



Nguyễn Thiên Vương, Trịnh Văn Thành, Lê Trọng Lư,
Đào Phi Hùng, Đỗ Minh Thành, Phạm Thị Lan, Trần Đại Lâm

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



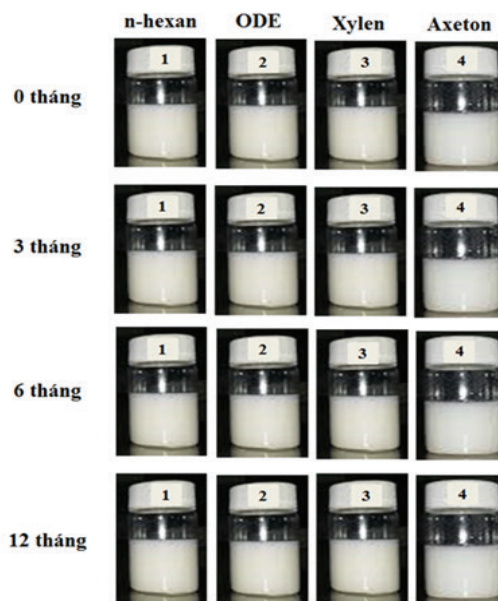
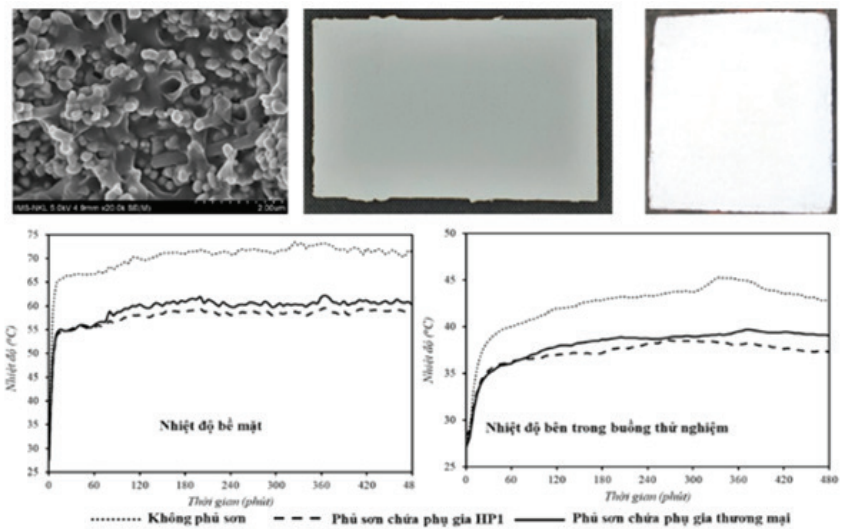
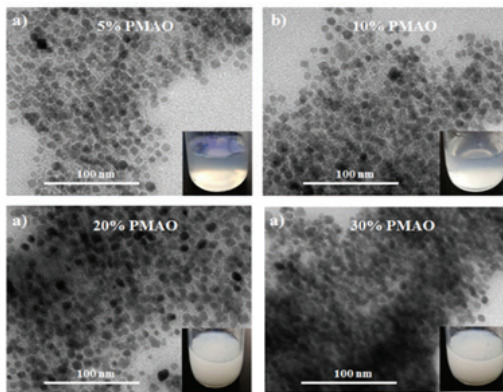
Nhóm nghiên cứu thuộc Viện Kỹ thuật nhiệt đới - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST) đã làm chủ công nghệ chế tạo lớp phủ phản xạ nhiệt trên cơ sở một số hạt nano vô cơ và phụ gia tự tổng hợp. Đây là hướng nghiên cứu có ý nghĩa thực tiễn cao, đáp ứng nhu cầu của xã hội về sản phẩm sơn phủ bảo vệ vật liệu, các công trình dân dụng và quốc phòng trong điều kiện biến đổi khí hậu phức tạp, đồng thời giảm thiểu nguy cơ gây ô nhiễm môi trường và hạn chế tổn thất kinh tế mà các hệ sơn thông thường không giải quyết được.



Xuất phát từ nhu cầu thực tế

Trong những năm gần đây, quá trình đô thị hóa diễn ra mạnh mẽ tại các quốc gia trên thế giới, đặc biệt là ở các quốc gia đang phát triển như Việt Nam. Nhiều công trình dân dụng như nhà cao tầng, đường xá, hoặc các cụm công nghiệp... được xây dựng với số lượng tăng ồ ạt. Cùng với đó, diện tích trồng cây xanh giảm, tạo ra các hiệu ứng "đảo nhiệt đô thị" (urban heat island- UHI) trong các thành phố do hiện tượng hấp thụ năng lượng mặt trời của các thiết bị, công trình, nhất là các tòa nhà cao tầng. Do hiệu ứng này, nhiệt độ trung bình môi trường không khí ở đô thị vào ban ngày luôn cao hơn 2-5°C so với các khu vực nông thôn xung quanh, tạo ra các vùng vi khí hậu nóng bức, khó chịu. Vì vậy, nhu cầu về năng lượng

làm mát trong nhà sẽ tăng cao. Cùng với sự biến đổi khí hậu, quá trình "ấm" lên của Trái đất, đã làm cho hiệu ứng "đảo nhiệt đô thị" thể hiện rõ ràng và khắc nghiệt hơn. Sản lượng điện tiêu thụ tại Việt Nam ngày 28/05/2024 đã đạt đỉnh kỷ lục mới là 1,0019 tỷ kWh. Đây là lần đầu tiên trong lịch sử, lượng tiêu thụ điện toàn quốc trong ngày vượt 1 tỷ kWh. Đặc biệt đối với các ngành đặc thù như xăng dầu, hiệu ứng "đảo nhiệt đô thị" đã làm gia tăng thất thoát do bay hơi của xăng dầu. Do đó, để giảm thiểu ảnh hưởng của hiện tượng "đảo nhiệt đô thị" góp phần ổn định an ninh năng lượng, thích ứng với biến đổi khí hậu, vấn đề chống nóng cho các thiết bị, tòa nhà, công trình bằng lớp phủ phản xạ nhiệt mặt trời đang được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu.



Ứng dụng của nano $\text{ZrO}_2\text{@PMAO}$ - một trong các phụ gia nano do nhóm nghiên cứu chế tạo, ứng dụng trong sản xuất sơn tường ngoại thất, phản xạ nhiệt mặt trời.

Từ thực tế trên, nhóm nghiên cứu thuộc Viện Kỹ thuật Nhiệt đới đã đề xuất và được VAST phê duyệt thực hiện Hợp phần: “Nghiên cứu chế tạo một số hạt nano vô cơ và phụ gia ứng dụng trong các công nghệ lớp phủ tiên tiến” (mã số: TĐVLTT01/21-23) thuộc Đề án: “Nghiên cứu phát triển vật liệu và công nghệ lớp phủ tiên tiến ứng dụng trong dân dụng và quốc phòng”. Đây là nhiệm vụ cần thiết, có ý nghĩa khoa học và khả năng ứng dụng thực tiễn cao. Việc chế tạo và biến tính bề mặt một số phụ gia nano với các tác nhân hữu cơ phù hợp và nghiên cứu chế tạo các nanosensor là cần thiết và cấp bách. Kết quả nghiên cứu đã mang lại nhiều giá trị về kinh tế, định hướng cung cấp các phụ gia nano cho thị trường và giảm thiểu nguy cơ gây ô nhiễm môi trường trong quá trình thực nghiệm. Nhóm nghiên cứu đã chế tạo thành công các vật liệu nano có kích thước nhỏ, đồng đều, diện tích bề mặt riêng lớn, với hàm lượng hữu cơ trên bề mặt nằm trong khoảng khá rộng (5-25%), có thể ứng dụng trực tiếp cho cả hệ sơn

dung môi và sơn nước mà không cần phải trải qua quá trình biến tính phức tạp như quy trình sử dụng các hạt nano trên thị trường hiện nay.

Phụ gia nano tăng hiệu quả lớp sơn phủ

Việc chế tạo các lớp sơn phủ nhằm nâng cao tuổi thọ của vật liệu, cũng như bảo vệ các công trình xây dựng, quốc phòng và an ninh là một trong những nhiệm vụ quan trọng cần được ưu tiên. Hiện nay, các sản phẩm được đưa ra thị trường chủ yếu là lớp phủ hữu cơ truyền thống, có giá thành tương đối rẻ, dễ thi công, tuy nhiên hiệu quả chưa cao và tuổi thọ còn hạn chế. Bên cạnh đó, để tăng cường thời gian và hiệu quả bảo vệ của các lớp phủ hữu cơ, nhiều hợp chất thường được bổ sung, nhưng chúng rất độc hại đối với sức khỏe con người và môi trường. Vì vậy, các nhà khoa học luôn quan tâm tìm cách nâng cao hiệu quả bảo vệ của các lớp phủ hữu cơ, cũng như giảm



thiếu các yếu tố gây hại cho môi trường. Trong đó, việc bổ sung phụ gia nano cho thấy hiệu quả vượt trội với nhiều đặc tính của lớp sơn phủ được nâng cấp theo hướng đa dụng. Do diện tích bề mặt riêng lớn, các phụ gia nano, ngay cả ở một lượng nhỏ cũng có thể mang lại sự thay đổi lớn về hiệu suất và tác dụng bảo vệ cho các lớp sơn phủ. Bởi vậy việc tối ưu hóa phương pháp tổng hợp, điều khiển kích thước, hình dạng các phụ gia nano đóng vai trò rất quan trọng. Độ phân tán của các hạt nano trong màng sơn có thể được điều chỉnh bằng cách hữu cơ hóa bề mặt, cho phép các hạt nano liên kết chéo để tăng độ ổn định hoặc độ bền cho màng sơn đã đóng rắn.

Tại Việt Nam, các nghiên cứu về ứng dụng phụ gia nano vào các lớp sơn phủ khá đa dạng, tuy nhiên, hầu hết đang được tiến hành trên quy mô nhỏ lẻ, trong phòng thí nghiệm, sản phẩm mỗi mẻ thu được chỉ khoảng vài gam. Để áp dụng quy trình công nghệ từ phòng thí nghiệm đi vào thực tế sản xuất là rất khó. Khi đó, bài toán tiết kiệm chi phí nguyên vật liệu, thiết bị, máy móc, hóa chất cũng như vấn đề một lượng lớn dung môi thải ra môi trường sẽ vô cùng khó giải quyết. Mặt khác, trên thị trường hiện nay có rất ít các hệ phức tạp đa chức năng được sản xuất từ nhiều loại hạt nano.

Trong khuôn khổ nhiệm vụ, các nhà khoa học đã tổng hợp in-situ thành công một số phụ gia nano ở dạng lỏng, nồng độ cao, sử dụng các chất hoạt động bề mặt như: TOPO, OLA, OA... Các phụ gia nano có kích thước hạt trung bình ≤ 50 nm, tương đối đồng đều. Hiệu suất ghép nối các nhóm chức hữu cơ trên bề mặt đạt $>90\%$ với hàm lượng hữu cơ khoảng 5-25%. Các phụ gia nano phân tán tốt và ổn định trong các dung môi hữu cơ ngay cả sau 12 tháng. Đồng thời, nhóm nghiên cứu đã thực hiện chuyển pha thành công một số phụ gia nano bằng nhiều phương pháp như trao đổi ligand, hoặc sử dụng các amphiphilic polyme hoặc phản ứng silan hóa để biến tính bề mặt, phù hợp với sơn nước hoặc sơn dung môi.

Nghiên cứu, chế tạo các hệ sơn phản xạ nhiệt mặt trời bền thời tiết

Bên cạnh việc chế tạo thành công phụ gia nano, các nhà khoa học đã nghiên cứu và làm chủ công nghệ chế tạo hai hệ sơn phản xạ nhiệt mặt trời: (i) Hệ sơn tường ngoại thất phản xạ nhiệt, bền thời tiết cao ứng dụng cho các công trình xây dựng có bề mặt tường và bê tông cốt thép; (ii) Hệ sơn dung môi hữu cơ, bảo vệ chống ăn mòn, phản xạ nhiệt, bền thời tiết cao cho các công trình, kết cấu kim loại. Các sản phẩm đã được ứng dụng thử nghiệm thực tế trên các công trình xây dựng dân dụng, bao gồm: 1000 m² sơn tường ngoại thất phản xạ nhiệt và bền thời tiết, 200 m² sơn chống thấm mái và phản xạ nhiệt và 1435 m² sơn dung môi hữu cơ bảo vệ chống ăn mòn, phản xạ nhiệt cao cho bồn bể chứa xăng dầu.



Thử nghiệm sơn phản xạ nhiệt mặt trời trên téc chứa xăng dầu tại kho 101, Cục Hậu cần, Bộ Tư lệnh Bộ đội Biên phòng, Bộ Quốc phòng (Tây Tụ, Bắc Từ Liêm, Hà Nội).

Bảng 1. Kết quả đo nhiệt độ bề mặt của téc chứa xăng dầu ở kho 101, Cục Hậu cần, Bộ Tư lệnh Bộ đội Biên phòng, Bộ Quốc phòng (Tây Tụ, Bắc Từ Liêm, Hà Nội) ngày 19/05/2023.

Thời điểm đo	Nhiệt độ môi trường (°C)	Nhiệt độ bề mặt téc được sơn phản xạ nhiệt ứng dụng phụ gia nano (T2, °C)	Nhiệt độ bề mặt của téc được sơn nhũ nhôm (T1, °C)	Chênh lệch nhiệt độ bề mặt hai téc (T2-T1, °C)
11h00	36,3	39,2	52,2	13,0
12h00	36,5	46,5	59,4	12,9
13h00	36,9	45,7	58,3	12,6

Kết quả thử nghiệm tại hiện trường cho thấy, sau 6 tháng, các hệ sơn vẫn duy trì tốt khả năng chống nóng. Các hệ sơn này có khả năng giảm nhiệt độ bề mặt ngoài công trình hơn 9°C. Đối với bồn bể chứa xăng dầu, hệ sơn có thể giảm nhiệt độ bề mặt ngoài lên tới 19°C và giảm nhiệt độ bên trong bồn bể hơn 9°C.