

THỬ NGHIỆM GIA TỐC ĐÁNH GIÁ TÍNH CHẤT BẢO VỆ CHO THÉP KẾT CẤU CỦA MỘT SỐ HỆ SƠN PHỦ TRONG MÔI TRƯỜNG BIỂN ĐẢO

ĐẶNG MINH THỦY ⁽¹⁾, DOÃN QUÝ HIẾU ⁽¹⁾, NGUYỄN VĂN VINH ⁽¹⁾

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là nước có khí hậu nóng ẩm nhiệt đới, mưa nhiều, bờ biển kéo dài từ Bắc vào Nam, đây là điều kiện ăn mòn khắc nghiệt đối với hầu hết kim loại. Nhiều thiết bị, công trình kim loại, đặc biệt trong môi trường biển đảo với hơi ẩm chứa muối, có tốc độ ăn mòn cao, chi phí sửa chữa bảo dưỡng cho ăn mòn lớn. Do đó việc áp dụng các phương pháp chống ăn mòn thích hợp nhằm ngăn chặn nguy cơ dẫn đến phá hủy các thiết bị, công trình, hạn chế được những hậu quả nghiêm trọng. Các loại đường ống, thiết bị, công trình thường cấu tạo từ sắt, thép đã được sơn phủ bảo vệ, tuy nhiên rất dễ bị gỉ sét và ăn mòn khi làm việc liên tục trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt. Xuất phát từ nhu cầu thực tế, các lớp phủ thép kết cấu trong môi trường biển đảo đã được nghiên cứu, phát triển và đưa vào sử dụng để bảo vệ bề mặt kim loại, tăng tính bền với môi trường [1]. Các lớp phủ giúp bảo vệ bề mặt thép kết cấu tốt hơn, giảm đáng kể thời gian bảo dưỡng, chống hư hại cho các bề mặt kim loại nhạy cảm với điều kiện khí hậu.

Để đánh giá nhanh chóng mức độ ăn mòn, hư hỏng của các lớp phủ thép kết cấu trong môi trường khí hậu biển đảo ở Việt Nam cần thực hiện các phép thử nghiệm gia tốc. Những năm qua đã có nhiều nghiên cứu về ăn mòn thép kết cấu trong môi trường biển đảo và phương pháp thử nghiệm gia tốc để đánh giá các lớp phủ ở Việt Nam và trên thế giới. Trong công trình [2], đã nghiên cứu chế thử sơn bảo vệ tạm thời bề mặt các chi tiết kim loại với các thành phần: nhựa copolyme vinyl clorua, axetat mactin UM50, chất hóa dẻo dibutyl phthalat, hỗn hợp dung môi toluen và metyl etyl keton. Các kết quả thử nghiệm gia tốc cho thấy, loại sơn chế tạo được có thể sử dụng để bảo vệ tạm thời các chi tiết kim loại, có chất lượng tương đương sơn XC-567 của Liên bang Nga. Nghiên cứu tính chất điện hóa của thép kết cấu trong môi trường nước mặn được trình bày trong [3]. Cơ sở của các quá trình ăn mòn, các dạng ăn mòn, hành vi và đặc điểm của chúng trong môi trường biển, các biện pháp chống ăn mòn đã và đang được áp dụng trong thực tế được nghiên cứu trong tài liệu [4].

Đối với các loại sơn, tác nhân khí quyển chính gây lão hóa và suy giảm tính chất là bức xạ mặt trời, nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ muối trong khí quyển, mưa, bụi, gió và các tác nhân do các môi trường xâm thực khác. Để mô phỏng ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu đó, người ta sử dụng các phương pháp thử nghiệm gia tốc trong phòng thí nghiệm như: nhiệt ẩm, mù muối, bức xạ mặt trời. Ưu điểm của phương pháp thử nghiệm gia tốc so với thử nghiệm tự nhiên là tiết kiệm thời gian, chi phí ở giai đoạn phát triển các chủng loại lớp phủ mới, do đó thử nghiệm gia tốc đã được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp sơn. Một số nghiên cứu nước ngoài về thử nghiệm gia tốc nhiệt ẩm, mù muối, bức xạ mặt trời của các hệ sơn phủ cho thép có thể kể đến trong tài liệu [5]. Các tiêu chuẩn quốc tế về thử nghiệm gia tốc như ISO 11997-2:2013, ISO 11997-1:2005, ISO 16474-1:2013, ISO 16474-2:2013, ISO 16474-3:2013, ISO 16474-4:2013, tiêu chuẩn của Mỹ: ASTM B 117, ASTM D1735, ASTM D2247, ASTM D4585, tiêu chuẩn của Nga: ГОСТ 9.401-91, ГОСТ 15150-69, ГОСТ 9.104-79, ГОСТ 9.032-74...

Trong bài báo này, nhóm nghiên cứu đã thực hiện các phương pháp thử nghiệm gia tốc để đánh giá tính chất bảo vệ cho thép kết cấu của một số hệ sơn: Alkyd (Hải Âu), epoxy (Jotun), polyurethan (Carboline). Các phép thử nghiệm gia tốc theo tiêu chuẩn: Thử nghiệm nhiệt ẩm; Thử nghiệm mù muối; Thử nghiệm bức xạ mặt trời. Từ kết quả thử nghiệm thu được, đã đưa ra đánh giá, so sánh tính chất bảo vệ, trang trí của các hệ sơn phủ cho thép kết cấu trình bày ở trên.

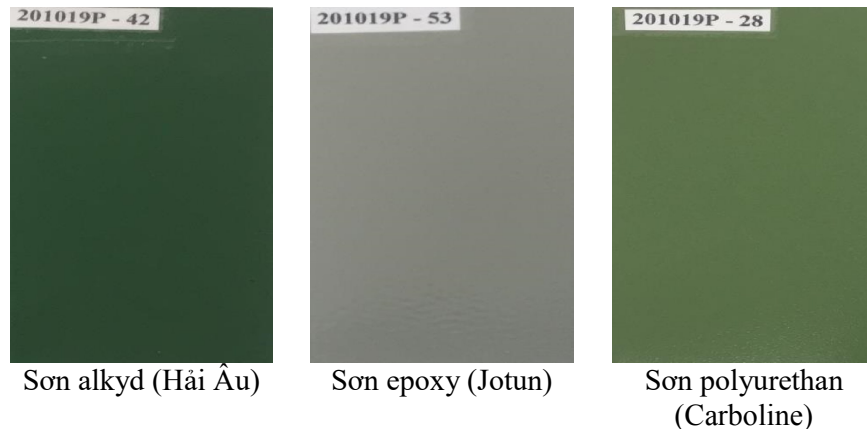
2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng thử nghiệm

Trên cơ sở nghiên cứu tổng quan các loại sơn trên thị trường, các tiêu chuẩn thử nghiệm gia tốc môi trường cho màng sơn, nhóm tác giả lựa chọn một số hệ sơn lót, phủ chuyên dụng cho môi trường biển có chất lượng tốt phục vụ cho quá trình nghiên cứu đánh giá tính chất bảo vệ cho thép kết cấu. Đối tượng thử nghiệm gồm 03 chủng loại: Sơn alkyd - Hải Âu (sơn lót Hải Âu alkyd 702, sơn phủ Hải Âu alkyd 275); Sơn epoxy - Jotun (sơn lót epoxy Jotamatic 80, sơn phủ epoxy Penguard Ral 6025); Sơn polyurethan - Carboline (Sơn lót Carboline polyurethan, sơn phủ Carboline polyurethan). Điều kiện phun, số lớp phun được thực hiện theo yêu cầu của từng loại sơn tương ứng theo nhà sản xuất, chiều dày màng khô 50 μ m. Mẫu sau khi sơn phủ xong được để khô tự nhiên trong điều kiện phòng thí nghiệm.

2.2. Chuẩn bị mẫu thử

Mẫu nền là các tấm thép mác CT3 có kích thước (150 x 70 x 2) mm. Các tấm mẫu được đánh số mác mẫu ở các góc trái của tấm mẫu (hình 1).

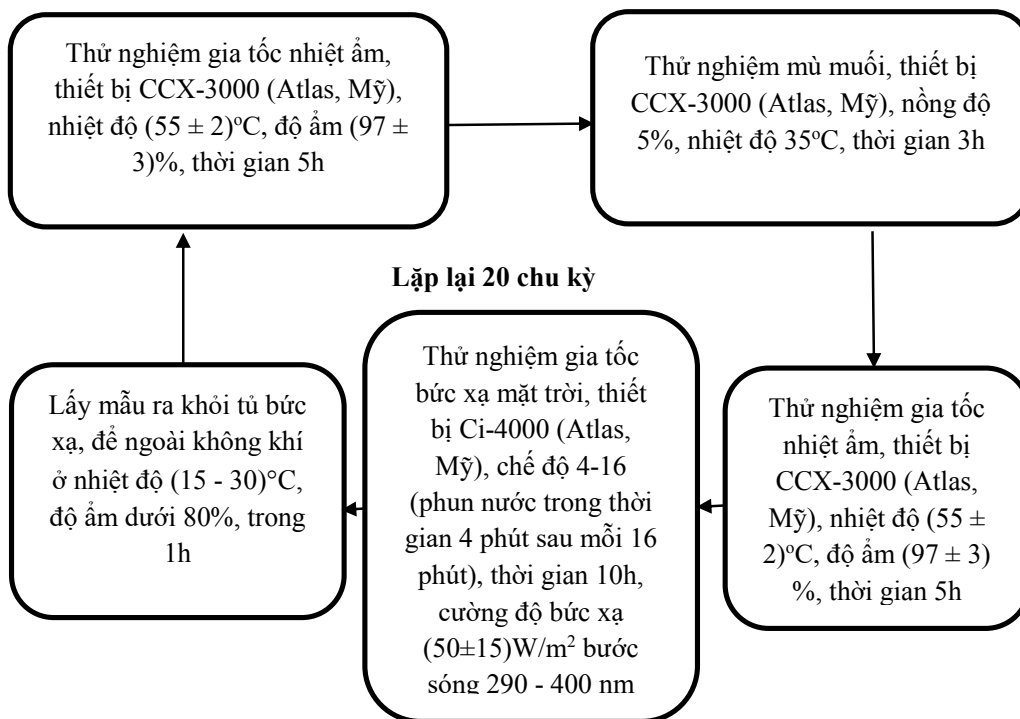


Hình 1. Các mẫu sơn phủ trước khi thử nghiệm gia tốc

Bề mặt mẫu nền được chuẩn bị theo phương pháp mài mòn theo tiêu chuẩn TCVN 5670:2007. Độ nhám bề mặt mẫu đạt khoảng 0,5 đến 1,14 μ m. Tiếp theo các tấm mẫu được tẩy dầu mỡ và rửa sạch các bụi mài trong dung môi axeton hoặc cồn 96%. Sau đó để khô tự nhiên hoặc có thể thổi bằng khí khô trước khi phun sơn. Thời gian khô, thời gian sơn lớp tiếp theo, chiều dày màng khô và các thông số kỹ thuật khác thực hiện theo khuyến cáo của nhà sản xuất. Số lượng mẫu thử cho mỗi loại sơn được tính căn cứ vào số chu kỳ thử nghiệm (20 chu kỳ), số lần lấy mẫu đánh giá (5 lần và 1 lần đối chứng).

2.3. Phương pháp thử nghiệm

Theo GOCT 15150-69, khu vực biển đảo ở nước ta thuộc phân vùng khí hậu nhiệt đới biển T1, dạng khí quyển III, đặc trưng bởi độ ẩm, độ mặn cao, chịu ảnh hưởng của nhiệt độ và bức xạ mặt trời. Để mô phỏng các yếu tố khí hậu tác động lên lớp sơn phủ cho thép kết cấu ngoài trời, chọn phương pháp thử nghiệm số 9 trong Tiêu chuẩn GOCT 9.401-91 “Các màng sơn phủ. Yêu cầu chung và phương pháp thử nghiệm gia tốc đánh giá độ bền với các yếu tố khí hậu”. Phương pháp thử nghiệm số 9 là sự kết hợp tác động tuần tự của các yếu tố nhiệt độ - độ ẩm, hơi muối và bức xạ mặt trời lên lớp sơn phủ. Chu kỳ thử nghiệm được trình bày theo sơ đồ:



Lặp lại chu kỳ trên 20 lần, lấy mẫu đánh giá sau 3, 7, 10, 15, 20 chu kỳ. Thời gian di chuyển mẫu từ tủ này sang tủ khác không quá 10 phút.



Hình 2. Các mẫu sơn đặt trong tủ bức xạ mặt trời, tủ ăn mòn trước khi thử nghiệm

2.4. Phương pháp đánh giá

Đánh giá kết quả thử nghiệm các sản phẩm sơn được thực hiện trước khi thử nghiệm và sau mỗi chu kỳ lấy mẫu trên theo các chỉ tiêu quy định trong bộ tiêu chuẩn TCVN 8785 [6] gồm 13 chỉ tiêu không phá hủy mẫu: đánh giá tổng thể, độ mất màu, độ tích bụi, độ tạo vảy và bong tróc, độ phân hóa, độ ăn mòn của kim loại dưới lớp phủ, độ bám bụi, sự thay đổi độ bóng, độ mài mòn, độ rạn nứt, độ đứt gãy, độ phồng rộp, sự thay đổi màu sắc. Trong số các chỉ tiêu trên, có 2 chỉ tiêu phải sử dụng thiết bị để đánh giá độ bóng và sự thay đổi màu sắc. Các chỉ tiêu còn lại là chỉ tiêu đánh giá ngoại quan bằng mắt thường hoặc đánh giá so sánh với hình ảnh chuẩn trong tiêu chuẩn phương pháp (độ phồng rộp, độ rạn nứt, độ đứt gãy...).

Đo độ bóng màng sơn bằng thiết bị Trio Glossmeter 20°/60°/85° theo tiêu chuẩn TCVN 2101:2016 (ISO 2813:2014) [7]; đo độ thay đổi màu sử dụng thiết bị X-rite Ci62 theo tiêu chuẩn ASTM D2244-16 [8]; đo độ bền bám dính bằng thiết bị TQC Sheen (Hà Lan) theo tiêu chuẩn TCVN 2097:2015 [9]; đo độ bền va đập bằng thiết bị Sheen 807 (Anh) theo tiêu chuẩn TCVN 2100-1:2013 [10].

Độ chênh lệch màu ΔE^* , ΔL^* , Δa^* , Δb^* giữa các chu kỳ lấy mẫu được tính dựa trên cơ sở các giá trị L^* , a^* , b^* đo được theo các công thức sau:

$$\begin{aligned}\Delta L^* &= L^*_i - L^*_0 \\ \Delta a^* &= a^*_i - a^*_0 \\ \Delta b^* &= b^*_i - b^*_0 \\ \Delta E^* &= \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}\end{aligned}\quad (1)$$

Trong đó: L^*_0 , L^*_i - độ sáng màu trung bình của mẫu đối chứng trước thử nghiệm và mẫu sau chu kỳ thử nghiệm thứ i , $i = 3, 7, 10, 15, 20$.

a^*_0 , b^*_0 - chỉ số a^* , b^* trung bình của mẫu trước khi thử nghiệm;

a^*_i , b^*_i - chỉ số a^* , b^* trung bình của mẫu sau i chu kỳ thử nghiệm, $i = 3, 7, 10, 15, 20$.

Theo ГОСТ 9.407-15 [11], tổng điểm về tính năng trang trí (A_{II}) được tính theo công thức:

$$A_{\text{II}} = XaB + Xa\text{II} + Xa\Gamma + XaM \quad (2)$$

Trong đó:

X - trọng số của từng dạng phá hủy;

aB , $a\text{II}$, $a\Gamma$, aM - đánh giá tương đối sự thay đổi độ bóng, màu sắc, độ tích bụi, phân hóa

Tổng điểm sự thay đổi tính năng bảo vệ của màng sơn (A_3) được tính theo công thức:

$$A_3 = XT + XC + XII + XK \quad (3)$$

Trong đó:

X - Trọng số mỗi dạng phá hủy;

T, C, Π , K - Đánh giá bằng điểm sự đứt gãy, tách lớp, phòng rộp, ăn mòn kim loại, giá trị cụ thể được tính như sau:

$$T = 0,6 aT + 0,4 a_{IP}$$

$$C = 0,6 aC + 0,4 a_{Ip}$$

$$\Pi = 0,6 a\Pi + 0,4 a_{Ip}$$

$$K = 0,6 aK + 0,4 a_{Ip}$$

Trong đó: aT, aC, a Π , aK - Đánh giá tương đối sự đứt gãy, tách lớp, phòng rộp, ăn mòn kim loại.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Kết quả đánh giá tổng thể bằng phương pháp trực quan

Đánh giá tổng thể theo tiêu chuẩn [7], cả 3 sản phẩm sơn đều đạt điểm bậc 0 sau 20 chu kỳ thử nghiệm, nghĩa là không quan sát thấy hư hỏng.

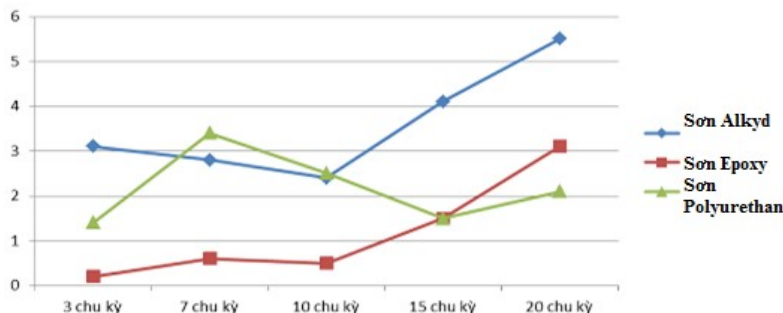
3.2. Kết quả đánh giá độ mất màu và sự thay đổi màu

Kết quả tính toán theo (1) giá trị ΔE^* - đại lượng bao hàm sự thay đổi của cả 3 thông số L^* , a^* , b^* của 3 loại sơn phủ theo chu kỳ thử nghiệm được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả đo màu giá trị ΔE^* trung bình của các sản phẩm sơn

Loại sơn	3 chu kỳ	7 chu kỳ	10 chu kỳ	15 chu kỳ	20 chu kỳ
Sơn Alkyd	3,1	2,8	2,4	4,1	5,5
Sơn Epoxy	0,2	0,6	0,5	1,5	3,1
Sơn Polyurethan	1,4	3,4	2,5	1,5	2,1

Qua kết quả tính toán giá trị trung bình ΔE^* của các sản phẩm sơn ta vẽ được đồ thị sự thay đổi màu sắc của sơn theo các chu kỳ thử nghiệm như hình 3.



Hình 3. Đồ thị thay đổi giá trị ΔE^* của 03 mẫu sơn theo các chu kỳ thử nghiệm

Từ bảng số liệu và đồ thị trên dễ thấy theo các chu kỳ thử nghiệm, sự thay đổi màu sắc của tất cả các màng sơn đều tăng lên. Theo tiêu chuẩn Γ OCT 9.407, sự thay đổi màu sắc có thể nhận thấy được bằng mắt thường khá rõ khi $\Delta E^* > 3$. Điều này phù hợp với thực tế là màu sắc màng sơn alkyd và sơn epoxy thay đổi mạnh và nhận thấy được bằng mắt thường. Sơn polyurethan có sự thay đổi màu sắc ít và khó nhận thấy bằng mắt thường ($\Delta E^* < 3$).

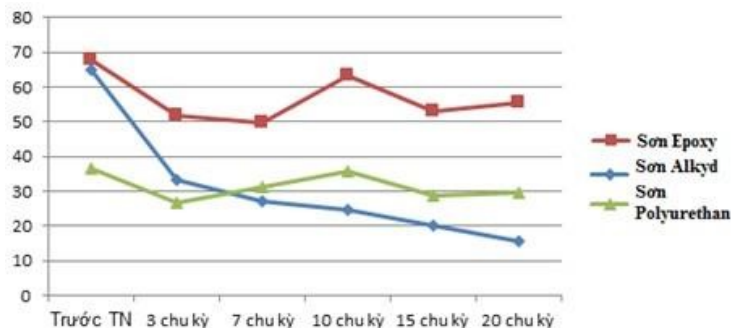
3.3. Kết quả đo độ bóng của màng sơn

Bảng giá trị kết quả đo độ bóng trung bình góc 60° của các loại sơn theo chu kỳ thử nghiệm được thể hiện trong bảng 2:

Bảng 2. Kết quả đo độ bóng trung bình góc 60° của các sản phẩm sơn

Loại sơn	Trước TN	3 chu kỳ	7 chu kỳ	10 chu kỳ	15 chu kỳ	20 chu kỳ
Sơn alkyd	64,8	33,4	27,1	24,8	20,2	15,6
Sơn epoxy	67,6	51,9	49,7	63,2	53,1	55,3
Sơn polyurethan	36,6	26,9	31,3	35,6	28,6	29,7

Đồ thị dưới đây thể hiện kết quả đo độ bóng trung bình ở góc 60° đối với 03 loại sơn alkyd, epoxy, polyurethan:



Hình 4. Đồ thị sự thay đổi độ bóng 03 mẫu sơn theo các chu kỳ thử nghiệm

Từ đồ thị trên ta thấy rằng, sơn epoxy có độ bóng cao nhất, độ bóng của sơn alkyd là thấp nhất sau 20 chu kỳ thử nghiệm. Sơn epoxy và sơn alkyd có sự chênh lệch khá lớn về độ bóng. Độ bóng của sơn polyurethan cao hơn độ bóng của sơn alkyd và thấp hơn độ bóng của sơn epoxy. Bên cạnh đó dễ thấy độ bóng của sơn alkyd biến đổi nhiều nhất trong quá trình thử nghiệm. Độ bóng của sơn polyurethan biến đổi ít hơn cả sau 20 chu kỳ thử nghiệm.

3.4. Kết quả đánh giá độ ăn mòn, phồng rộp, bong tróc của các loại sơn

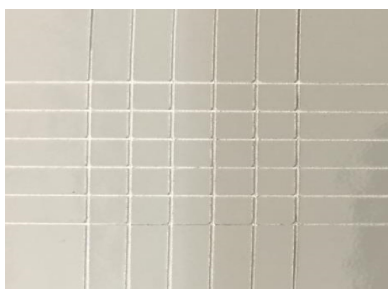
Tất cả các loại sơn alkyd, epoxy và polyurethan đều không bị ăn mòn, phồng rộp hay bong tróc trong suốt 20 chu kỳ thử nghiệm.

3.5. Kết quả đánh giá độ bám dính màng sơn

Hình 5 dưới đây thể hiện sự thay đổi độ bám dính bằng phương pháp cắt của màng sơn alkyd, epoxy và polyurethan sau 20 chu kỳ thử nghiệm. Độ bám dính của các màng sơn epoxy, polyurethan không thay đổi sau 20 chu kỳ thử nghiệm và đều đạt điểm 1. Độ bám dính của màng sơn alkyd trước thử nghiệm đạt điểm 1 và sau quá trình thử nghiệm 20 chu kỳ màng sơn bị lão hóa do vậy độ bám dính màng sơn bị suy giảm và đạt điểm 2 theo [6].

3.6. Kết quả đánh giá độ bền va đập màng sơn

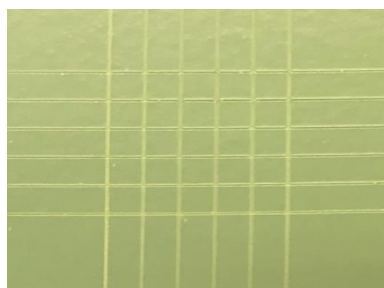
Độ bền va đập của các màng sơn đều đạt yêu cầu kỹ thuật.



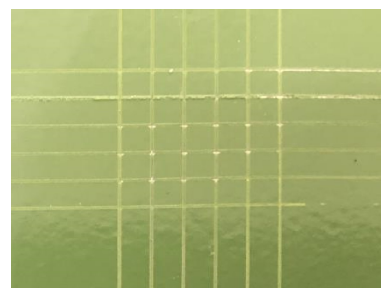
Độ bám dính màng sơn epoxy trước thử nghiệm



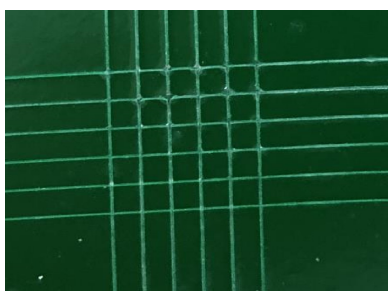
Độ bám dính màng sơn epoxy sau 20 chu kỳ thử nghiệm



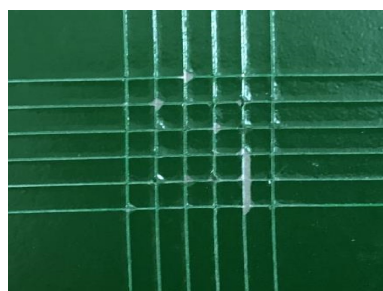
Độ bám dính màng sơn polyurethan trước thử nghiệm



Độ bám dính màng sơn polyurethan sau 20 chu kỳ thử nghiệm

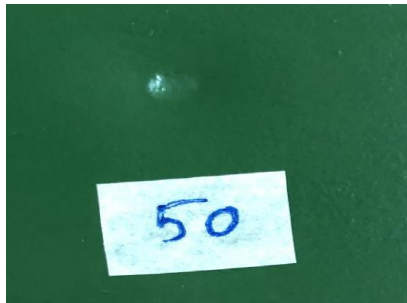


Độ bám dính màng sơn alkyd trước thử nghiệm



Độ bám dính màng sơn alkyd sau 20 chu kỳ thử nghiệm

Hình 5. Độ bám dính màng sơn epoxy, polyurethan, alkyd trước và sau 20 chu kỳ thử nghiệm



Độ bền và đập màng sơn alkyd trước thử nghiệm



Độ bền và đập màng sơn alkyd sau 20 chu kỳ thử nghiệm



Độ bền và đập màng sơn epoxy trước thử nghiệm



Độ bền và đập màng sơn epoxy sau 20 chu kỳ thử nghiệm



Độ bền và đập màng sơn polyurethan trước thử nghiệm



Độ bền và đập màng sơn polyurethan sau 20 chu kỳ thử nghiệm

Hình 6. Độ bền và đập của màng sơn epoxy, polyurethan, alkyd trước và sau 20 chu kỳ thử nghiệm gia tốc

Giá trị độ bền và đập của màng sơn trước thử nghiệm là 50 kg.cm và sau 20 chu kỳ thử nghiệm gia tốc là 60 kg.cm (hình 6).

3.7. Kết quả đánh giá các chỉ tiêu còn lại

Các chỉ tiêu còn lại như độ tích bụi, độ bám bụi, độ ăn mòn kim loại nền, độ bong tróc, đứt gãy, độ phân hóa... đều không có sự thay đổi có thể quan sát bằng mắt thường.

3.8. Đánh giá ngoại quan, tính năng trang trí và tính năng bảo vệ của các loại sơn sau 20 chu kỳ thử nghiệm

Tổng hợp kết quả đánh giá các chỉ tiêu kể trên cho 03 sản phẩm sơn được đưa ra ở bảng 3.

Bảng 3. Kết quả đánh giá của các sản phẩm sơn sau 20 chu kỳ thử nghiệm

Chỉ tiêu/ Loại sơn	Thay đổi độ bóng (B)	Thay đổi màu sắc (II)	Tích bụi (I)	Phân hóa (M)	Đứt gãy (T)	Tách lớp (C)	Phồng rộp (II)	Ăn mòn kim loại (K)
Sơn alkyd	3	3	1	1	1	1	1	1
Sơn epoxy	2	2	1	1	1	1	1	1
Sơn polyurethan	2	2	1	1	1	1	1	1

Xử lý kết quả theo (2), (3) thu được bảng kết quả tổng điểm về sự thay đổi tính năng trang trí (A_Đ) và tính năng bảo vệ (A₃) được đưa ra ở bảng 4.

Bảng 4. Kết quả tổng điểm về sự thay đổi tính năng trang trí và bảo vệ

Loại sơn	Tổng điểm về sự thay đổi tính năng trang trí (A _Đ)	Tổng điểm về sự thay đổi tính năng bảo vệ (A ₃)
Sơn alkyd	0,24	1,00
Sơn epoxy	0,33	1,00
Sơn polyurethan	0,33	1,00

Từ kết quả tính toán trong bảng 4 ta đối chiếu theo yêu cầu ở mục 1.16 của tiêu chuẩn ГОСТ 9.401-91 [12], tất cả các hệ sơn đều đạt yêu cầu về tính năng bảo vệ. Tuy nhiên các hệ sơn không đạt yêu cầu về tính năng trang trí sau thử nghiệm.

4. KẾT LUẬN

- Sau 20 chu kỳ thử nghiệm gia tốc, các hệ sơn alkyd, epoxy và polyurethan đều có sự suy giảm nhất định về tính năng trang trí, chủ yếu là thay đổi màu sắc và độ bóng, các chỉ tiêu ngoại quan khác không có sự thay đổi nhiều. Sơn epoxy, polyurethan có tính năng bảo vệ và tính năng trang trí ổn định hơn so với sơn alkyd.

- Các loại sơn đều có tính năng bảo vệ đạt yêu cầu theo phương pháp đánh giá trong tiêu chuẩn ГОСТ 9.401-91. Như vậy, các loại sơn này phù hợp để khai thác trong điều kiện khí hậu nhiệt đới vùng biển đảo.

- Kết quả thử nghiệm gia tốc có thể ứng dụng để tham khảo trong việc lựa chọn các hệ sơn phủ cho thép kết cấu giúp bảo vệ VKTBKT sử dụng trong môi trường biển đảo nhằm ngăn chặn nguy cơ dẫn đến phá hủy các thiết bị, công trình.

Lời cảm ơn: Bài báo này là sản phẩm của đề tài “Nghiên cứu thử nghiệm, đánh giá hiệu quả bảo vệ của một số chủng loại vật liệu định hướng sử dụng trong công nghệ nhiệt đới hóa VKTBKT”. Các tác giả cảm ơn các thủ trưởng Viện Độ bền Nhiệt đới, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga đã tạo điều kiện thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Nam Thắng, Nguyễn Mạnh Hồng, Phan Văn Chương, *Đánh giá chất lượng các hệ sơn phủ chống ăn mòn kết cấu thép vùng biển Việt Nam*, Tạp chí Khoa học công nghệ Xây dựng, 2011, số 3, tr. 37-40.
2. Nguyễn Văn Vinh, Hà Hữu Sơn, Lê Quốc Phẩm, *Nghiên cứu chế tạo sơn phủ bảo vệ tạm thời bề mặt các chi tiết kim loại*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ nhiệt đới, số 19, 11-2019.
3. Nguyễn Đình Tân, *Nghiên cứu tính chất điện hóa của thép kết cấu trong môi trường nước mặn*, Tạp chí khoa học kỹ thuật Thủy lợi & Môi trường, số 29, 6-2010, tr. 39-43.
4. Alain Galerie, Nguyễn Văn Tư, *Ăn mòn và Bảo vệ Vật liệu*, Nxb. KH&KT, 2002.
5. Gordon P Bierwagen, L. He, J. Li, L. Ellingson, D.E Tallman, *Studies of a new accelerated evaluation method for coating corrosion resistance - thermal cycling testing*, Progress in Organic Coatings, 2000, **39**(1):67-78.
6. TCVN 8785-2:2011, *Phần 2: Đánh giá tổng thể bằng phương pháp trực quan*.
TCVN 8785-3:2011, *Phần 3: Xác định độ mất màu*.
TCVN 8785-4:2011, *Phần 4: Xác định độ tích bụi*.
TCVN 8785-5:2011, *Phần 5: Xác định độ tích bụi (sau khi rửa nước)*.
TCVN 8785-6:2011, *Phần 6: Xác định độ thay đổi độ bóng*.
TCVN 8785-7:2011, *Phần 7: Xác định độ mài mòn*.
TCVN 8785-8:2011, *Phần 8: Xác định độ rạn nứt*.
TCVN 8785-9:2011, *Phần 9: Xác định độ đứt gãy*.
TCVN 8785-10:2011, *Phần 10: Xác định độ phồng rộp*.
TCVN 8785-11:2011, *Phần 11: Xác định độ tạo vảy và bong tróc*.
TCVN 8785-12:2011, *Phần 12: Xác định độ phân hóa*.
TCVN 8785-13:2011, *Phần 13: Xác định độ thay đổi màu*.
7. TCVN 2101:2016, *Sơn và vecni - xác định giá trị độ bóng ở 20°, 60° và 85°*.

8. ASTM D2244-16, *Standard Practice For Calculation Of Color Tolerances And Color Differences From Instrumentally Measured Color Coordinates.*
9. TCVN 2097:2015, *Sơn và vecni - Phép thử cắt ô.*
10. TCVN 2100-1: 2013, *Sơn và vecni - phép thử biến dạng nhanh*
11. ГОСТ 9.407-15, *Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида.*
12. ГОСТ 9.401-91, *Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов.*

SUMMARY

ACCELERATION TEST TO EVALUATE THE PROTECTION PROPERTIES OF SOME COATINGS FOR STRUCTURAL STEEL IN SEA ATMOSPHERE

This article presents some testing results of some coatings for structural steel by Vietnam - Russia tropical center to preserve weapons and equipment in tropical conditions of Vietnam. The coatings studied include: polyurethane, epoxy, alkyd paints. The test method number 9 in standard GOST 9.401-91 was chosen to simulate conditions of sea atmosphere. Acceleration test results can be used as a reference in selecting coatings for structural steel to protect weapons and equipment in the sea atmosphere to prevent the risk of damage to equipment and structures.

Keywords: *Acceleration test, preservation, structural steel, coatings, sea atmosphere, thử nghiệm gia tốc, bảo quản, thép kết cấu, sơn phủ, biển đảo.*

Nhận bài ngày 16 tháng 6 năm 2021

Phản biện xong ngày 21 tháng 9 năm 2021

Hoàn thiện ngày 24 tháng 9 năm 2021

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