

THỬ NGHIỆM TỰ NHIÊN ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG BẢO VỆ BO MẠCH ĐIỆN TỬ CỦA MỘT SỐ LỚP PHỦ

DOÀN QUÝ HIẾU ⁽¹⁾, NGUYỄN VIỆT THẮNG ⁽¹⁾, CHỬ MINH TIẾN ⁽¹⁾, TRẦN THỊ TUYẾN ⁽¹⁾

1. MỞ ĐẦU

Các thiết bị điện tử đã trải qua cuộc cách mạng về kích thước, hiệu suất và khả năng thích ứng các môi trường. Các mạch điện tử được thiết kế lắp đặt trên nhiều vũ khí thiết bị (VKTB) công nghệ cao như máy bay, xe tăng thiết giáp, tàu chiến cho đến các loại xe chuyên dụng như xe trạm điều khiển thông tin, xe ra đa, xe điều khiển pháo phản lực... Thực tế cho thấy, nhiều thiết bị điện tử hoạt động trong các môi trường khác nhau, kể cả môi trường có nhiệt độ - độ ẩm cao và chứa các chất ô nhiễm, gây ăn mòn. Đặc biệt, là đối với chi tiết kim loại có trong các mạch điện tử. Điều này làm giảm hiệu suất của chúng và có thể dẫn đến các sự cố chập điện và hỏng thiết bị.

Các VKTB có chứa các bo mạch điện tử khi bảo quản, khai thác sử dụng luôn chịu ảnh hưởng trực tiếp bởi các yếu tố như nhiệt độ, độ ẩm, bụi bẩn, nấm mốc, các chất ô nhiễm... dẫn đến bị lão hóa, hỏng hóc, ảnh hưởng đến tuổi thọ của thiết bị. Việc khắc phục, sửa chữa, thay thế các mạch điện tử, thiết bị gặp nhiều khó khăn, tốn kém. Một số thiết bị không có sẵn trong nước, phải đặt hàng từ nước ngoài. Với mục tiêu nâng cao độ bền và chống lão hóa, công nghệ lớp phủ bảo vệ cho mạch điện tử đã được nghiên cứu và phát triển cách đây nhiều năm [1-3]. Các lớp phủ bảo vệ cần phải đạt một số yêu cầu như: Có tính cách điện cao, không gây chập chập, gây nhiễu; có khả năng chống ẩm, thấm khí; có khả năng truyền nhiệt cao và làm việc ổn định ở nhiệt độ cao [4]. Để đánh giá khả năng bảo vệ của các lớp phủ đối với mạch điện tử cần phải tiến hành thử nghiệm tự nhiên và thử nghiệm gia tốc [5-8].

Bài báo trình bày phương pháp thử nghiệm tự nhiên để đánh giá tính chất bảo vệ của các lớp phủ thương mại cho mạch điện tử bao gồm: CPU800A/B, S830, AC-100 (Hàn Quốc), EDL-2-3 (Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga), Gamma Nano-2610 và Gamma Nano-2711 (Canada) tại Trạm Nghiên cứu thử nghiệm tự nhiên (NCTNTN) Hòa Lạc. Đây là các loại lớp phủ được sử dụng phổ biến, sẵn có trên thị trường Việt Nam. Dựa trên kết quả thử nghiệm thu được, nhóm tác giả đã đưa ra đánh giá, so sánh khả năng bảo vệ bo mạch điện tử của các lớp phủ.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng thử nghiệm

Bo mạch điện tử được lựa chọn để bảo vệ là bo mạch điều khiển nguồn cho PC. Đây là thiết bị phổ biến được sử dụng rộng rãi trong cả dân sự và quân đội, có nhiều mức điện áp dễ theo dõi, đánh giá trong quá trình thử nghiệm. Nguồn máy tính cung cấp đồng thời nhiều loại điện áp: +12 V, - 12 V, +5 V, +3,3 V,... với dòng điện định mức theo tiêu chuẩn công suất.

Các chỉ tiêu kỹ thuật của nguồn máy tính:

- Điện áp đầu ra: +12 V, - 12 V, +5 V, +3,3 V không sai lệch quá -5 đến +5% so với điện áp định danh khi mà nguồn hoạt động đến công suất thiết kế [9, 10]. Các màu dây tương ứng với các mức điện áp theo bảng 1.

Bảng 1. Các mức điện áp đầu ra của nguồn máy tính

Màu dây	Màu đen	Màu cam	Màu đỏ	Màu vàng	Màu xanh
Điện áp, V	0	+3,3	+5	+12	-12

Nhóm nghiên cứu lựa chọn nguồn PC Segotep SP-500E là nguồn ATX phổ biến trên thị trường vào thời điểm năm 2017. Để bảo vệ mạch điện nguồn PC Segotep SP-500E, nhóm đã tiến hành thử nghiệm tự nhiên đối với 06 lớp phủ trong bảng 2 như sau:

Bảng 2. Tên và số lượng các mẫu lớp phủ nguồn máy tính

TT	Mác lớp phủ	Xuất xứ	Số lượng
1	Gamma Nano 2610	hãng Gamma Nano, Canada	3
2	Gamma Nano 2711	hãng Gamma Nano, Canada	3
3	PU CPU800A/B	hãng Nabakem, Hàn Quốc	3
4	Epoxy EDL-2-3	TTND Việt - Nga	3
5	Silicon марки S380	hãng Nabakem, Hàn Quốc	3
6	Acrylic AC-100	hãng Nabakem, Hàn Quốc	3

2.2. Chuẩn bị mẫu

Chuẩn bị mạch điều khiển nguồn PC: Tháo vỏ hộp, loại bỏ các bụi bẩn nếu có bằng chổi lông, thấm cồn hoặc axetone để loại bỏ các vết bẩn hữu cơ, để khô. Sử dụng găng tay khi thao tác.

Tạo lớp phủ bảo vệ (lên các mẫu nền):

a) Đối với các lớp phủ dạng phun sương (áp dụng cho các sản phẩm: S830/Nabakem; AC-100/Nabakem; Gamma Nano-2610; Gamma Nano-2711):

Lắc kỹ bình trước khi xịt. Tiếp theo tiến hành phun một lượng nhỏ để kiểm tra vết phun. Sau đó phun lên bề mặt cần được xử lý ở khoảng cách 15 - 20 cm hoặc dùng đầu nối dài để phun trực tiếp tới bề mặt. Để thiết bị khô trong khoảng 30 phút trước khi đưa vào sử dụng. Phun trong điều kiện nhiệt độ phòng từ -20°C đến +35°C.

b) Đối với các lớp phủ dạng quét (áp dụng cho EDL-2-3):

Chuẩn bị vật liệu phủ:

- Phối trộn thành phần A (EDL-2-3/A) và thành phần B (EDL-2-3/B) với tỷ lệ tương ứng thành phần A : thành phần B = 100/56,26 (tính theo khối lượng).

- Khuấy trộn hỗn hợp bằng máy khuấy trong khoảng 5 phút. Tốc độ khuấy khoảng 100 vòng/phút.

- Hỗn hợp sau khi khuấy có thời gian sống tối đa là 6 giờ ở nhiệt độ phòng.

Phủ bo mạch:

Dùng chổi lông quét thành lớp mỏng và đều đặn trên từng mặt của bo mạch. Đưa chổi lông quét nhanh và đều ngang dọc trên bo mạch sao cho tất cả các tụ dán, trở dán, các cuộn cảm, biến áp, các IC khuếch đại, IC xử lý tín hiệu số, mối hàn, rơ le... đều phải đảm bảo đã được phủ kín. Để khô tự nhiên tại nơi thoáng mát, không bụi. Sau 24 giờ có thể tiến hành phủ tiếp các mặt còn lại của bo mạch.

c) Đối với lớp phủ dạng đổ đúc (áp dụng cho CPU-800A/B):

- Pha CPU-800A (chất chính) cùng với CPU-800B (chất làm khô) với tỉ lệ 1:1 (theo khối lượng) và khuấy đều với nhau, rồi phủ đều lên bề mặt bo mạch bằng phương pháp đúc.

- Thời gian khô của sản phẩm là khoảng 63 ± 5 phút ở điều kiện thường.

- Tránh để nước bắn vào vị trí đã phủ, hoặc rót vào trong can đựng sản phẩm.

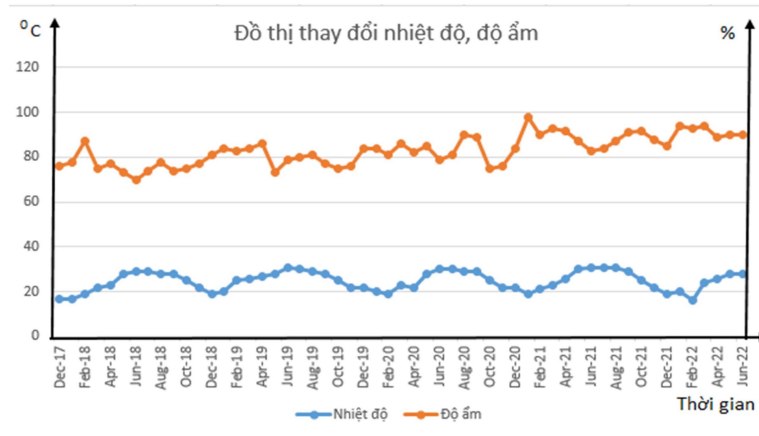
2.3. Tiến hành thử nghiệm

Qui cách phơi mẫu: Các mẫu trước khi phơi cần đo các tham số điện áp ban đầu của mạch nguồn PC. Tiến hành phơi tự nhiên trong nhà kho có mái che (hình 1). Đặt các mẫu thử cố định trên giá phơi nằm ngang. Các mẫu cách nhau tối thiểu 10 cm. Thời gian phơi mẫu: 6 năm. Trong quá trình phơi mẫu, tùy thuộc vào diễn biến trạng thái mẫu thử, có thể điều chỉnh chu kỳ quan sát và thời gian phơi mẫu cho phù hợp với thực tế thử nghiệm.



Hình 1. Nguồn điện cho máy tính trên giá thử nghiệm tại Trạm NCTNTN Hòa Lạc

Tại mỗi lần quan sát, lập biên bản đánh giá. Hàng tháng lập bảng các tham số khí tượng tại trạm, nơi tiến hành thử nghiệm. Sự thay đổi số liệu khí hậu chính (nhiệt độ, độ ẩm trung bình tháng) đo được theo chu kỳ quan sát mẫu tại Trạm NCTNTN Hòa Lạc từ tháng 12/2017 đến 06/2022 trên hình 2.



Hình 2. Đồ thị thay đổi nhiệt độ, độ ẩm trong thời gian thử nghiệm tại Trạm NCTNTN Hòa Lạc

Theo đồ thị nhiệt độ và độ ẩm cho thấy, nhiệt độ trung bình hàng tháng trong chu kỳ quan sát mẫu thay đổi từ 17°C đến 31°C, còn độ ẩm có những thời điểm khá cao, từ 90% đến 100% rơi vào các tháng 1, 2, 4, 8, 12. Độ ẩm cao là nguyên nhân gây ra những hỏng hóc, giảm độ bền, thời hạn sử dụng đối với các linh kiện, bo mạch điện tử.

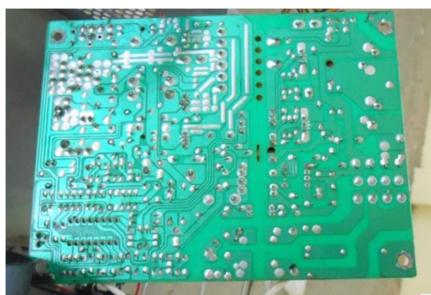
3. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Sau khi tiến hành thử nghiệm các mẫu lớp phủ bảo vệ cho bo mạch nguồn máy tính tại Trạm NCTNTN Hòa Lạc, kết quả cho thấy, tính đến ngày 06/06/2022, sau 55 tháng thử nghiệm, tất cả các loại lớp phủ được áp dụng cho bo mạch vẫn trong tình trạng tốt. Thông số điện áp của bộ nguồn cho PC trong quá trình thử nghiệm được thể hiện trên bảng 3. Trên mặt sau (dưới) bo mạch của các mẫu thử không có dấu hiệu bị ăn mòn, nhưng mức độ bóng (quan sát bằng mắt thường) đã giảm đáng kể (hình 2).

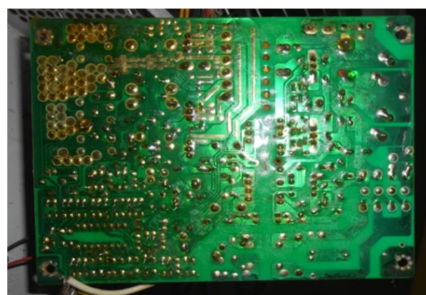
Bảng 3. Kết quả đo điện áp trên các mẫu bo mạch nguồn máy tính

Mác lớp phủ	Số ký hiệu của mẫu	Điện áp Đo ngày 10/12/2017				Điện áp Đo ngày 06/06/2022				Ghi chú
		3B	5B	12B	-12B	3B	5B	12B	-12B	
EDL	Nº 1	3,332	5,150	12,36	-11,74	3,332	5,100	12,54	-11,79	Sản phẩm của Trung tâm Nhiệt đới Việt-Nga (Lớp phủ đàn hồi khô) Mức điện áp thay đổi không nhiều
	Nº 2	3,339	5,178	12,40	-11,78	3,331	5,070	12,62	-11,86	
	Nº 3	3,323	5,176	12,35	-11,73	3,341	5,058	12,55	-11,79	
CPU 800A/B	Nº 1	3,323	5,151	12,33	-11,70	3,348	5,082	12,56	-11,80	Sản phẩm sản xuất tại Hàn Quốc (Lớp phủ cứng khô) Mức điện áp thay đổi không nhiều
	Nº 2	3,356	5,163	12,38	-11,74	3,320	5,063	12,51	-11,72	
	Nº 3	3,347	5,162	12,33	-11,69	3,342	5,126	12,45	-11,74	

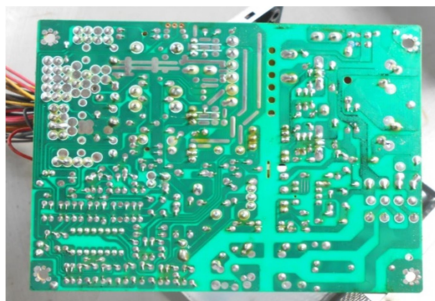
Mức lớp phủ	Số ký hiệu của mẫu	Điện áp Đo ngày 10/12/2017				Điện áp Đo ngày 06/06/2022				Ghi chú
		3B	5B	12B	-12B	3B	5B	12B	-12B	
AC-100	Nº 1	3,553	5,165	12,33	-11,70	3,332	5,153	12,34	-11,72	Sản phẩm sản xuất tại Hàn Quốc (Lớp phủ cứng khô) Mức điện áp thay đổi không nhiều
	Nº 2	3,348	5,187	12,33	-11,73	3,346	5,175	12,41	-11,82	
	Nº 3	3,382	5,154	12,34	-11,68	3,324	5,154	12,31	-11,68	
S 830	Nº 1	3,343	5,136	12,36	-11,74	3,340	5,132	12,37	-11,75	Sản phẩm sản xuất tại Hàn Quốc (Lớp phủ cứng khô) Mức điện áp thay đổi không nhiều
	Nº 2	3,355	5,156	12,36	-11,70	3,352	5,153	12,37	-11,73	
	Nº 3	3,322	5,150	12,36	-11,71	3,330	5,141	12,38	-11,73	
Nano Gama* 2610	Nº 1	3,369	5,185	12,41	-11,80	3,345	5,159	12,37	-11,75	Sản phẩm sản xuất tại Mỹ (lớp phủ dầu) Mức điện áp thay đổi không nhiều
	Nº 2	3,383	5,160	12,34	-11,42	3,335	5,171	12,40	-11,78	
	Nº 3	3,350	5,192	12,36	-11,75	3,340	5,182	12,35	-11,75	
Nano Gama* 2711	Nº 1	3,344	5,131	12,27	-11,64	3,331	5,127	12,28	-11,66	Sản phẩm sản xuất tại Mỹ (lớp phủ dầu) Mức điện áp thay đổi không nhiều
	Nº 2	3,347	5,178	12,41	-11,77	3,337	5,175	12,40	-11,77	
	Nº 3	3,344	5,178	12,40	-11,81	3,337	5,182	12,40	-11,83	



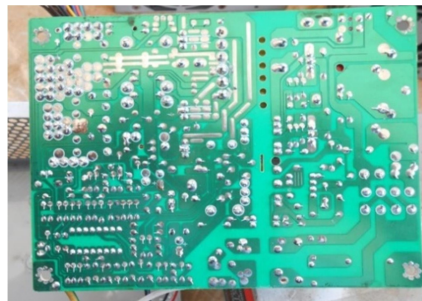
Mặt sau (dưới) của bo mạch nguồn máy tính mẫu lớp phủ Nano Gama * 2610



Mặt sau (dưới) của bo mạch nguồn máy tính mẫu lớp phủ EDL



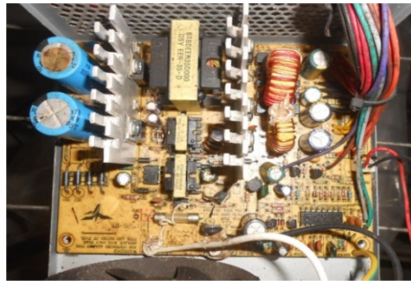
Mặt sau (dưới) của bo mạch nguồn máy tính mẫu lớp phủ Nano Gama * 2711



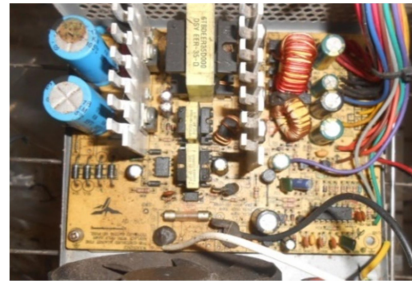
Mặt sau (dưới) của bo mạch nguồn máy tính mẫu lớp phủ S 830

Hình 2. Hình ảnh mặt sau (dưới) của bo mạch nguồn máy tính

Trên mặt trước (trên) bo mạch của tất cả các lớp phủ có hiện tượng bám bụi bẩn (hình 3). Ngoài ra, sau 55 tháng thử nghiệm, mức điện áp của các mẫu thử đã thay đổi ít nhiều so với mức đo được trong quá trình thiết lập thử nghiệm ban đầu. Trên bảng 4 thể hiện sự thay đổi các mức điện áp 3V, 5V, 12V và -12V của nguồn được bảo vệ bởi các loại lớp phủ khác nhau. Lớp phủ S 830 có mức điện áp thay đổi ít nhất. Các loại lớp phủ Nano Gama * 2610, Nano Gama * 2711, EDL, CPU 800 AB có mức điện áp thay đổi nhiều hơn, tuy nhiên vẫn nằm trong giới hạn cho phép (dưới 5% theo quy định của nhà sản xuất). Lớp phủ AC-100 có mức thay đổi điện áp cao nhất, vượt mức cho phép của nhà sản xuất (-6,41%) (hình 4).



Mặt trước (trên) của bo mạch nguồn máy tính mẫu lớp phủ Nano Gama * 2711



Mặt trước (trên) của bo mạch nguồn máy tính mẫu lớp phủ Nano Gama * 2610

Hình 3. Hình ảnh mặt trước (trên) của bo mạch nguồn máy tính

Bảng 4. Kết quả thay đổi điện áp trên các mẫu thử thứ nhất (№ 1) của các loại lớp phủ bo mạch nguồn máy tính sau 55 tháng thử nghiệm tự nhiên tại Trạm NCTNTN Hoà lạc

Tên lớp phủ	EDL (№ 1)	CPU 800 A/B (№ 1)	AC-100 (№ 1)	S 830 (№ 1)	Nano Gama* 2610 (№ 1)	Nano Gama* 2711 (№ 1)
3V, %	0,00	0,75	-6,41	-0,09	-0,70	-0,39
5V, %	-0,97	-1,34	-0,23	-0,08	-0,50	-0,08
12V, %	1,46	1,86	0,08	0,08	-0,32	0,08
-12V, %	-0,43	0,85	-0,17	-0,09	0,42	-0,17

Từ những kết quả thử nghiệm nêu trên, có thể thấy các bo mạch nguồn PC được bảo vệ bởi 06 lớp phủ trong quá trình thử nghiệm không bị ăn mòn, vẫn đảm bảo thông mạch. Đa số các loại lớp phủ có mức điện áp thay đổi vẫn nằm trong giới hạn cho phép (dưới 5% theo quy định của nhà sản xuất), trừ lớp phủ AC-100 có mức thay đổi điện áp vượt mức cho phép của nhà sản xuất (-6,41%). Sau 55 tháng thử nghiệm bo mạch nguồn PC có hiện tượng bám bụi theo thời gian. Đây là các kết quả thử nghiệm tự nhiên ban đầu, có giá trị để tham khảo. Chương trình thử nghiệm tự nhiên đối với 06 lớp phủ bảo vệ cho bo mạch nguồn máy tính trong điều kiện khí hậu nhiệt đới tại trạm Hoà Lạc vẫn tiếp tục.

4. KẾT LUẬN

- Đã tiến thử nghiệm tự nhiên tại Trạm NCTNTN Hòa Lạc để đánh giá khả năng bảo vệ của 06 lớp phủ CPU800A/B, S830, AC-100 (Hàn Quốc), EDL-2-3 (TTNDVN) và Gamma Nano-2610, Gamma Nano-2711 (Canada) đối với bo mạch điện tử nguồn PC. Kết quả nghiên cứu cho thấy, bề mặt các mẫu chưa xuất hiện gỉ đỏ sau 55 tháng thử nghiệm.

- Điện áp đo được của các mẫu sau thời gian thử nghiệm tự nhiên 55 tháng tại Trạm NCTNTN Hòa Lạc có sự thay đổi không đáng kể so với mẫu ban đầu, các bo mạch nguồn PC vẫn hoạt động bình thường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. James J. Licari, Laura A. Hughes, *Handbook of polymer coatings for electronics*, Noyes Publications, 1990, 391p.
2. James J. Lican, *Coating materials for electronic applications*, Noyes Publications, 2003, 531p.
3. J. Starlet Vimala, M. Natesan, Susai Rajendran, *Corrosion and protection of electronic components in different environmental conditions - An overview*, The Open Corrosion Journal, 2009, 2:105-113.
4. Nguyễn Phi Long, Nguyễn Như Hưng, Đồng Phạm Khôi, Lê Quỳnh Ngân, Trần Nguyễn Ngân Hà, Trần Thị Thu Hằng, Lương Xuân Tiến, *Nghiên cứu chế tạo lớp phủ bảo vệ bo mạch điện tử trên cơ sở nhựa epoxy biến tính bằng cao su polysulfide lỏng*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ nhiệt đới, 12/2015, 9:44-52.
5. TCVN 8785-2011 (phần 1-14), *Sơn và lớp phủ bảo vệ - Hướng dẫn đánh giá hệ sơn và lớp phủ trong điều kiện tự nhiên*.
6. GOST 9.407-84, *Sơn phủ - Đánh giá ngoại quan*.
7. GOST 15963-79, *Chỉ tiết điện tử dùng trong các vùng khí hậu nhiệt đới - Yêu cầu chung và phương pháp thử*.
8. GOST 16962.2-89, *Chỉ tiết điện tử - Phương pháp thử nghiệm độ bền dưới tác động của các yếu tố khí hậu bên ngoài*.

Nhận bài ngày 15 tháng 7 năm 2022

Phản biện xong ngày 05 tháng 8 năm 2022

Hoàn thiện ngày 18 tháng 10 năm 2022

⁽¹⁾ Viện Độ bền Nhiệt đới, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga

Liên hệ: **Doãn Quý Hiếu**

Viện Độ bền Nhiệt đới, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga
Số 63 Nguyễn Văn Huyền, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam
Điện thoại: 0962882861; Email: dqhieu57@gmail.com