

# NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO VÀ THỬ NGHIỆM HỆ THỐNG CUNG CẤP GIÓ KHÔ TKK-3

## RESEARCH, DESIGN, PRODUCTION AND TEST OF DRY AIR SUPPLY SYSTEM TKK-3

Võ Chí Chính<sup>1\*</sup>, Hà Hữu Sơn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng

<sup>2</sup>Trung tâm Nhiệt đới Việt Nga

\*Tác giả liên hệ: vochichinhdbk@gmail.com

(Nhận bài: 02/8/2022; Chấp nhận đăng: 27/9/2022)

**Tóm tắt** - Nhiều thiết bị điện tử của các nước khi sử dụng ở điều kiện nhiệt đới của Việt Nam gặp rất nhiều trục trặc. Nguyên nhân chủ yếu là độ ẩm cao dẫn đến quá trình ngưng tụ ẩm bên trong thiết bị dẫn đến hư hỏng. Nhiều nghiên cứu cho thấy, nếu độ ẩm nhỏ hơn 60% thì thiết bị điện tử làm việc rất an toàn và ít hư hỏng [1, 2, 3]. Giá trị này được các chuyên gia Nga coi là chuẩn để bảo quản các thiết bị điện tử. Ở Nga phương pháp bảo vệ này được quy định thành phương pháp tiêu chuẩn VZ11 trong GOST 9014 [1, 2, 3, 4]. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, tính toán, thiết kế, chế tạo và chạy thử nghiệm hệ thống thiết bị thổi gió khô TKK-3 trên mô hình thử nghiệm tại Học viện Phòng không – Không quân. Thiết bị được thiết kế với các thông số không khí đầu ra như sau: Năng suất không khí 720 m<sup>3</sup>/h; Độ ẩm không khí đầu ra dưới 60%; Cung cấp không khí khô cho 6 máy bay chiến đấu.

**Từ khóa** - Độ ẩm không khí; khí hậu nhiệt đới, không khí khô; thiết bị điện tử; xử lý ẩm.

### 1. Đặt vấn đề

Rất nhiều thiết bị điện tử của các nước tiên tiến khi vào Việt Nam gặp rất nhiều vấn đề do khí hậu nóng ẩm gây ra. Điều đó dẫn đến rất nhiều trục trặc cho hoạt động của các hệ thống thiết bị rất quan trọng, ảnh hưởng đến an ninh quốc phòng và nền kinh tế của đất nước.

Đặc biệt trong quân đội Việt Nam có rất nhiều vũ khí Nga và Liên xô trước đây chưa được nhiệt đới hóa nên chịu nhiều tác động xấu của khí hậu nóng ẩm. Đã có nhiều nghiên cứu và thống kê các trường hợp trục trặc của thiết bị điện tử trong quân đội ta đã được công bố [4, 5]. Nguyên nhân chủ yếu của các hiện tượng hư hỏng và trục trặc này là do độ ẩm khá cao ở nước ta.

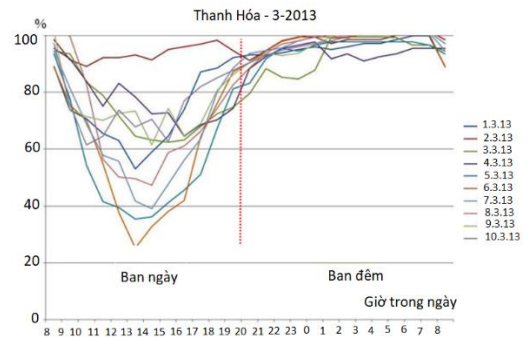
Các số liệu thống kê về độ ẩm các vùng miền nước ta cho thấy độ ẩm ở nước ta nhìn chung rất cao. Độ ẩm trong một ngày cũng có khoảng dao động lớn do nhiệt độ không khí thay đổi nhiều. Ban đêm khi nhiệt độ thấp độ ẩm lên rất cao, đặc biệt trong khoảng thời gian từ 2 giờ đến 6 giờ sáng. Trên Hình 1 và Hình 2 là kết quả khảo sát độ ẩm một số ngày tại sân bay Sao Vàng (Thanh Hóa) và sân bay Biên Hòa của nhóm nghiên cứu. Kết quả cho thấy, độ ẩm về ban đêm rất cao, nhiều thời điểm cao hơn 90% [4, 5]. Thời điểm ban đêm hầu hết các thiết bị và máy bay nói chung không hoạt động, điều này dẫn đến khả năng tích tụ ẩm bên trong thiết bị cao hơn so với khi hoạt động do có sự tỏa nhiệt.

Tại các sân bay khác, kết quả thu được cũng hoàn toàn tương tự với cùng một xu hướng thay đổi của độ ẩm không

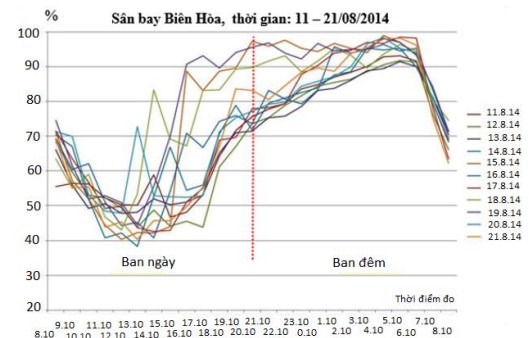
**Abstract** - Many electronic devices of other countries when used in tropical conditions of Vietnam encounter many problems. The main cause is high humidity leading to moisture condensation inside the device leading to damage. Many studies show that, if the humidity is less than 60%, electronic equipment works very safely and with little damage [1, 2, 3]. This value is considered by Russian experts as the standard for preserving electronic devices. In Russia this method of protection is specified as the standard method VZ11 in GOST 9014 [1, 2, 3, 4]. This article presents the results of research, calculation, design, manufacture and test run of the TKK-3 dry air blowing device system on a test model at the Air Defense - Air Force Academy. The device is designed with the following output air parameters: Air capacity 720 m<sup>3</sup>/h; The outlet air humidity is less than 60%; Provide dry air for 6 fighters

**Key words** - Air humidity; tropical climate; dry air; electronic device; moisture treatment

khí trong thời gian một ngày đêm: Độ ẩm tăng cao vào ban đêm, rạng sáng và giảm xuống vào ban ngày. Độ chênh lệch độ ẩm ngày đêm khá cao.



Hình 1. Sự thay đổi độ ẩm trong ngày ở sân bay Sao Vàng



Hình 2. Sự thay đổi độ ẩm trong ngày ở sân bay Biên Hòa

<sup>1</sup> The University of Danang - University of Science and Technology (Vo Chi Chinh)

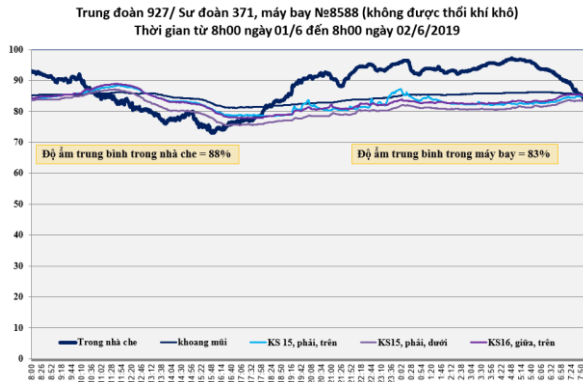
<sup>2</sup> Vietnam – Russia Tropical Center, Ha Noi (Ha Huu Son)

Độ ẩm bên ngoài cao dễ dàng xâm nhập vào hầu hết thiết bị điện tử quan trọng, đặc biệt các chủng loại máy bay chiến đấu hiện có của Việt Nam. Hình 3 và 4 là kết quả đo độ ẩm trong nhà chứa máy bay và trong khoang máy bay khi không được thổi gió khô.

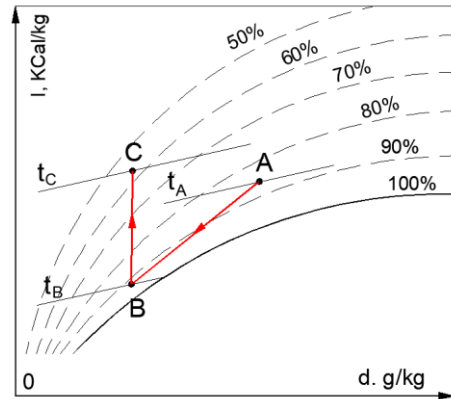
thái B nhiệt độ khá thấp nên độ ẩm cao vì vậy cần gia nhiệt đến C ở bộ gia nhiệt. Quá trình gia nhiệt vừa đủ để nhiệt độ không quá cao nhưng độ ẩm đạt yêu cầu.

Các thông số các điểm nút:

- Điểm A:  $t_A = 35^\circ\text{C}$  và  $\varphi_A = 85\%$  thì  $I_A = 114 \text{ kJ/kg}$ .
- Điểm B có  $t_B = 18^\circ\text{C}$  và  $\varphi_B = 95\%$  thì  $I_B = 50 \text{ kJ/kg}$
- Điểm C có  $t_C = 35^\circ\text{C}$  và  $\varphi_C = 60\%$  thì  $I_C = 90 \text{ kJ/kg}$ .

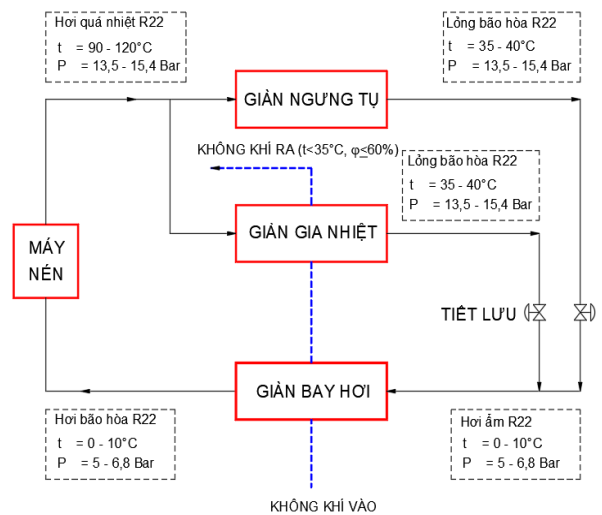


Hình 3. Độ ẩm trong nhà che và trong khoang thiết bị của máy bay Su-30MK2 tại e927/f371



Hình 5. Sự thay đổi trạng thái không khí

2.2.2. Thiết kế sơ đồ nguyên lý và tính chọn máy



Hình 6. Sơ đồ khối xử lý không khí

Xuất phát từ những nhu cầu trên, nhóm nghiên cứu của nhóm tác giả được giao nhiệm vụ thiết kế hệ thống thổi gió khô TKK-3 nhằm đảm bảo không khí khô cho 06 máy bay chiến đấu.

2. Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo thiết bị thổi gió khô TKK-03

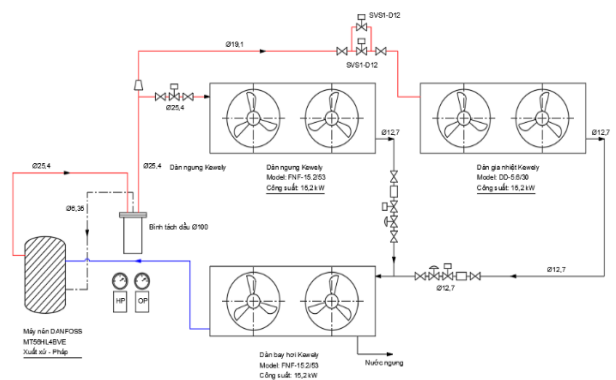
2.1. Các thông số yêu cầu

- Số lượng máy bay: 06 chiếc;
- Dung tích buồng lái và khoang điện tử:  $V_{mb}=6\text{m}^3$ ;
- Bội số tuần hoàn không khí:  $K = 20 \text{ Lần / giờ}$ ;
- Độ ẩm đầu ra: 60%;
- Nhiệt độ đầu ra:  $<35^\circ\text{C}$ ;
- Lưu lượng gió khô:  $V=720 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- Năng suất khử ẩm (lượng ẩm xử lý được từ không khí đầu vào của thiết bị): 200 kg ẩm/ngày.

2.2. Tính toán năng suất máy lạnh, chọn máy và các thiết bị

2.2.1. Sơ đồ xử lý không khí

Sơ đồ xử lý không khí được trình bày trên Hình 5: Không khí ngoài trời có trạng thái A được đưa vào giàn bay hơi là làm lạnh, làm khô đến trạng thái B. Một lượng nước được ngưng tụ lại ở giàn bay hơi và thoát ra ngoài. Trạng



Hình 7. Sơ đồ nguyên lý chi tiết hệ thống lạnh

Sơ đồ khối và sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh thể hiện trên Hình 6 và 7. Trên cơ sở các thông số đầu vào nhóm tác giả xác định được năng suất các thiết bị chính như sau:

- Năng suất lạnh máy nén:

$$Q_o = \rho \cdot \frac{V}{3600} (I_A - I_B) = 1,2 \cdot \frac{720}{3600} \cdot (114 - 50) = 15,35 \text{ kW} \quad (1)$$

- Công suất gia nhiệt:

$$Q_{gn} = \rho \cdot \frac{V}{3600} (I_C - I_B) = 1,2 \cdot \frac{720}{3600} \cdot (90 - 50) = 9,6 \text{ kW} \quad (2)$$

Chọn máy và thiết bị: Căn cứ vào kết quả tính toán được, nhóm tác giả chọn các thiết bị chính thể hiện trên Bảng 1.

**Bảng 1. Các thiết bị chính**

STT	Thiết bị	Mã hiệu	Công suất
1	Máy nén	MT56HL4CVE Danfoss (Pháp)	16,5 kW ( $t_o=0^\circ\text{C}$ , $t_k=35^\circ\text{C}$ )
2	Giàn ngưng	FNF-15.2/53 Kewely (TQ)	15,2 kW
3	Giàn gia nhiệt	DD-5,6/30 Kewely (TQ)	5,6 kW
4	Giàn bay hơi	FNF-15.2/53 Kewely (TQ)	15,2 kW

**2.2.3. Thiết kế sơ đồ điều khiển hệ thống**

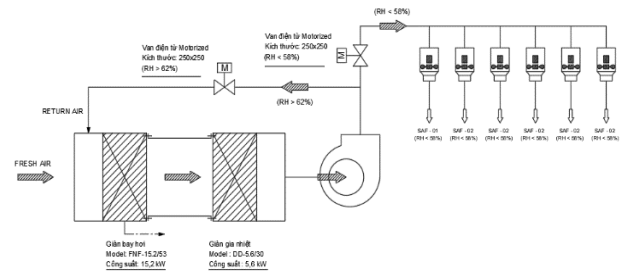
Các yêu cầu điều khiển chung của máy đảm bảo như sau:

- Hệ thống phải có tăng giảm tải máy nén và quạt ly tâm khi các hệ tiêu thụ (máy bay) thay đổi;
- Khi độ ẩm đầu ra không đạt yêu cầu (nhỏ hơn 60%) thì thực hiện tái tuần hoàn không khí trở lại đầu vào;
- Khi độ ẩm môi trường nhỏ hơn hay bằng 60% thì máy tự động dừng;
- Máy có khả năng cài đặt hoạt động theo chu kỳ: Chạy một thời gian  $\tau_1$  và tạm dừng một thời gian  $\tau_2$  và lặp lại;
- Khi không có hệ tiêu thụ nào hoạt động máy tự động dừng;
- Khi nhiệt độ môi trường quá thấp so với một giá trị đặt nào đó thì quạt dàn ngưng chuyển sang chạy ngược thổi gió vào hòa trộn gió vào dàn lạnh. Đồng thời khi đó mở thêm van điện từ số 2 cấp gas nóng cho giàn gia nhiệt. Điện trở sấy giàn gia nhiệt sẽ bật khi các yếu tố trên đã hoạt động mà độ ẩm vẫn nhỏ;

- Ngoài ra hệ thống có các chức năng bảo vệ, điều khiển bình thường khác như một hệ thống lạnh bình thường.

Trên cơ sở các yêu cầu này nhóm tác giả đã thiết kế sơ đồ điện điều khiển như Hình 8.

Sơ đồ điều khiển cấp gió chung của máy thể hiện trên Hình 9.

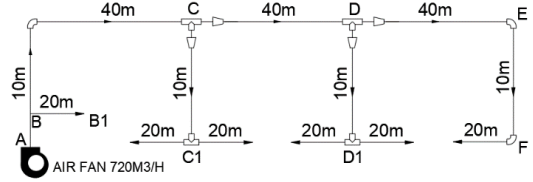


**Hình 9. Sơ đồ điều khiển cấp gió**

**2.3. Tính toán chọn quạt**

**2.3.1. Thiết kế sơ đồ nguyên lý**

Sơ đồ nguyên lý đường ống cấp gió thể hiện trên Hình 10. Quạt ly tâm của cụm máy TKK-03 thổi gió theo ống PVC treo trên cao, dẫn đến các cụm đầu cuối B1, C1, D1 và F. Khoảng cách và độ dài đường ống thể hiện trên Hình 10.



**Hình 10. Sơ đồ nguyên lý cấp gió**

**2.3.2. Tính toán thiết kế đường ống**

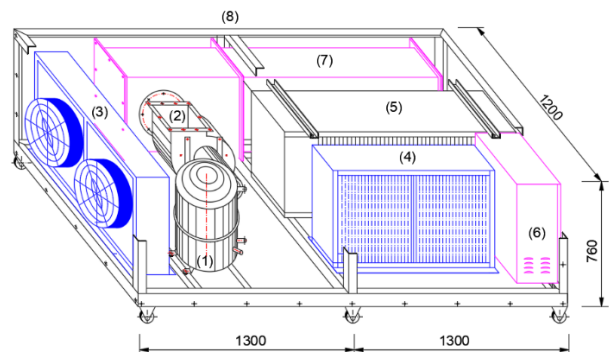
Trên cơ sở mạng đường ống Hình 10, nhóm tác giả sử dụng phương pháp ma sát đồng đều [6] để tính toán các kích thước với tốc độ ban đầu là 5m/s.

**Bảng 2. Kết quả tính toán kích thước đường ống**

Đoạn	Lưu lượng		Tiết diện		Tốc độ m/s	Đường ống, mm
	m <sup>3</sup> /h	%	m <sup>2</sup>	%		
AB	720	100	0,04	100	5	0,226
BC	600	83	0,035	87	4,8	0,211
CD	360	50	0,023	58	4,3	0,171
CC1	240	33	0,016	41	4,2	0,143
EF	120	17	0,01	24	3,3	0,113
BB1	120	17	0,01	24	3,3	0,113

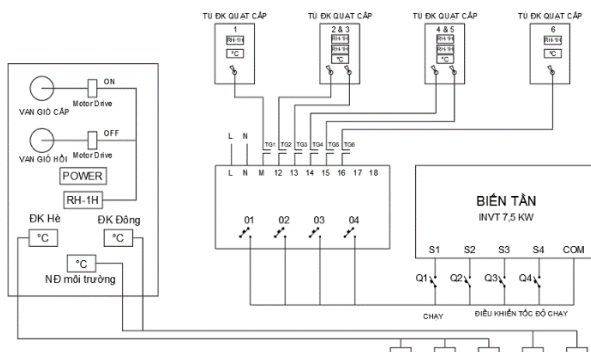
**2.4. Thiết kế cụm máy TKK-03**

Trên cơ sở các thiết bị đã lựa chọn nhóm tác giả đã thiết kế và lắp đặt cụm máy như ở Hình 11. Cụm máy lạnh được đặt trên khung sắt với kích thước bên ngoài 2600L x 1200D x 760H (mm).



**Hình 11. Cụm thiết bị thổi khí khô TKK-03**

1- Máy nén lạnh; 2- Quạt ly tâm; 3- Giàn ngưng; 4- Giàn bay hơi; 5- Giàn gia nhiệt; 6- Tủ điện; 7- Ống gió; 8- Khung máy



**Hình 8. Sơ đồ khối các thiết bị điều khiển cụm máy**

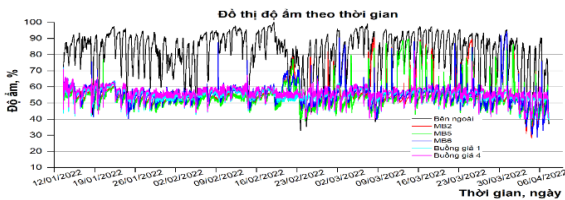
### 3. Kết quả chạy thử

#### 3.1. Kiểm tra khả năng duy trì độ khô

Để kiểm tra khả năng khử ẩm của cụm máy TKK-3 trước khi lắp đặt tại hiện trường, nhóm tác giả đã tiến hành lắp đặt thử nghiệm tại Học viện Phòng không – Không quân.

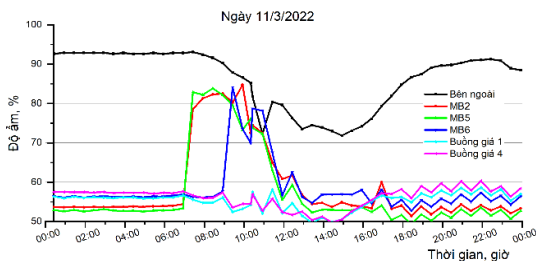
Hệ thống cấp gió thử nghiệm cho 04 buồng máy bay và 02 buồng giả lập. Mục đích của nghiên cứu là khả năng duy trì độ khô bên trong buồng lái các máy bay và trong các khoang kín cất giữ thiết bị phụ tùng điện tử sẽ như thế nào. Nhiệt độ và độ ẩm được đo bằng thiết bị Testo 645 và thiết bị đo độ ẩm tự động HOBO UX100-003. Thời gian đo và thử nghiệm từ 12/01/2022 đến tháng 06/4/2022.

Kết quả đo đặc độ ẩm bên trong khoang máy bay, bên trong các buồng giả lập và bên ngoài sân bay thể hiện trên Hình 12. Trong bảng này MB6 có những thời điểm mở ra huấn luyện nên độ ẩm tăng tại một số thời điểm.



Hình 12. Độ ẩm trong khoang máy bay và bên ngoài

Ngoài ra để kiểm tra khả năng duy trì độ ẩm trong khoang máy bay khi mở ra huấn luyện, nhóm tác giả tiến hành đo đặc các thông số khi mở khoang máy bay trên Hình 13.

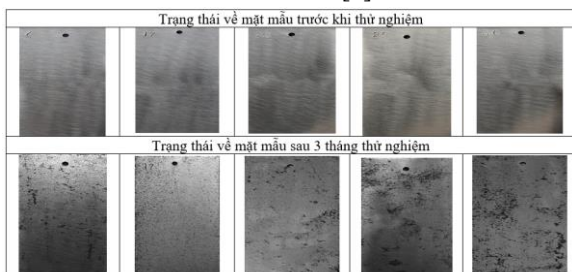


Hình 13. Độ ẩm trong khoang máy bay khi mở ra làm việc

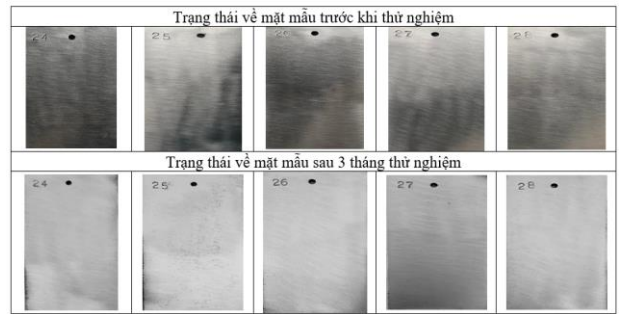
#### 3.2. Kiểm tra so sánh mức độ ăn mòn bề mặt kim loại

Ngoài việc kiểm tra khả năng duy trì độ ẩm trong khoang máy bay và trong khoang kín, nhóm tác giả còn tiến hành kiểm tra so sánh mức độ ăn mòn các bề mặt các mẫu kim loại trong thời gian 3 tháng trong điều kiện có và không có bảo vệ khí khô.

Kết quả cho thấy, các mẫu có bảo vệ bằng khí khô sau 3 tháng vẫn giữ được bề mặt sáng, hầu như chưa xuất hiện các điểm gỉ (Hình 14 và 15). 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 [5].



Hình 14. Hình ảnh bề mặt tấm kim loại thử nghiệm trong nhà che đỗ máy bay



Hình 14. Hình ảnh bề mặt tấm kim loại thử nghiệm trong khoang máy bay có thổi gió khô

Ngoài ra nhóm tác giả cũng kiểm tra mức tiêu thụ điện của cụm máy và tính bình quân chi phí tiền điện khoảng 91.250 đồng/ngày vận hành [5].

### 4. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu có thể rút ra kết luận:

- Khí hậu nước ta có nhiều thời điểm trong năm và trong ngày có độ ẩm rất cao, có ảnh hưởng rất lớn đến hoạt động của các thiết bị điện tử. Việc nghiên cứu, thiết kế và chế tạo các thiết bị thổi gió khô là cần thiết trong rất nhiều trường hợp;

- Nhóm tác giả đã tính toán, thiết kế và lắp đặt thành công cụm máy thổi gió khô năng suất 720 m<sup>3</sup>/h, độ ẩm đầu ra dưới 60% theo yêu cầu đặt ra;

- Kết quả thử nghiệm bước đầu về khả năng duy trì độ ẩm trong các khoang máy bay hoặc trong các khoang bảo quản thiết bị lâu dài cho thấy, độ ẩm trong các khoang máy bay và kho chứa thiết bị được duy trì đảm bảo yêu cầu (<60%) bất chấp điều kiện độ ẩm bên ngoài;

- Khi độ ẩm thấp, bề mặt các mẫu kim loại rất ít thay đổi trong một thời gian dài thử nghiệm, điều ấy cho thấy khi độ ẩm dưới 60% khả năng ăn mòn kim loại của không khí giảm đáng kể;

- Với hệ thống thiết bị được thiết kế, hoàn toàn cung cấp đủ không khí khô cho 06 máy bay và một vài thùng chứa thiết bị với chi phí đầu tư và vận hành (điện năng) không quá cao.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Báo cáo 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, 2017.
- [2] Avdeev Iu.P., Karpov V.A., Olsanski V.M. Về vấn đề hình thành các điều kiện ăn mòn nguy hiểm trong buồng kín của các thiết bị kỹ thuật – Matxcva, Ăn mòn: vật liệu, bảo vệ, số 7, 2013.
- [3] Karpov V.A, Svitich A.A, Sereda V.N, Phạm Duy Nam, “Kết quả phân tích trạng thái kỹ thuật của máy bay thế hệ thứ 4 trong thời gian 20 năm hoạt động ở vùng nhiệt đới Việt Nam”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nhiệt đới*, số 12, Hà Nội, 2017.
- [4] HP Nguyen, VN Sereda, DN Pham, CC Vo, “Application of air drying technology for helicopter protection in tropical conditions of Vietnam”, *IEEE Xplore*®, 2021, Pages 70-74.
- [5] Hà Hữu Sơn, Võ Chí Chính, Đặng Minh Thủy, Nguyễn Văn Vinh, Doãn Quý Hiếu, “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”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nhiệt đới*, số 3 – 2022, trang 15-19.
- [6] Võ Chí Chính, *Giáo trình điều hòa không khí*, Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, năm 2005.