



NANOCOMPOSITE COATINGS BASED ON EPOXY RESIN AND NANO-SiO₂ FROM RICE HUSK ASH: MECHANICAL PROPERTIES AND ANTI-CORROSION TO CT3 CARBON STEEL

Nguyen Thi Mai¹, Lai Thi Hoan¹, Hoang Thi Huong Thuy², Vu Trung Hieu³,
Dang Thi My Linh⁴, Nguyen Thien Vuong^{4,5,*}

¹University of Transport and Communications, No 3 Cau Giay Street, Hanoi, Vietnam

²Hong Duc University, 565 Quang Trung, Dong Ve, Thanh Hoa city, Thanh Hoa province, Vietnam

³University of Transport Technology, 54 Trieu Khuc, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam

⁴Institute for Tropical Technology, VAST, 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi, Vietnam

⁵Graduate University of Science and Technology, VAST, 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi, Vietnam

ARTICLE INFO

TYPE: Research Article

Received: 14/10/2020

Revised: 24/11/2020

Accepted: 25/11/2020

Published online: 28/12/2020

<https://doi.org/10.47869/tcsj.71.9.2>

* *Corresponding author*

Email: vuongvast@gmail.com; Tel: 0983 445 952

Abstract. The purpose of this paper is to successfully fabricate SiO₂ nanoparticles from rice husk ash and use them as an additive to enhance the mechanical properties and anti-corrosion of epoxy coatings. The analytical results showed that SiO₂ nanoparticles synthesized from rice husk ash have amorphous phase structure and a particle shape with an average size of ~ 15 nm. The rice husk ash SiO₂ nanoparticles with a content of 2.5% have markedly improved the mechanical properties and the anti-corrosion to CT3 carbon steel of the coating based on epoxy resin and polyamine. The coating has good mechanical properties and high anti-corrosion, and has great potential for use as a primer to protect the steel against metal corrosion.

Keywords: Rice husk ash, nano-SiO₂, epoxy coating, anti-corrosion.



LỚP PHỦ NANOCOMPOSITE EPOXY/NANO SiO₂ TRO TRÁU: TÍNH CHẤT CƠ VÀ KHẢ NĂNG CHỐNG ẪN MÒN THÉP CARBON CT3

Nguyễn Thị Mai¹, Lại Thị Hoan¹, Hoàng Thị Hương Thủy², Vũ Trung Hiếu³,
Đặng Thị Mỹ Linh⁴, Nguyễn Thiên Vương^{4,5*}

¹Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

²Trường Đại học Hồng Đức, Số 565, Quang Trung 3, Đông Vệ, TP. Thanh Hóa, tỉnh Thanh Hóa

³Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải, Số 54, Triều Khúc, Hà Nội, Việt Nam

⁴Viện Kỹ thuật nhiệt đới, Viện Hàn Lâm Khoa Học và Công Nghệ Việt Nam, Số 18, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

⁵Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn Lâm Khoa Học và Công Nghệ Việt Nam, Số 18, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 14/10/2020

Ngày nhận bài sửa: 24/11/2020

Ngày chấp nhận đăng: 25/11/2020

Ngày xuất bản Online: 28/12/2020

<https://doi.org/10.47869/tcsj.71.9.2>

* Tác giả liên hệ

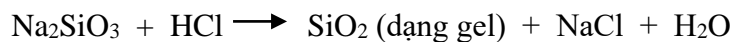
Email: vuongvast@gmail.com; Tel: 0983 445 952

Tóm tắt: Mục đích của công trình này là chế tạo thành công các hạt nano SiO₂ bằng phương pháp kết tủa từ tro trấu nung ở nhiệt độ 700 °C. Các kết quả phân tích cho thấy các hạt nano SiO₂ có cấu trúc pha vô định hình và kích thước trung bình ~ 15 nm, kết tụ lại thành những đám hạt có kích thước lớn hơn và có dạng xốp. Việc bổ sung thêm 2,5% các hạt nano SiO₂ tro trấu vào công thức lớp phủ đã cải thiện đáng kể các tính chất cơ của lớp phủ trên cơ sở nhựa epoxy và polyamin. Độ bền va đập tăng từ 175 kg.cm lên 190 kg.cm; độ bền mài mòn tăng từ 82,9 lit/mil lên 108,5 lit/mil và cải thiện đáng kể khả năng chống ăn mòn thép carbon CT3. Lớp phủ có tính chất cơ lý tốt và khả năng chống ăn mòn cao, có tiềm năng lớn ứng dụng làm lớp sơn lót để bảo vệ chống ăn mòn kim loại.

Từ khóa: Tro trấu, nano SiO₂, lớp phủ epoxy, chống ăn mòn.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, vật liệu phế phẩm từ ngành nông nghiệp được ứng dụng rộng rãi trong thực tiễn như sử dụng làm chất đốt, phân bón, vật liệu xử lý nước thải, sản xuất điện...[1-3]. Trong đó, vỏ trấu được ứng dụng trong rất nhiều lĩnh vực như: chế tạo làm củi trấu, trấu viên dùng cho các lò hơi công nghiệp thay cho than đá hoặc lò gas có công suất lớn tại các khu công nghiệp [4-6]. Ở Việt nam, nhiều nhà sản xuất đã sử dụng vỏ trấu để làm củi trấu, gỗ, thiết bị lọc nước và làm điện cực cho pin Lithium-ion. Ngoài ra, vỏ trấu và tro trấu còn có khả năng ứng dụng nhiều trong các lĩnh vực xây dựng và công nghiệp như: sản xuất gạch, bê tông siêu nhẹ (tro vỏ trấu thay thế khoảng 20% xi măng thì sẽ mang lại hiệu quả rất cao cho bê tông), vật liệu bảo ôn (cách nhiệt và chống cháy) [7-8]. Đặc biệt, silica từ vỏ trấu được ứng dụng làm phụ gia bê tông và vật liệu xây dựng, chế tạo sơn kháng khuẩn và sơn chống đạn,... Thành phần trong tro trấu bao gồm chủ yếu là SiO_2 và một lượng nhỏ các thành phần vô cơ khác như Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O . Do đó, ngoài việc nghiên cứu các điều kiện tổng hợp ảnh hưởng đến kích thước hạt, hình dạng hạt thì các nghiên cứu cũng đề cập đến độ tinh khiết của sản phẩm. Các phương pháp chính để sản xuất nano SiO_2 từ vỏ trấu có thể được chia thành hai nhóm chính: phương pháp nhiệt học và phương pháp hóa học [9]. Bằng phương pháp nhiệt học, nhóm nghiên cứu của Ragini [10] đã thu được SiO_2 vô định hình từ trấu lúa với hiệu quả tách lớn nhất khi sử dụng lò điện để xử lý trấu ở nhiệt độ 700°C trong 6 giờ. Silica với độ tinh khiết 95,55% cũng thu được từ tro trấu bằng quá trình tách sử dụng axit sau khi xử lý nhiệt ở 600°C bằng lò đốt không sử dụng oxygen [11]. Quá trình xử lý axit sau khi nhiệt phân trấu được thực hiện với mục đích loại bỏ các oxide kim loại khỏi thành phần của trấu. Phương pháp hóa học bao gồm giai đoạn tách bằng kiềm và sau đó trung hòa bằng axit là phương pháp hiệu quả và đơn giản để thu được SiO_2 từ tro trấu. Phương pháp hóa học đã được Kalapathy [12] và cộng sự tiến hành như sau: tro trấu được đun hồi lưu trong dung dịch NaOH 1N trong 1 giờ để hòa tan SiO_2 thành dung dịch Na_2SiO_3 . Sau đó, SiO_2 ở dạng gel được tạo thành bằng cách kết tủa dung dịch Na_2SiO_3 bằng HCl 1N trong 18 giờ. Các phản ứng diễn ra như sau:



Theo báo cáo của nhóm tác giả Yuvakkumar [13], bằng cách sử dụng dung dịch NaOH 2,5N để hòa tách silica và kết tủa bằng dung dịch H_2SO_4 , hạt nano SiO_2 thu được có độ tinh khiết cao (99,90%) với kích thước hạt khoảng 25 nm và diện tích bề mặt riêng là $247 \text{ m}^2/\text{g}$.

Vỏ trấu là nguồn nguyên liệu thô tiềm năng cho việc tách chiết hạt silica vì hàm lượng silica trong vỏ trấu cao. Hơn nữa, tái sử dụng tro trấu để chế tạo vật liệu gắn liền với việc bảo vệ môi trường. Đặc biệt đối với Việt Nam là quốc gia xuất khẩu gạo đứng thứ hai thế giới, việc sử dụng phế phẩm nông nghiệp là vỏ trấu vừa góp phần làm giảm gánh nặng môi trường vừa có nguồn cung cấp nguyên liệu dồi dào. Việc chế tạo và ứng dụng các hạt nano SiO_2 từ tro trấu thu hút sự quan tâm rất lớn. Vào tháng 04 năm 2017, Viện Hàn lâm KHCNVN đã phối hợp với Công ty TNHH Đầu tư và Phát triển SBS tổ chức Chương trình hợp tác quốc tế “Giải pháp công nghệ toàn diện” và Hội thảo “Nghiên cứu, sản xuất, ứng dụng Silica và Nano silica từ trấu”. Các tác giả Lê Văn Hải, Nguyễn Văn Tuấn và các cộng sự đã thành công trong

việc chế tạo các hạt nano SiO₂ từ tro trấu và ứng dụng làm phụ gia bê tông. Nhóm nghiên cứu của tác giả Nguyễn Trí Tuấn [14] thuộc trường Đại học Cần Thơ cũng đưa ra một phương pháp kết tủa đơn giản để tổng hợp hạt nano SiO₂ từ tro vỏ trấu sử dụng làm vật liệu xây dựng. Hạt nano SiO₂ tổng hợp được có cấu trúc vô định hình, kích thước hạt trung bình khoảng 15 nm. Trong một nghiên cứu khác, tác giả Nguyễn Văn Hưng [15] đã báo cáo kết quả về chế tạo vật liệu nano SiO₂ có kích thước hạt bé, độ xốp cao và diện tích bề mặt riêng lớn bằng cách hòa tan tro trấu trong dung dịch NaOH, sau đó tạo gel trong môi trường axit. Tính chất hấp phụ của vật liệu được đánh giá thông qua khả năng loại bỏ hợp chất màu xanh methylene ở nồng độ cao trong nước. Mặc dù đã có nhiều công trình nghiên cứu điều chế các hạt nano SiO₂ tro trấu và ứng dụng chúng trong nhiều lĩnh vực. Tuy nhiên, chỉ có một số ít các công trình nghiên cứu ứng dụng trong lĩnh vực lớp phủ hữu cơ. Với mục đích nghiên cứu ứng dụng, tập đoàn sơn KOVA đã thành công trong việc sử dụng các hạt nano SiO₂ từ tro trấu để chế tạo sơn kháng khuẩn và sơn chống đạn. Trong nghiên cứu của Nguyễn Thiên Vương và cộng sự đã chỉ ra rằng các hạt nano SiO₂ từ tro trấu có khả năng cải thiện lớn tính chất cơ lý, độ bền nhiệt và độ bền thời tiết, độ bền kiềm và độ bền axit của lớp phủ trên cơ sở nhựa acrylic nhũ tương và polyurethane acrylic [16-18].

Trong bài báo này sẽ trình bày một số kết quả nghiên cứu tính chất cơ lý và khả năng chống ăn mòn thép CT3 của lớp phủ epoxy đóng rắn bằng polyamin chứa các hạt nano SiO₂ tro trấu.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên liệu và hóa chất

2.1.1. Nguyên liệu và hóa chất tổng hợp hạt nano tro trấu

Trấu lúa: được cung cấp bởi Nhà máy xay xát gạo và chế biến nông sản, Công ty TNHH Hùng Cúc, Khu công nghiệp Xuân Quang, Đông Xuân, Đông Hưng, Thái Bình, Việt Nam.

NaOH (99%) và HCl (36%), được cung cấp bởi Xilong Chemical Co., Ltd., Trung Quốc.

2.1.2. Nguyên liệu và hóa chất chế tạo lớp phủ

+ Nhựa epoxy DER 671X75 (Dow Chemicals) có đương lượng epoxy (EEW) 430-480 g/eq, hàm lượng nhóm epoxy 9-10 %, độ nhớt ở 25°C là 7500-11500 mPa.s, khối lượng riêng ở 25 °C là 1,09 g/cm³, hàm lượng rắn 78 %.

+ Chất đóng rắn polyamide Epicure 3125 (Hexion) có chỉ số amin 330-360 mgKOH/g, đương lượng amin (AHEW) 127 g/eq, độ nhớt ở 40 °C 8000-12000 cP, hàm lượng rắn 70 %.

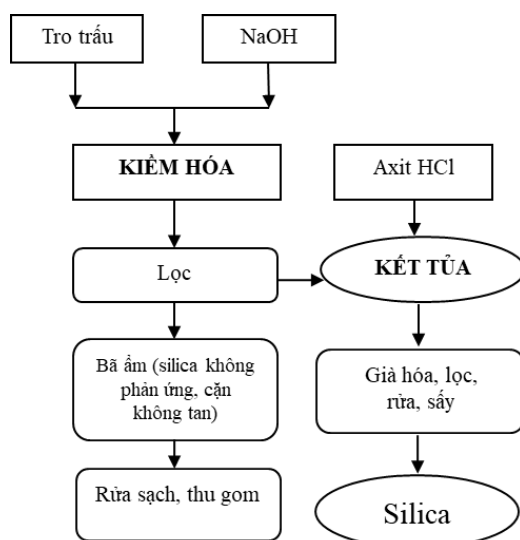
+ Hỗn hợp dung môi toluene và xylen của Trung Quốc với tỷ lệ 1/1

2.2. Chế tạo mẫu

2.2.1. Quy trình tổng hợp hạt nano SiO₂ từ tro trấu

Trước tiên, trấu lúa được rửa và sấy khô, sau đó được nung ở nhiệt độ 700 °C trong lò Naberthem (Đức) trong 4 giờ để tạo thành tro trấu. Tro trấu thu được được nghiền mịn bằng cách sử dụng thiết bị nghiền bi (Orto Alresa Alvarez Redondo, Tây Ban Nha) trong 24 giờ.

Quy trình tổng hợp các hạt nano silica từ tro trấu được trình bày trên sơ đồ 1:



Sơ đồ 1. Quy trình tổng hợp các hạt nano silica từ tro trấu.

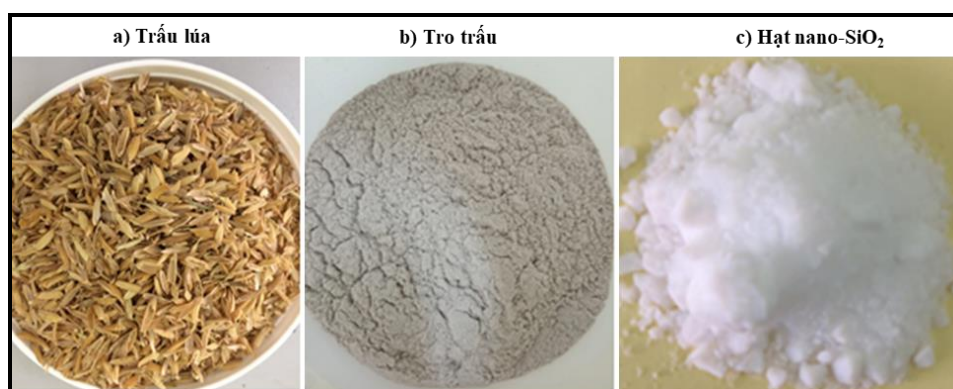
+ Bước 1: Phản ứng kiềm hóa được thực hiện trong thiết bị kín bằng thép không gỉ. Tro trấu phân hủy trong môi trường kiềm nóng ở nhiệt độ thích hợp trong khoảng 3–4 h. Sau khi phản ứng kết thúc, tiến hành lọc bỏ phần bã, thu được dung dịch lỏng.

+ Bước 2: Dung dịch lỏng thu được tiếp tục phản ứng với dung dịch axit HCl để thu được kết tủa Si(OH)_4 .

+ Bước 3: Bùn lỏng được làm già trong 24 giờ, sau đó lọc rửa nhiều lần bằng nước cất nóng để loại bỏ các tạp chất tan, thu được kết tủa.

+ Bước 4: Thu sản phẩm: chất rắn được sấy khô ở 105 °C trong 24 giờ, thu được các hạt nano silica.

Hình ảnh trấu lúa, tro trấu và hạt nano silica (SiO_2) tự tổng hợp được trình bày trên hình 1.



Hình 1. Ảnh chụp trấu lúa (a), tro trấu (b) và hạt nano SiO_2 tổng hợp từ tro trấu(c).

2.2.2. Chế tạo các mẫu sơn

Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng hàm lượng hạt nano SiO_2 tro trấu sử dụng 2,5% là thích hợp nhất, ở hàm lượng cao hơn dẫn đến sự kết khối lớn trong vật liệu [19]. Do vậy, trong nghiên cứu này, hàm lượng hạt SiO_2 tro trấu được sử dụng là 2,5 % so với tổng khối lượng nhựa rắn (bao gồm tổng phần rắn của nhựa epoxy và chất đóng rắn). Hỗn hợp dung môi toluen và xylene được thêm vào với tỉ lệ khối lượng sao cho thu được mẫu có hàm lượng phần

rắn là 60 %. Nhựa epoxy der 671-X75 và tác nhân khâu mạch polyamin Epicure 3125 được trộn với nhau theo tỷ lệ 2,3/1 (theo hướng dẫn của nhà cung cấp) ngay trước khi chế tạo màng sơn. Tỷ lệ các thành phần trong công thức sơn được trình bày trên bảng 1.

Bảng 1. Thành phần các chất chế tạo mẫu.

TT	Thành phần	Mẫu 0%	Mẫu 2,5%
1	Dung dịch nhựa epoxy DER 671X75 (78%)	100	100
2	Toluen	18	18
3	Xylen	18	18
4	Hạt nano SiO ₂ tro trấu	0	2,7
5	Chất đóng rắn polyamide Epicure 3125 (70%)	43,5	43,5

Trước tiên, hạt nano được phân tán trong dung môi toluen và xylen sử dụng thiết bị rung siêu âm TPC-25 (Thụy Sĩ) trong 3 h. Tiếp theo, thêm nhựa epoxy vào và khuấy trộn bằng máy khuấy Ika RW16 Basic Mixer (MX315) trong 1 h. Dung dịch này được trộn hợp với chất đóng rắn polyamide Epicure 3125 sử dụng máy khuấy Ika RW16 Basic Mixer (MX315) trong 15 phút ngay trước khi chế tạo màng.

Các lớp phủ nghiên cứu được tạo màng bằng cách phun với chiều dày ướt là 60 μm (tương ứng với chiều dày khô là 30 μm) trên bề mặt các vật liệu nền tấm thép CT3, kính tùy theo các tiêu chuẩn của phương pháp nghiên cứu.

2.3. Phương pháp phân tích, thử nghiệm

2.3.1. Kính hiển vi điện tử quét FE-SEM

Hình thái của hạt nano SiO₂ tro trấu và bề mặt màng sơn được phân tích bằng kính hiển vi điện tử phát xạ trường S-4800 FE-SEM (Hitachi, Nhật Bản).

2.3.2. Kính hiển vi điện tử truyền qua TEM

Hình thái cấu trúc và kích thước của hạt SiO₂ cũng được quan sát trên máy kính hiển vi điện tử truyền qua TEM - JEM 2100 (Jeol, Nhật Bản).

2.3.3. Phổ hồng ngoại

Đặc trưng phổ hồng ngoại của các hạt nano SiO₂ tro trấu được xác định trên máy Thermo Nicolet Nexus 670 FTIR (Mỹ) ở dạng ép viên với KBr rắn.

2.3.4. Phổ UV-Vis

Đặc trưng phổ tử ngoại khả kiến (UV-Vis) của hạt nano SiO₂ tro trấu được phân tích trên máy GBC CITRA 40.

2.3.5 Phương pháp xác định các tính chất cơ

+ Độ cứng tương đối của các mẫu màng sơn được xác định bằng dụng cụ PENDULUM DAMPING TESTER modern 299/300 của CHLB Đức, theo tiêu chuẩn PERSOZ (NFT30-

016).

+ Độ bền cát rơi của các mẫu màng sơn được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D968.

+ Độ bám dính được xác định bằng dụng cụ Elcometer Cross Hach Cutter của Anh, theo tiêu chuẩn ISO 2409.

+ Độ bền va đập của các mẫu màng sơn được xác định bằng dụng cụ IMPACT TESTER, model 304 của Cộng Hòa Liên Bang Đức theo tiêu chuẩn ISO 6272.

2.3.6. Thử nghiệm phun muối

Thử nghiệm phun muối được thực hiện trong buồng Q-FOGCCT-600 theo tiêu chuẩn ASTM B117. Dung dịch NaCl 5% được phun lên các mẫu trong quá trình thử nghiệm ở 35 °C.

Các màng sơn để quan sát điểm gỉ có chiều dày 30 μm được chế tạo trên các tấm thép carbon CT3 có kích thước 100×150×1 mm.

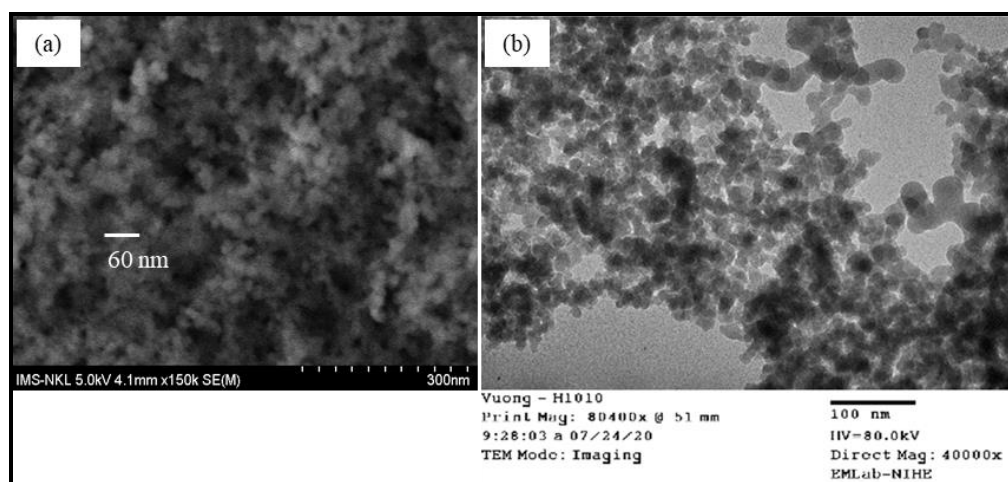
Các mẫu để quan sát điểm gỉ sau khi màng sơn khô được tạo một cách thủ công các vết trầy xước với chiều rộng khoảng 110 μm trên bề mặt của từng mẫu bằng dao cắt theo tiêu chuẩn ISO 17872. Các tấm mẫu thử nghiệm được đặt song song với nhau và nghiêng 20° so với phương thẳng đứng. Các mẫu được quan sát trước và sau khi thử nghiệm.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc trưng của hạt nano SiO₂ tro trấu

3.1.1. Hình thái, kích thước của hạt nano SiO₂ tro trấu

Hình thái và kích thước của hạt nano SiO₂ tổng hợp từ tro trấu được khảo sát thông qua phân tích FE-SEM và TEM. Kết quả thu được trình bày trên hình 2.

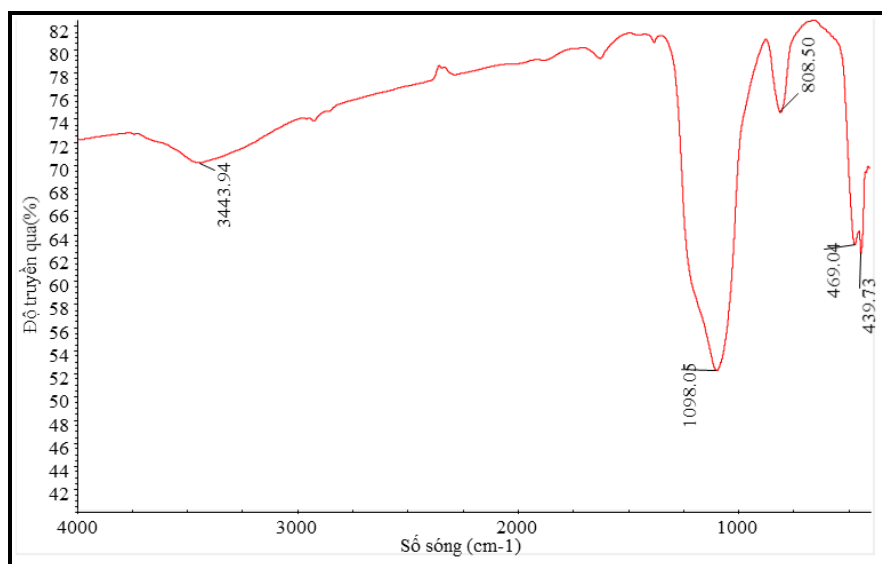


Hình 2. Ảnh FE-SEM (a) và TEM (b) của hạt nano SiO₂ tro trấu.

Ảnh FE-SEM và TEM (Hình 2) cho thấy hạt nano SiO₂ tro trấu tổng hợp được có cấu trúc vô định hình, các hạt có kích thước khá đồng đều cỡ 15 nm. Các hạt nano SiO₂ này có xu hướng kết tụ lại với nhau tạo thành một đám hạt có dạng xốp.

3.1.2. Đặc trưng phổ hồng ngoại và phổ tử ngoại khả kiến của các hạt nano SiO₂ tro trấu

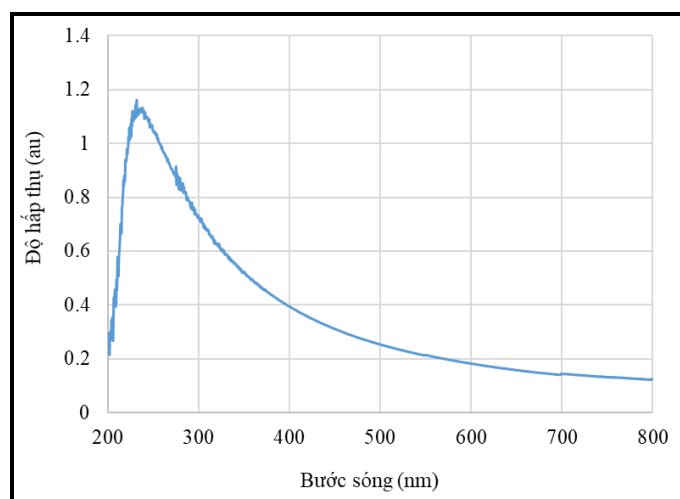
Phổ hồng ngoại của các hạt nano SiO₂ tro trấu trình bày trên Hình 3.



Hình 3. Phổ IR của các hạt nano SiO₂ tro trấu.

Hình 3 cho thấy sự xuất hiện của vân phổ hấp thụ ở 3443 cm⁻¹ đặc trưng cho dao động hóa trị của nhóm -OH. Các vân phổ hấp thụ ở 1098 cm⁻¹, 808 cm⁻¹ và 469 cm⁻¹ lần lượt tương ứng với các dao động hóa trị bất đối xứng, dao động hóa trị đối xứng và dao động biến dạng của nhóm Si-O [20].

Đặc trưng phổ hấp thụ UV-Vis của hạt nano SiO₂ tro trấu trình bày trên hình 4.



Hình 4. Phổ UV-Vis của hạt nano SiO₂ tro trấu.

Hình 4 cho thấy phổ hấp thụ UV-Vis của hạt nano SiO₂ tổng hợp từ tro trấu có đỉnh hấp thụ cực đại λ_{max} ở vùng tử ngoại gần - khoảng 230 nm, đặc trưng cho cho các liên kết đôi Si=O [17].

3.2. Tính chất cơ của màng sơn epoxy chứa hạt nano SiO₂ tro trấu

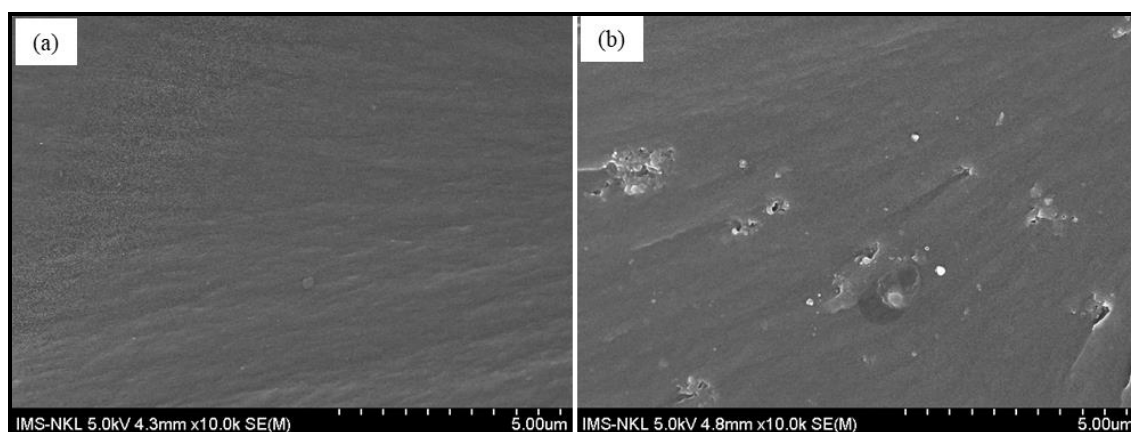
Tính chất cơ của lớp phủ rất quan trọng. Nếu các tính chất cơ không đảm bảo, lớp phủ dễ bị hỏng, bị bong tróc, thời gian sử dụng ngắn, không còn khả năng trang trí, bảo vệ và gây

mất thẩm mỹ. Kết quả phân tích độ bền va đập, độ bền mài mòn cát roi, độ bám dính và độ cứng tương đối của lớp phủ epoxy không chứa và chứa 2,5 % các hạt nano SiO₂ tro trấu được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Một số tính chất cơ của màng sơn epoxy không chứa và chứa 2,5% hạt nano SiO₂ tro trấu.

TT	Tính chất cơ	Hàm lượng hạt nano SiO ₂ (%)	
		0	2,5
1	Độ bền va đập trên nền thép CT3 (kg.cm)	175	190
2	Độ bền mài mòn (lit/mil)	82,9	108,5
3	Độ bám dính (điểm)	0	0
4	Độ cứng tương đối	0,98	0,77

Từ bảng 2 ta thấy độ bền va đập và độ bền mài mòn tăng khi thêm 2,5% hạt nano SiO₂ tro trấu vào công thức lớp phủ. Độ bám dính không thay đổi nhưng độ cứng tương đối giảm từ 0,98 xuống 0,77. Điều này được giải thích như sau, các hạt nano SiO₂ tro trấu có độ bền cơ học cao, việc đưa hạt nano SiO₂ tro trấu vào lớp phủ đã làm tăng độ cứng chắc của màng sơn do đó độ bền va đập và độ bền mài mòn của lớp phủ tăng lên. Tuy nhiên nó cũng làm tăng độ nhám bề mặt nên độ cứng tương đối của màng sơn giảm vì độ cứng tương đối phụ thuộc cả vào độ cứng chắc của màng và độ nhám của bề mặt. Điều này đã được khẳng định từ kết quả phân tích FE-SEM (Hình 5).

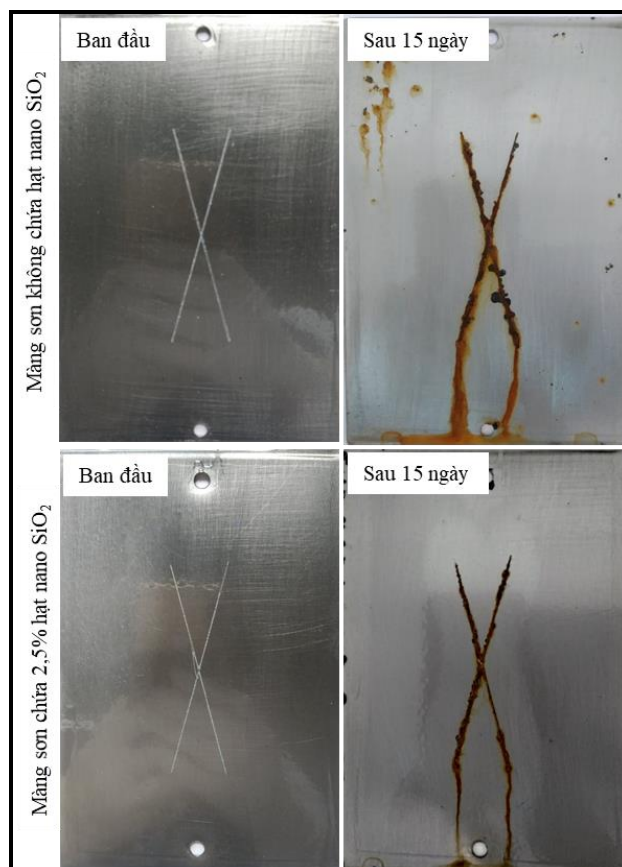


Hình 5. Ảnh phân tích FE-SEM của màng sơn epoxy không chứa (a) và chứa 2,5% hạt nano SiO₂ tro trấu (b).

Hình 5 cho thấy các hạt nano có xu hướng kết thành đám với kích thước cỡ vài trăm nm.

3.3. Khả năng chống ăn mòn thép carbon CT3 của màng sơn epoxy chứa hạt nano SiO₂ tro trấu

Ảnh chụp các mẫu màng sơn epoxy không chứa và chứa 2,5 % hạt nano SiO₂ tro trấu trước và sau 15 ngày thử nghiệm mù muối được trình bày trên hình 6.



Hình 6. Ảnh chụp các mẫu màng sơn không chứa và chứa 2,5 % hạt nano SiO₂ tro trấu trước và sau 15 ngày thử nghiệm mù muối.

Từ hình 6 ta thấy, với lớp phủ không chứa hạt nano SiO₂ tro trấu thì vết rạch bị phá hủy mạnh hơn và xuất hiện nhiều điểm gỉ trên toàn bộ bề mặt mẫu. Còn đối với mẫu màng sơn có chứa 2,5% hạt nano SiO₂ tro trấu thì vết rạch bị ăn mòn ít hơn và không thấy xuất hiện điểm gỉ trên bề mặt. Như vậy, chứng tỏ việc bổ sung 2,5% hạt nano SiO₂ tro trấu vào công thức lớp phủ đã tăng cường khả năng ức chế ăn mòn thép carbon CT3 của màng sơn epoxy. Hiệu quả tăng cường ức chế ăn mòn của các hạt SiO₂ tro trấu có thể theo cơ chế che chắn, các hạt nano SiO₂ điền đầy các sai hỏng trong màng sơn do đó ngăn cản sự xâm thực của môi trường thấm qua màng sơn [21,22].

4. KẾT LUẬN

Đã chế tạo được các hạt nano SiO₂ bằng phương pháp kết tủa từ tro vỏ trấu nung ở nhiệt độ 700 °C. Các kết quả phân tích cho thấy các hạt nano SiO₂ có cấu trúc pha vô định hình và hấp thụ ánh sáng ở vùng tử ngoại gần. Những hạt nano SiO₂ có hình thái dạng hạt và kích thước trung bình ~ 15 nm, kết tụ lại thành những đám hạt có kích thước lớn hơn và có dạng xốp. Việc bổ sung thêm 2,5% các hạt nano SiO₂ tro trấu vào công thức lớp phủ đã cải thiện đáng kể các tính chất cơ của lớp phủ trên cơ sở nhựa epoxy và polyamin. Độ bền va đập tăng từ 175 kg.cm lên 190 kg.cm; độ bền mài mòn tăng từ 82,9 lit/mil lên 108,5 lit/mil và cải thiện đáng kể khả năng chống ăn mòn thép carbon CT3.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giao thông vận tải trong đề tài mã số DT204047

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lê Phú Tuấn, Vũ Thị Kim Oanh, Nguyễn Thị Thu Phương, Nghiên cứu sản xuất các loại phân hữu cơ từ nguồn nguyên liệu chất thải hầm cầu sau xử lý phục vụ nông nghiệp, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp, 6 (2016) 101-107.
- [2]. Lâm Trần Vũ, Đề tài: Nghiên cứu, sản xuất ván dăm từ trấu và vụn chỉ xơ dừa, Trung tâm Nghiên cứu và chuyển giao công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 2011.
- [3]. Trần Thị Miên, Nghiên cứu sử dụng vật liệu phế thải để xử lý nước thải sinh hoạt của vùng nông thôn Đồng bằng Bắc Bộ, Luận văn thạc sỹ, Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam, 2016.
- [4]. M. Ahiduzzaman, A. K. M. Sadrul Islam, Assessment of Rice Husk Briquette Fuel Use as an Alternative Source of Woodfuel, International Journal of Renewable Energy Research, 6 (2016) 1601-1611.
- [5]. B. A. Goodman, Utilization of waste straw and husks from rice production: A review, Journal of Bioresources and Bioproducts, 5 (2020) 143-162. <https://doi.org/10.1016/j.jobab.2020.07.001>
- [6]. M. J. Lette et al., Evaluation of Sawdust and Rice Husks as Fillers for Phenolic Resin Based Wood-Polymer Composites, Journal of Composite Materials, 8 (2018) 124 - 137. <https://doi.org/10.4236/ojcm.2018.83010>
- [7]. Satyendra Nath, Application of Rice Husk in Construction Industry, India, 2009.
- [8]. M. Koya, D. G. Nair, Sustainable building blocks from Rice Husk Ash Sustainable building blocks from Rice Husk Ash, Project: Application of waste materials in building construction, 2013.
- [9]. K.G. Patel, R.R. Shettigar, N. M. Misra, Recent advance in silica production technology from agriculture waste straw - Review, Journal of Advanced Agricultural Technologies, 4 (2017) 274 - 279. <https://doi.org/10.18178/joaat.4.3.274-279>
- [10]. H. Sharifnasab, Preparation of silica powder from rice husk, Agricultural Engineering International: The CIGR e-journal, 19 (2017) 158-161.
- [11]. F. Ghorbani, A. Sanati, M. Maleki, Production of silica nanoparticles from rice husk as agricultural waste by environmental friendly technique, Environmental Studies of Persian Gulf, 2 (2015) 56-65. http://espg.pgu.ac.ir/article_12647_4eedc3f2b86ee02a1bf5bd1e5dc54841.pdf
- [12]. U. Kalapathy, A. Proctor, J. Shultz, An improved method for production of silica from rice hull ash, Bioresource Technology, 85 (2002) 285-289. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(02\)00116-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(02)00116-5)
- [13]. R. Yuvakkumara et al., High-purity nano silica powder from rice husk using a simple chemical method, Journal of Experimental Nanoscience, 9 (2014) 272-281. <https://doi.org/10.1080/17458080.2012.656709>
- [14]. Nguyễn Trí Tuấn và các cộng sự, Tổng hợp hạt nano SiO₂ từ tro trấu bằng phương pháp kết tủa, Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ, 32 (2014) 120-124.
- [15]. Nguyễn Văn Hưng và các cộng sự, Điều chế vật liệu nano SiO₂ cấu trúc xốp từ tro trấu để hấp phụ xanh metylen trong nước, Tạp chí Hóa học, 53 (2015) 491-496. <https://doi.org/10.15625/0866-7144.2015-00168>
- [16]. Dao Phi Hung et al., Effect of silica nanoparticles on properties of coatings based on acrylic emulsion resin, Vietnam Journal of Science and Technology, 56 (2018) 117-125. <https://doi.org/10.15625/2525-2518/56/3B/12731>
- [17]. T. T. Le et al., Thermal, mechanical and antibacterial properties of water-based acrylic Polymer/SiO₂-Ag nanocomposite coating, Materials Chemistry and Physics, 232 (2019) 362-366. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2019.05.001>
- [18]. M. T. Nguyen et al., Acid and alkali resistance of Acrylic polyurethane/R-SiO₂, Vietnam Journal of Chemistry, 58 (2020) 67-73. <https://doi.org/10.1002/vjch.2019000124>

- [19]. E. Gonzalez et al., A silanol-based nanocomposite coating for protection of AA-2024 aluminum alloy, *Electrochimica Acta*, 56 (2011) 7586-7595. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2011.06.082>
- [20]. T. V. Nguyen et al., The Synergistic Effects of SiO₂ Nanoparticles and Organic Photostabilizers for Enhanced Weathering Resistance of Acrylic Polyurethane Coating, *Journal of Composites Science*, 4 (2020) 23. <https://doi.org/10.3390/jcs4010023>
- [21]. T. A. Nguyen et al, Effect of Nanoparticles on the Thermal and Mechanical Properties of Epoxy Coatings, *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 16 (2016) 9874-9881. <https://doi.org/10.1166/jnn.2016.12162>
- [22]. Trịnh Anh Trúc, Nguyễn Thùy Dương, Tô Thị Xuân Hằng, Tổng hợp nano silica hybrid sử dụng như chất ức chế ăn mòn cho lớp phủ hữu cơ trên nền thép cacbon, *Tạp chí Hoá học*, 47 (2009) 742-747.