

ẢNH HƯỞNG CỦA TRO BAY ĐẾN MỘT SỐ ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT CỦA MÀNG SƠN ACRYLIC

Hoàng Thị Hương Thủy¹, Đỗ Trúc Vy²

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, màng sơn trên cơ sở nhựa acrylic phân tán trong nước kết hợp với tro bay đã được chế tạo thành công, cho thấy các đặc tính kỹ thuật tốt. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay đến các chỉ tiêu kỹ thuật của màng sơn, bao gồm độ bám dính, độ bền kiềm, độ bền chu kỳ nóng-lạnh và độ bền rửa trôi, đã được rửa trôi. Kết quả thu được cho thấy các chỉ tiêu kỹ thuật của màng sơn đạt giá trị tốt nhất với hàm lượng tro bay trong khoảng 10%÷25%. Khi hàm lượng tro bay vượt quá 25%, độ bám dính của lớp phủ có xu hướng giảm độ bám dính của lớp phủ giảm.

Từ khóa: Chỉ tiêu kỹ thuật, lớp phủ hữu cơ, nhựa acrylic, tro bay.

DOI: <https://doi.org/10.70117/hdujs.79.09.2025.748>

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, vấn đề nguồn nhiên liệu hóa thạch ngày càng cạn kiệt và bảo vệ môi trường đang là mối quan tâm toàn cầu. Việc tìm kiếm và khai thác các nguồn nguyên liệu mới, hạn chế phát thải và tái sử dụng chất thải từ các hoạt động công nghiệp là rất cần thiết và có ý nghĩa khoa học. Tro bay chủ yếu ở dạng hình cầu, bề mặt khá trơn, có kích thước hạt khác nhau có thể được ứng dụng trong chế tạo vật liệu composite có thể gia cường một số tính chất cơ lý của vật liệu nền như độ cứng và độ bền xé [1]. Tro bay cũng có thể được nghiên cứu phát triển để ứng dụng trong sơn, cao su và vật liệu composite polyme. Nghiên cứu ban đầu cho thấy có hiệu quả giảm giá thành sản phẩm và nâng cao một số tính chất kỹ thuật, mang lại hiệu quả kinh tế rõ rệt... [2-5]. Bên cạnh đó, tro bay biến tính còn cải thiện khả năng tương tác pha của các hạt tro bay vô cơ với nền polymer. Việc ứng dụng tro bay vào sản xuất vật liệu composite không chỉ góp phần đáng kể vào việc giải quyết tác động của loại hạt phế thải này đến môi trường, giảm sự khan hiếm nguyên liệu thô mà còn mang lại nhiều lợi ích kinh tế và môi trường. Tuy nhiên, nghiên cứu đưa tro bay vào công thức sản xuất sơn và tạo ra các sản phẩm sơn chất lượng cao, đặc biệt đối với sơn nước còn chưa nhiều [6][7].

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu hóa chất

Nguyên liệu và hóa chất đã sử dụng được trình bày trên bảng 1

Bảng 1. Nguyên liệu hóa chất đã sử dụng

TT	Tên loại hóa chất	Chức năng
1	Nhựa acrylic R 4152, Synthomer	Chất tạo màng
2	Bột Titan dioxide R706, Chemous - Mỹ	Bột màu

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

² Viện Kỹ thuật nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Hà Nội

TT	Tên loại hóa chất	Chức năng
3	Tro bay xử lý kiềm [8]	Chất độn gia cường
4	Phụ gia Alcospere 602N	Chất phân tán bột màu
5	Phụ gia LCN 118	Chất thấm ướt
6	Phụ gia tạo đặc Natrosol 250 HBR	Chất tạo đặc
7	Texanol, DOW - Mỹ	Chất hỗ trợ tạo màng
8	Phụ gia điều chỉnh pH PHLEX 110	Chất điều chỉnh pH
9	Chống nấm mốc Rocima 363, Dow	Chống nấm mốc
10	Chống thối Rocima 623, Dupont	Chống thối
11	Phụ gia phá bột nhỏ Drewplus T-4507, Ashland	Chất phá bột
12	Propylene glycol	Chất chống đông
13	Nước cất loại 1 lần cất	Chất pha loãng

2.2. Chuẩn bị các mẫu sơn sử dụng tro bay

Thành phần các mẫu sơn phủ sử dụng tro bay được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Thành phần các mẫu sơn acrylic sử dụng tro bay

TT	Tên loại hóa chất	Q ₀	Q ₅	Q ₁₀	Q ₁₅	Q ₂₀	Q ₂₅	Q ₃₀	Q ₄₀
1	Hàm lượng tro bay, %	0	5	10	15	20	25	30	40
2	R 4152	100	100	100	100	100	100	100	100
3	Bột Titan dioxide R706	50	47,5	45	42,5	40	37,5	35	30
4	Tro bay xử lý kiềm	0	2,5	5	7,5	10	12,5	15	20
5	Alcospere 602N	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
6	LCN 118	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
7	Natrosol 250 HBR	2	2	2	2	2	2	2	2
8	Texanol	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
9	PHLEX 110	1	1	1	1	1	1	1	1
10	Rocima 363	1	1	1	1	1	1	1	1
11	Rocima 623	1	1	1	1	1	1	1	1
12	Drewplus T-4507	1	1	1	1	1	1	1	1
13	Propylen glycol	1	1	1	1	1	1	1	1
14	Nước cất	50	50	50	50	50	50	50	50

Quy trình chế tạo các mẫu sơn: đổ nước tinh khiết vào thùng máy khuấy sơn, thêm phụ gia thấm ướt LCN 118, phụ gia phân tán bột màu Alcosperse 602N hoặc ORTAN 731DP và phụ gia tạo đặc Natrosol 250 HBR, khuấy ở vận tốc 200 vòng/phút trong 5 phút. Tiếp theo, cho bột màu TiO₂ và bột độn tro bay xử lý kiềm vào hỗn hợp trên và tiếp tục khuấy ở tốc độ 1400 vòng/phút trong 30 phút, thu được hỗn hợp base chứa các bột màu TiO₂ và tro bay. Cuối cùng, cho nhựa acrylic và các phụ gia còn lại, tiến hành trộn ở tốc độ 800 vòng/phút trong 30 phút thu được các mẫu sơn chứa tro bay.

2.3. Chế tạo các mẫu màng sơn

Tấm nền bê tông có kích thước phù hợp với từng tiêu chuẩn, được gia công bằng vữa xi măng (Hoàng Thạch PC 30) - cát vàng - sỏi (kích thước $< 0,5$ cm). Trước khi chế tạo màng sơn, bề mặt tấm nền đã được làm phẳng và được dưỡng hộ trong 28 ngày.

Màng sơn được chuẩn bị trên các tấm nền bê tông ở trên bằng phương pháp lăn sơn 2 lớp. Lượng sơn sử dụng được tính toán sao cho đạt được chiều dày màng sơn khô khoảng 50 μm . Thời gian gia công màng sơn giữa các lớp tối thiểu là 6 giờ. Mẫu hoàn thiện cuối cùng được để khô tự nhiên trong 7 ngày trước khi phân tích, thử nghiệm.

2.4. Phương pháp phân tích, đánh giá tính chất của màng sơn

Các chỉ tiêu kỹ thuật và tính chất của màng sơn được xác định theo qui định tại tiêu chuẩn TCVN 8652:2020 như trong bảng 3.

Bảng 3. Các chỉ tiêu kỹ thuật và tính chất của màng sơn và phương pháp thử

TT	Tên chỉ tiêu	Phương pháp thử
1	Độ bám dính, điểm	TCVN 2097: 2015
2	Độ bền kiềm, giờ	TCVN 8653-2:2024
3	Độ bền chu kỳ nóng lạnh, chu kỳ	TCVN 8653-3:2024
4	Độ bền rửa trôi, chu kỳ	TCVN 8653-4:2024

Độ bám dính điểm của màng sơn được xác định bằng phương pháp kẻ vạch theo tiêu chuẩn TCVN 2097: 2015, trên cơ sở diện tích màng bị bong tróc, so sánh với bảng chuẩn.

Độ bền kiềm được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 8653-2:2024: lấy 4 tấm chuẩn gia công màng sơn cả hai mặt. Sau khi màng sơn khô hoàn toàn, đem phủ kín bốn mặt viền xung quanh của ba tấm mẫu bằng parafine, tấm mẫu còn lại để làm mẫu đối chứng. Đem ba tấm mẫu trên, ngâm ngập trong dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bão hòa (1,2 g bột CaO cho vào 1000 mL nước cất) ở nhiệt độ $(27 \pm 2)^\circ\text{C}$ theo chiều thẳng đứng, bề mặt dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bão hòa luôn luôn cách tấm mẫu ít nhất là 3 cm, với thời gian ngâm 300 giờ. Khi ngâm đủ thời gian qui định, vớt ba tấm mẫu ra khỏi dung dịch, dùng nước máy rửa sạch rồi lấy khăn lau mềm thấm khô bề mặt các tấm mẫu.

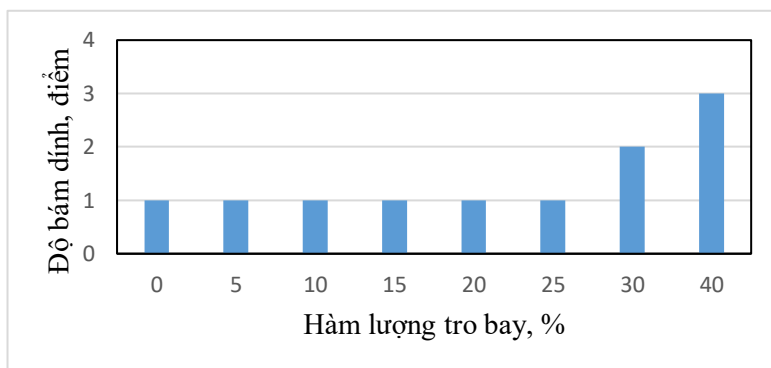
Độ bền chu kỳ nóng lạnh được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 8653-3:2024: mỗi loại gồm 3 tấm mẫu được sơn phủ. Đưa hai tấm mẫu vào tủ sấy, sấy ở nhiệt độ $(80 \pm 5)^\circ\text{C}$. Cứ sau 1 giờ thì đưa các tấm mẫu này ra, ngâm ngay vào chậu nước nguội và dùng vòi nước máy xả liên tục trong thời gian khoảng $(5 \div 7)$ phút. Khi tấm mẫu nguội đến nhiệt độ phòng, lấy các tấm mẫu ra khỏi chậu nước, dùng khăn lau mềm thấm khô bề mặt và xung quanh tấm mẫu, sau đó quan sát bề mặt màng sơn dưới ánh sáng tự nhiên. Nếu màng sơn không có biểu hiện khác thường thì cho thử tiếp, phép thử được lặp lại trong 7 ngày, mỗi ngày 8 chu kỳ.

Độ bền rửa trôi được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 8653-4:2024. Tính chất này đáp ứng được thỏa đáng khả năng chùi rửa vết bẩn mà không ảnh hưởng đến màng sơn khi chịu lực chùi rửa và tác nhân xà phòng tẩy rửa.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của tro bay đến độ bám dính của màng sơn

Sự ảnh hưởng của tro bay đến độ bám dính của lớp phủ đã được khảo sát ở các hàm lượng từ 0 đến 40% tro bay và tiến hành phân tích độ bám dính của các màng sơn phủ. Kết quả thử nghiệm được trình bày trên hình 1.



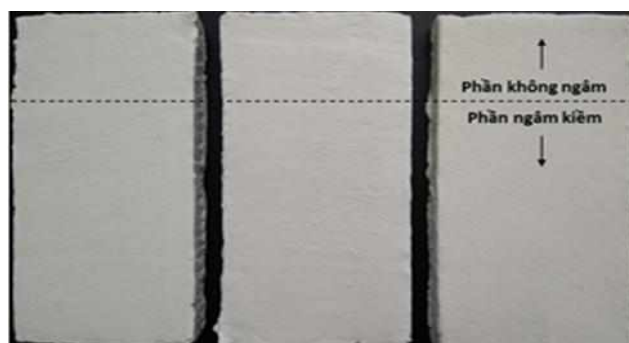
Hình 1. Độ bám dính các lớp phủ acrylic chứa tro bay hàm lượng khác nhau

Từ hình 1 cho thấy, độ bám dính của các lớp phủ acrylic chứa tro bay phụ thuộc hàm lượng tro bay trong mẫu sơn. Theo TCVN 2097: 2015, các mẫu sơn có hàm lượng tro bay $\leq 25\%$ (mẫu Q0, Q5, Q10, Q15, Q20 và Q25), các vết cắt không bị bong tróc, đạt điểm 1 về độ bám dính. Mẫu sơn có hàm lượng tro bay 30% (Q30) các mép vết cắt có sự bong tróc, tương ứng điểm 2 về độ bám dính. Mẫu sơn có hàm lượng tro bay 40% (Q40), có hiện tượng bong tróc một vài ô vuông trên bề mặt màng sơn, tương ứng điểm 3 về độ bám dính.

3.2. Ảnh hưởng của tro bay đến độ bền kiềm của màng sơn

Sự ảnh hưởng của tro bay đến độ bền kiềm của lớp phủ đã được khảo sát ở các hàm lượng từ 0 đến 40% tro bay và tiến hành phân tích độ bền kiềm của các màng sơn phủ.

Bề mặt các mẫu sơn sau khi ngâm thử độ bền kiềm 300 giờ (hình 2) đều không có sự bong tróc, phồng rộp, rạn nứt chân chim và gần như không có sự thay đổi về màu sắc. Như vậy, kết quả này cao hơn so với quy định về độ bền kiềm đối với sơn tường ngoài theo TCVN 8653-2:2024: là ≥ 240 giờ.

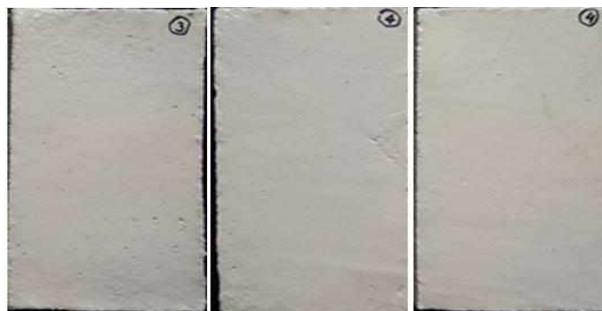


Hình 2. Ảnh chụp bề mặt các tấm mẫu sơn chứa 10% tro bay thử độ bền kiềm sau 300 giờ ngâm kiềm

3.3. Ảnh hưởng của tro bay đến độ bền chu kỳ nóng lạnh của màng sơn

Sự ảnh hưởng của tro bay đến độ bền chu kỳ nóng lạnh của lớp phủ đã được khảo sát ở các hàm lượng từ 0 đến 40% tro bay và tiến hành phân tích độ bền chu kỳ nóng lạnh của các màng sơn phủ.

Kết quả thử độ bền nóng lạnh của màng sơn, sau 7 ngày x 8 chu kỳ = 56 chu kỳ, được thể hiện trên hình 3.



Hình 3. Ảnh chụp bề mặt các tấm mẫu sơn chứa 10% tro bay thử nghiệm độ bền chu kỳ nóng lạnh 56 chu kỳ

Từ hình 3, có thể thấy bề mặt màng sơn không có các biểu hiện khác thường sau 56 chu kỳ. Cụ thể, không có sự bong tróc, phồng rộp, rạn nứt và không phát hiện thấy sự thay đổi màu sắc so với tấm mẫu đối chứng. Như vậy, có thể kết luận các mẫu màng sơn lót và sơn phủ đạt yêu cầu đối với độ bền nóng lạnh, tương ứng với tiêu chuẩn của sơn tường ngoại thất (≥ 50 chu kỳ).

3.4. Ảnh hưởng của tro bay đến độ bền rửa trôi của màng sơn

Sự ảnh hưởng của tro bay đến độ bền rửa trôi của lớp phủ đã được khảo sát ở các hàm lượng từ 0 đến 40% tro bay và tiến hành phân tích độ bền rửa trôi của các màng sơn phủ. Các mẫu sơn phủ sau khi thử độ bền rửa trôi 1200 chu kỳ được thể hiện trên hình 4.



Hình 4. Ảnh chụp bề mặt mẫu sơn chứa 10% tro bay thử nghiệm độ bền rửa trôi 1200 giờ

Từ hình 4 cho thấy bề mặt phần chùi rửa của màng sơn không bị bào mòn để lộ bề mặt nền chuẩn, đạt yêu cầu về độ rửa trôi, kết quả này phù hợp với quy định về độ bền rửa trôi đối với sơn tường ngoài theo TCVN 8653-4:2024 là ≥ 1200 chu kỳ.

Tóm lại, sự ảnh hưởng của tro bay đến các đặc tính kỹ thuật của lớp phủ đã được khảo sát ở các hàm lượng từ 0 đến 40% và tiến hành phân tích độ bám dính, độ bền kiềm, độ bền chu kỳ nóng lạnh và độ bền rửa trôi của các màng sơn phủ. Kết quả thử nghiệm được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của tro bay đến các đặc tính kỹ thuật của màng sơn acrylic

TT	Hàm lượng tro bay, %	Các tính chất			
		Độ bám dính, điểm	Độ bền kiềm, giờ	Độ bền chu kỳ nóng lạnh, chu kỳ	Độ bền rửa trôi, chu kỳ
1	0	1	260	49	1200
2	5	1	280	≥ 56	≥ 1200
3	10	1	≥ 300	≥ 56	≥ 1200
4	15	1	≥ 300	≥ 56	≥ 1200
5	20	1	≥ 300	≥ 56	≥ 1200
6	25	1	≥ 300	≥ 56	≥ 1200
7	30	2	≥ 300	≥ 56	≥ 1200
8	40	3	≥ 300	≥ 56	≥ 1200

Từ bảng 4 có thể thấy độ bám dính của màng sơn đạt giá trị cấp độ 1 khi tăng hàm lượng tro bay từ 0 đến 25%, tuy nhiên độ bám dính đạt giá trị điểm 2 (tức là giảm đi) khi hàm lượng tro bay tiếp tục tăng cao hơn 25%. Bên cạnh đó, độ bền kiềm, độ bền chu kỳ nóng lạnh và độ bền rửa trôi của màng sơn đều có xu hướng tăng tỉ lệ thuận với hàm lượng tro bay (từ 5%-40%) trong màng sơn. Các kết quả thử nghiệm cho thấy hàm lượng tro bay thích hợp là từ 10%-25%. Có thể giải thích do hạt tro bay có độ bền cơ học cao, khi được bổ sung vào trong màng phủ, tạo ra vật liệu có cấu trúc chặt chẽ, các tính chất cơ được gia cường và tạo ra hiệu ứng ngăn chặn sự xâm nhập của môi trường vào trong nền vật liệu. Tuy nhiên khi hàm lượng quá cao ($> 25\%$) màng sơn có cấu trúc kém chặt chẽ hơn, tỉ lệ hạt cao làm giảm sự bám dính của màng sơn với tấm nền.

4. KẾT LUẬN

Ảnh hưởng của tro bay đến các đặc tính kỹ thuật (độ bám dính, độ bền kiềm, độ bền chu kỳ nóng lạnh, độ bền rửa trôi) của màng sơn đã được khảo sát. Kết quả thu được cho thấy các đặc tính kỹ thuật của màng sơn đạt giá trị tốt nhất với hàm lượng tro bay trong khoảng từ 10%-25%, khi tăng hàm lượng tro bay $> 25\%$ thì độ bám dính của màng sơn giảm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bạch Trọng Phúc (2017), *Nghiên cứu chế tạo vật liệu polyme composít trên cơ sở nhựa nền polyeste không no gia cường bằng tro bay sử dụng trong công nghiệp và dân dụng*, Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Bộ, Hà Nội.
- [2] Ku, H Trada and Kota V (2010), *Optimum percentage of fly ash reinforced in vinylester composites*, Journal of material in Civil Engineering, 22(1)104-107.
- [3] K. Das, D. Ray, K Adhikary, N R Bandyopadhyay, AK Mohanty and M Misra (2011), *Development of recycled polypropylene matrix composites filled with fly ash*, J. Reinf Plast. Compos, vol 29, pp.510-517.
- [4] Rahail Parvaiz M, Smita Mohanty, Sanjay K. Nayak and Mahanwar PA (2010), *Polyetheretherketone (PEEK) composites reinforced with fly ash and mica*, Journal of Mineral & Material Characterization & Engineering, 9(1) 25-41.

- [5] Hoang T. H. T., Hoang T. H., Nguyen T. V., Nguyen T. A. (2022), *The Alkaline Resistance of Waterborne Acrylic Polymer/SiO₂ Nanocomposite Coatings*, Journal of Analytical Methods in Chemistry, vol.2022, pp.1-7.
- [6] Tô Xuân Hằng (2012), *Kết hợp tro bay biến tính silan và oxit sắt trong chế tạo màng sơn epoxy bảo vệ chống ăn mòn thép cacbon*, Tạp chí Hóa học, 50(4), tr.502-506.
- [7] Hoang Thi Huong Thuy, Nguyen Thi Ngoc, Vu Hong Nam, Nguyen Thi Nga, Do Truc Vy, Nguyen Thien Vuong (2024), *Using Fly Ash to Enhance the Mechanical Properties, Alkali Resistance and Waterproofing of Wall Primer Coating*, In book: Materials for Sustainable Environmental, Energy, and Bioresource Applications pp.25-38.
- [8] Hoàng Thị Hương Thủy, Đỗ Anh Tuấn, Đinh Ngọc Thúc, Đặng Thị Mỹ Linh (2022), *Nghiên cứu chế tạo lớp phủ composite trên cơ sở nhựa acrylic styrene và tro bay*, Tạp chí Khoa học Trường Đại học Hồng Đức, số 61, tr.153-159.

EFFECT OF FLY ASH ON SOME TECHNICAL PROPERTIES OF ACRYLIC COATINGS

Hoang Thi Huong Thuy, Do Truc Vy

ABSTRACT

In this work, an acrylic polymer dispersion and fly ash base coating with good technical properties was successfully prepared. The influence of fly ash content on the technical properties (adhesion, alkali resistance, hot and cold cycle durability and washout durability) of the paint film was investigated. The results showed that the technical properties of the paint film reached the optimal values with fly ash content in the range of 10÷25%. At fly ash content > 25%, the adhesion of the coating decreased.

Keywords: Acrylic resin, fly ash, organic coating, technical properties.

** Ngày nộp bài: 03/01/2025; Ngày gửi phản biện: 05/01/2025; Ngày duyệt đăng: 25/9/2025*

** Bài báo là kết quả nghiên cứu từ đề tài NCKH cấp Tỉnh (mã số 976/2022/HĐKH-CN-ĐTKHCN) của Trường Đại học Hồng Đức.*