KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM HỆ THỐNG ĐẢM BẢO KHÍ KHÔ ĐỒNG THỜI CHO CÁC MÁY BAY SU-22 TẠI HỌC VIỆN PHÒNG KHÔNG - KHÔNG QUÂN

HÀ HỮU SƠN [(1)], VÕ CHÍ CHÍNH [(2)], ĐẶNG MINH THỦY [(1)],
NGUYỄN VĂN VINH [(1)], DOÃN QUÝ HIẾU [(1)]

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các vũ khí trang bị kỹ thuật (VKTBKT) của Liên Xô trước đây và Nga hiện nay khi đưa sang nước ta trong điều kiện nhiệt đới luôn chịu tác động rất nhiều bởi điều kiện nóng ẩm. Đặc biệt khi độ ẩm cao các thiết bị điện tử rất dễ xảy ra các hư hỏng. Qua nghiên cứu khảo sát tại một số sân bay quân sự tại Việt Nam cho thấy, sự thay đổi độ ẩm trong một ngày đêm khá lớn và có nhiều thời điểm độ ẩm duy trì ở mức cao. Về ban đêm và sáng sớm (từ khoảng 2÷8 giờ sáng) độ ẩm không khí ở các sân bay rất cao, trên 90% và ngược lại, ban ngày độ ẩm thấp hơn (từ 40-60%) [1, 2, 3]. Điều này cũng phù hợp với lý thuyết, ban ngày nhiệt độ cao thì độ ẩm giảm xuống và khi về đêm nhiệt độ thấp thì độ ẩm tăng lên.

Các kết quả nghiên cứu độ ẩm bên trong khoang máy bay cũng cho thấy, độ ẩm bên trong khoang máy bay cũng thay đổi theo độ ẩm bên ngoài và chênh lệch độ ẩm bên ngoài và bên trong không lớn lắm. Về ban đêm độ ẩm bên trong có thể đạt 80-90%, cho thấy các khoang máy bay không kín và ẩm dễ dàng xâm nhập vào bên trong. Tình trạng độ ẩm cao bên trong khoang máy bay chứa đựng nhiều nguy cơ đối với các thiết bị điện tử và vật liệu chế tạo máy bay [1-3].

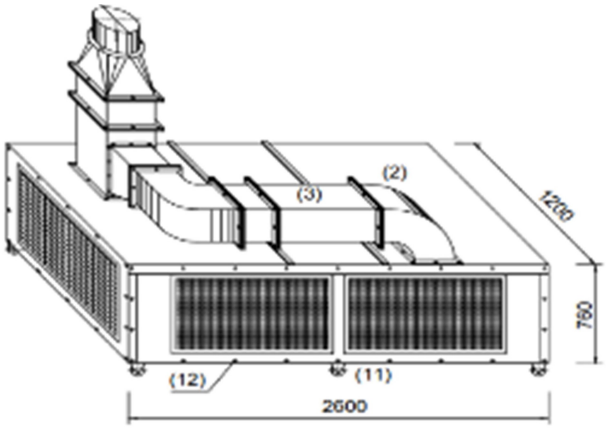
Đối với các thành phần điện, điện tử, vô tuyến điện và điều khiển, độ ẩm cao cũng như sự tích tụ ẩm bên trong các khối là những tác nhân làm giảm độ bền và độ tin cậy của các thiết bị. Dưới tác động của độ ẩm cao các chân căm linh kiện bị gỉ, mạch in bị bong, mối hàn chân linh kiện hay bị hỏng... dẫn đến chêch lệch sai số trên nhiều phương tiện đo. Các tiếp điểm, đầu phi, giắc cắm, chân cắm không được gia công bề mặt tốt, bị ô-xy hóa, tiếp xúc kém, gây đánh lửa, chập cháy làm hỏng khí tài, có hiện tượng báo giả hệ thống dập lửa động cơ trên máy bay. Các mảng mạch điện tử khi bị ẩm hay bị gãy ngầm tại các vị trí mối hàn, chân linh kiện. Các thiết bị cao áp bị ngấm ẩm, mất độ cách điện, dẫn đến đánh lửa, làm hư hỏng khí tài [1, 2].

Công tác niêm cất, bảo quản VKTBKT là một trong những công tác kỹ thuật quan trọng luôn được quân đội các nước nghiên cứu và phát triển. Bên cạnh việc ứng dụng các vật liệu bảo vệ như: dầu mỡ, các chất ức chế để bảo quản VKTBKT, thì công tác nghiên cứu ứng dụng các công nghệ khí khô, khí trơ vào bảo vệ VKTBKT, đặc biệt là các VKTBKT công nghệ cao cũng được phát triển rất mạnh mẽ. Một số nước đã áp dụng rất thành công công nghệ xử lý ẩm cho nhiều loại trang bị khác nhau. Với công nghệ bảo quản này cho hiệu quả bảo vệ cao, đảm bảo tính cơ động, sẵn sàng chiến đấu cao của các đối tượng được bảo quản. Phương pháp bảo quản trang bị bằng công nghệ khí khô được quy định là phương án BZ11 của tiêu chuẩn ГОСТ 9014 của Liên bang Nga [4]. Quân đội Mỹ và các nước tư bản cũng sử dụng khá phổ biến công nghệ khí khô vào bảo quản VKTBKT của mình. Ngoài việc áp dụng các thiết bị thổi khí khô cưỡng bức trực tiếp cho các trang bị như xe tăng, máy bay, họ còn phát triển các công ten nơ di động để bảo quản các VKTB cỡ nhỏ [5].

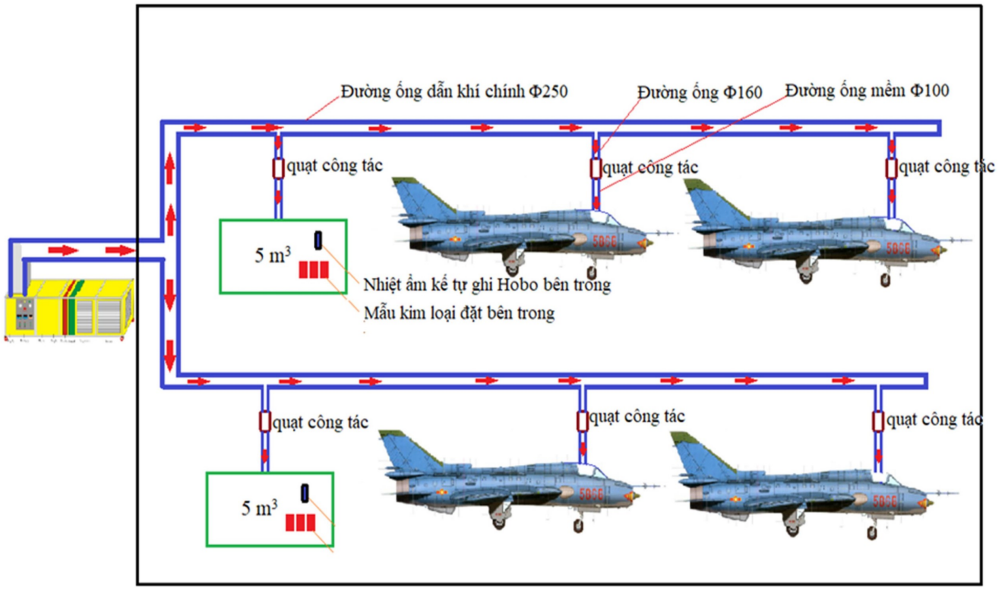
Đứng trước vấn đề này, nhóm nghiên cứu đã thực hiện chế tạo thành công hệ thống đảm bảo khí khô cho đồng thời nhiều máy bay. Bài báo này trình bày một số kết quả thử nghiệm hệ thống đảm bảo khí khô cho đồng thời các khoang buồng lái máy bay Su-22 tại Học viện PK-KQ

2. PHƯƠNG PHÁP THỬ NGHIỆM

2.1. Thiết bị khí khô TKK-3 và sơ đồ nguyên lý lắp đặt



Hình 1. Thiết bị khí khô TKK-3



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý kết nối đường ống dẫn khí khô với các khoang máy bay

Thiết bị thổi gió khô TKK-3 (hình 1) được chúng tôi thiết kế và chế tạo có thể đảm bảo đồng thời cho 06 khoang máy bay với các thông số kỹ thuật chính sau đây:

- Công suất hút ẩm: ≥ 200 Lít / ngày; Lưu lương khí khô cấp đầu ra: ≥720 m^3/h; Độ ẩm đầu ra: ≤ 60%; Nhiệt độ đầu ra: < 37^oC; Lưu lương khí khô cấp cho mỗi khoang công tác: (100 ÷ 300) m^3/h

- Hệ thống đảm bảo cung cấp khí khô cho đồng thời 06 máy bay. Hệ thống tự động vận hành chạy/tắt theo chương trình điều khiển được cài đặt để đảm bảo độ ẩm trong các khoang máy bay luôn luôn nhỏ hơn 60%.

Hình 2 là sơ đồ nguyên lý của hệ thống phân phối không khí khô. Không khí được xử lý đạt độ ẩm và nhiệt độ yêu cầu, được dẫn theo đường ống kín có bọc cách nhiệt để giữ ấm không khí trong mùa đông. Ở mỗi đầu cuối không khí được các quạt trợ lực hút và thổi vào khoang các máy bay.

2.2. Chương trình thử nghiệm

- Đối tượng thử nghiệm: Hệ thống thiết bị khí khô cưỡng bức cho khoang buồng lái máy bay được kết nối với 04 khoang buồng lái của máy bay Su-22 và 02 thùng giả lập bằng hệ thống đường ống phân phối khí khô.

- Địa điểm thử nghiệm: Bãi đỗ máy bay có mái che tại Xưởng bảo dưỡng kỹ thuật của Học viện PK-KQ.

- Thời gian thử nghiệm: 3 tháng (từ tháng 01/2022 đến tháng 04/2022 là thời điểm điều kiện khí hậu có độ ẩm cao nhất trong năm - thời tiết nồm ẩm).

- Các thông số quan trắc trong quá trình thử nghiệm:

+ Các thông số kỹ thuật của hệ thống đảm bảo khí khô được Trung tâm Đo lường, Cục Tiêu chuẩn - Đo lường - Chất lượng thực hiện. Thông số nhiệt độ, độ ẩm đo trực tiếp bằng thiết bị Testo 645; độ ồn đo bằng thiết bị GM 1357; lưu lượng khí cấp đo bằng thiết bị C.A 1227; Điện năng tiêu thụ được đo trên thiết bị HIOKI 31973.

+ Hiệu quả duy trì độ ẩm trong các khoang được đảm bảo khí khô: Đặt các thiết bị đo nhiệt độ tự động trong các khoang được thổi khí khô cưỡng bức để ghi nhận tự động các thông số nhiệt độ, độ ẩm trong suốt quá trình thử nghiệm.

+ Đánh giá hiệu quả bảo vệ chống ăn mòn kim loại bằng phương pháp thử nghiệm tự nhiên ở các điều kiện bảo quản khác nhau [6, 7]: Tiến hành đặt các mẫu thép CT3 kích thước (50x50x2) mm vào bên trong các khoang máy bay được thổi khí khô và đặt bên ngoài nhà mái che. Mỗi vị trí đặt ít nhất 03 mẫu thép. Sau 03 tháng thử nghiệm, tiến hành xử lý mẫu đánh giá mức độ ăn mòn mẫu thép đặt bên trong và bên ngoài khoang máy bay.

+ Điện năng tiêu thụ của thiết bị: Lắp đặt đồng hồ đo điện năng tại điểm nguồn cấp cho hệ thống khí khô. Tính tổng số Kwh điện trong 3 tháng thử nghiệm.

2.3. Triển khai áp dụng thử nghiệm tại học viện PK-KQ

Trên hình 3 là một số hình ảnh thi công lắp đặt hệ thống đường ống và lắp đặt các mẩu kim loại thử nghiệm trong khoang máy bay và phỏng mô phỏng, nhằm kiểm tra tình trạng ăn mòn trong điều kiện thử nghiệm.

Hình 3. Một số hình ảnh thi công lắp đặt hệ thống thiết bị và các mẫu thử nghiệm

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả kiểm tra các thông số của hệ thống đảm bảo khí khô

Sau khi lắp đặt và vận hành ổn định hệ thống đảm bảo khí khô tại Học viện PK-KQ, chúng tôi đã tiến hành kiểm tra các thông số kỹ thuật của hệ. Kết quả thể hiện trên bảng 1.

Bảng 1. Các thông số kỹ thuật của thiết bị

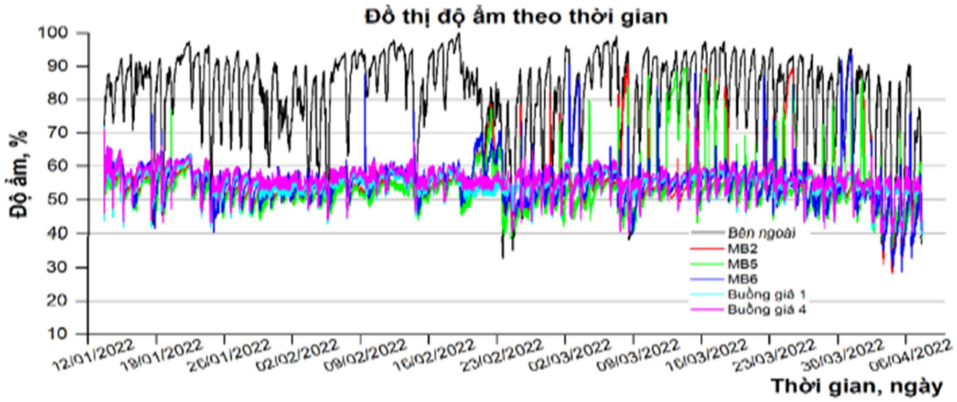
TT	Thông số kiểm tra	Vị trí kiểm tra	Kết quả đo			Mức yêu cầu
			Lần 1	Lần 2	Lần 3	
1	Độ ẩm không khí môi trường đầu vào thiết bị, % RH	Đo trực tiếp từ cửa hút gió đầu vào của thiết bị TKK-3. Đo 03 lần	85,4	87,5	88,7	-
2	Độ ẩm dòng khí khô đầu ra của thiết bị, %RH	Đo trực tiếp từ họng ra của thiết bị TKK-3	49,8	50,5	50,1	≤ 60
3	Nhiệt độ không khí môi trường đầu vào thiết bị, ^oC	Đo trực tiếp từ cửa hút gió đầu vào của thiết bị TKK-3	26,3	25,5	25,3	-
4	Nhiệt độ dòng khí đầu ra, ^oC	Đo trực tiếp từ họng ra của thiết bị TKK-3	23,8	24,2	24,7	≤ 32
5	Lưu lượng khí khô cấp đầu ra, m^3/h	Đo trực tiếp từ họng ra của thiết bị TKK-3	1254	1270	1230	≥ 1000
6	Công suất hút ẩm danh định (ở điều kiện 30^oC, độ ẩm ≥ 80% RH), L/h	Đo trực tiếp bằng cách hứng nước tách ẩm từ thiết bị trong thời gian 1 h vận hành	13,5	12,8	13,2	≥ 9,2
7	Độ ồn của thiết bị, dB	Đo tại vị trí đặt thiết bị TKK-3 ở khoảng cách 1m	68	63	65	≤ 72
8	Công suất tiêu thụ điện tối đa trong 1h, kW	Thiết bị vận hành ở công suất tối đa	6,7	6,9	6,8	≤ 10

TT	Thông số kiểm tra	Vị trí kiểm tra	Kết quả đo			Mức yêu cầu
			Lần 1	Lần 2	Lần 3	
9	Lưu lượng khí cấp vào mỗi khoang công tác, m^3/h	Họng số 1	126,3	129,8	125,1	100 đến 300
		Họng số 2	129,6	125,5	127,2	
		Họng số 3	120,4	120,2	120,5	
		Họng số 4	119,7	119,8	120,1	
		Họng số 5	120,5	120,7	120,2	
		Họng số 6	120,4	119,7	120,3	
10	Độ ẩm của không khí cấp vào mỗi khoang máy bay, %RH	Họng số 1	49,5	49,7	49,4	≤ 60
		Họng số 2	52,8	53,9	53,2	
		Họng số 3	51,6	51,8	51,9	
		Họng số 4	49,5	49,8	49,7	
		Họng số 5	51,6	52,7	51,9	
		Họng số 6	51,5	52,6	51,8	
11	Đánh giá sự vận hành của thiết bị thông qua các chế độ thiết lập	Chế độ điều khiển on/off trên bảng điều khiển: Đặt thử 30 min/30 min	Thiết bị chạy đúng theo chế độ đã cài đặt			Vận hành đúng chế độ cài đặt
		Chế độ điều khiển on/off trên bảng điều khiển khi đặt ngưỡng độ ẩm môi trường: Đặt thử ở 55%RH/63%RH	Thiết bị chạy đúng theo chế độ đã cài đặt			
		Chế độ tự động điều chỉnh lưu lượng 6 cấp độ	Thiết bị chạy đúng theo chế độ đã cài đặt			
12	Khả năng hiển thị nhiệt độ không khí đầu vào, ^oC	Ghi nhận hiển thị chỉ số đo trực tiếp trên đồng hồ đo của thiết bị TKK-3	26,9	24,8	25,9	Có hiển thị
13	Khả năng hiển thị độ ẩm không khí đầu vào, %RH	Ghi nhận hiển thị chỉ số đo trực tiếp trên đồng hồ đo của thiết bị TKK-3	86,4	90,2	89,3	Có hiển thị

Hệ thống đã phân phối đều đến 06 khoang cần bảo quản với lưu lượng khí khô đạt trung bình 120 m^3/h. Tại các thời điểm đo đạc, hệ thống đã thể hiện hiệu quả xử lý ẩm tốt đưa độ ẩm không khí từ khoảng trên 80%RH xuống khoảng 50%RH trước khi cấp vào đường ống phân phối đưa đến các khoang máy bay cần bảo quản. Độ ẩm tại các các đầu ống cấp vào các khoang máy bay so với độ ẩm đầu ra từ thiết bị TKK-3 không có sự chênh lệch chứng tỏ đường ống phân phối khí được bảo ôn tốt, đúng yêu cầu thiết kế. Các giá trị các sensor đo các thông số nhiệt độ, độ ẩm… lắp đặt trên thiết bị có sự chênh lệnh nằm trong khoảng sai số cho phép so với các thiết bị đo tiêu chuẩn. Như vậy, việc điều khiển quá trình vận hành thiết bị đủ tin cậy, sát với điều kiện thực tế. Từ kết quả đo đạc cho thấy hệ thống đảm bảo khí khô đã được lắp đặt tại Học viện PK-KQ vận hành ổn định, có các thông số đạt yêu cầu thiết kế.

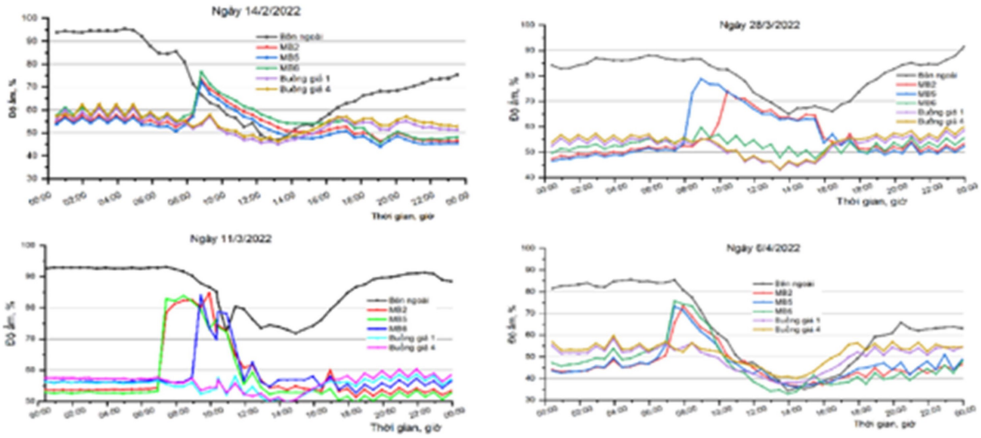
3.2. Kết quả duy trì độ ẩm trong các khoang được đảm bảo khí khô

Kết quả đo ghi nhận độ ẩm trong nhà đỗ máy bay trong thời gian này khá cao, dao động từ 70÷100%. Ở cùng thời điểm, độ ẩm trong các khoang buồng lái Su-22 và 02 buồng giả lập luôn được duy trì ở mức dưới 60%. Đặc biệt bên trong 02 thùng giả lập (mô phỏng cho khoang bảo quản thiết bị lâu dài) độ ẩm luôn được duy trì dưới 60%, đảm bảo thông số cài đặt, không phụ thuộc độ ẩm bên ngoài.



Hình 4. Kết quả độ ẩm bên ngoài và bên trong khoang máy bay

Đối với các máy bay Su-22, quá trình thử nghiệm phức tạp hơn do máy bay phải thường xuyên phục vụ huấn luyện. Tại các thời điểm này chúng tôi phải ngắt kết nối hệ thống cấp khí khô nhưng vẫn tiến hành đo đạc độ ẩm bên trong máy bay. Do đó trong giản đồ độ ẩm đo được trong khoang máy bay có thời điểm độ ẩm tăng cao. Sau khi kết thúc các ngày huấn luyện, khoang buồng lái lại được kết nối lại với hệ thống khí khô thì việc kiểm soát duy trì độ ẩm trong các khoang luôn được đảm bảo theo yêu cầu, độ ẩm duy trì dưới 60 %RH, hình 5.



Hình 5. Diễn biến độ ẩm ở các khoang buồng lái
(máy bay có sử dụng trong huấn luyện)

Kết quả này cho thấy, phương án bảo quản các khoang máy bay bằng công nghệ khí khô rất hiệu quả và phù hợp cho cả trường hợp bảo quản lâu dài và trường hợp bảo quản các VKTB trong quá trình khai thác thường xuyên. Giải pháp bảo quản này vừa giúp duy trì tốt quá trì bảo quản các trang thiết bị của máy bay vừa đảm bảo công tác huấn luyện và sẵn sàng chiến đấu của đơn vị.

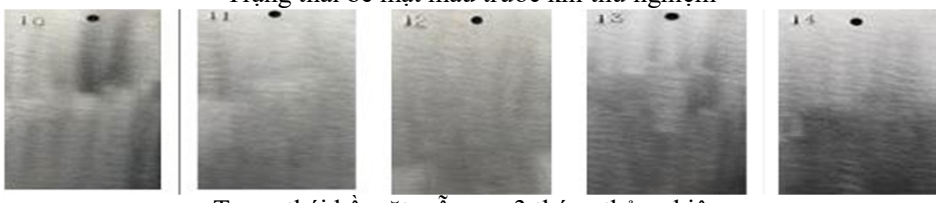
3.3. Kết quả bảo vệ các mẫu kim loại đặt bên trong các khoang được đảm bảo khí khô

Tiến hành đặt các mẫu kim loại CT3 tại các vị trí bên trong các khoang buồng lái của máy bay Su-22 và 02 thùng giả lập (các mẫu thử nghiệm được đảm bảo khí khô có độ ẩm dưới 60%) và đặt mẫu tại nhà che bãi đỗ máy bay Su-22 (mẫu chịu tác động bởi điều kiện tự nhiên của khu vực bãi đỗ). Sau 3 tháng thử nghiệm tiến hành đánh giá mức độ ăn mòn trên các bề mặt mẫu thử. Kết quả thử nghiệm được thể hiện trên các hình 6 đến 9.

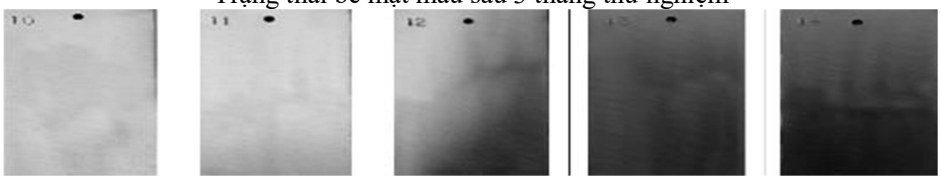
Hình 6. Trạng thái bề mặt mẫu kim loại trước và sau 3 tháng thử nghiệm đặt tại nhà che bãi đỗ máy bay Su-22 (Mẫu không được bảo vệ bằng khí khô)

Hình 7. Trạng thái bề mặt mẫu kim loại trước và sau 3 tháng thử nghiệm đặt trong buồng giả lập số 1

Trạng thái bề mặt mẫu trước khi thử nghiệm

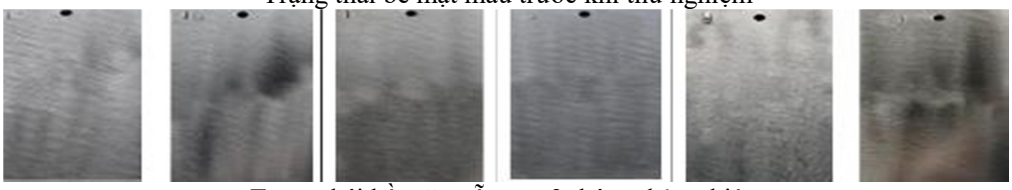


Trạng thái bề mặt mẫu sau 3 tháng thử nghiệm

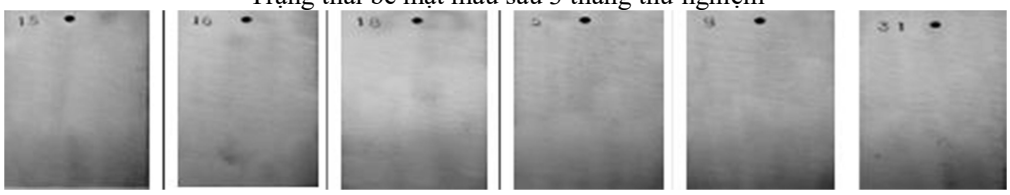


Hình 8. Trạng thái bề mặt mẫu kim loại trước và sau 3 tháng thử nghiệm đặt trong buồng giả lập số 4

Trạng thái bề mặt mẫu trước khi thử nghiệm

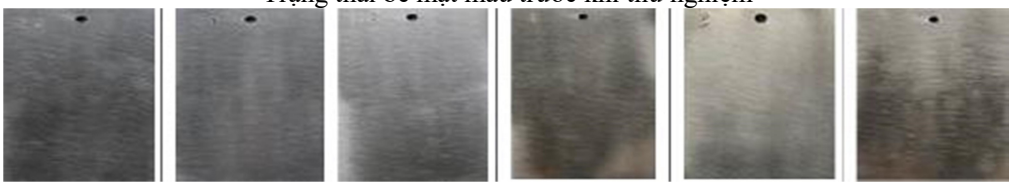


Trạng thái bề mặt mẫu sau 3 tháng thử nghiệm

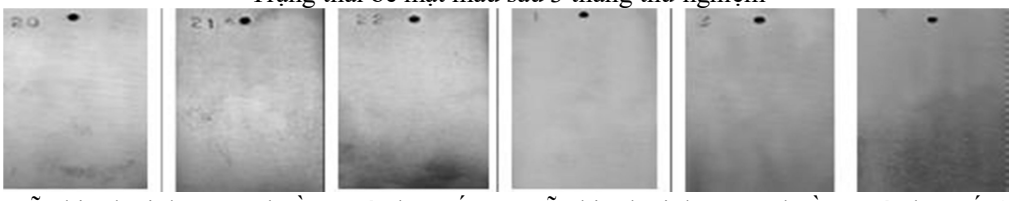


Mẫu kim loại đặt trong buồng máy bay số 2 Mẫu kim loại đặt trong buồng máy bay số 3

Trạng thái bề mặt mẫu trước khi thử nghiệm



Trạng thái bề mặt mẫu sau 3 tháng thử nghiệm



Mẫu kim loại đặt trong buồng máy bay số 5 Mẫu kim loại đặt trong buồng máy bay số 6

Hình 9. Trạng thái bề mặt mẫu kim loại trước và sau 3 tháng thử nghiệm đặt trong các khoang máy bay Su-22

Các mẫu kim loại được đặt bên trong các khoang được cung cấp khí khô có bề mặt sáng, hầu như chưa xuất hiện các điểm gỉ sau 3 tháng thử nghiệm. Điều này được lý giải là do độ ẩm bên trong các khoang luôn được duy trì ở điều kiện tối ưu (dưới 60%RH) làm ngăn cản quá trình ngưng tụ hơi ẩm trên bề mặt kim loại nên quá trình ăn mòn phá hủy mẫu không xảy ra. Ngược lại, các mẫu kim loại đặt trong nhà che đỗ máy bay đã xuất hiện các vết gỉ lớn trên hầu hết diện tích bề mặt mẫu. Kết quả này là minh chứng thuyết phục, trực quan nhất về hiệu quả bảo vệ của hệ thống khí khô trong ngăn chặn quá trình ăn mòn phá hủy vật liệu trong điều kiện khí hậu nồm ẩm.

3.4. Kết quả tiêu thụ điện của hệ thống thiết bị

Hệ thống đảm bảo khí khô được vận hành chính thức vào ngày 13/01/2022 và theo dõi đến ngày 07/04/2022. Kết quả tiêu thụ điện năng như sau:

Chỉ số công tơ điện ngày 13/01/2022

Chỉ số công tơ điện ngày 07/04/2022

Hình 10. Chỉ số công tơ trước và sau 3 tháng thử nghiệm

Điện năng tiêu thụ của hệ thống đảm bảo khí khô từ ngày 13/01/2022 đến ngày 07/04/2022 (tổng thời gian là 84 ngày) là: 3870-801 = 3069 kWh. Vậy trung bình 1 ngày, toàn bộ hệ thống khí khô đảm bảo cung cấp khí khô cho đồng thời 06 máy bay sẽ tiêu thụ hết: 3069/84 = 36,5 kWh/ngày.

Căn cứ theo thông số độ ẩm không khí cho thấy thời gian tiến hành thử nghiệm là thời điểm khí hậu nồm ẩm nhất trong năm, thời điểm khí hậu khắc nghiệt nhất đối với công tác bảo quản VKTBKT. Với điều kiện thời tiết này, thiết bị vận hành với chế độ tối đa. Với những tháng khác trong năm, điều kiện khí hậu ít khắc nghiệt hơn thì thời gian vận hành của thiết bị sẽ ít hơn. Tức là công suất tiêu thụ điện sẽ giảm.

4. KẾT LUẬN

- Hệ thống đảm bảo khí khô hoạt động hoàn toàn tự động, ổn định, an toàn có các thông số kỹ thuật đạt theo đúng thiết kế. Kết quả thử nghiệm đã cho thấy Hệ thống bảo đảm khí khô có đã duy trì tốt thông số độ ẩm trong các các khoang buồng lái và 02 thùng giả lập dưới 60%RH trong mọi điều kiện thời tiết bên ngoài.

- Các mẫu thép CT3 trong các khoang được cung cấp khí khô được bảo vệ tốt, không xuất hiện các dấu hiệu bị ăn mòn. Hiệu quả bảo vệ trong 3 tháng thử nghiệm đạt 100%. Đây là minh chứng rõ ràng nhất cho hiệu quả bảo vệ của hệ thống đảm bảo khí khô.

- Từ kết quả đánh giá hiệu quả bảo vệ và công suất tiêu thụ điện của Hệ thống đảm bảo khí khô cho thấy Hệ thống này hoàn toàn phù hợp để có thể triển khai áp dụng bảo quản cho máy bay Su và các VKTBKT tương tự khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo năm của đề tài NCKH "*Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu nhiệt đới lên trạng thái kỹ thuật của thiết bị bay và thiết bị mặt đất của Quân chủng Phòng không-Không quân*". Mã số Ecolan T-2.1, Hà Nội, 2016.
2. Báo cáo năm của đề tài NCKH "*Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu nhiệt đới lên trạng thái kỹ thuật của thiết bị bay và thiết bị mặt đất của Quân chủng Phòng không-Không quân*". Mã số Ecolan T-2.1, Hà Nội, 2018.
3. Báo cáo năm của đề tài NCKH "*Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu nhiệt đới lên trạng thái kỹ thuật của thiết bị bay và thiết bị mặt đất của Quân chủng Phòng không-Không quân*". Mã số Ecolan T-2.1, Hà Nội, 2019.
4. ГОСТ *9014*:1978, *Временная противокоррозионная защита изделий, Общие требования.*
5. Håkan Schweitz, *Use of dehumidification to reduce preventive and corrective maintenance of aircraft due to corrosion*, RTO-MP-AVT-144, 2007.
6. ГОСТ 9.909:1986, *Металлы, сплавы, покрытия металлические и неметаллические неорганические, Методы испытаний на климатических испытательных станциях*
7. ISO 8565:2011, *Atmospheric corrosion testing - General requirements*

SUMMARY

DEHUMIDIFICATION SYSTEM FOR SEPARATE OBJECTS

In this work, the working efficiency of the dehumidification system TKK-3 has been evaluated for six cabins of aircraft at the same time. The design of the dehumidification system, the experimental plan, and the results of the humidity assessment of the cabins are presented. Moreover, corrosion testing for metal specimens has been performed. The results show that the system has worked effectively and stably during the test period. The relative humidity of cabins using a dry air-blowing system is lower than 60%RH. After three months of testing, corrosion was not observed for metal specimens using a dehumidification system. Therefore, the system TKK-3 is suitable for the long-term storage of separate objects, such as aircraft and tanks.

Keywords: *Dehumidification system, relative humidity, corrosion, aircraft.*

Nhận bài ngày 06 tháng 6 năm 2022
Phản biện xong ngày 22 tháng 6 năm 2022
Hoàn thiện ngày 24 tháng 6 năm 2022

(1) Viện Độ bền Nhiệt đới, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga
(2) Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng

Liên hệ: ***Hà Hữu Sơn***
Viện Độ bền Nhiệt đới, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga
Số 63 Nguyễn Văn Huyên, Nghĩa Đô, Cầu Giấy, Hà Nội
Điện thoại: 0988155589; Email: Hahuuson@gmail.com