

ĂN MÒN ĐỐI VỚI MỘT SỐ KIM LOẠI MÀU VÀ HỢP KIM TRONG VÙNG KHÍ HẬU NHIỆT ĐỐI ẨM VIỆT NAM

Bùi Bá Xuân ⁽¹⁾, IU.L.Côvantrúc ⁽¹⁾, Philitrev N.L ⁽¹⁾, Nguyễn Nhị Trự ⁽²⁾

(1)Trung tâm Nhiệt đới Việt-Nga

(2)Viện Kỹ thuật Nhiệt đới & Bảo vệ Môi trường

(Bài nhận ngày 23 tháng 02 năm 2007, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 10 tháng 07 năm 2007)

TÓM TẮT: Báo cáo trình bày những kết quả nghiên cứu ban đầu về ăn mòn của các mẫu kim loại màu và hợp kim sau 2 năm thử nghiệm tại 3 địa điểm thuộc vùng khí hậu nhiệt đới ẩm Việt Nam.

Trạng thái bề mặt và tốc độ ăn mòn của các kim loại màu và hợp kim nhôm, đồng và kẽm đã được mô tả. Tại trạm ven biển Nha Trang ăn mòn kim loại màu rất nghiêm trọng. Tốc độ ăn mòn sau hai năm thử nghiệm cao hơn tại Hà Nội 16,6 -21,3; 2,5-3,5 và 2,2 lần tương ứng với hợp kim nhôm, đồng và kẽm. Ảnh hưởng mạnh của nồng độ muối trong khí quyển đến tốc độ ăn mòn cũng được chỉ ra đối với hai trạm vùng Nha Trang với khoảng cách khác nhau từ bờ biển.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghiên cứu thử nghiệm độ bền kim loại và hợp kim trong khí quyển được chú ý từ lâu ở Việt Nam. Rất nhiều công trình có nội dung liên quan tới vấn đề này đã được công bố, chẳng hạn như các tài liệu [1- 9]. Tuy nhiên, phần lớn công trình lại chủ yếu tập trung vào đối tượng kim loại đen. Những khảo sát về kim loại màu tuy đã được một số tác giả đề cập đến, nhưng hãy còn hạn chế về số lượng và địa điểm thử nghiệm. Nhằm bổ sung dữ liệu ăn mòn khí quyển đối với kim loại và hợp kim màu, Trung tâm nghiên cứu khoa học và công nghệ Nhiệt đới Hồ hợp Việt-Nga và Viện những vấn đề Sinh thái-Tiến hóa mang tên Xeverxôva Viện Hàn lâm khoa học Nga đã phối hợp thực hiện đề tài “Ecôlan T-1.1” theo Chương trình “**Nghiên cứu quy luật ăn mòn khí hậu đối với kim loại và hợp kim có triển vọng trong vùng khí hậu nhiệt đới ẩm Việt Nam**”. Đây là chương trình dài hạn dự kiến kéo dài 8 năm với mục đích thử nghiệm độ bền nhiều chủng loại vật liệu trong điều kiện môi trường tự nhiên.

Báo cáo sau đây trình bày kết quả sau hai năm thử nghiệm tại vùng ven biển Nha Trang và một số nhận xét ban đầu về tình trạng ăn mòn kim loại màu ở khu vực này có so sánh với kết quả của vùng đô thị Hà Nội.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm thử nghiệm

Quá trình thử nghiệm được thực hiện tại các trạm thử nghiệm bố trí trong những vùng khí hậu khác nhau, bao gồm:

- Một trạm ở thành phố tại Hà Nội (21°01' vĩ độ Bắc, 105°48' kinh độ Đông, cách biển 100 km);
- Hai trạm ở ven biển Nha Trang (12°15' vĩ độ Bắc, 109°12' kinh độ Đông, cách biển 100 m và 1000 m).

Trang thiết bị của các trạm được xây dựng theo yêu cầu của GOST 9.906. Toàn bộ số liệu khí hậu khí tượng được đo đạc liên tục bằng thiết bị tự động. Lượng muối sa lắng được xác

định bằng phương pháp nền ướt. Đặc điểm của các trạm tại khu vực Nha Trang được mô tả trên Bảng 1.

Bảng 1. Đặc điểm khí hậu trạm thử nghiệm ven biển Nha Trang

TT	Thông số	Năm thứ nhất	Năm thứ hai
1	Nhiệt độ, °C		
	-Trung bình ngày đêm	27,6	27,9
	-Trung bình ngày đêm cao nhất	31,6	31,7
	-Trung bình ngày đêm thấp nhất	24,3	24,7
2	Độ ẩm không khí, %		
	-Trung bình ngày đêm	75,4	76,0
	-Trung bình ngày đêm cao nhất	93,8	93,9
	-Trung bình ngày đêm thấp nhất	53,1	51,9
3	Lượng mưa, mm	894,8	1599,5
4	Tổng lượng bức xạ, MJ/m ²	6022,9	6000,5
5	Lượng muối Cl ⁻ sa lắng, mg / m ² . ngày đêm		
	* Trạm nội đô (cách biển 1.000 m)	35,9	35,6
	* Trạm ven biển (cách biển 100 m)	72,1575	70,6075

2.2. Mẫu và quy trình thử nghiệm

Mẫu có kích thước (100x150x1-3) mm phù hợp với tiêu chuẩn ISO DIS 8565. Trong mỗi một khoảng thời gian thử nghiệm (1, 2, 4, 8 năm) sử dụng 3 mẫu song song. Như vậy tại một nơi thử nghiệm đặt 12 mẫu của mỗi loại kim loại, hợp kim. Mẫu kiểm tra đối chứng được đặt trong bình hút ẩm.

Việc thử nghiệm được tiến hành ở trên các giá phơi mẫu đặt ở ngoài trời, mặt chính của mẫu nghiêng một góc 45⁰ về hướng Nam.

Trước khi thử nghiệm mẫu được xử lý bề mặt theo GOST 9.909. Các sản phẩm ăn mòn được tẩy bằng sự phối hợp làm sạch cơ học và hóa học theo GOST 9.907 và ISO DIS 8407. Để làm sạch cơ học, dùng bàn chải có lông nhựa. Sau khi tẩy các sản phẩm ăn mòn mẫu được rửa bằng nước cất, ngâm trong axêton và để khô.

Việc cân mẫu tiến hành với độ chính xác đến 0,0001g ở nhiệt độ 27-28⁰C và độ ẩm tương đối của không khí 70-75%. Sau 3 lần cân mỗi mẫu sẽ lấy số trung bình trọng lượng.

Bảng 2 mô tả thành phần hóa học của các kim loại và hợp kim thử nghiệm.

Bảng 2. Thành phần hóa học của các kim loại và hợp kim thử nghiệm

TT	Tên vật liệu thử, GOST	Thành phần (%)
Những vật liệu kết cấu chủ yếu		
1	Kẽm SOA, GOST 3640-94	99.98Zn, <0.0004B, <0.0004Na, <0.0001Mg, <0.0002Al, <0.006K, <0.0004Ca, <0.00004Sc, <0.00007Ti, <0.00007V, <0.00008Cr, 0.0075Pb, 0.00002Mn, 0.00066Fe, 0.000027Co, <0.00006Ni, <0.0009Cu, <0.000009Ga, <0.00001As, <0.0002Se, <0.000004Rb, <0.0000008Zr, <0.0000005Nb,

		<0.000006Mo, <0.000003Pd, 0.00033Ag, 0.0003Cd, <0.00008Sn, <0.00003Sb, <0.00001Te, <0.000001Cs, <0.000009Ba, <0.0000003Ta, <0.000007W, 0.000003%Bi.
2	Đồng M3 GOST 859	99.5Cu, <0.1Sb, 0.013Pb, <0.005As, <0.1Zn, 0.014Sn, 0.035Fe, 0.02Ni, <0.002%Bi.
3	Nhôm A5, GOST 11069-74	99.5Al, <0.2Fe, <0.2Mn, <0.1Ti, <0.2Mg, <0.1Ni, <0.1Si, <0.2Zn, <0.2%Cu.
Những vật liệu có triển vọng		
4	Hợp kim nhôm Đ16. GOST 4784-97	Lớp nền – Al, 0.30Fe, 0.40Mn, <0.2Ti, 1.77Mg, <0.2Ni, <0.2Si, <0.2Zn, 4.68%Cu.
5	Hợp kim nhôm AMg3M GOST 4784-97	Lớp nền-Al, <0.2Fe, <0.3Mn, <0.2Ti, 3.68Mg, <0.2Ni, 0.58Si, <0.2Zn, <0.2%Cu.
6	Đồng thanh BrKMSJ-1 GOST 18175-78	Lớp nền- Cu, <0.3Sb, <0.3Pb, <0.3Zn, <0.3Sn, 3.03Si, 0.04Fe, <0.3Al, 0.007Ni, 1.03%Mn.
7	Đồng thau L63 GOST 15527-70	Lớp nền- Cu, <0.2Sb, 0.034Pb, <0.2Sn, 0.04Fe, <0.2Al, <0.3Ni, Zn-% còn lại

Sau khoảng thời gian thử nghiệm theo quy trình, các mẫu được tháo ra chụp ảnh cả hai mặt và cân lại. Tồn thất khối lượng do ăn mòn được xác định theo GOST 9.907, có sử dụng những khuyến nghị trong công trình của Vũ Đình Huy [3].

Thực hiện việc xử lý hóa học đối với mẫu theo GOST 9.907 bằng cách đặt mẫu kim loại, hợp kim trong dung dịch tẩy trong 1-3 phút (tùy thuộc loại kim loại), rửa lại bằng nước, lau khô bằng khăn và cân; sau đó lặp lại thao tác đó lần nữa. Việc tẩy kết thúc khi chênh lệch trọng lượng mẫu giữa 2-3 lần tẩy cuối cùng $\leq 1-10$ mg.

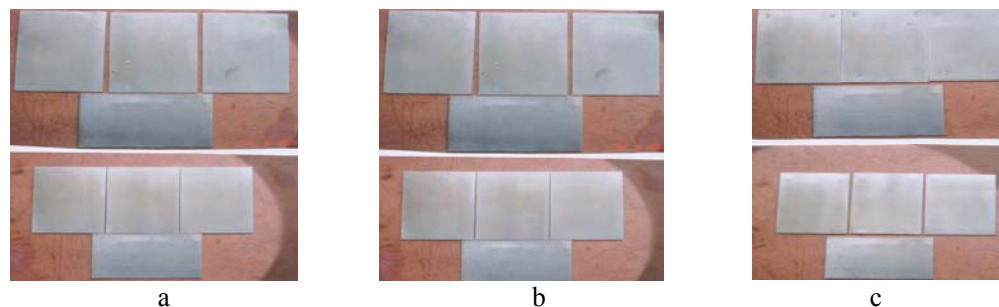
Lập đồ thị sự phụ thuộc tồn thất khối lượng của 3 mẫu song song theo thời gian tẩy mẫu và dựa vào đồ thị mà tìm ra tồn thất khối lượng mẫu trong thời gian phơi – đó là tung độ của giao điểm hai đường thẳng tốc độ hoà tan các sản phẩm ăn mòn và tốc độ hoà tan chính kim loại đó.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Tình trạng ăn mòn sau hai năm thử nghiệm

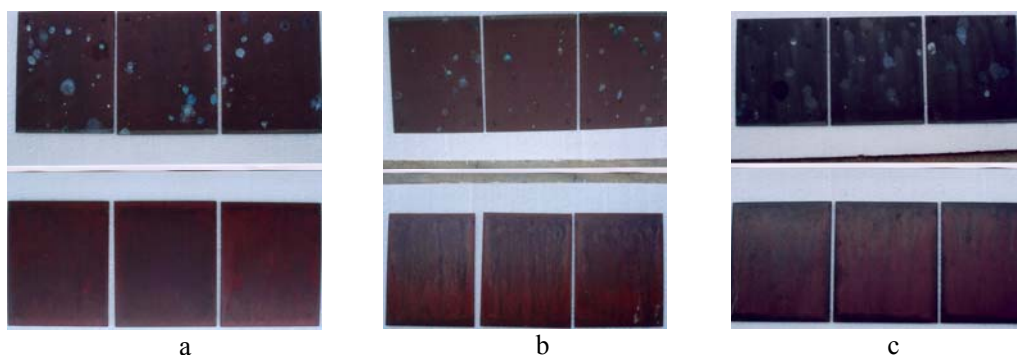
Trong điều kiện khí quyển Nha Trang, tình trạng bề mặt của các mẫu kim loại và hợp kim màu đều thể hiện sự ảnh hưởng mạnh mẽ của điều kiện khí hậu biển, nơi thường xuyên có hàm lượng muối sa lắng cao.

Nhôm và hợp kim: Trên hình 1 là ảnh của các mẫu sau 2 năm thử nghiệm tại trạm nội đô Nha Trang. Mặt chính của mẫu nhôm A5 (hình 1a) bị mờ và sẫm màu, có những vết ăn mòn loét màu trắng. Sau khi tẩy xuất hiện những vết tối đường kính 3-4 mm trên khắp bề mặt. Mặt trái của mẫu còn sẫm và tối hơn, không có những sản phẩm ăn mòn màu trắng. Trong khi đó, về bề ngoài của các mẫu hợp kim nhôm Đ16 lại có những biểu hiện khác (hình 1b). Mặt chính và mặt trái của mẫu đều sẫm đáng kể. Khi quan sát bằng kính lúp (x4M) ở phía dưới mặt trái thấy có sự ăn mòn loét với sản phẩm màu xám sáng. Ở mặt chính cũng vậy nhưng mức độ ít hơn. So với hai mẫu trên thì mẫu hợp kim AMg3M thể hiện độ bền cao hơn trong điều kiện biển (hình 1c). Bề mặt ngoài của các mẫu ít tối hơn ở cả hai mặt. Phần phía dưới có sự ăn mòn loét với sản phẩm màu xám nhưng mức độ ít hơn ở hợp kim nhôm Đ16.



Hình 1. Tình trạng bề mặt các mẫu nhôm sau 2 năm thử nghiệm tại Nha Trang (a – A5; b – hợp kim Đ16; c – hợp kim AMg3M; trên – mặt chính; dưới – mặt trái)

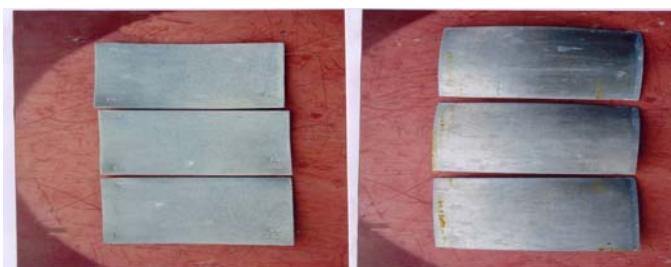
Đồng và hợp kim: Về bề ngoài của các mẫu đồng M3 sau 2 năm thử nghiệm được thể hiện trên hình 2a. Hai mặt mẫu tối không đều nhau, có nhiều vết và sọc màu đỏ sẫm, xốp. Đối với đồng thanh BrKMSJ-1 thì mặt chính của mẫu sáng hơn mặt trái (hình 2b). Trên mặt chính thấy rõ những sản phẩm ăn mòn dạng vết màu lá cây. Mặt trái có những vết màu đỏ sẫm. Trong khi đó, trên mặt chính của mẫu đồng thau L63 có những vết của sản phẩm ăn mòn sáng màu hơn mặt trái (hình 2c). Ở cả hai mặt mẫu tối đáng kể. Mặt trái có những mảng oxit là những vết và sọc màu đỏ nâu.



Hình 2. Tình trạng bề mặt các mẫu đồng sau 2 năm thử nghiệm tại Nha Trang (a – M3; b – BrKMSJ-1 ; c – L63; trên – mặt chính; dưới – mặt trái)

Khi bóc lớp đỏ sẫm của mẫu M3 ra thì xuất hiện các vùng màu xanh. Hiện tượng tương tự đối với sản phẩm ăn mòn đồng ở vùng ven biển Vũng Tàu sau 2 năm thử nghiệm cũng được tác giả Trần Thị Ngọc Lan mô tả [7]

Kẽm SOA: Bề mặt các mẫu kẽm sau 2 năm thử nghiệm tại Nha Trang được thể hiện trên hình 3. Ở mặt chính mẫu có những vết của sản phẩm ăn mòn màu xám, bề mặt mẫu xù xì. Theo nhiều tác giả [6, 10-11], những vết tròn màu xám tích tụ trên bề mặt mẫu là sản phẩm dạng simonkolleite ($Zn_5(OH)_8Cl_2 \cdot H_2O$) đặc trưng cho vùng khí hậu biển.



Hình 3. Ảnh mẫu kẽm sau 2 năm thử nghiệm (trái: mặt chính; phải: mặt trái)

Ở mặt trái mẫu tối sẫm đáng kể, nhất ở phần dưới. Các vết tối là những sọc phân bố không đều, cấu trúc xốp hơn mặt trên. Nguyên nhân hiện tượng này theo tác giả [6] là do mặt dưới luôn ẩm hơn mặt trên, làm tăng thời gian lưu ẩm tạo điều kiện cho các tác nhân ăn mòn trong khí quyển hoà tan thành dung dịch điện ly trên bề mặt, Cl⁻ dễ dàng di chuyển gây ăn mòn cục bộ.

3.2. Tốc độ ăn mòn

Tốc độ ăn mòn của các kim loại và hợp kim màu sau 1 và 2 năm thử nghiệm được trình bày trên bảng 3 và bảng 4.

Có thể nhận thấy rằng so với khu vực Hà Nội, sau 2 năm phơi mẫu tốc độ ăn mòn của đồng và kẽm tại trạm nội đô Nha Trang là không khác nhau nhiều, trong khi đó tốc độ ăn mòn của nhôm và hợp kim lại cao hơn khoảng 2 – 5 lần. Đối với các mẫu phơi tại trạm ven biển, khi hàm lượng muối trong khí quyển tăng cao, sự chênh lệch về tốc độ càng đáng kể hơn. Tốc độ ăn mòn so với trạm Hà Nội cao gấp từ 16 – 22 lần đối với các mẫu nhôm, 2,5 – 3,5 lần đối với mẫu đồng và 2,2 lần đối với mẫu kẽm.

Các kết quả mà tác giả Lê Thị Hồng Liên nhận được sau 2 năm thử nghiệm tại Nha Trang và Hà Nội tương ứng khoảng 22 và 8 $g/m^2.năm$ đối với kẽm nhúng nóng và 25 và 18 $g/m^2.năm$ đối với kẽm phun [6]. Cần phải nhấn mạnh rằng vị trí các trạm thử nghiệm ở cả Hà Nội và Nha Trang của chúng tôi và tác giả [6] là khác nhau. Theo tác giả [6] các số liệu trung bình 5 năm về nhiệt độ, độ ẩm, độ muối tại Hà Nội tương ứng là 24,4°C; 79,0% và 0,484 $mg/m^2.ngày$, trong khi ở Nha Trang là 26,8°C; 80,9% và 7,296 $mg/m^2.năm$. Hàm lượng muối chúng tôi xác định được cao hơn rất nhiều (xem bảng 1), điều này ngoài ảnh hưởng của cao độ và khoảng cách so với mép nước, còn do bản thân phương pháp xác định độ muối. Chúng tôi sử dụng phương pháp nền ướt, trong khi tác giả [6] sử dụng phương pháp vải khô.

Bảng 3. Tổng hợp tốc độ ăn mòn trung bình của kim loại và hợp kim màu sau 1 năm thử nghiệm tại các vùng

TT	Tên vật liệu	Tốc độ ăn mòn sau 1 năm, $g/m^2/năm$		
		Trạm nội đô Nha Trang	Trạm ven biển Nha Trang	Trạm Hà Nội
1	Nhôm A5	0,12	1,08	0,06
2	Hợp kim Nhôm Đ16	0,28	1,39	0,07
3	Hợp kim Nhôm Amg3M	0,47	1,27	0,08
4	Đồng M3	9,67	35,8	10,3
5	Đồng thanh BrKMSJ-1	14,57	44,3	10,2
6	Đồng thau L63	2,53	3,52	10,8

7	Kẽm SOA	8,78	21,3	4,5
---	---------	------	------	-----

Bảng 4. Tổng hợp tốc độ ăn mòn trung bình của kim loại và hợp kim màu sau 2 năm thử nghiệm tại các vùng

TT	Tên vật liệu	Tốc độ ăn mòn sau 2 năm, g/m ² /năm		
		Trạm nội đô Nha Trang	Trạm ven biển Nha Trang	Trạm Hà Nội
1	Nhôm A5	0,095	0,665	0,04
2	Hợp kim nhôm Đ16	0,155	0,65	0,04
3	Hợp kim nhôm AMg3M	0,245	0,65	0,045
4	Đồng M3	6,1	20,35	6,5
5	Đồng thanh BrKMSJ-1	11,45	34,15	9,65
6	Đồng thau L63	3,05	3,85	6,0
7	Kẽm SOA	6,7	15,0	6,65

So sánh hai trạm thử nghiệm vùng Nha Trang với khoảng cách khác nhau từ bờ biển có thể nhận thấy ảnh hưởng rõ ràng của hàm lượng muối trong khí quyển đến tốc độ ăn mòn kim loại và hợp kim màu. Sau 2 năm thử nghiệm tốc độ ăn mòn tại trạm ven biển so với trạm nội đô cao gấp 3,5 – 7 lần đối với nhôm và hợp kim, 1,3 – 3,3 đối với đồng và hợp kim và 2,2 lần đối với kẽm. Bởi lẽ hầu hết các yếu tố khí hậu khí tượng của hai địa điểm này là tương đương, trong khi hàm lượng các tác nhân hoá học khác là không đáng kể, thì ảnh hưởng chủ yếu trong trường hợp này là do lượng muối trong khí quyển. Hàm lượng trung bình của tác nhân này tại trạm nội đô là 35,6 mg / m². ngày đêm so với 70,6075 mg / m². ngày đêm ở trạm ven biển.

Xét về mặt thành phần hợp kim đồng, có thể nhận thấy yếu tố hợp kim hoá có ảnh hưởng rõ rệt đến đặc tính và tốc độ ăn mòn trong vùng ven biển. Hợp kim L63 có thể là một loại vật liệu bền dưới tác động của điều kiện môi trường biển. Tốc độ ăn mòn của L63 thấp hơn đồng M3 nhiều lần ở cả 2 trạm thử nghiệm khu vực Nha Trang. Tuy nhiên, ở vùng đô thị-công nghiệp Hà Nội tốc độ ăn mòn của hợp kim này lại khá cao. Điều này là do tác động của các khí thải gây ăn mòn đồng phổ biến trong môi trường khu vực.

Tóm lại, những kết quả thử nghiệm sơ bộ ban đầu cho thấy ảnh hưởng rõ rệt của điều kiện môi trường đến đặc điểm và mức độ ăn mòn kim loại và hợp kim màu.

4. KẾT LUẬN

So với vùng đô thị Hà Nội, kim loại và hợp kim màu, đặc biệt là nhôm, bị ăn mòn với tốc độ cao tại khu vực ven biển Nha Trang.

Hàm lượng muối trong khí quyển là yếu tố quyết định làm gia tăng tốc độ ăn mòn của kim loại màu và hợp kim thử nghiệm trong điều kiện khí hậu ven biển.

Yếu tố hợp kim hoá ảnh hưởng rõ rệt đến độ bền ăn mòn của đồng trong điều kiện khí hậu xâm thực vùng biển.

CORROSION BEHAVIOUR OF SOME NONFERROUS METALS AND ALLOYS IN VIETNAM HUMID TROPICAL CLIMATE

Bui Ba Xuan ⁽¹⁾, **IU.L.Côvantrúc** ⁽¹⁾, **Philitre N.L** ⁽¹⁾, **Nguyen Nhi Tru** ⁽²⁾

(1)Seacoast Branch, Vietnam-Russian Tropical Centre

(2) Institute for Tropical Technology & Environmental Protection

ABSTRACT: *Corrosion behaviour of some nonferrous metals and alloys after 2 years exposure test in humid tropical conditions is informed. Data has been collected from 2 climate areas of Vietnam, including one urban (Hanoi) and two seashore (Nhatrang) materials testing sites.*

Corrosion products appearance and corrosion rate of copper, zinc and alluminium alloys are described. Severe corrosion degradation at Nhatrang seashore site is demonstrated. Comparative results for corrosion rate after two years exposure between Nhatrang and Hanoi sites are presented. These values at Nhatrang seashore are 16.6 – 21.3, 2.5-3.5 and 2.2 times higher for alluminium, copper and zinc alloys respectively. Strong influence of aerosol chlorides on corrosion rate is also demonstrated for two Nhatrang sites with different distances from coastline

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Viện Kỹ thuật nhiệt đới, *Cơ sở kỹ thuật nhiệt đới*, Hà Nội, NXB Văn hóa thông tin, (2002).
- [2]. Vũ Đình Huy, Nguyễn Ngọc Bình và đồng nghiệp, *Báo cáo giám định đề tài cấp nhà nước 48.08.01*, (1986).
- [3]. Ву Динь Вуй, *Атмосферная коррозия металлов в тропиках*, Москва, Наука, 240 с, (1994).
- [4]. S. Cole, A. K. Neufeld, P. Kao, W. D. Ganther, I. Chotimongkol, C. Bhamornsut, N. V. Hue, S. Bernado, S. Purwadaria, *Proc. of the 11th APCCC, HCMC, Vietnam*, Vol. 2, pp. 555-570, (1999).
- [5]. Nguyen viet Hue, I. S. Cole, Vo De, Bui Van Thao, Nguyen Nhi Tru, Truong Dinh Mau, W. Ganther, A. Neufeld, *Proc. of the 11th APCCC, HCMC, Vietnam*, Vol. 2, pp. 582-589, (1999).
- [6]. Lê Thị Hồng Liên, *Nghiên cứu ăn mòn các lớp phủ kẽm trong môi trường khí quyển Việt Nam*, Luận án Tiến sĩ KHKT, Hà Nội, (2005).
- [7]. Tran Thi Ngoc Lan, *Environmental Characteristics and Materials Damage in South Vietnam*, Ph. D. Thesis, Osaka prefecture University, (2004).
- [8]. Nguyen Duc Hung, Tran Van Chung, Le Quang Tuan, *Proc. of the 16th ICC, Beijing, China*, paper 05-B-36, (2005).
- [9]. Nguyen Duc Hung, Tran Van Chung, Le Quang Tuan, *Proc. of the 14th APCCC, Shanghai, China*, paper 03-28, (2006).
- [10]. E. Almeida, M. Morcillo, B. Rosales, *British Corrosion Journal*, 35, N4, 289-296, (2000).
- [11]. C. Leygraf, T. Graedel Atmospheric Corrosion, John Wiley & Sons Inc., Publ., pp. 129-139, (2000).