

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VỀ ĐỘ TIN CẬY CỦA CÁC KHỐI THIẾT BỊ VÔ TUYẾN ĐIỆN TRÊN MÁY BAY SU-30MK2 TRONG ĐIỀU KIỆN NHIỆT ĐỚI

KARPOV V. A.⁽¹⁾, SVITICH A.A.⁽²⁾, SEREDA V.N.⁽²⁾, GOLIKOVA E.R.⁽²⁾,
NGUYỄN DUY PHƯƠNG⁽²⁾, PHẠM DUY NAM⁽²⁾

1. MỞ ĐẦU

Khí hậu nhiệt đới của Việt Nam được đặc trưng bởi các yếu tố thời tiết khắc nghiệt có tác động mạnh lên trạng thái kỹ thuật của các thiết bị kỹ thuật không quân (TBKT KQ).

Các chuyên gia của Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga khi nghiên cứu về độ bền nhiệt đới của TBKT KQ thường tiến hành kiểm tra trực quan khung máy bay, các hệ thống và các tổ hợp vũ khí tháo lắp được trên những máy bay khai thác có kiểm soát. Sự phá hủy ăn mòn các chi tiết kim loại khung máy bay, các cụm chi tiết và tổ hợp, cũng như trạng thái của các chi tiết polymer được đánh giá bằng việc kiểm tra trực quan tổng thể các bộ phận kết cấu của chi tiết cả bên ngoài và bên trong, ở những vị trí có thể tiếp cận tối đa với việc sử dụng kính lúp có độ phóng đại 4÷7 lần.

Các dạng thiệt hại do ăn mòn, kết quả của sự lão hóa chi tiết polyme và những phá hủy sinh học được chụp ảnh lại và nhập vào các bảng riêng. Ngoài ra, còn tiến hành phân tích thêm danh mục những hư hỏng và sự cố của máy bay tại một trung đoàn không quân theo số liệu một năm gần đây được lấy từ sổ thống kê hỏng hóc và sự cố của Xưởng Bảo dưỡng kỹ thuật thuộc Tiểu đoàn Bảo đảm kỹ thuật hàng không. Tuy nhiên, cho đến nay, vì một số lý do khách quan và chủ quan, hệ thống thu thập, xử lý và phân tích thông tin thống kê về hỏng hóc và sự cố của TBKT KQ trong toàn bộ thời gian khai thác chúng ở vùng nhiệt đới vẫn chưa hoạt động đầy đủ và không cho phép nghiên cứu động học trạng thái kỹ thuật của TBKT KQ trong quá trình khai thác. Vì vậy, với mục đích thể hiện những sự cố (hỏng hóc) liên quan đến tác động của các yếu tố khí hậu nhiệt đới lên TBKT KQ, phương pháp hệ thống hóa thông tin thống kê hiện nay, cần phải được cải tiến.

Để đưa ra một lời giải hợp lý trong nghiên cứu sâu các vật liệu, chi tiết, cụm chi tiết, các khối của máy bay không đủ tin cậy khi khai thác ở điều kiện nhiệt đới, ngoài kết quả nghiên cứu truyền thống về trạng thái kỹ thuật của TBKT KQ, điều quan trọng là phải có thông tin đầy đủ và chính xác về độ tin cậy hoạt động của TBKT KQ, đặc biệt là về sự xuất hiện và tần số hỏng hóc của các hệ thống, các khối và tổ hợp quan trọng có tính sống còn theo toàn bộ thời gian khai thác máy bay chủng loại đó ở vùng nhiệt đới.

2. XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU VỀ HỎNG HÓC VÀ THAY THẾ CÁC KHỐI, TỔ HỢP CỦA MÁY BAY SU-30MK2

Khi xây dựng cơ sở dữ liệu về hỏng hóc và sự cố của hệ thống, khối và tổ hợp của máy bay do ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu nhiệt đới, có thể bổ sung thông tin về sự thay thế các khối và tổ hợp được thực hiện trên tất cả các máy bay cùng loại trong toàn bộ thời gian hoạt động của chúng ở vùng nhiệt đới.

Những vấn đề được đề cập tới ở trên đã khuyến khích phát triển một cơ sở dữ liệu (CSDL) tự động có thể thống kê việc thay thế các khối và tổ hợp của máy bay. chúng có thể được sử dụng một cách hiệu quả để nghiên cứu sâu những vật liệu, chi tiết, cụm chi tiết và các khối không đủ tin cậy của máy bay ở điều kiện nhiệt đới nếu bảo đảm được những yêu cầu cơ bản đối với CSDL như sau:

- Dạng điện tử có giao diện đơn giản và trực quan;
- Nhỏ gọn và di động, có thể sử dụng tại thực địa bằng máy tính xách tay;
- Đầy đủ các thông tin về tên gọi, ký hiệu của các khối và tổ hợp hệ thống của máy bay, phân nhóm theo các chuyên ngành Máy bay động cơ (CĐ), Thiết bị hàng không (AO), Thiết bị vô tuyến điện tử (PЭО) và Vũ khí hàng không (AB), nhận biết được các khối và tổ hợp có thời gian khai thác khác với thời gian khai thác của máy bay.

Nguồn thông tin để điền vào CSDL chính là các thông tin về việc thay thế các khối và tổ hợp bị hỏng của máy bay Su-30MK2 trên cơ sở thông tin thống kê được lấy từ các Phụ lục của quyền lý lịch (формуляр) phần 1, quyển 4 “Комплектность” có tại Tiểu đoàn bảo đảm kỹ thuật hàng không của các trung đoàn không quân. Phân tích những kinh nghiệm thu được khi nghiên cứu về độ bền nhiệt đới TBKT KQ của Liên bang Nga cho thấy, trên thực tế trong đa số các trường hợp cần phải có những thông tin thuộc các nhóm như: Ngày tháng khai thác ở vùng nhiệt đới, ngày tháng tiến hành thay thế các khối và tổ hợp; Thời gian làm việc (số giờ bay) kể từ khi bắt đầu khai thác; Các khối, tổ hợp và hệ thống bị hỏng.

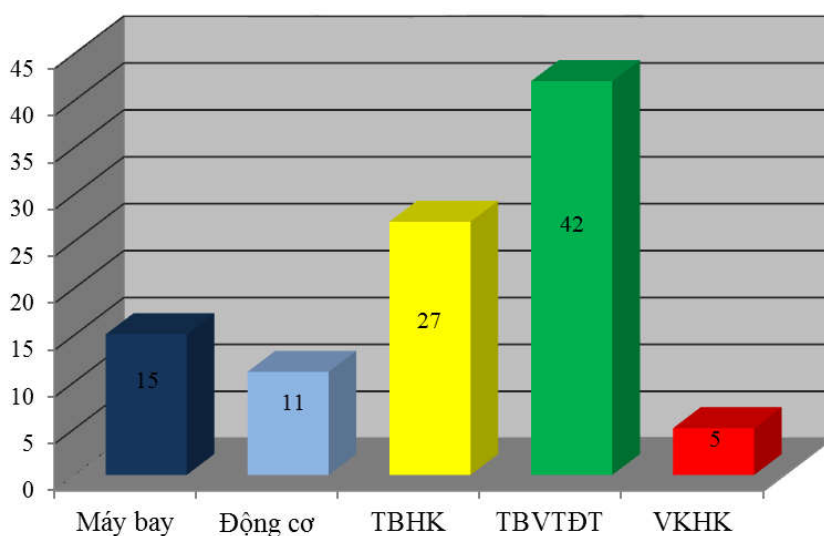
Таблица по Су-30МК2 (комплектация 2004 г.)													
№	Наименование	Обозначение	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
741 14.25	Огонь аэронавигационный бортовой	БАНО-7М-К											
742 14.26	Станция (3 лет)	Л 203 литер И.Э											
743 14.27	Термореле (6 лет)	4463AT-50											
744 14.28	Термореле (6 лет)	4463AT-50											
745 15	Пилотажно-навигационный комплекс												
746 15.1	Пилотажно-навигационный комплекс	ПНК-10ПУ-02											
747 15.2	Информационный комплекс высотно-скоростных параметров	ИК ВСП-2.10У-02						Б1					
748 15.3	Система воздушных сигналов	СВС-2Ц.2 сер.2						Б3,Б2,Б4	Б2				
749 15.4	Система ограничительных сигналов	СОС-2.7.4 вариант 2				Б4							
750 15.5	Вычислитель сигналов ограничения	ВСО-3.4				Б4			Б3	Б4			
751 15.6	Блок формирования сигналов индикации	БФСН-2.7.4 вариант 2					Б2						Б8
752 15.8	Указатель углов атаки и перегрузок	УАПБ-3											
753 15.9	Указатель углов атаки и перегрузок	УАПБ-3											
754 15.10	Датчик аэродинамических углов	ДАУ-72.4.1								Б2,Б2		Б3	
755 15.11	Датчик аэродинамических углов	ДАУ-72.1.1											
756 15.12	Датчик линейных ускорений	ДЛУ-26-06 серия 2											
757 15.13	Платформа	ПФ-56											
758 15.14	Указатель приборной скорости	УС-1.1											
759 15.15	Указатель приборной скорости	УС-1.1											
760 15.16	Датчик температуры торможения	П-104											
761 15.17	Высотометр барометрический механический резервный	ВБМ-РПБ											
762 15.18	Высотометр барометрический механический резервный	ВБМ-РПБ											
763 15.19	Вариометр резервный	ВР-РПБ											
764 15.20	Вариометр резервный	ВР-РПБ		Б1,Б1						Б4			
765 15.21	Радиовысотометр	РВ-21 литера Д7											

Hình 1. Trích đoạn cơ sở dữ liệu thống kê các khối, tổ hợp hỏng và thay thế của máy bay Su-30MK2

Phân tích cũng chỉ ra, nếu xây dựng một định dạng riêng để lưu trữ và xử lý thông tin sẽ tốn nhiều công sức và không hợp lý. Do đó, lựa chọn một trong những định dạng sẵn có và phổ biến để lưu trữ thông tin là thích hợp hơn cả. Bằng việc sử dụng gói xử lý thông tin thống kê chuẩn là Microsoft Excel, đã xây dựng được cấu trúc CSDL về sự thay thế các khối và tổ hợp, bao gồm các thông tin như tên gọi, ký hiệu các khối và tổ hợp của máy bay, được phân nhóm theo các chuyên ngành CĐ, AO, PĐO và AB. Trong đó theo từng máy bay, các khối và tổ hợp đã được tiến hành thay thế sẽ được đánh dấu trong các trường tương ứng với năm khai thác. Trích đoạn CSDL xây dựng cho máy bay Su-30MK2 được thể hiện trong hình 1.

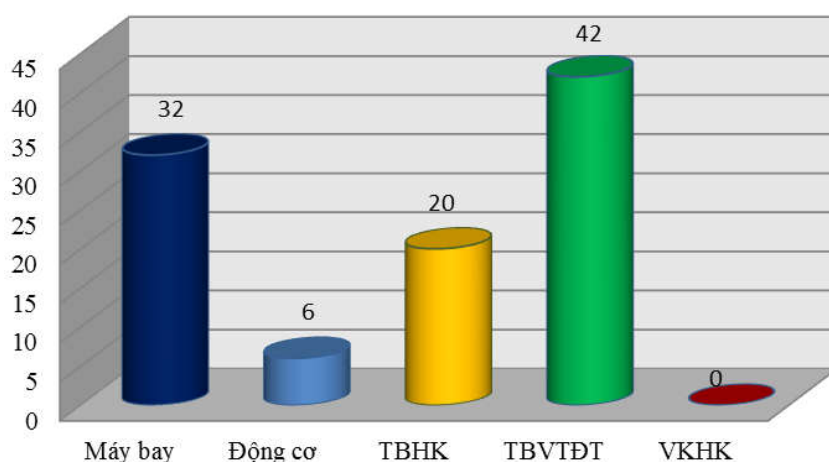
3. MỘT SỐ KẾT QUẢ VỀ NGHIÊN CỨU ĐỘ TIN CẬY CỦA CÁC KHỐI THIẾT BỊ VÔ TUYẾN ĐIỆN TRONG ĐIỀU KIỆN NHIỆT ĐỐI

Sử dụng CSDL được xây dựng để phân tích danh mục thay thế các khối và tổ hợp của máy bay Su-30MK2 từ tháng 12/2004 đến tháng 8/2014 theo lý lịch cho thấy, trong suốt giai đoạn khai thác máy bay Su-30MK2 ở điều kiện khí hậu nhiệt đới các khối thiết bị vô tuyến điện chính là những khối dễ bị hư hỏng nhất, chiếm khoảng 70% tất cả các hỏng hóc và sự cố của TBKT KQ (hình 2).



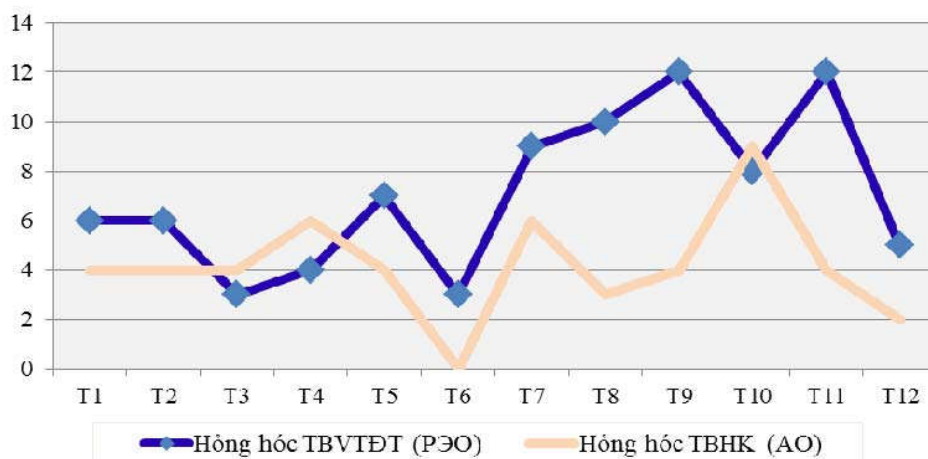
Hình 2. Sự phân bố theo % số lượng thay thế các khối và tổ hợp của 24 máy bay Su-30MK2

Trong khoảng thời gian từ tháng giêng đến tháng 12 năm 2013, đã có 50 lần thay thế các khối và tổ hợp trên 03 máy bay chỉ huy được ghi lại trong lý lịch máy bay. Sự phân bố hỏng hóc và sự cố theo chuyên ngành kỹ thuật tính bằng % trong giai đoạn khai thác này (hình 3). Có thể thấy rằng sự phân bố này tương ứng với sự phân bố của toàn bộ thời gian khai thác ở điều kiện nhiệt đới của các máy bay cùng loại.



Hình 3. Sự phân bố theo % số lượng thay thế các khối và tổ hợp trên ba máy bay chỉ huy Su-30MK2

Đồng thời có thể thấy rằng, phần lớn những hỏng hóc và sự cố thuộc các chuyên ngành AO (55%) và PĐO (65%) xác định được trong năm 2013 xảy ra vào mùa mưa được đặc trưng bởi độ ẩm tương đối cao của không khí (hình 4).



Hình 4. Sự phân bố số lượng hỏng hóc các khối PĐO và AO của ba máy bay chỉ huy theo tháng trong năm 2013

Cơ sở dữ liệu thu được đã thống kê sự thay thế các khối và tổ hợp của toàn bộ 24 máy bay Su-30MK2 và cho phép tiến hành phân tích và đưa ra danh mục các khối và tổ hợp hay bị hỏng nhất của máy bay là: Khối nguồn БП-58-01 của hệ thống СДУ-10-У; Bộ phận truyền động đa hướng ПМ-15БА; Bộ hướng quán tính đứng 705-6; Bộ điều khiển động cơ tích hợp КРД-99; Khối nguồn БП-56 của hệ thống điều khiển tự động САУ-10-01; Các khối của hệ thống ngắm radar H001БЭП: H001-25М, khối nguồn H001-76, H019-02АЭ, H001-03БП2; Chỉ thị trên kính chắn gió ИЛС-31; Khối 1 và 3 của đài vô tuyến Р800Л1Э...

Danh mục đầy đủ các hệ thống, khối và tổ hợp trên máy bay hay hồng nhất ở điều kiện nhiệt đới được đưa ra trong [1].

Các kết quả nghiên cứu trước đây của Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga [2, 4, 5] cho thấy, trong số những yếu tố tác động bên ngoài quan trọng nhất của khí hậu nhiệt đới gây ảnh hưởng tiêu cực lên trạng thái kỹ thuật của máy bay, có thể kể đến nhiệt độ môi trường và độ ẩm tương đối của không khí ở mức cao, bức xạ mặt trời, các tạp chất hoạt động gây ăn mòn có trong không khí (các clorua, sulfua, nito oxit...) và yếu tố sinh học thể hiện ở những vi sinh vật đa dạng như nấm mốc, vi khuẩn, mối mọt và thậm chí là cả côn trùng và chuột. Tác động kết hợp của những yếu tố nói trên gây ăn mòn mạnh hơn các chi tiết kim loại của khung máy bay, làm hỏng các khối vô tuyến điện, lão hóa và phá hủy sinh học những vật liệu phi kim trên máy bay. Qua khảo sát ý kiến của tập thể các cán bộ kỹ thuật Xưởng Bảo dưỡng kỹ thuật hàng không thuộc tiểu đoàn Bảo đảm kỹ thuật tại các trung đoàn không quân, có thể thấy các khối thiết bị vô tuyến điện thường xuyên bị hỏng hơn cả và cũng có thể dự đoán nguyên nhân hỏng hóc của chúng trong toàn bộ quá trình khai thác các máy bay Su-30MK2 ở vùng nhiệt đới.

Chẳng hạn, có thể thấy rằng phần lớn những hỏng hóc của các khối thiết bị vô tuyến điện trên máy bay Su-30MK2 là do tác động kết hợp của nhiệt độ và độ ẩm cao của môi trường xung quanh gây nên. Nhiều cán bộ của Tiểu đoàn kỹ thuật đã ghi nhận được sự thích ứng không hoàn toàn của các khối thiết bị (bản mạch) trên máy bay, đặc biệt ở dạng vi điện tử, khi hoạt động ở điều kiện nhiệt độ và độ ẩm cao, thể hiện ở sự xuất hiện chế độ hoạt động nhiệt không tính toán được của các thiết bị vô tuyến điện. Ngoài ra cũng nhận thấy các lớp phủ bo mạch điện tử hiện tại đang sử dụng có hiệu quả bảo vệ không cao.

Yếu tố nhiệt - ẩm đã làm tăng nhanh quá trình ăn mòn tại những chỗ tiếp xúc có điện áp thấp, tạo ra một lớp oxit bề mặt không dẫn điện, làm cho mạch điện bị hở hoặc bị đứt. Độ ẩm tương đối cao của không khí ($90\div 95\%$ vào mùa mưa), đã làm cho sương ngưng tụ rất nhiều trên thành vỏ thân máy bay, trong các khoang và trên bản mạch của các khối thiết bị vô tuyến của máy bay ngay khi có sự chênh lệch nhiệt độ nhỏ. Trong điều kiện nhiệt độ và độ ẩm môi trường cao, hỏng hóc của các bộ phận thành phần, đặc biệt là các vi mạch, xảy ra do ảnh hưởng của sự quá dòng khi bật các thiết bị và do sự rò dòng và đoản mạch cho đến nguyên nhân mạch điện bị cháy cục bộ do tính chất cách điện không hoàn toàn của lớp phủ bảo vệ mạch điện [3].

Khi vận hành hệ thống các trang thiết bị của máy bay trong điều kiện khí hậu nhiệt đới ẩm, ảnh hưởng có hại hơn cả lên các bộ phận của máy bay là tác động đồng thời của nhiệt độ và độ ẩm tương đối cao của môi trường xung quanh. Ví dụ, trong số những hỏng hóc đặc trưng nhất của các khối khác nhau của tổ hợp ngắm bắn radar (hình 5, 6, 7) có thể kể đến hỏng hóc của các khối biến áp, bao gồm cả biến áp trong những khối nguồn.



Hình 5. Ảnh chụp khối H001-25M nhìn từ bên ngoài - hỏng biến áp



Hình 6. Ảnh chụp khối H001-76 nhìn từ bên ngoài - hỏng biến áp



Hình 7. Ảnh chụp khối H001-22II nhìn từ bên ngoài - hỏng biến áp trong khối nguồn

Mặc dù giữa các lần bay, máy bay đều được đưa về nhà vòm để làm giảm đáng kể những tác hại của bức xạ mặt trời và lượng mưa trực diện, tuy nhiên vẫn ghi nhận được rất nhiều trường hợp hỏng hóc của các vi mạch, tụ điện và các biến áp khác nhau. Các kết quả nghiên cứu trước đây của Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga cho thấy, bên trong máy bay dòng Su-27 có thể có điều kiện cho sự tích tụ hơi nước trong các khoang.

Có thể loại bỏ ẩm trong các khoang phía trước bằng cách sử dụng thiết bị điều hòa không khí trên mặt đất. Tuy nhiên, tại đơn vị chúng thường được sử dụng theo định kỳ từ 1÷2 giờ mỗi ngày, điều này chưa đủ để thông gió và làm khô các thiết bị vô tuyến của máy bay. Có thể dự đoán rằng, nếu giảm được độ ẩm tương đối trong các khoang chứa các khối thiết bị xuống còn 50÷60%, mặc dù nhiệt độ của không khí vẫn còn ở mức cao, có thể cải thiện điều kiện làm việc của các khối thiết bị và làm giảm nguy cơ hỏng hóc của chúng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo đề tài “*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 PK-KQ*”, Mã số “Ecolan T-2.1”, Hà Nội, 2014.
2. Báo cáo đề tài “*Nghiên cứu sự ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới lên trạng thái kỹ thuật của thiết bị không quân. Xây dựng hệ thống bảo đảm thông tin trong khai thác và phương pháp bảo quản máy bay và khí tài hàng không*”, Mã số “Ecolan T-2.2”, Hà Nội, 2009.
3. Đỗ Văn Cẩm, Svitich A.A., Trịnh Quốc Khánh, Nguyễn Thị Trang, *Đánh giá độ bền nhiệt đới thiết bị vô tuyến điện tử đang khai thác ở điều kiện VN*, Độ bền nhiệt đới của vật liệu và hệ thống kỹ thuật, Tuyển tập tư liệu chuyên đề, Hà Nội, 1993.
4. Tài liệu hội thảo khoa học - thực tiễn “*Bảo đảm tính hiệu quả và chất lượng bảo dưỡng máy bay họ Su sau khi nhập về Việt Nam*”, Hà Nội, 2006.
5. Tài liệu khoa học - kỹ thuật, *Kinh nghiệm khai thác máy bay họ Su và bảo quản khí tài hàng không trong Quân chủng PK-KQ*, Hà Nội, 2011.

SUMMARY

THE RESULTS OF STUDIES ON THE RELIABILITY OF THE RADIO-ELECTRONIC BLOCKS AND DEVICES ON SU-30MK2 AIRCRAFTS IN TROPICAL CONDITIONS

This paper presents the necessity and method of building a database of failures, replacements of blocks and units of Su-30MK2 military aircraft. The database containing the data collected in the period between 2004 and 2014 for statistical analysis is created, and from that the blocks and units operating with unsatisfactory reliability in a tropical climate is identified. It is found that the radio-electronic blocks have the highest frequency of failures and replacements (accounts to 70%) and the number of the failures occurring during the rainy season is higher than that in the dry season (55% of aviation equipment and 65% of radio-electronic equipment).

Từ khóa: Độ tin cậy, khối thiết bị vô tuyến điện, máy bay Su-30MK2, cơ sở dữ liệu về hỏng hóc, ăn mòn, lão hóa, phá hủy sinh học.

Nhận bài ngày 26 tháng 4 năm 2016

Hoàn thiện ngày 02 tháng 6 năm 2016

⁽¹⁾ Viện Sinh thái và Tiến hóa, Viện Hàn lâm KH Nga mang tên A. N. Severtsov

⁽²⁾ Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga