

ĐỘ BỀN NHIỆT ĐỐI CỦA CÁC HỆ SƠN PU BẢO VỆ KIM LOẠI TẠI CÁC PHẦN VÙNG KHÍ HẬU KHÁC NHAU CỦA VIỆT NAM

CHỮ MINH TIẾN ⁽¹⁾, NGUYỄN VIỆT THẮNG ⁽¹⁾, NGUYỄN VĂN VINH ⁽¹⁾
NGUYỄN HỒNG THANH ⁽¹⁾, PHAN BÁ TỬ ⁽²⁾, NGUYỄN CHÍ CƯỜNG ⁽³⁾

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các chi tiết kim loại khi khai thác sử dụng trong điều kiện khí hậu nhiệt đới chịu tác động rất lớn của môi trường ăn mòn. Việt Nam có khí hậu nhiệt đới gió mùa đặc trưng với nhiều phân vùng mang những nét rất riêng biệt. Do vậy hiệu năng làm việc của các sản phẩm sẽ rất khác nhau tại các phân vùng khác nhau. Vì thế để đánh giá được toàn diện độ bền nhiệt đới của các sản phẩm cần thiết phải thử nghiệm tại các khu vực có khí hậu đại diện khác nhau nhằm đạt hiệu quả sử dụng cao nhất trong các điều kiện khí hậu - môi trường cụ thể.

Có nhiều biện pháp bảo vệ chống ăn mòn cho kim loại, trong đó sơn phủ được sử dụng rộng rãi do tính hiệu quả, kinh tế và thuận tiện của nó. Trong số các hệ sơn bảo vệ kim loại có độ bền thời tiết cao phải kể đến các hệ sơn gốc polyuretan (PU), có tính năng bền thời tiết vượt trội được dùng rộng rãi trong công nghiệp với độ bóng và độ bền màu cao. PU được sử dụng làm lớp phủ ngoài cho các bề mặt nội và ngoại thất như: kim loại, gỗ, nhựa, tường trát vữa, bê tông...

Nghiên cứu thử nghiệm và đánh giá các hệ sơn phủ được các viện nghiên cứu và các hãng sơn lớn trên thế giới tiến hành bài bản. Tất cả các sản phẩm trước khi sử dụng đều được thử nghiệm để đánh giá chất lượng. Có nhiều tài liệu về các phương pháp thử nghiệm và kiểm tra sản phẩm dưới dạng các tiêu chuẩn quốc tế ISO, ASTM, GOST. Tuy nhiên các công bố về độ bền nhiệt đới của sản phẩm còn khá ít. Các nghiên cứu quốc tế chỉ ra rằng, bên cạnh yếu tố nội tại của hệ sơn là: bản chất chất tạo màng, pigment, phụ gia..., thì các yếu tố bên ngoài: khí hậu-môi trường và đặc điểm khai thác sử dụng, cũng ảnh hưởng rất lớn đến quá trình lão hóa các hệ sơn, kéo theo sự biến đổi các tính chất làm việc của nó, bao gồm các tính chất trang trí và bảo vệ [1].

Theo [2], lão hóa lớp sơn phủ là một quá trình phức tạp bởi các tác động đồng thời của nhiều yếu tố, bức xạ mặt trời, oxy, nhiệt độ, độ ẩm, các khí ô nhiễm, bụi,... gây khó khăn cho việc mô hình hóa quá trình lão hóa trong khí quyển. Tác giả của [2] đã tiến hành thử nghiệm nhiều hệ sơn khác nhau tại 4 địa điểm thử nghiệm là Matxcova, Riga, Batumi, Tashken. Kết quả phân tích cho thấy mặc dù thời gian lão hóa tại các đại điểm thử nghiệm là khác nhau, song đặc điểm lão hóa lại giống nhau. Tại Tashken và Batumi 70% mẫu thử mất tính chất trang trí chỉ sau 1 đến 1,5 năm, trong khi đó tại Riga và Matxcova hiện tượng này chỉ xảy ra sau 2 năm và muộn hơn. Về tính chất bảo vệ sự suy giảm tuân theo dãy sau: Batumi > Tashken > Riga > Matxcova. Tại Batumi, tất cả các mẫu thử mất 50% khả năng bảo vệ sau 1,5 năm, đối với Tashken và Riga, Matxcova hiện tượng này xuất hiện sau lần lượt là 2,5; 3 và 4,5 năm. Như vậy có thể sử dụng trạm thử nghiệm tại Batumi để rút ngắn thời gian thử nghiệm tự nhiên, đồng thời dữ liệu thử nghiệm tại Batumi được sử dụng để xây dựng mối tương quan với thử nghiệm gia tốc.

Độ bền khí hậu của một số hệ sơn phủ được nghiên cứu trong [3,4,5] dưới tác động của yếu tố nội tại là bản chất của *chất tạo màng* bao gồm: epoxy, alkyd, cao su clo hóa, polyuretan và flopolyme; và yếu tố bên ngoài là *điều kiện thời tiết - khí hậu nơi sử dụng* là địa điểm thử nghiệm tại các trạm thử nghiệm nằm ở tp Hồ Chí Minh, Huế và Nha Trang. Kết quả nghiên cứu từ tài liệu này cho thấy, độ bóng của sơn polyuretan và flopolyme được bảo tồn tốt hơn hẳn so với sơn epoxy, alkyd, cao su clo hóa. Nếu như các hệ sơn epoxy, alkyd, cao su clo hóa hầu như mất toàn bộ độ bóng, và bị phân hóa mạnh sau 12 tháng thử nghiệm, thì hệ sơn polyuretan và flopolyme vẫn giữ được các tính chất trang trí trong khoảng thời gian này. Tuy nhiên khi tiếp tục thử nghiệm thì bắt đầu có sự khác biệt giữa polyuretan và flopolyme. Sau 72 tháng bề mặt hệ sơn flopolyme vẫn có độ bóng khá cao, trong khi ở polyuretan có dấu hiệu phân hóa sau 60 tháng và độ bóng giảm đột ngột (dưới ngưỡng 20%) sau 24 tháng thử nghiệm. Các nghiên cứu dẫn tới kết luận về độ bền khí hậu của các hệ sơn như sau: flopolyme > polyuretan > alkyd ~ cao su clo hóa ~ epoxy, trong đó suy giảm mạnh nhất xảy ra tại Nha Trang (nơi có bức xạ mặt trời mạnh, hàm lượng muối cao), tiếp đến là tp Hồ Chí Minh (nơi có bức xạ mặt trời mạnh và các tác nhân oxy hóa, khí thải công nghiệp), ít nhất là tại Huế (nơi có các yếu tố gây lão hóa đều yếu hơn 2 địa điểm kia).

Thử nghiệm gia tốc [6] cũng được tiến hành với các hệ sơn như trên, sử dụng UV-Condensation Chamber ATLAS UVCON UC-327-2 theo ASTM G53-96, có chu kỳ gia tốc là: 4h UV ở 70°C và 8h ngưng tụ ở 50°C, số chu kỳ là 80. Về cơ bản sau 20 chu kỳ thử nghiệm độ bóng các hệ sơn alkyd và epoxy giảm nhanh, sau đó hầu như không đổi đến 80 chu kỳ. Trong khi, các hệ polyuretan và cao su clo hóa giảm dần bắt đầu từ chu kỳ 21, và tiệm cận đến giá trị không đổi khi đạt tới 80 chu kỳ. Đặc biệt hệ sơn flopolyme giữ được độ bóng hầu như không đổi trong suốt 80 chu kỳ thử nghiệm.

Bài báo trình bày kết quả thử nghiệm tự nhiên tại 3 trạm thử nghiệm của Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga trong thời gian 5 năm trên các hệ sơn PU phổ biến, là trạm Hòa Lạc (HL) mang đặc trưng khí hậu nhiệt đới nông thôn/bán công nghiệp, trạm Đầm Báy (ĐB) đặc trưng cho khí hậu nhiệt đới biển-đảo và trạm Cần Giờ (CG) có khí hậu nhiệt đới ven biển/bán công nghiệp.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu: 4 hệ sơn PU (bảng 1).

Mẫu thử được chuẩn bị theo đúng quy trình hướng dẫn của nhà sản xuất, bao gồm lớp sơn lót và lớp sơn phủ. Vật liệu nền sử dụng là thép Ct-3, kích thước mẫu thử là (300x150x2) mm. Các tấm mẫu được chuẩn bị theo phương pháp mài mòn để loại bỏ hoàn toàn bề mặt mẫu theo tiêu chuẩn [7]. Độ nhám bề mặt mẫu đạt khoảng 0,5 đến 1,14 μm . Sau đó các tấm mẫu được tẩy các vết bẩn hữu cơ và rửa sạch các bụi mài bằng dung môi axeton hoặc cồn, rồi để khô tự nhiên. Tạo các lớp sơn bằng phương pháp quét, lăn hoặc sử dụng súng phun sơn. Cần tạo lớp sơn phủ trên cả hai mặt của tấm mẫu. Bảo vệ các cạnh mẫu thử bằng sơn kẽm. Sau khi sơn phủ, mẫu thử được để khô tự nhiên trong điều kiện phòng thí nghiệm 24 h, trước khi phơi.

Đối với mỗi hệ sơn và mỗi địa điểm thử nghiệm chuẩn bị 5 mẫu thử nghiệm và 2 mẫu đối chứng. Bảo quản mẫu đối chứng trong điều kiện tiêu chuẩn của PTN.

Bảng 1. Các hệ sơn thử nghiệm và ký hiệu

Hệ sơn	Ký hiệu mẫu	Sơn lót/ mã sản phẩm	Sơn phủ/ mã sản phẩm	Độ dày hệ sơn, μm	Nhà sản xuất
Poly- uretan	PU/HN	Sơn chống gỉ Epoxy CMC	CMC Polyuretan Protective Coating	72	Công ty sơn Hà Nội
	PU/HA	Sơn chống gỉ EP-502	Sơn phủ PU-352M	73	Công ty sơn Hải Âu
	PU/OS	Sơn chống gỉ EP-502	PU 709 Ngoài trời	95	Công ty cổ phần Oseven
	PU/TH	Sơn chống gỉ S.PU-N1; N-01	Sơn phủ S.PU-P1; CT-98	95	Công ty sơn Tổng hợp

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu nhiệt đới lên khả năng bảo vệ chống ăn mòn cho kim loại của các hệ sơn phủ, sử dụng phương pháp thử nghiệm tự nhiên ngoài trời tại 3 trạm thử nghiệm của Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga theo [1]. Các mẫu được đặt trên giá phơi nghiêng 45° có mặt hướng về phương Nam. Thời gian thử nghiệm là 5 năm. Các đánh giá được tiến hành sau mỗi 3 tháng và có thể điều chỉnh tùy thuộc vào mức độ biến đổi của các hệ sơn trong quá trình thử nghiệm. Thời điểm bắt đầu triển khai thử nghiệm trên cả 3 trạm là tháng 7 năm 2016.

Trong quá trình thử nghiệm, khả năng bảo vệ được đánh giá theo thang điểm 0 đến 5 [1,7], độ biến màu, độ bóng và độ dày được đo bằng thiết bị X-rite Ci62, RHO-NGT 20/60/85 Trio và Positector 6000. Độ biến màu (ΔE) được đo theo hệ tọa độ màu CIE $L^*a^*b^*$ [8]. Thời gian thử nghiệm là 5 năm. Các kết quả đo định lượng được xử lý bằng phân tích hồi quy toán học để đưa ra các phụ thuộc hàm của các tham số: độ biến màu, độ bóng và độ dày theo thời gian thử nghiệm.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

Đặc điểm khí hậu - thời tiết - môi trường tại 3 trạm là nguyên nhân dẫn đến những khác biệt trong quá trình lão hóa các hệ sơn. Số liệu thống kê về khí tượng-môi trường tại 3 trạm thử nghiệm trong 5 năm cho thấy giá trị trung bình năm của các tham số khá ổn định qua từng năm. Bảng 2 trình bày giá trị trung bình trong 5 năm (trong giai đoạn thử nghiệm) của các yếu tố tác động chủ yếu lên quá trình lão hóa các hệ sơn.

Bảng 2. Số liệu thống kê trung bình trong 5 năm về khí tượng - môi trường

Trạm thử nghiệm	Bức xạ mặt trời, MJ/m^2	Nhiệt độ trung bình năm, $^\circ\text{C}$	Độ muối, $\text{mg}/\text{m}^2.\text{ngày}$	Độ ẩm tương đối trung bình năm, %
Hòa Lạc	4372	24,7	15-25	77,4
Đầm Báy	6722	27,3	40-60	80
Cần Giờ	6408	27,9	30-45	81

Ngoài ra, sự có mặt của các khí thải công nghiệp, các tác nhân oxy hóa cũng là các yếu tố cần tính đến khi xem xét ảnh hưởng của thời tiết - khí hậu - môi trường lên quá trình lão hóa lớp phủ.

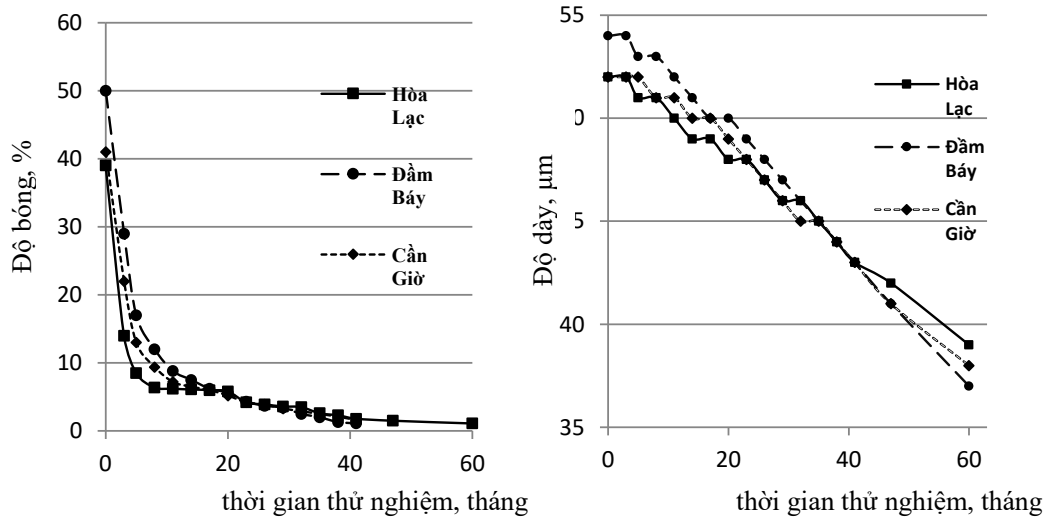
Dữ liệu thực nghiệm cho thấy, quá trình biến đổi các tính chất trang trí và bảo vệ của tất cả 4 hệ sơn PU được thử nghiệm là tương đương với nhau (theo cách đánh giá của [1]) khi được thử nghiệm trong các điều kiện như nhau, mặc dù chúng được sản xuất bởi các Công ty sơn khác nhau và sử dụng các loại sơn lót khác nhau khi chuẩn bị mẫu. Do vậy có thể lấy kết quả thử nghiệm hệ sơn PU/HN tại 3 trạm thử nghiệm làm đại diện để làm rõ đặc điểm lão hóa chung cho các hệ sơn PU (bảng 3, hình 1). Theo đó:

- *Về độ bóng*: Sự suy giảm độ bóng tuân theo quy luật hàm mũ với hệ số tương quan cao ($R^2 \sim 0,90$). Điều này có nghĩa là, trong giai đoạn đầu tốc độ suy giảm rất nhanh, sau đó chậm dần. Về cuối thời gian thử nghiệm hầu như các lớp phủ không còn bảo tồn độ bóng, trong đó sự suy giảm nhanh nhất được quan sát thấy tại Đầm Báy, tiếp đến là Cần Giờ và Hòa Lạc.

- *Về độ dày*: Tốc độ giảm trung bình hệ sơn như sau: 2,6 $\mu\text{m}/\text{năm}$ tại Hòa Lạc, 3,4 $\mu\text{m}/\text{năm}$ tại Đầm Báy, và 2,8 $\mu\text{m}/\text{năm}$ tại Cần Giờ. Quá trình giảm độ dày tuân theo quy luật tuyến tính với hệ số tương quan rất cao ($R^2 \sim 0,99$). Điều này có nghĩa là độ dày lớp phủ giảm dần đều theo thời gian, nhanh nhất tại Đầm Báy > Cần Giờ > Hòa Lạc.

Bảng 3. Quá trình biến đổi độ bóng, độ dày, màu và khả năng bảo vệ của sơn PU/HN

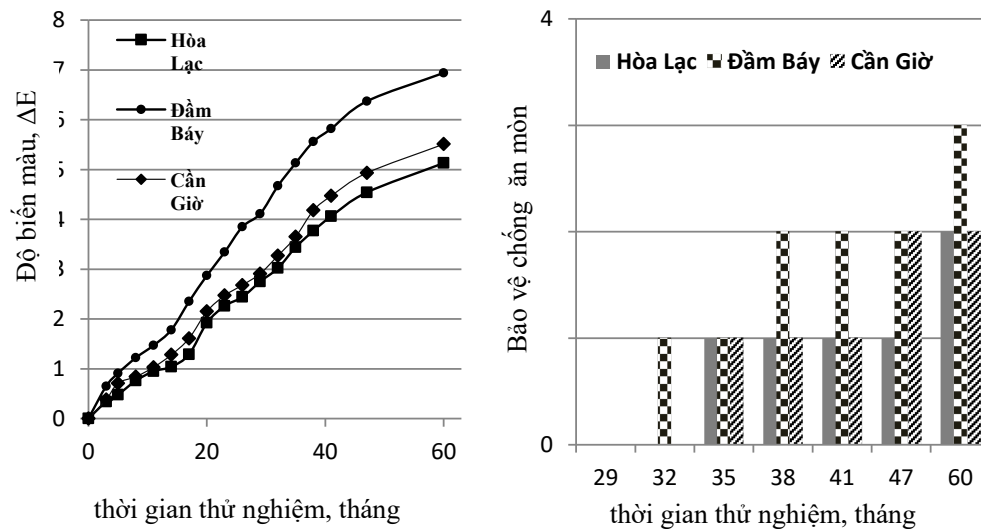
Thời gian thử nghiệm	Độ bóng			Độ dày, μm			Độ biến màu, ΔE			Bảo vệ ăn mòn		
	HL	ĐB	CG	HL	ĐB	CG	HL	ĐB	CG	HL	ĐB	CG
0 tháng	39,0	50,0	41,0	52	54	52	0	0	0	0	0	0
3 tháng	14,0	29,0	22,0	52	54	52	0,34	0,65	0,38	0	0	0
5 tháng	8,5	17,0	13,0	51	53	52	0,48	0,91	0,71	0	0	0
8 tháng	6,4	12,0	9,4	51	53	51	0,76	1,22	0,84	0	0	0
11 tháng	6,2	8,8	7,2	50	52	51	0,95	1,47	1,03	0	0	0
14 tháng	6,1	7,5	6,5	49	51	50	1,04	1,78	1,28	0	0	0
17 tháng	6,0	6,2	6,0	49	50	50	1,29	2,35	1,61	0	0	0
20 tháng	5,8	5,6	5,2	48	50	49	1,92	2,87	2,15	0	0	0
23 tháng	4,2	4,3	4,2	48	49	48	2,26	3,34	2,47	0	0	0
26 tháng	3,9	3,7	3,9	47	48	47	2,44	3,85	2,68	0	0	0
29 tháng	3,6	3,4	3,3	46	47	46	2,75	4,11	2,91	0	0	0
32 tháng	3,5	2,5	2,9	46	46	45	3,02	4,67	3,27	0	1	0
35 tháng	2,6	2,0	2,5	45	45	45	3,44	5,13	3,65	1	1	1
38 tháng	2,3	1,3	2,1	44	44	44	3,77	5,56	4,18	1	2	1
41 tháng	1,8	1,1	1,6	43	43	43	4,06	5,82	4,47	1	2	1
4 năm	1,5	-	-	42	41	41	4,54	6,37	4,93	1	2	2
5 năm	1,1	-	-	39	37	38	5,13	6,94	5,51	2	3	2



$y = 14.25e^{-0.048x}$	$R^2 = 0.8677$	(HL)	$y = -0.2206x + 52.484$	$R^2 = 0.9918$	(HL)
$y = 29.27e^{-0.081x}$	$R^2 = 0.9587$	(ĐB)	$y = -0.2898x + 55.031$	$R^2 = 0.9905$	(ĐB)
$y = 20.753e^{-0.064x}$	$R^2 = 0.9167$	(CG)	$y = -0.2473x + 53.245$	$R^2 = 0.9833$	(CG)

a) độ bóng

b) độ dày



$y = 0.0933x + 0.0020$	$R^2 = 0.9857$	(HL)
$y = 0.1276x + 0.2861$	$R^2 = 0.9754$	(ĐB)
$y = 0.0994x + 0.0834$	$R^2 = 0.9854$	(CG)

c) độ biến màu

d) bảo vệ chống ăn mòn

Hình 1. Quá trình biến đổi độ bóng (a), độ dày (b), màu (c) và khả năng bảo vệ chống ăn mòn (d) của hệ sơn PU/HN trong 5 năm thử nghiệm tại các trạm thử nghiệm

- Về độ biến màu (ΔE): Tăng tuyến tính theo thời gian thử nghiệm với hệ số tương quan rất cao ($R^2 \sim 0,98$). Trong đó, độ biến màu sau 5 năm tại Đầm Báy lớn nhất với $\Delta E = 6,94$; tại Cần Giờ là 5,51 và tại Hòa Lạc là 5,13.

- Khả năng bảo vệ chống ăn mòn của hệ sơn giảm theo dãy: Hệ sơn tại Hòa Lạc > Cần Giờ > Đầm Báy. Về cơ bản các hệ sơn có khả năng bảo vệ tốt cho kim loại trong 3 năm ở các khu vực khí hậu nhiệt đới khác nhau.

Như vậy, xét tất cả các tính chất trang trí và bảo vệ, tại Đầm Báy có sự biến đổi mạnh nhất, tiếp đến là tại Cần Giờ, sau đó tại Hòa Lạc. Hiện tượng này phù hợp với đặc điểm khí hậu - thời tiết - môi trường tại các địa điểm này. Xét theo mức độ ảnh hưởng giảm dần (đến quá trình lão hóa) thì các yếu tố có thứ tự như sau: cường độ bức xạ Mặt trời, độ muối biển, tổ hợp nhiệt độ - độ ẩm, các tác nhân oxy hóa. Tại Đầm Báy 2 yếu tố xếp đầu là cường độ bức xạ Mặt trời, độ muối biển đều cao hơn các trạm kia (xem bảng 2) nên quá trình lão hóa tại đây là mạnh nhất. Tại Cần Giờ các yếu tố: cường độ bức xạ Mặt trời, độ muối biển, tổ hợp nhiệt độ - độ ẩm đều cao hơn tại Hòa Lạc, do vậy tại đây các hệ sơn có tốc độ lão hóa nhanh hơn tại Hòa Lạc.

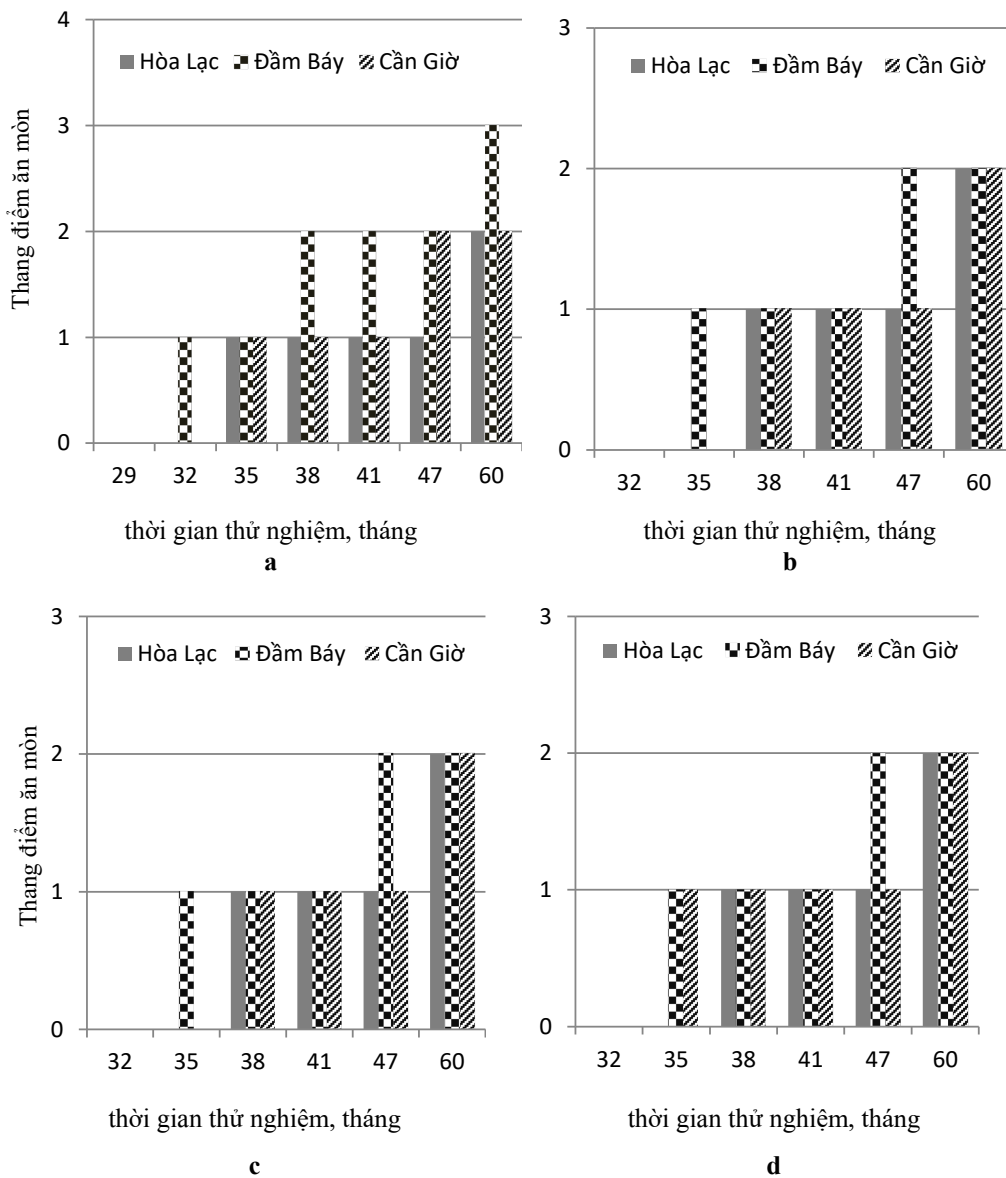
Một điểm đáng chú ý là, mặc dù tốc độ biến đổi của các tham số có khác nhau khi thử nghiệm tại các địa điểm khác nhau, song đặc điểm biến đổi lại giống nhau vì cùng tuân theo một quy luật nhất định, điều này phù hợp với nghiên cứu [3].

Khả năng bảo vệ của các hệ sơn luôn là tiêu chí quan trọng nhất, do vậy cần thiết so sánh khả năng bảo vệ của sơn PU của các nhà sản xuất khác nhau. Bảng 4 và hình 3 trình bày quá trình thay đổi khả năng bảo vệ chống ăn mòn của 4 hệ sơn PU.

Bảng 4. Quá trình thay đổi khả năng bảo vệ chống ăn mòn của 4 hệ sơn PU

Thời gian thử nghiệm	PU/HN			PU/TH			PU/HA			PU/OS		
	HL	ĐB	CG	HL	ĐB	CG	HL	ĐB	CG	HL	ĐB	CG
1 năm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 năm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 năm	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1
4 năm	1	2	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1
5 năm	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Giá trị trong bảng là thang điểm bảo vệ ăn mòn theo [1]												

Từ dữ liệu thử nghiệm có thể thấy khả năng bảo vệ kim loại của các sơn PU khác nhau trong cùng điều kiện thử nghiệm là gần như nhau (theo đánh giá của [1]).



Hình 3. Quá trình biến đổi khả năng bảo vệ chống ăn mòn của sơn PU/HN (a), PU/TH (b), PU/HA (c) và PU/OS (d) trong 5 năm thử nghiệm tại các trạm thử nghiệm

4. KẾT LUẬN

- Xét theo mức độ ảnh hưởng giảm dần (đến quá trình lão hóa) thì có thể sắp xếp các yếu tố khí hậu - môi trường theo thứ tự sau: cường độ bức xạ Mặt trời, độ muối biển, tổ hợp nhiệt độ - độ ẩm, các tác nhân oxy hóa. Dữ liệu thử nghiệm cho thấy mức độ suy biến các hệ sơn phủ tại Đầm Báy là lớn nhất, sau đó là Cần Giờ và Hòa Lạc; điều này phù hợp với đặc điểm khí hậu - thời tiết - môi trường tại các địa điểm này.

- Tính chất suy biến các tham số của các hệ sơn là đồng dạng, mặc dù vận tốc suy biến là khác nhau khi thử nghiệm trong những điều kiện khác nhau, mở ra khả năng thừa nhận lẫn nhau kết quả thử nghiệm khi được tiến hành ở các địa điểm khác nhau.

- Các nghiên cứu đánh giá định lượng sử dụng phương pháp phân tích hồi quy và tương quan toán học cho phép phản ánh quá trình lão hóa bằng các mô hình toán học có hệ số hồi quy (R^2) cao, nghĩa là giữa các đại lượng có mối tương quan/sự phụ thuộc hàm chặt chẽ và các mô hình có độ tin cậy cao. Điều này cho phép sử dụng các mô hình để dự báo được quá trình biến đổi các tính chất trang trí và bảo vệ của hệ sơn cụ thể trong các điều kiện sử dụng cụ thể bằng phương pháp thử nghiệm gia tốc.

Lời cảm ơn. Tập thể tác giả xin gửi lời cảm ơn đến lãnh đạo, chỉ huy Viện DBND, phòng DBND/CNVB, phòng DBND/CNPN đã tạo mọi điều kiện thuận lợi để nhóm đề tài hoàn thành tốt nhiệm vụ trong thời gian khá dài, là tư liệu quý giá cho bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ГОСТ 9.407-84, Единая система защиты от коррозии и старения. покрытия лакокрасочные, Метод оценки внешнего вида.
2. М. И. Карякина, Испытание лакокрасочных материалов и покрытий. Москва - Химия, 1988.
3. H. Tanabe, M. Nagai, T. Kodama, T. Matsumoto, Nguyen Nhi Tru, "Environmental degradation of coatings in Humid Tropical Atmosphere", Proceedings of the 13th Asian-Pacific corrosion control conference, Osaka, Japan Paper A1 2, 2003.
4. Nguyen Nhi Tru, Hiroyuki Tanabe, Masanori Nagai, Degradation of polyurethane and fluoropolymer top coatings in tropical environment, Proceedings of the 16th international corrosion congress, September 2005, Beijing, China, Paper 15-B-30.
5. M. Nagai, O. Ogawa, O. Tanida, H. Tanabe, The degradation process of organic coatings under weathering test, Proc. of the 7th Asian-Pacific corrosion control conferece, Beijing China, 1991, p.628-633.
6. To Thi Xuan Hang, T. Kodama, H Tanabe, M. Nagai, Degradation of coatings under atmospheric tropical conditions, Corrosion science and technology, 2001, 2(5):207-211.
7. TCVN 8785 - 2011, Phần 1-13, Sơn và lớp phủ bảo vệ kim loại - Phương pháp thử trong điều kiện tự nhiên, Hướng dẫn đánh giá hệ sơn và lớp phủ trong điều kiện tự nhiên.
8. TCVN 9882:2013, Tính toán màu sắc cho các vật thể sử dụng hệ thống phân định màu của ủy ban quốc tế về chiếu sáng (CIE).

SUMMARY

THE TROPICAL DURABILITY OF METAL PROTECTION PU PAINT SYSTEMS IN DIFFERENT CLIMATE REGIONS IN VIETNAM

This paper presents the results of natural testing at 3 natural testing stations of the Vietnam-Russia Tropical Center for a period of 5 years on popular polyurethane coating systems. The tropical durability of the product is assessed by the variation of the decorative and protective properties of the coating systems during the test. The study shows that, among the climate-environmental parameters, the order of influence is: UV radiation intensity, sea salt level, temperature-humidity combination, oxidizing agents. The degradation properties of the paint systems are similar, although the degradation rates are different when tested under different conditions. The variation of gloss, thickness, color fastness and anticorrosion effect of the PU paint coatings is highly correlated with the exposure time, showing the possibility of using functions in predicting the working life of these coatings.

Keywords: *Natural testing, weatherability, paint coating.*

Nhận bài ngày 12 tháng 7 năm 2021

Phản biện xong ngày 11 tháng 10 năm 2021

Hoàn thiện ngày 14 tháng 10 năm 2021

⁽¹⁾ *Viện độ bền nhiệt đới, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga*

⁽²⁾ *Chi nhánh Ven Biển, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga*

⁽³⁾ *Chi nhánh phía Nam, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga*