

NGHIÊN CỨU ĂN MÒN THÉP CACBON TRONG MÔI TRƯỜNG KHÍ QUYỂN, ĐẤT VÀ NƯỚC KHU VỰC VEN BIỂN NHA TRANG

BÙI BÁ XUÂN, KHARCHENCO U.I.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thép cacbon là vật liệu được sử dụng phổ biến trong xây dựng, chế tạo máy và trong sản xuất vũ khí trang bị kỹ thuật. Các trang bị kỹ thuật chế tạo từ các loại thép cacbon có thể làm việc trong môi trường khí quyển (nhiều loại vũ khí trang bị kỹ thuật khác nhau), môi trường đất (các hệ đường ống...), môi trường nước biển (các loại tàu thuyền...). Việc nghiên cứu xác định tốc độ ăn mòn cũng như cơ chế ăn mòn các loại thép này trong môi trường không khí, đất và nước luôn đã và đang được quan tâm. Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu xác định tốc độ ăn mòn và một số đặc điểm ăn mòn thép cacbon trong môi trường không khí, đất và nước ven biển khu vực Vịnh Nha Trang của Việt Nam.

II. THỰC NGHIỆM

2.1. Địa điểm thử nghiệm

- Các mẫu kim loại thử nghiệm ăn mòn khí quyển được đặt tại Trạm Thử nghiệm Đàm Bấy (trạm trên đảo, trong Vịnh Nha Trang, cách bờ biển 100 m, 12°12'53,23" vĩ độ Bắc, 109°12'34,89" kinh độ Đông) và tại Trạm KIS (số 30 Nguyễn Thiện Thuật - Nha Trang, cách biển 1.000 m, 12°14'14,77" vĩ độ Bắc, 109°11'36,28" kinh độ Đông).

- Các mẫu thử nghiệm ăn mòn đất đặt tại Trạm Thử nghiệm Đàm Bấy, cách bờ biển 50 m, ở độ sâu 1,5 m.

- Thử nghiệm ăn mòn trong nước biển đặt ở giá thử nghiệm biển tại Trạm Thử nghiệm Đàm Bấy, giá đặt cách bờ biển 70 m, độ sâu treo mẫu 1,5 - 1,8 m.

- Trạm Thử nghiệm Đàm Bấy có các thông số đặc trưng như sau:

+ *Môi trường nước biển*: Nhiệt độ: 25 - 30,3°C; pH: 7,1 - 8,1; độ mặn: 27 - 35‰; oxy hòa tan: 4,9 - 9,6 mg/l; số lượng vi sinh vật dị dưỡng: 80,7 - 120 nghìn Tb/ml; số lượng vi sinh vật oxy hóa dầu: 0,12 - 1,15 nghìn Tb/ml; số lượng vi sinh vật nhóm đường ruột: 0,4 - 0,9 nghìn Tb/ml [1].

+ *Môi trường đất*: nhiệt độ 26,3 - 26,6°C; độ sâu 1,5 m; pH 7,1 - 7,9; độ mặn 15 - 19 ‰; thành phần cát 95%; điện trở suất 55 - 60 Ω.cm [2].

+ *Môi trường khí quyển* [3]: Hàm lượng Cl⁻ sa lắng tại Trạm Thử nghiệm Đàm Bấy là 70,6 mg/m².ngày đêm, tại Trạm KIS là 35,6 mg/m².ngày đêm (xác định bằng phương pháp nền ướt).

Trạm thử nghiệm được xây dựng theo GOST 9.906-83. Thời gian tiến hành thử nghiệm: Từ tháng 5 năm 2004 đến tháng 8 năm 2011.

2.2. Quy trình thử nghiệm và tính kết quả

Mẫu thử nghiệm là thép CT-08, CT-10 và CT-20 theo tiêu chuẩn GOST 9.907-83 và GOST 9.909-86. Mẫu có kích thước 100 x 150 x 1 (2 hoặc 3) mm và tuân thủ tiêu chuẩn ISO/DIS 8565. Một môi trường thử nghiệm đặt 15 mẫu của mỗi mác thép. Mẫu đối chứng được đặt trong bình hút ẩm.

Trước khi thử nghiệm, mẫu được xử lý bề mặt theo GOST 9.909-86. Các sản phẩm ăn mòn được tẩy bằng cách phối hợp các phương pháp làm sạch cơ học và hóa học theo GOST 9.907-83 và ISO/DIS 8407. Mẫu được cân trên cân phân tích, độ chính xác 10^{-4} g. Xác định tổn thất khối lượng do ăn mòn theo GOST 9.907-83, có sử dụng những khuyến nghị trong công trình của Vũ Đình Huy [4].

Tốc độ ăn mòn được xác định theo công thức sau:

$$K = \frac{m_1 - m_2}{ST} \text{ (g/cm}^2 \cdot \text{ngày đêm)}$$

trong đó: m_1, m_2 - tương ứng là khối lượng mẫu trước và sau khi thí nghiệm, g;

S - diện tích của mẫu, m^2 ; T- thời gian thử nghiệm mẫu, ngày đêm.

Chiều sâu ăn mòn được xác định sau 15 tháng thử nghiệm. Sử dụng kính hiển vi soi nổi để đo độ sâu ăn mòn trên diện tích 10 cm^2 bề mặt mẫu. Trên mỗi một cm^2 đo 3 điểm (tổng số 30 điểm), sau đó tính chiều sâu trung bình.

Chỉ số hoạt tính của vi sinh vật hiếu khí (A_{aer}) và yếm khí (A_{anaer}) được xác định theo phương pháp đếm khuẩn lạc.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tốc độ ăn mòn thép cacbon trong môi trường không khí ven biển

Hình ảnh bề ngoài các mẫu thép cacbon sau 4 năm thử nghiệm (từ 2004 đến 2008) tại trạm KIS được giới thiệu trong hình 1.



A: Mẫu CT-08; B: Mẫu CT-10; C: Mẫu CT-20

Hình 1. Hình dạng bên ngoài của mẫu hợp kim cacbon sau 4 năm thử nghiệm

Sau thời gian thử nghiệm, bề mặt mẫu có màu nâu sẫm, cả hai mặt có lớp sản phẩm ăn mòn dày, toí xốp và bị lở ra khi tác động cơ học; mặt trái của mẫu toí hơn; bề mặt của mẫu bị gỉ nặng, không đều và gồ ghề [5].

Tốc độ ăn mòn trung bình của các mẫu kim loại và hợp kim nghiên cứu sau 4 năm thử nghiệm được trình bày tại bảng 1.

Bảng 1. Tốc độ ăn mòn thép cacbon trong khí quyển ven biển Nha Trang

Ký hiệu mẫu	Tên vật liệu	Tốc độ ăn mòn, g/m ² .ngày đêm tại Trạm KIS	Tốc độ ăn mòn g/m ² .ngày đêm tại Trạm Đầm Báy
K.1	CT-08	0,26	0,58
K.2	CT-10	0,22	0,50
K.3	CT-20	0,28	0,74

Dạng ăn mòn của thép cacbon trong khí quyển biển chủ yếu là ăn mòn bề mặt [5] với các khu vực ăn mòn tương đối đồng đều; ăn mòn rìa cũng xuất hiện trên cạnh mẫu. Tốc độ ăn mòn của thép CT-20 là lớn nhất với 0,74 g/m².ngày đêm. Tốc độ ăn mòn thép cacbon tại Trạm Thử nghiệm Đầm Báy cao hơn hẳn tại Trạm KIS. Điều này được giải thích là do Trạm Thử nghiệm Đầm Báy có khoảng cách đến biển ngắn hơn, do đó có hàm lượng Cl⁻ trong không khí cao hơn.

3.2. Tốc độ ăn mòn thép cacbon trong môi trường đất ven biển

Đề tài đã tiến hành đặt thử nghiệm 15 mẫu thép CT-10 trong môi trường đất (hình 2), kích thước mẫu 100 x 150 x 1,5 mm, để xác định tốc độ ăn mòn trong điều kiện không được bảo vệ. Thời gian thu mẫu là 10, 20, 30, 40 và 50 ngày.



Hình 2. Đặt mẫu thử nghiệm tốc độ ăn mòn của thép trong môi trường đất

Kết quả xác định tốc độ ăn mòn sau thử nghiệm được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Tốc độ ăn mòn trung bình của thép CT-10 không được bảo vệ trong đất

Kí hiệu mẫu	Khối lượng trước thử nghiệm, g	Khối lượng sau thử nghiệm, g	Tổn thất khối lượng, g	Tốc độ ăn mòn (g/m ² .ngày đêm)
D.1 (10 ngày)	316,5025	316,0160	0,4865	3,09
D.2 (20 ngày)	317,1484	316,2065	0,9419	2,99
D.3 (30 ngày)	316,1135	314,7215	1,3920	2,95
D.4 (40 ngày)	316,2339	314,5247	1,7092	2,71
D.5 (50 ngày)	316,7110	314,7284	1,9826	2,52

Kết quả thử nghiệm ăn mòn thép CT10 trong môi trường đất ven biển cho thấy tốc độ ăn mòn tương đối cao, đạt tới 3,09 g/m²/ngày đêm. Tốc độ ăn mòn diễn ra cao nhất trong giai đoạn đầu thử nghiệm, sau đó giảm dần và ổn định ở mức xấp xỉ 2,52 g/m².ngày đêm [2].

3.3. Tốc độ ăn mòn thép cacbon trong môi trường nước biển Nha Trang và mức độ hoạt động của vi sinh vật trên các mẫu thép thử nghiệm

Để xác định mức độ ăn mòn của các vật liệu, kết cấu thép làm việc trong môi trường nước biển, chúng tôi đã tiến hành xác định tốc độ ăn mòn của vật liệu thép và hợp kim trong nước biển theo phương pháp của tác giả Vũ Đình Huy [4].

Thử nghiệm tự nhiên được tiến hành với 45 mẫu thép CT-08, CT-10, CT-20, kích thước 100 x 150 x 1,5 mm tại vịnh Nha Trang (hình 3).



Hình 3. Mẫu thử nghiệm ăn mòn thép cacbon trong nước biển

Sau một thời gian dài thử nghiệm (15 tháng) trong nước biển, bề mặt các mẫu thử nghiệm bị bám bẩn bởi một lớp rất dày (hình 4). Sinh khối bám bẩn đạt từ 7,4 đến 7,7 kg/m² trên các mẫu thép cacbon.

Trên bề mặt mẫu thấy rõ các bóng khí hình thành (hình 5). Theo [5], những bóng khí này là sản phẩm của quá trình tổng hợp sunphat của vi sinh vật hiếu khí. Tiến hành thu sản phẩm ăn mòn tại vị trí bóng khí và phân lập, xác định thành phần vi sinh vật.



CT-08

CT-10

CT-20

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



Hình 5. Bóng khí hình thành trên bề mặt mẫu

Bảng 3 trình bày một số đặc trưng ăn mòn các mẫu thép cacbon đã nghiên cứu.

Theo số liệu trong bảng 3, nhận thấy tốc độ ăn mòn thép CT-20 là lớn nhất, tốc độ trung bình đạt tới 3,49 g/m². ngày đêm và chiều sâu ăn mòn là 204,7 µm. Mẫu CT-10 có tốc độ ăn mòn trung bình là 3,08 g/m². ngày đêm và chiều sâu ăn mòn đạt tới 181 µm.

Bảng 3. Đặc trưng ăn mòn của mẫu sau 15 tháng thử nghiệm

Kim loại	Ký hiệu mẫu	Tồn thất khối lượng, g	Tốc độ ăn mòn, g/m ² . ngày đêm	Chiều sâu ăn mòn, 10 ⁻⁶ m	Miêu tả hình dạng ăn mòn
CT-08	13	21,065	2,91	171,0	Vết ăn mòn không đều
	14	20,355	2,81	165,3	Ăn mòn ở mép mẫu
	15	22,417	3,10	182,0	Ăn mòn sâu
	16	23,001	3,18	186,8	Ăn mòn không đều
Giá trị trung bình		21,709	3,00	176,3	
CT-10	29	24,242	3,39	199,2	Vết ăn mòn không đều, bị phá huỷ ở mép mẫu
	30	21,795	3,05	179,1	Vết ăn mòn không đều, bị phá huỷ ở mép mẫu
	31	20,153	2,82	165,6	Vết ăn mòn không đều, bị phá huỷ ở mép mẫu
	32	21,893	3,06	179,9	Vết ăn mòn không đều, bị phá huỷ ở mép mẫu
Giá trị trung bình		22,021	3,08	181,0	
CT-20	21	27,569	3,86	226,6	Vết ăn mòn không đều, bị phá huỷ ở mép mẫu
	22	26,787	3,75	220,2	Vết ăn mòn không đều, bị phá huỷ ở mép mẫu
	23	24,804	3,47	203,9	Vết ăn mòn không đều, bị phá huỷ ở mép mẫu
	24	20,476	2,87	168,3	Vết ăn mòn không đều, bị phá huỷ ở mép mẫu
Giá trị trung bình		24,909	3,49	204,7	

Tác động ăn mòn trên các mẫu thép CT-08, CT-10, CT-20 mang các đặc trưng giống nhau với các vết lấm tẩm riêng rẽ. Ăn mòn dạng vỏ sò và các vết tròn lớn xuất hiện dưới chân tổ của các Balanus đã chết, rất hiếm gặp dưới chân tổ của các Balanus còn sống.

Mức độ hoạt động của vi sinh vật trên bề mặt các mẫu kim loại được xác định theo cơ chất, do cơ chất thể hiện rõ mối liên hệ giữa các chỉ số hoạt động của vi sinh vật với các chỉ số ăn mòn. Các cơ chất đó là ramnoza (S4), natri xitrat (S10) và tinh bột (S17) đối với hợp kim cacbon và nhôm, còn đối với thép hợp kim 12X18H10T là lactoza (S3), natri propionat (S7) và dextran (S18) [1].

Kết quả xác định mức độ hoạt động men vi sinh vật trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. Các chỉ số hoạt tính của vi sinh vật hiếu khí (A_{aer}) và yếm khí (A_{anaer}) trên bề mặt các mẫu nghiên cứu sau 15 tháng thử nghiệm

Kim loại	Ký hiệu mẫu	A_{aer}	A_{anaer}
CT-08	13	68,78	3
	14	75,94	2
	15	132,7	2
	16	87,47	2
CT-10	29	38,90	2
	30	75,91	0,5
	31	51,75	3
	32	69,39	3
CT-20	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

Như đã chỉ ra trong bảng 4, khả năng hoạt động hình thành sunphat trên các mẫu CT-20 là cao nhất. Mức độ hoạt động hình thành sunphat cao nhất ghi nhận được là ở mẫu số 21, chỉ số A_{aer} đạt 89,67 tương ứng với tốc độ ăn mòn và độ sâu ăn mòn cao nhất là 3,86 g/m². ngày đêm và 226,6 μ m.

IV. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu ăn mòn, phá hủy kim loại trong các môi trường khí quyển biển, nước biển và đất ven biển đối với 03 loại thép cacbon CT-08, CT-10 và CT-20 tại các trạm thử nghiệm ở Nha Trang cho thấy:

- Dạng ăn mòn trong môi trường khí quyển biển chủ yếu là ăn mòn bề mặt, tương đối đồng đều. Tốc độ ăn mòn ở Trạm Thử nghiệm Đàm Bẫy cao hơn ở Trạm KIS. Thép CT-20 bị ăn mòn nhanh nhất, tốc độ ăn mòn trung bình cho 4 năm thử nghiệm đạt 0,74 g/m².ngày đêm.

- Thép CT-10 trong môi trường đất ven biển có tốc độ bị ăn mòn tương đối cao, đạt trung bình 3,09 g/m².ngày đêm trong 10 ngày đầu. Tốc độ ăn mòn cao nhất trong giai đoạn đầu thử nghiệm, sau đó giảm dần và ổn định ở mức khoảng 2,52 g/m².ngày đêm.

- Trong môi trường nước biển, thép CT-20 bị ăn mòn nhanh nhất (3,49 g/m².ngày đêm), so với thép CT-08 bị ăn mòn chậm nhất (3,00 g/m².ngày đêm).

- Động thái ăn mòn trên các mẫu thép CT-08, CT-10, CT-20 mang các đặc trưng giống nhau. Khả năng hoạt động hình thành sunphat có thể là nguyên nhân chính làm tăng tốc độ ăn mòn đối với thép cacbon.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Beleneva I.A., Kharchenko U.V., Kovantruk I.U., *Application of the multisubstrate testing method to the characterization of marine microbial fouling communities on metal and alloys*, Biologiya Morya, 36(2):145, 2010.
2. Bùi Bá Xuân, *Nghiên cứu công nghệ chế tạo Protector nền Zn dùng để bảo vệ chống ăn mòn các kết cấu thép và công trình vùng biển*, Luận án Tiến sĩ, Đại học Bách khoa Tp. Hồ Chí Minh, 2012.
3. Bùi Bá Xuân, Kovantruk I.U., Philitrev N.L., Nguyễn Nhị Trự, *Ăn mòn đối với một số kim loại màu và hợp kim trong vùng khí hậu nhiệt đới ẩm Việt Nam*, Tạp chí Khoa học và Phát triển, ĐH Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, tập 10, số 10, 2007.
4. Бу Динъ Вуй, *Атмосферная коррозия металлов в тропиках*, Москва, Наука, 1994, с.91.
5. Bùi Bá Xuân, Kovantruk I.U., Philitrev N.L., Phan Bá Tứ, *Báo cáo kết quả đề tài T1.1*, Chi nhánh Ven biển, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga, 2008.
6. Trịnh Xuân Sén, *Ăn mòn và bảo vệ kim loại*, Nxb. Đại học QG Hà Nội, 2006.

SUMMARY

RESEARCH ON CORROSION OF CARBON STEEL IN AIR, SOIL AND SEA WATER OF NHA TRANG COASTAL AREA

Research results on corrosion in the coastal air, soil and sea water in the weather testing stations in Nha Trang, Viet Nam shows that: the corrosion types of carbon steel in the air is almost uniform. Corrosion rate of the CT-20 steel in the air is the highest and reached $0.74 \text{ g/m}^2\cdot\text{day}$ (after 4 years of testing) in comparison with the corrosion rates of CT-08 and CT-10 steels. The corrosion rate of CT-10 steel in the coastal soil is relatively high, reaching $3.09 \text{ g/m}^2\cdot\text{day}$ (after 10 days), then decreased gradually and stabilized at about $2.52 \text{ g/m}^2\cdot\text{day}$ (after 50 days). In the sea water, the corrosion rate of CT-20 steel reached $3.49 \text{ g/m}^2\cdot\text{day}$, compared with corrosion rate of $3.00 \text{ g/m}^2\cdot\text{day}$ of CT-08 steel. Corrosion areas on the samples like a shell and a big circle appear under the nest of the died Balanus, and very rarely appear in the case of alive Balanus. Fouling biomass reached 7.4 to 7.7 kg/m^2 .

Từ khóa: Corrosion rate of carbon steels, corrosion in soil, corrosion in sea water, atmospheric corrosion, Nha Trang, Viet Nam

Nhận bài ngày 29 tháng 5 năm 2013

Hoàn thiện ngày 22 tháng 9 năm 2013

Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga