

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

**TCVN 10802:2015
ISO 8769:2010**

**NGUỒN CHUẨN - HIỆU CHUẨN CÁC THIẾT BỊ ĐO NHIỄM
BẢN PHÓNG XẠ BỀ MẶT - NGUỒN PHÁT ANPHA, BETA
VÀ PHOTON**

*Reference sources -
Calibration of surface contamination monitors - Alpha-, beta- and photon emitters*

HÀ NỘI - 2015

Lời nói đầu

TCVN 10802:2015 hoàn toàn tương đương với ISO 8769:2010.

TCVN 10802:2015 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 85 *Năng lượng hạt nhân* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố

Lời giới thiệu

Nhiễm bản phóng xạ bề mặt có thể do chất phóng xạ bị tràn ra, bắn ra hoặc rò rỉ từ các nguồn phóng xạ hở, hoặc do nguồn phóng xạ kín bị vỡ hoặc mất tính toàn vẹn và có thể làm gia tăng các mối nguy hại về sức khoẻ như sau:

- a) Chiều xạ ngoài các bộ phận của cơ thể gần bề mặt nhiễm xạ;
- b) Chất phóng xạ từ bề mặt nhiễm xạ đi vào cơ thể qua con đường hô hấp, tiêu hóa hoặc qua các vết thương.

Từ lâu người ta đã nhận thấy, sự cần thiết phải đo hiệu quả nhiễm bản phóng xạ bề mặt, xem các Tài liệu tham khảo [1] và [2]. Nhiễm bản phóng xạ bề mặt được định lượng bằng hoạt độ phóng xạ trên một đơn vị diện tích, đại lượng thường được sử dụng để qui định “các giới hạn dẫn suất”, nghĩa là giới hạn nhiễm bản phóng xạ bề mặt tối đa. Các giới hạn này được dựa trên các xem xét về bảo vệ bức xạ và được suy ra từ các tương đương liều hoặc giới hạn hấp thụ theo khuyến nghị của Cơ quan an toàn bức xạ quốc tế (ICRP), xem Tài liệu tham khảo [3] và [4]. Các giới hạn dẫn suất được quy định trong nhiều văn bản quy phạm của quốc gia quy định chi tiết về đo nhiễm bản phóng xạ bề mặt.

Yêu cầu đối với tiêu chuẩn này bắt nguồn từ sự cần thiết đối với các nguồn chuẩn tiêu chuẩn trong các tiêu chuẩn về hiệu chuẩn các thiết bị đo nhiễm bản phóng xạ bề mặt.

Trong khi các văn bản quy phạm đề cập đến nhiễm bản phóng xạ bề mặt dưới dạng hoạt độ trên một đơn vị diện tích thì độ đáp ứng của các thiết bị đo liên quan trực tiếp đến bức xạ phát ra từ bề mặt hơn là hoạt độ ở phía trên hoặc trong bề mặt. Do sự khác nhau về đặc tính hấp thụ và tán xạ của các bề mặt thực nên nhìn chung, không thể giả định rằng có một tương quan đơn giản, đã biết giữa suất liều phát xạ bề mặt và hoạt độ. Vì thế, rất cần các nguồn chuẩn được quy định chủ yếu cho suất liều phát xạ bề mặt cũng như hoạt độ. Liên kết chuẩn các nguồn chuẩn theo các tiêu chuẩn quốc tế hoặc quốc gia được thiết lập bởi một hệ thống các thiết bị truyền chuẩn.

Nguồn chuẩn – Hiệu chuẩn các thiết bị đo nhiễm bẩn phóng xạ bề mặt – Nguồn phát anpha, beta và photon

Reference sources – Calibration of surface contamination monitors – Alpha-, beta- and photon emitters

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định đặc điểm của nguồn chuẩn đối với nhiễm bẩn phóng xạ bề mặt, liên kết chuẩn đến các chuẩn đo lường quốc gia, dùng để hiệu chuẩn các thiết bị đo nhiễm bẩn phóng xạ bề mặt. Tiêu chuẩn này áp dụng đối với các nguồn phát anpha, nguồn phát beta và nguồn phát photon với năng lượng photon cực đại không lớn hơn 1,5 MeV. Tiêu chuẩn không đề cập đến quy trình liên quan đến việc sử dụng các nguồn chuẩn này để hiệu chuẩn các thiết bị đo nhiễm bẩn phóng xạ bề mặt. Các quy trình này được quy định trong IEC 60325, IEC 62363 và các tài liệu khác.

CHÚ THÍCH: Khi sử dụng một số nguồn photon kể cả các bộ lọc các nguồn photon này được xem như các nguồn photon của một dải năng lượng nhất định và không phải nguồn của nhân phóng xạ nhất định. Ví dụ: nguồn ^{241}Am có bộ lọc được khuyến nghị không phát hạt anpha hoặc photon tia X vành L năng lượng thấp đặc trưng liên quan đến phân rã của nhân. Nguồn này được thiết kế là nguồn phát photon với năng lượng trung bình khoảng 60 keV.

Tiêu chuẩn này cũng quy định bức xạ chuẩn để hiệu chuẩn các thiết bị đo nhiễm bẩn phóng xạ bề mặt, bức xạ này ở dưới dạng nguồn có diện tích rộng với đặc trưng thích hợp, phải được xác định và việc đánh giá suất liều phát xạ bề mặt phải được liên kết chuẩn đến các chuẩn quốc gia.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất bao gồm cả các bản sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 9595-3 (ISO/IEC GUIDE 98-3), *Độ không đảm bảo đo — Phần 3: Hướng dẫn trình bày độ không đảm bảo đo (GUM:1995)*.

TCVN ISO/IEC 17025, *Yêu cầu chung về năng lực của phòng thử nghiệm và hiệu chuẩn*.

TCVN 10802:2015

ISO 921, *Nuclear Energy – Vocabulary* (Năng lượng hạt nhân – Thuật ngữ).

IEC 60050-394, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 394: Nuclear instrumentation – Instruments, systems, equipment and detectors* (Thuật ngữ kỹ thuật điện tử quốc tế - Phần 394: Thiết bị hạt nhân – Thiết bị, hệ thống, detector).

IEC 60325, *Radiation protection instrumentation – Alpha, beta and alpha/beta (beta energy > 60 kV) contamination meters and monitors* (Thiết bị bảo vệ chống bức xạ – Các máy đo và thiết bị giám sát nhiễm bẩn phóng xạ alpha, beta và alpha/beta (năng lượng > 60 kV).

IEC 62363, *Radiation protection instrumentation – Portable photon contamination meters and monitors* (Thiết bị bảo vệ bức xạ – Các máy đo và thiết bị giám sát nhiễm bề mặt đối với nhiễm bẩn phóng xạ photon).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tài liệu này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong ISO 921 và IEC 60050-394 và các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1

Hoạt độ (activity)

(của lượng nhân phóng xạ ở một trạng thái năng lượng nhất định tại một thời gian xác định) số phân rã hạt nhân tự phát, dN , từ một trạng thái năng lượng đó trong khoảng thời gian, dt .

CHÚ THÍCH: Đơn vị trong hệ SI: s^{-1} . Tên gọi cho đơn vị trong hệ SI là becquerel, Bq ($1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$).

3.2

Suất liều phát xạ bề mặt (surface emission rate)

(của một nguồn phóng xạ) số hạt hoặc số photon của một loại tia nhất định với một năng lượng nhất định được phát ra từ bề mặt hoặc cửa sổ của nguồn trong một đơn vị thời gian.

3.3

Độ dày của lớp bão hoà (saturation layer thickness)

(của một nguồn được tạo ra bởi vật liệu phóng xạ đồng nhất) độ dày của vật liệu bằng với quãng chạy cực đại của bức xạ hạt cụ thể.

3.4

Hiệu suất đo của thiết bị (Instrument efficiency)

Tỷ số giữa số đọc thực của thiết bị đo (số đếm trong một đơn vị thời gian sau khi trừ nhiễu) và suất liều phát xạ bề mặt của nguồn (số hạt phát ra trong một đơn vị thời gian) trong một cấu hình hình học đã cho liên quan đến một nguồn.

CHÚ THÍCH: Hiệu suất đo của thiết bị phụ thuộc vào năng lượng bức xạ của nguồn, diện tích của nguồn và diện tích cửa sổ của detector.

3.5

Tự hấp thụ (self – absorption)

(của một nguồn) hấp thụ bức xạ xảy ra trong chính vật liệu của nguồn đó.

3.6

Liên kết chuẩn (traceability)

Tính chất của một kết quả đo hoặc giá trị của một chuẩn mà nhờ đó có thể liên hệ kết quả đo hoặc giá trị của chuẩn đến các chuẩn đã định, thường là chuẩn quốc gia hoặc quốc tế, qua một chuỗi các so sánh liên tục với những độ không đảm bảo xác định.

3.7

Độ không đảm bảo (uncertainty)

Độ không đảm bảo tiêu chuẩn ($k = 1$), trừ khi có quy định khác. Việc xử lý độ không đảm bảo được thực hiện theo TCVN 9595-3 (ISO/IEC Guide 98-3) về diễn giải độ không đảm bảo trong phép đo.

3.8

Tính đồng nhất (uniformity)

(của một bề mặt về một đặc tính xác định được thể hiện bằng một đại lượng đo trên một đơn vị diện tích) chỉ khả năng tái lập đặc tính đó trên toàn bề mặt.

4 Liên kết chuẩn của các nguồn chuẩn

Sơ đồ sau được sử dụng để đảm bảo rằng các chuẩn làm việc được sử dụng trong lĩnh vực hiệu chuẩn thường kỳ cho các thiết bị đo nhiễm bản phóng xạ bề mặt phải được liên hệ với các tiêu chuẩn đo lường quốc gia thông qua một chuỗi liên kết chuẩn được xác định rõ bằng cách sử dụng các nguồn chuẩn và thiết bị truyền chuẩn.

Các nguồn chuẩn thuộc một trong hai nhóm:

- **Nhóm 1:** các nguồn chuẩn đã được hiệu chuẩn trực tiếp về suất liều phát xạ bề mặt tại một viện đo lường quốc gia hoặc quốc tế.
- **Nhóm 2:** các nguồn chuẩn đã được hiệu chuẩn về suất liều phát xạ bề mặt bằng một thiết bị truyền chuẩn và hiệu suất của thiết bị truyền chuẩn đã được đo bằng cách hiệu chuẩn với một nguồn chuẩn Nhóm 1 của cùng một nhân phóng xạ chuẩn và cùng một cấu trúc như nhau, sử dụng cùng một cấu trúc hình học giống nhau, tại một phòng thí nghiệm chuẩn đã được công nhận theo TCVN ISO 17025 đối với các phép đo đó.

Các viện đo lường quốc gia có thể chủ động cung cấp cách thức chứng nhận các nguồn chuẩn Nhóm 1 đối với một dải các nhân phóng xạ xác định. Đối với các nước tham gia Hiệp định thừa nhận lẫn nhau (MRA), một chứng nhận hiệu chuẩn từ viện thành viên khác tại một nước thứ hai được thừa nhận có giá trị tại nước đầu tiên đối với các đại lượng, dải năng lượng và độ không đảm bảo đo được qui định trong Phụ lục C của MRA.

Suất liều phát xạ bề mặt của nguồn chuẩn Nhóm 1 phải được đo bằng các phương pháp tuyệt đối, ví dụ bằng cách sử dụng một detector đếm tỷ lệ lưu khí không có cửa sổ hoặc bằng cách sử dụng thiết bị đã được hiệu chuẩn bằng cách sử dụng các nguồn đã được đo tuyệt đối.

Nhà sản xuất sẽ đưa ra hoạt độ của các nguồn chuẩn Nhóm 1 bằng cách cung cấp các kết quả liên kết chuẩn trực tiếp đến đơn vị hoạt độ theo thang SI (Bq). Nhà sản xuất phải cung cấp cho khách hàng chi tiết phương pháp xác định hoạt độ, thừa nhận giá trị và độ không đảm bảo liên quan đến phép đo đó.

Các tổ chức có yêu cầu làm định phép thử và hiệu chuẩn các thiết bị được sử dụng để đo nhiễm bẩn phóng xạ bề mặt cần phải có các nguồn chuẩn Nhóm 1 hoặc 2 phù hợp. Mục đích của một nguồn làm việc là kiểm tra việc hiệu chuẩn của các thiết bị đo nhiễm bẩn phóng xạ bề mặt tại hiện trường; các nguồn này không được nhầm lẫn với các nguồn kiểm tra chỉ được dùng để kiểm tra xem thiết bị có hoạt động không.

Các tổ chức có yêu cầu cung cấp các nguồn chuẩn làm việc để xác nhận thông lệ việc hiệu chuẩn của các thiết bị đo phóng xạ bề mặt cần phải có một thiết bị truyền chuẩn để hiệu chuẩn các nguồn đó về mặt suất liều phát xạ bề mặt so với một nguồn chuẩn Nhóm 1 hoặc 2. Trong trường hợp sử dụng nguồn làm việc hoặc trong một khuôn dẫn hoặc dưới một cấu hình hình học cụ thể, thiết bị truyền chuẩn đo suất liều phát xạ cần được hiệu chuẩn bằng cách sử dụng nguồn chuẩn dưới các điều kiện và cấu hình hình học giống hệt; cách khác, nguồn làm việc cần phải di chuyển được từ khuôn dẫn có thể được đo theo cách thông thường. Trong trường hợp chỉ một số thiết bị cần được hiệu chuẩn hoặc cần độ chính xác cao, có thể sử dụng nguồn chuẩn Nhóm 1 hoặc 2 như các nguồn làm việc: trong các trường hợp như vậy, tần suất hiệu chuẩn lại cũng phải giống như đối với các nguồn làm việc. Các quy định quốc gia có thể yêu cầu hiệu chuẩn thường xuyên hơn.

5 Yêu cầu của nguồn chuẩn

5.1 Yêu cầu chung

Có 2 loại nguồn chuẩn.

- Các nguồn bao gồm một vật liệu nền dẫn điện với một nhân phóng xạ xác định được phủ chắc chắn phía trên hoặc được kết hợp vào chỉ một mặt; vật liệu nền phải đủ dày để tránh phát bức xạ hạt qua mặt sau của nguồn.
- Các nguồn bao gồm một lớp vật liệu trong đó nhân phóng xạ được phân bố đồng nhất và độ dày của lớp này ít nhất bằng với độ dày lớp bảo vệ của bức xạ hạt. Đối với mục đích đo nhiễm bẩn

phóng xạ bề mặt, hoạt độ của nguồn phải bằng hoạt độ chứa trong một lớp bề mặt có độ dày bằng với độ dày của lớp bảo vệ.

Các nguồn phát photon cần kết hợp với các bộ lọc như Bảng 1.

Các nguồn chuẩn phải có đủ độ tinh khiết nhân phóng xạ phù hợp. Nhà sản xuất phải có trách nhiệm xác định và báo cáo độ tinh khiết phóng xạ ở mức độ cần để đảm bảo rằng sử dụng nguồn này không bị ảnh hưởng bởi các phát xạ từ bất kỳ tạp chất nào. Ít nhất, tất cả các tạp chất nhân phóng xạ với hoạt độ ít nhất bằng 1 % hoạt độ của nhân phóng xạ chính phải được xác định và báo cáo. Đối với các nguồn có thể chứa các tạp chất nhân phóng xạ, người sử dụng nên xem xét mức độ tương đối của tạp chất sẽ thay đổi theo thời gian và có thể gây ra tác động đáng kể đến suất liều phát xạ từ nguồn.

Bảng 1 – Các đặc trưng của các nguồn phát photon và bộ lọc thêm

Năng lượng photon trung bình ^a xấp xỉ kV	Thời gian bán rã Ngày	Nhân phóng xạ và bộ lọc ^b
5,9	$1,00 \times 10^3$	⁵⁵ Fe (không)
16	$3,20 \times 10^4$	²³⁸ Pu với một bộ lọc zirconium $32,5 \text{ mg.cm}^{-2}$
32	$5,88 \times 10^9$	¹²⁹ I với một bộ lọc nhôm 81 mg.cm^{-2}
60	$1,58 \times 10^5$	²⁴¹ Am với một bộ lọc thép không gỉ 200 mg.cm^{-2}
124	272	⁵⁷ Co với một bộ lọc thép không gỉ 200 mg.cm^{-2}
660	$1,10 \times 10^4$	¹³⁷ Cs với một bộ lọc thép không gỉ 800 mg.cm^{-2}
1250	$1,93 \times 10^3$	⁶⁰ Co với một bộ lọc nhôm 81 mg.cm^{-2}
CHÚ THÍCH: Đây là các nguồn photon hoặc electron của một dải năng lượng cụ thể và không phải nguồn của nhân phóng xạ cụ thể.		
^a Năng lượng photon trung bình xấp xỉ bằng $(\sum n_i \times E_i) / \sum n_i$ trong đó n_i là số photon phát ra từ nguồn có năng lượng E_i .		
^b Đối với tiêu chuẩn này, thép không gỉ có thành phần bao gồm: 72 % Fe, 18 % Cr, 10 % Ni.		

5.2 Nguồn chuẩn Nhóm 1

5.2.1 Yêu cầu chung

Để đáp ứng các yêu cầu đã qui định trong tiêu chuẩn này, các nguồn chuẩn Nhóm 1 phải là các nguồn phẳng chứa vật liệu nền dẫn điện với chất phóng xạ phủ phía trên hoặc kết hợp vào trong một bề mặt để làm giảm thiểu việc tự hấp thụ của nguồn và để duy trì khả năng dẫn điện dọc theo toàn bộ bề mặt hoạt động (xem Chú thích). Diện tích hoạt động phải ít nhất là 10^4 mm^2 , kích thước khuyến nghị là $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ và $100 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$.

TCVN 10802:2015

CHÚ THÍCH: Một nguồn chuẩn Nhóm 1 phải có hoạt độ xấp xỉ gần với hoạt độ của một nguồn “mỏng” lý tưởng (xem IEC 60325). Tuy nhiên, với các nguồn phát alpha và beta năng lượng thấp, khả năng tự hấp thụ có thể không đáng kể. Việc duy trì độ dẫn điện là cần thiết cho việc hoạt động chính xác của các bộ đếm tỷ lệ không có cửa sổ.

Độ dày của vật liệu nền phải đủ để giảm thiểu sự đóng góp từ bức xạ tán xạ ngược, cả dạng hạt và photon. Khuyến nghị vật liệu nền là nhôm có độ dày 3 mm (Độ dày này đủ để loại phát xạ hạt từ phía sau của nguồn trừ các nguồn $^{106}\text{Ru}/\text{Rh}$ độ dày cần tới 4,6 mm). Khối lượng trên mỗi đơn vị diện tích của vật liệu nền phải trong khoảng $\pm 10\%$ giá trị được đưa ra trong chứng chỉ. Vật liệu nền phải rộng hơn diện tích hoạt động rộng đến mức tác động của tán xạ ngược là đồng nhất trên toàn bộ diện tích hoạt động. Khuyến nghị vật liệu nền nên rộng hơn và diện tích hoạt động của nguồn phải ít nhất là 10 mm.

Các nguồn phát photon phải bao gồm cả bộ lọc như đã qui định trong Bảng 1. Các bộ lọc thường phải là một phần tích hợp với nguồn, không nên loại bỏ các bộ lọc. Diện tích bộ lọc nên rộng hơn diện tích hoạt động của nguồn 10 mm. Khối lượng trên mỗi đơn vị diện tích của bộ lọc phải trong khoảng $\pm 10\%$ giá trị được quy định trong Bảng 1.

Các nguồn phải đi kèm với chứng chỉ hiệu chuẩn bao gồm thông tin sau:

- a) Nhân phóng xạ và thời gian bán rã¹⁾;
- b) Số nhận dạng nguồn;
- c) Suất liều phát xạ bề mặt, độ không đảm bảo và ngày dẫn chiếu;
- d) Hoạt độ, được tính theo ngày dẫn chiếu như phần c) ở trên và độ không đảm bảo;
- e) Diện tích hoạt động và kích thước của nguồn và độ không đảm bảo;
- f) Độ dày của lớp hoạt động được đo từ mặt trước của lớp hoạt động;
- g) Bản chất, độ dày, mật độ và kích thước của chất nền;
- h) Bản chất, độ dày, mật độ và kích thước của bộ lọc (nếu có);
- i) Tính đồng nhất và bảng suất liều phát xạ bề mặt tương ứng của tất cả các phần riêng lẻ liên quan đến vị trí và suất liều phát xạ;
- j) Nhóm nguồn.

Nhà sản xuất có thể quyết định cung cấp thêm thông tin để trợ giúp cho người sử dụng. Các dấu hiệu trên nguồn phải chỉ ra nhân phóng xạ và số nhận dạng nguồn.

5.2.2 Hoạt độ và suất liều phát xạ bề mặt

Hoạt độ của nguồn chuẩn Nhóm 1 với kích thước thích hợp phải cho suất liều phát xạ bề mặt khoảng từ $2\,000\text{ s}^{-1}$ đến $10\,000\text{ s}^{-1}$ nhằm tối ưu hoá giữa các sai số phòng, thống kê và thời gian chết. Hoạt độ phải được đưa ra với độ không đảm bảo không quá $\pm 10\%$ ($k = 1$). Suất liều phát xạ bề mặt phải được viện đo lường quốc gia đo với độ không đảm bảo không lớn hơn:

$\pm 3\%$ đối với nguồn alpha;

$\pm 3\%$ đối với nguồn beta với một mức năng lượng điểm cuối lớn hơn 150 kV;

¹⁾ Thời gian bán rã là các giá trị do dự án đánh giá số liệu phân rã (DDEP) cung cấp.

$\pm 5\%$ đối với nguồn beta với một mức năng lượng điểm cuối nhỏ hơn 150 kV;

$\pm 10\%$ đối với nguồn photon.

Các nguồn chuẩn Nhóm 1 phải được hiệu chuẩn lại với tần suất ít nhất bốn năm một lần.

5.2.3 Tính đồng nhất

Tính đồng nhất của nguồn chuẩn Nhóm 1 được biểu thị trong thuật ngữ bằng độ lệch chuẩn của suất liều phát xạ bề mặt từ mỗi phần riêng lẻ của toàn bộ nguồn phải không lớn hơn 5%.

Để xác định tính đồng nhất của một nguồn có liên quan đến suất liều phát xạ bề mặt trên một đơn vị diện tích, nguồn phải được xem là bao gồm một số các phần riêng lẻ của diện tích bằng nhau. Diện tích của các phần là 5 cm² hoặc nhỏ hơn. Tính đồng nhất được biểu thị bằng độ sai lệch tiêu chuẩn thử nghiệm tương ứng từ suất liều phát xạ bề mặt từ mỗi phần riêng lẻ của toàn bộ nguồn. Các suất liều phát xạ bề mặt riêng lẻ này cần được xác định với một độ không đảm bảo, theo thống kê đếm, không vượt quá $\pm 1\%$.

Tính đồng nhất có thể được đo bằng cách sử dụng kỹ thuật tấm kính tạo ảnh, các hệ đo độ nhạy vị trí hoặc bằng cách đưa vào một tấm chắn giữa nguồn và detector. Tấm chắn phải có một khe hở có kích thước phù hợp và đủ che chắn cho detector để đảm bảo phần đóng góp từ các diện tích bên ngoài khe hở không được vượt quá 5% đối với kết quả đo từ bất kỳ diện tích riêng lẻ nào. Đối với kỹ thuật tấm chắn, cần phải cẩn trọng để luôn luôn sử dụng cùng một phần của detector để giảm thiểu các ảnh hưởng do độ không đồng nhất có thể có của đáp ứng với bức xạ dọc theo bề mặt detector. Đối với các kỹ thuật khác, nên cẩn trọng để giảm thiểu các tác động do độ không đồng nhất có thể có của hiệu suất liều phát hiện dọc theo toàn bộ detector.

CHÚ THÍCH 1: Nhận thức về sự phân bố không đồng nhất sẽ có thể giúp sử dụng các diện tích nhỏ hơn của nguồn trong khi vẫn đảm bảo một mức độ không đảm bảo đo hợp lý.

CHÚ THÍCH 2: Do các hiệu ứng biên có thể có và các đóng góp từ các diện tích bên cạnh, tổng suất liều phát xạ từ nguồn không thể được xác định từ tổng suất liều phát xạ từ các diện tích riêng lẻ.

5.2.4 Nhân phóng xạ

Các nguồn chuẩn Nhóm 1 phải được chuẩn bị, nếu có thể, từ một trong những nhân phóng xạ trong Bảng 1, 2 và 3. Các đặc trưng của các nhân phóng xạ này được đưa ra trong các bảng. Xem tài liệu tham khảo[6].

Bảng 1 và 2 có các loại "thích hợp" và loại "thay thế có thể". Các nhân phóng xạ "thích hợp" được chọn vì sự sẵn có, thời gian bán rã dài và hoạt độ riêng cao. Loại thay thế có thể có một số nhược điểm như cần thay thế thường xuyên do thời gian bán rã tương đối ngắn, do hoạt độ riêng thấp do vậy khó có thể cung cấp đủ hoạt độ trong một lớp hoạt động rất mỏng, do nhân phóng xạ phát thêm bức xạ không mong muốn, do khó khăn trong việc cung cấp nhân phóng xạ đủ độ tinh khiết.

Bảng 2 – Nhân phóng xạ đối với các nguồn phát alpha

Nhân phóng xạ	Thời gian bán rã Ngày	Năng lượng tối đa keV	Khuyến nghị
Loại thích hợp			
²⁴¹ Am	1,58 x 10 ⁵	5544	–
²³⁸ Pu	3,20 x 10 ⁴	5499	–
Loại thay thế có thể			
²³⁰ Th	2,75 x 10 ⁷	4688	–

Bảng 3 – Nhân phóng xạ đối với các nguồn phát beta

Nhân phóng xạ	Thời gian bán rã ngày	Năng lượng tối đa keV	Khuyến nghị
Loại thích hợp			
³ H	4,50 x 10 ³	19	Phụ thuộc vào bản chất của quá trình sản xuất, có thể cần phải hiệu chuẩn lại thường xuyên hơn vì có thể có trao đổi đồng vị với H trong không khí
⁶³ Ni	3,61 x 10 ⁴	67	
¹⁴ C	2,08 x 10 ⁶	156	Phụ thuộc vào bản chất của quá trình sản xuất, có thể cần phải hiệu chuẩn lại thường xuyên hơn vì có thể có trao đổi đồng vị với C trong không khí
⁹⁹ Tc	7,82 x 10 ⁷	292	
³⁶ Cl	1,10 x 10 ⁸	709	
⁹⁰ Sr/Y	1,05 x 10 ⁴ (⁹⁰ Sr) 2,67 (⁹⁰ Y)	546 (⁹⁰ Sr) 2280 (⁹⁰ Y)	Nếu chỉ cần tia beta năng lượng cao hơn từ ⁹⁰ Y, thì cần một bộ lọc 130mg.cm ⁻² nhưng điều này sẽ làm giảm đáng kể phổ phát xạ ⁹⁰ Y
¹⁰⁶ Ru/Rh	373 (¹⁰⁶ Ru) 0,00035 (¹⁰⁶ Rh)	40 (¹⁰⁶ Ru) 3541 (¹⁰⁶ Rh)	Thời gian bán rã tương đối ngắn
Loại thay thế có thể			
¹⁴⁷ Pm	958	225	Thời gian bán rã tương đối ngắn
²⁰⁴ Tl	1,38 x 10 ³	764	Xấp xỉ 3 % các phân rã là do bẫy electron và phát ra tia X khoảng từ 70 kV tới 80 kV
⁶⁰ Co	1,925 x 10 ³	317	Không phải là một nguồn phát beta sạch Phát photon ở 1,173 MeV và 1,332 MeV

5.3 Nguồn chuẩn Nhóm 2

5.3.1 Yêu cầu chung

Các nguồn chuẩn Nhóm 2 phải đáp ứng các yêu cầu giống như đối với nguồn chuẩn Nhóm 1. Nguồn phải được đánh dấu với những thông tin giống như thông tin của nguồn chuẩn Nhóm 1 và phải được đi kèm với một chứng chỉ hiệu chuẩn như trong 5.2.1

5.3.2 Hoạt độ và suất liều phát xạ bề mặt

Suất liều phát xạ của một nguồn chuẩn Nhóm 2 với kích thước thích hợp phải được yêu cầu bởi người sử dụng và sẽ phụ thuộc vào loại thiết bị được hiệu chuẩn và loại thử nghiệm được thực hiện. Hoạt độ phải được xác định theo liên kết chuẩn đến Hệ đơn vị quốc tế (SI) và được đưa ra với độ không đảm bảo đo không vượt quá $\pm 10\%$ ($k = 1$). Suất liều phát xạ bề mặt phải được xác định bằng thiết bị truyền chuẩn (xem Điều 6) với độ không đảm bảo đo không vượt quá:

$\pm 5\%$ đối với nguồn alpha;

$\pm 5\%$ đối với nguồn beta có mức năng lượng cuối lớn hơn 150 kV;

$\pm 10\%$ đối với nguồn beta có mức năng lượng cuối nhỏ hơn 150 kV;

$\pm 15\%$ đối với nguồn photon.

Các nguồn chuẩn Nhóm 2 phải được hiệu chuẩn lại ở tần suất ít nhất 4 năm một lần.

5.3.3 Tính đồng nhất

Tính đồng nhất (như định nghĩa trong 5.2.3) của một nguồn chuẩn Nhóm 2 được biểu thị bằng độ sai lệch chuẩn của suất liều phát xạ bề mặt của nguồn từ mỗi phần riêng lẻ trong toàn bộ nguồn không được lớn hơn 10%.

5.3.4 Nhân phóng xạ

Các nguồn chuẩn Nhóm 2 phải được chuẩn bị từ nhân phóng xạ giống như đối với các nguồn chuẩn Nhóm 1 trong 5.2.4.

5.4 Nguồn làm việc

5.4.1 Yêu cầu chung

Các yêu cầu cụ thể quy định đối với các nguồn làm việc thuộc trách nhiệm của người sử dụng. Các nguồn này có thể thường được sản xuất tại chỗ và cần tuân thủ theo mọi quy định của quốc gia. Khi quy định các nguồn làm việc, các điểm sau cần được xem xét:

- Các nguồn làm việc phải được có số lượng và đa dạng về kích thước để đáp ứng nhu cầu của tổ chức liên quan đến hiệu chuẩn thông lệ các thiết bị đo nhiễm bản phóng xạ bề mặt.
- Các nguồn làm việc phải được đánh dấu và suất liều phát xạ bề mặt tại ngày chuẩn, nhân phóng xạ và số sêri, và phải đi kèm một chú thích chi tiết về cấu hình hình học mà các nguồn được hiệu chuẩn và do đó nên được sử dụng. Trong trường hợp kích thước của nguồn quá nhỏ không thể

TCVN 10802:2015

đánh dấu, nguồn phải mang một ký hiệu nhận dạng duy nhất và phải được đi kèm với một chứng chỉ hiệu chuẩn cũng bao gồm ký hiệu nhận dạng duy nhất đó cùng với các thông tin chi tiết về nhân phóng xạ, suất liều phát xạ bề mặt và ngày chuẩn.

- c) Các nguồn làm việc phải đảm bảo đủ chắc chắn để chịu được việc thao tác hàng ngày.
- d) Nếu không có các yêu cầu trái ngược nhau, các nguồn làm việc phải tuân thủ với các yêu cầu được quy định đối với nguồn chuẩn trong 5.2.

5.4.2 Hoạt độ và suất liều phát xạ bề mặt

Suất liều phát xạ bề mặt của một nguồn làm việc nên được thống nhất giữa người sử dụng và nhà sản xuất. Hoạt độ của một nguồn làm việc phải được đưa ra bởi nhà sản xuất và phải được liên kết chuẩn tới SI, suất liều phát xạ bề mặt phải được đo trên một thiết bị truyền chuẩn đã được hiệu chuẩn bằng cách sử dụng một nguồn chuẩn Nhóm 1 hoặc Nhóm 2 có cùng cấu trúc. Suất liều phát xạ bề mặt của các nguồn làm việc sẽ cần biết về độ không đảm bảo theo các quy định về hiệu chuẩn thiết bị thích hợp.

Các nguồn làm việc phải được hiệu chuẩn ít nhất 2 năm một lần.

5.4.3 Tính đồng nhất

Tính đồng nhất của một nguồn làm việc nên giống với quy định đối với nguồn chuẩn Nhóm 2. (Ví dụ về tính không đồng nhất của nguồn ảnh hưởng đến việc hiệu chuẩn các thiết bị đo được đưa ra trong Tài liệu tham khảo [5]).

5.4.4 Nhân phóng xạ

Các nguồn làm việc phải được chuẩn bị từ các nhân phóng xạ phát alpha, beta, photon theo yêu cầu của người sử dụng.

6 Thiết bị truyền chuẩn

6.1 Thiết bị truyền chuẩn đối với nguồn alpha và beta

Thiết bị truyền chuẩn đối với bức xạ alpha và beta phải có một hiệu suất đo lớn hơn 50 % trên dải năng lượng được quy định bởi tiêu chuẩn này. Thiết bị nên có kích thước phù hợp để sự biến đổi trong đáp ứng không gian trên diện tích đo 100 mm x 150 mm có thể được bỏ qua. Loại thiết bị truyền chuẩn được khuyến nghị đối với nguồn phát beta là một ống đếm tỷ lệ lưu khí, không có cửa sổ, diện tích rộng với nguồn cung cấp khí điều chỉnh được.

Ngưỡng để đếm beta phải được thiết lập để tương ứng với năng lượng photon 590 V (0,1 lần năng lượng bức xạ $-X_K$ của ^{54}Mn tiếp theo phân rã của ^{55}Fe). Để đếm alpha, ngưỡng nên được thiết lập chỉ nằm trên nhiều điện trở của hệ thiết bị. Cần phải hiệu chỉnh đối với thời gian chết điện tử và tỷ lệ đếm phông nền.

6.2 Thiết bị truyền chuẩn đối với các nguồn photon

Thiết bị truyền chuẩn đơn sẽ không thể dùng cho toàn bộ dải năng lượng photon được quy định trong tiêu chuẩn này. Thiết bị được sử dụng cho năng lượng cụ thể có các đặc trưng sau:

- a) Hiệu suất phát hiện cao;
- b) Tính đồng nhất của độ đáp ứng trên bề mặt thiết bị;
- c) Độ ổn định;
- d) Độ nhiễu nền thấp.

Các ống đếm tỷ lệ diện tích rộng có bộ cấp khí thích hợp là phù hợp để đo các nguồn phát photon năng lượng thấp. Detector nhấp nháy như NaI (TI) phù hợp đối với các nguồn phát photon năng lượng cao.

6.3 Hiệu chuẩn

Thiết bị truyền chuẩn phải được hiệu chuẩn ngay từ đầu và theo chu kỳ nhất định trong suốt thời gian hoạt động theo quy định, quy tắc thực hiện hoặc các khuyến nghị khác. Thiết bị truyền chuẩn được khuyến nghị hiệu chuẩn lại ít nhất mỗi năm một lần.

Hiệu chuẩn một thiết bị truyền chuẩn thuộc trách nhiệm của đơn vị. Trong trường hợp nhân phóng xạ phát beta không có sẵn vì nguồn chuẩn Nhóm 2 là nguồn làm việc, liên kết chuẩn có thể được giữ bởi phép nội suy hiệu suất của thiết bị truyền chuẩn. Tuy nhiên, đối với các nguồn phát beta năng lượng cực đại nhỏ hơn 0,5 MeV khi đó hiệu suất của detector tỷ lệ lưu khí thay đổi nhanh theo hàm của năng lượng, thì phép nội suy có thể dẫn đến các sai số lớn và cần có nguồn chuẩn Nhóm 1 hoặc Nhóm 2 phù hợp.

Phụ lục A

(Quy định)

Các xem xét cụ thể đối với các nguồn chuẩn phát electron năng lượng nhỏ hơn 0,15 MeV và phát photon năng lượng nhỏ hơn 1,5 MeV

Các nhân phóng xạ phân rã bằng cách bắt electron và bằng dịch chuyển đồng phân có thể phát ra một dải rộng các loại bức xạ khác nhau kể cả các electron chuyển đổi trong và các electron Auger cũng như bức xạ tia X đặc trưng vành K, L, M và bức xạ gamma. Đối với những loại bức xạ này chủ yếu là năng lượng thấp và do đó khả năng đâm xuyên thấp hơn, tương quan giữa suất liều phát xạ và hoạt độ sẽ phụ thuộc lớn vào cấu trúc nguồn (hoặc bản chất của bề mặt nhiễm bẩn phóng xạ). Như vậy, có thể giảm đáng kể năng lượng của phổ electron phát ra và do đó biến dạng. Điều này sẽ gây ra trở ngại khi các nguồn đó được sử dụng để truyền chuẩn từ detector này sang detector khác khi 2 detector có cửa sổ khác nhau. Các ảnh hưởng này không được bỏ qua.

Việc sử dụng bộ lọc trên các nguồn phát photon sẽ dẫn đến độ chuẩn trực góc qua đó số photon được phát ra thông thường tới bề mặt sẽ lớn hơn số photon được phát ra tại các góc xiên. Vì vậy, phân bố phát xạ cục từ nguồn chuẩn có thể khác so với phát xạ từ bề mặt nhiễm bẩn phóng xạ. Cùng lý do đó, các phát xạ từ một bề mặt nhiễm bẩn phóng xạ có thể không đồng hướng.

Việc sử dụng các bộ lọc được thiết kế một phần là để loại bỏ các phát xạ không mong muốn như bức xạ beta hoặc bức xạ electron. Cần lưu ý rằng bộ lọc, cũng sẽ làm suy giảm các phát xạ photon, sẽ tạo ra phát xạ electron thứ cấp từ quá trình suy giảm. Bức xạ như vậy thường sẽ có năng lượng thấp và xác suất thấp. Tuy nhiên, sự có mặt có thể có của bức xạ này cần được xem xét.

Các nguồn chuẩn phát số electron cũng như photon với số lượng đáng kể có các nhược điểm sau:

- a) Việc xác định suất liều phát xạ của nguồn chuẩn yêu cầu đo cả bức xạ electron và photon;
- b) Suất liều phát xạ và phân bố năng lượng của bức xạ electron năng lượng thấp rất phụ thuộc vào loại cấu trúc nguồn;
- c) Nếu nguồn phát cả hai loại bức xạ, nhưng chỉ xác định phát xạ photon, thì đối với một nhân phóng xạ đã cho, hệ số hiệu chuẩn được cho đối với một thiết bị đo nhiễm bẩn phóng xạ đáp ứng với cả hai loại bức xạ cần kiến thức về độ đáp ứng của thiết bị đo nhiễm bẩn bề mặt đối với cả hai bức xạ photon và electron;
- d) Nếu nguồn như trong điểm c) được sử dụng để hiệu chuẩn các thiết bị đo nhiễm bẩn phóng xạ có cửa sổ mỏng phát hiện electron năng lượng thấp, hệ số hiệu chuẩn dẫn suất có thể phụ thuộc nhiều vào phân bố năng lượng do cấu trúc nguồn cụ thể và vào khoảng cách giữa bề mặt nhiễm bẩn phóng xạ và cửa sổ của thiết bị.

Để đảm bảo tính nhất quán lớn giữa các hiệu chuẩn quan trọng đối với phát xạ photon, cần một loạt các nguồn chuẩn phát bức xạ photon trên các dải năng lượng hạn chế.

Mặc dù có nhiều nhân được sử dụng hàng ngày tại nơi làm việc, số nguồn phù hợp là nguồn chuẩn lại rất ít do cần xem xét sao cho thời gian bán rã đủ dài, cân nhắc về chi phí, sự sẵn có và khả năng cung cấp hiệu chuẩn chỉ có một nhánh beta đơn hoặc một photon đơn. Các nhân phóng xạ phát photon được khuyến nghị đã được chọn để làm nguồn tạo ra một dải năng lượng photon phù hợp để hiệu chuẩn các loại thiết bị thường được sử dụng nhất để đo các nhân phân rã bằng các quy trình bắt electron và chuyển đồng phân. (Nếu có yêu cầu xác định một độ đáp ứng chi tiết hơn của một thiết bị đối với các năng lượng khác với năng lượng được cung cấp bởi các nguồn này, bức xạ tia X huỳnh quang chuẩn từ TCVN 7942 (ISO 4037) có thể được sử dụng). Cần lưu ý rằng, ngoại trừ ^{55}Fe , tất cả các nguồn chuẩn phát photon đều có bộ lọc trên bề mặt của vật liệu hoạt động của nguồn. Đối với ^{55}Fe , nên lưu ý là nguồn này phát electron Auger năng lượng thấp. Các bức xạ này thường sẽ bị hấp thụ hoàn toàn trong cửa sổ detector nhưng, nếu sử dụng các ống đếm không có cửa sổ, cần tính đến bức xạ hạt này và tác động có thể có khi che chắn phép đo truyền.

Mục đích của bộ lọc là loại bỏ bức xạ không mong muốn từ các nhân phóng xạ và do đó cung cấp nguồn phát photon trong các dải giới hạn. Bức xạ bị loại bỏ bao gồm cả:

^{129}I	Bức xạ beta và bức xạ năng lượng thấp khác
^{241}Am	Bức xạ alpha và bức xạ tia X đặc trưng vành L
^{57}Co	Bức xạ tia X đặc trưng vành K, electron và các photon năng lượng thấp hơn
^{238}Pu	Giảm cường độ tương đối của bức xạ tia X đặc trưng vành L trên biên hấp thụ vành K của zirconi
^{137}Cs	Bức xạ beta, electron và bức xạ tia X đặc trưng vành K
^{60}Co	Bức xạ beta

Nếu các nguồn chuẩn quy định trong tiêu chuẩn này được dẫn chiếu trong các văn bản khác nhưng được sử dụng mà không có bộ lọc theo quy định để xác định độ đáp ứng của một thiết bị với một nhân phóng xạ cụ thể, thì các văn bản đó cần nêu rõ tác động này và phải bao gồm các chi tiết của bộ lọc thực tế (nếu có) sử dụng.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] IAEA, Monitoring of Radioactive Contamination on Surfaces, *Technical Report Series No. 120*, Vienna, 1970.
 - [2] IAEA, Safe handling of Radionuclides, *Safety Series No. 1*, Vienna, 1973.
 - [3] ICRP Publication 60, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, *Ann. ICRP*, 21, Nos 1-3, Elsevier, Amsterdam, 1990.
 - [4] ICRP Publication 60, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection – Users' Edition, 60, Elsevier, Amsterdam, 1990.
 - [5] BURGESS, P.H. and ILES, W.J., *Radiation Protection Dosimetry*, 5, No. 2, pp. 125-130, 1983.
 - [6] DDEP, Decay Data Evaluation Project, http://www.nucleide.org/DDEP_WG/DDEPdata.htm.
 - [7] IEC 60050-393, International Electrotechnical Vocabulary – Part 393: Nuclear instrumentation – Physical phenomena and basic concepts.
 - [8] ISO 4037 (all parts), *X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy*.
-