

KẾT QUẢ BƯỚC ĐẦU TRONG NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO THỬ NGHIỆM THIẾT BỊ ĐO LIỀU NOTRON SỬ DỤNG ĐẦU DÒ CẤU TRÚC PRESCILA

LƯƠNG THỊ HỒNG, NGUYỄN TIẾN PHONG, NGUYỄN ĐỨC HUYỀN, PHẠM THỊ BÍCH

Trung tâm Đánh giá không phá hủy, Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam

140 Nguyễn Tuân – Thanh Xuân – Hà Nội

Email: Lahong@gmail.com

NGUYỄN ĐỨC TUẤN

Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân, Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam

Hoàng Quốc Việt – Cầu Giấy – Hà Nội

Tóm tắt: Kỹ thuật đo và định liều neutron sử dụng cấu trúc đầu dò PRESCILA được nghiên cứu và đề xuất bởi phòng thí nghiệm Los Alamos (Hoa Kỳ) đã cho thấy khả năng đáp ứng của thiết bị đo liều neutron có thể đáp ứng được đo dải năng lượng rộng từ nhiệt đến 100 MeV và ít phụ thuộc vào năng lượng. Cấu trúc đầu dò là kết hợp giữa Tinh thể nhấp nháy ZnS(Ag) đo neutron nhanh và ZnS(Ag) liên kết ${}^6\text{LiF}$ huỳnh quang đo neutron nhiệt, cấu trúc đầu dò như trên có thể đáp ứng khả năng ghi nhận năng lượng cao nhưng lại có khối lượng và thể tích nhỏ, khả năng loại trừ can nhiễu do gamma gây ra lên tới 2 mSv/h. Trên cơ sở đặc điểm nổi trội của đầu dò Prescila nhóm thực hiện đã tìm hiểu, nghiên cứu cấu trúc của đầu dò prescila, đồng thời thiết kế chế tạo khối điện tử thu nhận, xử lý tín hiệu đầu dò và các khối điện tử chức năng số và chức năng đáp ứng của thiết bị. Sử dụng các phương pháp tính toán về ghi đo bức xạ neutron, phương pháp chuẩn liều sử dụng nguồn biết trước thông số ($\text{Am}^{241} - \text{Be}^9$) xây dựng đường chuẩn cho thiết bị tại phòng thí nghiệm và chuẩn thiết bị tại phòng chuẩn cấp II. Bước đầu nhóm nghiên cứu đã chế tạo được một thiết bị đo liều neutron hoàn thiện có sẵn các chức năng ứng dụng cơ bản tích hợp là: đo suất liều neutron và liều tích lũy với độ nhạy, độ chính xác cao, đáp ứng năng lượng dải rộng (dải neutron nhiệt đến dải neutron năng lượng cao) có cấu trúc dưới dạng xách tay nhỏ gọn. Bài báo này trình bày tóm tắt các kết quả ban đầu trong việc nghiên cứu chế tạo thử nghiệm thiết bị đo liều neutron sử dụng đầu dò cấu trúc Prescila trong khuôn khổ thực hiện đề tài: “Nghiên cứu, chế tạo thử nghiệm thiết bị đo liều neutron nhằm kiểm soát liều lượng bức xạ neutron sử dụng trong công nghiệp”

Từ khóa: *Thiết bị đo liều neutron, đầu dò cấu trúc Prescila, An toàn bức xạ*

1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây việc định liều bức xạ đang được đẩy mạnh nhằm hỗ trợ cho quản lý nhà nước và đảm bảo sức khỏe con người trong quá trình vận hành nguồn phóng xạ. Với nguồn phóng xạ phát neutron các thiết bị đo liều sử dụng thiết bị nước ngoài chủ yếu là sử dụng thiết bị “rem metter” kiểu có khối làm chậm, khối lượng và kích thước lớn. Việc nghiên cứu chế tạo thiết bị đo neutron trong nước chủ yếu trong các hệ đo lường, hoặc điều khiển, định liều trên phương thức đo thụ động (liều kế neutron).

Năm 1960 Bramblett và các cộng sự đã thiết kế hệ thiết bị Rem meter sử dụng tinh thể nhấp nháy ${}^6\text{LiI}(\text{Eu})$ với khối cầu Polyethylene bao xung quanh 12in (304mm) dùng để xác định liều tương đương với năng lượng chỉ giới hạn trong một dải đo năng lượng neutron hẹp. Braun (1963), Leake (1966) và Hankins (1967) sử dụng đầu dò BF₃ và ³He để đo neutron nhiệt. Trong

các cấu hình và kỹ thuật này đều sử dụng khối làm chậm nhằm tăng cường độ nhạy cho vùng neutron nhanh, vì vậy khối lượng và thể tích thường lớn, dải năng lượng đáp ứng hẹp. Đây là nguyên nhân chủ yếu dẫn đến thiết bị dạng “Rem meter” thường đắt và ít phổ biến ngoài hiện trường đặc biệt trong các ứng dụng đo năng lượng cao.

Năm 1990 Birattari và các cộng sự đã thêm kim loại nặng (Pb) sử dụng hiệu ứng (n,2n) để tăng cường khả năng ghi nhận với dải năng lượng lớn (đến 8MeV). Tungsten được sử dụng vào năm 2000 (Olsher và các cộng sự) tại phòng thí nghiệm Los Alamos cho cả hai hiệu ứng hấp thụ và làm chậm neutron đã mở rộng khả năng đo của thiết bị lên đến 5GeV. Tuy nhiên, khối lượng của đầu dò dạng này lên đến 13.5kg. Canberra Dineutron: Khối lượng 3,5 kg có độ chính xác cao nhưng mức đáp ứng năng lượng chỉ đến 15MeV và kém nhạy. Thiết bị HPI Rem 500 của Far West Technology: Sử dụng ống đếm tỉ lệ tương đương mô kiểu Rossi (thành phần vật liệu tương đương mô, sử dụng khí propan), thiết bị này nhỏ nhưng chỉ phù hợp với suất liều thấp và năng lượng đáp ứng thực tế khoảng 10MeV, độ nhạy không cao chỉ 0,8cpm/ μ Sv/h.

Kỹ thuật đo và định liều neutron sử dụng cấu trúc đầu dò PRESCILA được nghiên cứu và đề xuất bởi phòng thí nghiệm Los Alamos (Hoa Kỳ) đã cho thấy khả năng đáp ứng của thiết bị đo liều neutron có thể đáp ứng được đo dải năng lượng rộng từ nhiệt đến 100 MeV và ít phụ thuộc vào năng lượng. Cấu trúc đầu dò là kết hợp giữa Tinh thể nhấp nháy ZnS(Ag) đo neutron nhanh và ZnS(Ag) liên kết ^6LiF huỳnh quang đo neutron nhiệt, cấu trúc đầu dò như trên có thể đáp ứng khả năng ghi nhận năng lượng cao nhưng lại có khối lượng và thể tích nhỏ, khả năng loại trừ can nhiễu do gamma gây ra lên tới 2 mSv/h. Trên cơ sở đặc điểm nổi trội của đầu dò Prescila nhóm thực hiện đã tìm hiểu, nghiên cứu cấu trúc của đầu dò prescila, đồng thời thiết kế chế tạo khối điện tử thu nhận, xử lý tín hiệu đầu dò và các khối điện tử chức năng số và chức năng đáp ứng của thiết bị. Bước đầu nhóm nghiên cứu đã chế tạo được một thiết bị đo liều neutron hoàn thiện có sẵn các chức năng ứng dụng cơ bản tích hợp là: đo suất liều neutron và liều tích lũy với độ nhạy, độ chính xác cao, đáp ứng năng lượng dải rộng (dải neutron nhiệt đến dải neutron năng lượng cao) có cấu trúc dưới dạng xách tay nhỏ gọn

2. NỘI DUNG

2.1. Đối tượng và phương pháp:

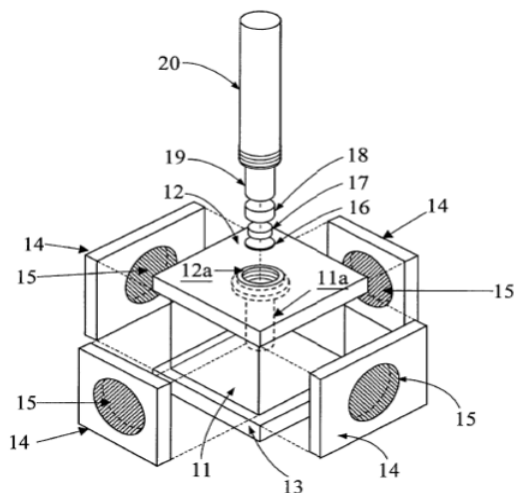
2.1.1. Cấu tạo đầu dò Prescila:

Về các đặc tính của đầu dò: Cấu tạo của đầu dò được mô tả trên hình 1, các thông tin cơ bản về thành phần cấu tạo lên đầu dò bao gồm [2,3]:

Các đặc trưng kỹ thuật của đầu dò với cấu hình PRESCILA như sau:

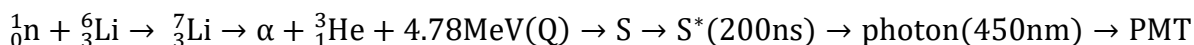
Cấu trúc đầu dò gồm 04 tinh thể ZnS(Ag) và 01 tinh thể kép ZnS(Ag)+LiF được bố trí theo hình học như hình 1[2,3].

Các thông số kỹ thuật của đầu dò bao gồm: kích thước 25.7 x 10.8 x 10.8 cm, khối lượng khoảng 2,2kg, năng lượng đáp ứng: nhiệt đến trên 100MeV, chuẩn liều tương đương chiếu ngoài H*(10) trong dải năng lượng đến trên 20MeV, phân bố liều đo được đối với nguồn neutron theo các góc khác nhau: sai lệch 15%, độ tuyến tính: đến 20mSv/h và loại trừ ảnh hưởng của trường gamma đến 1mSv/h.



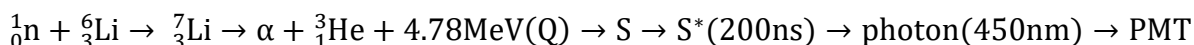
Hình 1 : Cấu trúc của đầu dò PRESCILA (Proton Recoil Scintillator –Los Alamos) (11- Khối dẫn sáng/ lightguide 11a- Lỗ trung tâm trong khối dẫn sáng; 12-13-14: Tấm Polyethylene pha B (5%) top, bottom, side plate; 12a: lỗ trung tâm trong tấm trên/central aperture; 15- hốc trung tâm tấm chứa tinh thể đo neutron nhanh (ZnS(Ag)+plastic)/ central aperture for insertion of fast neutron scintillators; 16- Phin lọc Cd/cadmium filter; 17- Tinh thể ZnS(Ag)+6LiF/ Thermal neutron scintillator; 18 – Tấm đệm plastic/ plastic spacer; 19- PMT/Photomultiplier tube; 20- Vỏ bọc xách tay của PMT/ PMT handle)

Dạng tinh thể đo neutron nhiệt ZnS(Ag)+LiF (BC720 của SG) dựa trên nguyên tắc đo Proton giật lùi.



Hiệu suất ghi của tinh thể có thể lên tới đa đến 60% tại mức năng lượng 0.01eV

Dạng tinh thể BC 702 của SG dựa trên phản ứng (n, α) với nguyên lý ghi nhận:



Việc sử dụng tinh thể, cân bằng đáp ứng năng lượng của khối đầu dò đáp ứng yêu cầu đo liều neutron.

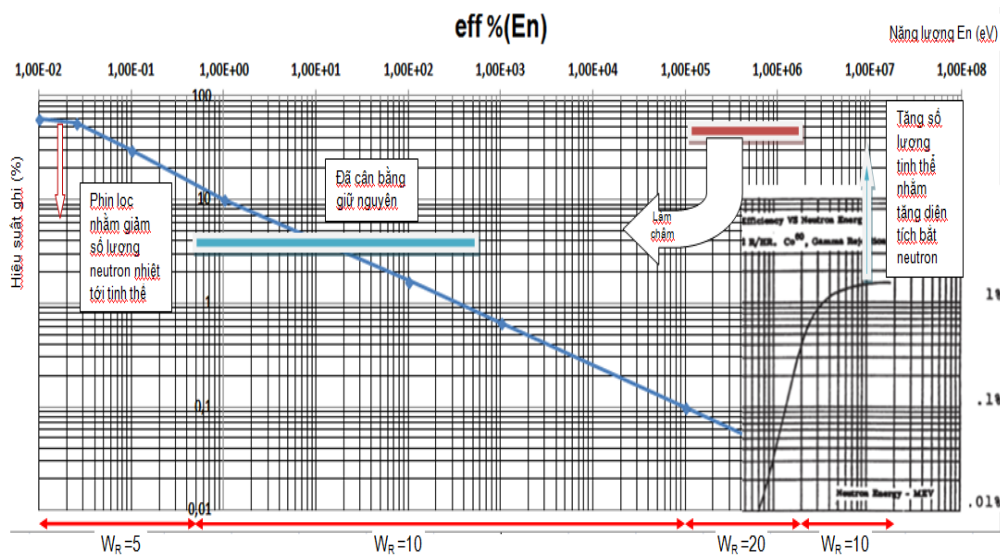
Vấn đề đặt ra ở đây là: cùng một liều chiếu với năng lượng của neutron khác nhau sẽ tạo ra liều tương đương $H^*(10)$ khác nhau ở các năng lượng khác nhau. Vì vậy rất khó để đạt được độ chính xác của phép định liều sau này. Giải pháp về mặt ý tưởng như sau: cần phải cân bằng liều lượng của các vùng năng lượng nhằm đạt được một hệ số chuẩn trung bình chấp nhận được.

Cách thức tiến hành như sau:

1. Vùng 1 (nhiệt và trên nhiệt, năng lượng neutron nhỏ hơn 0,5eV): Thay vì sử dụng trọng số bức xạ là $W_R=5$, chúng tôi sẽ áp dụng hệ số là $W_R=10$ với giải pháp là giảm số lượng neutron đến tinh thể ZnS(Ag)+ ${}^6\text{LiF}$ (lý thuyết là 02 lần). Giải pháp về mặt kỹ thuật là sử dụng phin lọc Cd (với chiều dày phù hợp được tính toán bằng mô phỏng và chứng thực bằng thực nghiệm) để giảm lượng neutron nhiệt đồng thời sử dụng Pb để che chắn gamma năng lượng thấp trước tinh thể ZnS(Ag)+ ${}^6\text{LiF}$.

2. Vùng 2 ($0,5\text{eV} < E_n \leq 100\text{KeV}$): trọng số bức xạ $W_R=10$, vùng này không cần điều chỉnh, tuy nhiên do đặc trưng ghi nhận của phần tiếp theo thì vùng này sẽ được bổ sung lượng neutron do làm chậm từ vùng có năng lượng cao hơn.
3. Vùng 3 ($100\text{keV} < E_n \leq 2\text{MeV}$): trọng số bức xạ $W_R=20$, tuy nhiên hiệu suất ghi của cả hai loại tinh thể đều rất thấp (nhỏ hơn 0.1%, vì vậy có thể coi đây là vùng trắng về ghi nhận, điều này đặt ra cần thiết phải có giải pháp nhằm ghi nhận được các neutron có năng lượng từ $100\text{keV} < E_n \leq 2\text{MeV}$. Giải pháp đưa ra là tận dụng ngay trong khối đầu dò các vật liệu có H và C để làm chậm bớt neutron tới vùng 2 để tăng hiệu suất ghi nhận (việc này cần phải được thực hiện bằng thực nghiệm và tính toán lý thuyết và mô phỏng để đảm bảo số lượng ghi nhận thêm ở vùng 2 tăng vừa đủ để áp dụng trọng số bức xạ là 10.
4. Vùng 4 ($2\text{MeV} < E_n \leq 20\text{MeV}$): trọng số bức xạ $W_R=10$, tuy nhiên do hiệu suất ghi tinh thể vùng này cỡ 1,5% , vì vậy cần phải thực hiện điều chỉnh tăng số lượng neutron được ghi nhận bằng cách tăng diện tích tinh thể (để đảm bảo tiết diện thể tích tinh thể được tăng ở mặt đối diện) ghi nhận, vì vậy việc sử dụng 04 tinh thể để đảm bảo tối thiểu ở mỗi hướng số lượng neutron được ghi nhận tăng nhằm bù đắp hiệu suất ghi của thiết bị.

Tóm lại: Việc cân bằng trọng số bức xạ và đáp ứng đo được thực hiện qua loạt giải pháp trên đã làm cho đáp ứng liều theo năng lượng từ vùng năng lượng nhiệt đến 20MeV trở về tương đối đồng nhất, với trọng số bức xạ áp dụng trung bình 10 ($W_R=10$), vì vậy khi chuẩn liều sẽ đơn giản hơn rất nhiều (thông thường sử dụng năng lượng của neutron phát ra từ nguồn Am-Be, hoặc Cf-252).



Hình 2 : Mô hình nguyên lý cân bằng năng lượng và hiệu suất ghi nhận [1]

2.1.2. Tính toán suất liều tương đương $H^*(10)$.

Theo ICRP 74 ta có suất liều tương đương neutron đo được

$$D = h(E) \cdot \Phi(E) \text{ trong đó}$$

D: Suất liều tương đương

h(E): Hàm chuyển đổi phụ thuộc năng lượng

$\Phi(E)$: Thông lượng neutron

Số đếm N (cpm) = $g(E) \cdot \Phi(E)$ trong đó

$g(E)$: Hàm đáp ứng năng lượng của đầu dò trên một giá trị thông lượng neutron ($\text{cpm}/(\text{n}/\text{cm}^2) \cdot \text{s}$)

Từ đó ta có thể thấy

$$D = \frac{h(E)}{g(E)} \cdot N$$

Nếu như hàm đáp ứng năng lượng $g(E)$ được định dạng để khớp với hàm chuyển đổi $h(E)$ thì tỷ số $h(E)/g(E)$ là một hằng số (hằng số K) không phụ thuộc vào năng lượng đo đó

$$D = K \cdot N$$

Từ đó việc hiệu chuẩn giữa số đếm và liều tương đương D có thể thực hiện ở mức năng lượng xác định và đồng nhất cho toàn dải năng lượng E .

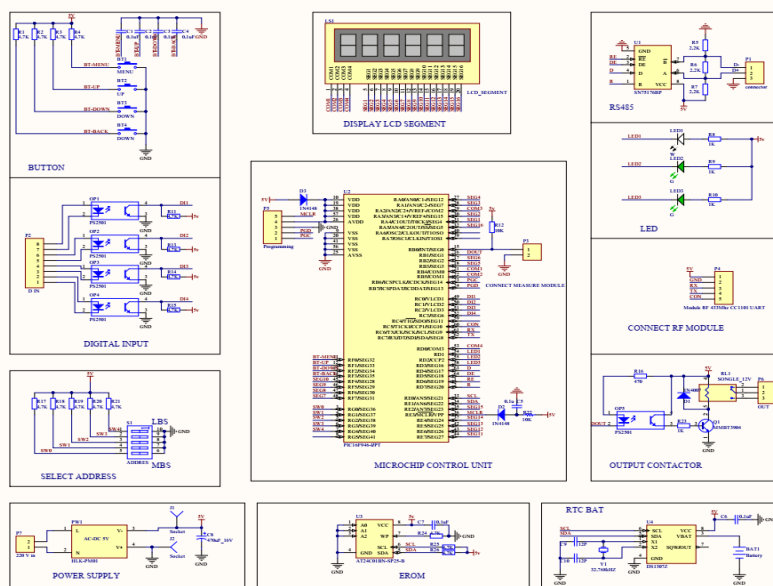
2.1.3. Thiết kế chế tạo thiết bị:

2.1.4. Thiết kế chế tạo các khối điện tử chức năng xử lý tín hiệu ra cho khối đầu dò Prescila 42-41L đáp ứng các tiêu chí: có độ tích hợp cao, tiêu thụ dòng thấp phù hợp với yêu cầu thiết kế chung của thiết bị; Thiết kế chế tạo khối điện tử chức năng số và chức năng đáp ứng của thiết bị. Xây dựng đường chuẩn của thiết bị, bao gồm: Xây dựng đường chuẩn thiết bị tại phòng thí nghiệm trên nguồn 241Am-Be; Bỏ chính đường chuẩn thiết bị cho vùng neutron nhiệt (100KeV) và vùng neutron năng lượng trên 5MeV; Chuẩn thiết bị tại phòng chuẩn.

Sau khi thiết bị hoàn thiện tiến hành đánh giá thông số của thiết bị, bao gồm: Tính năng của thiết bị, khả năng chống chịu và thích ứng môi trường của thiết bị, đặc trưng kỹ thuật của thiết bị, đánh giá khả năng thích ứng của thiết bị tại hiện trường.

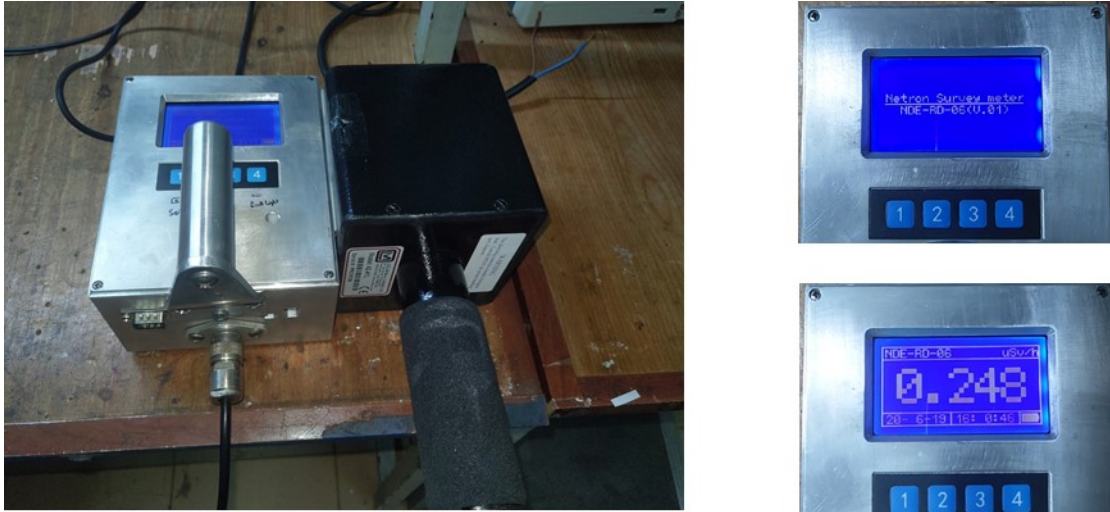
2. 2. Kết quả

2.2.1. *Thiết kế chế tạo thiết bị*: Thiết kế chế tạo khối điện tử chức năng xử lý tín hiệu ra cho khối đầu dò Prescila 42-41L, thiết kế máy đo liều hoàn thiện như hình 4



Hình 3: Sơ đồ khối đáp ứng điện tử của thiết bị

Thiết lập các thuật toán trong bài toán đo liều nhằm đảm bảo khả năng ghi nhận, xử lý kết quả, thống kê lưu trữ và truy suất dữ liệu. Bản chất nội dung này gồm hai công việc chính là xây dựng thuật toán nhằm ghi nhận và xử lý số liệu và thiết lập đường chuẩn (data base) định liều cho 03 vùng năng lượng đo của thiết bị.



Hình 4: Hình ảnh thiết bị hoàn thiện và giao diện sử dụng của thiết bị

2.2.2. Xây dựng đường chuẩn của thiết bị:

Nguồn sử dụng: $Am^{241}-Be^9$, hoạt độ 40, 80, 120, 160mCi

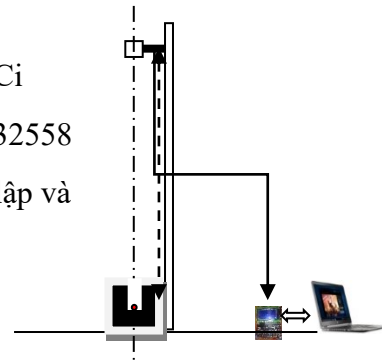
Đầu dò sử dụng: Ludlum Model 42041&42-41L, Sn: 232558

Khối điện tử thu nhận: NDE –RD 06 kết nối xử lý độc lập và kết nối máy tính.

Khoảng cách tùy biến từ 20-250 cm.

Thiết bị đo đối chứng liều của hãng Ludlum.

Kết quả chuẩn chi tiết trong bảng 1.

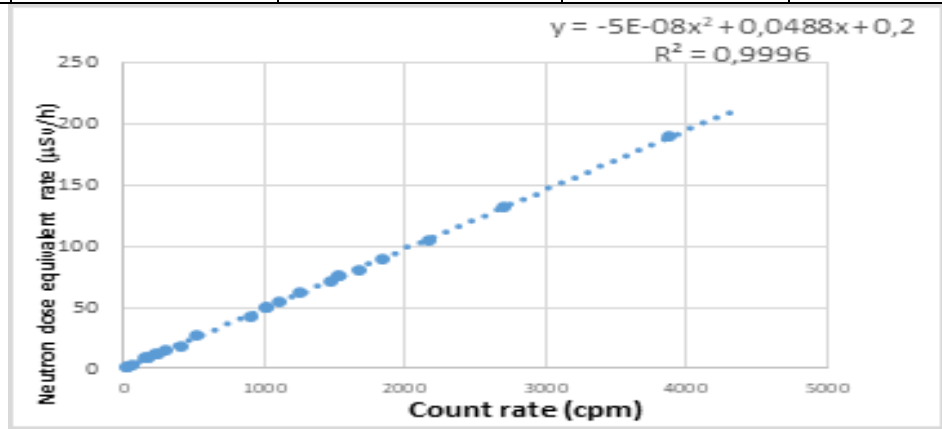


Hình 5: Sơ đồ chuẩn

Bảng 1: Kết quả chuẩn thiết bị [1]

TT	Số đếm trung bình (TB) (cpm)	Suất liều tương đương (H^*10) TB. ($\mu Sv/h$)	Sai số Số đếm TB	Sai số suất liều tương đương TB
1	18,41	1,03	2,92	0,34
2	27,33	1,42	4,39	0,34
3	52,21	2,47	6,06	0,47
4	169,00	8,68	9,93	0,84
5	174,21	9,02	17,55	1,58
6	151,17	9,16	12,32	1,59
7	217,43	11,64	19,68	1,40

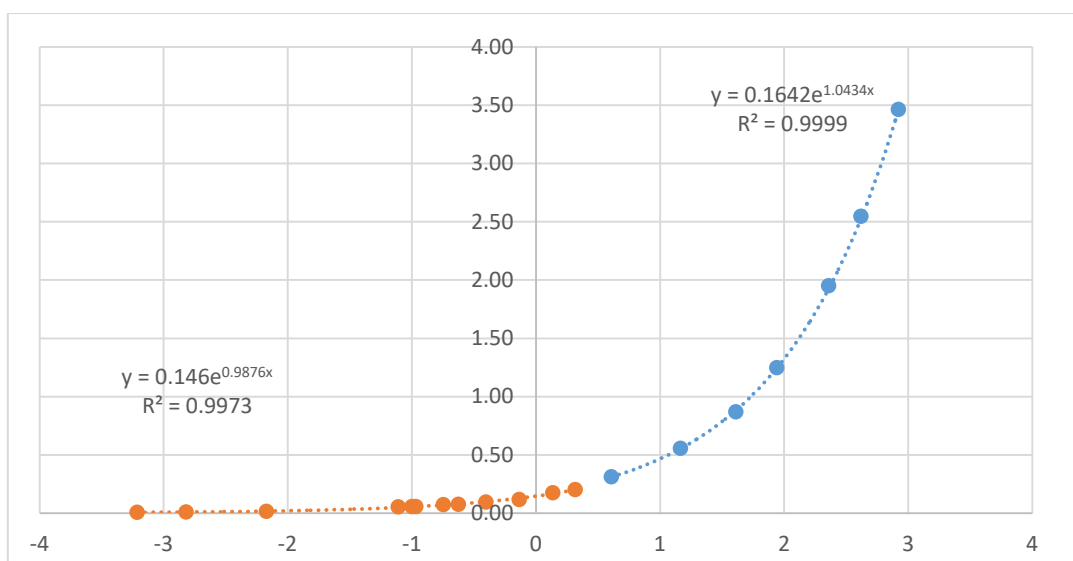
8	245,55	12,26	16,57	1,32
9	305,96	15,31	17,16	1,75
10	400,72	18,77	16,39	2,43
11	525,18	27,86	18,79	2,83
12	910,64	43,09	31,73	3,26
13	1015,48	49,81	-	-
14	1006,71	50,71	28,30	4,72
15	1105,71	53,96	33,66	3,95
16	1246,86	62,14	27,91	4,45
17	1481,15	71,71	40,33	6,78
18	1527,21	75,29	35,29	3,01
20	1677,67	79,95	38,70	3,26
21	1844,36	90,21	55,68	5,08
22	2167,80	105,00	50,43	7,85
23	2694,42	131,44	50,65	6,25
24	3879,11	189,19	54,51	9,69



Hình 6: Đường chuẩn của thiết bị

- Bỏ chỉnh đường chuẩn thiết bị cho vùng neutron nhiệt(100KeV) và vùng neutron năng lượng trên 5MeV.

Nhóm thực hiện sẽ thực hiện việc đo đạc khảo sát trên các nguồn có năng lượng ở hai vùng thấp và cao (nhiệt và nhanh trên 5MeV), từ đó so sánh với hệ số chuẩn đã thực hiện ở phần 2.2.2 thực hiện việc bỏ chỉnh thông qua hai chức năng đo bổ sung đã được thiết kế và chế tạo. Việc này được thực hiện nhằm tăng độ chính xác của thiết bị tại hai vùng năng lượng.



Hình 7: Bỏ chính cho suất liều thấp, kết hợp với chuẩn nội thông qua độ nhạy ban đầu của đầu dò.

Bảng 2: Bảng số liệu bỏ chính cho suất liều thấp, kết hợp với chuẩn nội thông qua độ nhạy ban đầu của đầu dò

Ln của tỉ số số đếm trên độ nhạy ban đầu của đầu dò (475cpm/10 μ Sv)	Số đếm trên 30 giây	dose(μ Sv) trong 1 giây
2,923895	8506	3,46
2,622955	6296	2,54
2,361308	4846	1,95
1,942553	3188	1,25
1,614589	2297	0,87
1,167113	1468	0,56
0,609816	841	0,31
0,319502	629	0,20
0,139058	525	0,174125
-0,13142	401	0,1173125
-0,40123	306	0,0956875
-0,62118	246	0,076625
-0,74281	217	0,07275
-0,96442	174	0,05725
-0,99478	169	0,056375
-1,10628	151	0,05425
-2,16941	52	0,0154375
-2,8167	27	0,008875
-3,21179	18	0,00639125

Qui luật chuẩn được xác định với hệ số tương quan tốt, đã được nạp vào vi xử lý của thiết bị. Kết quả đo so sánh tại phòng chuẩn liều tại viện khoa học và kỹ thuật hạt nhân trình bày trong bảng 3 [1]:

Bảng 3: Giá trị đo suất liều tương đương khi so sánh với giá trị suất liều tương đương tại phòng chuẩn của Viện Khoa học và kỹ thuật hạt nhân

Khoảng cách (cm)	Suất liều tương đương chuẩn ($\mu\text{Sv/h}$)	Suất liều tương đương ghi nhận bởi thiết bị ($\mu\text{Sv/h}$)	Sai số (%)
60	402	400	0,49
70	295	294	0,37
80	226	225	0,43
100	145	144	0,68
120	101	100	0,98
150	64	64	0,00

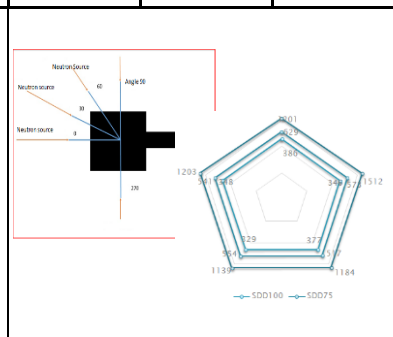
2.2.3 Đánh giá phân bố liều trên các mặt của đầu dò Prescila và độ đáp ứng năng lượng khác nhau của đầu dò.

Tiến hành đo nguồn $\text{Am}^{241}\text{-Be}^9$ tại các mặt khác nhau của đầu dò để đánh giá phân bố liều hay khả năng ghi nhận của đầu dò tại các mặt khác nhau của khối đầu dò. Giá trị thực nghiệm được cho trong Bảng 4:

Bảng 4: Kết quả đánh giá phân bố liều trên các mặt của đầu dò [1]:

D (cm)	Mặt trung tâm	Mặt I	Mặt II	Mặt III	Mặt IV	A	SD	P (%)
	Số đếm (cpm)	Số đếm (cpm)	Số đếm (cpm)	Số đếm (cpm)	Số đếm (cpm)			
0	1106.2	1512.0	1447.4	1473.6	1616.0	1431.0	180.9	60.0
15	342.8	399.0	394.8	413.8	416.8	393.4	31.5	70.0
30	188.2	197.0	202.6	209.6	217.0	202.9	14.9	90.0
45	117.8	131.2	121.8	130.4	135.8	127.4	14.5	95.0
60	83.8	87.6	86.0	88.8	88.8	87.0	6.6	99.0
75	61.8	64.0	62.4	63.8	62.8	63.0	5.4	99.5

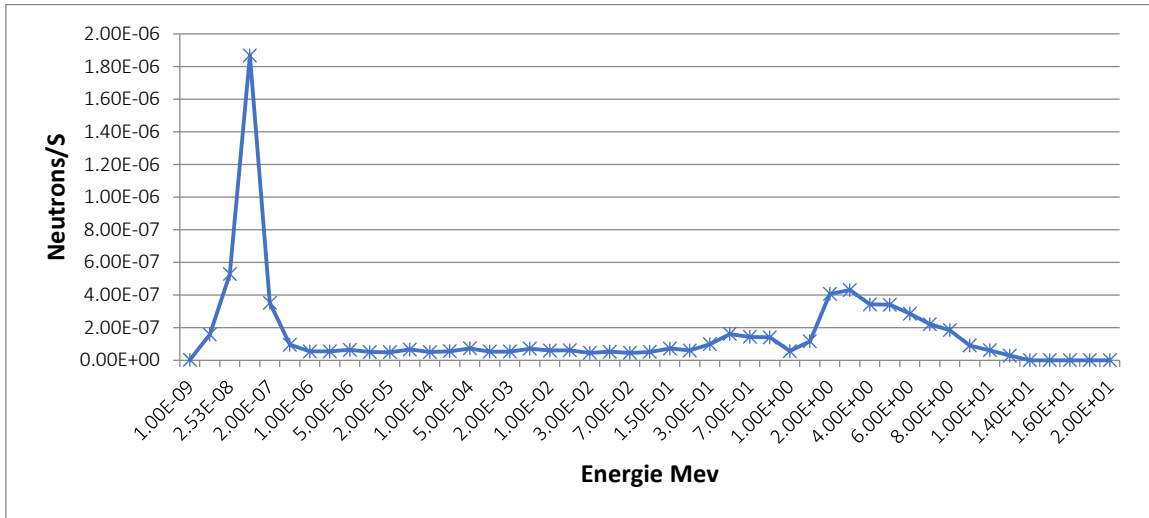
- *P*: Độ đồng nhất theo hướng của đầu dò tính theo phân bố Poisson;
- *D*: khoảng cách từ đầu dò tới nguồn;
- Mặt I, II, III, IV là bốn mặt xung quanh của tinh thể ghi nhận neutron nhanh;
- Mặt trung tâm: là mặt chính diện tương ứng với tinh thể ghi nhận neutron nhiệt;
- SD độ lệch chuẩn;
- A: số đếm trung bình của cả 5 mặt.



Để đánh giá khả năng đáp ứng năng lượng khi ghi nhận của thiết bị, nhóm thực hiện đề tài đã sử dụng một quả cầu nhựa có đường kính 35cm bao phủ quanh nguồn $\text{Am}^{241}\text{-Be}^9$ làm thay đổi năng lượng của nguồn neutron và tiến hành đo suất liều neutron

Bảng 5: Năng lượng hiệu dụng của nguồn neutron ($Am^{241}-Be^9$) khi sử dụng các quả cầu PP nhằm biến đổi năng lượng.

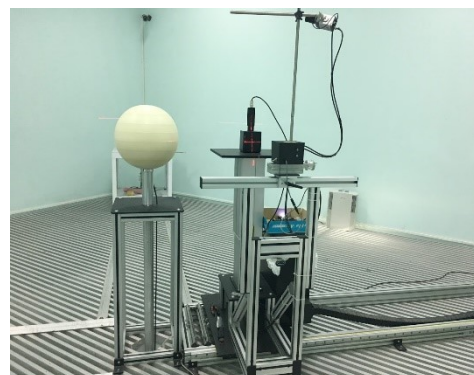
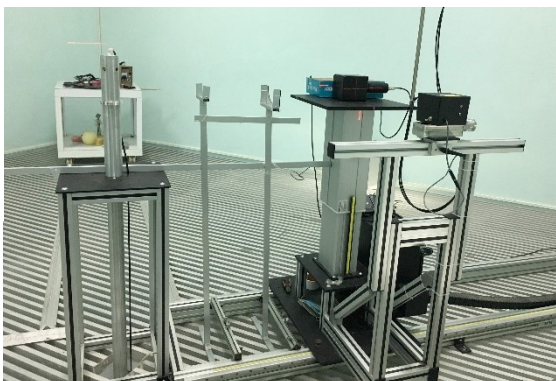
Đường kính quả cầu (cm)	15	20	25	30	35
Năng lượng (Mev)	3.2224	2.6712	2.22	1.875	1.62



Hình 8: Phổ năng lượng của nguồn neutron ($Am^{241}-Be^9$) khi sử dụng quả cầu PP đường kính 35cm nhằm biến đổi năng lượng

Bảng 6: Kết quả đo đánh giá đáp ứng thay đổi năng lượng thông qua việc sử dụng quả cầu nhựa có đường kính 35 cm bao phủ nguồn $Am^{241}-Be^9$ [1].

Khoảng cách (cm)	60		80		100		150		250	
	Số đếm	Suất liều đo ($\mu Sv/h$)	Số đếm	Suất liều đo ($\mu Sv/h$)	Số đếm	Suất liều đo ($\mu Sv/h$)	Số đếm	Suất liều đo ($\mu Sv/h$)	Số đếm	Suất liều đo ($\mu Sv/h$)
1	2230	108,77	1238	60,53	846	41,44	425	20,93	225	11,17
2	2164	105,56	1255	61,36	860	42,13	423	20,83	218	10,83
3	2125	103,67	1251	61,17	840	41,15	399	19,66	201	10
4	2151	104,93	1253	61,26	812	39,79	380	18,73	243	12,05
5	2183	106,49	1300	63,55	814	39,89	431	21,22	214	10,64
AVG	2170,6	105,88	1259,4	61,57	834,4	40,88	411,6	20,27	220,2	10,94
STD	39,34	1,91	23,65	1,15	20,85	1,01	21,47	1,05	15,45	0,75
Suất liều chuẩn ($\mu Sv/h$)				60,87		39,64		20,37		9,49



Hình 9: Bố trí thực nghiệm đo suất liều tương đương và đánh giá đáp ứng thay đổi năng lượng với quả cầu 35cm tại phòng chuẩn

2. 3. Bàn luận

Đầu dò đo neutron sử dụng cấu trúc PRESCILA có độ nhạy cao nhờ hiệu suất ghi tốt của các tinh thể và việc sử dụng nhiều tinh thể phối hợp. Ngoài ra cấu trúc đầu dò này cho phép cân bằng giữa hiệu suất ghi và năng lượng, điều này dẫn đến việc thiết lập mối tương quan giữa số đếm và liều không phụ thuộc vào năng lượng, đây là ý nghĩa lớn nhất trong sử dụng của thiết bị đo liều neutron trong thực tiễn.

Đường chuẩn được nhóm nghiên cứu thiết lập có hệ số tương quan bội tiệm cận đến 1, điều này khẳng định độ tin cậy của việc xây dựng đường chuẩn sử dụng trong thiết bị.

Kết quả đánh giá thiết bị tại Phòng chuẩn của Viện Khoa học và kỹ thuật hạt nhân cho thấy độ tin cậy cao của thiết bị được chế tạo và định chuẩn.

Kết quả khảo sát về độ đồng nhất của kết quả đo với nguồn ở các hướng khác nhau là rất tốt khi thiết bị đo cách nguồn phát trên 30cm với độ đồng nhất lớn hơn 90%.

Kết quả ban đầu khảo sát về đáp ứng năng lượng cho thấy việc giảm năng lượng không ảnh hưởng nhiều đến kết quả đo của thiết bị.

Các vấn đề tồn tại: Thiết bị cần được tiếp tục đánh giá tính năng sử dụng và khả năng sử dụng trong các môi trường đo khác nhau nhằm hoàn thiện thiết bị hơn, nếu vượt qua được các đánh giá này kết quả của nghiên cứu có thể đi đến việc sản xuất thử nghiệm với qui mô nhỏ nhằm hoàn thiện kỹ thuật và công nghệ, hứa hẹn một giải pháp mới trong đo liều lượng neutron tại Việt Nam.

3. KẾT LUẬN

Nhóm thực hiện đã từng bước hiện thực hóa việc chế tạo thiết bị đo liều neutron có kích thước phù hợp với điều kiện đo hiện trường, thích hợp với đo và phát hiện các nguồn phát neutron có năng lượng khác nhau mà vẫn đảm bảo độ tin cậy. Thông qua công việc đã có những thông tin hứa hẹn về một giải pháp đo liều lượng neutron mới có độ tin cậy cao đặc biệt thích hợp với trường neutron có năng lượng khác nhau hoặc năng lượng lớn.

Ngoài ra, các giải pháp về chống nhiễu do bức xạ gamma đi kèm cũng dần được giải quyết (1mSv/h đối với khả năng chống nhiễu gamma tự thân, 2mSv/h đối với khả năng chống nhiễu gamma chủ động) thông qua việc sử dụng tinh thể đo trong cấu trúc đầu dò và cấu trúc hệ thống điện tử đáp ứng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kết quả nghiên cứu từ đề tài “Nghiên cứu chế tạo thiết bị đo liều neutron nhằm kiểm soát liều lượng bức xạ neutron được sử dụng trong công nghiệp”, năm 2017-2018
2. Serial Number 232558 and Succeeding Serial Numbers, “Ludlum Model 2363 Gamma-Neutron Survey Meter”, Ludlum Measurements, INC, 2013.

3. Richard H. Olsher, Los Alamos, NM (US); et al.: “Proton recoil Scintillator Neutron Rem meter”; *United States Patent Application Publication Pub. No.: US2002/0141529 A1; (Oct.3, 2002)*
4. IEC 61005: 3.0 “Radiation Protection Instrumentation – Neutron Ambient Dose Equivalent (Rate) Meters”, 2014.
5. IEC 61005: 3.0 “Radiation Protection Instrumentation – Neutron Ambient Dose Equivalent (Rate) Meters”, 2014
6. BS ISO 8529 Reference Neutron Radiations: “Part 2: Calibration fundamentals of radiation protection devices related to the basic quantities characterizing the radiation field”, 2000.
7. International Electrotechnical Commission. Radiation protection instrumentation. “Measurement of personal dose equivalent Hp(10) and Hp(0.07) for X, gamma, neutron and beta radiation: direct reading personal dose equivalent and monitors”, IEC 61526 (Geneva: IEC) (2005).
8. IAEA, “Calibration of radiation protection monitoring instruments”, Safety Report Series No.16.

THE FIRST RESULT IN RESEACHCHING , MANUFACTURING NEUTRON SURVEY METER USING PRESCILA PROBE

LUONG THI HONG, NGUYEN TIEN PHONG, NGUYEN ĐỨC HUYỀN, PHẠM THỊ
BÍCH

*Center for Non-Destructive Evaluation, Vietnam Atomic Energy Institute
140 Nguyen Tuan Street, Thanh Xuan District, Hanoi*

Email: Lahong@gmail.com

NGUYEN DUC TUAN

*Institute of nuclear science and technique, Hoang Quoc Viet Str., Cau Giay Dist., Ha Noi
City*

Abstract: The technique of measuring and dosing neutrons using the PRESCILA probe structure studied and proposed by Los Alamos National Laboratory (USA) has shown that the ability of the neutron dosimeter to meet the measuring range energy is wide from thermal energy to 100 MeV and less dependent on energy. The structure of detector is a dual-scintillator ZnS(Ag)+6LiF and ZnS(Ag) + plastic, using both fast and thermal types, with a structure of detector Prescila like that It also measuring high energy but has small volume and volume, directional response, gamma rejection up to 2 mSv/h. Based on the outstanding features of the Prescila detector, the research team has studied the structure of Prescila detector, designed and manufactured A block of analog electronic to receive and process transducer signals and electronic blocks, Digital function and function response of the device. We also used the theory in measurement radiation detection for neutron, the calibration dose method using the Am241-Be9 bare source build the calibration curve at laboratory and calibrated at the secondary standard dosimetry laboratory. Initially, the research team has built a complete neutron survey meter with built-in basic applications: measuring neutron dose rate and cumulative dose with high sensitivity, accuracy and response wide range (from thermal neutron to fast neutron) structured in compact portable form. This paper presents a summary of the initial results in the research and manufacture of experimental neutron survey meter using Prescila structure probe in the framework of implementing the project: "Research

and manufacture equipment testing Measuring neutron dose to control neutron radiation dose used in industry"

Keywords: *Neutron survey meter, Prescila neutron probe, radiation safety*
