NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG CHE CHẮN SÓNG ĐIỆN TỪ TRONG DẢI TẦN BĂNG X (8÷12 GHz) CỦA LỚP MÀNG PHỦ TRÊN CƠ SỞ VẬT LIỆU rGO (REDUCED GRAPHENE OXIDE)

Nguyễn Công Thắng[1*], Nguyễn Hữu Vân[1], Hà Quốc Bảng[1],
Trần Văn Hiền[1], Trần Văn Chung[2]

Tóm tắt: *Vật liệu rGO (reduced graphene oxide) tổng hợp bằng phương pháp khử nhiệt graphen oxit (GO) từ graphit được oxi hóa theo phương pháp Hummer cải tiến. Vật liệu rGO sau khi tổng hợp được đánh giá bằng các phương pháp đo đạc tính năng phù hợp và phối trộn với epoxy tạo màng phủ trên nền gỗ. Lớp màng phủ được đánh giá khả năng che chắn sóng điện từ trong dải tần băng X (8÷12 GHz) bằng thiết bị chuyên dụng. Kết quả đánh giá cho thấy, lớp màng phủ 1mm với hàm lượng rGO-2 là 15% phối trộn trong epoxy có thể che chắn sóng điện từ lên đến -15,4 dB (97,11%) tại tần số 8 GHz. Bổ sung thêm vật liệu bari ferrit có từ tính cao, khả năng che chắn sóng điện từ của lớp màng phủ cũng được tăng lên, cụ thể với lớp màng phủ 0,5 mm sử dụng 15% rGO-2 sau khi bổ sung 15% bari ferrit hiệu quả che chắn sóng điện từ đã tăng từ -8,21dB (84,89 %) lên -10,59 dB (91,27 %) tại tần số 8 GHz.*

Từ khóa: Graphen; Graphen khử nhiệt; Sóng điện từ; Che chắn điện từ.

1. MỞ ĐẦU

Sự phát triển nhanh chóng của ngành công nghiệp điện tử và ứng dụng rộng rãi của thiết bị điện tử dẫn tới bức xạ sóng điện từ được coi là mối nguy hiểm công cộng thứ tư sau ô nhiễm nước, ô nhiễm tiếng ồn và ô nhiễm không khí. Sóng điện từ truyền trong không gian khi gặp vật dẫn nói chung sẽ tạo trên vật dẫn một dòng điện cảm ứng "xoáy".

Các loại vật liệu che chắn sóng điện từ có cơ chế phản xạ hoặc hấp thụ sóng điện từ hạn chế tối đa sự truyền qua của sóng qua đó giúp bảo vệ các thiết bị cũng như vật bên trong nó tránh được sự tác động, gây nhiễu của sóng điện từ bên ngoài. Vật liệu kim loại, các bề mặt kim loại phản xạ gần như 100% sóng điện từ trong dải radar. Đối với vật liệu hấp thụ sóng điện từ bao gồm 2 loại vật liệu: vật liệu hấp thụ sóng điện từ theo cơ chế tổn hao điện và vật liệu hấp thụ sóng điện từ theo cơ chế tổn hao từ.

Các loại vật liệu che chắn sóng điện từ hiện nay được sử dụng phổ biến là các tấm kim loại, lưới kim loại, điển hình như các tấm vỏ chắn bằng kim loại trong thiết kế của lò vi sóng. Vật liệu kim loại có giá thành cao, khối lượng lớn, khó bảo quản và dễ bị oxi hóa sau một thời gian sử dụng.

Vật liệu graphen là một loại vật liệu có cấu trúc 2D với các nguyên tử cacbon sắp xếp theo cấu trúc lục giác trên cùng một mặt phẳng hay còn gọi là cấu trúc tổ ong. Tính dẫn nhiệt, dẫn điện của graphen cao hơn hẳn so với các kim loại thông thường như bạc, đồng [1]. Vật liệu graphen được biết đến là vật liệu siêu bền, siêu nhẹ, có tính dẫn điện, dẫn nhiệt rất tốt. Khi graphen kết hợp với một chất kết dính phù hợp sẽ tạo thành lớp màng phủ có khả năng che chắn sóng điện từ [2]. Khi được phối trộn, phân tán trong môi trường chất kết dính tạo nên một lớp màng phủ đồng đều, các mảnh graphen với khả năng dẫn điện tốt của mình sẽ tạo nên hiệu ứng phản xạ, tán xạ cũng như hấp thụ trên lớp màng phủ từ đó làm giảm đáng kể sóng điện từ tới vật cần bảo vệ. Graphen rất nhẹ và bền, do vậy, rất phù hợp trong việc tạo các lớp phủ bảo vệ che chắn sóng điện từ trên các bề mặt khác nhau. Vật liệu rGO về cơ bản có những đặc tính của vật liệu graphen, bởi vì bản chất của vật liệu rGO là graphen đa lớp. Quá trình khử nhiệt càng tốt thì số lớp graphen càng nhỏ và tiệm cận đến vật liệu graphen đơn lớp được tổng hợp theo các phương pháp khác như Epitaxial

trên đế SiC hay lắng đọng pha hơi hóa học CVD. Do vậy, vật liệu rGO có tiềm năng cao trong việc đánh giá hiệu quả che chắn sóng điện từ.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên liệu sử dụng

- Graphite, H_2SO_4, H_3PO_4, $KMnO_4$, H_2O_2, HCl, N_2, bari ferrit, butyl axetat (Trung Quốc).

- Nước khử ion, ethanol, epoxy đóng rắn 2 thành phần AB (công nghiệp).

2.2. Chế tạo lớp màng phủ

a, Chế tạo vật liệu rGO

Graphite được oxi hóa tạo thành graphen oxit (GO). GO tiếp tục được khử trong môi trường N_2 ở nhiệt độ 800^{o}C tạo vật liệu rGO. Quy trình cụ thể như sau: Pha tỷ lệ hỗn hợp dung dịch axit H_2SO_4/H_3PO_4 là 90/10 (ml) trong cốc thủy tinh 250 ml có khuấy từ và đá lạnh để giữ nhiệt độ ổn định. Cho từ từ 0,75 g graphite vào hỗn hợp trên khuấy đều trong khoảng 15 phút. Sau đó, cho tiếp 4,5 g $KMnO_4$ vào hỗn hợp, duy trì nhiệt độ của hỗn hợp khoảng 35÷40 ^{o}C trong 4h. Sau đó, nâng nhiệt độ lên 55÷60 ^{o}C, duy trì trong 20 giờ. Sau quá trình oxi hóa, hỗn hợp được pha loãng bằng 100 ml nước khử ion và 2,5 ml H_2O_2. Tiếp tục lọc, rửa hết phần axit dư ta được hỗn hợp dạng huyền phù (GO). Hỗn hợp này được thủy nhiệt ở 160^{o}C trong 6h, tiến hành loại nước thu khối vật liệu, sau đó, chia vật liệu thành 2 mẫu đưa vào lò nung ở nhiệt độ 600^{o}C duy trì trong 1h thu được rGO-1, ở nhiệt độ 800^{o}C duy trì trong 1h thu được rGO-2.

b, Chế tạo lớp màng phủ

Lớp màng phủ với chất nền được chuẩn bị là epoxy đóng rắn 2 thành phần AB (trong đó, A là Diglycidy Ether of Bisphenol A và B là Amidoamines, tỷ lệ phối trộn A:B là 3:1), sử dụng thêm dung môi butyl axetat. Vật liệu rGO được lựa chọn từ 2 mẫu rGO-1 và rGO-2 sau khi đã đánh giá các đặc trưng vật liệu. Tiến hành phân tán rGO trong butyl axetat, tiếp theo đổ 2 thành phần A và B của epoxy vào khuấy đều kết hợp siêu âm trong 30 phút (tỷ lệ graphen/butyl axetat/epoxy đã được tính toán trước). Tạo các hỗn hợp phủ với tỷ lệ graphen/epoxy và độ dày khác nhau để khảo sát. Đánh giá thêm sự tác động của vật liệu từ tính bari ferrit khi được phối trộn thêm vào hỗn hợp tạo màng phủ. Tạo lớp màng phủ bằng phương pháp quét trên nền gỗ.

2.3. Các phương pháp đánh giá

a, Phương pháp đánh giá đặc trưng vật liệu rGO

Đánh giá các đặc trưng hóa lý của vật liệu rGO bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (X-RD) trên thiết bị X'Pert Pro với tia phát xạ Cu Kα có bước sóng λ = 1,5417Å, tại Phòng Hóa Vô Cơ, Viện Hóa học-Vật liệu, đo quang phổ Raman trên hệ thiết bị kính hiển vi Raman XploRA Plus (Horiba) của Viện Khoa học Vật liệu/Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, chụp ảnh hiển vi điện tử quét SEM trên thiết bị Hitachi S-4800 của Viện Hóa học/Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

b, Đánh giá khả năng che chắn sóng điện từ của lớp màng phủ

Màng phủ sau khi khô được tiến hành đo khả năng che chắn sóng điện từ bằng phương pháp đo độ truyền qua ở dải tần băng X (8÷12 GHz) trên thiết bị phân tích phổ tín hiệu N9918A tại phòng Thí nghiệm Radar, Viện Radar, Viện KHCN Quân sự. Kết quả đánh giá được tính toán theo công thức [3]:

$$\mathbf{X(\%) = (1-(1/(invert(log(Y/10)))))*100\%}$$

Trong đó: X là hiệu quả che chắn sóng điện từ (độ cản sóng truyền qua).

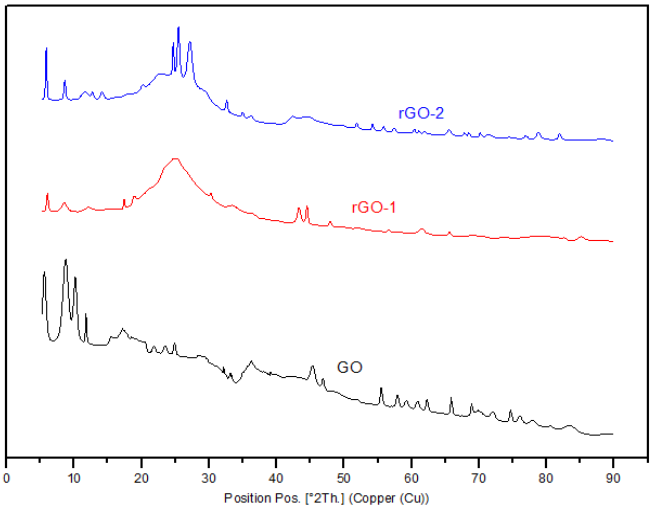
Y là sự giảm cường độ của sóng tới sau khi đi qua lớp màng phủ (dB), lấy giá trị tuyệt đối.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả tổng hợp vật liệu rGO

Kết quả phân tích phổ nhiễu xạ tia X

Kết quả phân tích phổ nhiễu xạ tia X (hình 1) cho thấy: đối với vật liệu GO đã có những đỉnh pic đặc trưng cơ bản xuất hiện với cường độ cao và sắc nét với góc 2θ tại 11,2^o; vị trí góc 2θ tại 26,5^o đỉnh pic vẫn còn nhưng rất thấp và hẹp, điều này cho thấy, khoảng không gian giữa các lớp graphit ban đầu đã được chèn bởi các nhóm chức chứa oxi dẫn tới sự dịch chuyển góc 2θ từ 26,5^o xuống 11,2^o đặc trưng cho vật liệu graphen oxit [4]. Đối với vật liệu rGO-1 và rGO-2 đã có sự dịch chuyển pic rõ rệt, dưới tác động của nhiệt độ cao, các nhóm chức chứa oxi bị khử và bay hơi nhanh chóng tạo thành áp suất lớn đẩy các lớp graphen oxit ra xa nhau. Pic tại góc 2θ bằng 11,2^o còn rất thấp và chân pic hẹp, thay vào đó, pic tại góc 2θ bằng 25,9^o đã sắc nét và có độ rộng chân pic lớn đặc trưng cho vật liệu rGO [4, 5]. Với rGO-1 vẫn còn đỉnh pic mang nét tương đồng với GO ở góc 2θ bằng 46,2^o, tuy nhiên với rGO-2 khi nhiệt độ tăng lên đã không còn xuất hiện các pic ở vị trí này, thay vào đó, đỉnh pic tại 2θ bằng 25,9^o của rGO-2 đã cao và sắc nét hơn so với rGO-1, điều này cho thấy, ở nhiệt độ cao hơn thì khả năng khử GO tốt hơn, nhiệt độ 800^{o}C ứng với quá trình khử tạo rGO-2 cũng là nhiệt độ phù hợp cho quá trình khử nhiệt theo một số báo cáo đã công bố trước đó [6].

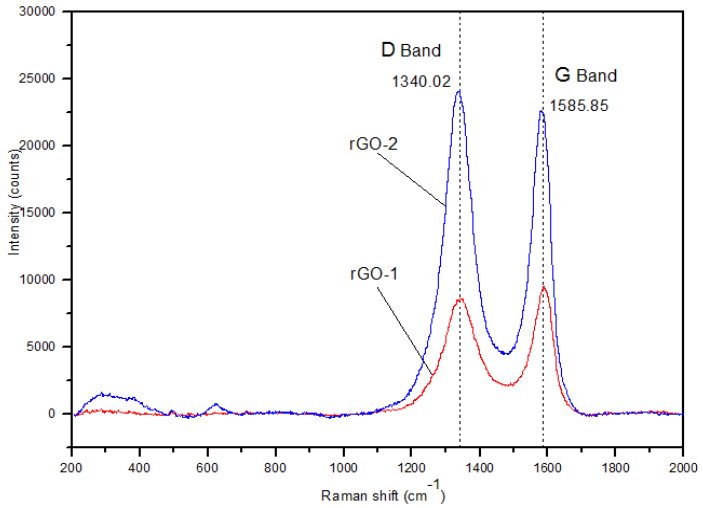


Hình 1. *Kết quả phân tích phổ nhiễu xạ tia X (X-RD) của mẫu GO, rGO-1, rGO-2.*

Kết quả phân tích quang phổ Raman

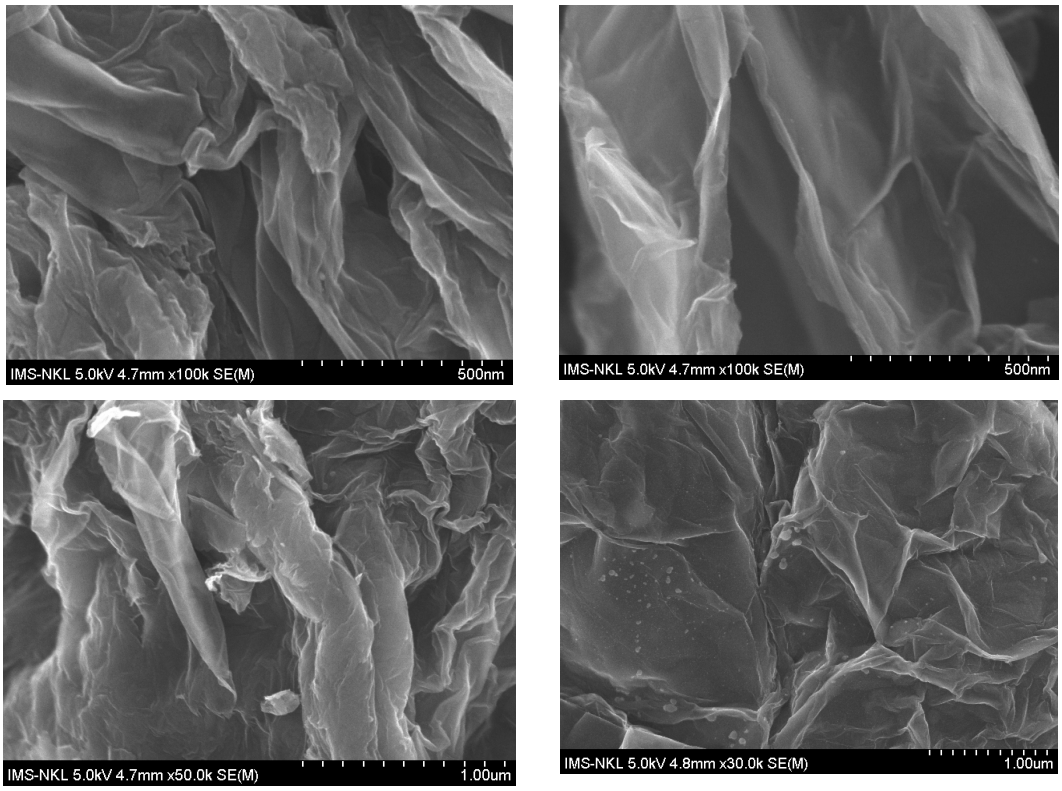
Nhìn vào kết quả phân tích quang phổ Raman của 2 mẫu rGO-1 và rGO-2 (hình 2) ta nhận thấy, đã có sự xuất hiện các pic rõ nét tại các vị trí 1340,02 cm^{-1} (D Band) và 1585.85 (G Band) đặc trưng cho vật liệu rGO [7]. Các pic xuất hiện ở vị trí D Band liên hệ với các khuyết tật của mạng tinh thể, điều này cho thấy, sự tác động của nhiệt độ đã làm các nhóm chức chứa oxi bị khử và tại các vị trí đó hình thành nên các khuyết tật, pic càng cao thì lượng khuyết tật càng lớn đồng nghĩa với quá trình khử càng lớn (rGO-2). Vật liệu rGO-1 và rGO-2 đều xuất hiện pic tại vị trí G Band (đặc trưng cho mạng tinh thể của graphit cũng như graphen) điều này cho thấy, sự khử các nhóm chức chứa oxi trên các vật liệu đã không làm thay đổi cấu trúc ban đầu của vật liệu. Vật liệu rGO-2 với các đỉnh pic ở D Band và G Band đều mạnh hơn so với rGO-1 cho thấy, quá trình khử các nhóm chức

chứa oxi diễn ra mạnh hơn, số lớp vật liệu cũng giảm hơn nhưng đi kèm với đó là lượng khuyết tật trong mạng tinh thể cũng tăng lên [7].



Hình 2. *Kết quả phân tích quang phổ Raman của mẫu rGO-1, rGO-2.*

Kết quả phân tích hình thái học bề mặt của vật liệu (SEM)



(a) *(b)*

Hình 3. *Kết quả phân tích hình thái học bề mặt (SEM) của 2 mẫu: (a) rGO-1; (b) rGO-2.*

Kết quả phân tích hình thái học bề mặt của vật liệu bằng phương pháp hiển vi điện tử quét SEM của 2 mẫu rGO-1 và rGO-2 cho thấy, vật liệu tổng hợp được ở dạng lớp mỏng có kích cỡ nano với sự hình thành các nếp gấp đặc trưng của vật liệu graphen [8, 9]. Nhìn

vào kết quả đo SEM ta thấy rằng, khi thay đổi nhiệt độ của quá trình khử thì vật liệu rGO được hình thành sẽ có độ dày các lớp khác nhau. Đối với quá trình khử GO ở nhiệt độ 600^{o}C duy trì trong 1h thì vật liệu đã hình thành dạng graphen nhưng số lớp còn lớn, nếp gấp còn dày, khi tăng nhiệt độ lên 800^{o}C thì độ dày các lớp graphen đã giảm đi đáng kể, vật liệu graphen cũng được hình thành với các nếp gấp mỏng, sắc nét hơn. Dựa vào tỷ lệ I_D/I_G và ảnh SEM (hình 3b) của mẫu vật liệu rGO-2 có thể dự đoán vật liệu rGO là vật liệu graphen đa lớp với số lớp từ 15÷20 [10].

3.2. Khảo sát khả năng che chắn sóng điện từ của lớp màng phủ

Vật liệu rGO khi được lựa chọn để khảo sát khả năng che chắn sóng điện từ phải có số lớp ít nhất, sự đồng đều cao để tăng khả năng phân tán trong vật liệu nền. Do vậy, mẫu vật liệu rGO-2 với các đặc trưng hóa lý được đánh giá tốt hơn vật liệu rGO-1 được sử dụng làm vật liệu khảo sát khi pha trộn với các tỷ lệ khác nhau vào epoxy đóng rắn 2 thành phần tạo màng phủ có độ dày 0,5 mm trên nền gỗ. Quá trình đo đạc cho thấy, lớp màng phủ có chứa vật liệu rGO-2 có khả năng che chắn sóng điện từ tốt trong dải tần băng X (8÷12 GHz).

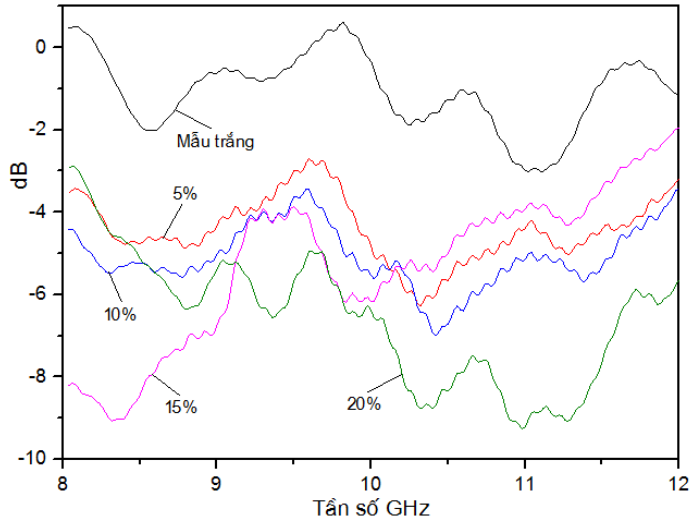
Kết quả được thể hiện cụ thể như bảng 1 dưới đây:

Bảng 1. *Kết quả đo khả năng che chắn sóng điện từ trong dải tần băng X của các mẫu quét màng phủ dày 0,5 mm có chứa epoxy và rGO-2 thay đổi theo tỷ lệ %.*

Tần số / Mẫu, độ che chắn (dB)	**8 GHz**	**9 GHz**	**10 GHz**	**11 GHz**	**12 GHz**
Mẫu trắng	0.5130	-0.6280	-0.3340	-2.9878	-1.1365
5 % rGO-2	-3.5064	-4.3401	-4.8231	-4.4014	-3.1790
10 % rGO-2	-4.4706	-5.0364	-5.5384	-5.1473	-3.4165
15 % rGO-2	-8.2186	-6.7595	-6.1639	-3.9338	-1.9533
20 % rGO-2	-2.9600	-5.3956	-6.3914	-9.2250	-5.6396

Nhìn vào bảng 1 và đồ thị hình 4 ta thấy, khi bổ sung vật liệu rGO-2 vào hỗn hợp epoxy khả năng che chắn sóng điện từ trong dải tần băng X đã tăng lên, đối với mỗi tần số sóng khác nhau thì hiệu quả che chắn có xu hướng tăng khác nhau. Mẫu trắng (mẫu epoxy không chứa rGO-2) khả năng che chắn sóng điện từ là thấp, hiệu quả che chắn xuất hiện là do ảnh hưởng từ gỗ nền. Khi sử dụng 5% rGO-2 hiệu quả che chắn đã tăng lên rõ rệt, tăng tiếp lượng rGO-2 lên 10 % hiệu quả che chắn tăng lên đều ở toàn bộ dải tần số nhưng không tăng mạnh. Khi sử dụng lượng rGO-2 ở mức 15% hiệu quả che chắn tăng mạnh ở nhóm tần số thấp (8÷ 9,2 GHz), có xu hướng giảm ở nhóm tần số cao (9,2 ÷ 12 GHz). Tiếp tục tăng hàm lượng rGO-2 sử dụng lên 20% thì hiệu quả che chắn lại giảm ở nhóm tần số thấp (8 ÷ 9,1 GHz) và tăng ở nhóm tần số cao (9,8 ÷ 12 GHz) so với lượng 15%. Ban đầu khi sử dụng hàm lượng rGO-2 ở mức 5% lớp màng phủ 0,5 mm đã phát huy khả năng phản xạ sóng điện từ tốt, khi tăng lượng rGO-2 lên thì hiệu quả cũng tăng lên, tuy nhiên khi sử dụng với hàm lượng lớn hơn (15% và 20%) thì tại những nhóm tần số sóng nhất định hiệu quả che chắn lại có phần giảm đi có thể là do sự kết tụ của vật liệu khi tăng hàm lượng. Để có một tỷ lệ sử dụng tối ưu cần có những nghiên cứu sâu hơn tại từng tần

số sóng cụ thể. Trong nội dung nghiên cứu này, xét về mặt hiệu quả sử dụng trên khối lượng lớn thì hàm lượng 15% rGO-2 trong hỗn hợp epoxy là phù hợp.



Hình 4. *Kết quả đo khả năng che chắn sóng điện từ trong dải tần băng X của các mẫu quét màng phủ dày 0,5 mm có chứa epoxy và rGO-2 thay đổi theo tỷ lệ %.*

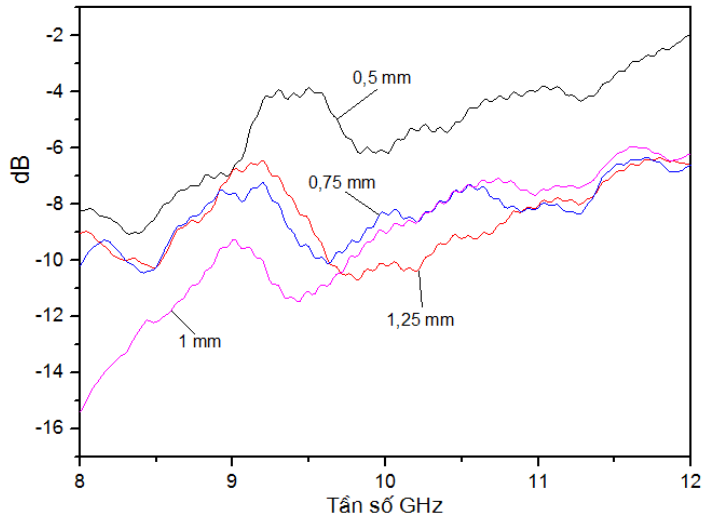
Độ dày lớp màng phủ là một yếu tố quan trọng, nó liên quan đến hiệu quả che chắn cũng như giá trị kinh tế nếu như sử dụng trên một diện tích lớn, do vậy, việc khảo sát sự thay đổi khả năng che chắn sóng điện từ của lớp màng phủ với những độ dày khác nhau là rất cần thiết. Kết quả khảo sát sự ảnh hưởng của độ dày màng phủ đến khả năng che chắn sóng điện từ được thể hiện ở bảng 2 và đồ thị hình 5.

Bảng 2. *Sự ảnh hưởng của độ dày màng phủ đến khả năng che chắn sóng điện từ, sử dụng 15% RGO-2.*

Tần số / **Độ dày màng phủ, độ che chắn (dB)**	**8 GHz**	**9 GHz**	**10 GHz**	**11 GHz**	**12 GHz**
0,5 mm	-8.2186	-6.7595	-6.1639	-3.9338	-1.9533
0,75 mm	-10.2187	-7.6208	-8.3483	-8.1089	-6.5938
1 mm	-15.4119	-9.2726	-9.0398	-7.5962	-6.1835
1,25 mm	-9.0597	-6.8017	-10.1838	-8.0442	-6.6394

Nhìn vào bảng 2 và đồ thị hình 5 ta thấy, khi thay đổi độ dày màng phủ thì hiệu quả che chắn sóng điện từ cũng có sự thay đổi. Khi tăng độ dày lớp màng phủ từ 0,5 mm lên 0,75 mm thì khả năng che chắn tăng trong toàn bộ tần số sóng của dải tần băng X. Tiếp tục tăng độ dày lớp màng phủ lên 1 mm thì khả năng che chắn tăng lên trong phần lớn các tần số sóng của dải tần băng X, đặc biệt là tại tần số 8 GHz khả năng che chắn đạt -15,4 GHz (ngăn cản 97,11 % lượng sóng truyền qua), tại khoảng tần số cao hơn (10,2 ÷ 12 GHz) khả năng che chắn bị giảm xuống so với lớp màng 0,75 mm. Điều này có thể giải thích là do khi tăng độ dày lớp màng phủ lên thì khả năng che chắn sóng điện từ của lớp màng có sự

thay đổi theo xu hướng ưu tiên khả năng hấp thụ và tán xạ, trong khi đó, khả năng phản xạ có phần giảm xuống. Tiếp tục tăng độ dày lớp màng lên 1,25 mm thì khả năng che chắn tăng lên ở khoảng tần số sóng lớn 9,7 ÷ 12 GHz; tại khoảng tần số sóng nhỏ 8 ÷ 9,7 GHz thì khả năng che chắn thấp hơn so với độ dày 1mm, có những khoảng tần số (9 ÷ 9,7 GHz) khả năng che chắn còn thấp hơn so với lớp màng 0,75 mm, điều này có thể giải thích là do khi lớp màng càng dày hơn, tác động của hiệu ứng bề mặt sẽ làm giảm khả năng phản xạ trong khi đó, khả năng hấp thụ hoặc tán xạ có thể tăng nhưng tăng không nhiều, tại một số tần số nhất định xét trên tổng hiệu quả che chắn sẽ bị giảm xuống. Trong nội dung nghiên cứu này, xét về hiệu quả sử dụng và khả năng che chắn trên tổng thể các vị trí của dải tần băng X thì độ dày lớp màng phủ 1 mm là phù hợp.



Hình 5. *Kết quả đo khả năng che chắn sóng điện từ trong dải tần băng X của các mẫu quét màng phủ epoxy có chứa rGO-2 (15 %) và thay đổi độ dày màng phủ.*

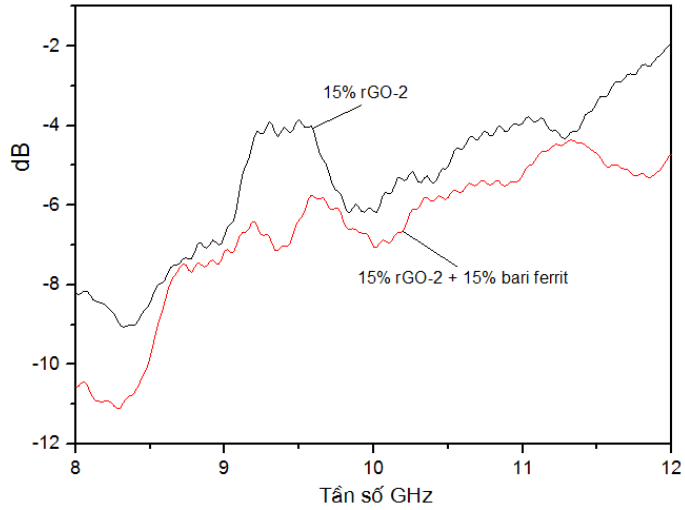
Khảo sát sự ảnh hưởng đến hiệu quả che chắn sóng điện từ của vật liệu từ tính khi phối trộn cùng rGO-2 trong lớp màng phủ giúp có thêm nhiều lựa chọn trong việc chế tạo các màng phủ với những mục đích khác nhau. Trong nội dung nghiên cứu này sẽ tiến hành khảo sát sự tác động của vật liệu bari ferrit có từ tính khi phối trộn cùng rGO-2 trong epoxy. Kết quả khảo sát được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. *Sự thay đổi khả năng che chắn của lớp màng phủ 0,5 mm chứa rGO-2 sử dụng thêm vật liệu từ tính bari ferrit.*

Tần số / **Độ che chắn (dB)**	**8 GHz**	**9 GHz**	**10 GHz**	**11 GHz**	**12 GHz**
15% rGO-2	-8.2186	-6.7595	-6.1639	-3.9338	-1.9533
15% rGO-2 + 15% bari ferrit	-10.5946	-7.1541	-7.0561	-5.2315	-4.7117

Nhìn vào bảng 3 và đồ thị hình 6 ta thấy, khi sử dụng thêm vật liệu bari ferrit phối trộn vào hỗn hợp, khả năng che chắn sóng điện từ của lớp màng phủ đã tăng lên. Vật liệu bari ferrit có từ tính mạnh, tham gia vào cơ chế tổn hao điện và tổn hao từ của lớp màng phủ, từ đó làm tăng hiệu quả bảo vệ. Tuy nhiên, với tỷ lệ bari ferrit sử dụng bằng với tỷ lệ sử dụng của vật liệu graphen (15%) nhưng hiệu quả che chắn tăng lên là không quá nhiều

cùng với khối lượng riêng của bari ferrit lớn gấp nhiều lần graphen dễ dẫn đến việc tăng khối lượng của lớp màng phủ nếu sử dụng trên diện tích lớn. Do vậy, việc sử dụng thêm vật liệu bari ferrit giúp có thêm sự lựa chọn nhưng chỉ thực sự cần thiết trong những mục đích nhất định.



Hình 6. *Kết quả đo khả năng che chắn sóng điện từ trong dải tần băng X của các mẫu quét màng phủ epoxy có chứa rGO-2 và sử dụng thêm bari ferrit với độ dày 0,5 mm.*

4. KẾT LUẬN

Phương pháp khử nhiệt graphen oxit đi từ graphit theo phương pháp Hummer cải tiến ở 800^{o}C duy trì 1h trong môi trường khí N_2 đã tạo thành vật liệu rGO với những đặc trưng hóa lý phù hợp. Sử dụng 15% rGO-2 (mẫu vật liệu rGO với đặc trưng hóa lý tốt hơn) trong hỗn hợp epoxy đóng rắn 2 thành phần AB tạo lớp màng phủ 1mm trên nền gỗ có khả năng che chắn sóng điện từ trong dải tần băng X lên đến -15,4 dB tại tần số 8GHz (tương đương với khả năng che chắn 97,11 % lượng sóng truyền qua). Vật liệu từ tính bari ferrit khi được phối trộn cùng rGO-2 và epoxy tạo lớp màng phủ cũng có những ảnh hưởng tích cực đến khả năng bảo vệ, che chắn sóng điện từ, lớp màng phủ 0,5 mm sử dụng 15% rGO-2 sau khi bổ sung 15% bari ferrit hiệu quả che chắn sóng điện từ đã tăng từ -8,21dB (84,89 %) lên -10,59 dB (91,27 %) tại tần số 8 GHz. Với khả năng che chắn bảo vệ tốt trong dải tần băng X, lớp màng phủ trên cơ sở vật liệu nano graphen cho thấy tiềm năng ứng dụng tốt trong lĩnh vực bảo vệ radar quân sự.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. K. S. Novoselov, A. K. Geim, et al, "*Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films"*, Science, 306 (5696): 666–669 (2004).

[2]. Fariborz Kargar, Zahra Barani, Michael G. Balinskiy, Andres Sanchez Magana, Jacob S. Lewis, and Alexander A. Balandin, "*Graphene Composites with Dual Functionality: Electromagnetic Shielding and Thermal Management",* University of California, Riverside, California 92521 USA, 2018.

[3]. Hoàng Anh Tuấn, Nguyễn Việt Bắc, Ngô Thị Thuận, "*Nghiên cứu chế tạo pigment từ cho hệ sơn hấp thụ sóng điện từ*", Tạp chí nghiên cứu khoa học kỹ thuật và công nghệ quân sự, số 1, tr 69-73, 06/2009.

[4]. Hae-MiJu, Sung-Ho Choi, Seung Hun Huh, "*X-ray Diffraction patterns of thermally-reduced Graphenes"*, Journal of the Korean Physical Society, 2010, 57(6), 1649-1652.

[5]. Michael J. McAllister, Je-Luen Li, Douglas H. Adamson, Hannes C. Schniepp, Ahmed A. Abdala, Jun Liu, Margarita Herrera-Alonso, David L. Milius, Roberto Car, Robert K. Prud'homme, and Ilhan A. Aksay, "*Single sheet functionalized graphene by oxidation and thermal expansion of graphite"*, Chem Mater, 2007, 19, 4396-4404.

[6]. Muge Acik, Geunsik Lee, Cecilia Mattevi, Adam Pirkle, Robert M. Wallace, Manish Chhowalla, Kyeongjae Cho, and Yves Chabal. (2011), *"The Role of Oxygen during Thermal Reduction of Graphene Oxide Studied by Infrared Absorption Spectroscopy"*, J. Phys. Chem. C, 115(40), PP. 19761-19781.

[7]. J.R. Potts, et al, "*Thermomechanical properties of chemically modified graphene/poly(methyl methacrylate) composites made by in situ polymerization"*, Carbon, 49, 8, 2615–2623 (2011).

[8]. Stankovich, S.; Dikin, D.A.; Piner, R.D.; Kohlhaas, K.A.; Kleinhammes, A.; Jia, Y.; Wu, Y.; Nguyen, S.T.; Ruoff, R.S. "*Synthesis of graphene-based nanosheets via chemical reduction of exfoliated graphite oxide"*. Carbon 2007, 45, 1558–1565.

[9]. M. Ghorbani , H. Abdizadeh , M. R. Golobostanfard. *"Reduction of Graphene Oxide via Modified Hydrothermal Method"*, 5th International Biennial Conference on Ultrafine Grained and Nanostructured Materials, UFGNSM15, Procedia Materials Science 11 (2015), 326 – 330.

[10]. Jiang Bin Wu, Miao Ling Lin, Xin Cong, He Nan Liu, Ping Heng Tan. *"Raman spectroscopy of graphene-based materials and its application in related devices",* Chemical Society Reviews, Issue 5, 2018.

ABSTRACT

RESEARCHING THE ABILITY TO SHEILD ELECTROMAGNETIC WAVES IN X-BAND (8÷12 GHz) OF COATING FILM BASED ON rGO (REDUCED GRAPHENE OXIDE)

rGO (reduced graphene oxide) material are synthesized by thermal reduction of graphene oxide from oxidized graphite by the improved Hummer method. rGO after synthesis was assessed by suitable performance measurement methods and mixed with epoxy to create coating on wood floors. The coatings were assessed for their ability to shield electromagnetic waves in the X band (8÷12 GHz) with specialized equipment. The evaluation results show that the coating (1mm) containing 15% of rGO-2 can shield electromagnetic waves up to -15,4 dB (97,11 %) at 8 GHz. In addition to the high magnetic barium ferrite material, the electromagnetic shielding ability of the coating was also increased, particularly with a 0,5 mm coating using 15% rGO-2 and 15 % barium ferrite effective shielding of electromagnetic waves has increased from -8.21 dB (84,89%) to -10.59 dB (91,27%) at 8 GHz.

Keywords: Graphene; Reduced graphene oxide; Electromagnetic shielding.

Nhận bài ngày 04 tháng 3 năm 2020
Hoàn thiện ngày 01 tháng 4 năm 2020
Chấp nhận đăng ngày 12 tháng 6 năm 2020

Liên hệ: [1] Viện Hóa học - Vật liệu, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự;
[2] Học viện Kỹ thuật quân sự.
[*] Email: thangnguyencong90@gmail.com.