

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VẬT LIỆU CÓ KHẢ NĂNG HẤP PHỤ KHÍ HỮU CƠ ĐỘC HẠI TRÊN CƠ SỞ GRAPHENNE VÀ TẮM LỌC GIÓ ĐIỀU HÒA Ô TÔ

Vũ Thành Công
Khoa Toán và KHTN
Email: congvt@dhhp.edu.vn

Ngày nhận bài: 20/5/2024
Ngày PB đánh giá: 31/5/2024
Ngày duyệt đăng: 31/5/2024

Tóm tắt: Phương tiện giao thông ngày càng nhiều, dẫn tới khí thải của động cơ đốt trong thải ra ngoài môi trường ngày càng lớn. Không khí ngày càng bị ô nhiễm, việc lọc bụi cũng như các khí độc hại lọt vào trong xe ô tô là việc cần thiết. Bài báo này trình bày kết quả bước đầu việc nghiên cứu chế tạo vật liệu có khả năng ngăn cản bụi cũng như các chất hữu cơ độc hại vào trong ô tô trên cơ sở graphene và tấm lọc gió điều hòa ô tô. Kết quả cho thấy vật liệu tạo thành có hiệu suất hấp phụ và dung lượng hấp phụ cực đại cao. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy khả năng ứng dụng cao của vật liệu tạo thành vào việc hấp phụ khí hữu cơ độc hại trong khí thải giao thông trước khi vào trong ô tô.

Từ khóa: Graphene, vật liệu, khí độc hại, lọc gió, ô tô.

DEVELOPMENT OF ADVANCED MATERIALS FOR ADSORPTION OF HAZARDOUS ORGANIC GASES UTILIZING GRAPHENE AND AUTOMOTIVE AIR CONDITIONING FILTERS

Abstract: The increasing number of vehicles has led to a growing amount of emissions from internal combustion engines being released into the environment. As air pollution intensifies, filtering dust and harmful gases entering vehicles becomes increasingly essential. This paper presents preliminary results on the research and fabrication of materials designed to prevent dust and toxic organic compounds from infiltrating vehicles, utilizing graphene and automotive air conditioning filters as the primary components. The results indicate that the synthesized material exhibits high adsorption efficiency and maximum adsorption capacity. The findings demonstrate the significant potential of the developed material for application in the adsorption of hazardous organic gases from traffic emissions before they enter the vehicle.

Keywords: Graphene, material, hazardous gases, air filter, automobile.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thành phần lớn và nguy hiểm nhất của khí thải giao thông là hydrocarbon: 32% là hydrocarbon no; 27% - hydrocarbon không no; 4% - hydrocarbon thơm; 2% - andehit [1]. Khí thải của động cơ đốt trong nói riêng và VOCs (volatile

organic compounds) nói chung là hợp chất độc hại nếu tiếp xúc lâu dài với con người dễ dàng gây kích ứng da, đường hô hấp, đau đầu, chóng mặt mệt mỏi, buồn nôn và thậm chí gây suy giảm trí nhớ. Ngoài ra, VOCs cũng khiến chức năng của gan, thận, hệ thần kinh trung ương bị suy giảm hoặc

gây ung thư. Ô tô ngày càng là phương tiện đi lại phổ biến của con người. Trong khí thải giao thông, có chứa các VOCs, các khí này lọt vào trong ô tô, gây cảm giác khó chịu, lâu dài sẽ ảnh hưởng tiêu cực tới sức khỏe. Vì vậy, việc nghiên cứu vật liệu có khả năng ngăn cản khói bụi, VOCs vào trong ô tô là việc làm cần thiết.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT, HÓA CHẤT VÀ THỰC NGHIỆM

Cơ sở lý thuyết

Các tấm lọc gió ô tô (polyxenlulozo) trên thị trường đa số chỉ có chức năng ngăn bụi. Vì vậy, các khí độc hại trong thành phần khí thải giao thông vẫn lọt vào trong ô tô, gây khó chịu và hại sức khỏe con người.



Hình 1. Tấm lọc gió điều hòa lắp trong xe ô tô

Graphene là một dạng vật liệu cacbon được tách các lớp trong cấu trúc than chì (graphite). Cấu trúc graphene là một dạng thù hình cacbon hai chiều. Nó được cấu tạo bởi các nguyên tử cacbon xếp cố định trong kết cấu lục giác, có thể nói nó giống như một mạng tổ ong 2D. Những tấm Graphene đơn lớp khi xếp chồng lên nhau sẽ thành Graphene đa lớp. Graphene có diện tích bề mặt riêng lớn hơn nhiều so với than hoạt tính, có khả năng hấp phụ rất tốt [2-4]. Có rất nhiều nghiên cứu đã chứng minh khả năng hấp phụ dầu và các chất hữu cơ rất mạnh của Graphene [5,6]. Việc mang graphene lên tấm lọc gió nhằm mang tới

khả năng hấp phụ VOCs một cách tối đa là nhiệm vụ của nghiên cứu.

Hóa chất

Graphene dạng tấm xuất xứ Mỹ, được cung cấp bởi Hộ Kinh doanh Cửa hàng Kinh doanh tổng hợp 3TB. Tấm lọc gió điều hòa được cung cấp bởi Toyota Hải Phòng. Hóa chất sử dụng trong nghiên cứu liệt kê tại bảng 1, được cung cấp bởi Hộ Kinh doanh cửa hàng Phát triển và Dịch vụ Tuấn Băng.

Bảng 1. Hóa chất sử dụng trong nghiên cứu

STT	Tên hóa chất	Nguồn gốc, xuất xứ
1	Ethanol	Trung Quốc
2	Butyl acetate	Trung Quốc
3	n-hexane	Trung Quốc
4	Ethylbenzene	Mỹ

Thực nghiệm

Graphene được phân tán bằng siêu âm kết hợp nhúng phủ, đưa vật liệu Graphene đa lớp bám dính trên nền tấm lọc gió có sẵn, tạo ra vật liệu mới có khả năng hấp phụ VOCs. Quy trình chế tạo vật liệu cơ bản gồm 5 bước như sau: Phân tán Graphene trong dung môi phân tán trong môi trường siêu âm tần số 60Hz; Nhúng tấm lọc gió vào hỗn hợp Graphene đã phân tán; Sấy vật liệu; Nhúng vật liệu trong dung dịch chất kết dính; Sấy khô vật liệu thành phẩm.

Tỷ lệ graphene/dung môi phân tán được khảo sát ở các tỷ lệ 3; 6; 9; 12; 15 g/L. Thời gian siêu âm 20, 40, 60, 80, 100 và 120 phút. Hiệu quả phân tán được đánh giá thông qua tỷ lệ khối lượng graphene phân tán với khối lượng vật liệu sau phân tán.

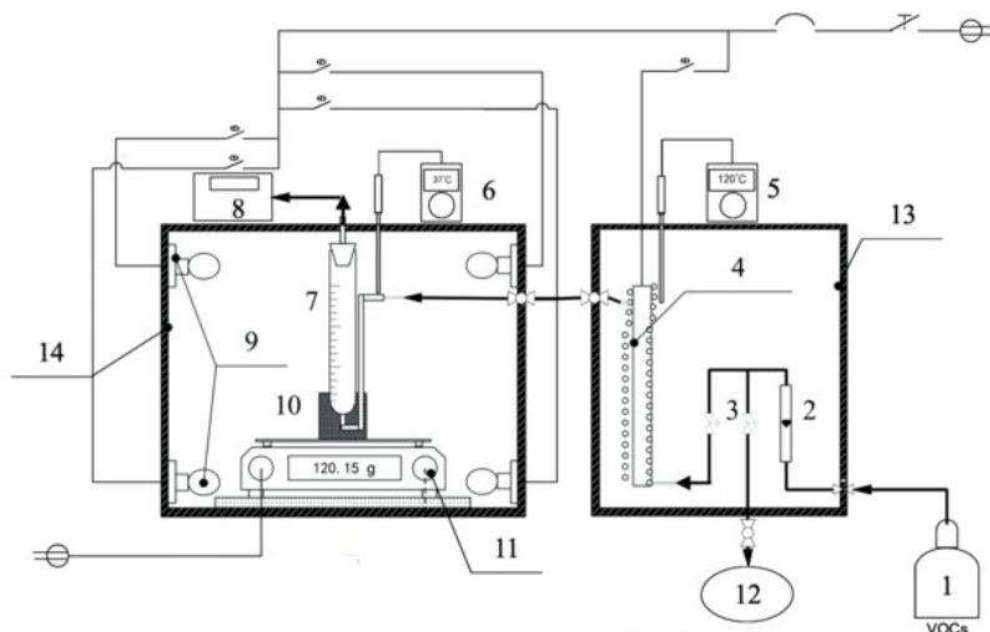
Tỷ lệ graphene phân tán/vật liệu được tính theo công thức:

$$\%G = \frac{\text{Khối lượng vật liệu sau khi phân tán} - \text{khối lượng tấm lọc gió ban đầu}}{\text{Khối lượng vật liệu sau khi phân tán}} \times 100\%$$

Dung lượng hấp phụ cực đại đối với các VOCs trong nội dung nghiên cứu này là n-hexane và ethyl benzene. được xác định bằng khối lượng VOCs ở dạng lỏng được hấp phụ vào vật liệu sau khi nhúng vật liệu trong

VOCs lỏng trong 1h và nhấc ra đến khi không có giọt chất lỏng nào chảy ra.

Hiệu suất hấp phụ của vật liệu trong phòng thí nghiệm được khảo sát trên hệ thống mô hình hấp phụ được thiết kế như sau:



Hình 2. Sơ đồ mô hình hấp phụ hơi VOCs trong phòng thí nghiệm

Dung dịch VOCs trong máy tạo khí (1) và nitơ với độ tinh khiết 99,999%, được sử dụng làm khí mang. Tốc độ dòng chảy của dòng khí được điều khiển bởi một van (3) và được đo bằng đồng hồ đo lưu lượng (2). Nồng độ ban đầu của các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi được kiểm soát ở mức 500 mg/m³. Sợi carbon hồng ngoại và ống xoắn ốc thạch anh (4) được sử dụng để gia nhiệt hấp phụ. Nhiệt độ không khí bên trong buồng được đo bằng nhiệt kế kỹ thuật số (5). Vật liệu hấp phụ được để trong buồng (7) và cân kỹ thuật số (11). Hỗn hợp khí được đưa vào dưới cùng của cột và chảy ngược lên qua lớp cố định vật liệu hấp phụ. Nhiệt độ của khí trong buồng được đo bằng nhiệt kế kỹ thuật số (6). Cân

kỹ thuật số (11) được sử dụng để đo lượng VOCs bị hấp phụ dựa trên sự gia tăng của trọng lượng. Nồng độ đầu ra của VOCs được đo bằng máy phân tích VOCs (PGM-7300, RAE Systems) (số 8). Thiết bị được lắp trong một vỏ bọc có ống Teflon (14), được sử dụng để cách nhiệt.

Pha bình (1) chứa hơi VOCs với nồng độ 500 mg/m³ với từng loại VOCs khác nhau. Sử dụng lưu lượng kế 2 để kiểm soát lưu lượng dòng khí đi vào cột hấp phụ ở các lưu lượng lần lượt là 1, 2, 3, 4 và 5 l/s. Đo lượng VOCs bị hấp phụ bằng cân kỹ thuật số 6 và đo lượng VOCs bị thoát ra qua máy phân tích VOCs 8. Hiệu suất hấp phụ được tính bằng công thức sau:

$$\text{Hiệu suất hấp phụ} = \frac{\text{Lượng VOCs bị hấp phụ}}{\text{Lượng VOCs được đưa vào ban đầu}} \times 100\%$$

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Nghiên cứu phân tán graphene trong môi trường ethanol

Quy trình thực nghiệm được thực hiện như sau: Cân chính xác 6; 12; 18; 24, 30 g graphene và và tẩm lọc gió cho vào bình đựng ethanol 2000 ml. Sau các khoảng thời

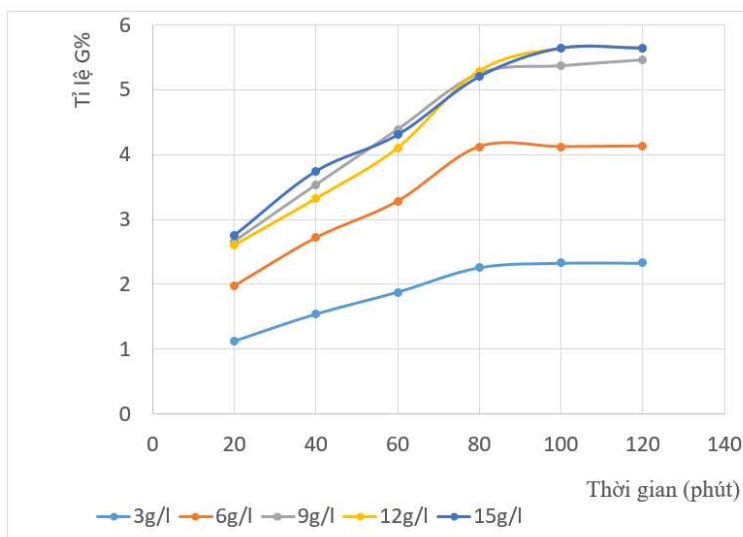
gian 20, 40, 60, 80, 100 và 120 phút, lấy tẩm lọc gió, sấy khô hoàn toàn, cân lại khối lượng và tính toán lượng graphene phân tán trong tẩm lọc gió. Kết quả tỷ lệ khối lượng graphene phân tán/khối lượng tẩm lọc gió đã phân tán graphene tính theo % được thể hiện ở bảng 2 và hình 3.

Bảng 2. Tỷ lệ phân tán theo thời gian trong môi trường ethanol

Tỷ lệ graphene/ethanol (g/L)	Thời gian siêu âm (phút)				
	3	6	9	12	15
20	1.12	1.98	2.67	2.6	2.76
40	1.54	2.72	3.54	3.32	3.75
60	1.88	3.28	4.39	4.1	4.31
80	2.26	4.12	5.25	5.29	5.21
100	2.33	4.12	5.37	5.64	5.65
120	2.33	4.13	5.46	5.65	5.65

Kết quả cho thấy ở các tỷ lệ graphene/ethanol thấp hơn 12g/L, khi tỉ lệ này tăng dần thì tỷ lệ phân tán của graphene tăng dần và đạt cực đại ở tỷ lệ 12g/L ethanol và ở thời gian siêu âm 100 phút,

graphene có khả năng phân tán cao nhất, đạt tỷ lệ 5.64%. Khi tỷ lệ graphene cao hơn 12g/L ethanol cũng như thời gian siêu âm vượt quá 100 phút thì tỷ lệ G% gần như không thay đổi.



Hình 3. Đồ thị biểu diễn tỷ lệ G% theo thời gian khi dung môi là ethanol

Đồ thị 3 cũng cho thấy hiệu quả phân tán graphene theo thời gian phân tán ở các tỷ lệ khác nhau, ở thời gian 100 phút siêu âm, tỷ lệ graphene 12g/L ethanol, lượng graphene được phân tán đạt cao nhất với tỷ lệ khối lượng graphene trên tổng khối lượng vật liệu sau phân tán đạt 5,64%. Khi vượt quá thời gian 100 phút cũng như tỷ lệ graphene/ethanol vượt quá 12g/L thì lượng phân tán cũng không đổi. Do vậy, thời gian 100 phút và tỷ lệ graphene 12g/L ethanol cũng được chọn để nghiên cứu tiếp theo.

3.2. Nghiên cứu phân tán graphene trong môi trường butyl acetate

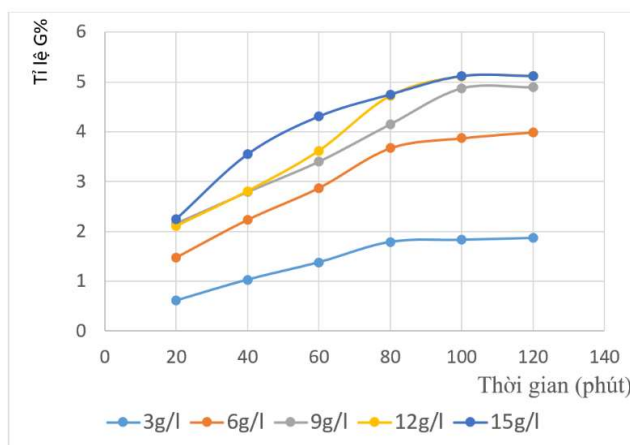
Thực hiện thí nghiệm tương tự như đối với môi trường ethanol. Cân chính xác 6; 12; 18; 24, 30 g graphene và tấm lọc gió cho vào bình đựng butyl acetate 2000 ml. Sau các khoảng thời gian 20, 40, 60, 80, 100 và 120 phút, lấy tấm lọc gió, sấy khô hoàn toàn, cân lại khối lượng và tính toán lượng graphene phân tán trong tấm lọc gió. Kết quả phân tán được thể hiện trên bảng 3 và hình 4.

Bảng 3. Khảo sát thời gian phân tán trong môi trường butyl acetate

Thời gian siêu âm (phút)	Tỷ lệ graphene/ butyl acetate (g/L)				
	3	6	9	12	15
20	0,61	1,47	2,16	2,11	2,25
40	1,03	2,23	2,79	2,81	3,55
60	1,38	2,87	3,4	3,62	4,31
80	1,79	3,67	4,15	4,72	4,75
100	1,83	3,87	4,87	5,11	5,12
120	1,87	3,99	4,89	5,12	5,13

Kết quả cho thấy ở các tỷ lệ graphene/butyl acetate thấp hơn 12g/L, tỷ lệ phân tán của graphene thấp và đạt cao nhất ở tỷ lệ 12g/L butyl acetate và thời

gian siêu âm 100 phút, graphene có khả năng phân tán cao nhất, đạt tỷ lệ 5.12%. Kết quả này cũng được sử dụng để nghiên cứu tiếp theo.



Hình 4. Đồ thị biểu diễn tỷ lệ G% theo thời gian khi dung môi là butyl acetate

Đồ thị 4 cũng cho thấy hiệu quả phân tán graphene theo thời gian phân tán ở các tỷ lệ khác nhau, sau 100 phút siêu âm ở tỷ lệ 12g/L butyl acetate, lượng graphene được phân tán đạt cao nhất với tỷ lệ khối lượng graphene trên tổng khối lượng vật liệu sau phân tán đạt 5,11%.

Như vậy, qua nghiên cứu phân tán graphene vào tấm lọc gió khi sử dụng dung môi khác nhau. Kết quả cho thấy khi sử dụng dung môi là ethanol cho hiệu quả phân tán cao hơn. Để khẳng định hiệu quả hấp phụ khi sử dụng từng dung môi, còn phải tiếp tục nghiên cứu dung lượng hấp phụ cực đại của cả 2 mẫu vật liệu này.

3.3. Nghiên cứu dung lượng hấp phụ cực đại của các mẫu vật liệu

Các mẫu vật liệu khảo sát ở cả 2 môi trường phân tán: ethanol, butyl acetate được kết dính bằng keo silicone. Các vật liệu hấp phụ được cân với khối lượng ban đầu m_1 , sau đó nhúng vào n - hexane và ethylbenzene 99,99% trong 20, 40, 60, 80, 100 phút nhắc lên, để khô đến khi không còn giọt chất lỏng chảy ra, cân lại lấy số liệu m_2 . Dung lượng hấp phụ cực đại của từng mẫu vật liệu được tính theo công thức:

$$Q = (m_2 - m_1) / m_1.$$

Kết quả dung lượng hấp phụ cực đại của từng mẫu vật liệu đối với n-hexane, ethylbenzene được thể hiện trên bảng 4

Bảng 4. Dung lượng hấp phụ cực đại của 2 mẫu vật liệu với n-hexane, ethylbenzene (g/g)

Môi trường phân tán	Chất bị hấp phụ n - hexane Q-sau thời gian (phút)					Chất bị hấp phụ ethylbenzene Q-sau thời gian (phút)				
	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100
Ethanol	3,21	4,86	6,89	6,8	6,79	4,43	4,67	5,98	5,99	5,98
Butyl acetate	1,86	2,98	4,82	4,83	4,82	2,01	3,62	3,91	3,91	3,92

Từ các kết quả trên, có thể nhận thấy dung lượng hấp phụ cực đại các VOCs phụ thuộc vào tỷ lệ khối lượng graphene được phân tán. Tỷ lệ này càng cao thì dung lượng hấp phụ cực đại các VOCs càng lớn. Vật liệu được phân tán trong điều kiện này cũng cho dung lượng hấp phụ cực đại với các VOCs cao nhất, đạt từ 3,91 đến 6,89 g/g vật liệu. Giá trị

cao nhất đạt được khi môi trường phân tán là ethanol.

3.4. Hiệu suất hấp phụ VOCs của vật liệu

Vật liệu được chọn để nghiên cứu hiệu suất hấp phụ là vật liệu được phân tán graphene bằng dung môi ethanol. Quá trình nghiên cứu được trình bày tại mục 2. Kết quả được ghi trong bảng 5.

Bảng 5. Hiệu suất hấp phụ ethylbenzene với lưu lượng khí khác nhau

Lưu lượng (l/s)	Vật liệu hấp phụ trên cơ sở graphene		
	Lượng ethylbenzene bị hấp phụ (mg)	Lượng ethylbenzene thoát ra khỏi cột hấp phụ (mg)	Hiệu suất hấp phụ (%)
1	30	0	100
2	60	0	100
3	90	0	100
4	120	0	100
5	150	0	100

Qua kết quả trên cho thấy: Vật liệu hấp phụ có khả năng hấp phụ với hiệu suất 100% dù tốc độ dòng khí tương đối lớn (5l/s). Điều này cho thấy vật liệu có khả năng ứng dụng vào lọc gió điều hòa ô tô để hấp phụ VOCs.

4. KẾT LUẬN

Từ những kết quả nghiên cứu trên, có thể khẳng định: Khi phân tán graphene với tỉ lệ 12 g graphene/1 lít ethanol đặt trong máy siêu âm ở tần số 60Hz, trong thời gian 100 phút là điều kiện tối ưu để chế tạo vật liệu hấp phụ. Vật liệu tạo ra có khả năng hấp phụ VOCs với hiệu suất hấp phụ, dung lượng hấp phụ cực đại cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vương Văn Sơn (2014), '*Xác định thành phần khí thải phát tán vào môi trường của động cơ ô tô sử dụng nhiên liệu Diesel*', Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Giao thông Vận tải, Hà Nội.

2. H. Q. Ánh (2016), '*Nghiên cứu tổng hợp và đặc trưng vật liệu mới cấu trúc nano trên cơ sở graphen ứng dụng trong xử lý môi trường*', Luận án Tiến sĩ, Học viện Khoa học

và Công nghệ-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Hà Nội.

3. K. Parvez, S. Yang, X. Feng, and K. Müllen (2015), '*Exfoliation of graphene via wet chemical routes*' *Synthetic Metals*, vol. 210, pp. 123-132.

4. Mohd Shah NRA, Mohamad Yunus R, Rosman NN, Wong WY, Arifin K, Jeffery Minggu L. (2021), Current progress on 3D graphene-based photocatalysts: From synthesis to photocatalytic hydrogen production, *International Journal of Hydrogen Energy*, 46:9324-40.

5. Su Y, Wei H, Gao R, Yang Z, Zhang J, Zhong Z, Zhang Y (2012), '*Exceptional negative thermal expansion and viscoelastic properties of graphene oxide paper*', *Carbon*, 50:2804-2809.

6.V. Chabot, D. Higgins, A. Yu, X. Xiao, Z. Chen, J. Zhang (2014), '*A review of graphene and graphene oxide sponge: material synthesis and applications to energy and the environment*', *Energy Environ. Sci.* 7,1564.