

SỬ DỤNG PIN MẶT TRỜI TRONG VIỆC KIỂM SOÁT ẨM TỰ ĐỘNG CHO CÁC KHO BẢO QUẢN VÙNG BIỂN, ĐẢO

NGUYỄN NHƯ HÙNG ⁽¹⁾, NGUYỄN VĂN CHI ⁽¹⁾, MAI VĂN MINH ⁽¹⁾, ĐỒNG VĂN KIÊN ⁽¹⁾

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước ta nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới ven biển, nên bị tác động bởi mưa, gió, nắng nóng, hơi muối biển, độ ẩm cao nên dễ ngưng tụ ẩm trên bề mặt gây ăn mòn và phá hủy nhanh chóng chất lượng các vật liệu, trang thiết bị [1]. Tại các đơn vị quân đội, điều kiện môi trường, đặc biệt là không khí ẩm, ở trong các kho đều tác động bất lợi, gây ăn mòn, lão hóa phá hủy vũ khí trang bị kỹ thuật (VKTBK) được bảo quản [2]. Các số liệu khảo sát cũng cho thấy, độ ẩm tương đối của không khí biến đổi khá mạnh theo mùa và chênh lệch lớn giữa ngày và đêm. Có nhiều thời điểm được ghi nhận lớn hơn 95%. Đây là điều kiện cần để hơi ẩm hình thành một lớp màng dung dịch điện ly trên bề mặt vật liệu dẫn tới ăn mòn, hư hỏng VKTBK, đặc trưng như các mối tiếp xúc, làm chập mạch, hoặc hơi ẩm sẽ thẩm thấu gây phồng rộp, bong tróc các lớp phủ bảo vệ [3, 4]. Với các khu vực có khí hậu nhiệt đới biển (vùng ven biển, đảo), hơi ẩm ngưng tụ kết hợp với hơi muối hình thành dung dịch điện ly càng đẩy nhanh quá trình ăn mòn, phá hủy và lão hóa vật liệu. Cũng theo tài liệu [2], sử dụng thiết bị thổi khí khô để duy trì độ ẩm trong các kho bảo quản đã chứng minh hiệu quả rất tốt. Độ ẩm không khí trong các kho luôn được duy trì nhỏ hơn 60%, làm giảm đáng kể các tác động tiêu cực của khí hậu nhiệt đới đến VKTBK. Vấn đề đặt ra là nguồn điện cung cấp cho thiết bị thổi khí khô ở các kho bảo quản bị hạn chế về nguồn cung cấp điện như kho đóng tại đảo, vùng ven biển..., là rất ý nghĩa. Sử dụng nguồn năng lượng tái tạo tại chỗ như năng lượng mặt trời làm nguồn vận hành thiết bị thổi khí khô là một trong những giải pháp khả thi năng, đặc biệt là với đất nước ta có lợi thế lớn về số giờ nắng trong ngày cũng như bức xạ mặt trời nhất là các tỉnh Nam Trung bộ, Tây Nguyên và Nam bộ.

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu thử nghiệm sử dụng năng lượng mặt trời để vận hành thiết bị thổi khí khô nhằm duy trì điều kiện bảo quản tối ưu cho một không gian mô phỏng kho bảo quản VKTBK.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Thiết kế thử nghiệm Hệ thống kiểm soát độ ẩm sử dụng pin mặt trời

Hệ thống kiểm soát độ ẩm sử dụng pin mặt trời: Được thiết kế dạng modul hóa, có tính cơ động cao (03 modul - hình 1,2).

* Modul pin mặt trời JXSOL, 2 kw: 08 tấm $\times$ 250 w/tấm;

* Modul thổi khí khô: Thiết bị ITM-OY8 do Viện Độ bền Nhiệt đới thiết kế, chế tạo có thông số cơ bản như bảng 1;

* Modul acquy VISION: 6 acquy $\times$ 200Ah/acquy và Inverter 3KVA-24VDC.

Bảng 1. Một số thông số cơ bản của thiết bị ITM-OY8

Độ ẩm ngoài trời	Lưu lượng khí khô	Độ ẩm dòng khí ra	Lượng tải ẩm định mức	Công suất điện	Dung môi lạnh
40÷100 %	250 m ³ /giờ	30÷80 %	25 lít/ngày	480 W	R134a

Phòng mô phỏng kho bảo quản: 2 phòng tương đối kín có cửa trước, cửa sau và 2 cửa sổ, diện tích khoảng 50 m², chiều cao 3,3 m (thể tích khoảng 165 m³). Phòng mô phỏng nằm ở tầng 2, cách bờ biển khoảng 30 m tại Trạm nghiên cứu thử nghiệm biển, Đầm Báy, Đảo Hòn Tre, Khánh Hòa. Một phòng đặt thiết bị ITM-OY8 (P. Kiểm soát ẩm), luôn duy trì độ ẩm từ 45 đến 55 %, còn lại là Phòng đối chứng.

2.2. Đo đạc các thông số thử nghiệm

2.2.1. Đo đạc thông số nhiệt độ, độ ẩm trong không gian kho mô phỏng

Số liệu nhiệt, ẩm tại Phòng mô phỏng kho bảo quản được đo ghi tự động bằng thiết bị Hobo U10-003 (USA).

Lượng tải ẩm được xác định trực tiếp từ ITM-OY8 sau mỗi 48 giờ (trong 2 chu kỳ đầu thử nghiệm (từ 03/02/2019 đến 10/02/2019 đến và từ 23/3/2019 đến 01/4/2019), diện năng hệ thống tiêu thụ được xác định bằng công tơ mét.

2.2.2. Thử nghiệm đánh giá ăn mòn kim loại

Đánh giá hiệu quả bảo vệ ăn mòn mẫu thép CT3 được thực hiện trong 4 môi trường tại Trạm nghiên cứu thử nghiệm biển từ 12/01/2019 đến 13/5/2019: Sân bê tông ngoài trời, nhà mái che, Phòng đối chứng và Phòng kiểm soát ẩm.

Mẫu thử nghiệm là các tấm thép CT3 (100 x 150 x 1mm) theo ISO 8407:2009.

Khối lượng mẫu trước và sau khi thử nghiệm được xác định bằng cân phân tích Ohaus PA213 sai số 0,001 g;



Hình 1. Modul pin mặt trời



Hình 2. Modul acquy và ITM-OY8

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả duy trì độ ẩm trong không gian kho mô phỏng

Thông số về nhiệt, ẩm và thời gian khả dĩ gây ăn mòn được trình bày ở bảng 2. Nguyễn Đức Hùng và cộng sự đã báo cáo rằng, độ ẩm tối ưu để bảo quản VKTBKT nằm trong khoảng 40÷60% [1]. Thời gian khả dĩ ăn mòn được xác định là khoảng thời gian có độ ẩm tương đối lớn hơn 60%. Số liệu cho thấy, độ ẩm tương đối và thời gian khả dĩ gây ăn mòn ở ngoài trời và nhà mái che là khá cao. Độ lệch chuẩn lớn cũng phản ánh mức độ biến thiên rộng về độ ẩm trong ngày cũng như trong các chu kỳ thử nghiệm. Mặc dù độ ẩm tương đối giữa nhà mái che và sân bê tông khá tương đồng nhưng thời gian khả dĩ ăn mòn của nhà mái che vẫn thấp hơn. Kết quả này là do biến thiên độ ẩm nhà mái che nhiều hơn nên thời gian độ ẩm tương đối nằm xa giá trị trung bình cũng nhiều hơn. Do đó mà thời gian có độ ẩm dưới 60% ở nhà mái che cũng nhiều hơn. Độ ẩm của phòng mô phỏng kho bảo quản thấp hơn và thấp nhất với phòng kiểm soát ẩm.

Bảng 2. Một số thông số cơ bản của các môi trường thử nghiệm

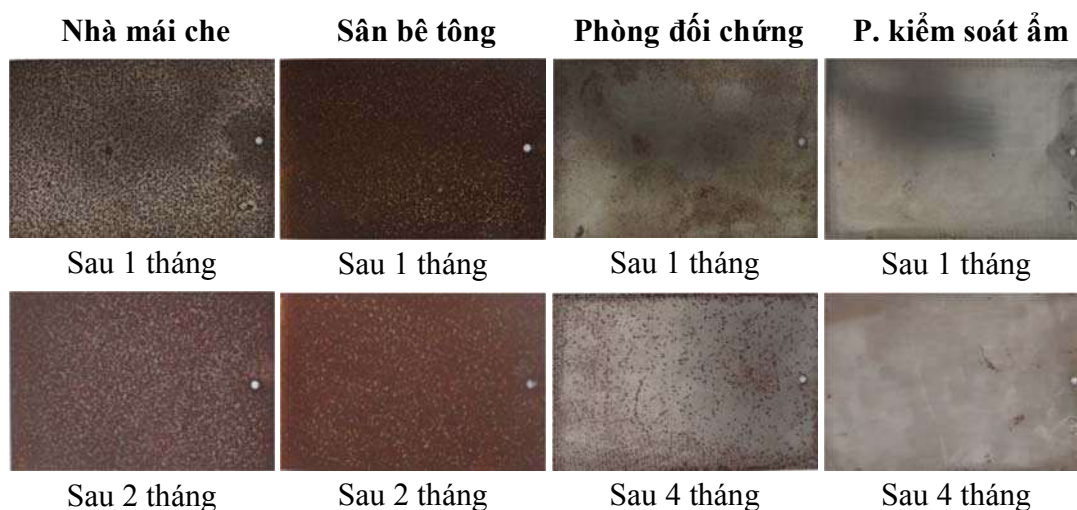
Chu kỳ	Môi trường thử nghiệm	Nhiệt độ, °C	Độ ẩm tương đối, %	Thời gian khả dĩ ăn mòn, %
Từ 12/1 đến 14/2	Nhà mái che	25,71 ± 3,08	75,47 ± 13,52	82,99
	Sân bê tông	25,17 ± 1,90	75,15 ± 8,81	95,79
	P.đối chứng	28,36 ± 1,19	65,15 ± 4,54	87,09
	P. kiểm soát ẩm	29,37 ± 1,16	51,37 ± 2,80	0
Từ 15/2 đến 14/3	Nhà mái che	26,14 ± 3,19	77,05 ± 14,23	86,87
	Sân bê tông	26,55 ± 2,38	77,21 ± 10,29	93,59
	P.đối chứng	29,30 ± 0,95	64,32 ± 4,01	80,89
	P. kiểm soát ẩm	30,30 ± 1,11	52,88 ± 3,32	0
Từ 15/3 đến 08/4	Nhà mái che	26,68 ± 2,92	76,02 ± 11,74	86,29
	Sân bê tông	27,79 ± 2,17	76,93 ± 9,39	95,32
	P.đối chứng	29,98 ± 0,71	64,19 ± 3,40	85,28
	P. kiểm soát ẩm	31,02 ± 0,87	52,19 ± 3,83	0
Từ 09/4 đến 13/5	Nhà mái che	27,52 ± 2,66	76,51 ± 11,04	96,91
	Sân bê tông	29,50 ± 2,24	75,31 ± 8,86	97,07
	P.đối chứng	30,57 ± 0,77	65,32 ± 3,33	99,05
	P. kiểm soát ẩm	32,06 ± 1,06	51,74 ± 3,49	0

Từ bảng 2, có thể thấy mặc dù độ ẩm ngoài trời biến thiên trong phạm vi rộng nhưng phòng kiểm soát ẩm vẫn duy trì ở mức ổn định theo cài đặt. Số liệu về thời gian khả dĩ ăn mòn cũng minh chứng cho hiệu quả của hệ thống trong việc điều hòa ẩm tối ưu cho phòng mô phỏng kho bảo quản. Độ ẩm thấp của phòng kiểm soát ẩm đạt được là nhờ thiết bị ITM-OY8, còn độ ẩm của phòng đối chứng thấp hơn môi trường ngoài có thể được giải thích do hạn chế trong việc trao đổi ẩm. Điều này được thể hiện không những từ giá trị trung bình mà cả giá trị độ lệch chuẩn.

Theo nguyên lý lưu ẩm từ ISO 9223:2012, chỉ có nhà mái che và sân bê tông mới gây ra ăn mòn gián đoạn vì đã tạo được màng ẩm trên bề mặt [4].

3.2. Kết quả thử nghiệm ăn mòn

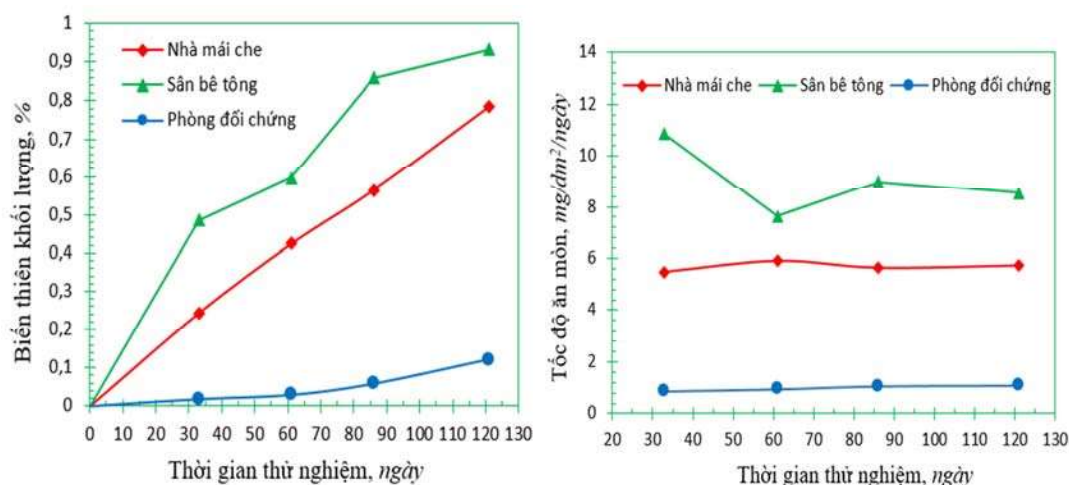
Ảnh chụp các mẫu thử nghiệm đại diện trong 4 môi trường được thể hiện trên hình 3. Quan trắc bề mặt các mẫu thử nghiệm cho thấy, chỉ sau 1 tháng các mẫu trong nhà mái che và sân bê tông đã bị ăn mòn đáng kể và sau 2 tháng mức độ ăn mòn đã bao phủ toàn bộ bề mặt mẫu.



Hình 3. Ảnh chụp mẫu thử nghiệm sau các chu kỳ thử nghiệm

Mẫu trong phòng kiểm soát ẩm không bị ăn mòn sau 4 tháng, còn mẫu trong phòng đối chứng xuất hiện các điểm gỉ với mức độ ít hơn nhưng cũng tăng dần theo thời gian thử nghiệm. Mẫu trong phòng kiểm soát ẩm không bị ăn mòn có thể được giải thích do độ ẩm đã được kiểm soát trong khoảng tối ưu [1]. Mẫu trong phòng đối chứng bị ăn mòn có thể được giải thích hoặc/và 2 nguyên nhân. Thứ nhất, mẫu vẫn nằm trong khoảng thời gian khả dĩ gây ăn mòn cao [1]. Thứ hai, điều kiện không có thời gian lưu ẩm thì không xảy ra ăn mòn chỉ đúng trong không khí sạch [3]. Tuy nhiên, mặc dù ít trao đổi ẩm với môi trường, phòng đối chứng ít nhiều cũng chịu ảnh hưởng của hơi ẩm không khí chứa tạp chất mà đặc biệt là clorua - tác nhân gây ăn mòn. Từ đây có thể khẳng định, các kho bảo quản ven biển, trong trường hợp không thể kiểm soát được ẩm trong giới hạn chống ăn mòn, phương án làm kín và hạn chế trao đổi ẩm cũng được coi là hữu hiệu.

Mức độ hình thành sản phẩm ăn mòn và tốc độ ăn mòn mẫu thép CT3 thể hiện trên hình 4. Vì các mẫu đặt trong phòng kiểm soát ẩm không bị ăn mòn nên số liệu không được thể hiện. Độ biến thiên khối lượng mẫu trong hình 4 sau các chu kỳ thử nghiệm minh chứng cho mức độ ăn mòn trong hình 3 [5]. Sự hình thành sản phẩm ăn mòn nhiều nhất với mẫu thử nghiệm trên sân bê tông (0,486%), gấp 2 lần so với mẫu thử nghiệm trong nhà mái che (0,243%) và gấp đến 13,5 lần so với mẫu thử nghiệm trong phòng đối chứng (0,018%). Điều này cho thấy khả năng hạn chế ăn mòn được cải thiện đáng kể trong phòng tương đối kín. Đồ thị biến thiên khối lượng của các mẫu tăng theo thời gian phản ánh quá trình ăn mòn vẫn đang diễn ra gần như tuyến tính. Kết quả không hoàn toàn tuyến tính trên sân bê tông có thể được giải thích do tác động ngẫu nhiên của mưa, gió làm sản phẩm ăn mòn bị tách khỏi mẫu. Tốc độ ăn mòn gần như không thay đổi (ăn mòn đều) với các mẫu trong nhà mái che và phòng đối chứng. Mẫu thử nghiệm trên sân bê tông bị ăn mòn toàn bộ bề mặt sau 1 tháng (hình 3) được minh chứng từ tốc độ ăn mòn rất cao trong hình 4. Sự suy giảm tốc độ ăn mòn ở giai đoạn 2 có thể là do sản phẩm ăn mòn trở thành một rào cản phần nào ăn mòn theo chiều sâu.



Hình 4. Biến thiên khối lượng và tốc độ ăn mòn theo thời gian thử nghiệm

3.3. Đánh giá lại công suất hoạt động của hệ thống

Hiệu quả bảo vệ ăn mòn của hệ thống thổi khí khô đã được minh chứng và hoàn toàn được bảo đảm nhờ năng lượng mặt trời như trên đã bàn luận [2]. Hoạt động của hệ thống và cụ thể là Modul thổi khí khô phụ thuộc rất nhiều vào mức trao đổi ẩm. Rất khó để xác định được mức độ trao đổi ẩm này vì nó phụ thuộc vào điều kiện thời tiết cụ thể (độ lệch ẩm giữa bên trong và bên ngoài, tốc độ gió, tần suất mở cửa, độ kín của cửa, tường nhà kho...

Bảng 3. Thống kê các thông số thực nghiệm cho P. Kiểm soát ẩm sau mỗi 48 giờ

Chu kỳ 48 giờ	Độ ẩm trung bình, %	Lượng mưa, mm	Lượng nước trao đổi, lít	Thời gian khử ẩm, giờ	Lượng điện tiêu thụ, kw	Tải ẩm, lít/giờ
1	78,58	0	3,63	7	2,887	0,52
2	79,12	0	5,61	9	3,712	0,62
3	84,45	0	4,29	7	2,904	0,61
4	78,62	0	2,81	5	2,128	0,56
5	80,01	4,50	5,43	13	5,214	0,42
6	77,79	4,75	6,60	13	5,313	0,51
7	77,87	0,25	5,49	12	5,197	0,46
8	79,34	0	4,19	9	3,613	0,47
9	76,17	0,25	4,29	8	3,399	0,54
TB			4.70	9,222	3,819	0,523

Tuy nhiên, với việc duy trì độ ẩm 50 ± 5 % thì lượng trao đổi ẩm có thể được xác định gián tiếp thông qua lượng nước ngưng tụ từ thiết bị ITM-OY8. Số liệu về mức độ tiêu thụ điện dựa trên 9 chu kỳ 48 giờ được trình bày trong bảng 3. Số liệu cho thấy thời gian hoạt động của thiết bị rất khác nhau sau mỗi chu kỳ. Kết quả này xuất phát từ mức độ trao đổi ẩm. Có sự phụ thuộc tương đối giữa mức độ trao đổi ẩm với lượng mưa và độ ẩm trung bình trong các chu kỳ nhưng không hoàn toàn tuyến tính. Kết quả này có thể giải thích do nhiều yếu tố khác khiến lượng ẩm có thể vào phòng nhiều hơn. Ví dụ như tại các chu kỳ 5, 6, 7 (bảng 3) nằm trong các ngày mưa, nước mưa tạt vào các khe cửa sổ đầu hồi của phòng kiểm soát ẩm do gió lớn, cửa bị rung lắc tạo khe hở, độ trễ của thẩm ẩm qua tường...). Lượng nước thu được thể hiện mức độ trao đổi ẩm rất khác nhau và rõ ràng là thiết bị phải hoạt động nhiều hơn khi mức trao đổi ẩm cao hơn từ đó tiêu thụ điện cũng tăng theo. Tải ẩm của thiết bị có biến động khá nhiều có thể do tác động của chính mức độ trao đổi ẩm và tần suất hoạt động của thiết bị.

Từ số liệu của 4 chu kỳ thử nghiệm (bảng 2) và 9 chu kỳ khảo sát thông số thực nghiệm cho phòng kiểm soát ẩm sau mỗi 48 giờ, với phòng mô phỏng kho bảo quản đã thiết kế, chỉ cần mỗi ngày đủ 2 giờ nắng (dựa trên yêu cầu về điện năng cần 3,819kw/48 giờ) sẽ đảm bảo cho hệ thống hoạt động. Và với Modul acquy như đã thiết kế, trong trường hợp lý tưởng, lượng dự trữ có thể đến 7 ngày.

4. KẾT LUẬN

- Có thể sử dụng Pin mặt trời để cung cấp nguồn điện cho thiết bị thổi khí khô để bảo vệ ăn mòn có hiệu quả cho VKTBKT bằng phương thức kiểm soát ẩm trong các kho bảo quản vùng biển đảo.

- Hệ thống được thiết kế có thể kiểm soát ẩm cho không gian kho 165 m³ với điều kiện không dưới 2 giờ nắng mỗi ngày và lượng dự trữ được 7 ngày.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đức Hùng, Nguyễn Minh Thái, *Kỹ thuật xử lý không khí ẩm*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, 2007.
2. Phạm Duy Nam, Xvichich A.A., *Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu nhiệt đới tới trạng thái kỹ thuật của VKTBKT Phòng không - Không quân*, Đề tài UBPH mã số T-2.1, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga, năm 2010, 2018.
3. Lê Thị Hồng Liên, *Ăn mòn và phá hủy vật liệu kim loại trong môi trường khí quyển nhiệt đới Việt Nam*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ, 2012, **50**(6):695-823.
4. ISO 9223:2012, *Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification, determination and estimation*.
5. Nguyễn Huy Dũng, Lepingle V., Louis G., Đồng Văn Thu, *Ăn mòn lớp mạ hợp kim ZnNi trong môi trường tự nhiên*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ, 2010, **48**(3A):7-16.

Nhận bài ngày 03 tháng 6 năm 2019

Phản biện xong ngày 17 tháng 8 năm 2019

Hoàn thiện ngày 27 tháng 8 năm 2019

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