

MÁY ĐO PHÓNG XẠ ĐA NĂNG: THIẾT KẾ, CHẾ TẠO VÀ KIỂM NGHIỆM

Vũ Thị Kim Duyên^{1*}, Nguyễn Văn Sĩ², Nguyễn Thanh Hùng²

Tóm tắt: Nghiên cứu này trình bày quá trình thiết kế, chế tạo và kiểm nghiệm một máy đo phóng xạ đa năng (có thể đo được nhiều loại bức xạ khác nhau với dải đo liều phóng xạ gamma rộng, từ 0,15 μSv đến 20 Sv). Máy đo phóng xạ bao gồm 2 phần cơ bản: đầu dò và hệ điện tử. Để đo được đa dạng các loại phóng xạ khác nhau (α , β , γ , và n) thì các loại đầu dò khác nhau (kết hợp giữa tinh thể CLYC ($\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6:\text{Ce}$) ghi nhận γ và n với diode bán dẫn Silic PIN photodiode S3590-08; và kết hợp giữa tinh thể ($\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6:\text{Ce}$)-BGO ghi nhận α , β với diode bán dẫn Silic PIN photodiode S3590-09) được sử dụng đồng thời trong một máy đo. Hệ điện tử với bộ phận chính là các vi điều khiển hiện đại (đang được nhiều phòng thí nghiệm trên thế giới sử dụng) và các cấu kiện khác được lựa chọn sao cho máy đo có thể chịu đựng được các điều kiện hoạt động khắc nghiệt khác nhau trong môi trường quân sự. Quá trình hiệu chuẩn, kiểm nghiệm máy đo phóng xạ đa năng (được chế tạo bởi nhóm nghiên cứu) được thực hiện tại các phòng thí nghiệm chuyên ngành trong nước nhằm khẳng định khả năng hoạt động tương đương của máy tự chế tạo với thiết bị thương mại thành phẩm của quốc tế.

Từ khóa: PIN Photodiode; Gamma; Alpha; Beta; Neutron; Vi điều khiển.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, với các mục tiêu hoạt động của các cơ sở quân đội, đòi hỏi các khí tài, trang thiết bị trong các cơ sở quân đội ngày càng hiện đại, vừa đáp ứng được tính cơ động, linh hoạt, hiện đại vừa phải đáp ứng được các yêu cầu hoạt động trong điều kiện môi trường khắc nghiệt. Với yêu cầu ngày càng cao trong việc áp dụng các loại máy đo phóng xạ vào trong yêu cầu hoạt động thực tiễn của môi trường quân đội thì vấn đề đánh giá, đảm bảo an toàn bức xạ cho các cán bộ quân nhân là một nhu cầu cấp bách, để thực hiện được điều này một cách hiệu quả, thì công tác thiết kế, chế tạo các máy đo phóng xạ là hết sức cần thiết nhằm giúp cho lực lượng quân đội chủ động về công nghệ, kỹ thuật trong quá trình từng bước tiến lên chính quy, hiện đại làm chủ được các công nghệ, khí tài của mình. Do đó, trong nghiên cứu này nhóm tác giả đề cập đến việc thiết kế, chế tạo và kiểm nghiệm tính năng hoạt động của máy đo phóng xạ đa năng dùng trong ứng phó các sự cố phóng xạ, đánh giá an toàn bức xạ ion hóa cho các đơn vị quân sự có ứng dụng phóng xạ trong quá trình nghiên cứu, ứng dụng tại đơn vị.

Việc chế tạo các loại thiết bị đo phóng xạ đã được nhiều tập đoàn, công ty công nghiệp lớn trên thế giới thực hiện với các công nghệ hiện đại tiên tiến như Bruker, Ortec (Đức), Canberra (Mỹ). Tại Việt Nam, nhiều nhà khoa học, cơ sở nghiên cứu đã chế tạo các máy đo phóng xạ. Tuy nhiên, các loại máy phóng xạ được chế tạo tại Việt Nam, tính đến nay, đều thường chỉ nhằm vào mục đích đo đặc một loại bức xạ cụ thể nào đó (không đo được nhiều loại bức xạ khác nhau). Do đó, khi có sự cố bức xạ, hạt nhân xảy ra cần sử dụng nhiều các loại máy đo phóng xạ khác nhau, điều này gây ra không ít khó khăn trong quá trình thực hiện nhiệm vụ. Với những thực tại như trên, nhóm nghiên cứu đã thiết kế chế tạo một máy đo phóng xạ tích hợp khả năng đo đặc nhiều loại phóng xạ khác nhau (các loại phóng xạ α , β , γ , và n) đáp ứng được tính linh hoạt trong di chuyển, thỏa mãn được các đặc trưng kỹ thuật cơ bản của một máy đo phóng xạ đang tồn tại trên thị trường.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả trình bày thiết kế hệ điện tử, chế tạo các cấu kiện trong quá trình chế tạo một máy đo phóng xạ đa năng, tích hợp khả năng đo các loại phóng

xạ α , β , γ , và n. Các đầu dò nhạy các loại phóng xạ khác nhau được sử dụng trong quá trình thiết kế, khối vi xử lý trung tâm sử dụng chip điều khiển STM 32F407 để thiết kế, chế tạo bộ phận điện tử của máy. Các cấu kiện khác của máy (vỏ máy, màn hình máy,...) cũng được nhóm nghiên cứu lựa chọn kiểu dáng, có tính đến điều kiện hoạt động trong môi trường khắc nghiệt. Quá trình kiểm nghiệm các thông số kỹ thuật của máy cũng được thực hiện theo các tiêu chuẩn TCVN, MIL-STD 810G (Mỹ) tại các phòng thí nghiệm chuyên ngành trong nước để khẳng định tính năng hoạt động của thiết bị.

2. THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MÁY ĐO PHÓNG XẠ

2.1. Hệ ghi nhận phóng xạ alpha, beta, gamma và neutron

Để ghi nhận phóng xạ alpha (α) và beta (β), gamma (γ) và neutron (n), nhóm tác giả sử dụng kết hợp tinh thể nhấp nháy nhạy phóng xạ và PIN photodiode (PD) bán dẫn nhạy quang. Tinh thể nhấp nháy CLYC ($\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6:\text{Ce}$), sản xuất bởi hãng Kinheng, được sử dụng trong thiết kế hệ ghi nhận phóng xạ. Thông số cơ bản của tinh thể nhấp nháy này được mô tả trong bảng 1. PIN photodiode (PD) bán dẫn Silic nhạy quang loại 3590 (ký hiệu PIN PD S3590), sản xuất bởi hãng Hamamatsu, được sử dụng để ghi nhận ánh sáng tạo ra sau khi bức xạ α , β , γ và n tương tác với tinh thể nhấp nháy. Tính chất của PIN PD S3590 được mô tả trong bảng 2.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của tinh thể CLYC ($\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6:\text{Ce}$) [1, 2].

TT	Thông số	Đặc trưng - Dải đo
1	Nhiệt độ nóng chảy	640 ⁰ C
2	Hàm lượng ⁶ Li làm giàu	96%
3	Khối lượng riêng	3,31 g/cm ³
4	Chiết suất	1,81 (400nm)
5	Dải bước sóng phát xạ	275 - 450 nm
6	Bước sóng phát xạ có cường độ lớn nhất	370 nm
7	Hằng số thời gian phân rã	1 ns, 50 ns, 1000 ns
8	Năng suất phát sáng	20.000 photon/MeV
9	Phân biệt xung	Phân biệt được gamma và neutron

Bảng 2. Thông số kỹ thuật của PIN PD S3590 tại 25⁰C, $V_R=70V$ [3, 4].

Thông số	Đặc trưng
Kích thước bề mặt nhạy photon ánh sáng	10 mm × 10 mm
Điện áp ngược (cực đại)	100 V
Độ dày lớp suy giảm	0,3 mm
Dải phổ bước sóng đáp ứng	từ 340 nm đến 1100 nm
Đỉnh nhạy tại bước sóng	960 nm
Dòng tối (cực đại)	6 nA
Điện dung nội tại	40 pF

Để đo phóng xạ γ và n, tinh thể nhấp nháy CLYC ($\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6:\text{Ce}$) được pha với Li⁶ (làm giàu 96%) có kích thước 12 mm x 10 mm x 10 mm của hãng Kinheng được lựa chọn sử dụng kết hợp với PIN PD S3590, mã số 08 (ký hiệu PIN PD S3590-08) do hãng Hamamatsu sản xuất. Sau khi γ và n tương tác với tinh thể nhấp nháy sẽ sinh ra chớp sáng, chớp sáng này được ghi nhận bởi PIN PD S3590-08. Từ cường độ ánh sáng ghi nhận được, thành phần phóng xạ γ và n sẽ được tính toán.

Để ghi nhận phóng xạ α và β , tinh thể nhấp nháy CLYC ($\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6:\text{Ce}$) có kích thước 12 mm x 10 mm x 10 mm được sử dụng kết hợp với PIN PD S3590, mã số 09 (ký hiệu PIN PD

S3590-09) có cửa sổ trần. Quá trình ghi nhận bức xạ α và β tương tự như được nêu ra ở trên.

2.2. Vi điều khiển ARM

Trong nghiên cứu này, để chế tạo bộ điều khiển trung tâm cho máy đo phóng xạ, nhóm tác giả đã lựa chọn vi điều khiển ARM có cấu trúc 32bit. Vi điều khiển ARM là loại mới, có tốc độ xử lý nhanh, với bộ nhớ lớn, sử dụng tiết kiệm năng lượng, hiện đang được sử dụng nhiều trong các thiết bị điện thoại và máy tính bảng thông minh, máy nghe nhạc đa phương tiện...[6].

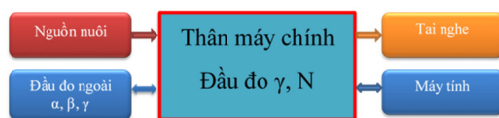
Chip xử lý số liệu của vi điều khiển được lựa chọn sử dụng là loại STM32 F407VET6 thuộc dòng ARM Cortex M4 của hãng STMicroelectronics với các thông số kỹ thuật được mô tả như trong bảng 3:

Bảng 3. Thông số kỹ thuật của chip STM32 F407VET6 (dòng ARM Cortex M4) [5].

Thông số	Đặc trưng
Đường truyền/tần số	32 bit/ 168 MHz
cổng Vào/Ra GPIO	82/100 Pin
Bộ nhớ Flash	512 kB
Bộ nhớ RAM	192x8 kB
ADC	12bit x 16 kênh
DAC	12bit x 2 kênh
Bộ đếm/ loại	14 bộ/ 16 bit và 32 bit
Kết nối hỗ trợ	CAN, USB, USART, SPI, I2C, Ethernet, DCMI
Công cụ lập trình	STM32 CubeMX và Keil

2.3. Sơ đồ khối điện tử của máy đo phóng xạ

Thiết bị đo phóng xạ đa năng bao gồm thân máy chính chứa đầu đo γ , n bên trong và một đầu đo bên ngoài có thể kết nối với máy chính để đo bức xạ α, β và γ . Sơ đồ khối của thiết bị đo phóng xạ đa năng được mô tả trong hình 1. Thân máy chính chứa vi điều khiển làm nhiệm vụ điều khiển toàn bộ hoạt động của thiết bị như: điều khiển quá trình truyền, nhận số liệu, lưu trữ, hiển thị kết quả đo, cài đặt, thiết lập các tham số cấu hình hệ thống,... Sơ đồ khối của thân máy chính được mô tả trong hình 2.



Hình 1. Sơ đồ khối của thiết bị đo phóng xạ đa năng.



Hình 2. Sơ đồ khối chức năng của thân máy chính.

Nguyên lý hoạt động: Thiết bị đo phóng xạ đa năng có khả năng đo được các loại bức xạ alpha, beta, gamma và neutron. Các đầu đo sẽ đảm nhận việc ghi nhận các loại bức xạ và chuyển chúng thành tín hiệu điện thông qua mạch tiền khuếch đại. Sau đó, các tín hiệu này sẽ được khuếch đại tới một biên độ cần thiết đưa qua bộ phân biệt xung để tạo ra tín hiệu xung logic.

Mỗi bức xạ tương tác với đầu đo sẽ tạo thành một xung điện tương ứng ở lõi ra mạch khuếch đại và theo đó sẽ tạo ra một xung logic, tần số tín hiệu xung logic này sẽ tỷ lệ thuận với suất liều bức xạ tương tác tới đầu đo. Một bộ đếm xung sẽ thực hiện việc đếm xung logic này trong chu kỳ thời gian nhất định, các số đếm thu được sẽ được hiệu chuẩn để tính ra suất liều bức xạ.

2.4. Thân máy

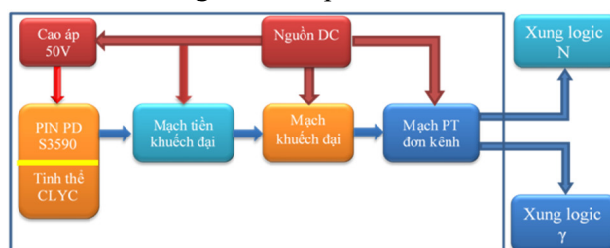
Thiết bị dùng trong mục đích quân sự, có tính cơ động, chống rung, chống sóc, chống ẩm và chống ăn mòn, đồng thời phải đảm bảo độ bền, chắc của thiết bị. Với đặc tính cứng, nhẹ và dễ thao tác, nhôm là vật liệu được chọn để thiết kế thân, vỏ máy và các phụ kiện kèm theo. Nhóm nghiên cứu đã chọn vật liệu là nhôm chất lượng cao A 6061 của Hàn Quốc (đã được anot hóa) để làm thân máy. Quá trình kiểm tra các đặc tính lý, hóa của vật liệu được thực hiện tại Phòng thí nghiệm của “Viện độ bền nhiệt đới” thuộc “Trung tâm nhiệt đới Việt-Nga” theo tiêu chuẩn “MIL STD 810G Method 509.5” của quân đội Mỹ. Tổng thời gian thử nghiệm là 2 chu kỳ (mỗi chu kỳ gồm: 48 giờ phun mù muối (ở nhiệt độ buồng thử là 35°C); 48 giờ sấy khô (ở nhiệt độ 25°C và độ ẩm 45%). Kết quả, mẫu nhôm A 6061 sau khi đã anot hóa không bị ăn mòn, phù hợp để làm vật liệu chế tạo thân, vỏ máy và các phụ kiện kèm theo.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

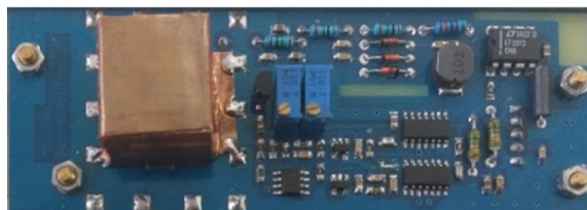
3.1. Khối đo gamma và neutron gắn liền

Sơ đồ khối và mạch điện tử (thiết kế bởi nhóm nghiên cứu) của bộ phận đo đặc neutron và gamma (gắn liền với thân máy) được mô tả lần lượt trong hình 3 và hình 4. Khi bức xạ tương tác vào tinh thể CLYC sẽ tạo ra các chớp sáng, PIN PD S3590-08 được cung cấp điện áp phân cực ngược sẽ biến đổi các chớp sáng này thành tín hiệu điện thông qua mạch tiền khuếch đại nhạy điện tích. Các tín hiệu xung điện áp sau tiền khuếch đại sẽ được khuếch đại tới biên độ vài vôn và đưa tới bộ phân tích biên độ đơn kênh tạo ra hai cửa sổ phân biệt hai tín hiệu xung bức xạ γ và n .

Tần số xung logic được tạo ra sẽ tỷ lệ với suất liều bức xạ tương tác tới đầu đo, do đó, các xung logic được tạo ra sau mạch phân tích biên độ đơn kênh này được đưa tới hai bộ đếm khác nhau để đếm số xung trong một đơn vị thời gian nhất định. Bằng phương pháp hiệu chuẩn số đếm với suất liều sẽ xác định được giá trị suất liều bức xạ tương tác tới đầu đo. Đặc trưng kỹ thuật của khối đo gamma và phát hiện neutron được liệt kê trong bảng 4.



Hình 3. Sơ đồ khối mạch đo bức xạ gamma và neutron.



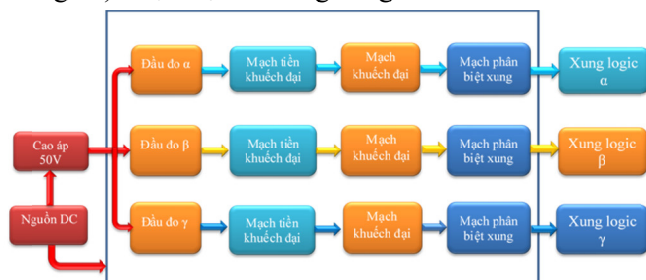
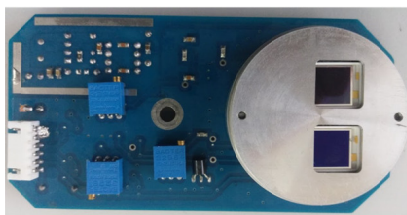
Hình 4. Hình ảnh khối ghi nhận bức xạ gamma và neutron.

Bảng 4. Đặc trưng kỹ thuật khối đo liều gamma và phát hiện neutron.

Thông số	Đặc trưng
Tinh thể đo phóng xạ	CLYC ($\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6: \text{Ce}$) kích thước 12 mm x 10 mm x 10 mm
Diode bán dẫn Silic	PIN PD S3950-08
Dải năng lượng	70 keV - 2,2 MeV
Dải suất liều	0,15 $\mu\text{Sv/h}$ ÷ 20 Sv/h
Điện áp phân cực	41,8 V
Điện áp nguồn nuôi	3 V - 5 V, 24 mA
Kích thước (dài x rộng)	112 mm x 39 mm

3.2. Khối đo alpha, beta và gamma nối ngoài

Sơ đồ khối và mạch điện tử (thiết kế bởi nhóm nghiên cứu) của bộ phận đo đặc alpha, beta, và gamma (nối ngoài) được mô tả lần lượt trong hình 5 và hình 6. Khi bức xạ tương tác vào tinh thể CLYC sẽ tạo ra các chớp sáng, Diode PIN PD S3590-09 được cung cấp điện áp phân cực ngược sẽ biến đổi các chớp sáng này thành tín hiệu điện thông qua mạch tiền khuếch đại nhạy điện tích. Tiếp theo, các xung điện được khuếch đại và đưa tới bộ phân biệt xung để tạo thành các xung logic đưa tới bộ đếm, số đếm của xung điện này sẽ tỷ lệ với số đếm bức xạ tương ứng đi tới đầu dò. Đặc trưng kỹ thuật của khối đo alpha, beta, và gamma (nối ngoài) được liệt kê trong bảng 5.

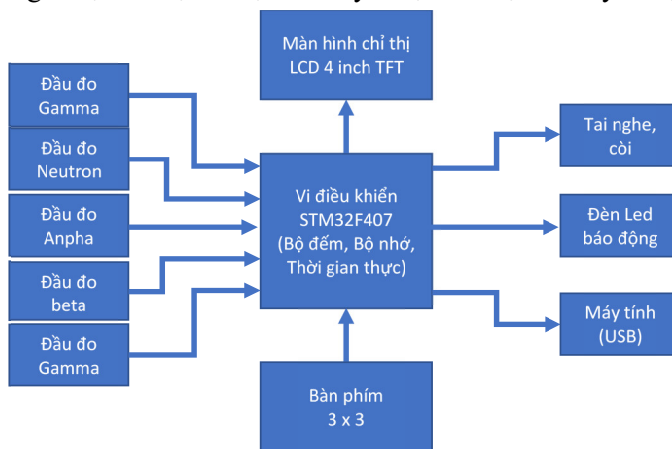
**Hình 5.** Sơ đồ khối mạch ghi nhận bức xạ alpha, beta, gamma.**Hình 6.** Hình ảnh khối ghi nhận bức xạ alpha, beta, gamma.**Bảng 5.** Đặc trưng kỹ thuật khối đo alpha, beta, gamma.

Thông số	Đặc trưng
Tinh thể đo phóng xạ	CLYC ($\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6: \text{Ce}$), BGO kích thước 12 mm x 10 mm x 10 mm
Diode bán dẫn Silic	PIN PD S3950-09
Dải năng lượng gamma	70 keV - 2,2 MeV
Dải suất liều gamma	0,15 $\mu\text{Sv/h}$ ÷ 20 Sv/h
Dải số đếm alpha, beta	0 - 300.000 cps
Điện áp phân cực	41,8 V
Điện áp nguồn nuôi	3 V - 5 V, 24 mA
Kích thước (dài x rộng)	102 mm x 60 mm

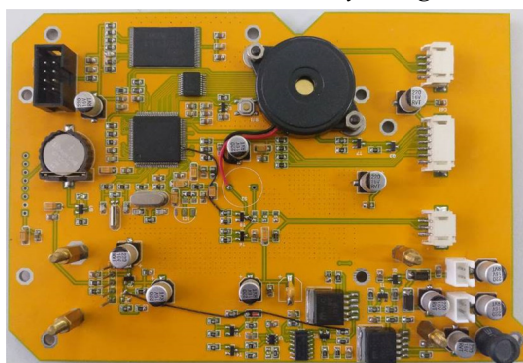
3.3. Khối vi xử lý trung tâm

Khối vi xử lý của máy đo phóng xạ đa năng có chức năng ghi nhận, lưu giữ số liệu. Các tín hiệu xung logic ghi nhận được từ các loại bức xạ khác nhau được đưa vào các bộ đếm khác nhau tương ứng của vi điều khiển để đếm xung và tính toán cường độ, liều lượng bức xạ. Các số liệu về liều lượng bức xạ được lưu trữ tự động vào bộ nhớ thiết bị và hiển thị trên màn hình LCD. Người sử dụng có thể giao tiếp với máy đo phóng xạ thông qua bàn phím và phần mềm được xây dựng cho máy đo. Do đó, các tính năng cơ bản như: cài đặt các ngưỡng cảnh báo phóng xạ, phát tín hiệu cảnh báo, cảnh báo thông qua ánh sáng đèn, tạo âm thanh cảnh báo, kết nối tai nghe không dây, ...có thể thực hiện được.

Sơ đồ khối bộ vi xử lý trung tâm và bộ vi xử lý trung tâm thành phẩm được mô tả trong hình 7, hình 8. bảng 6 liệt kê một số đặc tính kỹ thuật của bộ vi xử lý trung tâm.



Hình 7. Sơ đồ khối vi xử lý trung tâm.



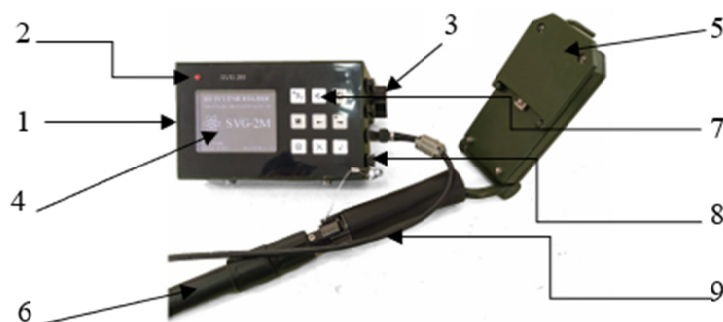
Hình 8. Hình ảnh khối vi xử lý trung tâm.

Bảng 6. Đặc trưng kỹ thuật khối vi xử lý trung tâm.

Thông số	Đặc trưng
Bộ vi xử lý trung tâm	Cortex M4 32 bit, tốc độ 168 MHz
Bộ nhớ chương trình/ Bộ nhớ RAM	512 kB, 192 x 8 kB
Bộ nhớ dữ liệu	128 MB (có thể lưu được 13000 bộ số liệu)
Số lượng bộ đếm	5 bộ 16 bit
Màn hình	LCD TFT 4 inch
Báo động	Âm thanh, ánh sáng, hiển thị
Cổng kết nối	USB
Kích thước mạch (dài x rộng)	150 mm x 106 mm

3.4. Máy đo phóng xạ đa năng thành phẩm

Thân vỏ máy và các chi tiết cơ khí sau khi gia công được anot hóa để đảm bảo chịu được điều kiện môi trường khắc nghiệt. Khối xử lý trung tâm và các khối chức năng sau khi được thiết kết, lắp đặt và hiệu chỉnh cùng với các hệ cơ khí đã chế tạo sẽ được nhóm nghiên cứu lắp ráp đồng bộ. Máy đo sau khi đã đồng bộ có dạng như hình 9, cấu tạo chính gồm thân máy, đầu đo ngoài, cán cầm, giắc nối.



Hình 9. Hình ảnh máy SVG-2M thành phẩm.

Ghi chú: 1- Thân máy 4- Màn hình chỉ thị 7- Phím chức năng
2- Đèn báo 5- Đầu đo ngoài 8- Giắc nối
3- Ống pin 6- Cán cầm 9- Cáp nối

3.5. Kiểm nghiệm các thông số kỹ thuật đo liều của máy đo phóng xạ đa năng

Máy đo phóng xạ đa năng, sau khi được chế tạo, đã được hiệu chuẩn tại Trung tâm An toàn bức xạ (thuộc Viện Khoa học kỹ thuật hạt nhân, phòng chuẩn liều bức xạ ion hóa cấp II nằm trong mạng lưới các phòng chuẩn cấp II của Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế, IAEA và cơ quan Tổ chức Y tế Thế giới, WHO) sử dụng nguồn chuẩn gamma ^{137}Cs , hoạt độ 37MBq (18/08/2001). Kết quả hiệu chuẩn được tóm tắt trong bảng 7. Từ các giá trị hệ số chuẩn cho thấy, máy đo liều phóng xạ đa năng (được chế tạo bởi nhóm nghiên cứu) hoàn toàn đáp ứng được tiêu chuẩn đo đặc chính xác liều phóng xạ gamma.

Bảng 7. Kết quả hiệu chuẩn máy đo phóng xạ đa năng SVG-2M.

Nguồn phóng xạ	Suất liều chuẩn ($\mu\text{Sv/h}$)	Số đọc của máy ($\mu\text{Sv/h}$)	Hệ số chuẩn (Suất liều chuẩn/Số đọc của máy)
^{137}Cs (662 keV)	15	16,4	0,91
	60	66,3	0,90
	150	148,0	1,01
	600	594,0	1,01
	1500	1514,0	0,99
	6000	5870,0	1,02

Việc kiểm chứng khả năng phát hiện α , β và n của máy chế tạo bởi nhóm nghiên cứu, thực hiện bằng cách so sánh tốc độ đếm của máy đo phóng xạ tự chế tạo với tốc độ đếm máy đo cùng loại (SVG-2, được chế tạo bởi Đức) khi chúng được chiếu với cùng một nguồn phóng xạ như nhau. Trong thí nghiệm này, các loại nguồn phóng xạ được sử dụng như sau: nguồn phóng xạ alpha, beta (hoạt độ ban đầu vào 300Bq, khoảng cách đo đặc là 5 mm) và nguồn neutron $^{241}\text{Am-Be}$ (cường độ ban đầu là $1,299\text{E}+07 \text{ s}^{-1}$ vào ngày 23/01/2015, hình học chiếu là như nhau, thời gian đo 300 giây). Kết quả được chỉ ra trong bảng 8 cho thấy, máy SVG-2M tự chế tạo có khả năng phát hiện được các bức xạ α , β và n tương đương với máy SVG2 của hãng Bruker sản xuất.

Bảng 8. Kết quả đo bức xạ α , β và n của máy SVG-2M và SVG-2.

Nguồn phóng xạ	Số đếm của máy SVG-2M (A)	Số đếm của máy SVG-2 (B)	Tỷ số (A/B)
Nguồn alpha	25,55	29,31	0,87
Nguồn beta	15,69	15,89	0,99
Nguồn neutron không làm chậm	33 (phát hiện được)		
Nguồn neutron làm chậm	28 (phát hiện được)		

3.6. So sánh chức năng cơ bản của máy đo phóng xạ SVG-2M và SVG-2.

Tính năng tương đương của máy đo phóng xạ (tự chế tạo) và máy đo thương mại tương ứng (SVG-2, Đức chế tạo) được so sánh thông qua các chức năng cơ bản liệt kê trong bảng 9, 10. Từ bảng 9, 10 cho thấy, tính năng của máy đo phóng xạ đa năng tự chế tạo dựa trên sản phẩm thương mại của máy đo phóng xạ SVG-2 (Đức chế tạo) có các tính năng tương tự nhau.

Bảng 9. Bảng so sánh kết quả đo suất liều gamma của máy SVG-2M và SVG-2.

Nguồn phóng xạ	Suất liều gamma SVG2M ($\mu\text{Sv/h}$)	Suất liều gamma SVG-2 ($\mu\text{Sv/h}$)	Tỷ số suất liều của máy SVG2M/SVG2
Gamma ^{137}Cs -10 μCi (Sản xuất 1/6/2013)	49,2	48,9	1,01
	47,5	51,4	0,92
	50,0	47,7	1,05
	44,9	45,2	0,99
	46,7	50,2	0,93
TB	47,7	48,7	0,98

Bảng 10. So sánh các chức năng kỹ thuật cơ bản của máy đo phóng xạ đa năng SVG2M và máy đo phóng xạ thương mại SVG-2.

TT	Thông số	ĐVT	SVG2 (Bruker, Đức)	SVG-2M (Máy tự chế tạo)
1	Dải đo suất liều gamma		0,50 $\mu\text{Sv/h}$ ÷ 20 Sv/h	0,15 $\mu\text{Sv/h}$ ÷ 20 Sv/h
2	Đo tổng liều gamma		0,50 μSv ÷ 20 Sv	0,15 μSv ÷ 20 Sv
3	Năng lượng gamma	keV	70 – 2200	70 – 2200
4	Dải tốc độ đếm beta	cps	0 ÷ 300.000	0 ÷ 300.000
5	Dải tốc độ đếm alpha	cps	0 ÷ 300.000	0 ÷ 300.000
6	Phát hiện neutron		Có	Có
7	Nguồn pin	V	3 x 1,5	3 x 1,5
8	Đơn vị đo		Có	Có
9	Kết nối với máy tính		Có	Có
10	Báo động bằng âm thanh, ánh sáng		Có	Có
11	Hiện thị kết quả		Bảng số	Bảng số
12	Nhiệt độ hoạt động	$^{\circ}\text{C}$	0 - 50	0 - 50
13	Độ ẩm	%	<98	<98
14	Bộ nhớ lưu trữ	Mẫu	20	999

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã chế tạo thành công một máy đo liều phóng xạ đa năng dựa trên đặc tính cơ bản của một máy phóng xạ thương mại quốc tế (SVG-2,

Brucker - Đức chế tạo). Việc lựa chọn giải pháp thiết kế, linh kiện điện tử hiện đại, vật liệu chế tạo phù hợp, đã giúp cho đặc tính hóa lý của máy đo phóng xạ đa năng (tự chế tạo bởi nhóm nghiên cứu) đáp ứng được các điều kiện hoạt động khắc nghiệt trong môi trường quân sự tại Việt Nam. Máy đo phóng xạ được chế tạo bởi nhóm nghiên cứu cũng đã trải qua quá trình hiệu chuẩn, thử nghiệm khắt khe của các phòng thí nghiệm thích hợp (Nhà máy X61/ Bình chủng Hóa học, Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân/Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam, Trung tâm nhiệt đới Việt Nga, Cục Tiêu chuẩn - Đo lường - Chất lượng Quân đội), đã chứng tỏ tính năng làm việc tương đương như máy đo phóng xạ thương mại quốc tế (SVG-2, Brucker - Đức chế tạo). Qua đây cho thấy, đội ngũ nghiên cứu của Viện hóa học Môi trường Quân đội đã có thể chủ động trong sửa chữa, phục hồi các trang thiết bị đo liều phóng xạ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Berkeley Nucleonics Corporation, “CLYC Datasheet”.
- [2]. CapeSym Incorporation, “Cesium Yttrium Chloride (CLYC:Ce) for Dual Neutron & Gamma Radiation Detection”.
- [3]. <https://www.hamamatsu.com/jp/en/product/type/S3590-09/index.html>
- [4]. <https://www.hamamatsu.com/jp/en/product/type/S3590-08/index.html>
- [5]. “Data sheets STM 32 F405xx”, STM 32 F407xx
- [6]. <https://advancecad.edu.vn/su-khac-biet-giua-vi-dieu-khien-avr-arm-8051-va-pic/>

ABSTRACT

MULTI-FUNCTION RADIATION DETECTION DEVICE: DESIGNING, MANUFACTURING AND TESTING

This article presents the process of design, fabrication, and verification of a multi-functional radiation measuring device (which can measure a variety of radiation types with a wide gamma dose range, from 0.15 μ Sv to 20 Sv). This device consists of two basic parts: the radiation probe and the electrometer. In order to measure different types of radiation (α , β , γ , and n), multiple radiation probes (combination between the CLYC (Cs₂LiYCl₆:Ce) crystal recording γ , n and Silic PIN photodiode S3590-08; and combination between the CLYC (Cs₂LiYCl₆:Ce) crystal recording α , β and Silic PIN photodiode S3590-09) are required to be integrated into the radiation measuring device. The electrometer has the main part of modern microcontrollers (being used in various laboratories over the world) and other selected components in order to bear the harshest working conditions in military purpose. Verification of the self-developed radiation measuring device has been done in comparison with international commercial products to confirm its operational performance equivalence.

Keywords: Photo multiplier tube; Geiger - Muller gas counting tube; Gamma; Alpha; Beta; Neutron; Micro controller; PIN Photodiode.

Nhận bài ngày 13 tháng 01 năm 2020

Hoàn thiện ngày 12 tháng 02 năm 2020

Chấp nhận đăng ngày 10 tháng 4 năm 2020

Địa chỉ: ¹Viện Hóa học Môi trường quân sự/Bộ Tư lệnh Hóa học;

²Trung tâm chiếu xạ Hà Nội.

*Email: halinh150612@gmail.com.