

KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM BAN ĐẦU VỀ SƠN CHỐNG HÀ TRÊN NỀN CAO SU

NGUYỄN VĂN CHI⁽¹⁾, NGUYỄN VĂN NGỌC⁽²⁾, MAI VĂN MINH⁽¹⁾, BÙI BÁ XUÂN⁽¹⁾

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bám bẩn sinh học (hà bám) trên thân vỏ tàu biển gây ra những tác động tiêu cực trong quá trình khai thác sử dụng. Bám bẩn sinh học làm giảm tính chất thủy động học của vỏ tàu dẫn đến tăng lực cản của nước biển lên thân tàu [11], có thể làm tăng tiêu hao nhiên liệu lên đến 40%, làm phí tổn hành trình tới 77% [3, 12]. Hà bám lên chân vịt, bánh lái ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả và độ chính xác điều khiển, đồng thời làm giảm khả năng cơ động và hiệu suất khai thác [8]. Hà bám làm tăng số lần lên dock, phát sinh nhân lực, vật lực để làm sạch chúng và tạo ra các chất thải độc hại với môi trường [3, 10].

Phương pháp phổ biến và hiệu quả nhất để hạn chế tác hại của hà bám là sử dụng sơn chống hà. Nhiều nghiên cứu đã công bố về sơn chống hà cho tàu nổi, nhưng cho các bề mặt bằng cao su trong nước biển và tàu ngầm (với đặc trưng thân tàu được bao bọc một lớp cao su) vẫn còn hạn chế và chưa tìm thấy ở Việt Nam.

Bài báo trình bày một số kết quả thử nghiệm ban đầu về sơn chống hà trên nền mẫu cao su tại Trạm Nghiên cứu Thử nghiệm biển (Đầm Báy - Nha Trang - Khánh Hòa). Kết quả thử nghiệm cho phép đưa ra kết luận về khả năng sử dụng sơn chống hà cho các bề mặt cao su và vỏ cao su tàu ngầm khi khai thác sử dụng trong môi trường nước biển.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Dụng cụ, máy móc và trang thiết bị

Súng phun sơn Sagola 475, máy nén khí không dầu loại D&D Rock 1524A, thiết bị đo nhiệt độ và pH cầm tay HI98128, thiết bị đo độ mặn HI98203, thiết bị đo nồng độ oxy hòa tan HI96732 và cân phân tích HR-300i có độ chính xác 10^{-4} g.

2.2. Vật liệu

2.2.1. Tấm mẫu cao su thử nghiệm sơn chống hà

Tấm mẫu thử nghiệm được chế tạo từ cao su neoprene có kích thước 300mm x 150mm x 3mm với các chỉ tiêu kỹ thuật như trong bảng 1 [9].

Bảng 1. Chỉ tiêu kỹ thuật cao su neoprene dùng thử nghiệm theo tiêu chuẩn ASTM D 2000-99 [4] và kết quả mẫu thí nghiệm.

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Yêu cầu	Kết quả
1	Độ bền kéo đứt	MPa	≥ 10	10,6
2	Độ giãn dài khi đứt	%	260	278
3	Độ cứng	Shore A	40 ÷ 60	50
4	Độ cứng sau khi ngâm trong nước ở 100°C và 70h	Shore A	40 ÷ 60	55
5	Độ cứng sau khi ngâm trong nhiên liệu diesel ở 100°C và 70h	Shore A	40 ÷ 60	47

2.2.2. Các loại sơn thử nghiệm

Sơn lót Vinylguard SG 88

Là loại sơn một thành phần gốc vinyl, có khả năng chống gỉ, khô nhanh dùng như lớp lót, lớp trung gian cho hệ sơn chống hà. Đây là sản phẩm của hãng Jotun, có các đặc tính kỹ thuật do nhà sản xuất cung cấp được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Đặc tính kỹ thuật của sơn vinylguard SG 88

TT	Đặc tính kỹ thuật	Đơn vị	Phương pháp thử	Giá trị
1	Thể tích chất rắn	%	ISO 3233	38 ± 2
2	Điểm chớp cháy	°C	ISO 3679, PP1	28
3	Tỷ trọng	kg/l	Tính toán	1,14
4	Hàm lượng chất hữu cơ bay hơi	g/l	EPA, PP 24	540
5	Cấp độ bóng	Độ	Jotun Performance	mờ (0-30)
6.1	Khô bề mặt		ở 23°C / 40°C	0,2 / 0,15
6.2	Đi lên được			2 / 1,5
6.3	Khô để sơn lớp kế tiếp, min			2 / 2
7	Màu sắc			Xám

Chiều dày khuyến nghị khi sử dụng sơn lót trên được trình bày ở bảng 3. Dải chiều dày khá rộng, mức chiều dày cao nhất và thấp nhất chênh nhau gần 3 lần.

Bảng 3. Chiều dày khuyến nghị cho mỗi lớp sơn vinylguard SG 88

Loại chiều dày	Chiều dày khô (μm)	Chiều dày ướt (μm)	Định mức phủ lý thuyết (m ² /l)
Tối thiểu	35	95	10,9
Tối đa	100	260	3,8

Sơn chống hà Seaquantum classic black

Là loại sơn một thành phần có cơ chế thủy phân hóa học độc đáo theo công nghệ silyl acrylat. Chống hà theo cơ chế tự mài mòn, độ ổn định cao. Đây là sản phẩm của hãng Jotun, có các đặc tính kỹ thuật do nhà sản xuất cung cấp được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Đặc tính kỹ thuật của sơn Seaquantum classic black

TT	Đặc tính kỹ thuật	Đơn vị	Phương pháp	Giá trị
1	Thể tích chất rắn	%	ISO 3233	47 ± 2
2	Điểm chớp cháy	°C	ISO 3679, PP1	25
3	Tỷ trọng	kg/l	Tính toán	1,77
4	Hàm lượng chất hữu cơ bay hơi	g/l	EPA, PP 24	470
5.1	Khô bề mặt, min	Giờ	ở 30°C / 40°C	0,5 / 0,5
5.2	Khô để sơn lớp kế tiếp, min			7 / 6
5.3	Khô / đóng rắn để ngâm nước, min			9 / 8
6	Màu sắc			Đen

Chiều dày khuyến nghị sử dụng sơn chống hà trên được trình bày ở bảng 5. Chiều dày lớp phủ ở mức cao nhất và thấp nhất chênh nhau khoảng 2 lần.

Bảng 5. Chiều dày khuyến nghị cho mỗi lớp sơn Seaquantum classic black

Loại chiều dày	Chiều dày khô (µm)	Chiều dày ướt (µm)	Định mức phủ lý thuyết (m ² /l)
Tối thiểu	75	160	6,2
Tối đa	150	320	3,1

Sơn chống hà AF-450

Là loại sơn được sản xuất trên cơ sở dầu nhựa thực vật biến tính vinyl, độc tố chống hà và các phụ gia. Đây là sản phẩm của công ty sơn Hải Âu, có các đặc tính kỹ thuật và chiều dày đề xuất được trình bày ở bảng 6.

Bảng 6. Đặc tính kỹ thuật của sơn Hải Âu AF-450

TT	Tên các thông số kỹ thuật	Đơn vị	Mức chỉ tiêu
1	Màu sắc		Đen
2	Độ nhớt (ASTM D562) (ở 25°C), không nhỏ hơn	KU	≥ 70
3	Tỷ trọng (ASTM D1474) (ở 25°C)	Kg/l	1,75 ± 0,05
4	Hàm lượng rắn (% theo thể tích)	%	≥ 50
5	Độ bám dính (ASTM 3359)	Mức	≥ 0B
6	Chiều dày màng sơn khô đề xuất	µm	100 ÷ 120
7	Thời gian khô bề mặt:	Giờ	4
	Thời gian khô hoàn toàn:		12
8	Dung môi pha loãng, tỷ lệ pha thêm		CS 02, 0 ÷ 5%

Sơn thông thường không có khả năng chống hà 2K Acrylic Lacquer

Là loại sơn không chống hà 2K Acrylic Lacquer do Doanh nghiệp tư nhân Thương mại Gia Đại (Lô 521, Võ Đông, Vĩnh Trung, Nha Trang) sản xuất. Một số đặc tính kỹ thuật của sơn này được trình bày ở bảng 7.

Bảng 7. Đặc tính kỹ thuật của sơn 2K Acrylic Lacquer

TT	Tên các thông số kỹ thuật	Đơn vị	Mức chỉ tiêu
1	Nhựa tổng hợp	%	76
2	Dung môi	%	13
3	Phụ gia hoạt động bề mặt	%	0,5
4	Chất xúc tác	%	4 ÷ 5
5	Thời gian khô	phút	45
6	Độ bền va đập	kg/cm ²	≥ 45
7	Hàm lượng không bay hơi	%	55 ÷ 65
8	Độ bóng quang học		≥ 95
9	Màu sơn	Đen	
10	Góc sơn	Nhựa acrylic	
11	Loại sơn	Sơn hai thành phần	

2.3. Chuẩn bị mẫu cho thử nghiệm

Đã chuẩn bị 3 loại mẫu dùng cho thử nghiệm tự nhiên: Mẫu sơn đối chứng 2K Acrylic (ký hiệu Đ), mẫu sơn chống hà của Jotun Seaquantum classic (ký hiệu J) và mẫu sơn chống hà của Hải Âu AF-450. Các mẫu được chế tạo giống nhau, bằng cách sơn 2 lớp sơn lót và 2 lớp sơn phủ.

Mẫu được cố định trên giá bằng nẹp và buloong theo từng cặp, ở giữa đặt một tấm mica có cùng kích thước để đảm bảo độ chắc chắn và độ ổn định cơ học trong quá trình thử nghiệm.

Tiến hành sơn theo yêu cầu kỹ thuật của hãng sản xuất bằng súng phun sơn.

2.4. Phương pháp xác định độ dày màng sơn

Với mỗi lớp sơn sử dụng 6 mẫu kích thước 300mm x 150mm x 3mm, xác định độ dày màng sơn trung bình theo nguyên tắc khối lượng [2].

Độ dày ướt màng sơn: $d_u = \frac{m_1 - m_0}{A \cdot \rho}$

trong đó: d_u - bề dày lớp sơn ướt, μm ;

m_0, m_1 - khối lượng mẫu trước khi sơn và ngay sau khi sơn, g;

A - diện tích mẫu hình chữ nhật, m^2 ;

ρ - tỷ trọng ướt của sơn, g/l.

Độ dày khô màng sơn: $d_k = \frac{m_1 - m_0}{A \cdot \rho_0}$,

trong đó: d_k - bề dày lớp sơn khô, μm ;

m_0, m_1 - khối lượng mẫu trước khi sơn và khi sơn đã khô, g;

A - diện tích mẫu hình chữ nhật, m^2 ;

ρ_0 - tỷ trọng khô của sơn, g/l.

2.5. Phương pháp thử nghiệm tự nhiên

Thử nghiệm tự nhiên được thực hiện tại Trạm Thử nghiệm biển Đầm Báy [13], theo tiêu chuẩn quân sự Mỹ MIL-PRF-24647C [9].

Hàng tháng thu thập số liệu thủy lý, thủy hóa nơi thử nghiệm gồm: Nhiệt độ, độ mặn, độ pH, nồng độ oxi hòa tan.

Đánh giá độ bền cơ lý màng sơn bao gồm các dấu hiệu hư hỏng như: Nứt tách, phồng rộp, bong tróc [5, 6, 7].

Đánh giá kết quả chống hà bằng phương pháp so sánh đối chứng và trên cơ sở bậc bám bẩn. Theo phương pháp của Nga [14], có 5 bậc được trình bày trong bảng 8:

Bảng 8. Bảng phân bậc bám bẩn

TT	Bậc	Diện tích bám bẩn trên toàn bề mặt mẫu thử *
1	5	Không có sinh vật bám hoặc có một vài cá thể ở mép mẫu thử
2	4	Dưới 10%
3	3	Từ 10% đến 20%
4	2	Từ 20% đến 50%
5	1	Trên 50%

* Xác định diện tích bám bẩn theo phương pháp lưới ô vuông.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thu thập các thông số thủy lý, thủy hóa nước biển

Bảng 9. Các số liệu thủy lý, thủy hóa nước biển trung bình tháng tại Đầm Báy

Thời gian	Nhiệt độ (°C)	Độ mặn (‰)	Độ pH	Nồng độ O ₂ hòa tan (mg/l)
4/2015	27,86	32,25	8,15	6,88
5/2015	28,01	32,77	8,23	6,94
6/2015	28,52	32,81	8,21	6,95
7/2015	27,82	31,98	8,45	6,67
8/2015	28,16	33,05	8,08	6,77
9/2015	26,89	32,02	8,12	6,67

Theo bảng trên, các thông số thủy lý, thủy hóa trung bình thu thập được tại Trạm là khá ổn định, nhiệt độ và nồng độ oxy hòa tan cao là điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của sinh vật bám bẩn [1, 14]. Vì vậy, thử nghiệm sơn chống hà bám trong khoảng thời gian này cho kết quả rõ ràng nhất.

3.2. Kết quả xác định độ dày các màng sơn

Bảng 10. Kết quả xác định độ dày trung bình màng sơn

Loại sơn Độ dày	Vinylguard SG 88	2K Acrylic	Seaquantum classic black	AF-450
Trung bình ướt	146,74 μm	130,84 μm	139,83 μm	147,75 μm
Trung bình khô	55,76 μm	79,55 μm	65,72 μm	73,87 μm

Kết quả xác định độ dày màng sơn ướt và khô trung bình phù hợp với dải độ dày khuyến nghị của từng loại sơn sử dụng.

3.3. Kết quả thử nghiệm tự nhiên trong môi trường nước biển

3.3.1. Đánh giá trên cơ sở quan trắc thực địa và so sánh đối chứng

Hình 1 là ảnh chụp một số mẫu trước khi thử nghiệm. Các hình 2, 3, 4 và 5 là ảnh chụp một số mẫu trong quá trình thử nghiệm, theo thứ tự từ trái qua phải: Sơn thường 2K Acrylic, sơn Jotun, sơn Hải Âu.



Hình 1. Ảnh chụp các mẫu trước khi bắt đầu thử nghiệm

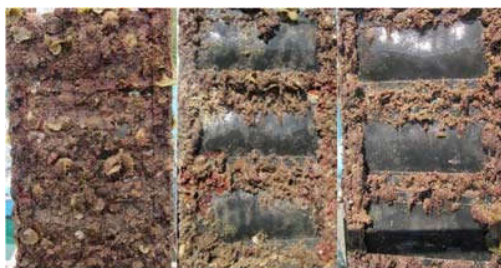


Hình 2. Ảnh chụp các mẫu khi thử nghiệm được 1 tháng

Quan sát tại thực địa nhận thấy: Sau 1 tháng thử nghiệm, trên bề mặt các mẫu sơn không có độc tố chống hà đã xuất hiện lớp màng vi sinh vật (hình 2). Rải rác trên bề mặt các mẫu này đã xuất hiện các banalus (đốm trắng) nhỏ và một số nhuễn thể 2 mảnh. Trong khi đó, các mẫu sơn chống hà đều không có lớp vi sinh vật, bề mặt trơn nhẵn, không có dấu hiệu phồng rộp, bong tróc hay tách lớp.



Hình 3. Ảnh chụp các mẫu khi thử nghiệm được 2 tháng

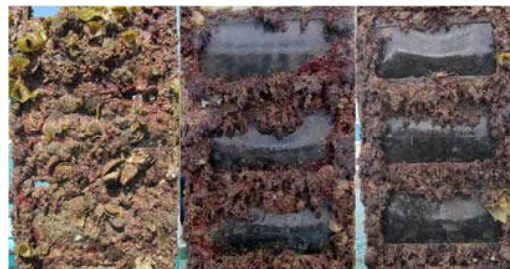


Hình 4. Ảnh chụp các mẫu khi thử nghiệm được 4 tháng

Sau 2 tháng thử nghiệm, sinh vật bám bản đã phát triển rõ rệt trên bề mặt các mẫu đối chứng như các banalus và một số nhuyễn thể, chiếm gần hết bề mặt. Trong khi đó, bề mặt các mẫu sơn chống hà chưa xuất hiện lớp màng vi sinh vật, không có dấu hiệu phòng rộp, bong tróc hay tách lớp (hình 3).

Sau 4 tháng thử nghiệm, các loại hào, hà, nhuyễn thể 2 mảnh đã phát triển mạnh trên các mẫu sơn đối chứng, tăng cả về chủng loại, số lượng và kích thước. Trên bề mặt các mẫu sơn chống hà không có sự xuất hiện của các sinh vật bám bản, mặc dù ở trên các nẹp và giá thử nghiệm, sinh vật bám bản đã phát triển mạnh. Không có dấu hiệu hư hỏng màng sơn (hình 4).

Sau 6 tháng thử nghiệm, trên các mẫu không chống hà sinh vật bám bản tiếp tục phát triển mạnh, còn trên các mẫu sơn chống hà mặc dù giá thử nghiệm và nẹp đã bị bám phủ dày đặc, nhưng bề mặt mẫu thử nghiệm vẫn không bị bám bản. Có sự phát triển lần chiếm từ phía nẹp giữ mẫu vào phía trong của mẫu, tuy nhiên các loại sinh vật này đều phát triển từ trên nẹp mẫu (phần không được sơn chống hà). Trên bề mặt mẫu thử nghiệm không có các dấu hiệu nứt tách, phòng rộp hay bong tróc.



Hình 5. Ảnh chụp các mẫu khi thử nghiệm được 6 tháng

Như vậy, sau 6 tháng thử nghiệm, trên cơ sở quan trắc tại thực địa các mẫu sơn chống hà trên cao su không có các dấu hiệu hư hỏng và hoàn toàn chống được bám bản sinh học trong môi trường nước biển.

3.3.2. Đánh giá kết quả trên cơ sở phân bậc bám bản

Bảng 11. Kết quả phân bậc bám bản các mẫu thử nghiệm

Thời gian (tháng)	Phân bậc bám bản mẫu sơn thử nghiệm: Ký hiệu (số lượng mẫu)								
	1Đ(2)	2Đ(2)	3Đ(2)	1J(2)	2J(2)	3J(2)	1H(2)	2H(2)	3H(2)
1	4	4	4	5	5	5	5	5	5
2	2	2	3	5	5	5	5	5	5
3	1	1	1	5	5	5	5	5	5
4	1	1	1	5	5	5	5	5	5
5	1	1	1	5	5	5	5	5	5
6	1	1	1	5	5	5	5	5	5

Với kết quả phân bậc bám bản như trên, thấy rằng: Chỉ sau 1 tháng các mẫu cao su được sơn loại thông thường không chống hà đã bị bám bản; sau 3 tháng các mẫu này hoàn toàn bị bám bản trên 50% diện tích bề mặt mẫu. Trong khi đó các mẫu sơn chống hà thử nghiệm sau 6 tháng vẫn giữ được tính chất chống hà.

4. KẾT LUẬN

- Sau 6 tháng thử nghiệm tự nhiên trong môi trường nước biển, hệ sơn chống hà Seaquantum classic black và AF-450 trên bề mặt cao su neoprene không bị bong tróc, phồng rộp hay nứt tách.

- Chưa thấy xuất hiện các dấu hiệu phá hủy màng sơn cũng như chưa có sự xuất hiện bám bẩn sinh học trên bề mặt mẫu thử nghiệm, trong khi sơn thường 2K Acrylic bị sinh vật bám bẩn hoàn toàn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chương trình khoa học 48B, *Khí hậu biển Việt Nam*, tr.16-45.
2. TCVN 9760:2013, *Sơn và vecni - Xác định độ dày màng*, 2013.
3. Abbott A., Abel P.D., Arnold D.W. and Milne A., *Cost-benefit analysis of the use of TBT: the case for a treatment approach*, Science of the total environment, 2000, **258**:5-19.
4. ASTM D 2000-99, *Standard classification system for rubber products in automotive applications*.
5. ASTM D 660-93, *Standard test method for evaluating degree of checking of exterior paints*.
6. ASTM D 714-02, *Standard test method for evaluating degree of blistering of paints*.
7. ASTM D772-86, *Standard test method for evaluating degree of flaking (scaling) of exterior paints*.
8. Callow M. and Callow J.E., *Marine biofouling: a sticky problem*, Biologist, 2002, **49**(1):10.
9. MIL-PRF-24647C24, *Performance specification paint system, anticorrosive and antifouling*, Ship Hull, p.21-24.
10. Rouhi A.M., *The squeeze of tributyltins*, Chemical & Engineering News, 1998, **27**:41-42.
11. Schultz M.P., *Effects of coating roughness and biofouling on ship resistance and powering*, Biofouling, 2007, **23**:331-341.
12. Schultz M.P., Bendick J.A., Holm E.R. and Hertel W.M., *Economic impact of biofouling on a naval surface ship*, Biofouling, 2011, **27**:87-98.
13. ГОСТ 9.906-83, *Станции Климатические Испытательные*.
14. Гуревич Е.С., Искра Е.В. и Куцевалова Е.П., *Защита морских судов от обрастания*, Ленинград Судостроение, 1978, **9**:132-136.

SUMMARY

SOME RESULTS OF TESTING ANTI-FOULING PAINTS ON RUBBER

This paper presents the results of the initial tests to evaluate the possibility of using antifouling paints on rubber. After 6 months being immersed in seawater at Dam Bay Sea-testing Station (Nha Trang Bay, Vietnam), the two antifouling paints (Seaquantum classic black/a product of Jotun Group and AF-450/a product of Hai-Au Paint Company) have shown good effects on anti-fouling.

Từ khóa: Sơn trên cao su, sơn chống hà, anti-fouling paint, rubber.

Nhận bài ngày 22 tháng 7 năm 2015

Hoàn thiện ngày 21 tháng 9 năm 2015

⁽¹⁾ *Chi nhánh Ven biển, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga*

⁽²⁾ *Viện Độ bền nhiệt đới, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga*