

KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA GRAPHENE OXIDE ĐẾN TÍNH CHẤT CƠ LÝ VÀ KHẢ NĂNG CHỐNG ẪN MÒN CỦA LỚP PHỦ EPOXY

Nguyễn Ngọc Linh¹, Đỗ Đình Trung^{2*}, Nguyễn Văn Tung³, Lê Trần Uyên Tú⁴

¹ Khoa Dược, Trường Đại học Thành Đô

² Viện Độ bền Nhiệt đới, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga

³ Trường trung học phổ thông Lê Thành Phương

⁴ Khoa Điện, Điện tử và CN vật liệu, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

*Email: trungdodinh@mail.ru

Ngày nhận bài: 8/8/2024; ngày hoàn thành phản biện: 9/9/2024; ngày duyệt đăng: 01/11/2024

TÓM TẮT

Việt Nam nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới nên vấn đề ăn mòn và phá hủy kim loại và hợp kim dưới tác động của khí hậu biển là cấp thiết. Lớp phủ epoxy là vật liệu chống ăn mòn tuyệt vời cho kết cấu kim loại. Graphene oxide được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực bảo vệ kim loại nhờ khả năng phân tán tốt trong các nhựa nền để tạo ra lớp phủ cách ly bề mặt kim loại với môi trường ăn mòn. Bài báo trình bày một số kết quả khảo sát tính chất cơ lý của lớp phủ epoxy EP-275 kết hợp graphene oxide với các tỷ lệ khác nhau. Các tính chất cơ lý và thử nghiệm mù muối của màng sơn được xác định theo TCVN. Kết quả nghiên cứu cho thấy, với mẫu sơn kết hợp 1,0% graphene oxide, tính chất cơ lý và khả năng chống ăn mòn đạt hiệu quả cao nhất, độ bám dính tăng 3,80%, độ cứng tăng 6,78%, độ mài mòn giảm 13,04%, chưa xuất hiện phồng rộp, gỉ, rạn nứt và bong tróc sau 30 chu kỳ thử nghiệm gia tốc mù muối.

Từ khóa: Sơn epoxy EP-275, graphene oxide, tính chất cơ lý, chống ăn mòn, phun mù muối.

1. MỞ ĐẦU

Thiệt hại kinh tế biển do ăn mòn và phá hủy vật liệu kim loại và hợp kim trong môi trường biển là vô cùng to lớn. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, vùng khí hậu nhiệt đới gây ăn mòn và phá hủy vật liệu mạnh hơn nhiều lần so với các vùng khí hậu ôn đới, tốc độ ăn mòn thép tại các vùng khí hậu biển nhiệt đới lớn gấp 10 - 20 lần, tại các vùng khí hậu xa biển có tốc độ ăn mòn thép lớn gấp 4 - 5 lần so với các vùng khí hậu ôn đới [1]. Do đó, nâng cao hiệu quả hoạt động của các công trình trên biển và giảm thiểu thiệt hại do tác động của ăn mòn phá hủy luôn được đặt ra, nhất là đối với nước ta nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới và có bờ biển trải dài đất nước thì vấn đề nêu trên là vấn đề cấp thiết. Trong số các phương pháp chống ăn mòn, phương pháp tạo lớp phủ ngăn cản và chống các tác nhân gây ăn mòn tiếp xúc với bề mặt cần bảo vệ được sử dụng rộng rãi nhất [2-4]. Những bước tiến đột phá mới trong thế kỷ 21 về khoa học và công nghệ vật

liệu mới mang lại những thuận lợi lớn cho lĩnh vực sơn phủ chống ăn mòn. Sơn epoxy có nhiều đặc tính ưu việt về khả năng bám dính tốt lên nhiều bề mặt vật liệu khác nhau, kết hợp được với nhiều hệ nhựa, chịu nhiệt, và bền trong môi trường nước biển và hóa chất... nên được sử dụng rộng rãi làm lớp phủ bảo vệ các kim loại và hợp kim trong môi trường ăn mòn. Bên cạnh đó, graphene oxide (GO) là vật liệu mới với nhiều tính năng nổi trội đang cuốn hút sự quan tâm của các nhà khoa học. Tang L. C. và cộng sự đã nghiên cứu ảnh hưởng của trạng thái phân tán graphene đến tính chất cơ học của lớp phủ epoxy. Kết quả khảo sát cho thấy, với lớp phủ epoxy có mức độ phân tán graphene tốt thì nhiệt độ thủy tinh hóa (T_g) và độ bền cao hơn so với vật liệu có mức độ phân tán kém [5].

Zhouwei Zhao và cộng sự đã nghiên cứu đưa thêm sợi thủy tinh (GF) và graphene oxide (A-GO) vào lớp phủ epoxy để tạo hàng rào vật lý ngăn cản, điều này đã làm tăng hiệu suất chống ăn mòn của lớp phủ epoxy composite. Ngoài ra, trong cấu trúc của A-GO chứa các nhóm chức hydroxyl, nhóm carboxyl và nhóm epoxy làm cải thiện khả năng tương thích với nhựa nền epoxy, với chất đóng rắn và với dung môi/polymer nhờ liên kết cộng hóa trị [6].

Priyanka D. và cộng sự đã tổng kết vai trò của GO trong lớp phủ bảo vệ chống ăn mòn đối với các kim loại và hợp kim, đó là: i) Trong môi trường kiềm, tấm GO hoạt động như một chất ức chế ăn mòn đối với kim loại. Khả năng ức chế ăn mòn phụ thuộc vào mức độ biến tính của GO; ii) Khả năng ức chế đạt hiệu quả cao với sự hấp phụ của các ion Pr^{3+} , Ce^{3+} và Zn^{2+} trên bề mặt GO; iii) Tính kỵ nước đạt được khi lớp phủ GO biến tính ngăn chặn sự xâm nhập của các ion ăn mòn và cải thiện hiệu quả ức chế nhờ sự hấp phụ của các nhóm phân cực trên GO lên bề mặt của kim loại [7].

Các kết quả nghiên cứu trên cho thấy, sự xuất hiện của GO trong thành phần lớp phủ epoxy mang lại nhiều đặc tính tốt và hứa hẹn nhiều tính chất mới lạ cho loại vật liệu epoxy này.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên vật liệu, thiết bị và dụng cụ

Sơn epoxy EP-275 (Công ty Sơn Hải Âu) được sản xuất trên cơ sở nhựa epoxy, chất đóng rắn, bột màu, dung môi hữu cơ và các phụ gia. Một số chỉ tiêu kỹ thuật của sơn EP-275 được tổng hợp trong bảng 1.

Bảng 1. Chỉ tiêu kỹ thuật của sơn EP-275

Tên chỉ tiêu	Mức chỉ tiêu
Màu sắc	Xanh lá cây
Độ nhớt ($ở 25\text{ }^{\circ}\text{C}$), KU	> 55
Tỷ trọng	1,33

Độ bám dính, điểm	1
Hàm lượng chất rắn, %	51
Thời gian sống, giờ	6 - 8

Dung môi pha sơn ES-03 (Công ty sơn Hải Âu, Việt Nam); graphene oxide (số lớp: 5 - 10, hàm lượng nhóm biến tính: 30 - 40% khối lượng; Việt Nam); xylene (Xilong, Trung Quốc); butyl acetate (Xilong, Trung Quốc); thép tấm Ct-3 (các kích thước: 100 x 150 x 2 mm; 100 x 75 x 1 mm; 350 x 150 x 2 mm và 100 x 100 x 3 mm, Việt Nam); tấm hợp kim nhôm (kích thước 150 x 10 x 0,2 mm, Việt Nam).

Cân kỹ thuật (Ohaus PR2202/E); máy nghiền bi; cốc thủy tinh 100 ml (Schott-Duran, Đức); đĩa thủy tinh (Trung Quốc).

2.2. Chuẩn bị dung dịch sơn

Sơn epoxy EP-275 bao gồm 2 thành phần: dung dịch nhựa (được tạo ra từ nhựa epoxy, bột màu, dung môi, phụ gia chống sa lắng và các phụ gia khác), dung dịch chất đóng rắn. Tỷ lệ pha trộn nhựa/chất đóng rắn = 4/1.

Graphene oxide được phân tán đều vào thành phần dung dịch nhựa bằng máy nghiền bi trước khi trộn với chất đóng rắn. Tỷ lệ khảo sát thành phần GO trong lớp phủ epoxy EP-275 trong bảng 2.

Bảng 2. Thành phần (phần khối lượng) các mẫu sơn khảo sát

Tên mẫu	Sơn EP-275 *, g	Graphene oxide, g
MT00	100	0,0
MT05	99,5	0,5
MT10	99,0	1,0
MT15	98,5	1,5

* Tính theo khối lượng khô.

Dung dịch sơn gồm dung dịch nhựa, GO và chất đóng rắn được khuấy trộn đều để tạo dung dịch đồng nhất. Bổ sung dung môi pha loãng ES-03 để được độ nhớt dung dịch sơn thích hợp và phun phủ lên bề mặt các tấm mẫu thử. Các mẫu sơn được phủ trực tiếp 2 lớp lên bề mặt tấm mẫu thử, lớp thứ nhất được để khô tự nhiên ở nhiệt độ phòng ít nhất 24 giờ sau đó phun phủ lớp thứ hai. Lớp sơn được để khô ít nhất sau 7 ngày mới đưa xác định các chỉ tiêu cơ lý và tiến hành các thử nghiệm khác.

2.3. Các phương pháp xác định

Độ bóng lớp phủ được xác định theo TCVN 2101:2016 trên máy đo độ bóng 3 góc 20/60/85 của hãng Rhopoint, sử dụng góc đo 60°.

Độ bám dính của lớp sơn được xác định theo ISO 4624:2016 bằng phương pháp kéo pull-off trên thiết bị Positest AT-A.

Độ cứng lớp sơn được xác định là độ cứng tương đối, được thực hiện bằng phép thử dao động tắt dần của con lắc Persoz theo TCVN 2098:2007.

Độ chịu mài mòn được xác định theo TCVN 11474:2016 trên thiết bị Taber, sử dụng bánh mài CS-17, tốc độ quay 60 vòng/phút. Độ mài mòn được tính toán sau 300 vòng.

Độ dày lớp sơn phủ được xác định bằng phương pháp siêu âm theo TCVN 9760:2013.

Độ bền va đập được xác định bằng phép thử tải trọng rơi, vết lõm có diện tích lớn theo TCVN 2100-1:2013.

Độ bền uốn được xác định bằng phép thử uốn trực hình trụ theo TCVN 2099:2013.

Khả năng chống ăn mòn được đánh giá qua thử nghiệm gia tốc mù muối theo TCVN 8792:2011, với thử nghiệm phun mù muối trung tính (NSS), dung dịch NaCl 5%, pH 6,5 - 7,2, nhiệt độ buồng thử 35 °C, tốc độ phun 200 mL/giờ.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khảo sát tính chất cơ lý của mẫu sơn

So với các lớp phủ khác, lớp phủ epoxy đạt nhiều tính chất ưu việt như khả năng bám dính tốt, độ bền cao, chịu va đập, độ co ngót thấp và độ mài mòn thấp là do phản ứng hóa học mở vòng nhóm epoxy không tạo ra các sản phẩm phụ (như H₂O, CO₂,...) [8].

Một số tính chất cơ lý chính của lớp phủ epoxy kết hợp GO được khảo sát bao gồm: độ bóng, độ cứng và độ mài mòn được tổng hợp trong bảng 3.

Bảng 3. Tính chất cơ lý của màng sơn

Tên mẫu	Độ bóng, GU	Độ bám dính, MPa	Độ cứng	Độ mài mòn, mg
MT00	63,3	5,52	0,59	0,023
MT05	63,1	5,54	0,59	0,023
MT10	62,2	5,73	0,63	0,020
MT15	61,3	5,73	0,64	0,021

Số liệu xác định được trong bảng 3 chỉ ra rằng, độ bóng lớp sơn thay đổi rất ít (giảm 0,32%) khi kết hợp với 0,5% GO. Với hàm lượng 1,0% hoặc 1,5% GO, độ bóng lớp phủ giảm 1,74% và 3,16% tương ứng.

Độ bám dính tăng 0,36% khi lớp phủ kết hợp với 0,5% GO. Với hàm lượng 1,0% hoặc 1,5% GO trong thành phần lớp phủ epoxy, độ bám dính đều tăng 3,80%.

Độ cứng và độ mài mòn lớp sơn epoxy không thay đổi khi kết hợp với 0,5% GO. Tuy nhiên, với 1,0% hoặc 1,5% GO được bổ sung vào thành phần, độ cứng của lớp phủ epoxy tăng lần lượt 6,78% và 8,47%; độ mài mòn giảm lần lượt 13,04% và 8,70%.

Các kết quả trên cho thấy, độ bóng của lớp phủ epoxy giảm đáng kể, một phần do kích thước hạt GO không đồng đều, một phần là do chưa tạo được tương thích giữa bột màu sẵn có trong sơn EP-275 và GO. Có thể giải thích về chỉ tiêu độ bám dính, độ cứng và độ mài mòn được nâng lên khi lớp phủ epoxy kết hợp với GO, đặc biệt độ mài mòn được cải thiện rõ rệt khi kết hợp với GO như sau: về mặt cấu trúc hóa học của GO có chứa các nhóm carboxyl, hydroxyl và epoxy nên dễ dàng liên kết với cả nhựa nền epoxy và chất đóng rắn, tăng tính tương thích với hệ sơn epoxy tạo ra cấu trúc khối vật liệu bền vững hơn [6]. Bên cạnh đó, các hạt GO có độ cứng cao làm tăng độ cứng và tăng tính chịu mài mòn cho lớp phủ epoxy.

Ngoài các đánh giá tính chất cơ lý nêu trên, đã khảo sát độ bền va đập, độ bền uốn và độ dày lớp phủ epoxy. Các kết quả xác định được tổng hợp trong Bảng 4.

Bảng 4. Một số chỉ tiêu cơ lý khác của màng sơn

Tên mẫu	Độ dày màng sơn, μg	Độ bền va đập, kg.cm	Độ bền uốn, mm
MT00	50,2	100	1
MT05	49,7	100	1
MT10	50,8	100	1
MT15	51,3	100	1

Kết quả trong bảng 4 cho thấy, các mẫu sơn được bổ sung bột GO, việc thi công phun phủ dễ dàng, sự khác biệt về độ dày khác nhau không nhiều. Với chỉ tiêu về độ bền va đập và độ bền uốn cho thấy, lớp phủ trên cơ sở nhựa epoxy đạt độ bền va đập cao, độ bền uốn tốt. Việc bổ sung GO không ảnh hưởng nhiều đến các tính chất này.

3.2. Khảo sát khả năng chống ăn mòn

Trong vùng khí hậu biển nhiệt đới, hiệu quả chống ăn mòn kết cấu thép của các lớp phủ đóng vai trò rất quan trọng, vì vậy thực hiện phép thử nghiệm gia tốc mù muối đối với lớp phủ epoxy mang tính thực tiễn ứng dụng cao.

Trong nghiên cứu này, các chỉ tiêu đánh giá bề mặt tấm mẫu thử nghiệm bao gồm: Độ phòng rộp (TCVN 12005-2:2017), độ gỉ (TCVN 12005-3:2017), độ rạn nứt (TCVN 12005-4:2017) và độ bong tróc (TCVN 12005-5:2017). Bề mặt tấm mẫu được đánh giá theo số chu kỳ thử nghiệm (mỗi chu kỳ thử nghiệm là 24 giờ), kết quả cho thấy:

1- Sau 10 chu kỳ thử nghiệm (tương ứng với 240 giờ): Các chỉ tiêu về độ phòng rộp, độ gỉ, độ rạn nứt, độ bong tróc trên bề mặt các tấm mẫu thử nghiệm chưa thay đổi.

2- Sau 20 chu kỳ thử nghiệm (tương ứng với 480 giờ): Bề mặt các tấm mẫu thử nghiệm chưa có sự thay đổi, chưa xuất hiện phòng rộp, chưa gỉ, không có vết rạn nứt và không bong tróc.

3- Sau 30 chu kỳ thử nghiệm (tương ứng với 720 giờ): Chưa xuất hiện sự phồng rộp và bong tróc. Độ phồng rộp và độ bong tróc trên bề mặt các tấm mẫu thử nghiệm được đánh giá là 0 (S0). Tuy nhiên, bề mặt một số tấm mẫu đã xuất hiện gỉ và vết nứt. Bề mặt tấm mẫu MT00 xuất hiện một vài điểm gỉ, độ gỉ được đánh giá ở mức Ri 1. Các vết nứt nhỏ xuất hiện đáng kể, có thể nhìn thấy bằng mắt thường trên bề mặt mẫu MT00, độ rạn nứt được đánh giá là 2 (S1). Trên bề mặt các tấm mẫu MT05 và MT15, các vết nứt hầu như không đáng kể nhưng có thể nhìn thấy khi phóng đại 10 lần, do đó độ rạn nứt được đánh giá là 1 (S1). Độ rạn nứt trên bề mặt tấm mẫu MT10 được đánh giá là 0 (S0). Đánh giá bề mặt các tấm mẫu thử nghiệm sau 30 chu kỳ được tổng hợp trong bảng 5.

Bảng 5. Đánh giá mẫu thử nghiệm sau 30 chu kỳ

Tên mẫu	Độ phồng rộp	Độ gỉ	Độ rạn nứt	Độ bong tróc
MT00	0 (S0)	Ri 1	2 (S1)	0 (S0)
MT05	0 (S0)	Ri 0	2 (S1)	0 (S0)
MT10	0 (S0)	Ri 0	0 (S0)	0 (S0)
MT15	0 (S0)	Ri 0	1 (S1)	0 (S0)

Kết quả đánh giá các chỉ tiêu bề mặt mẫu thử qua thử nghiệm gia tốc mù muối cho thấy, khả năng chống ăn mòn và chịu nước biển của lớp phủ epoxy kết hợp 1,0% GO đạt hiệu quả cao nhất. Lớp phủ epoxy chứa 0,5% hay 1,5% GO đạt hiệu quả thấp hơn, do xuất hiện một số vết nứt nhỏ sau 30 chu kỳ thử nghiệm.

4. KẾT LUẬN

Đã khảo sát, đánh giá và thử nghiệm các lớp phủ epoxy EP-275 kết hợp graphene oxide. Kết quả nghiên cứu cho thấy, với việc bổ sung 0,5% hoặc 1,5% GO vào trong thành phần lớp phủ epoxy, các tính chất cơ lý và hiệu quả chống ăn mòn được nâng lên. Với hàm lượng 1,0% hoặc 1,5% GO trong thành phần lớp phủ epoxy, độ bám dính tăng 3,80%, độ chịu mài mòn tăng cao nhất (13,04%) với lớp phủ epoxy kết hợp 1,0% GO. Tuy nhiên, độ cứng đạt giá trị cao nhất (tăng 8,47%) khi lớp phủ epoxy kết hợp với 1,5% GO. Kết quả thử nghiệm gia tốc mù muối cho thấy, lớp phủ epoxy kết hợp 1,0% GO có khả năng chống ăn mòn tốt nhất. Với những kết quả khảo sát rất khả quan về các tính chất cơ lý và khả năng chống ăn mòn, lớp phủ epoxy kết hợp GO mở ra tiềm năng ứng dụng sơn cho các công trình trên biển nói chung và hướng tới sơn chống hà biển cho các tàu thuyền hoạt động trên biển nói riêng.

LỜI CẢM ƠN

Tập thể tác giả chân thành cảm ơn Phòng thí nghiệm VILAS 938/Viện Độ bền Nhiệt đới đã giúp đỡ để thực hiện các phép thử trên các trang thiết bị của đơn vị.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tidblad J., Mikhailov A., & Kucera V. (2000). *Acid deposition effects on materials in subtropical and tropical climates. Data compilation and temperate climate comparison*. SCI Report 2000:8E, Swedish Corrosion Institute, Stockholm, Sweden.
- [2] Li Y., Zhang X., Cui Y., Wang H. and Wang J. (2019). *Anti-corrosion enhancement of superhydrophobic coating utilizing oxygen vacancy modified potassium titanate whisker*. *Chemical engineering journal*, Vol. 374, pp. 1326 - 1336.
- [3] Li D.W., Wang H. Y., Liu Y., Wei D. S. and Zhao Z. X. (2019). *Large-scale fabrication of durable and robust super-hydrophobic spray coatings with excellent repairable and anti-corrosion performance*. *Chemical engineering journal*, Vol. 367, pp. 169 - 179.
- [4] Ganjaee Sari M., Ramezanzadeh B., Shahbazi M. And Pakdel A. S. (2015). *Influence of nanoclay particles modification by polyester-amide hyperbranched polymer on the corrosion protective performance of the epoxy nanocomposite*. *Corrosion science*, Vol. 92, pp. 162 - 172.
- [5] Tang L. C., Wan, Y. J., Yan D., Pei Y. B., Zhao L., Li Y. B., Wu L. B., Jiang and Lai G. Q. (2013). *The effect of graphene dispersion on the mechanical properties of graphene/epoxy composites*. *Carbon*, Vol. 60, pp. 16 - 27.
- [6] Zhuowei Zhao, Meng Zhou, Wenjie Zhao, Fianfeng Hu and Heqing Fu (2022). *Anti-corrosion epoxy/modified graphene oxide/glass fiber composite coating with dual physical barrier network*. *Progress in organic coatings*, Vol. 167, 106823.
- [7] Priyanka D., Vinuchakravarthi S., Nalini D., Quraishi M. A. and Chauhan D. S. (2022). *Graphene oxide integrated into protective coatings against corrosion for metals and its alloys: A review*. *International Journal of Corrosion and Scale Inhibition*, Vol. 11 (2), pp. 478-506.
- [8] Komarova L. I., Salazkin S. N., Vygodskii Ya. S. and Vinogradova S. V. (1990). *New polymers and polymeric systems based on epoxide oligomers and polyheteroarylenes - Review*. *Polymer science U.S.S.R*, Vol.32 (8), pp.1493-1514.

INVESTIGATING THE EFFECTS OF GRAPHENE OXIDE ON PHYSICO-MECHANICAL AND ANTICORROSIVE PROPERTIES OF EPOXY COATINGS

Nguyen Ngoc Linh¹, Do Dinh Trung^{2*}, Nguyen Van Tung³, Le Tran Uyen Tu⁴

¹ Faculty of Pharmacy, Thanh Do University.

² Institute of Tropical Durability,
Joint Vietnam-Russia Tropical Science and Technology Research.

³ Le Thanh Phuong High School.

⁴ Faculty of Electronics, Electrical Engineering and Material Technology,
University of Sciences, Hue University.

*Email: trungdodinh@mail.ru

ABSTRACT

Vietnam is located in a tropical climate zone, so the problem of corrosion and destruction of metals and alloys under the impact of the marine climate is urgent. Epoxy coating is an excellent material for corrosion prevention in structural metals. Graphene oxide is widely used in metal production due to its good dispersion in the matrix, which creates a coating that isolates metals from corrosive environments. This work presents some survey physico-mechanical properties of epoxy coating EP-275 combined with graphene oxide with different aspect ratios. The physico-mechanical properties and salt spray test of epoxy coating are determined according to Vietnam standards. The results showed that the epoxy coating with the additive of 1,0% graphene oxide, physico-mechanical properties, and anticorrosion got the best results, adhesion increased by 3.80%, hardness increased by 6.78%, abrasion resistance decreased by 13.04%. Blistering, rust, cracking, and flaking were not observed after 30 cycles of salt spray accelerated corrosion testing.

Keywords: Epoxy paint EP-275, graphene oxide, physico-mechanical properties, anticorrosion, salt spray.



Nguyễn Ngọc Linh sinh ngày 06/12/1990 tại Điện Biên. Bà tốt nghiệp cử nhân ngành Hóa học năm 2012 và nhận học vị tiến sĩ năm 2020 tại Trường Đại học Sư phạm Hà Nội. Từ năm 2019 đến nay, bà công tác tại khoa Dược, trường Đại học Thành Đô.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hợp chất cao phân tử và Hóa dược.



Đỗ Đình Trung sinh ngày 29/06/1979 tại Nam Định. Năm 2002, ông tốt nghiệp kỹ sư chuyên ngành Công nghệ Hữu cơ - Hóa dầu tại Đại học Bách khoa Hà Nội. Năm 2011, ông tốt nghiệp tiến sĩ chuyên ngành Vật liệu polymer - composite tại Trường Đại học Công nghệ Hóa học Mendeleev, LB Nga. Hiện nay đang công tác tại Viện Độ bền Nhiệt đới, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu polymer - composite, vật liệu nano composite, vật liệu sơn và lớp phủ, vật liệu phát quang...



Nguyễn Văn Tung sinh ngày 09/04/1978 tại Phú Yên. Năm 2001, ông tốt nghiệp cử nhân ngành Vật lý tại Trường Đại học Sư phạm Quy Nhơn. Năm 2023, ông tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành Vật lý chất rắn. Hiện nay ông là giáo viên, Trường trung học phổ thông Lê Thành Phương, Tuy An, Phú Yên.



Lê Trần Uyên Tú sinh ngày 04/11/1981 tại Thừa Thiên Huế. Năm 2003, bà tốt nghiệp cử nhân ngành Vật lý tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Năm 2007, bà tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành Vật lý Chất rắn. Năm 2013, bà tốt nghiệp tiến sĩ chuyên ngành Khoa học vật liệu tại Nhật Bản. Hiện nay bà là giảng viên, Phó trưởng Khoa Điện - Điện tử - Công nghệ vật liệu, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu áp điện, vật liệu nano...

Khảo sát ảnh hưởng của graphene oxide đến tính chất cơ lý và khả năng chống ăn mòn của lớp phủ epoxy