

ĂN MÒN VÀ PHÁ HỦY VẬT LIỆU KIM LOẠI TRONG MÔI TRƯỜNG KHÍ QUYỂN NHIỆT ĐỐI VIỆT NAM

Lê Thị Hồng Liên

Viện Khoa học vật liệu, Viện KHCNVN, 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

Email: honglien@ims.vast.ac.vn

Đến Tòa soạn: 19/12/2012; Chấp nhận đăng: 27/12/2012

TÓM TẮT

Bài báo trình bày tóm tắt các khái niệm cơ bản về quá trình ăn mòn khí quyển kim loại và ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu, môi trường đến quá trình ăn mòn khí quyển như nhiệt độ, độ ẩm không khí, thời gian lưu ẩm bề mặt, các tạp chất và nhiễm bẩn khí quyển (độ muối khí quyển - hàm lượng ion Cl⁻, hàm lượng khí SO₂). Các dạng hư hỏng thường gặp do ăn mòn trong môi trường khí quyển được giới thiệu; Một số khái niệm và phương pháp phân loại mức độ ăn mòn khí quyển (atmospheric corrosivity) theo tiêu chuẩn ISO được đề cập và ứng dụng để đánh giá mức độ ăn mòn cho một số vùng khí hậu Việt Nam; Cuối cùng bài báo trình bày vắn tắt một số kết quả chính về nghiên cứu ăn mòn vật liệu kim loại trong môi trường khí hậu nhiệt đới Việt Nam cũng như các nghiên cứu ứng dụng trong lĩnh vực phân tích hư hỏng vật liệu công nghiệp đang được thực hiện tại Viện Khoa học vật liệu.

Từ khóa: thời gian lưu ẩm bề mặt, tạp chất/nhiễm bẩn khí quyển, mức độ ăn mòn khí quyển.

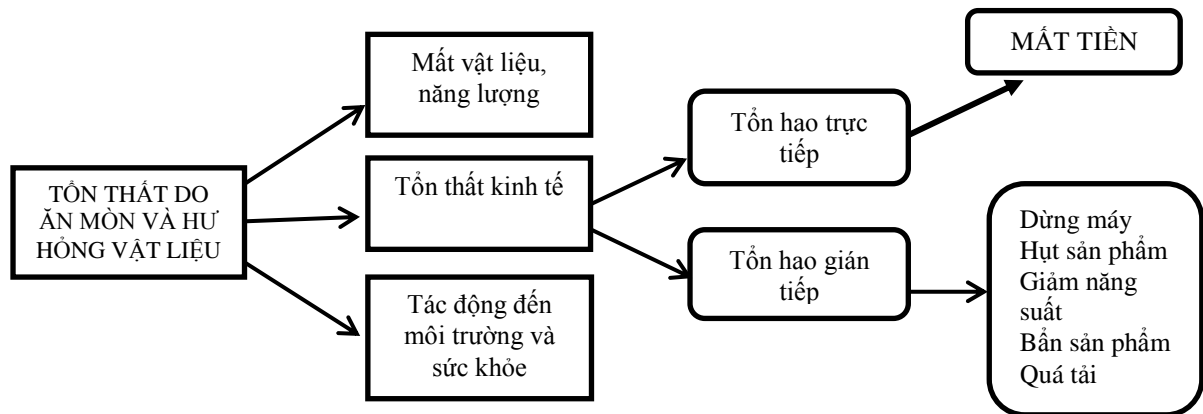
1. GIỚI THIỆU

Vật liệu kim loại là loại vật liệu dễ bị phá hủy bởi hiện tượng ăn mòn. Ăn mòn kim loại (AMKL) và sự suy giảm dẫn đến phá hủy vật liệu là một quá trình tự nhiên, xảy ra trong tất cả các môi trường. AMKL gây tổn thất lớn cho nền kinh tế, ước chừng khoảng 15 % tổng lượng thép sử dụng trên thế giới bị phá hủy do ăn mòn. Với hơn 80 % lượng kim loại, thiết bị, công trình được khai thác, sử dụng trong môi trường không khí, thiệt hại kinh tế do ăn mòn và phá hủy vật liệu trong môi trường này là một con số khổng lồ, ước chừng hàng trăm tỉ USD/năm. Ví dụ tổn thất ăn mòn hàng năm ở Mỹ là 300 tỉ \$ (1994), Đức – 117 tỉ DM (1994), Canada – 10 tỉ \$ (1979), Úc – 470 triệu A\$ (1973), Nhật – 3 triệu \$ (những năm 70), v.v... [1, 2].

Quá trình ăn mòn không chỉ gây tổn thất về kinh tế mà còn còn gây ô nhiễm môi trường do các sản phẩm ăn mòn hoặc các vật liệu bảo vệ bị phá hủy và rửa trôi theo mưa, bị hòa tan và ngấm vào đất, nước v.v..., gây tác hại đến môi trường sinh thái và sức khỏe con người. Có thể hình dung những tổn thất trên các khía cạnh khác nhau do quá trình ăn mòn gây nên qua sơ đồ trên hình 1.

Không chỉ như vậy, sự ăn mòn hay suy giảm vật liệu còn dẫn đến sự hỏng hóc, nứt gãy chi tiết thiết bị, nhẹ thì làm cho sản xuất phải ngừng trệ để sửa chữa, thay thế; trầm trọng thì

gây nên những sự cố/tai nạn thảm khốc, gây tổn hao về người và của. Bảng 1 thống kê một số sự cố/tai nạn xảy ra do quá trình ăn mòn.



Hình 1. Tác hại của quá trình ăn mòn

Bảng 1. Một số ví dụ về các tai nạn do ăn mòn và tác hại của nó đối với con người và môi trường

Năm	Nơi xảy ra	Tai nạn	Nguyên nhân	Hậu quả
1967	Mỹ	Chìm tàu River Queen	Ăn mòn lỗ đáy tàu	Chìm tàu
1970	Biển Bắc	Platform bị sập	Gãy do ăn mòn ứng lực	Tổn thất khổng lồ về người và vật liệu
	Sông Ohio (Mỹ)	Sập cầu "Silver Bridge"	Gãy do ăn mòn ứng lực	46 sinh mạng bị cướp đi và tổn thất nhiều tỉ \$
1985	Thụy Sĩ	Sập trần bê tông 200 tấn của một bể bơi trong nhà	Gãy ăn mòn ứng lực các thanh thép không gỉ đỡ trần do ion clorua bị rò rỉ	12 người chết và một số bị thương
1996	Mêhicô	Cháy và nổ	Xăng bị dò rỉ từ van của téc chứa 1300m ³ , bắt lửa và gây nổ	4 người chết, 6 người bị thương; 950 người phải chăm sóc và 10.000 người liên đới phải thẩm vấn. Phải mất 2 ngày mới khống chế được đám cháy
1997	Canada	Tràn 35.000 lit dầu trong một đêm	Một ống dẫn dầu của hãng Mobil Oil bị rò rỉ	Môi trường bị ô nhiễm trên diện rộng
1997	Nga	Rò rỉ hơn 1200 tấn dầu	Ống bị vỡ	Hơn 400 tấn dầu tràn xuống sông Volga. Người ta đã phải xây dựng một cái đập ở nhánh sông để ngăn chặn sự ô nhiễm tiếp tục.

2. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ ĂN MÒN KIM LOẠI TRONG MÔI TRƯỜNG KHÍ QUYỂN

2.1. Định nghĩa

Ăn mòn kim loại trong môi trường khí quyển (atmospheric corrosion - sau đây gọi tắt là ăn mòn khí quyển - AMKQ) là sự suy giảm các tính năng hoặc sự phá huỷ vật liệu kim loại dưới tác động của các yếu tố môi trường khí quyển như nhiệt độ, độ ẩm, tạp chất khí quyển, các điều kiện khí hậu... [3].

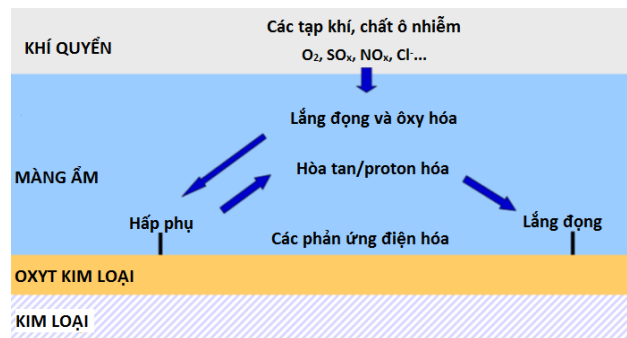
AMKQ là một quá trình tự nhiên, xảy ra do sự hình thành các vi pin ăn mòn trên bề mặt kim loại giữa vùng anot (có trạng thái năng lượng cao hơn) và vùng catot (có trạng thái năng lượng thấp hơn), vì vậy nó mang bản chất điện hóa. Quá trình AMKQ xảy ra trên bề mặt kim loại dưới một lớp màng ẩm hấp phụ hoặc dung dịch mỏng, không chỉ có quá trình chuyển khối trong phản ứng hóa học mà còn bao gồm cả quá trình trao đổi của các hạt mang điện (electron và ion) ở bề mặt phân chia kim loại - dung dịch điện li.

Cần chú ý rằng AMKQ được phân biệt khác hẳn với ăn mòn kim loại xảy ra trong môi trường nhiệt độ cao hoàn toàn không có hơi ẩm trên bề mặt kim loại (còn gọi là ăn mòn khô hoặc ăn mòn khí). Về bản chất, ăn mòn khí là ăn mòn hóa học - không có sự trao đổi điện tích.

Trong môi trường khí quyển sạch, ăn mòn xảy ra chủ yếu do tác nhân oxy hóa của oxy không khí. Tuy nhiên, khi không khí bị ô nhiễm hoặc trong khí quyển ven biển, tham gia vào quá trình AMKQ không chỉ có oxy mà còn có các yếu tố nhiễm bẩn hoặc tạp chất quyển, ví dụ ion Cl⁻ trong khí quyển biển/ven biển, các khí ô nhiễm công nghiệp như SO_x, NO_x, bụi, mưa axit... Các tác nhân này có tác dụng gia tốc quá trình AMKQ và làm tăng tốc độ ăn mòn lên đến hàng vài chục lần [3].

2.2. Các giai đoạn của quá trình ăn mòn kim loại trong môi trường khí quyển

Có thể hình dung quá trình ăn mòn trong môi trường khí quyển xảy ra theo sơ đồ trên hình 2.



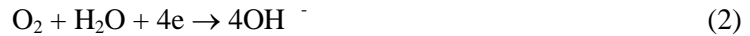
Hình 2. Sơ đồ quá trình ăn mòn kim loại trong môi trường khí quyển

Giai đoạn đầu: Hấp phụ ẩm/nước và các chất xâm thực sa lắng trên bề mặt kim loại, xảy ra các phản ứng điện hóa với các tác nhân khử phân cực, sơ đồ phản ứng điển hình được biểu diễn trên hình 3 đối với trường hợp ăn mòn thép [1, 2].

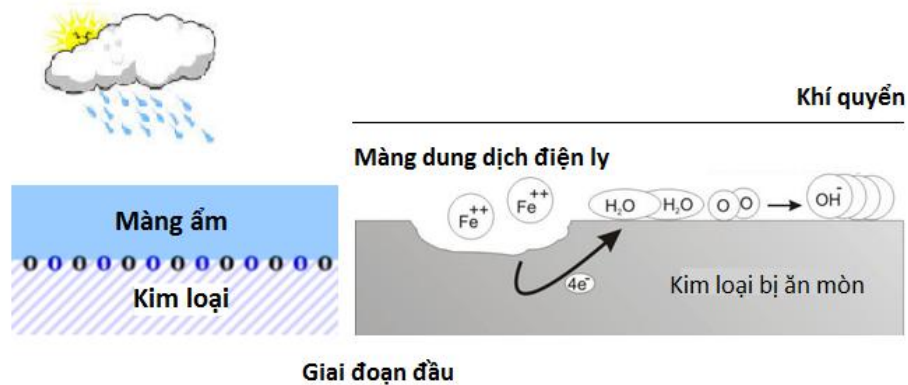
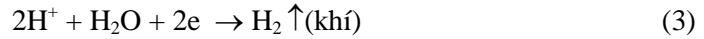
Tại vùng anot xảy ra phản ứng oxy hóa - sắt bị tan ra:



Tại vùng catot chủ yếu xảy ra phản ứng khử phân cực oxy:



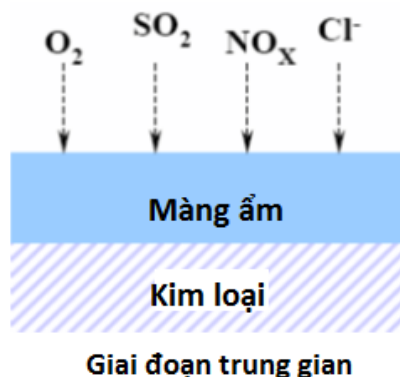
Trong các vùng công nghiệp hoặc thành phố, không khí bị ô nhiễm, điển hình bởi SO_x , NO_x ..., các tạp khí này sa lắng trực tiếp xuống bề mặt kim loại, hấp phụ/hòa tan trong màng ẩm, hoặc tạo thành mưa axit, do đó bề mặt kim loại sẽ bị axit hóa, tạo ra ion H^+ , và khi đó tại vùng catot sẽ xảy ra cả phản ứng khử phân cực của hydro:



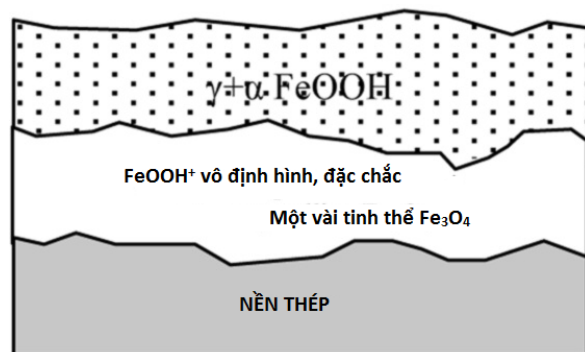
Hình 3. Sự hấp phụ ẩm và phản ứng điện hóa cơ bản của quá trình ăn mòn kim loại trong khí quyển

Giai đoạn trung gian: trong giai đoạn này các chất xâm thực sẽ bị hòa tan (như SO_x , NO_x , H_2S , CO_2 , NH_3 , NaCl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Na_2SO_4 , NH_4Cl ...), làm biến đổi tính chất hóa học của màng nước, gia tốc sự hòa tan kim loại và hình thành các mầm của sản phẩm ăn mòn. Ví dụ trong môi trường khí quyển công nghiệp, khí SO_2 khi hấp phụ và hòa tan trong màng ẩm sẽ tạo thành môi trường axit, làm tăng tốc độ AMKL (hình 4).

Giai đoạn cuối: tích tụ và phát triển sản phẩm ăn mòn (hình 5).



Hình 4. Giai đoạn trung gian - hòa tan các chất xâm thực trong màng ẩm



Hình 5. Giai đoạn tích tụ và phát triển sản phẩm ăn mòn

3. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN ĂN MÒN KHÍ QUYỂN KIM LOẠI TRONG MÔI TRƯỜNG KHÍ HẬU NHIỆT ĐỚI ẨM

3.1. Chế độ nhiệt ẩm [3 - 10]

3.1.1. Vai trò của màng ẩm

Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng quá trình AMKQ chỉ xảy ra khi có một lượng ẩm tới hạn trên bề mặt kim loại đủ để tạo thành một màng ẩm hấp phụ hoặc màng ẩm pha, trong không khí sạch, độ ẩm tới hạn này tương đương với độ ẩm tương đối của không khí là 80 %). Ở dưới độ ẩm tới hạn, quá trình ăn mòn sẽ không xảy ra (hoặc với tốc độ không đáng kể). Lớp màng ẩm trên bề mặt kim loại có thể là màng ẩm hấp phụ hoặc màng nước nhìn thấy (mưa, sương). Khi vượt qua độ ẩm tới hạn, lớp nước hấp phụ bắt đầu tác dụng như một lớp điện dịch thì tốc độ ăn mòn tăng theo độ ẩm. Màng ẩm có vai trò dẫn điện, hòa tan các chất xâm thực từ không khí (muối biển, SO_x , NO_x , H_2S ...), vì vậy sự ăn mòn thường xảy ra ở vùng bề mặt dễ bị tích tụ ẩm, cũng là nơi tập trung các tác nhân gây ăn mòn bị hòa tan.

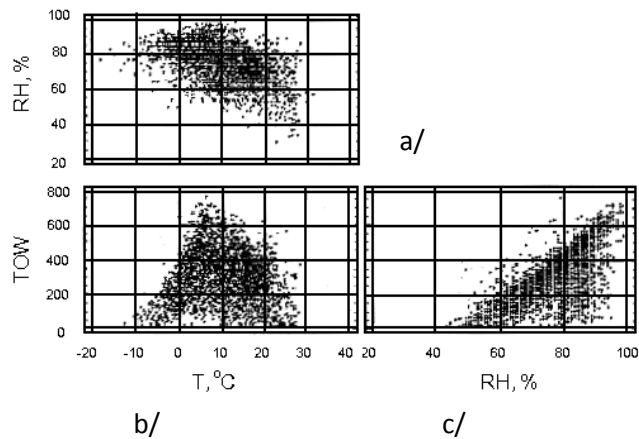
3.1.2. Thời gian lưu ẩm bề mặt và độ ẩm của không khí

Thời gian lưu ẩm (Time of Wetness - TOW) là một khái niệm cơ bản được sử dụng rất phổ biến trong nghiên cứu AMKQ các vật liệu kim loại. TOW được tính là thời gian mà trên bề mặt kim loại tồn tại một màng dung dịch điện ly mỏng - đủ “ướt” để cho các pin ăn mòn hoạt động và quá trình AMKQ xảy ra. Theo tiêu chuẩn ISO 9223, TOW được định nghĩa là khoảng thời gian (tính bằng số giờ) mà không khí có nhiệt độ $> 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm tương đối $RH > 80\%$, khi đó sự ngưng tụ bắt đầu, đó chính là điều kiện để quá trình ăn mòn xảy ra ngay cả trong khí quyển sạch. Khi $RH > 90\%$ và $T < 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ có thể quan sát được ẩm ngưng tụ trên bề mặt kim loại. TOW được sử dụng như một *thông số khí hậu chính* để giải thích các ảnh hưởng đến AMKL trong môi trường khí quyển. Đáng chú ý rằng lớp ẩm hấp phụ (mỏng hơn) tạo thành bởi những sự ngưng tụ ẩm đầu tiên sẽ dễ dàng bão hòa oxi, do đó tốc độ AMKL trong trường hợp này sẽ lớn hơn (nguy hiểm hơn) so với trường hợp trên bề mặt kim loại tạo thành một màng nước mỏng ở RH cao hơn.

Trên thực tế, khi không khí bị ô nhiễm hoặc trong không khí biển thì do sự sa lắng các tạp chất hút ẩm trên bề mặt kim loại (ví dụ SO_x , NO_x , $NaCl$, $MgCl_2$, $NH_4(SO_4)_2$, $MgSO_4$...) giá trị độ ẩm tới hạn này sẽ giảm xuống, khi đó ăn mòn kim loại xảy ra thậm chí cả khi độ ẩm tương đối của không khí chỉ khoảng 40 – 50 % [4].

Thời gian lưu ẩm có quan hệ chặt chẽ với nhiệt độ và độ ẩm tương đối của không khí, TOW tăng tỉ lệ thuận với RH, tuy nhiên nó phụ thuộc vào nhiệt độ theo hai chiều khác nhau, TOW tăng theo nhiệt độ đến khoảng $9\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, ở nhiệt độ cao hơn, giá trị của TOW giảm do độ ẩm tương đối giảm cùng với sự tăng nhiệt độ (hình 6) [6].

So với nhiệt độ thì ảnh hưởng của độ ẩm tương đối của không khí đến TOW đơn giản hơn, ở nhiệt độ $> 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ sự tăng RH làm tăng TOW, ở vùng nhiệt độ âm, RH không ảnh hưởng đến TOW (như đã chỉ ra trên hình 6c).



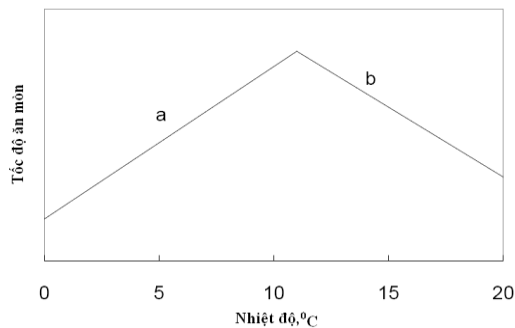
Hình 6. Quan hệ T- RH – TOW.

Các vùng khí hậu nhiệt đới ẩm trong đó Việt Nam được đặc trưng bởi nhiệt độ cao (trung bình 20 – 30 °C), thay đổi nhiệt độ theo mùa không lớn và độ ẩm tương đối của không khí $\geq 80\%$ chiếm 12 giờ/ngày kéo dài liên tục khoảng 2 - 12 tháng/năm [11], lượng mưa lớn (trung bình trên 1000 mm/năm) [12], các yếu tố trên làm tăng TOW và gia tốc quá trình ăn mòn.

3.1.3. Nhiệt độ (T)

Ảnh hưởng của nhiệt độ đến quá trình ăn mòn kim loại phức tạp hơn và không đơn giản theo một chiều. Sự tăng nhiệt độ làm tăng tốc độ của các phản ứng điện hoá và quá trình khuếch tán. Ngược lại, nhiệt độ tăng làm tăng tốc độ bay hơi của màng dung dịch bề mặt, do đó làm giảm TOW. Sự tăng nhiệt độ cũng làm giảm sự hoà tan của ôxy và các loại khí ăn mòn khác.

Khi nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ đến quá trình AMKQ của hầu hết các kim loại, Tidblad và các đồng nghiệp [9] thấy rằng tốc độ ăn mòn tăng theo nhiệt độ ở vùng nhiệt độ thấp và giảm theo nhiệt độ ở vùng nhiệt độ cao (hình 7). Theo đó, các vùng khí hậu nhiệt đới có thang nhiệt độ cao, nên nhiệt độ có tác dụng giảm tốc độ ăn mòn. Các kết quả thử nghiệm ở Cu Ba và Việt Nam cũng chứng tỏ điều này [13, 14]. Tuy nhiên, khi thử nghiệm dài hạn thì nhiệt độ không còn là yếu tố quyết định đối với quá trình AMKL trong khí quyển ngoài trời.



Hình 7. Sự phụ thuộc của tốc độ ăn mòn kim loại vào nhiệt độ không khí.

3.2. Ảnh hưởng của chế độ mưa [3, 4]

Mưa góp phần tạo nên màng dung dịch trên bề mặt kim loại, tuy nhiên, sự ảnh hưởng của mưa đến AMKQ rất phức tạp. Một mặt, nước mưa rửa trôi các chất xâm thực là tác nhân gây ăn

mòn sa lắng trên bề mặt kim loại dưới dạng khô (dry deposition), do đó có tác dụng làm giảm đáng kể tốc độ ăn mòn, kể cả khi TOW trở nên dài hơn. Mặt khác, mưa axit lại mang đến bề mặt kim loại các các ion gây ăn mòn dưới dạng ướt (wet deposition) như H^+ , SO_4^{2-} , Cl^- ..., đồng thời, nước mưa rửa trôi hoặc hòa tan sản phẩm ăn mòn, làm giảm tính năng bảo vệ của lớp sản phẩm trên bề mặt, do đó các tác nhân ăn mòn từ môi trường dễ dàng tiếp xúc với kim loại và tốc độ ăn mòn tăng lên.

Chế độ mưa có liên quan đến những tác động nói trên đối với AMKL trong khí quyển, ví dụ, tổng lượng mưa và tần suất mưa ảnh hưởng đến việc rửa trôi các nhiễm bẩn, trong khi đó tốc độ mưa, cường độ mưa có tác dụng làm bong tróc, hòa tan các sản phẩm ăn mòn. Trong các vùng khí hậu nhiệt đới ẩm có tần suất mưa lớn, thời gian của một trận mưa ngắn nhưng tốc độ và tổng lượng mưa rất lớn nên tác động rửa trôi có thể chiếm ưu thế. Điều này được chứng minh bởi các số liệu nghiên cứu ăn mòn thép cacbon ở Cu Ba, Digha (Ấn Độ) và Việt Nam – tốc độ ăn mòn đạt cực đại trước khi có mưa và giảm đáng kể khi mưa bắt đầu [14, 15, 16].

Tác động thực sự (net effect) của mưa đối với AMKL hoàn toàn tùy thuộc vào các điều kiện của môi trường cũng như bản chất kim loại và tính năng bảo vệ của lớp sản phẩm ăn mòn tạo thành trên bề mặt kim loại đó. Nhiều kết quả nghiên cứu đã cho thấy rằng trong những vùng không khí bị nhiễm bẩn nặng thì tốc độ AMKL trong khí quyển dưới mái che (sheltered) thường lớn hơn so với tốc độ AMKL trong khí quyển không có mái che (un-sheltered). Ngược lại, trong các điều kiện khí quyển ít ô nhiễm hơn, tốc độ AMKL trong điều kiện ngoài trời luôn lớn hơn so với điều kiện dưới mái che [3]. Khi đã hình thành một lớp sản phẩm dày, đặc chắc, bám dính tốt vào nền (thử nghiệm dài hạn), ảnh hưởng của mưa sẽ không chiếm ưu thế như đối với kim loại mới bị ăn mòn có lớp sản phẩm tạo thành còn khá mỏng.

3.3. Ảnh hưởng của nhiễm bẩn khí quyển [3, 4]

Có rất nhiều loại tạp chất khí quyển (hơn 2000 chất) được tồn tại dưới dạng khí hoặc dưới dạng các hạt rắn/lông nhỏ li ti, lơ lửng trong không khí (son khí - air-borne), tuy nhiên chỉ có tám chất/cặp chất chủ yếu có ảnh hưởng đáng kể đến quá trình AMKL (bảng 2), trong số đó, NO_x , SO_x và ion Cl^- được biết đến là những tạp chất phổ biến nhất gia tốc AMKQ các kim loại. Có thể giải thích tóm tắt các ảnh hưởng của chúng như dưới đây.

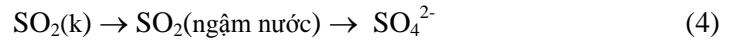
Bảng 2. Độ nhạy của các kim loại đối với các tạp chất gây ăn mòn [3]

Các chất gây ăn mòn	Ag	Al	Đồng thau	Đồng thiếc	Cu	Fe	Ni	Pb	Sn	Thép	Kẽm	Đá
CO_2/CO_3^{2-}	L			L		M	L	M		M	M	
NH_3/NH_4^+	M	L	L	L	M	L	L	L	L	L	L	
NO_2/NO_3^-	N	L	M	M	M	M	M	M	L	M	M	L
H_2S	H	L	M	M	H	L	L	L	L	L	L	
SO_2/SO_4^{2-}	L	M	H	H	H	H	H	M	L	H	H	H
HCl/Cl^-	M	H	M	M	M	H	M	M	M	H	M	L
$RCOOH/COOH$	L	L	M	M	M	M	M	H	L	M	M	
O_3	M	N	M	M	M	M	M	M	L	M	M	M

Ghi chú: H: rất nhạy, M: trung bình, L: yếu, N: không tác dụng.

3.3.1. Khí NO_x , SO_x [3, 4]

Các khí SO_x và NO_x là những khí thải công nghiệp chủ yếu gây AMKQ. Khí SO_2 được hình thành khi đốt cháy các nhiên liệu có chứa lưu huỳnh, hoặc do quá trình luyện kim từ các quặng chứa lưu huỳnh, SO_2 hoà tan trong màng ẩm, bị oxi hóa, tạo nên môi trường axit ($pH < 4,5$) và gia tốc quá trình AMKL:



Trên thực tế, một số kim loại như nhôm/hợp kim nhôm và kẽm khá bền trong môi trường trung tính ($pH = 6 - 7,5$) nhưng chúng bị ăn mòn rất nhanh trong môi trường axit [4].

Dioxit nitơ (NO_2) được sinh ra chủ yếu là do sự cháy ở nhiệt độ cao, khi đó ôxít nitơ (NO) nhanh chóng bị ôxy hoá bởi ôzôn và tạo thành NO_2 . Nitơ dioxit hoàn toàn không tan trong nước, chỉ có một phần nhỏ phản ứng trong pha khí với gốc hydroxyl và tạo thành axit nitric (HNO_3), axit này tan rất tốt trong nước và là tác nhân gây ăn mòn.

3.3.2. Ảnh hưởng của ion clorua Cl^- - Ăn mòn và phá hủy vật liệu trong môi trường biển [3, 4]

Ion Cl^- tồn tại dưới dạng các hạt rắn hoặc lỏng nhỏ li ti, lơ lửng trong không khí, thường gặp trong khí quyển biển/ven biển hoặc vùng công nghiệp xung quanh các nhà máy sản xuất axit clohydric hoặc natri hypochlorua.

Trong khí quyển biển/ven biển, ion Cl^- là tác nhân chủ yếu gây ăn mòn, vì vậy nguy cơ hư hỏng các chi tiết thiết bị và công trình cao hơn nhiều lần so với trong đất liền và dễ xảy ra các tai nạn rủi ro. Ion Cl^- là một tác nhân nguy hiểm đối với các vật liệu kim loại, nó gia tốc AMKL và là tác nhân gây ăn mòn lỗ. Hơn nữa, các ion Cl^- có khả năng hút ẩm tốt, góp phần hình thành dung dịch điện ly trên bề mặt kim loại và kéo dài TOW ngay cả khi không khí có nhiệt độ cao. Ion Cl^- cũng làm tăng độ dẫn điện của lớp ẩm/dung dịch trên bề mặt kim loại, phá huỷ lớp màng bảo vệ, do đó làm tăng tốc độ ăn mòn. Bên cạnh đó, sự có mặt của ion Cl^- sẽ làm tăng nguy cơ và tốc độ ăn mòn ứng lực của các chi tiết, kết cấu kim loại, đặc biệt là các kết cấu làm bằng thép không gỉ.

Sự sa lắng của ion Cl^- được quyết định bởi vị trí địa lí, điều kiện địa hình và khoảng cách từ bờ biển, cũng như tốc độ và hướng gió. Các vùng khí quyển biển nhiệt đới thường có tốc độ ăn mòn cực đại, ở đó tốc độ ăn mòn luôn cao hơn trong các vùng khí quyển biển ôn đới và các vùng khí quyển thành phố/công nghiệp nhiệt đới.

Một số ví dụ dưới đây các so sánh tốc độ ăn mòn trong môi trường biển và đất liền. Các số liệu điều tra ăn mòn thép cacbon ở bãi biển Kure Beach (Mỹ) cho thấy tốc độ ăn mòn ở vị trí cách mép nước 250 m là 0,143 mm/năm, nhưng khi ở cách mép nước chỉ 25 m thì tốc độ ăn mòn đã tăng cỡ 3,7 lần, đạt 0,53 mm/năm. Một số liệu khác cũng cho thấy tốc độ ăn mòn của các loại thép trong khí quyển biển gấp từ 1,3 đến 1,5 thậm chí 7,5 lần so với tốc độ ăn mòn trong khí quyển đất liền của cùng loại vật liệu [17, 3]. Các số liệu nghiên cứu ở Việt Nam cũng cho thấy: tốc độ ăn mòn thép cacbon ở các trạm ven biển đều lớn gấp 1,2 đến 1,9 lần so với các trạm trong đất liền (bảng 3) [17].

Bảng 3. Tốc độ ăn mòn thép cacbon tại một số địa điểm của Việt Nam [17]

Thời kì	Khí quyển ven biển		Khí quyển trong đất liền	
	Trạm TN	Tốc độ ăn mòn, g/m ² .năm	Trạm TN	Tốc độ ăn mòn, g/m ² .năm
1995-1996	Đồ Sơn	280-290	Hà Nội	240
1995-1996	Nha Trang	254	TP. HCM	192
2010-2011	Đồng Hới	379	Hà nội	204

3.3.3. Các tạp chất khác [4, 5]

Một số tạp khí khác như khí cacbonic (CO₂), ozone (O₃), amoniac (NH₃), sunfua hydro (H₂S) và clorua hydro (HCl) cũng như các axit hữu cơ như axit formic (HCOOH) và axit axetic (CH₃COOH), đều có hoạt tính ăn mòn đối với hầu hết các vật liệu kim loại. Sau khi sa lắng xuống bề mặt kim loại và bị hòa tan trong màng ẩm chúng sẽ tạo thành các ion như H⁺, Cl⁻, COOH⁻, CH₃COO⁻... làm tăng độ dẫn điện và gia tốc quá trình AMKL. Ngoài ra, hầu hết các hạt xon khí hấp thụ nước đều làm tăng giá trị TOW.

3.4. Đặc điểm ăn mòn và phá huỷ vật liệu trong môi trường nhiệt đới [3, 18]

Môi trường nhiệt đới gây ăn mòn và phá huỷ vật liệu mạnh hơn nhiều lần so với các vùng khí hậu ôn đới vì những nguyên nhân sau đây:

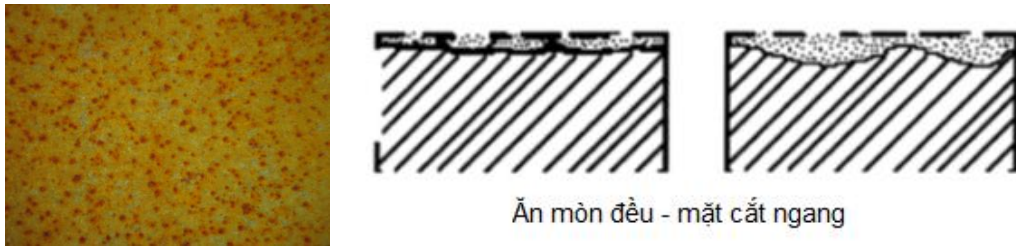
- Độ ẩm cao, lượng mưa lớn tạo nên thời gian lưu ẩm dài, làm cho quá trình ăn mòn dễ dàng xảy ra và xảy ra với tốc độ lớn.
- Mặt khác, các vùng nhiệt đới quanh năm nhận được lượng nhiệt mặt trời rất lớn, bình quân 1 triệu Kcal/m².năm, số giờ nắng trong năm đạt 1400 - 3000 giờ. Các yếu tố này làm suy giảm và phá huỷ nhanh chóng các loại vật liệu polymer, các lớp sơn hữu cơ, các loại vật liệu xi măng, bê tông, v.v... Từ các phân tích trên, có thể thấy rằng các vùng khí hậu nhiệt đới gây ăn mòn và phá huỷ vật liệu mạnh hơn nhiều lần so với các vùng khí hậu ôn đới.
- Theo các số liệu điều tra trên thế giới, tốc độ ăn mòn trong các vùng nhiệt đới lớn hơn nhiều so với trong các vùng khí hậu ở hai cực, tốc độ ăn mòn của các loại thép ở Panama (vùng nhiệt đới) lớn hơn tốc độ ăn mòn của cùng loại vật liệu tại Kure Beach, Mỹ (vùng ôn đới) từ 1,2 đến 2,5 lần [3].
- So sánh số liệu nhận được từ các chương trình thử nghiệm ăn mòn trên phạm vi thế giới Tidblad và các đồng nghiệp [18] nhận thấy rằng: so với khí hậu ôn đới thì các vùng khí hậu biển nhiệt đới có tốc độ ăn mòn thép và kẽm lớn gấp 10 - 20 lần; các vùng khí hậu xa biển có tốc độ ăn mòn thép lớn gấp 4 - 5 lần, tốc độ ăn mòn đồng và kẽm lớn gấp 2 - 3 lần.

4. MỘT SỐ DẠNG HU HỎNG VẬT LIỆU DO ĂN MÒN THƯỜNG GẶP TRONG MÔI TRƯỜNG KHÍ QUYỂN

Có hai dạng ăn mòn chủ yếu xảy ra trong môi trường khí quyển: ăn mòn đều (uniform corrosion) và ăn mòn không đồng đều (un-uniform corrosion) hay còn gọi là ăn mòn cục bộ (localized corrosion) [3, 4, 19 - 22].

4.1. Ăn mòn đều

Ăn mòn đều có tốc độ tương tự nhau trên khắp bề mặt kim loại, đây là dạng ăn mòn điển hình đối với thép và đồng trong khí quyển (hình 8). Tốc độ ăn mòn đều được xác định bằng phương pháp tổn hao khối lượng, tính bằng g/m^2 hoặc μm .



Hình 8. Ảnh bề mặt và mặt cắt ngang của kim loại bị ăn mòn đều

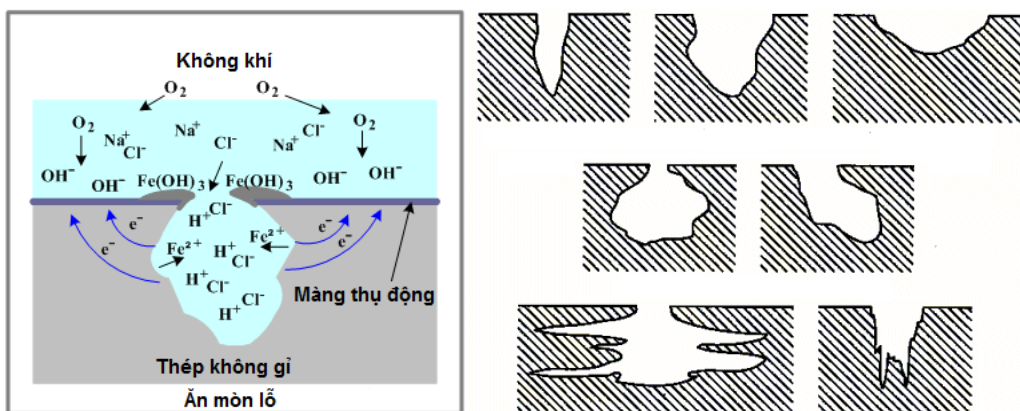
4.2. Ăn mòn cục bộ

Ăn mòn cục bộ xảy ra ở những vị trí đặc biệt trên một diện tích nhỏ, tại đó quá trình ăn mòn được gia tốc. Ăn mòn cục bộ thường hay gặp đối với các chi tiết thiết bị, kết cấu, công trình công nghiệp và dân dụng. Có thể kể đến những dạng ăn mòn cục bộ điển hình sau đây.

4.2.1. Ăn mòn lỗ (pitting corrosion)

Ăn mòn lỗ là dạng ăn mòn cục bộ điển hình nhất, thường gặp đối với các kim loại có khả năng thụ động như nhôm/hợp kim nhôm, thép không gỉ, niken, ... Quá trình ăn mòn lỗ xảy ra khi màng thụ động bị phá hủy vì một lí do nào đó (do môi trường xâm thực hoặc phá hủy cơ học, khi đó vùng bề mặt kim loại tươi mới (có điện thế âm hơn so với vùng kim loại bị thụ động xung quanh) sẽ là anot và bị ăn mòn, do diện tích vùng anot rất nhỏ so với vùng catot nên mật độ dòng anot (tốc độ hòa tan kim loại) trở nên rất lớn và kim loại bị khoét sâu như trên hình 9). Ăn mòn lỗ cũng xảy ra khi lớp phủ dương điện hơn nền (vàng/đồng) bị khuyết tật (hình 10).

Tác nhân gây ăn mòn lỗ thường gặp nhất là ion Cl^- , do vai trò phá màng thụ động của nó, ví dụ trong môi trường khí quyển biển/ven biển. Dạng ăn mòn lỗ rất nguy hiểm vì lượng tổn hao kim loại không đáng kể nhưng các lỗ ăn sâu trong lòng vật liệu sẽ dẫn đến nứt gãy chi tiết một cách đột ngột, không lường trước được.



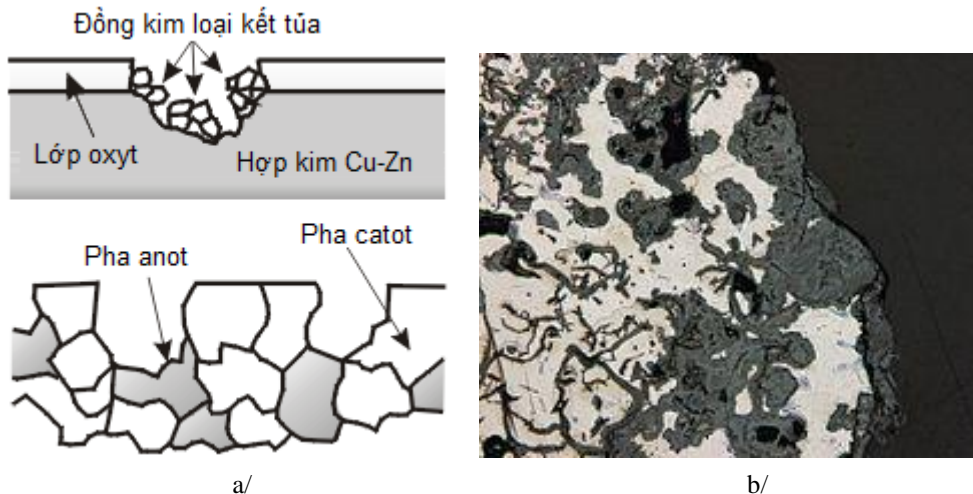
Hình 9. Phản ứng ăn mòn lỗ và các dạng mặt cắt khác nhau



Hình 10. Ăn mòn lỗ trên bề mặt lu hương do lớp mạ không hoàn thiện (có nhiều lỗ châm kim) tạo nên chênh lệch điện thế giữa lớp mạ vàng và nền đồng

4.2.2. Ăn mòn lựa chọn (selective corrosion)

Hai dạng ăn mòn lựa chọn điển hình nhất, làm suy giảm và hư hỏng vật liệu là ăn mòn “khử kẽm” (dezincification) và ăn mòn “graphit” (graphitization corrosion). Ăn mòn khử kẽm thường gặp với đồng thau hoặc các loại hợp kim đồng-kẽm chứa >15 % kẽm, xảy ra khi có mặt hơi ẩm và oxi. Khi đó, cả đồng và kẽm đều tan vào dung dịch nhưng đồng kết tủa lại, còn kẽm ở lại trong dung dịch, vật liệu còn lại trở nên xốp, giàu đồng, cơ tính giảm và chuyển màu từ vàng thau sang đỏ (hình 11a). Ăn mòn graphit xảy ra với gang xám khi sắt bị tiết ra và còn lại nguyên vẹn hạt graphit (hình 11b). Hư hỏng do ăn mòn lựa chọn rất nguy hiểm vì nó làm giảm cơ tính của vật liệu, dẫn đến nứt gãy chi tiết, cấu kiện, công trình.

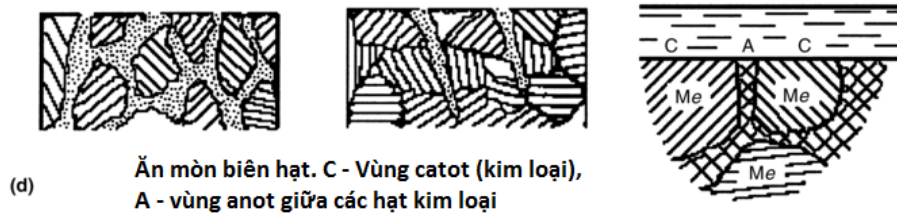


Hình 11. Ăn mòn lựa chọn hợp kim Cu-Zn (a) và sự tiết graphit từ gang xám (b)

4.2.3. Ăn mòn biên hạt (intergranular corrosion)

Một số kim loại và hợp kim rất nhạy với sự tấn công cục bộ trên biên hạt – dạng này được gọi là ăn mòn biên hạt hay ăn mòn tinh giới (hình 12), xảy ra do sự hòa tan lựa chọn của những pha khác nhau dọc theo biên hạt. Dạng hư hỏng này thường gặp trong công nghiệp mà điển hình là ăn mòn tinh giới đối với thép không gỉ - ăn mòn xảy ra tại pha cacbit trên biên hạt, và ăn mòn tách lớp (exfoliation corrosion) đối với hợp kim nhôm (hình 13). Sự trương nở kim loại do ăn

mòn tách lớp có thể tạo ra ứng suất, làm cong hoặc bẻ gãy mối nối và dẫn đến hư hỏng kết cấu. Ăn mòn tinh giới rất nguy hiểm vì rất khó phát hiện sớm do sự tổn hao vật liệu chưa đáng kể, nhưng biên hạt bị yếu dần, làm cho cơ tính của vật liệu bị suy giảm, dẫn đến sập, gây công trình đột ngột.



Hình 12. Hình ảnh mặt cắt ngang của ăn mòn biên hạt

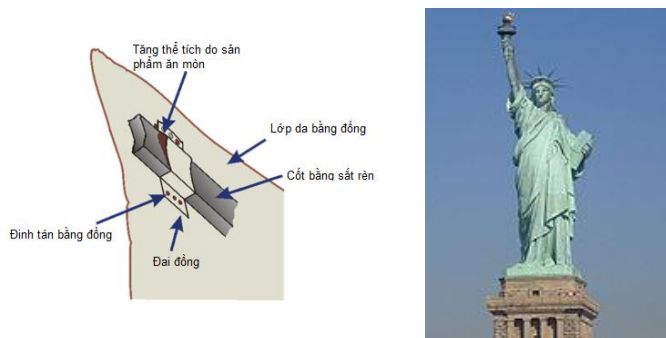


Hình 13. Ăn mòn tách lớp của hợp kim nhôm

4.2.4. Ăn mòn tiếp xúc (galvanic corrosion)

Tốc độ ăn mòn cũng tăng lên và gây ăn mòn cục bộ khi hai kim loại tiếp xúc trực tiếp với nhau, dạng này được gọi là ăn mòn tiếp xúc, khi đó kim loại âm điện hơn sẽ bị ăn mòn. Một ví dụ về ăn mòn tiếp xúc thường gặp trong thực tế là sự phá hủy các tấm tôn hình lượn sóng khi nền thép bị hở, diện tích này sẽ rộng hơn khi lớp phủ kẽm bị ăn mòn do có điện thế âm hơn thép và nền thép bên dưới tiếp tục bị phá hủy.

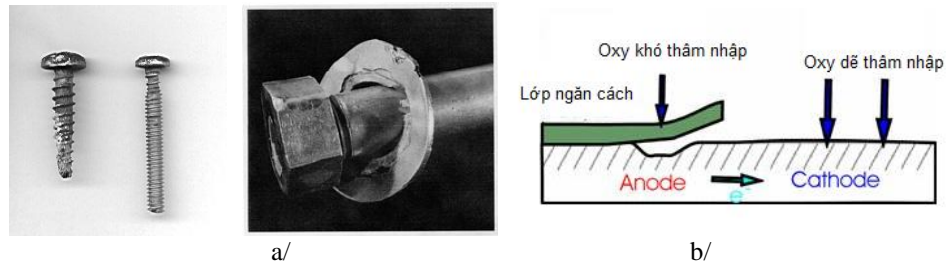
Một ví dụ rất lí thú là khi bảo dưỡng định kì Tượng Nữ Thần Tự Do vào năm 1980 đã phát hiện ăn mòn tiếp xúc xảy ra giữa lớp “da” bằng đồng và cốt bằng sắt đúc (hình 14).



Hình 14. Ăn mòn tiếp xúc trên Tượng Nữ Thần Tự do

4.2.5. Ăn mòn khe (*crevice corrosion*)

Một dạng ăn mòn cục bộ xảy ra rất mãnh liệt trong các khe rất hẹp do cấu tạo hình học của kết cấu hoặc do lắp ráp, ví dụ, các mối nối bằng đinh tán rivê hoặc bulong, giữa bulong và miếng đệm, trong rãnh của các đinh vít, v.v... (hình 15a). Ăn mòn khe xảy ra do sự chênh lệch nồng độ chất khử phân cực catot /oxy ở bề mặt kim loại bên ngoài khe (nhiều hơn) và bên trong khe (ít hơn). Bề mặt kim loại bên trong khe là anot so với xung quanh và bị ăn mòn (hình 15b).



Hình 15. Ăn mòn khe

4.2.6. Ăn mòn ứng lực (*stress corrosion cracking – SCC*)

Gãy do ăn mòn ứng lực là một dạng hư hỏng nguy hiểm và tương đối phổ biến đối với các chi tiết thiết bị công nghiệp, đặc biệt là trong công nghiệp hóa chất, chế biến dầu khí, nhiệt điện, năng lượng hạt nhân, v.v... Dạng hư hỏng này rất nguy hiểm, vì nó xảy ra âm i bên trong và làm giảm đáng kể độ bền cơ học của kim loại, mặc dù lượng kim loại tổn hao rất ít. Ăn mòn ứng lực xảy ra do tác động đồng thời của ứng suất kéo và môi trường ăn mòn đối với vật liệu nhạy SCC. Ứng lực tồn tại có thể do chi tiết phải chịu tải, do ứng suất dư để lại trong quá trình chế tạo hoặc kết hợp cả hai dạng này. Cơ chế ăn mòn ứng lực là nứt theo biên hạt hoặc xuyên hạt, vết nứt lan truyền theo hình nhánh cây (hình 16), vì vậy vật liệu bị yếu đi rất nhanh, dẫn đến gãy, sập đột ngột các kết cấu. Các loại thép không gỉ austenite thường bị ăn mòn ứng lực trong khí quyển biển dưới sự tác động của ion Cl⁻.



Hình 16. Mặt cắt ngang của thép không gỉ 316 L bị ăn mòn ứng lực, vết nứt hình nhánh cây và lan truyền theo biên hạt

5. PHÂN LOẠI MỨC ĐỘ ẨM MÒN KHÍ QUYỂN

Sự phân loại mức độ ẩm mòn của khí quyển (atmospheric corrosivity) rất cần thiết cho việc lựa chọn vật liệu và phương pháp chống ăn mòn thích hợp đối với từng vùng khí hậu, cũng như để đưa ra một chế độ bảo dưỡng thích hợp, đảm bảo tuổi thọ yêu cầu của các công trình khai thác trong môi trường khí quyển.

Bảng 4. Phân loại các thông số môi trường TOW, Cl⁻ và SO₂ theo ISO 9223

Thời gian lưu ẩm (TOW), h/năm		Tốc độ sa lắng của ion Cl ⁻ , mg/m ² . ngày		Tốc độ sa lắng của SO ₂ , mg/m ² . ngày	
Giá trị	Phân loại	Giá trị	Phân loại	Giá trị	Phân loại
TOW ≤ 10	T ₁	Cl ≤ 3	S ₀	SO ₂ ≤ 10	P ₀
10 < TOW ≤ 250	T ₂	4 < Cl ≤ 60	S ₁	11 < SO ₂ ≤ 35	P ₁
250 < TOW ≤ 2500	T ₃	61 < Cl ≤ 300	S ₂	36 < SO ₂ ≤ 80	P ₂
2500 < TOW ≤ 5500	T ₄	301 < Cl ≤ 1,500	S ₃	81 < SO ₂ ≤ 200	P ₃
5500 < TOW	T ₅				

Bảng 5. Phân loại mức độ AMKQ dựa trên các thông số môi trường theo ISO 9223

TOW = T ₁					TOW = T ₂					TOW = T ₃				
Cl ⁻	SO ₂	Thép	Đồng/Kẽm	Nhôm	Cl ⁻	SO ₂	Thép	Đồng/Kẽm	Nhôm	Cl ⁻	SO ₂	Thép	Đồng/Kẽm	Nhôm
S ₀	P ₁	C ₁	C ₁	C ₁	S ₀	P ₁	C ₁	C ₁	C ₁	S ₀	P ₁	C ₂₋₃	C ₃	C ₃
S ₁	P ₁	C ₁	C ₁	C ₁	S ₁	P ₁	C ₁	C ₁	C ₁	S ₁	P ₁	C ₂₋₃	C ₃	C ₃
..	P ₂	C ₁	C ₁	C ₁	..	P ₂	C ₁₋₂	C ₁₋₂	C ₁₋₂	..	P ₂	C ₃₋₄	C ₃	C ₃
..	P ₃	C ₁₋₂	C ₁	C ₁	..	P ₃	C ₂	C ₂	C ₃₋₄	..	P ₃	C ₄	C ₃	C ₃₋₄
S ₂	P ₁	C ₁	C ₁	C ₂	S ₂	P ₁	C ₂	C ₁₋₂	C ₂₋₃	S ₂	P ₁	C ₃₋₄	C ₃	C ₃₋₄
..	P ₂	C ₁	C ₁	C ₂	..	P ₂	C ₂₋₃	C ₂	C ₃₋₄	..	P ₂	C ₃₋₄	C ₃₋₄	C ₄
..	P ₃	C ₁₋₂	C ₁₋₂	C ₂₋₃	..	P ₃	C ₃	C ₃	C ₄	..	P ₃	C ₄₋₅	C ₃₋₄	C ₄₋₅
S ₃	P ₁	C ₁₋₂	C ₁	C ₂	S ₃	P ₁	C ₃₋₄	C ₃	C ₄	S ₃	P ₁	C ₄	C ₃₋₄	C ₄
..	P ₂	C ₁₋₂	C ₁₋₂	C ₂₋₃	..	P ₂	C ₃₋₄	C ₃	C ₄	..	P ₂	C ₄₋₅	C ₄	C ₄₋₅
..	P ₃	C ₂	C ₂	C ₃	..	P ₃	C ₄	C ₃₋₄	C ₄	..	P ₃	C ₅	C ₄	C ₅

TOW = T ₄					TOW = T ₅				
Cl ⁻	SO ₂	Thép	Đồng/Kẽm	Nhôm	Cl ⁻	SO ₂	Thép	Đồng/Kẽm	Nhôm
S ₀ /S ₁	P ₁	C ₃	C ₃	C ₃	S ₀ /S ₁	P ₁	C ₃₋₄	C ₃₋₄	C ₄
..	P ₂	C ₄	C ₃₋₄	C ₃₋₄	..	P ₂	C ₄₋₅	C ₄₋₅	C ₄₋₅
..	P ₃	C ₅	C ₄₋₅	C ₄₋₅	..	P ₃	C ₅	C ₅	C ₅
S ₂	P ₁	C ₄	C ₄	C ₃₋₄	S ₂	P ₁	C ₅	C ₅	C ₅
..	P ₂	C ₄	C ₄	C ₄	..	P ₂	C ₅	C ₅	C ₅
..	P ₃	C ₅	C ₅	C ₅	..	P ₃	C ₅	C ₅	C ₅
S ₃	P ₁	C ₅	C ₅	C ₅	S ₃	P ₁	C ₅	C ₅	C ₅
..	P ₂	C ₅	C ₅	C ₅	..	P ₂	C ₅	C ₅	C ₅
..	P ₃	C ₅	C ₅	C ₅	..	P ₃	C ₅	C ₅	C ₅

Bảng 6. Phân loại theo ISO 9223 mức độ ăn mòn khí quyển đối với các kim loại dựa trên tốc độ ăn mòn trong năm đầu tiên, CR – tốc độ ăn mòn, mg/m²

Phân loại	Thép cacbon	Đồng	Nhôm	Kẽm
C ₁	CR ≤ 10	CR ≤ 0.9	negligible	CR ≤ 0.7
C ₂	10 < CR ≤ 200	0.9 < CR ≤ 5	CR ≤ 0.6	0.7 < CR ≤ 5
C ₃	200 < CR ≤ 400	5 < CR ≤ 12	0.6 < CR ≤ 2	5 < CR ≤ 15
C ₄	400 < CR ≤ 650	12 < CR ≤ 25	2 < CR ≤ 5	15 < CR ≤ 30
C ₅	650 < CR	25 < CR	5 < CR	30 < CR

Dựa trên các số liệu của một chương trình thử nghiệm lớn bao gồm nhiều nước ở châu Âu và châu Mỹ tham gia, tổ chức ISO đã thiết lập tiêu chuẩn về phân loại mức độ ăn mòn của từng vùng khí quyển - ISO 9223. Theo đó, mức độ ăn mòn của một vùng khí quyển có thể xác định bằng hai cách: (1) Phân loại các giá trị của TOW, tốc độ sa lắng của ion Cl⁻ và khí SO₂ (bảng 4), sau đó phân loại mức độ ăn mòn theo bảng 5 đối với từng kim loại; (2) Dựa trên giá trị thực của tốc độ ăn mòn được xác định bằng cách thử nghiệm mẫu tiêu chuẩn trong thời gian một năm. Tốc độ sa lắng của Cl⁻ và SO₂ được xác định theo các phương pháp trình bày trong tiêu chuẩn ISO 9225 [23], tốc độ ăn mòn thực tế được xác định bằng phương pháp tổn hao khối lượng theo ISO 9226 [24], sử dụng các phương pháp thử nghiệm theo ISO 8565 [25] và tẩy sản phẩm ăn mòn theo ISO 8407 [26].

Tiêu chuẩn ISO 9223 được sử dụng rộng rãi và rất hữu ích để đánh giá mức độ ăn mòn của từng vùng khí quyển đối với 4 loại vật liệu kim loại kỹ thuật chính. Tuy nhiên sự phân loại theo ISO 9223 còn có những điểm hạn chế như chỉ đề cập đến hai yếu tố nhiễm bẩn chính là SO₂ và ion Cl⁻ mà không có sự tham gia của các yếu tố nhiễm bẩn khác (NO_x, khí clo, mưa axit, muối khử đóng băng, v.v...). Đặc biệt, do còn thiếu các số liệu trong vùng nhiệt đới và châu Á, nên tiêu chuẩn ISO 9223 chưa thực sự phù hợp khi sử dụng cho vùng nhiệt đới ẩm, đặc trưng bởi nhiệt độ và độ ẩm rất cao, có lượng mưa lớn..., các yếu tố đó dẫn đến sự vượt thang giá trị TOW cũng như tốc độ ăn mòn (theo quy định của ISO 9223). Trong khi đó, ở những vùng khí hậu lạnh, trên thực tế quá trình ăn mòn vẫn xảy ra ở dưới 0 °C do có mặt muối ăn dùng để làm tan băng, v.v... Cần chú ý là ISO 9223 chỉ áp dụng cho trường hợp ăn mòn đều mà chưa đề cập đến những dạng ăn mòn cục bộ khác.

6. ĐẶC ĐIỂM KHÍ HẬU NHIỆT ĐỚI ẨM VIỆT NAM TÁC ĐỘNG ĐẾN ĂN MÒN VẬT LIỆU KIM LOẠI

Nước ta nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, có nhiệt độ và độ ẩm tương đối trung bình của không khí quanh năm cao, tổng lượng mưa lớn, làm cho thời gian lưu ẩm bề mặt TOW có giá trị rất lớn. Một mặt đất nước hướng ra biển với một bờ biển dài hơn 3000 km, vì vậy trong đất liền cũng như các vùng ven biển, nguy cơ vật liệu kim loại bị phá huỷ luôn tiềm ẩn, mặc dù công nghiệp Việt nam chưa phát triển mạnh như châu Âu trong những thập niên bảy mươi. Một số đặc điểm khí hậu Việt Nam có ảnh hưởng đến AMKQ được trình bày dưới đây.

6.1. Nhiệt độ không khí

Việt Nam có nền nhiệt độ cao quanh năm, nhiệt độ trung bình tăng dần khi đi từ Bắc vào Nam. Ở miền Bắc có mùa đông lạnh với sự khác nhau đáng kể về nhiệt độ trung bình giữa mùa hè và mùa đông (17 – 30 °C). Trong khi đó ở miền Nam chỉ có hai mùa: mùa khô và mùa mưa với nhiệt độ trung bình 25 – 30 °C. Ở khu vực miền Trung, nhiệt độ trung bình là 22 – 30 °C. Khu vực núi cao có nhiệt độ thấp hơn vùng đồng bằng và trung du. Như vậy nền nhiệt độ cao là một yếu tố thuận lợi gia tốc quá trình ăn mòn, tuy nhiên nhiệt độ cao cũng sẽ góp phần làm giảm TOW trên bề mặt kim loại như đã phân tích ở phần 3.1.2.

6.2. Độ ẩm tương đối

Là một đất nước hẹp, phía Đông hướng ra biển, phía Tây bị chắn bởi vòng cung Ngân Sơn ở phía Bắc và dãy Trường Sơn ở miền Trung, nên nước ta có độ ẩm tương đối của không khí rất cao, trung bình 78 – 87 %, độ ẩm tương đối giảm dần từ Bắc vào Nam, ở các vùng núi cao độ ẩm có khi đạt tới 85 – 87 %. Độ ẩm cao góp phần làm ướt bề mặt kim loại và làm cho ăn mòn dễ dàng xảy ra.

6.3. Tổng lượng mưa

Do ảnh hưởng của khí hậu gió mùa nên tổng lượng mưa ở nước ta rất lớn, trung bình 1000–3000 mm/năm; Tuy nhiên có một vài vùng có lượng mưa lớn hơn như các đỉnh Bắc Quang, Bạch Mã - có tổng lượng mưa trung bình năm tới 5000 mm), trong khi đó, ở Phan Rang và Phan Thiết lại rất khô, tổng lượng mưa chỉ đạt 1000mm/năm. Mặc dù mưa ít thì lượng mưa ở Phan Rang, Phan Thiết vẫn còn cao hơn lượng mưa ở Stockholm, Thụy Điển (700 mm/năm). Lượng mưa lớn là một đặc trưng khí hậu nhiệt đới gió mùa khác hẳn với vùng ôn đới, đây cũng là một yếu tố góp phần tăng độ ẩm không khí và gia tốc ăn mòn.

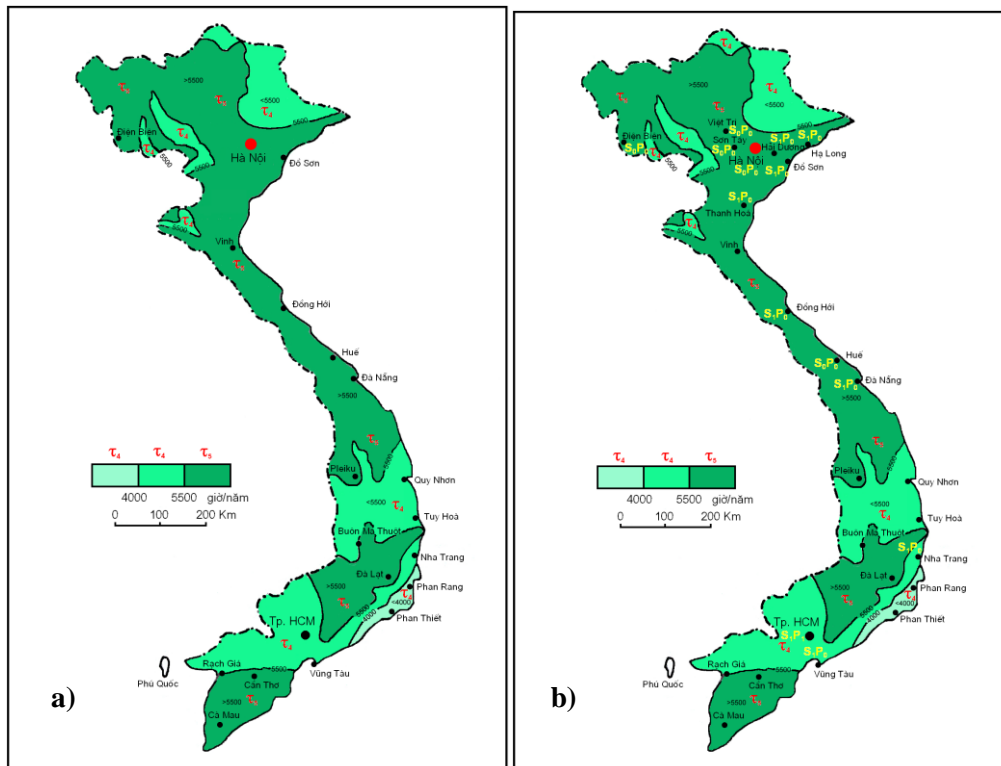
6.4. Thời gian lưu ẩm TOW

Các đặc trưng khí hậu nhiệt đới nói trên đã tạo nên thời gian lưu ẩm bề mặt rất dài quanh năm ở nước ta với giá trị TOW trung bình là 4000 - 6000 h/năm, tương đương với khoảng 45 – 75 % thời gian của năm, điều này có nghĩa là 45 – 75 % thời gian của năm không khí có RH > 80 % với T > 0°, trong khoảng thời gian đó quá trình AMKQ luôn xảy ra.

Dựa trên các số liệu thống kê ở hơn 100 trạm khí tượng trong chu kỳ 10 năm, mối quan hệ giữa TOW với nhiệt độ và độ ẩm tương đối đã được thiết lập cho các vùng khí hậu Việt Nam. Do nền nhiệt độ trung bình quanh năm cao, không có nhiệt độ âm nên TOW luôn biến thiên giảm theo chiều tăng của nhiệt độ.

$$TOW = -14,09T + 228,6RH - 13050 \quad (6)$$

Phương trình (6) rất thuận tiện để tính TOW thông qua T và RH - là những thông số luôn sẵn có từ các trạm khí tượng. Phương trình này cũng được sử dụng để tính TOW cho các địa điểm không xác định giá trị TOW theo phương pháp thống kê, từ đó một bản đồ phân bố TOW theo các phân loại của ISO 9223 đã được xây dựng cho các vùng trên cả nước (hình 17a). Đáng chú ý là thời gian lưu ẩm của tất cả các vùng khí hậu của nước ta đều rất cao, chiếm ở mức T4 và T5 (cao nhất) theo phân loại của ISO 9223.



Hình 17. Phân loại TOW (a) và mức độ ô nhiễm khí quyển do SO₂ và ion Cl⁻ (b) theo ISO 9223

6.5. Các tạp chất khí quyển - tốc độ sa lắng ion Cl⁻ và SO₂

Độ muối khí quyển (tốc độ sa lắng ion Cl⁻) được xác định tại 13 địa điểm bằng phương pháp “nén ẩm”, tốc độ sa lắng của SO₂ được xác định bằng phương pháp giấy kiềm theo ISO 9225. Các kết quả được nêu trong bảng 7 và hình 17b.

6.6. Phân loại mức độ ăn mòn khí quyển

Bảng 7. Các thông số khí hậu, môi trường và phân loại theo ISO

TT	Trạm thử nghiệm	TOW		Cl ⁻		SO ₂	
		giờ/năm	Phân loại theo ISO	mg/m ² . ngày	Phân loại theo ISO	mg/m ² ngày	Phân loại theo ISO
1.	Điện Biên	5873	T5	1,16	S ₀		
2.	Việt Trì	5967	T5	1,88	S ₀	6,67	P ₀
3.	Sơn Tây	6007	T5	1,50	S ₀	7,92	P ₀
4.	Đồ Sơn	6352	T5	17,51	S ₁	2,80	P ₀
5.	Hải Dương	6226	T5	6,89	S ₁	6,01	P ₀

6.	Hà Nội	4917	T4	2,24	S ₀	7,95	P ₀
7.	Thanh Hóa	6158	T5	3,48	S ₁	3,90	P ₀
8.	Đồng Hới 1	5604	T5	10,28	S ₁	2,49	P ₀
9.	Đồng Hới 2 ^(*)			40,10	S ₁		
10.	Huế	6001	T5	1,33	S ₀	0,98	P ₀
11.	Đà Nẵng	5702	T5	4,99	S ₁	3,83	P ₀
12.	Nha Trang	4878	T4	15,64	S ₁	1,34	P ₀
13.	Tp. HCM	4612	T4	4,58	S ₁	12,63	P ₁
14.	Vũng Tàu	4400	T4	12,16	S ₁	3,23	P ₀
15.	My Tho	5543	T5				

Dựa theo phương pháp của ISO 9223, sự phân loại mức độ ăn mòn đối với một số vùng khí hậu Việt nam đã được thực hiện trên cơ sở các số liệu TOW, tốc độ sa lắng của ion Cl⁻ và khí SO₂ (bảng 5). Do thời gian lưu ẩm của tất cả các vùng khí hậu của nước ta đều rất cao, chiếm ở mức T4 và T5, khiến cho mức độ ăn mòn của các vùng khí hậu Việt Nam đạt mức khá cao - C₃ và C₄ đối với tất cả các vật liệu kim loại (bảng 8), mặc dù độ muối khí quyển và hàm lượng SO₂ chỉ mới ở mức thấp nhất - S₀₋₁ và P₁ (bảng 7).

Bảng 8. Phân loại theo ISO mức độ ăn mòn các kim loại đối với một số vùng khí quyển Việt Nam, sử dụng các thông số khí hậu và nhiễm bẩn không khí

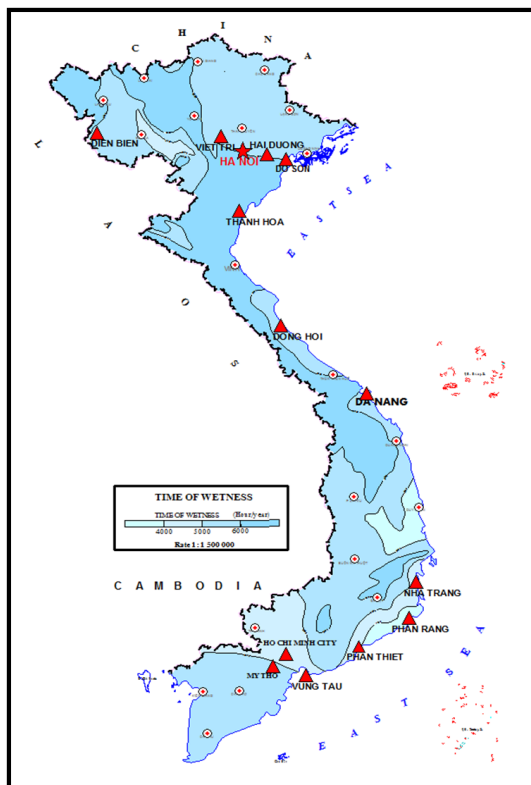
TT	Trạm thử nghiệm	Phân loại theo ISO			Phân loại mức độ AMKO theo ISO			
		TOW	Cl ⁻	SO ₂	Thép	Kẽm	Đồng	Nhôm
1.	Điện Biên	T5	S ₀		C ₃	C ₃₋₄	C ₃₋₄	C ₄
2.	Việt Trì	T5	S ₀	P ₀	C ₃	C ₃₋₄	C ₃₋₄	C ₄
3.	Sơn Tây	T5	S ₀	P ₀	C ₃	C ₃₋₄	C ₃₋₄	C ₄
4.	Đồ Sơn	T5	S ₁	P ₀	C ₃	C ₃₋₄	C ₃₋₄	C ₄
5.	Hải Dương	T5	S ₁	P ₀	C ₃	C ₃₋₄	C ₃₋₄	C ₄
6.	Hà Nội	T4	S ₀	P ₀	C ₃	C ₃	C ₃	C ₃
7.	Thanh Hóa	T5	S ₁	P ₀	C ₃	C ₃₋₄	C ₃₋₄	C ₄
8.	Đồng Hới 1	T5	S ₁	P ₀	C ₃	C ₃₋₄	C ₃₋₄	C ₄

9.	Đồng Hới 2 ^(*)		S ₁		C ₃	C ₃₋₄	C ₃₋₄	C ₄
10.	Huế	T5	S ₀	P ₀	C ₃	C ₃₋₄	C ₃₋₄	C ₄
11.	Đà Nẵng	T5	S ₁	P ₀	C ₃	C ₃₋₄	C ₃₋₄	C ₄
12.	Nha Trang	T4	S ₁	P ₀	C ₃	C ₃	C ₃	C ₃
13.	Tp. HCM	T4	S ₁	P ₁	C ₃	C ₃	C ₃	C ₃
14.	Vũng Tàu	T4	S ₁	P ₀	C ₃	C ₃	C ₃	C ₃
15.	My Tho	T5						

7. MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU ĂN MÒN VẬT LIỆU KIM LOẠI TRONG MÔI TRƯỜNG NHIỆT ĐỚI ẨM VIỆT NAM TỪ 1995 ĐẾN NAY

Từ năm 1995 công tác nghiên cứu ăn mòn vật kim loại được thực hiện và duy trì liên tục tại Viện Khoa học vật liệu, Viện KH&CN Việt Nam. Một số kết quả tóm tắt được giới thiệu dưới đây.

7.1. Ăn mòn thép cacbon



Hình 18. Vị trí các trạm thử nghiệm
(*): Đồng Hới (1) cách xa biển, Đồng Hới (2)

Thép cacbon là vật liệu kết cấu được sử dụng phổ biến nhất trong môi trường khí quyển ngoài trời, vì thế vật liệu này được quan tâm nghiên cứu về độ bền ăn mòn của nó trong môi trường khí quyển. Trong giai đoạn từ 1995 đến nay, thép cacbon được thử nghiệm qua nhiều thời kỳ tại 15 địa điểm đại diện cho các vùng khí hậu khác nhau trên khắp cả nước. Từ các kết quả được trình bày trong bảng 9 có thể thấy rằng tốc độ ăn mòn thép cacbon khác nhau phụ thuộc vào đặc điểm khí hậu và môi trường từng vùng, tuy nhiên xét về sự phân loại theo ISO thì tất cả các vùng khí hậu đều có mức độ ăn mòn của khí quyển đối với thép cacbon là C₃.

Bảng 9. Tốc độ ăn mòn thép cacbon sau năm đầu thử nghiệm và phân loại theo ISO

TT	Trạm thử nghiệm	Tổn hao khối lượng g/m ²	Phân loại theo ISO
1	Điện Biên	220,39	C ₃
2	Việt Trì	219,69	C ₃
3	Sơn Tây	212,22	C ₃
4	Đồ Sơn	279,74	C ₃
5	Hai Dương	287,52	C ₃
6	Hà Nội	249,71	C ₃
7	Thanh Hóa	242,95	C ₃
8	Đồng Hới (1)*	255,76	C ₃
9	Đồng Hới (2)*	280,29	C ₃
10	Huế	247,67	C ₃
11	Đà Nẵng	264,65	C ₃
12	Nha Trang	318,72	C ₃
13	Tp. HCM	190,53	C ₂
14	Vũng Tàu	205,77	C ₃
15	Mỹ Tho	186,35	

Trên cơ sở xử lý hồi quy tuyến tính các số liệu về tốc độ ăn mòn và các thông số khí hậu/môi trường có liên quan, một mô hình dự báo tốc độ ăn mòn trong năm đầu và các thông số môi trường đã được thiết lập, bỏ qua sự ảnh hưởng của hàm lượng SO₂ vì nó rất nhỏ (<10 mg/m².ngày - mức P₀).

$$K = -14,123 \cdot T + 4,785 \cdot RH + 0,352 \cdot CI + 193,726 \quad R^2 = 0,71. \quad (7)$$

Phương trình (7) đã được sử dụng để tính toán tốc độ ăn mòn cho những điểm không thử nghiệm và bước đầu xây dựng bản đồ ăn mòn thép cacbon cho các vùng khí hậu cách xa biển, các kết quả được công bố trong công trình [27].

7.2. Ăn mòn các lớp phủ kẽm

Các lớp phủ kẽm được sử dụng rất rộng rãi để bảo vệ các công trình thép khai thác trong điều kiện khí quyển. Cùng với thép cacbon, các lớp kẽm nhúng nóng và kẽm phun nhiệt cũng được thử nghiệm dài hạn ở 6 địa điểm trên. Tốc độ ăn mòn sau năm đầu tiên được đưa ra trong bảng 10. Phân loại mức độ ăn mòn của các lớp phủ kẽm theo ISO là C₄ - ở mức khá cao (bảng 10).

Bảng 10. Tổng hao ăn mòn các lớp phủ kẽm thử nghiệm trong năm đầu và phân loại theo ISO.

Trạm thử nghiệm	Kẽm nhúng nóng		Kẽm phun	
	K	Phân loại ISO	K	Phân loại ISO
Hà Nội	10,858	C ₃	31,180	C ₄
Đồ Sơn	18,387	C ₄	31,828	C ₄
Đà Nẵng	22,300	C ₄	35,581	C ₄
Nha Trang	36,262	C ₄	39,468	C ₄
Tp. HCM	16,129	C ₄	38,730	C ₄
Vũng Tàu	20,97	C ₄	30,645	C ₄

7.3. Ăn mòn đồng

Các mẫu đồng kim loại kỹ thuật được thử nghiệm tại 6 trạm nói trên, ngoài ra các số liệu còn được bổ sung thêm bởi chương trình RAPIDC^(*) cho trạm Hà Nội, TP. HCM và Mỹ Tho (tỉnh Tiền Giang). Các kết quả về tốc độ ăn mòn đồng sau năm đầu thử nghiệm trình bày trong bảng 11. Đối với đồng, mức độ ăn mòn của các vùng khí quyển đã thử nghiệm là khá cao, tương đương với C₃ và C₄ (bảng 11).

Bảng 11. Tổng hao ăn mòn đồng trong năm đầu thử nghiệm.

Trạm thử nghiệm	Tổng hao ăn mòn, g/m ²	Phân loại ISO	Trạm thử nghiệm	Tổng hao ăn mòn, g/m ²	Phân loại ISO
Hà Nội	6.950	C ₃	TP. HCM	7.000	C ₃
Hà Nội *	5.385	C ₃	TP. HCM *	8.000	C ₃
Đồ Sơn	27.970	C ₄	Vũng tau	33.850	C ₄
Đà Nẵng	17.040	C ₄	Tiền Giang *	12.065	C ₄

(*) Số liệu thử nghiệm theo chương trình RAPIDC (2002-2006): Region Air Pollution in Developing Countries Program

7.5. Các nghiên cứu đang tiếp tục hiện nay

Lượng kim loại sử dụng trong nửa thế kỷ tới được dự báo là tăng khoảng gấp ba lần so với hiện nay, cùng với sự tăng của các nguồn ô nhiễm công nghiệp thì tốc độ ăn mòn và tổn hao do vật liệu kim loại bị phá hủy cũng sẽ tăng gấp bội. T.E. Graedel và C. Leygraf [28] đã tính toán dự báo ăn mòn sử dụng các mô hình cho 13 vùng khí hậu điển hình trên thế giới, các kết quả cho thấy sự ăn mòn và phá hủy vật liệu kim loại sẽ xảy ra nghiêm trọng, với tốc độ nhanh hơn ở những vùng kém phát triển, đặc biệt là khu vực châu Á, châu Phi, khu vực Trung Đông. Vì vậy việc nghiên cứu nắm vững quy luật của quá trình AMKQ nhằm dự báo nguy cơ, kiểm soát và giảm thiểu hư hỏng do ăn mòn kim loại không chỉ là một lĩnh vực khoa học nghiên cứu/điều tra cơ bản mà còn mang tính ứng dụng sâu sắc. Các nghiên cứu ứng dụng về ăn mòn kim loại và phá hủy vật liệu trong môi trường khí quyển, đặc biệt là trong môi trường công nghiệp đang được chú trọng thực hiện tại Viện Khoa học vật liệu bao gồm:

- Các nghiên cứu về ăn mòn thép bền khí quyển (thép Corten) và khả năng hình thành lớp sản phẩm có tính năng kim hãm ăn mòn được bắt đầu từ năm 2010 và hiện đang tiếp tục. Các mẫu được thử nghiệm tại Hà Nội, Đồng Hới, Phan Rang và TP. HCM. Một số kết quả bước đầu đã được công bố tại Hội nghị Ăn mòn thế giới tổ chức tại Perth, Australia tháng 11/2011[29].
- Một chương trình thử nghiệm ăn mòn đối với thép, thép bền khí quyển, lớp kẽm nhúng nóng và lớp Zn-Al55 sẽ được thực hiện trong giai đoạn 2013-2015 trên cơ sở hợp tác với Nhật Bản và Thái Lan “*Corrosion Mapping of some Structural Metals in atmosphere with Understanding Effects of Environmental Factors*”. Chương trình được thực hiện nhằm xây dựng bản đồ ăn mòn cho từng nước và khu vực châu Á, các số liệu thử nghiệm cũng được sử dụng để điều chỉnh các tiêu chuẩn ISO về phân loại mức độ ăn mòn khí quyển phù hợp với khu vực châu Á.

8. PHÂN TÍCH HƯ HỎNG VẬT LIỆU

Để đánh giá hư hỏng vật liệu kim loại, trên thế giới đã phát triển một chuyên ngành kỹ thuật, gọi là Phân tích hư hỏng chi tiết thiết bị (sau đây gọi tắt là phân tích hư hỏng PTHH). Lĩnh vực này đã được nghiên cứu và ứng dụng đặc biệt phổ biến ở những nước công nghiệp phát triển. Tuy nhiên, ở Việt Nam, PTHH là một lĩnh vực còn khá mới mẻ kể cả trong nghiên cứu và ứng dụng. Từ năm 2005, dưới sự hỗ trợ của dự án kỹ thuật do CHLB Đức tài trợ, Viện Khoa học vật liệu (Viện KHV L) đã xây dựng Trung tâm Đánh giá hư hỏng vật liệu (Center of Material and Failure Analysis – COMFA/IMS) nhằm hỗ trợ các doanh nghiệp công nghiệp Việt Nam nâng cao hiệu quả sản xuất thông qua việc kiểm soát chất lượng vật liệu, tìm nguyên nhân gây hư hỏng/phế phẩm, ngăn ngừa hư hỏng lặp lại [30, 31].

8.1. Khái niệm về hư hỏng

Chi tiết máy được xem là bị hư hỏng khi không còn khả năng hoạt động tin cậy và an toàn theo các chức năng được thiết kế. Hư hỏng không nhất thiết là gãy hay sự cố trầm trọng, nhiều hư hỏng liên quan tới sự suy giảm tính chất làm việc của chi tiết mà bằng mắt thường không thấy được như cơ tính, cấu trúc tinh thể, tổ chức tế vi vật liệu, khuyết tật bên trong chi tiết

Hư hỏng liên quan đến nhiều nguyên nhân, trong đó chủ yếu là:

- Lỗi vật liệu (thành phần, cấu trúc, sử dụng vật liệu không đúng chủng loại);
- Lỗi thiết kế (profile, góc, mối nối...);
- Không tuân thủ quy trình vận hành, bảo dưỡng, kiểm tra...;
- Hoạt động quá tải;
- Tác động của môi trường làm việc, nhất là môi trường khí quyển nóng ẩm

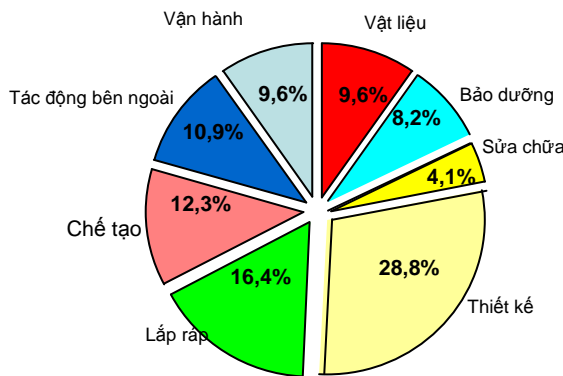
Tỉ lệ hư hỏng theo các nguyên nhân khác nhau được trình bày trong hình 19.

Các dạng hư hỏng chủ yếu bao gồm:

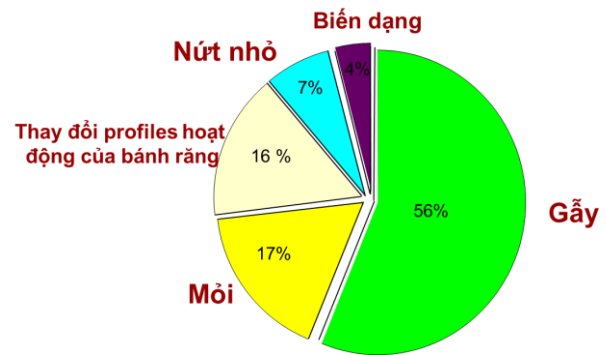
- Gãy do ứng lực, do môi, do khuyết tật, do ăn mòn bên trong vật liệu chi tiết...;
- Biến dạng chi tiết thiết bị, không còn khả năng hoạt động với các thông số thiết kế, lâu ngày dẫn đến sự phá hủy chi tiết;

- Ăn mòn, mài mòn do tác động của môi trường xâm thực cộng với sự chịu tải động dẫn đến nứt và gãy chi tiết thiết bị;
- Các dạng này có thể kết hợp và tương tác với nhau, gây nên sự hư hỏng của một chi tiết thiết bị.

Tỉ lệ các dạng hư hỏng khác nhau được trình bày trên hình 20



Hình 19. Thống kê các nguyên nhân hư hỏng



Hình 20. Thống kê các dạng hư hỏng

Mục tiêu và nhiệm vụ của công tác phân tích hư hỏng là nhằm:

- Tìm nguyên nhân gây hư hỏng chi tiết thiết bị, tư vấn giải pháp khắc phục, loại bỏ hoặc giảm thiểu tối đa hư hỏng lặp lại trong các chu kỳ vận hành tiếp theo;
- Tích cực hơn: kiểm tra, theo dõi định kỳ độ bền và các tính năng hoạt động của các chi tiết thiết bị, dự báo (phát hiện sớm) các nguy cơ hư hỏng và thời gian phục vụ (life time) của chúng;
- Hoàn thiện và nâng cao chất lượng sản phẩm ngay trong quá trình sản xuất nhằm loại bỏ sản phẩm sai hỏng;
- Đảm bảo an toàn sản xuất, giảm thiểu tai nạn, nâng cao hiệu quả kinh tế.

8.2. Kỹ thuật phân tích hư hỏng

Phân tích hư hỏng là một quá trình tổng hợp, đòi hỏi phải kết hợp nhiều kỹ thuật phân tích khác nhau như: phân tích các tính năng cơ học, cấu trúc và thành phần hóa học của vật liệu, cũng như các yếu tố tác động của môi trường và quy trình vận hành, v.v... Mọi quy trình PTHH đều hướng tới mục tiêu cuối cùng là xác định được nguyên nhân gốc rễ gây hư hỏng và đề xuất giải pháp thích hợp để ngăn ngừa hư hỏng lặp lại. Một quy trình PTHH có các bước cơ bản như trong bảng 12.

Bảng 12. Quy trình phân tích hư hỏng

<i>TT</i>	<i>Các bước phân tích</i>	<i>Kĩ thuật/Thiết bị</i>
1	Thu thập số liệu/tài liệu liên quan, chọn mẫu hỏng và chưa hỏng để kiểm tra/phân tích	Hỏi/đáp, ghi chép, chụp ảnh, xem xét tài liệu, vv...
2	Kiểm tra sơ bộ: quan sát bằng mắt, chụp ảnh và sử dụng kĩ thuật NDT	Máy ảnh thường, kính hiển vi soi nổi. Thiết bị kiểm tra không phá hủy (PT, UT).
3	Phân tích cơ tính	Thử kéo, uốn, thử dai vai đập, đo độ cứng...
4	Phân tích macro và micro: Chụp ảnh kim tương cấu trúc thô đại và cấu trúc tế vi, tìm các bằng chứng liên quan đến hư hỏng về cấu trúc, khuyết tật vật liệu, điểm xuất phát, hướng lan truyền vết nứt...	Kính hiển vi quang học (kim tương) và các thiết bị phụ trợ (máy mài/đánh bóng), thiết bị Replica (lấy mẫu cấu trúc tại hiện trường)
5	Phân tích hóa học thành phần kim loại và các phân tích hóa học khác	Thiết bị phân tích quang phổ phát xạ, SEM-EDX và các thiết bị khác
6	Phân tích cơ học mặt gãy: xác định kiểu (mode) gãy, tìm điểm xuất phát của vết nứt, kiểu lan truyền vết nứt, phát hiện tạp chất, khuyết tật vật liệu...	Kính hiển vi điện tử quét độ phân giải cỡ micrô và cần có buồng chứa mẫu lớn
7	Tổng hợp bằng chứng và đánh giá các số liệu phân tích.	Các chuyên gia trong “đội”
8	Thử nghiệm mô phỏng: gia tốc tải và môi trường	Các thiết bị mô phỏng (nhiều loại khác nhau tùy thuộc vào đối tượng và đặc điểm hư hỏng)
9	Kết luận: cơ chế hư hỏng, nguyên nhân cốt lõi và đề xuất giải pháp ngăn ngừa lặp lại.	
10	Viết báo cáo	

8.3. Hoạt động PTHH phục vụ công nghiệp tại Viện Khoa học vật liệu

Vi những lợi ích PTHH mang lại nên nó đã trở thành công cụ không thể thiếu cho mọi ngành công nghiệp, và công nghiệp Việt Nam cũng không ngoại lệ. Sau 7 năm hoạt động, hiện nay Trung tâm COMFA đã được công nghiệp Việt Nam nhận biết như là một đơn vị cung cấp các dịch vụ phân tích vật liệu và đánh giá hư hỏng trong các lĩnh vực sau đây:

Bảng 13. Các lĩnh vực sản xuất công nghiệp sử dụng dịch vụ PTHH của Viện KHV L

TT	Lĩnh vực CN	Yêu cầu PTHH	Các đơn vị đã sử dụng dịch vụ của COMFA
1.	Nhiệt điện	- Đánh giá hiện trạng (mức độ đão) các chi tiết thiết bị, cấu kiện làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao, áp suất lớn (>550°C, ~200bar). - PTHH chi tiết thiết bị trong hệ thống nồi hơi, tua bin, ...	Công ty CP nhiệt điện Phả Lại; Công ty CP nhiệt điện Uông Bí; Công ty nhiệt điện Sơn Động; Công ty CP nhiệt điện Hải Phòng Dự án nhiệt điện Vũng Áng 1
2.	Thủy điện	Đánh giá hiện trạng và PTHH các bánh xe công tác (tua bin thủy điện)	Công ty CP thủy điện Đa Nhim – Hàm Thuận – Đa Mi; Công ty CP thủy điện miền Trung; Nhà máy thủy điện Nậm Khóa; Nhà máy thủy điện Nậm Chim.
3.	Mía đường, sản xuất giấy	- PTHH chi tiết thiết bị trong dây chuyền sản xuất: trục cán mía, hệ thống nồi hơi, tua bin, hệ thống truyền nhiệt ... - Tư vấn kiểm soát chất lượng nước/hơi cho hệ thống nồi hơi/tua bin - Dự báo tuổi thọ của trục cán mía.	Công ty CP Mía Đường Lam Sơn Công ty CP giấy Vạn Điểm Công ty CP Giấy Tissue Sông Đuống
4.	Công nghiệp phụ trợ (Các sản phẩm cơ khí và chế tạo phụ tùng ô tô/xe máy)	- Phân tích nguyên nhân làm giảm tuổi thọ của chi tiết (hư hỏng trước thời hạn dự kiến/gây lỗi sản phẩm). - Tư vấn giảm thiểu hư hỏng. - Tư vấn nâng cao chất lượng sản phẩm thông qua chuẩn đoán quy trình công nghệ.	Công ty TNHH ô tô Ford, VN; Công ty sản phẩm thép Việt Nam (VSP); Các doanh nghiệp cơ khí Công ty Lisemco, Hải Phòng Công ty Phan Nissin, Việt Nam
5.	May mặc, chế biến thực phẩm và thức ăn chăn nuôi gia súc	Tư vấn kiểm soát chất lượng nước/hơi cho hệ thống nồi hơi và hệ thống làm mát nhằm tiết kiệm năng lượng, chống ăn mòn, tăng tuổi thọ hoạt động của nồi hơi và các thiết bị khác.	Công ty CP may Hưng Yên Công ty CP may Tiên hưng Một số nhà máy, xí nghiệp chế biến thực phẩm
6.	Dịch vụ giám định và bảo hiểm	Phân tích nguyên nhân hư hỏng các chi tiết thiết bị là đối tượng được bảo hiểm	Các công ty bảo hiểm/giám định
7.	Chế biến dầu khí	Đánh giá hiện trạng và PTHH các chi tiết thiết bị, cấu kiện làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao, áp suất lớn	Nhà máy lọc dầu Bình Sơn, Dung Quất

9. GIỚI THIỆU MỘT SỐ TRƯỜNG HỢP PHÂN TÍCH HƯ HỎNG ĐÃ THỰC HIỆN TẠI COMFA/IMS

9.1. Phân tích nguyên nhân hư hỏng trục khuỷu tàu thủy

Trục khuỷu động cơ 4 kì 8 xy lanh model X8320ZC4B-L của tàu thủy bị nứt gãy sau 3700 giờ (khoảng 5 tháng) hoạt động, được yêu cầu tìm nguyên nhân gây hư hỏng để phục vụ công

tác giám định/bảo hiểm. Các phân tích về thành phần hóa học, thẩm thấu (PT), tổ chức tế vi, độ cứng của vật liệu và phân tích mặt gãy sử dụng SEM-EDX đã được tiến hành.

Kết quả phân tích cho thấy:

- Quá trình nhiệt luyện bề mặt trục không đảm bảo, chiều dày lớp thấm tôi quá thấp (220-250 μm) so với yêu cầu (3 mm), quá trình gia công cơ tinh sau nhiệt luyện đã tạo nên lớp biến cứng trên bề mặt, lớp này có độ cứng cao, ứng suất dư lớn, là nguyên nhân tạo ra các vết nứt nhỏ trên bề mặt làm việc của cổ trục (hình 21).
- Trục bị mỏi, vết nứt mỏi lan truyền dần từ các vết nứt nhỏ trên bề mặt, đồng thời vật liệu làm bạc lót trên cổ trục bị xước vỡ, rơi vào vết nứt (hình 22).



Hình 21. Trục khuỷu động cơ 4 kì (a) và vết nứt trên cổ trục (b).



Hình 22. Các vết nứt xuất hiện trên bề mặt trục (a) và cấu trúc tế vi mặt cắt ngang từ bề mặt trục vào bên trong (b)

Kết luận: Quá trình nhiệt luyện và sự gia công bề mặt sau nhiệt luyện không tốt, tạo thành lớp thấm tôi quá mỏng và lớp biến cứng có độ cứng cao, gây nên các vết nứt bề mặt, dẫn đến sự gãy mỏi sớm của trục khuỷu.

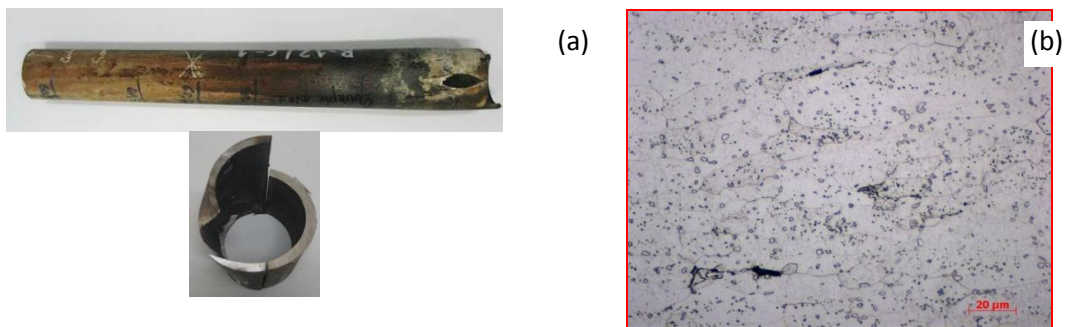
9.2. Phân tích nguyên nhân gây nổ ống quá nhiệt trong hệ thống nồi hơi của phân xưởng cracking nhà máy lọc dầu

Các ống quá nhiệt trong hệ thống nồi hơi phân xưởng cracking nhà máy hóa dầu bị hỏng nổ sau ba năm đưa vào sử dụng, gây thiệt hại lớn về kinh tế và khả năng cung cấp sản phẩm của nhà máy. Các đánh giá phân tích tại hiện trường và phòng thí nghiệm đã được tiến hành bao

gồm: phân tích thành phần hóa học (của lớp cặn, của vật liệu chế tạo ống), phân tích cấu trúc tế vi vật liệu, phân tích mặt gãy và vi phân tích SEM/EDX, phân tích cơ tính vật liệu (độ cứng, độ dai va đập). Cùng với những kết quả phân tích tại hiện trường ngay sau khi hệ thống dừng hoạt động, nguyên nhân gây ra hư hỏng của các ống có thể được kết luận: các ống bị quá nhiệt cục bộ ngắn hạn về cùng một hướng do chịu tác động của dòng nhiệt lớn tập trung từ hệ thống vòi phun. Hệ thống lưới chắn chia nhiệt bị thủng là nguyên nhân gây ra sự tập trung dòng nhiệt vào một khu vực ống và gây ra sự phồng, nổ của các ống (H.23 và H.24).



Hình 23. Vị trí ống quá nhiệt bị nổ.



Hình 24. Ống bị hư hỏng (a) và ảnh chụp cấu trúc của ống bị hư hỏng (b).

9.3. Phân tích hư hỏng cánh tuốc bin thủy điện

Bánh xe công tác dạng cánh gáo của một nhà máy thủy điện bị hư hỏng sau khoảng 35000 giờ làm việc. Cánh gàu số 8 bị nứt 170mm tại vị trí đầu mũi, cánh gàu số 18 bị gãy hoàn toàn. Trung tâm COMFA đã thực hiện PTHH cho trường hợp này. Các kết quả phân tích cho thấy các cánh gàu bị nứt gãy do phá hủy môi. Các vết nứt lan truyền từ phía mũi cánh nơi có độ cứng quá cao, do quá trình hàn sửa chữa và xử lý nhiệt sau hàn không tốt. Thêm vào đó cấu trúc vật đúc có nhiều khuyết tật đúc làm giảm cơ tính của vật liệu, tạo các vết nứt tế vi trong lòng vật liệu và làm tăng nhanh quá trình phá hủy môi dẫn đến gãy cánh gàu (H.25).



Hình 25. Toàn cảnh bánh xe công tác (a) và cánh gàu số 18 bị gãy (b)

Vết nứt lan truyền

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Gerhardus H. Koch, Corrosion Costs and Preventive Strategies, www.nace.org.
2. Corrosion: Understanding the Basics, ASM International 2000, www.asminternational.org.
3. Christofer Leygraf, Thomas Graedel - Atmospheric corrosion, A John Wiley and Sons, Inc., Publication, 2000.
4. ASM Corrosion Handbook, Vol.13A - Corrosion: Fundamentals, Testing, and Protection, Ed. Stephen D. Cramer and Bernard S. Covono, Jr, ASM International 2003.
5. Rez a Javaherdashti - How corrosion affects industry and life, Anti-Corrosion Methods and Materials **47** (1) (2000) 30 - 34.
6. Tidblad J., Mikhailov A. A., Kucera V. - Model for prediction of time of wetness on the basis of annual average data on relative humidity and temperature, Zashchita Metallov **36** (6) (2000) 533-540.
7. Shreir L.L., Jarman R.A., Burstein G.T., Ed. - Corrosion, Vol.1, Metal/Environment Reactions, 3rd ed. Butterworth - Heinemann, 1994.
8. ISO 9223: Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres – Classification.
9. Tidblad J., Mikhailov A. A., Kucera V. - Application of a model for Prediction of Atmospheric Corrosion in Tropical Environments, “Marine Corrosion in Tropical Environments”, ASTM STP 1399, S.W. Dean, G. Hernandez - Duque Delgado and J. B. Bushman, Eds., American Society For Testing and Materials, West Conshohocken, PA , 2000, pp.18 - 31.
10. Tidblad J., Mikhailov A. A., Kucera V. - Unifield Dose-Response Function after 8 years of exposure, Quantification of Effect of Air Pollutants on Materials, UN ECE Workshop Proc., Berlin 1999.
11. GOST 24482-80: Macroclimatic regions of the world with tropic climate. Regionalizing and statistical parameters of climatic factors for technical purposes.
12. Wikipedia - Khí hậu nhiệt đới gió mùa.
13. Le Thi Hong Lien - Corrosion mapping of carbon steel in non-coastal areas of Vietnam, Tạp chí Khoa học Công nghệ **48** (2010) 84-91.
14. Perez F.C. - Atmospheric corrosion of steel in a humid tropical climate; Corrosion **40** (1984) 170 -175.
15. Strekalov P.V., Vu Dinh Huy, Mikhailovski N. - Kinetics of atmospheric corrosion of steel and zinc in tropical climates, Results of 5-year tests, Zashchita Metallov **18** (1983) 220 -230 (in Russian).
16. Rao, K.N., Lahiri A.K. (Eds.), Corrosion Map of India, 1972
17. Số liệu thử nghiệm qua các thời kì của Viện Khoa học vật liệu.
18. Tidblad J., Mikhailov A.A., Kucera V. - Acid deposition effect on materials in subtropical and tropical climates, The Report C-2000-11 of Swedish Corrosion Institute, 2000.
19. <http://corrosion.ksc.nasa.gov>.
20. <http://www.corrosion-club.com>.
21. nuclearpowertraining.tpub.com.
22. http://en.wikipedia.org/wiki/Selective_leaching.

23. ISO 9225: Metals and Alloys - Aggressivity of Atmospheres - Method of Measurement of pollution data.
24. ISO 9226: Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Method of determination of corrosivity using the corrosion loss standard specimens.
25. ISO 8565: Metals and Alloys - Atmospheric Corrosion Test - General Requirements for Field Test.
26. ISO 8407: Metals and alloys - Procedure for removal of corrosion products from corrosion test specimens.
27. Le Thi Hong Lien - Corrosion mapping of cacbon steel in non-coastal areas of Vietnam, Tạp chí Khoa học Công nghệ **48** (2010) 84-91.
28. Graedel T.E., Leygraf C. - Scenarior for atmospheric corrosion in the 21th century, The Electrochemical Interface, 2001, pp. 24-30.
29. Lien Le Thi Hong, Hong Hoang Lam, The Formation of Protectiveness Layer on Weathering Steel in Initial Stage of Exposure to Vietnam Tropical Climate, Proc. of the 18th ICC, 20-24 Nov. 2011, Perth, Australia, paper 455.00.
30. Failure Analysis and Prevention, Volume 11, ASM Handbook, 2005,
31. Failure Analysis for Materials and Components, training course for ASEAN trainees, 22/2 - 30/3/2010, KIMS Changwon, Korea.

ABSTRACT

CORROSION AND DAMAGE OF METALLIC MATERIALS IN TROPICAL ATMOSPHERE OF VIETNAM

Le Thi Hong Lien

Institute of Materials Science, VAST, 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi, Vietnam

Email: *honglien@ims.vast.ac.vn*

Corrosion and damage of metal materials in atmosphere are interested by scientists aiming to control and minimize economic losses and unexpected accidents as well as protect sustainable environment. It is necessary to understand naturally the atmospheric corrosion of metals and the relevant factors that affect corrosion process as well as to learn the knowledge in this field in order to control corrosion and prevent the failures of components, devices and structures those are utilized in atmosphere.

The paper introduces briefly some fundaments of the metallic atmospheric corrosion and the corrosion effects of climatic and environmental parameters as air temperature, air humidity, time of wetness and pollutants (air salinity - Cl⁻ content and SO₂ deposition rate). The common types of failure in atmospheric environment are given, the concepts and methodology on classification of atmospheric corrosivity according to ISO standard are mentioned and applied to estimate the atmospheric corrosivity of some climatic regions in Vietnam. And finally, the paper summarizes the main results of atmospheric corrosion investigation and failure analysis those have been carried out at Institute of Materials Science.

Keywords: time of wetness, air pollutant, atmospheric corrosivity.