trong không khí với điều kiện thí nghiệm: nồng độ HCHO 7 ppm, lưu lượng 1,5 l/phút và sử dụng đèn huỳnh quang UVA 36 W. Vật liệu có khả năng xử lý đến 61,4% đối với mẫu TOCA0,4 cao hơn so với mẫu TiO₂ tinh khiết (49%).

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả cảm ơn sự tài trợ về kinh phí và cơ sở vật chất của Viện khoa học và công nghệ quân sự với đề tài mã số ĐTVCBT.46.22/NĐMT.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. N. Đ. Nghĩa, “Polyme chức năng và vật liệu lai cấu trúc nano”. (2008).
- [2]. J. Moma and J. Baloyi, “Modified Titanium Dioxide for Photocatalytic Applications”, Photocatalysts: Applications and Attributes, pp. 37–56, (2019). DOI: 105772/intechopen.79374.
- [3]. R. Jaiswal et al “Copper and Nitrogen co-doped TiO₂ photocatalyst with enhanced optical absorption and catalytic activity,” Appl Catal B, vol. 168–169, pp. 333–341, (2015), DOI: 10.1016/j.apcatb.2014.12.053.

- [4]. M. Alsaiani, "Biomass-derived active carbon (AC) modified TiO_2 photocatalyst for efficient photocatalytic reduction of chromium (VI) under visible light," *Arabian Journal of Chemistry*, vol. 14, no. 8, (2021), DOI: 10.1016/j.arabjc.2021.103258.
- [5]. M. Wu et al, "Electrosorption-promoted photodegradation of opaque wastewater on a novel TiO_2 /carbon aerogel electrode," *Environmental Science and Technology*, vol. 44, no. 5. pp. 1780–1785, (2010). DOI: 10.1021/es903201m.
- [6]. J. Zhang et al., "A TiO_2 coated carbon aerogel derived from bamboo pulp fibers for enhanced visible light photo-catalytic degradation of methylene blue," *Nanomaterials*, vol. 11, no. 1, pp. 1–12, (2021). DOI: 10.3390/nano11010239.
- [7]. Ahmad Jonoidi Jafari et al, "Synthesis and Characterization of Ag/TiO_2 /composite aerogel for enhanced adsorption and photo-catalytic degradation of toluene from the gas phase," *Chemical Engineering Research and Design*, vol. 150, pp. 1–13, (2019). DOI: 10.1016/j.cherd.2019.07.017
- [8]. "WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants." Organization, W.H., (2010).
- [9]. F. J. Sotomayor, K. A. Cychosz, and M. Thommes, "Characterization of Micro/Mesoporous Materials by Physisorption: Concepts and Case Studies", *Acc. Mater. Surf. Res.* Vol.3 (No.2), pp 34-50, (2018).

ABSTRACT

Synthesis of TiO_2 /carbon aerogel composite and its photocatalytic degradation of gaseous formaldehyde

In this study, TiO_2 was modified with carbon aerogel (CA) derived from organic polymer to form a photocatalyst material to remove formaldehyde vapor in the air. TiO_2 /CA samples were synthesized under different calcination temperatures and different TiO_2 and CA ratios by sol-gel method. Modern methods like scanning electron microscopy (SEM), Energy Dispersive X-Ray Analysis (EDS), Powder X-ray diffraction (XRD), N_2 adsorption-desorption isotherm were used to analyze surface morphology, crystal structure, and surface area characteristics. The results indicate that TiO_2 with CA modification enhances surface area and minimizes clumping in synthesis. The formaldehyde vapor treatment test was performed with 0.1g of the catalyst dispersed on the surface with dimensions of 5×20 cm under UV lamp (365 nm, 36 Watts), gas flow 1.5 l/min. The highest efficiency of the TiO_2 /CA sample was about 61% compared with 49% of the pure TiO_2 sample.

Keywords: Photocatalyst; TiO_2 /Carbon aerogel; Formaldehyde treatment.