

LỰA CHỌN SẢN PHẨM SƠN BẢO VỆ THÉP PHÙ HỢP VỚI CÁC VÙNG KHÍ HẬU NHIỆT ĐỚI

CHỮ MINH TIẾN⁽¹⁾

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sơn là sản phẩm được sử dụng phổ biến trong đời sống xã hội với nhiều chủng loại và công năng đa dạng. Mặc dù vậy vấn đề sử dụng sơn như thế nào để đạt hiệu quả cao nhất trong các điều kiện khí hậu - môi trường cụ thể vẫn còn để ngỏ. Vì vậy xây dựng một cơ sở dữ liệu về độ bền nhiệt đới cho các sản phẩm sơn đang được sử dụng phổ biến trên thị trường Việt Nam đem lại giá trị thực tiễn cao, cung cấp cái nhìn toàn diện về chủng loại, chất lượng sơn, định hướng người sử dụng lựa chọn các sản phẩm sơn phù hợp với mục đích của mình; là cơ sở để các nhà sản xuất cải tiến, nâng cao chất lượng sản phẩm khi sử dụng trong những điều kiện môi trường cụ thể của khí hậu nhiệt đới.

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. Tuy vậy các công bố về độ bền nhiệt đới của sản phẩm sơn còn khá hạn chế. Theo các nghiên cứu [1-4], độ bền nhiệt đới của các hệ sơn phủ được quyết định bởi 2 nhóm yếu tố là: bản chất của các hệ sơn, tức là yếu tố nội tại, và điều kiện sử dụng, tức là yếu tố bên ngoài. Các yếu tố tạo nên bản chất của hệ sơn bao gồm: chất tạo màng, pigment, chất độn, phụ gia... Điều kiện sử dụng bao gồm các yếu tố: khí hậu - thời tiết (bức xạ mặt trời, nhiệt độ - độ ẩm, lượng mưa, gió...), môi trường (độ muối, các khí ô nhiễm, các tác nhân oxy hóa, khói bụi...) đặc điểm khai thác sử dụng (trong nhà, kho, dưới mái che, ngoài trời, tần suất sử dụng...).

Các nghiên cứu thử nghiệm tự nhiên trong [1-4] về ảnh hưởng của các chất tạo màng cho thấy độ bền nhiệt đới giảm theo dãy flopolymer > polyuretan > alkyd ~ cao su clo hóa ~ epoxy. Các tác giả đã nghiên cứu ảnh hưởng của pigment TiO_2 màu trắng và Fe_2O_3 màu nâu. Kết quả cho thấy, hệ sơn chứa pigment trắng TiO_2 có độ bóng giảm nhanh hơn nhiều so với hệ sơn chứa pigment nâu Fe_2O_3 . Điều này được giải thích là do khả năng xúc tác quang hóa của TiO_2 mạnh hơn của Fe_2O_3 . Ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu - thời tiết được đánh giá qua thử nghiệm tự nhiên tại các vị trí có đặc trưng khí hậu - thời tiết khác nhau là: Tp. Hồ Chí Minh, Huế và Nha Trang. Số liệu thử nghiệm khẳng định các yếu tố có ảnh hưởng chủ yếu đến độ bền của các hệ sơn là: bức xạ mặt trời, độ muối, tổ hợp nhiệt độ - độ ẩm, trong đó tại Nha Trang bức xạ mặt trời và độ muối đều vượt trội so với 2 địa điểm kia. Thực tế thử nghiệm cho thấy các hệ sơn bị suy giảm độ bền mạnh nhất tại Nha Trang, tiếp đến là Tp. Hồ Chí Minh, ít nhất tại Huế.

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu thử nghiệm tự nhiên tại 3 trạm của Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga trong thời gian 5 năm trên các hệ sơn thông dụng. Từ các nghiên cứu cho phép đưa ra các hướng dẫn để lựa chọn các mác sơn phù hợp với điều kiện sử dụng.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Nhóm nghiên cứu chuẩn bị 16 hệ sơn phủ do Công ty sơn Hà Nội, Công ty sơn Hải Âu, Công ty sơn Jotun và Công ty sơn Tổng hợp sản xuất. Các mẫu thử được chuẩn bị theo đúng quy trình hướng dẫn của nhà sản xuất, bao gồm lớp sơn lót và lớp sơn phủ của cùng nhà sản xuất (bảng 1). Vật liệu nền sử dụng chung là thép Ct-3, kích thước mẫu thử là (300x150x2) mm. Mẫu thử được chuẩn bị theo phương pháp mô tả trong [5], gồm chuẩn bị mẫu nền thép, tạo lớp sơn lót và lớp sơn phủ.

Bảng 1. Ký hiệu các hệ sơn

Hệ sơn	Ký hiệu mẫu	Sơn lót/ mã sản phẩm	Sơn phủ/ mã sản phẩm	Độ dày hệ sơn, μm	Nhà sản xuất
Alkyd	AK/HN	Sơn chống gỉ Alkyd CMC Đỏ	Sơn dầu Alkyd CMC màu đen	42	CT sơn Hà Nội
	AK/HA	Sơn chống gỉ AK-501	Sơn phủ AK-752	44	CT sơn Hải Âu
	AK/Jo	Jotun Alkyd Primer Đỏ	Alkyd Jotun Pilot II	42	CT sơn Jotun
	AK/TH	Sơn chống gỉ S.AK-N; G-154	Sơn phủ S.AK-P1; CT-98	45	CT sơn Tổng hợp
Acrylic	AC/HN	Sơn chống gỉ Epoxy CMC	Sơn phủ Acrylic CMC	94	CT sơn Hà Nội
	AC/HA	Sơn chống gỉ AR-501	Sơn phủ AR-790	86	CT sơn Hải Âu
	AC/Jo	Sơn chống gỉ JotaShield Primer	JotaShield xanh đen	96	CT sơn Jotun
	AC/TH	Sơn chống gỉ S.EP-N1; GN-02	Sơn phủ S.AC-P1; CT-69	91	CT sơn Tổng hợp
Epoxy	EP/HN	Sơn chống gỉ Epoxy CMC	CMC Epoxy Protective Coating	65	CT sơn Hà Nội
	EP/HA	Sơn chống gỉ EP-502	Sơn phủ EP-275	73	CT sơn Hải Âu
	EP/Jo	Jotun Pengoard Primer	Jotun Pengoard FC	78	CT sơn Jotun
	EP/TH	Sơn chống gỉ S.EP-N1; GN-02	Sơn phủ S.EP-P1; CT-79	65	CT sơn Tổng hợp
Poly- uretan	PU/HN	Sơn chống gỉ Epoxy CMC	CMC PolyuretanProtective Coating	72	CT sơn Hà Nội
	PU/HA	Sơn chống gỉ EP-502	Sơn phủ PU-352M	73	CT sơn Hải Âu
	PU/Jo	Jotun Pengoard Primer	HardTop XP COMP A	78	CT sơn Jotun
	PU/TH	Sơn chống gỉ S.PU-N1; N-01	Sơn phủ S.PU-P1; CT-98	95	CT sơn Tổng hợp

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu nhiệt đới đến khả năng bảo vệ chống ăn mòn cho kim loại của các hệ sơn phủ, phương pháp thử nghiệm tự nhiên ngoài trời được tiến hành tại 3 trạm thử nghiệm của Trung tâm Nhiệt đới Việt-Nga theo [5], bao gồm trạm Hòa Lạc (HL) có khí hậu nhiệt đới nông thôn/bán công nghiệp, trạm Đàm Báy (ĐB) có khí hậu nhiệt đới biển - đảo và trạm Cần Giờ (CG) có khí hậu nhiệt đới ven biển. Các mẫu được đặt trên giá phơi nghiêng 45° có mặt hướng về phương Nam. Thời gian thử nghiệm là 5 năm, bắt đầu từ tháng 7 năm 2016 đến tháng 7 năm 2021. 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.

Trong nghiên cứu này chỉ tiêu khả năng bảo vệ chống ăn mòn được sử dụng làm tiêu chí đánh giá, so sánh giữa các hệ sơn theo tiêu chuẩn [6]. Theo đó thang điểm đánh giá ăn mòn 0÷5 được xác định như sau:

Thang điểm	0	1	2	3	4	5
Diện tích bị ăn mòn, %	0	đến 1	1-2,5	2,5-5	5-15	> 15

Tùy thuộc vào mục đích và yêu cầu sử dụng, lớp sơn phủ được cho là không còn khả năng bảo vệ khi diện tích ăn mòn đạt đến một giá trị nhất định. Thông thường khả năng bảo vệ chống ăn mòn là lý tưởng khi tổng diện tích ăn mòn $\leq 1\%$ (điểm 1), và khả năng bảo vệ được cho là tốt khi tổng diện tích ăn mòn $\leq 2,5\%$ (điểm 2).

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

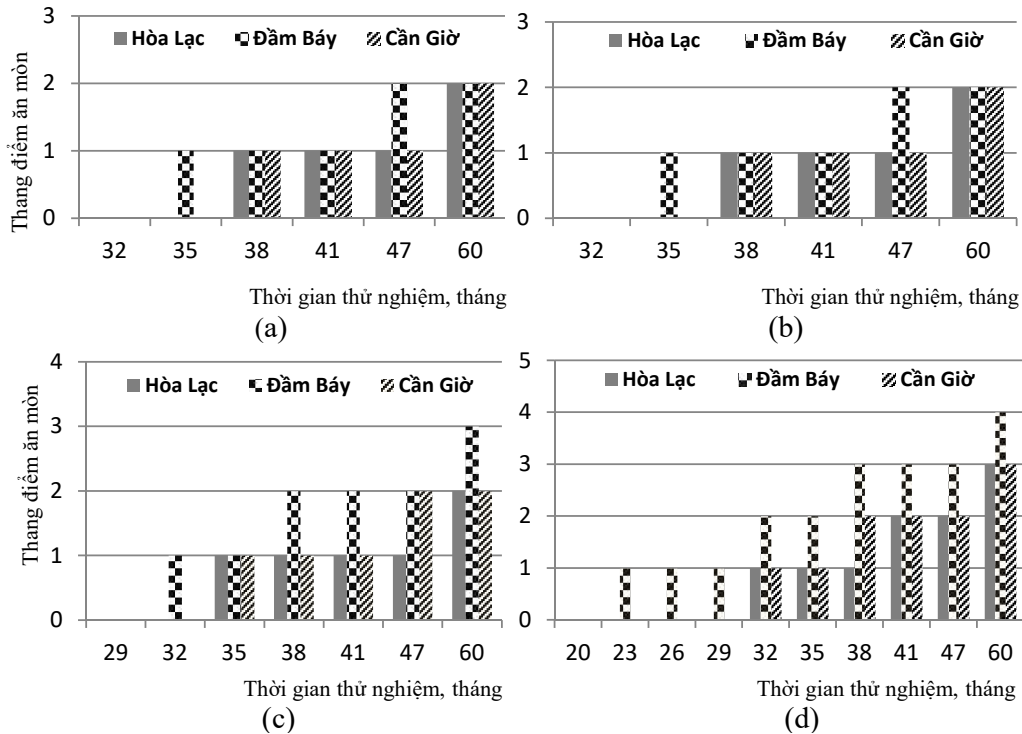
Đặc điểm khí hậu - thời tiết - môi trường tại 3 trạm là nguyên nhân dẫn đến những khác biệt trong quá trình lão hóa các hệ sơn. Số liệu thống kê về khí tượng - môi trường tại 3 trạm thử nghiệm trong 5 năm của các yếu tố tác động chủ yếu lên quá trình lão hóa được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Số liệu thống kê về khí tượng - môi trường tại các trạm thử nghiệm

Trạm thử nghiệm	Bức xạ mặt trời, MJ/m ² .năm	Thành phần UV, MJ/m ² .năm	Nhiệt độ trung bình năm, °C	Độ ẩm tương đối, %	Độ muối, mg/m ² .ngày
Hòa Lạc	4372	209	24,7	77,4	15-25
Đàm Báy	6722	309	27,3	80,0	40-60
Cần Giờ	6408	298	27,9	81,0	30-45

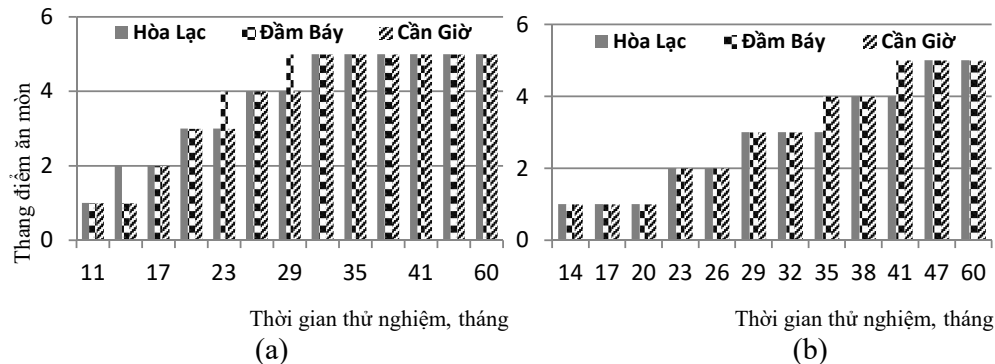
a) So sánh sơn PU của các nhà sản xuất khác nhau: Kết quả thử nghiệm cho thấy sơn PU/HAV và PU/TH cho thời hạn bảo vệ đến 4 năm ở điều kiện Hòa Lạc và Cần Giờ, và 3,5 năm ở điều kiện Đàm Báy. Sơn PU/HN cho thời hạn bảo vệ đến 3,5 năm ở điều kiện Hòa Lạc và Cần Giờ, và 3 năm ở điều kiện Đàm Báy. Sơn PU/Jo cho thời hạn bảo vệ đến 3 năm ở điều kiện Hòa Lạc và Cần Giờ, và 2 năm ở điều

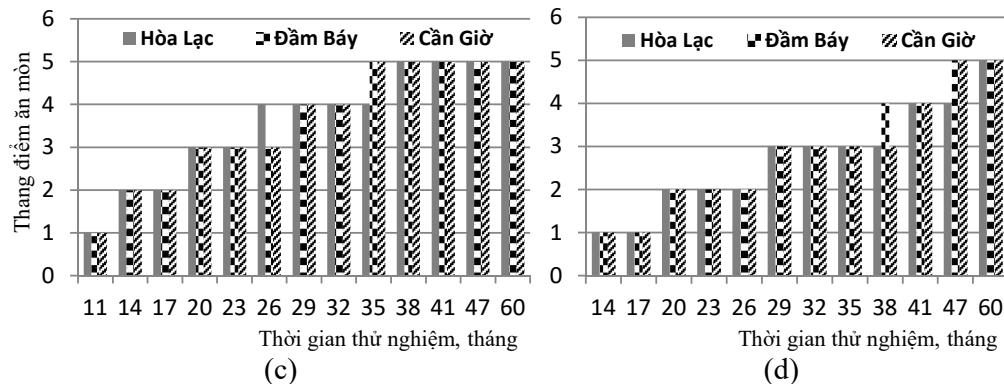
kiện Đầm Báy (hình 1). Như vậy nhìn chung độ bền các hệ sơn giảm theo dãy: (tại) Hòa Lạc > Cần Giờ > Đầm Báy. Kết quả này phù hợp với số liệu trong bảng 2, xuất phát từ nhận định rằng mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đến quá trình lão hóa giảm theo dãy: cường độ bức xạ mặt trời, độ muối, tổ hợp nhiệt độ - độ ẩm, các tác nhân oxy hóa... Đối với các hệ sơn AK, AC và EP cũng quan sát thấy quy luật tương tự.



Hình 1. Quá trình suy giảm khả năng bảo vệ chống ăn mòn của sơn PU/HA (a), PU/TH (b), PU/HN (c) và PU/Jo (d) sau 5 năm thử nghiệm tại 3 trạm

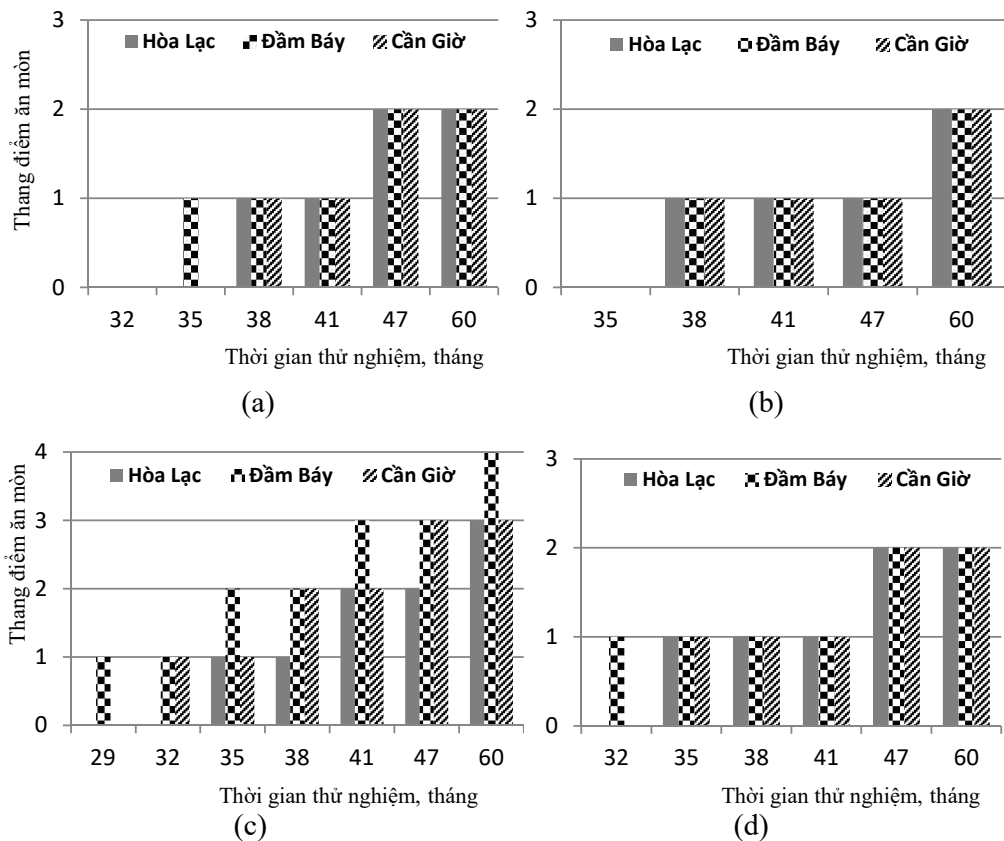
b) So sánh sơn AK của các nhà sản xuất khác nhau: Kết quả thử nghiệm cho thấy các mác sơn đều cho khả năng bảo vệ đến dưới 1 năm, trong đó tại Đầm Báy có thể chỉ đạt 8-10 tháng. Về cơ bản các mác sơn suy giảm khả năng bảo vệ theo dãy Đầm Báy > Cần Giờ > Hòa Lạc (hình 2).





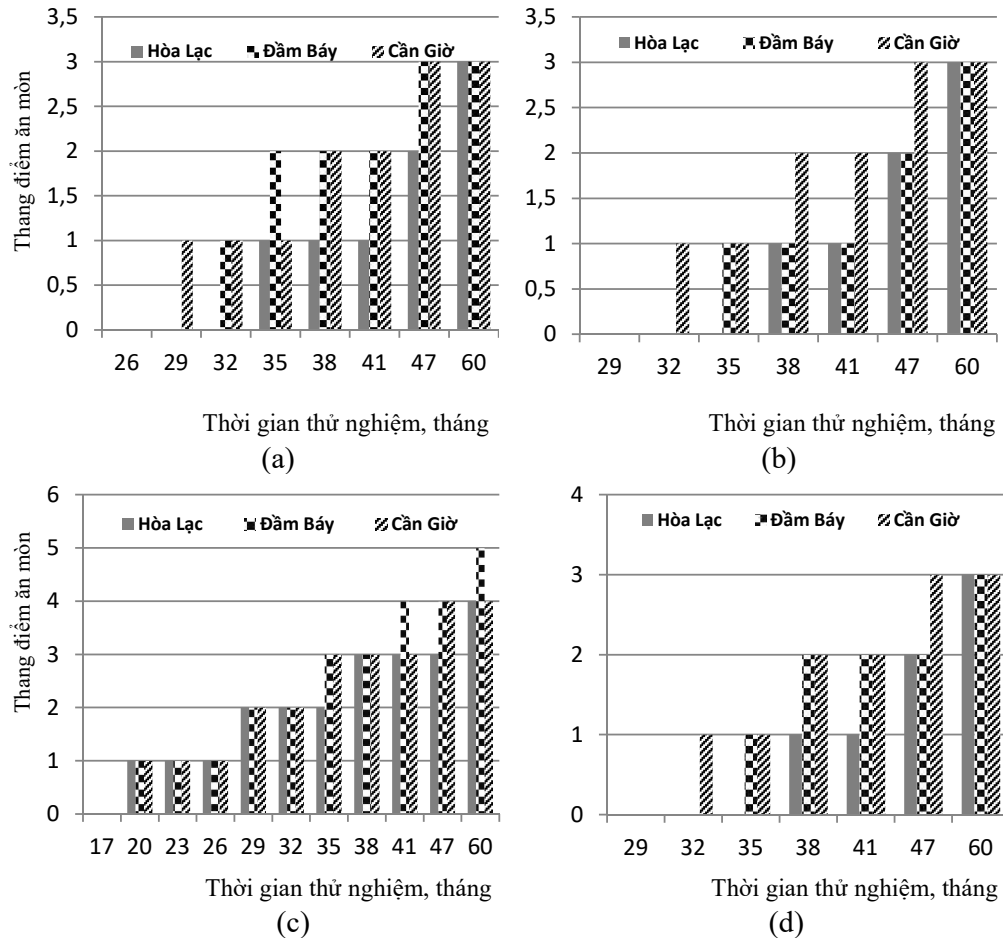
Hình 2. Quá trình suy giảm khả năng bảo vệ chống ăn mòn của sơn AK/TH (a), AK/HN (b), AK/Jo (c) và AK/HA (d) sau 5 năm thử nghiệm tại 3 trạm

c) So sánh sơn AC của các nhà sản xuất khác nhau: Kết quả thử nghiệm cho thấy tất cả các mẫu sơn có khả năng bảo vệ đến 3 năm trên cả 3 trạm, ngoại trừ sơn AC/HA cho khả năng bảo vệ khoảng 2,5 năm tại Đầm Báy. Về cơ bản các mẫu sơn suy giảm khả năng bảo vệ theo dãy Đầm Báy > Cần Giờ > Hòa Lạc (hình 3).



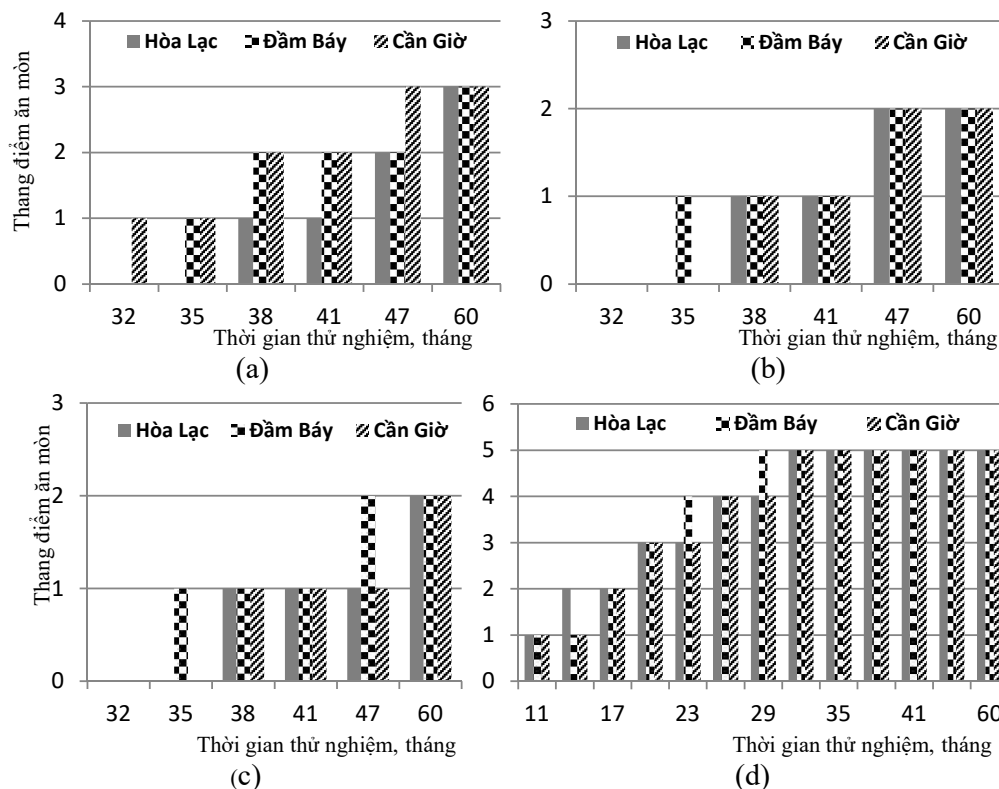
Hình 3. Quá trình suy giảm khả năng bảo vệ chống ăn mòn của sơn AC/TH (a), AC/HN (b), AC/HA (c) và AC/Jo (d) sau 5 năm thử nghiệm tại 3 trạm

d) So sánh sơn EP của các nhà sản xuất khác nhau: Kết quả thử nghiệm cho thấy sơn EP/HN, EP/TH và EP/HA cho thời gian bảo vệ từ 2,5 đến 3 năm, trong khi sơn EP/Jo, ngắn hơn chỉ được 2 năm. Về cơ bản các mức sơn suy giảm khả năng bảo vệ theo dãy Đầm Báy > Cần Giờ > Hòa Lạc (hình 4).



Hình 4. Quá trình suy giảm khả năng bảo vệ chống ăn mòn của sơn EP/HN (a), EP/HA (b), EP/Jo (c) và EP/TH (d) sau 5 năm thử nghiệm tại 3 trạm

e) So sánh các hệ sơn khác nhau của cùng nhà sản xuất: Hình 5 trình bày quá trình suy giảm khả năng bảo vệ chống ăn mòn của các hệ sơn AK, EP, AC và PU, là các sản phẩm của cùng Công ty sơn Tổng hợp. Các kết quả thử nghiệm cho thấy khả năng bảo vệ chống ăn mòn của các hệ sơn trên cả 3 trạm giảm đồng nhất theo dãy: Sơn polyuretan > sơn acrylic > sơn epoxy > sơn alkyd. Trong đó, sự suy giảm tại Đầm Báy là nhiều nhất, tiếp đến là Cần Giờ, sau đó là Hòa Lạc. Đối với các sản phẩm của các nhà sản xuất khác là Hà Nội, Jotun và Hải âu, cũng quan sát thấy quy luật tương tự.



Hình 5. Quá trình suy giảm khả năng bảo vệ chống ăn mòn các hệ sơn EP/TH (a), AC/TH (b), PU/TH (c) và AK/TH(d) sau 5 năm thử nghiệm tại 3 trạm

Từ những nhận xét trên có thể giúp người sử dụng định hướng để lựa chọn mức sơn phù hợp với yêu cầu và điều kiện sử dụng.

Nếu coi khả năng bảo vệ chống ăn mòn (trên thực tế) là lý tưởng khi tổng diện tích ăn mòn chỉ $\leq 1\%$, và khả năng bảo vệ được cho là tốt khi tổng diện tích ăn mòn chỉ $\leq 2,5\%$ [6], thì có thể đưa ra khuyến cáo sử dụng các mức sơn như bảng 3.

Theo bảng này, giả sử người sử dụng muốn bảo vệ các đối tượng làm từ kim loại của mình trong điều kiện biển nhiệt đới ngoài trời trong thời gian ít nhất 4 năm, đồng thời có nhu cầu tăng hạn đến 5 năm và lâu hơn, thì có thể khuyến cáo lựa chọn các mức sơn sau:

Nếu sử dụng sơn Epoxy: có thể lựa chọn sơn Tổng hợp và Hải âu.

Nếu sử dụng sơn Acrylic: có thể lựa chọn sơn Hà Nội, Tổng hợp và Jotun.

Nếu sử dụng sơn Polyuretan: có thể lựa chọn sơn Hà Nội, Tổng hợp, Hải âu.

Cần cân nhắc khi chọn sử dụng sơn EP/HN, AC/HA và PU/Jo.

Không thể sử dụng bất kỳ mức sơn alkyd nào.

Nếu tiếp tục tăng thời gian sử dụng đến 5 năm và lâu hơn thì chỉ thích hợp với những mức sơn sau:

Sơn AC/HN, AC/TH và AC/Jo; sơn PU/HN, PU/TH, PU/HA. Không có mác sơn epoxy nào phù hợp để sử dụng.

Bảng 3. Lựa chọn mác sơn theo yêu cầu và điều kiện sử dụng

Thời gian sử dụng	Điều kiện sử dụng (khí hậu nhiệt đới, ngoài trời)														
	Đồng quê, bán công nghiệp (Hòa Lạc)					Ven biển, bán công nghiệp (Cần Giờ)					Biển, đảo (Đàm Báy)				
Đến 1 năm		HN	TH	HÂ	Jo		HN	TH	HÂ	Jo		HN	TH	HÂ	Jo
	AK	++	+	++	+	AK	++	+	++	+	AK	++	+	+	+
	EP	++	++	++	++	EP	++	++	++	++	EP	++	++	++	++
	AC	++	++	++	++	AC	++	++	++	++	AC	++	++	++	++
	PU	++	++	++	++	PU	++	++	++	++	PU	++	++	++	++
Đến 2 năm		HN	TH	HÂ	Jo		HN	TH	HÂ	Jo		HN	TH	HÂ	Jo
	AK	+	+/-	+	+/-	AK	+	+/-	+	+/-	AK	+	-	+	+/-
	EP	++	++	++	++	EP	++	++	++	++	EP	++	++	++	++
	AC	++	++	++	++	AC	++	++	++	++	AC	++	++	++	++
	PU	++	++	++	++	PU	++	++	++	++	PU	++	++	++	++
Đến 3 năm		HN	TH	HÂ	Jo		HN	TH	HÂ	Jo		HN	TH	HÂ	Jo
	AK	+/-	-	+/-	-	AK	-	-	+/-	-	AK	-	-	+/-	-
	EP	++	++	++	+	EP	++	++	++	+/-	EP	+	++	++	+/-
	AC	++	++	++	++	AC	++	++	++	++	AC	++	++	+	++
	PU	++	++	++	++	PU	++	++	++	++	PU	++	++	++	+
Đến 4 năm		HN	TH	HÂ	Jo		HN	TH	HÂ	Jo		HN	TH	HÂ	Jo
	AK	-	-	-	-	AK	-	-	-	-	AK	-	-	-	-
	EP	+	+	+	+/-	EP	+/-	+/-	+/-	-	EP	+/-	+	+	-
	AC	++	+	+	+	AC	++	+	+/-	+	AC	++	+	+/-	+
	PU	++	++	++	+	PU	+	++	++	+	PU	+	+	+	+/-
Đến 5 năm và hơn	Các mác sơn còn phù hợp để tiếp tục sử dụng														
	- AC/HN, AC/Jo, AC/TH (+)					- AC/HN,AC/Jo, AC/TH (+)					- AC/HN,AC/Jo, AC/TH (+)				
	- PU/TH, PU/HN, PU/HÂ (+)					- PU/TH, PU/HN, PU/HÂ (+)					- PU/TH, PU/HN, PU/HÂ (+)				
	- PU/Jo (+/-)					- PU/Jo(+/-)									
<u>Chú ý:</u> Nếu điều kiện sử dụng khác điều kiện ngoài trời, ví dụ, bảo vệ kim loại dưới mái che, thì thời hạn bảo vệ sẽ kéo dài hơn. Hoặc, nếu yêu cầu về bảo vệ chống ăn mòn không quá cao, ví dụ, cho phép diện tích ăn mòn đạt đến 2,5% (hoặc hơn), thì thời hạn bảo vệ sẽ kéo dài hơn. <u>Các ký hiệu</u> (khi lựa chọn mác sơn để sử dụng): ++ Lý tưởng + Tốt +/- Cần nhắc - Không phù hợp															

4. KẾT LUẬN

- Mức độ ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu - thời tiết - môi trường đến quá trình lão hóa giảm theo dãy: cường độ bức xạ mặt trời, độ muối, tổ hợp nhiệt độ - độ ẩm, các tác nhân oxy hóa... Kết quả thử nghiệm cho thấy mức độ suy biến các hệ sơn phủ tại Đầm Báy là lớn nhất, sau đó là Cần Giò và Hòa Lạc. Điều này phù hợp với đặc điểm khí hậu - thời tiết - môi trường tại các trạm thử nghiệm này.

- Qua nghiên cứu độ bền của các hệ sơn phủ khác nhau của tất cả các nhà sản xuất, nhìn chung kết quả thử nghiệm cho thấy độ bền nhiệt đới, theo bản chất của hệ sơn, giảm theo dãy sau: Sơn PU > sơn AC > sơn EP > sơn AK. Các mức sơn khác nhau trong cùng một hệ sơn không có sự khác biệt nhiều về khả năng bảo vệ.

- Từ cơ sở dữ liệu thực nghiệm có thể đưa ra các khuyến cáo có giá trị thực tiễn cho người sử dụng. Theo đó, tùy thuộc vào các yêu cầu cụ thể, người sử dụng sẽ lựa chọn được các mức sơn phù hợp cho mục đích của mình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. M. И. Карякина, *Испытание лакокрасочных материалов и покрытий*, Москва-Химия, 1988.
2. 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, 2003, Paper #A12*.
3. Nguyen Nhi Tru, Hiroyuki Tanabe, Masanori Nagai, "Degradation of Polyurethane and Fluoropolymer Top Coatings in Tropical Environment", *Proceedings of the 16th International corrosion congress*, Beijing, China, September 2005, p.15-30.
4. 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 Conference*, Beijing, China, 1991, p.628-633.
5. 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.
6. ГОСТ 9.407-84, *Единая система защиты от коррозии и старения, Окрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида*.

SUMMARY

CHOOSING STEEL PROTECTION PAINT PRODUCTS SUITABLE FOR TROPICAL CLIMATE AREA

This article presents the results of natural testing at 3 test stations of the Vietnam-Russia Tropical Center for a period of 5 years on common paint systems with the evaluation criterion being the coating's ability to protect against corrosion. Research shows that the tropical durability of the product depends on two groups of factors: the nature of the coating systems and the conditions of use. According to the nature of the paint system, the durability of the paint systems decreases in series: PU paint > AC paint > EP paint > AK paint. According to the conditions of use, the durability of paint systems decreased according to the test locations: Hoa Lac > Can Gio > Dam Bay. The research results have high practical value, and are guidelines for choosing paint products suitable for use conditions.

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

Nhận bài ngày 30 tháng 7 năm 2021

Phản biện xong ngày 14 tháng 9 năm 2021

Hoàn thiện ngày 21 tháng 6 năm 2022

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