

CHUẨN MÁY ĐO LIỀU NOTRON BẰNG NGUỒN $^{241}\text{AmBe}$ TẠI VIỆN KHOA HỌC KỸ THUẬT HẠT NHÂN

Nguyễn Hữu Quyết, Hồ Quang Tuấn, Lê Ngọc Thiêm
Viện khoa học & kỹ thuật hạt nhân 179 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

Tóm tắt: Viện Khoa học và kỹ thuật hạt nhân hoàn thiện phòng chuẩn neutron sử dụng nguồn $^{241}\text{AmBe}$ năm 2014. Theo khuyến cáo của ISO, việc xác định các thông số chuẩn có thể sử dụng phương pháp khớp hàm tổng quát để đánh giá đáp ứng của thiết bị cần chuẩn trong trường neutron. Nhóm nghiên cứu tiến hành chuẩn máy Aloka TPS 451C, phương pháp khớp hàm tổng quát được áp dụng để xác định suất tương đương liều trực tiếp đi tới Aloka để xác định hệ số chuẩn khi so sánh với suất tương đương liều neutron trong trường tự do. Kết quả cho thấy sai khác hệ số chuẩn khi thay đổi khoảng cách chuẩn máy Aloka trong phòng chuẩn là không đáng kể trong khoảng 80cm đến 250cm. Kết quả cho thấy phương pháp khớp hàm tổng quát có thể sử dụng trong chuẩn các máy đo liều neutron tại Viện khoa học và kỹ thuật hạt nhân.

Từ khóa: chuẩn liều neutron, phòng chuẩn

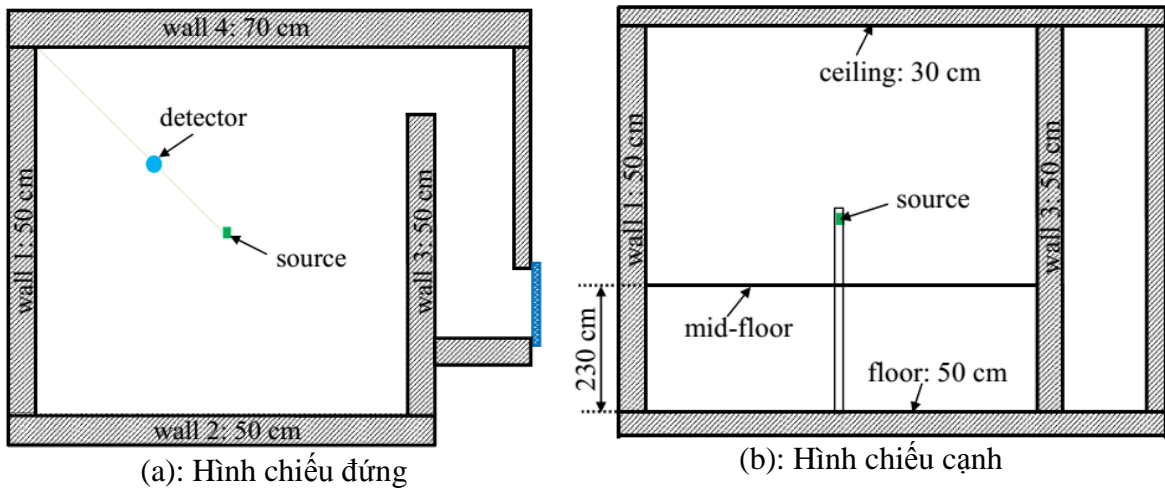
I. MỞ ĐẦU

Để đảm bảo an toàn bức xạ khi làm việc trong môi trường có bức xạ neutron, các thiết bị ghi đo neutron đã được sản xuất. Các thiết bị này cần được hiệu chuẩn hàng năm tại phòng chuẩn. Viện Khoa học và kỹ thuật hạt nhân thuộc Viện năng lượng nguyên tử Việt Nam là nơi duy nhất hiện nay có phòng chuẩn neutron sử dụng nguồn $^{241}\text{AmBe}$ đạt yêu cầu kỹ thuật theo khuyến cáo của ISO 8529 và IAEA. Nhóm nghiên cứu tại Viện khoa học và kỹ thuật hạt nhân đã thực hiện nhiều các thực nghiệm đo đặc xác định phổ của trường neutron trong phòng chuẩn. Trong nghiên cứu này, nhóm trình bày việc thực hiện chuẩn neutron cho máy đo suất liều neutron ALOKA TPS 451C có sử dụng phương pháp khớp hàm tổng quát. Kết quả của nó dùng để đánh giá khả năng chuẩn neutron tại Viện khoa học và kỹ thuật hạt nhân.

II. NỘI DUNG

II. 1. Phòng chuẩn neutron

Phòng chuẩn có kích thước bên trong 700cm x 700cm x 700cm với tường bê tông có bề dày thể hiện trong hình 1. Nguồn phóng xạ neutron $^{241}\text{AmBe}$ (α, n) với vỏ là loại X14 của Hopewell Designs, Inc. - Alpharetta, GA 30004, Hoa Kỳ được lắp trong container đặt ở tâm để. Cường độ nguồn ngày 21/01/2015 là $1,299 \times 10^7 \text{ s}^{-1}$ với độ không đảm bảo 2.9% ($k=2$) phù hợp Chuẩn quốc gia Hoa Kỳ NIST. Khi tiến hành chuẩn, nguồn neutron được bơm lên vị trí tâm của phòng chuẩn bởi hệ thống thủy lực thông qua ống trụ bằng nhôm dày 0,5cm.



Hình 1: sơ đồ phòng chuẩn neutron tại Viện khoa học & kỹ thuật hạt nhân
 Thiết bị được chuẩn là máy đo suất liều neutron ALOKA TPS 451C



Hình 2: Máy đo suất liều neutron Aloka TPS 451C

Aloka TPS451C là thiết bị đo suất liều (liều) neutron môi trường sử dụng ống đếm tỷ lệ He-3 cho phép ghi nhận neutron năng lượng từ nhiệt tới 15MeV. Thiết bị được sử dụng rộng rãi trong các cơ sở bức xạ có hiện diện của bức xạ neutron như các khu máy gia tốc. Thiết bị có 2 bộ phận hiển thị kết quả đo là màn LED và chỉ thị kim với giải đo từ 0,1 μ Sv/h tới 10mSv/h.

II.2 Phương pháp

Các vị trí chuẩn được sử dụng trong nghiên cứu là khoảng cách tính từ tâm hiệu dụng của máy Aloka đến tâm nguồn trong khoảng 80cm đến 250cm

Số đọc của Aloka, $M_T(l)$, là kết quả tổng cộng của tín hiệu do chùm neutron trực tiếp đi tới đầu dò, $M_d(l)$, và tín hiệu do chùm neutron tán xạ đi tới đầu dò $M_s(l)$.

Hệ số chuẩn, F, được xác định bằng tỷ số giữa suất liều chuẩn, R, (là suất liều tại vị trí chuẩn của trường tự do, không có ảnh hưởng của tán xạ) và số đọc do chùm neutron trực tiếp đi tới đầu dò.

$$F = \frac{R(l)}{M_d(l)} \quad (1)$$

Suất liều chuẩn được tính theo công thức:

$$R(l) = \frac{B * h * 3600 * 10^{-6}}{4\pi l^2} \quad [\mu Sv/h] \quad (2)$$

Với:

- $B = 1,299.10^7$ n/s: cường độ nguồn neutron
- $h = 391\text{pSv.cm}^2$: hằng số chuyển đổi sang suất liều của $^{241}\text{AmBe}$ [1]
- l : khoảng cách giữa nguồn và tâm đầu dò (cm)

Số đọc do chùm neutron trực tiếp đi tới đầu dò được xác định bằng phương pháp khớp hàm tổng quát theo phương trình [2]:

$$M_T(l) = \frac{k}{l^2} \cdot \left(\frac{1 + \delta \cdot \left(\frac{r_D}{2l}\right)^2}{1 + \bar{\Sigma}(E) \times l} + A'l + sl^2 \right) \quad (3)$$

với :

- $M_T(l)$: số đọc tổng cộng của detector
- k : hằng số đặc trưng
- $\delta = 0,5$: hằng số hiệu dụng neutron theo khuyến cáo
- r_D : bán kính của detector
- $\bar{\Sigma} = 890.10^{-7} \text{ cm}$: hệ số suy giảm tuyến tính trung bình của neutron từ nguồn $^{241}\text{Am-Be}$ trong không khí
- k, A', s : biến số thu được sau khi khớp hàm, từ đó tính được thành phần trực tiếp và tán xạ đi tới đầu dò.

II.3. Kết quả

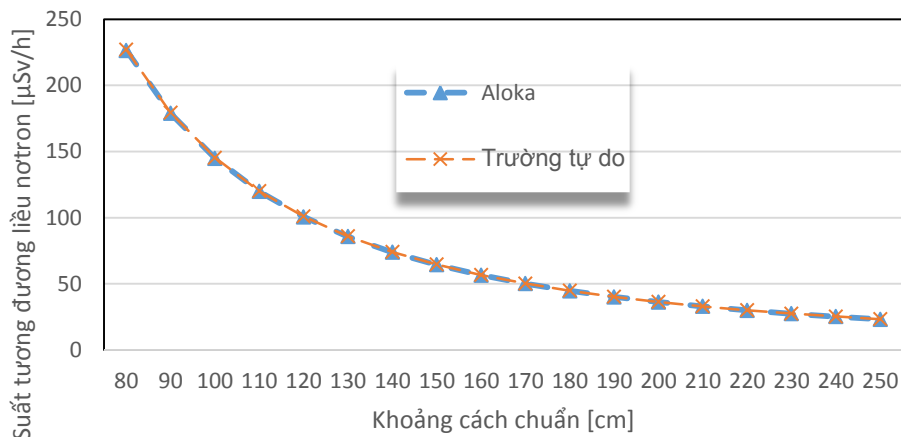
Bảng 1 thể hiện kết quả đánh giá hệ số chuẩn của máy Aloka tại các vị trí khác nhau cách nguồn từ 80cm đến 250cm. Hình 3 biểu diễn kết quả đo của Aloka do chùm neutron trực tiếp tới gây ra và suất liều chuẩn trong trường tự do.

Bảng 1: kết quả chuẩn thiết bị Aloka TPS451C

Khoảng cách [cm]	Số đọc Aloka tổng cộng $M_T(l)$ [$\mu\text{Sv/h}$]	Số đọc do chùm trực tiếp tới Aloka sau khi khớp hàm $M_d(l)$ [$\mu\text{Sv/h}$]	Suất liều chuẩn (trong trường tự do) $R(l)$ [$\mu\text{Sv/h}$]	Hệ số chuẩn F
80	252,9	226,4	227,0	1,00
90	209,3	178,9	179,3	1,00
100	170,3	144,9	145,3	1,00
110	144,3	119,8	120,1	1,00
120	120,7	100,6	100,9	1,00
130	105,1	85,7	86,0	1,00
140	95,0	73,9	74,1	1,00
150	84,2	64,4	64,6	1,00
160	73,9	56,6	56,7	1,00
170	66,9	50,1	50,3	1,00
180	60,8	44,7	44,8	1,00

Khoảng cách [cm]	Số đọc Aloka tổng cộng $M_T(l)$ [$\mu\text{Sv/h}$]	Số đọc do chùm trực tiếp tới Aloka sau khi khớp hàm $M_d(l)$ [$\mu\text{Sv/h}$]	Suất liều chuẩn (trong trường tự do) $R(l)$ [$\mu\text{Sv/h}$]	Hệ số chuẩn F
190	56,3	40,1	40,2	1,00
200	52,3	36,2	36,3	1,00
210	48,4	32,9	33,0	1,00
220	46,4	29,9	30,0	1,00
230	42,7	27,4	27,5	1,00
240	40,5	25,2	25,3	1,00
250	38,7	23,2	23,3	1,00
Hệ số chuẩn trung bình				1,00

Hình 3. Số đọc suất tương đương liều neutron của chùm trực tiếp tới aloka và trong trường tự do



II. 4. Bàn luận

Hệ số chuẩn máy Aloka tại các vị trí khác nhau trong trường chuẩn có sai khác không đáng kể, không bị ảnh hưởng bởi tán xạ hay phương pháp đánh giá. Như vậy nhóm tác giả đã nắm bắt thành công phương pháp chuẩn liều bức xạ neutron với nguồn $^{241}\text{AmBe}$ theo khuyến cáo của ISO 8529. Kết quả cũng cho thấy sự lựa chọn phương pháp khớp hàm tổng quát là phù hợp với phòng chuẩn neutron tại Viện Khoa học & kỹ thuật hạt nhân.

III. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này nhóm nghiên cứu thực hiện tách trường bức xạ neutron trong phòng chuẩn thành hai thành phần trực tiếp và tán xạ thông qua phương pháp khớp hàm tổng quát, khuyến cáo của ISO 8529. Kết quả chuẩn đối với máy đo suất liều neutron môi trường Aloka cho thấy các sai lệch hệ số chuẩn không đáng kể, hệ số chuẩn chỉ phụ thuộc vào đặc tính của máy đo không phụ thuộc vào phương pháp chuẩn và đặc tính phòng chuẩn. Vậy phòng chuẩn neutron tại Viện khoa học và kỹ thuật hạt nhân đã có thể tiến hành chuẩn cho các thiết bị ghi đo neutron.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] ISO 8529-1:2001: Reference neutron radiation – Part 1: Characteristics and methods of production

[2] ISO 8529-2:2001 Reference Neutron Radiations – Part 2: Calibration Fundamentals of Radiation Protection Devices Related to the Basic Quantities Characterizing the Radiation Field.

Calibration of neutron measuring devices with $^{241}\text{AmBe}$ source at INST

Quyet Nguyen Huu, Thiem Ngoc Le, Tuan Ho Quang
Institute for nuclear science and technology

Abstract: Institute for nuclear science and technology (INST) completed establishing neutron calibration room using $^{241}\text{Am-Be}$ source in 2014. As recommendations of ISO 8529 – 2, generalized-fit method can be used in calibrating neutron measuring devices. This study performed calibration for neutron doserate meter Aloka TPS451C. The direct neutron ambient equivalent doserates were calculated using generalized-fit method then compared to free field neutron doserates to get calibration factors. Results show that it's not much different among calibration factors of Aloka at different distances to the source from 80cm to 250cm. Then, generalized fit method can be used to calibrate neutrong measuring devices at INST

Keywords: *neutron calibration, neutron calibration room*