

NGHIÊN CỨU SO SÁNH ĐỘNG THÁI ĂN MÒN THÉP CACBON
Ở BIỂN ĐÔNG VIỆT NAM VÀ VÙNG BIỂN VOSTOK LIÊN BANG NGA

Bùi Bá Xuân, Kharachenko U.V., Beleneva I.A.

(1) Trung tâm Nhiệt đới Việt Nga

(2) Viện sinh học biển A.V. Zhirmunsky vùng Viễn Đông, Viện hàn lâm Khoa học Nga

(Bài nhận ngày 28 tháng 09 năm 2010, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 11 tháng 1 năm 2011)

TÓM TẮT: Bài báo nêu lên kết quả nghiên cứu thử nghiệm có tính chất so sánh về động thái ăn mòn thép cacbon thấp ở vịnh Nha Trang biển Đông Việt Nam và vùng biển Vostok, viễn đông Liên bang Nga. Những kết quả của việc thử nghiệm đã chứng tỏ rằng trong các điều kiện ven biển vịnh Nha Trang, ở độ mặn bình thường của nước biển, vận tốc ăn mòn của các mẫu thép ít cacbon trong vùng biển nhiệt đới diễn ra nhanh hơn từ 1.5 đến 2.5 lần so với các mẫu ở vùng biển Vostok.

Từ khóa: động thái ăn mòn thép Cacbon, vùng biển Vostok, vận tốc ăn mòn

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong tất cả các thông số của nước biển xác định nên đặc điểm và vận tốc của quá trình ăn mòn, thì cơ chế ăn mòn trong nước biển được tách ra một cách rõ ràng và thường sử dụng các thông số hóa lý điển hình như: nhiệt độ, nồng độ O₂ hòa tan và độ mặn của nước biển. Dựa vào sự ảnh hưởng qua lại và tính biến đổi được của các thông số trên trong những điều kiện khí hậu khác nhau sẽ xác định được vận tốc ban đầu của quá trình ăn mòn kim loại trong từng khu vực nhất định. Nhưng theo thời gian, ngoài những yếu tố trên, bề mặt kim loại còn chịu tác động của các yếu tố sinh học trong môi trường biển – lớp bám bẩn sinh học. Lớp bám bẩn sinh học được hình thành này, một mặt tạo nên rào cản vật lý, rào cản này sẽ làm giảm quá trình khuếch tán các hợp chất hòa tan từ lớp nước biển đến bề mặt tiếp xúc kim loại - nước, mặt khác nó tạo nên một hệ

thống hoạt động sinh học với số lượng lớn ferment và nhiều sản phẩm trao đổi chất tương tác qua lại với nhau. Kết quả của việc hình thành và hoạt động của lớp vi sinh vật bám trên bề mặt tiếp xúc kim loại - nước đã làm thay đổi đáng kể sự ăn mòn so với môi trường nước biển bên ngoài, nó làm thay đổi động học của các phản ứng ăn mòn xảy ra trên bề mặt kim loại.

Qua nhiều năm những nghiên cứu sự dính bám của các vi sinh vật lớn và bé trên hàng loạt các tấm thép khác nhau trong môi trường nước biển đã chứng minh được rằng: sự ăn mòn trên bề mặt kim loại gây ra chủ yếu bởi các tập đoàn vi khuẩn, trong đó sự tham gia của các sinh vật bám bẩn lớn có vai trò tăng cường mức độ hoạt động của vi sinh vật. Những vi sinh vật này thường phát triển theo nguyên tắc tạo vò.

Trước đây trong quá trình thực nghiệm chúng tôi đã xác định được mối tương quan

trực tiếp giữa giá trị của vận tốc ăn mòn và hoạt tính sinh học của vi sinh vật bám bản. Mỗi tương quan này đã chỉ rõ ra khả năng sử dụng chỉ số định lượng về mức độ hoạt động ferment của vi sinh vật với chất chỉ thị định tính trong sự ăn mòn của nước biển. Những nghiên cứu này được tiến hành trong vùng nước của khí hậu nhiệt đới. Và hiện tại chúng tôi đang mở rộng phạm vi nghiên cứu, đó là xác định sự thuộc có thể phát sinh dựa trên số liệu thực nghiệm thu được ở các vùng nước khác nhau về điều kiện khí hậu.

Mục tiêu: thiết lập mối quan hệ toán học giữa sự hao hụt do sự ăn mòn của kim loại, các chỉ số thủy hóa và hoạt tính sinh học của vi sinh vật trong nước biển ở những vùng khác nhau nhằm chuẩn bị cho các nghiên cứu tiếp theo của phương pháp dự đoán để đánh giá tốc độ của quá trình ăn mòn.

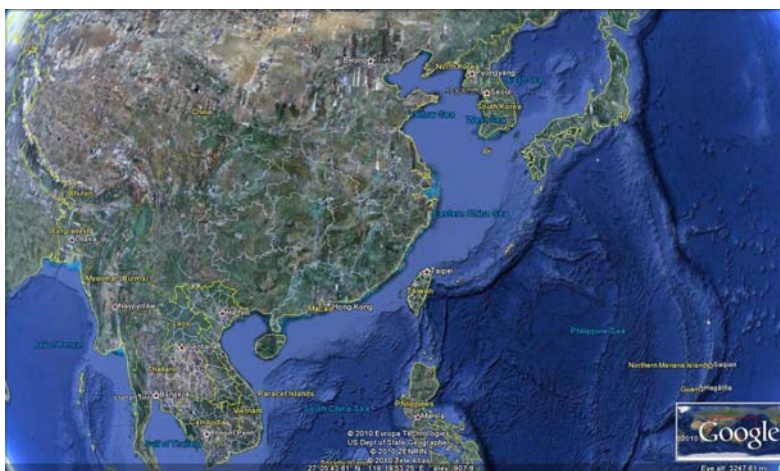
Công việc của nghiên cứu bao gồm:

- Xác định vận tốc ăn mòn của các mẫu thép ở khu vực Vịnh Nha Trang và vùng Vostok.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm tiến hành thực nghiệm

Vị trí tiến hành phân tích mẫu: vịnh Nha Trang (Biển Đông Việt nam) và vùng biển Vostok (xem ảnh 1). Trước tiên tiến hành đặt mẫu ở vùng biển nhiệt đới, sau đó ở vùng biển ôn đới. Cần chú ý, mẫu ở vùng biển Vostok được tiến hành đặt vào giai đoạn xuân hè, khi mà quá trình bám bản sinh học ở vùng này đạt đến giá trị cực đại. Nhờ vậy mới có thể so sánh kết quả của mức độ tác động của các yếu tố sinh học trong môi trường biển ở những vùng khí hậu khác nhau.



Hình 1. Bản đồ vùng thực nghiệm

Tính chất thủy hóa của vùng biển nghiên cứu trong giai đoạn tiến hành thực nghiệm được thể hiện ở bảng 1. Các số liệu cho thấy rằng, ở các khu vực thí nghiệm có sự khác biệt

đáng kể về các thông số, ở khu vực Đầm Báy các thông số về nhiệt độ, độ mặn và tổng số vi sinh vật dị dưỡng trong nước biển cao hơn nhiều so với vùng Vostok, đồng thời, hàm

lượng Oxy hòa tan trong nước biển ở khu vực Vostok.
vịnh Nha Trang thấp hơn so với vùng biển

Bảng 1. Giá trị trung bình của các thông số thủy hóa và sinh học của các vùng nghiên cứu trong giai đoạn tiếp xúc mẫu.

Các thông số	Khu vực Nha Trang	Khu vực Vostok
Nhiệt độ, °C	28.8	18.05
pH	7.2	7.3
Nồng độ muối, ‰	33	26
Nồng độ Oxy hòa tan, mg/l	5.5	8.14
Số lượng vi khuẩn dị dưỡng, nghìn. con/ml	182.3	2.65
Số lượng vi khuẩn phân hủy dầu, nghìn. con/ml	2.66	0.64
Số lượng vi khuẩn đường ruột (Escherichia Coli), nghìn. con/ml	0.21	0.87

2.2. Chuẩn bị mẫu và các thí nghiệm ăn mòn

Đối tượng nghiên cứu: các mẫu thép hàm lượng cacbon thấp Cr08, Cr10, Cr20. Các mẫu thép Cr08 được cung cấp bởi các nhà máy

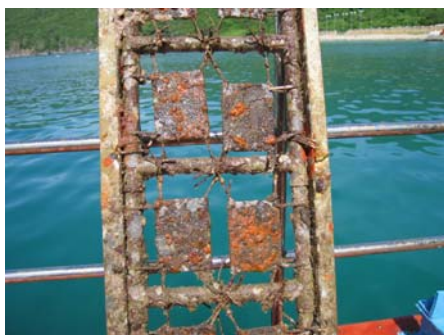
đóng tàu Việt Nam. Các mẫu thép Cr10, Cr20 được cung cấp bởi nhà máy đóng tàu Vladivostok (Nga). Thành phần hóa học của các vật liệu thí nghiệm được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Thành phần hóa học của các mẫu được sử dụng trong nghiên cứu

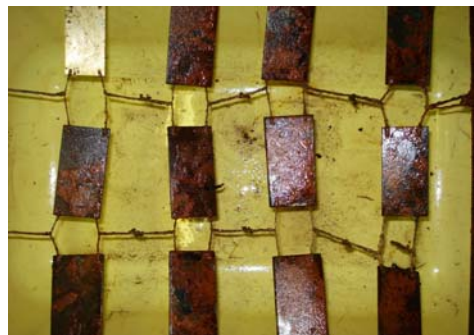
Hợp kim	Thành phần hóa học, %
Cr08	Thành phần cơ bản Fe, 0.4 Mn, 0.3 Si, 0.077C, 0.05Cr, 0.04Mo, Cu, 0.03Al, 0.02Ni, P
Cr10	Thành phần cơ bản Fe, 0.07-0.14 C, 0.17-0.35 Si, 0.35-0.65 Mn, <0.25 Cu, Ni, <0.15 Cr, <0.035 P, <0.04 S
Cr 20	Thành phần cơ bản Fe, 0.17-0.24 C, 0.17-0.37 Si, 0.35-0.65 Mn, <0.25 Cu, Ni, <0.25 Cr, <0.035 P, <0.04 S

Các mẫu kích thước 100 × 75 × 2 mm được đưa ra quan sát ở khu vực vịnh Nha Trang vào ngày 17 tháng 3 năm 2009 theo sơ đồ bố trí đã được lập (xem phụ bản 1), ở vùng Vostok vào ngày 17 tháng 5 năm 2009. Các

mẫu được gắn kết vào khung kim loại nhờ sợi dây caprôn (xem hình 2). Thời gian tiếp xúc mẫu là 15 tháng với chu kỳ 3 tháng lấy mẫu lên quan sát 1 lần. Trong toàn bộ giai đoạn nghiên cứu đã tiến hành quan sát được 59 mẫu.



a



b

Hình 2. Sự gắn kết các mẫu vào khung: a- Khu vực Nha Trang; b- Khu vực Bostok

Sau thời gian tiếp xúc xong, các mẫu được cân và tiến hành thu toàn bộ vi sinh vật bám trên bề mặt mẫu để xác định hoạt tính enzyme của vi sinh vật. Tiếp đến tẩy sạch những vi sinh vật bám bẩn ra khỏi mẫu và đưa qua quá trình tẩy gỉ để tách các sản phẩm ăn mòn ra khỏi mẫu. Các dung dịch sử dụng để tẩy gỉ được trình bày ở bảng 3. Vận tốc của quá trình ăn mòn được xác định theo phương pháp trọng lực, dựa vào sự thay đổi khối lượng của mẫu trong thời gian thí nghiệm, được tính theo công thức sau:

$$K = \frac{m_1 - m_2}{ST}$$

(g/cm².ngày đêm)

Trong đó: m₁, m₂- tương ứng với khối lượng mẫu trước và sau khi thí nghiệm, g; S - diện tích của mẫu, m²; T- thời gian tiếp xúc của mẫu, ngày đêm.

Độ hao hụt ăn mòn được xác định theo công thức:

$$P = [(m_1 - m_2) / \rho] \cdot 10^4 \text{ (}\mu\text{km)}$$

Trong đó: ρ – tỷ trọng của sắt = 7,8 g/cm³

Bảng 3. Dung dịch tẩy rửa các sản phẩm ăn mòn

Kim loại	Dung dịch	Thời gian tẩy gỉ
Thép hàm lượng cacbon thấp: Cτ08, Cτ10, Cτ20	470 ml HCl (ρ=1,19 g/ cm ³), 10g hexamine, nước cất 1000 cm ³	10 phút

2.3. Xác định những thông số thủy hóa của nước biển

Xác định hàm lượng Oxy hòa tan nhờ máy đo cầm tay HI 9142 (Hanna Instruments Italia).

Xác định giá trị pH nhờ máy đo pH cầm tay HI-98127- HI98128 (Hanna Instruments Italia).

Xác định độ mặn của nước biển nhờ máy khúc xạ điều chỉnh tay S/Mill-E-2442-10W (Japan).

IV. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Đánh giá tốc độ mòn ở hai khu vực sau 3 tháng thử nghiệm

Kết quả thí nghiệm ăn mòn các mẫu kim loại của hai vị trí thử nghiệm được thể hiện ở bảng 4. Từ bảng 4 ta thấy rằng, vận tốc ăn mòn

(và độ ăn mòn) của các mẫu thép ít cacbon trong vịnh Nha Trang cao hơn từ 1.5 đến 2.5 lần so với các mẫu ở vùng biển Vostok.

Bảng 4. Tốc độ ăn mòn (K) và độ ăn mòn của các mẫu kim loại (P)

Vật liệu	Vị trí nhúng mẫu	Số mẫu nhúng	K, g/m ² .ngày đêm	P, μm	Vị trí nhúng mẫu	Số mẫu nhúng	K, g/m ² .ngày đêm	P, μm
Ct 08	Vịnh Nha Trang	1	4,9902	62,08	Vostok	30	1,3821	15,06
		2	4,3447	54,05		31	1,5907	17,34
		3	4,6945	58,40		32	2,7658	30,14
		4	3,8989	48,50				
Giá trị trung bình			4,4821 ± 0,47	55,76± 5,2	Giá trị trung bình		1,9127 ± 0,74	20,85 ± 8,13
Ct 20	Vịnh Nha Trang	6	3,5983	44,74	Vostok	33	1,4636	15,95
		7	4,0517	50,38		34	2,0573	22,42
		8	3,8488	47,85		35	3,5353	38,53
		9	3,9188	48,73		36	2,8006	30,52
Giá trị trung bình			3,8544 ± 0,19	47,92 ± 1,28	Giá trị trung bình		2,4642 ± 0,89	26,85 ± 9,80
Ct 10	Vịnh Nha Trang	11	3,8151	47,43	Vostok	37	3,4096	37,16
		12	3,6175	44,98		38	3,6843	40,15
		13	3,7331	46,42		39	3,2659	35,59
		14	3,5032	43,56		40	3,4303	37,38
Giá trị trung bình			3,6672 ± 0,136	45,60 ± 1,69	Giá trị trung bình		3,4475 ± 0,17	37,57 ± 1,89

Trong toàn bộ thời gian ăn mòn thì các loại thép hàm lượng cacbon thấp Ct08, Ct10 và Ct20 có đặc điểm chung là bị ăn mòn điểm.

4.2. Đặc trưng của sự bám bẩn trên bề mặt mẫu ở vịnh Nha Trang và biển Vostok trong 3 tháng thí nghiệm

Hình ảnh của mẫu vật liệu nghiên cứu sau khi nhúng dưới nước biển 3 tháng ở hai khu

vực nói trên được thể hiện trong hình 3. Nhìn vào kết quả thu được ta thấy rõ mức độ bám bẩn trên bề mặt kim loại ở biển Nha Trang và Vostok hoàn toàn khác nhau.

Đối với các tấm thép ít cacbon Cr08, Cr10 và Cr20 được nhúng ở vịnh Nha Trang thì sau

3 tháng thử nghiệm đã bị phủ một lớp sản phẩm ăn mòn tương đối dày và tìm thấy được nhiều loài vi sinh vật bám bẩn. Còn trên bề các tấm thép được nhúng ở vùng biển Vostok thì lớp sản phẩm ăn mòn mỏng và không có mặt của một số loài vi sinh vật bám bẩn lớn.



Cr08



Cr10



Cr20



a

b

Hình 3. Hình ảnh bề mặt của các mẫu kim loại bị bám bẩn sau 3 tháng thử nghiệm (a - các mẫu thử nghiệm vịnh Nha Trang, b - các mẫu thử nghiệm ở biển Vostok).

Sự khác nhau của sự bám bẩn bề mặt và quá trình ăn mòn được đánh giá dựa vào số lượng các nhóm vi sinh vật. Kết quả tính toán số lượng vi khuẩn bám trên bề mặt các mẫu vật liệu khác nhau được thể hiện ở bảng 5. Từ bảng

5 ta thấy rằng, số lượng vi khuẩn lấy trong lớp cạo từ bề mặt các mẫu ở vùng biển nhiệt đới Nha Trang nhiều hơn từ 3.5 đến 8 lần so với vùng biển Vostok.

Bảng 5. Số lượng các vi sinh vật biển (N) trên bề mặt các mẫu kim loại (nghìn.con/cm²)

Vật liệu	Khu vực nhúng mẫu	Ký hiệu mẫu	Số lượng vi sinh (nghìn.con/cm ²)	Khu vực nhúng mẫu	Ký hiệu mẫu	Số lượng vi sinh (nghìn.con/cm ²)
Cr08	Vịnh Nha Trang	1	3,12	Biển Vostok	30	0,8
		2	2,21		31	1,87
		3	4,85		32	1,04
		4	5,71			
<i>Giá trị trung bình</i>			4,29 ± 1,56	<i>Giá trị trung bình</i>		1,23 ± 0,6
Cr10	Vịnh Nha Trang	11	11,92	Biển Vostok	37	0,83
		12	15,06		38	1,08
		13	6,56		39	1,37
		14	5,94		40	0,96
<i>Giá trị trung bình</i>			8,83 ± 4,44	<i>Giá trị trung bình</i>		1,06 ± 0,5
Cr20	Vịnh Nha Trang	6	3,89	Biển Vostok	33	0,64
		7	2,92		34	0,58
		8	2,62		35	0,70
		9	8,54		36	0,96
<i>Giá trị trung bình</i>			5,71 ± 3,62	<i>Giá trị trung bình</i>		0,72 ± 0,12

Chú ý: Lớp nạo phải được lấy từ vị trí ăn mòn bị hư hỏng

4.3. Tốc độ ăn mòn và mức độ hoạt động của vi sinh vật trên các mẫu thép thử nghiệm sau 15 tháng tại Vịnh Nha Trang

Sau một thời gian dài thử nghiệm tại Vịnh Nha Trang bề mặt các mẫu thử nghiệm bị bám bẩn bởi một lớp rất dày (hình 4). Sinh khối bám bẩn 7,4-7,7kg/m² đối với hợp kim chứa cacbon.

Trên bề mặt các mẫu hợp kim chứa cacbon thấy rõ các bóng khí được hình thành (hình 5). Theo tài liệu (12-14), những bóng khí này hình thành quá trình hiếu khí tổng hợp sunphat của vi sinh vật hiếu khí. Các sản phẩm ăn mòn hình thành bóng khí, tiến hành thu sản phẩm ăn mòn tại vị trí đó và phân lập thành phần vi sinh vật để tiến hành xác định hoạt động của chúng.

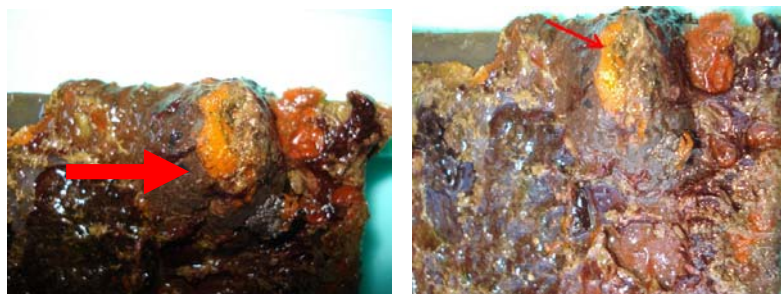


Cr08

Cr10

Cr20

Hình 4. Các mẫu sau 15 tháng thử nghiệm tại Đầm Báy



Hình 5. Bóng khí hình thành trên bề mặt mẫu

Trong bảng 6 trình bày đặc trưng ăn mòn các mẫu nghiên cứu. Theo số liệu trong bảng ta thấy tốc độ ăn mòn của mẫu CT 20 là lớn nhất

đạt tới $226,6 \cdot 10^{-6}$ m. Mẫu CT10 không vượt quá $200 \cdot 10^{-6}$ m. Mẫu CT8 tương tự mẫu CT10.

Bảng 6. Đặc trưng ăn mòn của mẫu sau 15 tháng thử nghiệm

Kim loại	Nº mẫu	Khối lượng mẫu bị mất, g	Tốc độ ăn mòn, g/m ² ngày đêm	Chiều sâu ăn mòn 10 ⁻⁶ m	Miêu tả hình dạng ăn mòn
CT08	13	21,065	2,9128	171,03	Vết ăn mòn không đều
	14	20,355	2,8146	165,27	Ăn mòn ở mép mẫu
	15	22,417	3,0998	182,01	Ăn mòn sâu
	16	23,001	3,1806	186,76	Ăn mòn không đều
<i>Giá trị trung bình</i>		<i>21,709</i>	<i>3,0019</i>	<i>176,27</i>	
CT10	21	27,569	3,8586	226,57	Vết ăn mòn không đều, bị phá hủy ở mép mẫu
	22	26,787	3,7492	220,15	Vết ăn mòn không đều, bị phá hủy ở mép mẫu
	23	24,804	3,4716	203,85	Vết ăn mòn không đều, bị phá hủy ở mép mẫu
	24	20,476	2,8659	168,28	Vết ăn mòn không đều, bị phá hủy ở mép mẫu
<i>Giá trị trung bình</i>		<i>24,909</i>	<i>3,4863</i>	<i>204,71</i>	
CT20	29	24,242	3,3930	199,23	Vết ăn mòn không đều, bị phá hủy ở mép mẫu
	30	21,795	3,0505	179,12	Vết ăn mòn không đều, bị phá hủy ở mép mẫu
	31	20,153	2,8207	165,62	Vết ăn mòn không đều, bị phá hủy ở mép mẫu
	32	21,893	3,0642	179,92	Vết ăn mòn không đều, bị phá hủy ở mép mẫu
<i>Giá trị trung bình</i>		<i>22,021</i>	<i>3,0821</i>	<i>180,97</i>	

Mức độ hoạt động của vi sinh vật trên bề mặt các mẫu kim loại được xác định theo cơ chất, những cơ chất thể hiện rõ mối liên hệ giữa

các chỉ số hoạt động của vi sinh vật với các chỉ số ăn mòn. Đó là ramnoza (S4), Xitrat Na (S10) và tinh bột (S17) đối với hợp kim cacbon

và nhôm, còn đối với thép cao hợp kim là lactoza (S3), propionat Na (S7) và Dextran (S18). Tiến hành phân tích thể năng hình thành sunphat thông qua xác định hoạt động hiếu khí.

Kết quả xác định mức độ hoạt động men vi sinh vật trình bày trong bảng 7. Như đã chỉ ra

trong bảng thể năng hoạt động hình thành sunphat trên các mẫu CT20 là cao nhất, kết hợp với giá trị hoạt động cao hình thành sunphat trên bề mặt mẫu này tương ứng với mẫu bị mất do ăn mòn là $226.10^{-6}m$.

Bảng 7. Các chỉ số hiếu khí (A_{aer}) và các chỉ số yếm khí (A_{anaer}) hoạt động của vi sinh vật trên bề mặt các mẫu nghiên cứu sau 15 tháng thử nghiệm.

Kim loại	№ mẫu	A_{aer}	A_{anaer}
Cr08	13	68,78	3
	14	75,94	2
	15	132,7	2
	16	87,47	2
Cr10	29	38,90	2
	30	75,91	0,5
	31	51,75	3
	32	69,39	3
Cr20	21	89,67	4
	22	80,85	4
	23	56,91	2
	24	83,51	2
	38	33,66	2
	39	23,42	0,5
	40	23,15	0,5

Phân tích giá trị trung bình hoạt động hiếu khí, tiến hành trên các mẫu với thời gian thử nghiệm 3 và 15 tháng, ta thấy hợp kim cacbon

có giá trị hoạt động hiếu khí của vi sinh vật tăng dần theo thời gian thử nghiệm (bảng 8).

Bảng 8. Giá trị trung bình hoạt động hiếu khí của vi sinh vật trên các mẫu với thời gian thử nghiệm khác nhau.

Kim loại	A_{aer}		$K, 10^{-6}m$	
	3 tháng	15 tháng	3 tháng	15 tháng
Cr08	56,06	91,22	55,76	176,27
Cr10	49,00	68,99	45,6	180,97
Cr20	53,86	77,73	47,92	204,71

5. KẾT LUẬN

Nhóm nghiên cứu đã căn cứ vào chỉ số hoạt động men của quần xã vi sinh vật bám bản trên bề mặt mẫu kim loại thử nghiệm tiến hành đánh giá tính ăn mòn của vật liệu trong nước biển tại vịnh Nha Trang Việt Nam và tại vùng biển Vostok Vùng Viễn Đông Liên bang Nga. Xác định được mối liên hệ giữa chỉ số hoạt động, các thông số lý hoá cơ bản của môi trường biển và tốc độ ăn mòn của kim loại.

Kết quả thí nghiệm ăn mòn các mẫu kim loại của hai vị trí thử nghiệm thấy rằng, vận tốc ăn mòn của các mẫu thép ít cacbon trong vịnh Nha Trang cao hơn từ 1.5 đến 2.5 lần so với các mẫu ở vùng biển Vostok.

Trong quá trình ăn mòn thì các loại thép hàm lượng cacbon thấp Cr08, Cr10 và Cr20 có đặc điểm chung là bị ăn mòn điểm.

Đối với các tấm thép ít cacbon Cr08, Cr10 và Cr20 được nhúng ở vịnh Nha Trang thì sau 3 tháng thử nghiệm đã bị phủ một lớp sản phẩm ăn mòn tương đối dày và tìm thấy được nhiều loài vi sinh vật bám bản. Sinh khối bám bản $7,4-7,7kg/m^2$ đối với hợp kim chứa cacbon. Còn trên bề các tấm thép được nhúng ở vùng biển Vostok thì lớp sản phẩm ăn mòn lại mỏng và không có mặt của một số loài vi sinh vật bám bản lớn.

Kết quả nghiên cứu xác định thế năng hoạt động của vi sinh vật hình thành sunphat trên các mẫu Cr20 là cao nhất, tương ứng với mẫu bị mất do ăn mòn là $226.10^{-6}m$.

COMPARATIVE BEHAVIOUR OF CORROSION FOR CARBON STEEL IN NHATRANG BAY (VIETNAM) AND VLADIVOSTOK (RUSSIA) SEA WATER

Bui Ba Xuan⁽¹⁾, Kharachenko U. V.⁽²⁾, Beleneva I. A.⁽²⁾

(1) Vietnam-Russian Tropical Centre

(2) A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

ABSTRACT: Comparative results of corrosion testing for carbon steel in natural conditions of Nhatrang Bay (East Sea, Vietnam) and Vladivostok (Russian Federation) sea water are presented. It is concluded, that corrosion of carbon mild steel in marine environment of Nhatrang Bay at normal seawater salinity is 1.5 to 2.5 times higher than that in Vladivostok sea water conditions.

Keywords: corrosion for carbon steel

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Чернов Б.Б., Ковалев О.П., Волков А.В. Прогнозирование коррозии металлов с кислородной деполяризацией // Защита металлов, Т. 44. № 3. С. 309-311, (2008).
- [2]. Melchers R.E. Mathematical modelling of the diffusion controlled phase in marine immersion corrosion of mild steel // Corrosion Science, Vol. 45. № 5. P. 923-940, (2003).
- [3]. Wen Y.F., Cai C.Z., Liu X.H. et al. Corrosion rate prediction of 3C steel under different seawater environment by using support vector regression // Corrosion Science, Vol. 51. № 2. P. 349-355, (2009).
- [4]. Melchers R.E. Examples of mathematical modeling of long term general corrosion of structural steels in sea water // Corrosion Engineering, Science and Technology, Vol. 41. № 1. P. 38-44, (2006).
- [5]. Zhu X., Huang G. Evaluation and classification of seawater corrosiveness by environmental factors // Chinese Journal of Oceanology and Limnology, V. 23. № 1. P. 43-47, (2005).
- [6]. Корякова М.Д., Филоненко Н.Ю., Каплин Ю.М. Исследование коррозии высоколегированных сталей в морской воде под блянусами // Защита металлов, Т. 31, № 2. С. 219-221, (1995).
- [7]. Корякова М.Д., Никитин В.М., Спешнева Н.В. Роль бактериальной пленки под блянусами в коррозии высоколегированной стали в морской воде // Защита металлов, Т. 34, № 2. С. 208-211, (1998).
- [8]. Карпов В.А., Полтаруха О.П., Ковальчук Ю.Л. Исследование динамики коррозии стали 10 в Южно-

- Китайском море // Коррозия: материалы, защита, № 2. С. 21-24, (2006).
- [9]. Беленева И.А., Харченко У.В., Жукова Н.В., Карпов В.А. Коррозионные свойства и таксономический состав гетеротрофной микрофлоры биопленок со стальных пластин в тропических водах Нячанга, Вьетнам // Коррозия: материалы, защита, № 6. С. 40-45, (2010).
- [10]. Харченко У.В., Беленева И.А., Карпов В.А., Резник Е.П. Микробиологическая активность сообществ обрастания как индикатор биокоррозионной агрессивности морской воды // Коррозия: материалы, защита, № 9. С. 42-46, (2009).
- [11]. Beleneva I.A., Kharchenko U.V., Kovalchuk Yu.L. Application of the multisubstrate testing method to the characterization of marine microbial fouling communities on metal and alloys // *Biologiya Morya*, V. 36. № 2. P. 147-153, (2010).
- [12]. Lee W., Characklis W.G. *Corrosion of mild steel under anaerobic biofilm* // *Corrosion*, Vol. 49. № 3. P. 186-199, (1993).
- [13]. Pent C.-G., Suen S.-Y., Park J.K. *Modelling of anaerobic corrosion influenced by sulfate-reducing bacteria* // *Wat. Environ. Res*, Vol. 66. № 5. P. 707-715, (1994).
- [14]. Lee W., Lewandowski Z., Nielsen P.H., Hamilton W.A. *Role of sulfate-reducing bacteria in corrosion of mild steel: a review* // *Biofouling*, Vol. 8. № 3. P. 165-194, (1995).
- [15]. Ramanauskas R., Juzeliunas E., Narkevieius A. et al. Investigation of microbiologically influenced corrosion. 1. Characterization of natural outdoor conditions in Lithuania//*Chemija*, Vol. 16. № 1. P. 25-34, (2005).