

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO LỚP PHỦ COMPOSITE TRÊN CƠ SỞ NHỰA ACRYLIC STYRENE VÀ TRO BAY

Hoàng Thị Hương Thủy¹, Đỗ Anh Tuấn², Đinh Ngọc Thức³, Đặng Thị Mỹ Linh⁴

TÓM TẮT

Nội dung bài báo là nghiên cứu chế tạo lớp phủ composite trên cơ sở nhựa acrylic styrene có chứa tro bay, sau đó đánh giá ảnh hưởng của tro bay đến độ bám dính và độ bền mài mòn cát rơi của lớp phủ. Lớp phủ composite không chứa và có chứa hạt tro bay với các hàm lượng khác nhau được nghiên cứu chế tạo và khảo sát tính chất cơ. Kết quả thu được cho thấy đã chế tạo thành công lớp phủ composite trên cơ sở nhựa acrylic styrene có chứa tro bay, sự có mặt tro bay trong lớp phủ có tác dụng cải thiện đáng kể tính chất cơ, trong đó, lớp phủ có hàm lượng tro bay 10% thể hiện những đặc tính tốt nhất trong các công thức lớp phủ đã nghiên cứu.

Từ khóa: Polymer composite, acrylic styrene, tro bay.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Acrylic styrene được sử dụng chủ yếu để sản xuất các loại lớp phủ composite do có độ bền khá cao trong môi trường không khí ẩm, trong môi trường nước và thời tiết nóng ẩm. Tuy nhiên, theo thời gian, dưới tác động của các yếu tố thời tiết gây ra những biến đổi hóa học trong lớp phủ, làm suy giảm các tính chất và mất dần khả năng bảo vệ, trang trí,... [1][2]. Để khắc phục những hạn chế trên, có thể tạo ra các lớp phủ hữu cơ trên cơ sở vật liệu polymer composite như phân tán các hạt oxide kim loại, than đen, tro bay... trong polymer [3][4][5]. Trong đó, tro bay là loại hạt được tạo ra trong quá trình đốt nhiên liệu của các nhà máy nhiệt điện có các ưu điểm như rất bền nhiệt, chống được co ngót kích thước, bền với các loại hóa chất, giá thành rẻ. Tính chất cơ học cao, đặc biệt là độ cứng và độ bền nén lớn [5][6]. Sử dụng tro bay trong việc chế tạo lớp phủ composite không chỉ góp phần giảm tải được sự khan hiếm về nguồn nguyên vật liệu, tiêu thụ được số lượng lớn hạt phế thải này mà còn mang lại những lợi ích về môi trường.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên liệu và hóa chất

Tro bay có hàm lượng $\text{SiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 \geq 86\%$, độ ẩm 0,3%. Dung dịch NaOH 0.5N và dung dịch HCl 36% (hãng Xilong, Trung Quốc).

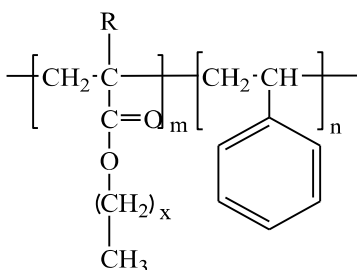
Acrylic styrene Revacryl R4322 do hãng Symthomer sản xuất, cấu trúc hóa học như sau:

¹ Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Hồng Đức; Email: hoangthihuongthuy@hdu.edu.vn

² Học viên cao học Lớp K13 chuyên ngành Hóa học Hữu cơ, Trường Đại học Hồng Đức

³ Phòng Quản lý Khoa học, Công nghệ và Hợp tác quốc tế, Trường Đại học Hồng Đức

⁴ Viện Kỹ thuật Nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam



Trong đó: $n, m = 0, 1, 2, \dots$; $x = 0, 1, 2, 3$

Chất làm đặc 3025, hãng Dow (Mỹ), được pha nước cất với tỷ lệ 1:600 về thể tích.

2.2. Chuẩn bị mẫu

2.2.1. Xử lý bề mặt tro bay

Hạt tro bay mịn được trộn với dung dịch NaOH 0,5N với tỉ lệ 1:15 về khối lượng, đun nóng hỗn hợp đến 90°C trong 6 giờ. Tiến hành rửa bằng nước cất tới khi pH = 7. Phần rắn được sấy ở 100 °C trong 12 giờ. Thu được tro bay đã xử lý bề mặt.

2.2.2. Phân tán tro bay

Các hạt tro bay sau khi xử lý kiềm được đưa vào công thức polymer composite với các tỷ lệ tro bay trong các mẫu như sau: 5%, 10%, 15%, 20%, 30% và 40%. Ban đầu, phân tán tro bay vào phụ gia làm đặc bằng thiết bị rung siêu âm Derui DR-MS1 trong 3h. Khối lượng tro bay và phụ gia làm đặc được lấy như trong bảng 1. Sau đó, thêm vào các mẫu 60g nhựa R4322. Rung siêu âm hỗn hợp trong thời gian 3 giờ.

Bảng 1. Khối lượng tro bay và phụ gia làm đặc trong các mẫu acrylic styrene khác nhau

| | | | | | | | |
|--------------------------------|---|------|------|------|----|-----|----|
| Hàm lượng tro bay (%) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 |
| Khối lượng tro bay (g) | 0 | 1,5 | 3 | 4,5 | 6 | 9 | 12 |
| Khối lượng phụ gia làm đặc (g) | 0 | 0,75 | 1,50 | 2,25 | 3 | 4,5 | 6 |

2.2.3. Chuẩn bị các lớp phủ composite

Các lớp màng nghiên cứu từ các mẫu polymer composite với tỉ lệ tro bay khác nhau được chế tạo bằng dụng cụ khung gạt chiều dày ERICHSEN MODEL 360, với chiều dày ướ́t là 60µm trên bề mặt các tấm kính kích thước 100 x 70 x 4 mm. Sau đó bóc tách lấy màng polymer composite và gắn vào khung cửa sổ bằng vật liệu nhôm và inox để lớp màng khô tự nhiên trong 7 ngày ở phòng thí nghiệm. Màng polymer composite khô thu được có chiều dày khoảng 25µm.

Đối với các thử nghiệm tính chất cơ, màng nghiên cứu được chế tạo trên bề mặt các tấm bê tông kích thước 150 x 100 x 10 mm, sau đó để khô tự nhiên trong 7 ngày.

2.3. Phương pháp phân tích, thử nghiệm

Phân tích hình thái cấu trúc FE-SEM: Hình thái bề mặt của tro bay và vật liệu composite được phân tích bằng kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FE-SEM) S 4800 (Hitachi, Nhật Bản).

Phân tích phổ hồng ngoại FT-IR: Đặc trưng các nhóm cấu trúc của tro bay và các lớp phủ polymer composite được phân tích bởi thiết bị quang phổ FT-IR (NEXUS 670, Nicolet).

Xác định độ bám dính: Độ bám dính của màng polymer composite được xác định theo TCVN 2097:1993. Dùng dao sắc nhọn và thước kẻ các vết cắt lên màng polymer composite với tốc độ không đổi tạo ra các vết cắt ăn sâu vào tấm mẫu, song song và vuông góc với nhau, cách nhau 3mm. Xác định độ bám dính trên cơ sở diện tích màng bị bong tróc.

Xác định độ bền mài mòn cát rơi: Độ bền mài mòn cát rơi của lớp phủ hữu cơ được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D968-15 bằng cách cho rơi cát qua một ống xuống một lớp phủ polymer composite trên tấm bê tông đến khi bề mặt mẫu có sự mài mòn có thể quan sát. Thể tích cát đã được sử dụng trên một đơn vị chiều dày màng sơn là độ bền mài mòn của lớp phủ, được tính bằng lit/mil (1 mil = 25 μ m). Công thức độ bền mài mòn cát rơi như sau:

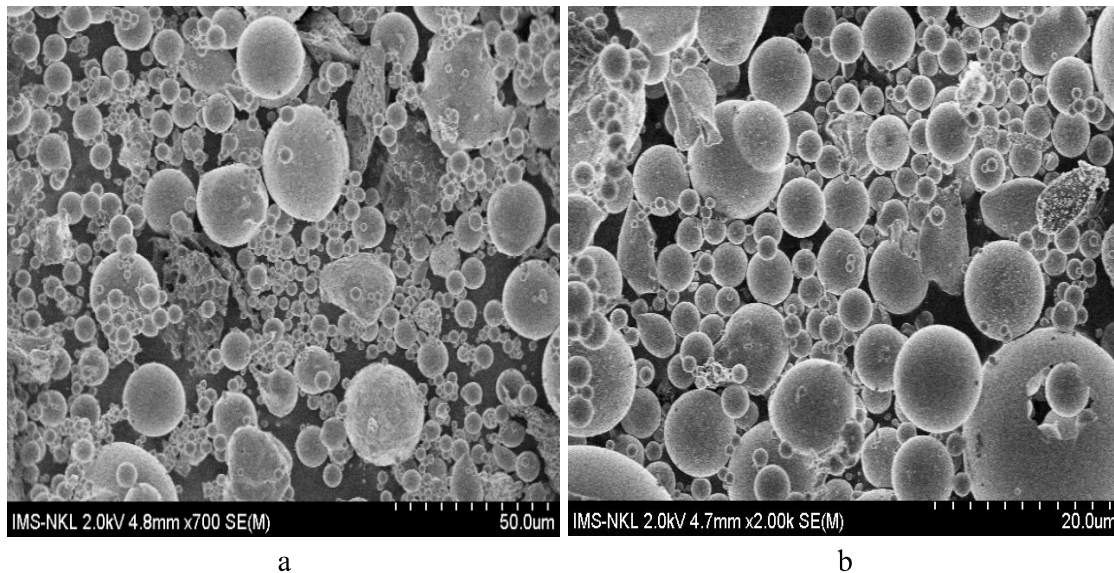
$$\text{Độ bền mài mòn} = V/d \text{ (l/mil)}$$

Trong đó: V là thể tích cát (l); d là chiều dày lớp phủ (mil)

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hình thái cấu trúc hạt tro bay

Kết quả hình thái cấu trúc và kích thước của hạt tro bay ban đầu và sau khi xử lý kiềm được thể hiện ở hình 1.

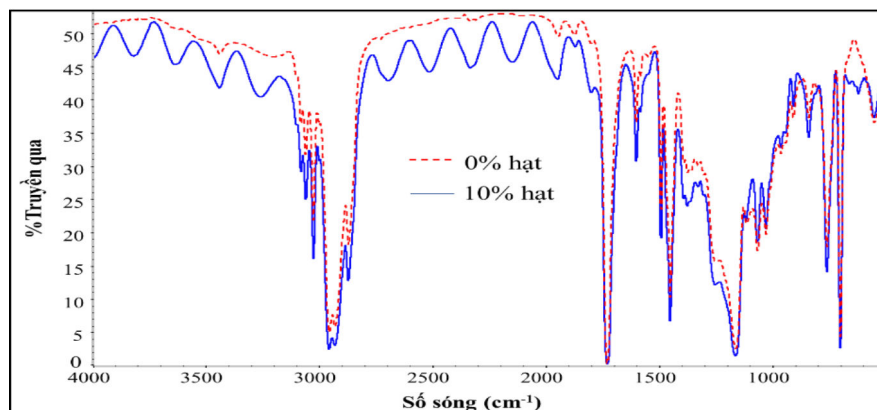


Hình 1. Ảnh SEM của hạt tro bay trước và sau khi xử lý bằng NaOH 0,5N

Hình dạng của các hạt tro bay thô ban đầu được thể hiện ở hình 1a. Hầu hết các hạt có hình cầu và kích thước nhỏ khoảng vài μ m đến vài chục μ m (Hình 1a). Hạt tro bay cần được xử lý để các hạt sạch hơn và tăng cường sự tiếp xúc bề mặt hơn trước khi sử dụng làm phụ gia cho sơn acrylic và các vật liệu polymer. Hình 1b cho thấy tro bay xử lý bằng kiềm bề mặt của tro bay đã bị ăn mòn đáng kể bởi dung dịch NaOH 0,5N. Bề mặt trở nên nhám hơn, gồ ghề hơn, diện tích bề mặt tăng. Từ đó, làm tăng khả năng tiếp xúc và liên kết pha với các phân tử polyme trong các tổ hợp vật liệu polymer.

3.2. Phổ hồng ngoại của các lớp phủ

Phổ hồng ngoại của 02 mẫu đại diện 0% và 10% được trình bày ở hình 2.



Hình 2. Phổ hồng ngoại của lớp acrylic styrene chứa 0% và 10% tro bay

Từ kết quả phổ hồng ngoại hình 2 nhận thấy các vân phổ hồng ngoại xuất hiện trên cả hai mẫu lớp phủ:

Vân phổ 2950 cm^{-1} đặc trưng cho dao động hóa trị của CH no

Vân phổ 1750 cm^{-1} đặc trưng cho dao động hóa trị của nhóm C=O

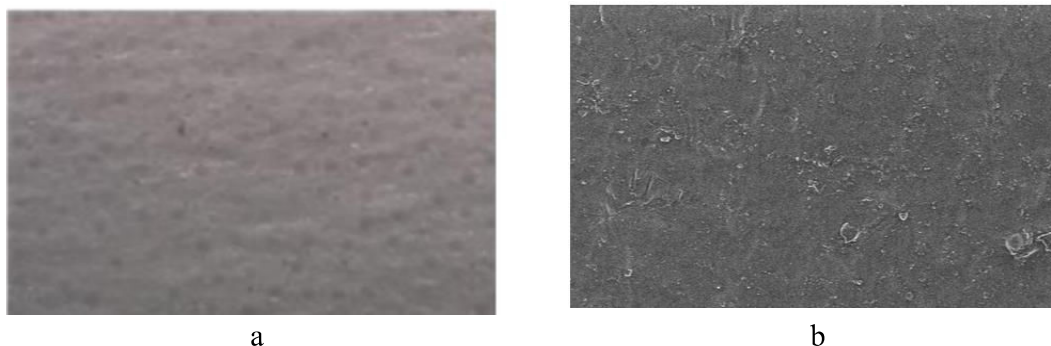
Vân phổ 1450 cm^{-1} đặc trưng cho dao động biến dạng của nhóm CH_3

Vân phổ 1150 cm^{-1} đặc trưng cho dao động hóa trị của C–O, C–C

Vân phổ 760 cm^{-1} và 702 cm^{-1} đặc trưng cho dao động hóa trị của C–H trong nhân thơm styrene.

So sánh giữa phổ hồng ngoại của hai lớp phủ acrylic styrene chứa 0% và 10% hàm lượng hạt tro bay, nhận thấy không có sự thay đổi vị trí của các vân phổ mà chỉ thay đổi về độ truyền qua điều này chứng tỏ tro bay không làm ảnh hưởng đến đặc điểm của acrylic styrene.

3.3. Hình thái cấu trúc của lớp phủ



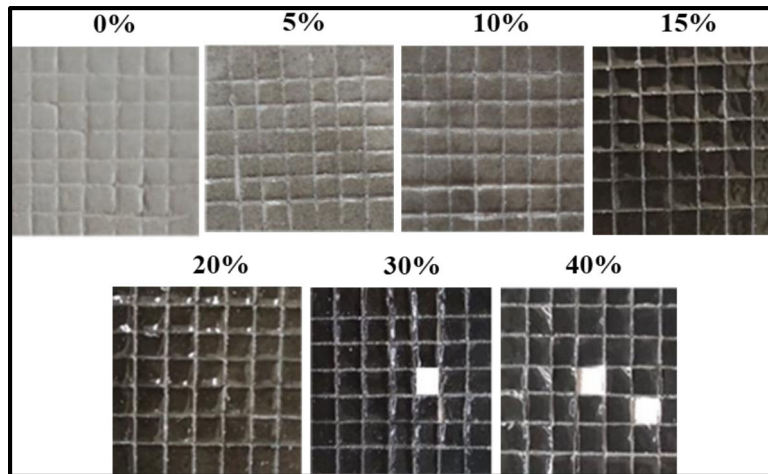
Hình 3. Ảnh FE-SEM của lớp phủ không chứa hạt tro bay (a) chứa 10% hạt tro bay (b)

Ảnh FE-SEM của lớp phủ polymer composite không chứa và chứa 10% hạt tro bay cho thấy các hạt tro bay phân tán tương đối đồng đều trong lớp phủ, kích thước hạt khá nhỏ, lớp phủ có cấu trúc hình thái chặt chẽ, bề mặt lớp phủ tương đối mịn màng. Tổng thể cấu trúc của polymer composite bền chặt, không quan sát thấy khuyết tật, vết rạn nứt và lỗ hổng.

3.4. Khảo sát tính chất cơ lý của màng polymer composite

3.4.1. Độ bám dính

Độ bám dính là một trong những tính chất quan trọng để giữ tính ổn định và bảo vệ cho màng polymer composite. Độ bám dính của lớp phủ chứa các hạt tro bay và lớp phủ không chứa hạt tro bay trên cơ sở nhựa acrylic styrene được trình bày ở hình 4.



Hình 4. Hình ảnh bám dính của lớp phủ chứa hạt tro bay hàm lượng khác nhau

Từ hình 4 cho thấy:

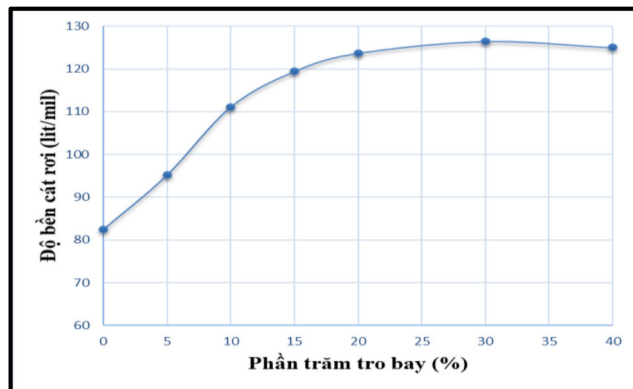
Đối với các mẫu có chứa 0%, 5%, 10% các vết cắt rõ ràng và chưa có sự bong tróc, tương ứng với độ bám dính đạt điểm 1 (theo TCVN 2097-1993).

Các mẫu có chứa 15% và 20% tro bay, các mép vết cắt có sự bong tróc nhẹ, tương ứng với độ bám dính đạt điểm 2.

Các mẫu chứa 30% và 40% tro bay, các mép vết cắt có sự bong tróc nặng, tương ứng với độ bám dính đạt điểm 3 và 4. Hơn nữa, khi hàm lượng tro bay > 10%, màng sơn bị sẫm màu hơn.

3.4.2. Độ bền mài mòn cát rơi

Ảnh hưởng của hạt tro bay đến độ mài mòn cát rơi của lớp phủ trên cơ sở acrylic styrene R4322 với các tỷ lệ tro bay khác nhau được trình bày ở hình 5.



Hình 5. Độ bền mài mòn cát rơi của các lớp phủ có tỷ lệ tro bay khác nhau

Độ bền mài mòn cát rơi trên hình 5 cho thấy: khi hàm lượng các hạt tro bay tăng từ 0% đến 40%, độ bền mài mòn cát rơi của lớp phủ tăng lên. Tuy nhiên, chỉ tăng mạnh ở tỷ lệ $\leq 10\%$. Điều này được giải thích do hàm lượng tro bay lớn hơn, các hạt tro bay có thể không được bao bọc hoàn toàn bởi các phân tử polymer do vậy tương tác giữa tro bay với polymer kém đi.

Từ kết quả tính chất chất cơ của màng polymer composite cho thấy hàm lượng hạt tro bay thích hợp cần cho vào acrylic styrene là 10%. Ở hàm lượng cao hơn độ bền mài mòn cát rơi có thể tăng thêm chút ít nhưng độ bám dính lại giảm mạnh.

4. KẾT LUẬN

Hạt tro bay phân tán khá đồng đều trong màng sơn, sự có mặt của tro bay không làm ảnh hưởng đến đặc điểm cấu trúc của acrylic styren. Kết quả khảo sát độ bám dính và độ mài mòn cát rơi cho thấy hàm lượng tro bay thích hợp cho chế tạo lớp phủ composite trên cơ sở nhựa acrylic styren và tro bay là 10%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. R. Reports (2017), *Decorative Paints & Coatings Market by Resin Type (Acrylic, Alkyd, Polyurethane), Product Type (Emulsion, Enamel, Wood Coating), Technology (Water-Based, Solvent-Based), Application (Residential, Non-Residential), and Region - Global Forecast to 2021*, (Report code: CH 5214).
- [2] Tien V.V., T. Vuong N., M. Tabish, S. Ibrahim, T. H. Thuy H., Ram K. G., T. M. Linh D., T. Anh N., Ghulam Y. (2021), *Water-Borne ZnO/Acrylic Nanocoating: Fabrication, Characterization, and Properties*.
- [3] H. T. H. Thuy, H. T. Ha, N. T. Vuong, N.T. Anh (2022), The Alkaline Resistance of Waterborne Acrylic Polymer/SiO₂ Nanocomposite Coatings, *Hindawi - Journal of Analytical Methods in Chemistry*.
- [4] Massoud M., Yasser Ha., Mehdi K. (2016), Effect of nano-silica on the mechanical properties of acrylic polyurethane coatings, *Progress in Organic Coatings*, vol.101, 477-485.
- [5] Elena, V. Fomenko, Natalia N. anshits, M. V Pankova, L. A. Solovyov, A. G. Anshits (2011), Fly ash cenospheres: composition, morphology, structure, and helium permeability, *World and Coal Ash (VOCA) Conferences*.
- [6] T. Hoàng, N. V. Giang, Đ. Q. Thâm, N. T. Chinh (2011), Nghiên cứu điều kiện chế tạo, hình thái cấu trúc và tính chất nhiệt của vật liệu composite trên cơ sở polyetylen và tro bay, *Tạp chí Hóa học*, 49 (5), 567-572.

PRODUCTION OF COMPOSITE COAT ON THE BASIS OF ACRYLIC STYRENE PLASTIC AND FLY ASH

Hoang Thi Huong Thuy, Do Anh Tuan, Dinh Ngoc Thuc, Dang Thi My Linh

ABSTRACT

The content of the article is to study and fabricate composite coatings based on acrylic styrene resin containing fly ash, then evaluate the influence of fly ash on adhesion and abrasion

resistance to falling sand of the coating. Composite coatings that do not contain and contain fly ash particles with different concentrations have been studied, fabricated and investigated for mechanical properties. The obtained results show that a composite coating has been successfully fabricated on the basis of styrene acrylic resin containing fly ash, the presence of fly ash in the coating significantly improves the mechanical properties, in which, the coating has 10% fly ash content exhibits the best properties of the coating formulations studied.

Keywords: *Polymer composite, acrylic styrene, fly ash.*

* Ngày nộp bài: 25/5/2022; Ngày gửi phản biện: 25/5/2022; Ngày duyệt đăng: 27/10/2022

* Bài báo này là kết quả nghiên cứu từ đề tài cấp cơ sở, Mã số đề tài ĐT-2021-14 của Trường Đại học Hồng Đức.