

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 7078 – 2 : 2007

ISO 7503 – 2 : 1988

Xuất bản lần 1

**AN TOÀN BỨC XẠ – ĐÁNH GIÁ NHIỄM XẠ BỀ MẶT –
PHẦN 2: NHIỄM XẠ TRITI TRÊN BỀ MẶT**

*Radiation protection – Evaluation of surface contamination –
Part 2: Tritium surface contamination*

HÀ NỘI – 2007

Lời nói đầu

TCVN 7078 – 2 : 2007 hoàn toàn tương đương với ISO 7503 – 2 : 1988.

TCVN 7078 – 2 : 2007 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn TCVN/ TC 85 "An toàn bức xạ" biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

TCVN 7078 gồm các tiêu chuẩn sau, với tên chung *An toàn bức xạ – Đánh giá nhiễm xạ bề mặt*

- TCVN 7078 – 1 : 2002 (ISO 7503 – 1 : 1988) Phần 1 : Nguồn phát beta (năng lượng beta cực đại lớn hơn 0,15 MeV) và nguồn phát alpha.
- TCVN 7078 – 2 : 2007 (ISO 7503–2 : 1988) Phần 2 : Nhiễm xạ triti trên bề mặt

An toàn bức xạ – Đánh giá nhiễm xạ bề mặt – Phần 2 : Nhiễm xạ triti trên bề mặt

*Radiation protection – Evaluation of surface contamination –
Part 2 : Tritium surface contamination*

1 Phạm vi và đối tượng áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng để đánh giá nhiễm xạ triti trên bề mặt thiết bị và cơ sở làm việc, vật chứa vật liệu phóng xạ và nguồn phóng xạ kín.

Tiêu chuẩn này không áp dụng để đánh giá nhiễm xạ triti trên bề mặt da và quần áo.

CHÚ THÍCH: Việc đánh giá nhiễm xạ bề mặt từ các chất phát bức xạ beta (năng lượng bức xạ beta cực đại lớn hơn 0,15MeV) và các chất phát bức xạ alpha được đề cập trong TCVN 7078 – 1 (ISO 7503 – 1). Các nhân phóng xạ quan trọng khác, (ví dụ như các chất phát xạ theo cơ chế bắt điện tử và dịch chuyển đồng phân) sẽ được đề cập đến trong tiêu chuẩn khác sau này.

2 Thuật ngữ, định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

2.1

Nhiễm xạ triti trên bề mặt (tritium surface contamination)

Tổng hoạt độ của triti hấp phụ trên bề mặt và hấp thụ trong bề mặt.

2.2

Nhiễm xạ triti trên bề mặt có thể đo trực tiếp (directly measurable tritium surface contamination)

Phần nhiễm xạ triti trên bề mặt có thể đo trực tiếp.

2.3

Nhiễm xạ triti có thể tẩy bỏ được (removable tritium surface contamination)

Phần nhiễm xạ triti có thể tẩy bỏ hoặc chuyển rời được trong điều kiện làm việc bình thường.

CHÚ THÍCH

1 Định nghĩa cụm từ “điều kiện làm việc bình thường” là quan trọng trong việc đánh giá rủi ro từ nguy cơ hít vào và bị xâm nhập chất phóng xạ vào người khi tiếp xúc với các bề mặt nhiễm xạ: “điều kiện làm việc bình thường” được hiểu là điều kiện làm việc mà ở đó cường độ cực đại của tác động cơ học có thể dẫn đến tẩy xạ bề mặt được giới hạn ở mức sau:

- Sự tiếp xúc bình thường của cơ thể con người (có hoặc không có quần áo bảo hộ) với bề mặt bị nhiễm xạ, và
- Tiếp xúc không phá hủy với cùng một cường độ giữa các bề mặt và các bộ phận của thiết bị do con người cầm nắm trực tiếp.

Cường độ tác động trong thử nghiệm lau phải phù hợp với các dạng tác động cơ học kể trên. Một lần lau sẽ thường không thể lau hết được tất cả các chất nhiễm xạ có thể tẩy bỏ được.

2 Phải lưu ý rằng:

- a) Dưới tác động hóa học từ bên ngoài (ví dụ như độ ẩm, sự ăn mòn, ...), hoặc các tác động vật lý từ bên ngoài (ví dụ như thay đổi nhiệt độ hoặc áp suất môi trường xung quanh, rung động, va chạm, co ngót và giãn nở,...), cũng như quá trình khuếch tán, toàn bộ hoạt độ triti có thể chuyển thành dạng nhiễm xạ có thể tẩy bỏ được.
- b) Phải đánh giá đầy đủ phần nhiễm xạ triti trên bề mặt có thể bay hơi hoặc chứa các thành phần dễ bay hơi mà có thể bay hơi trong điều kiện làm việc thông thường – phần này cũng góp phần vào dạng nhiễm xạ có thể tẩy bỏ được.

2.4

Hoạt độ trên một đơn vị diện tích (activity per unit area)

Là tỷ số giữa hoạt độ triti nhiễm xạ bề mặt và diện tích của bề mặt đó, (có đơn vị đo là becquerel nhân với centimet mũ âm hai ($Bq.cm^{-2}$)).

2.5

Đánh giá gián tiếp độ nhiễm xạ triti trên bề mặt có thể tẩy bỏ được (indirect evaluation of removable tritium surface contamination)

Đánh giá hoạt độ nhiễm xạ triti trên bề mặt có thể tẩy bỏ được bằng phương pháp thử nghiệm mẫu lau (vật liệu lau).

2.6

Thử nghiệm mẫu lau (smear test)

Lấy mẫu nhiễm xạ trên bề mặt có thể tẩy bỏ được bằng cách lau trên bề mặt nhiễm xạ sử dụng vật liệu khô hoặc ướt sau đó đánh giá hoạt độ phóng xạ bám vào vật liệu đã dùng để lau.

CHÚ THÍCH Trong hầu hết các trường hợp, lấy mẫu lau ướt thích hợp hơn để xác định nhiễm xạ triti trên bề mặt.

2.7

Hệ số tẩy xạ, F (removal factor)

Là tỷ số giữa phần hoạt độ phóng xạ được tẩy đi khỏi bề mặt bằng một mẫu lau và tổng hoạt độ nhiễm xạ bề mặt có thể tẩy bỏ được trước khi lấy mẫu [xem tiêu chuẩn TCVN 7078-1 (ISO 7503-1)].

CHÚ THÍCH – Trong trường hợp đặc biệt, sự kết hợp của chất nhiễm xạ và vật liệu lau bề mặt thì hệ số tẩy xạ F có thể xác định gần đúng bằng thực nghiệm khi sử dụng phương pháp "lau nhiều lần để tẩy sạch hoàn toàn". Việc cộng dồn các kết quả đo hoạt độ tẩy xạ trong các lần lau cho kết quả gần đúng với tổng hoạt độ có thể tẩy bỏ được, dựa trên giá trị này và giá trị thử nghiệm lau lần đầu tiên có thể tính được hệ số tẩy xạ.

3 Phương pháp đánh giá nhiễm xạ bề mặt**3.1 Tổng quan**

Vấn đề khó khăn khi xác định triti là quỹ đạo của hạt beta ngắn, thậm chí ngay cả trong không khí. Triti một đồng vị phóng xạ của hydro, rất linh động, và có gây ra nhiễm xạ ngoài ý muốn, triti có thể thâm sâu vào bên trong bề mặt do vậy việc xác định tổng lượng nhiễm xạ triti bằng phương pháp trực tiếp hoặc gián tiếp gặp rất nhiều khó khăn.

Trong nhiều trường hợp, nhiễm xạ triti tồn tại dưới dạng của nước bị nhiễm xạ, và nó có thể bay hơi, gây ra hiện tượng nhiễm xạ triti trong không khí. Do có nhiều thiết bị phát hiện triti lấy mẫu khí để xác định hàm lượng triti trong không khí. Bởi vì triti có khả năng khuếch tán và hấp thụ vào bề mặt và do tia beta phát ra có năng lượng thấp, cho nên phải đặc biệt cẩn thận khi đánh giá nhiễm xạ triti trên bề mặt. Tổng độ nhiễm xạ bề mặt không thể đánh giá chính xác bằng phương pháp đánh giá trực tiếp hoặc phương pháp đánh giá gián tiếp. Phương pháp đo trực tiếp được thực hiện bằng thiết bị đo độ nhiễm xạ, phương pháp này không đo được toàn bộ hoạt độ hấp thụ bên dưới của bề mặt. Phương pháp gián tiếp được thực hiện bằng việc thử nghiệm mẫu lau ướt thông thường đưa ra ước tính hợp lý của độ nhiễm xạ bề mặt có thể tẩy được tại thời điểm thu thập mẫu. Tuy nhiên, triti hấp thụ bên trong bề mặt có khuynh hướng khuếch tán trở lại gây tái nhiễm xạ trên bề mặt được tẩy xạ một phần hoặc toàn bộ bằng quá trình tẩy xạ hoặc bằng thử nghiệm mẫu lau. Hơn nữa, nguy hiểm phóng xạ từ triti bay hơi có thể vẫn còn. Để hiểu rõ hơn về mức độ nguy hại thực sự trong các trường hợp cụ thể việc kết hợp cả hai phương pháp trực tiếp và gián tiếp phải được sử dụng. Tuy nhiên, trong hầu hết các trường hợp phương pháp đánh giá thử nghiệm mẫu lau là đủ để đánh giá mức độ nguy hiểm sinh ra từ sự xâm nhập của chất phóng xạ do tiếp xúc với bề mặt bị nhiễm xạ triti.

3.2 Đo trực tiếp nhiễm xạ triti**3.2.1 Thiết bị đo**

Các thiết bị đo phát hiện trực tiếp nhiễm xạ triti trên bề mặt có thể phát hiện được hoạt độ nhiễm xạ có thể tẩy được và phần hoạt độ bị hấp thụ bên dưới bề mặt. Các detector không có cửa sổ có thiết kế đặc biệt, ví dụ như detector nhấp nháy và ống đếm tỷ lệ, có thể đo trực tiếp nhiều dạng nhiễm xạ triti trên

TCVN 7078-2 : 2007

các bề mặt khác nhau. Các thiết bị làm thay đổi nhiệt độ hay áp suất trên bề mặt trong quá trình đo có thể phát hiện được triti bay hơi hoặc đặc tính khuếch tán của triti.

Một vấn đề thường gặp phải khi đo là khoảng cách giữa detector và bề mặt được yêu cầu để phát hiện triti gần nhau, do đó sự nhiễm xạ trên detector là một vấn đề thường gặp phải. Trong những trường hợp như vậy vật chêm hoặc lớp bọc có thể tháo lắp được sử dụng để ngăn chặn việc nhiễm xạ trên detector.

3.2.2 Yêu cầu đối với thiết bị đo

Thiết bị đo phải có khả năng phát hiện các hoạt độ dưới mức giới hạn nhiễm xạ trên bề mặt, để làm được điều đó kết quả đo mức độ nhiễm xạ trên bề mặt phải được so sánh với mức giới hạn nhiễm xạ trên bề mặt (các mức giới hạn nhiễm xạ đó được thiết lập bằng quy định quốc gia hoặc quốc tế, trong trường hợp chưa có các quy định này thì các mức giới hạn nhiễm xạ cho phép được xác định bằng tiêu chuẩn hoặc sự đồng thuận của cơ sở).

CHÚ THÍCH

1 Vì triti có mức nguy hại sinh học thấp nên mức nhiễm xạ bề mặt cho phép có thể khá cao, theo khuyến cáo trong tài liệu số 25 của ICRP là $400 \text{ Bq.cm}^{-2(1)}$.

2 Đối với các trường hợp đặc biệt khi yêu cầu mức nhiễm xạ triti trên bề mặt phải giữ ở mức cực kỳ thấp, các phương pháp phát hiện hiện nay có thể phát hiện đến $0,4 \text{ Bq.cm}^{-2}$.

3.2.3 Quy trình phát hiện

Lắng nghe sự thay đổi tần số âm thanh, di chuyển thiết bị trên bề mặt hoặc đặt thiết bị tại các vị trí liên tiếp theo cách kết hợp các yêu cầu về khoảng cách vận hành và thành phần khí. Chỉ thị âm thanh là tức thời - không phụ thuộc vào thời gian đáp ứng được sử dụng. Khi phát hiện vùng nhiễm xạ, đầu đo phải giữ ổn định trên vùng này trong một khoảng thời gian đủ để khẳng định việc phát hiện có nhiễm xạ.

Trong thực tế để giảm thiểu nguy cơ lan rộng nhiễm xạ, các khu vực có hoạt độ thấp phải tiến hành kiểm tra trước các khu vực có hoạt độ cao.

3.2.4 Quy trình đo

Khi tiến hành đo, phải sử dụng hướng dẫn vận hành của thiết bị đo và tuân theo các yêu cầu sau:

- Phải xác định tốc độ đếm phòng môi trường nền ở vị trí đại diện cho khu vực cần khảo sát (ví dụ ở bề mặt được kiểm tra phải được che bằng giấy sạch);
- Phải kiểm tra tốc độ đếm phòng môi trường nền thường xuyên vì đầu dò có khả năng bị nhiễm xạ;
- Việc hiệu chỉnh chức năng của thiết bị phải được kiểm tra bằng nguồn chuẩn thích hợp. Tần suất: hàng ngày đối với thiết bị sử dụng thường xuyên, các thiết bị khác cần kiểm tra trước khi sử dụng. Nếu sai số vượt quá 25 % so với giá trị đúng thì phải hiệu chuẩn lại thiết bị.
- Có thể cần có vật chêm tháo lắp được.

3.3 Đánh giá gián tiếp nhiễm xạ bề mặt có thể tẩy được

3.3.1 Tổng quan

Phương pháp gián tiếp đặc biệt thích hợp để đánh giá nhiễm xạ bề mặt trong đó:

- Khi không cho phép đo trực tiếp (ví dụ như do cấu trúc, vị trí, ...) hoặc
- Khi nằm trong trường bức xạ ảnh hưởng đến kết quả đo trực tiếp, hoặc
- Khi có vật liệu che lấp làm giảm cường độ bức xạ khi đo trực tiếp.

Tuy nhiên, phương pháp gián tiếp không chỉ ra được các mối nguy hiểm từ thành phần hơi triti nằm bên dưới bề mặt (xem 3.1 và 3.2.1).

3.3.2 Giới hạn phát hiện

Các đầu đo sử dụng bộ đếm nhấp nháy lỏng và các ống đếm không có cửa sổ hiện nay các máy đo nhấp nháy lỏng và các ống đếm không cửa sổ có thể đo được đến 0,4 Bq và 40 Bq tương ứng (xem chú thích).

Khi lau một diện tích 100 cm² với hệ số tẩy xạ $F = 0,1$ thì mức giới hạn dưới của mức nhiễm xạ triti có thể tẩy bỏ được trên bề mặt có thể đạt tới mức 0,04 Bq/cm² và 4 Bq/cm² tương ứng.

CHÚ THÍCH: Theo đúng nghĩa, có thể diễn giải tốt hơn thuật ngữ "giới hạn dưới" được đề cập đến ở trên bằng thuật ngữ "giới hạn phát hiện dưới" hoặc "hoạt độ phát hiện tối thiểu". Tuy nhiên, vẫn chưa có sự thống nhất quốc tế về định nghĩa các thuật ngữ này. Hơn nữa các phương trình tính các giá trị liên quan là quá phức tạp để được trình bày trong khuôn khổ của tiêu chuẩn này.

3.3.3 Hướng dẫn lấy mẫu

Việc phát hiện và đánh giá nhiễm xạ triti có thể tẩy bỏ được nên tiến hành bằng cách lấy mẫu lau ướt.

CHÚ THÍCH

- 1 Bông polystyren là vật liệu lau hiệu quả ngay cả khi không có chất làm ẩm. Một thuận lợi khác nữa là vật liệu này hoà tan hoàn toàn trong một số chất nhấp nháy lỏng và cho hiệu suất đếm cao^[2].
- 2 Nếu nhiễm xạ triti tồn tại dưới dạng hạt không hoà tan trong chất nhấp nháy lỏng (ví dụ như hydrua kim loại) thì có thể sử dụng phương pháp lau khô để phát hiện triti.

Khi lấy mẫu lau trên diện tích lớn, cần lưu ý các điểm dưới đây để xác định phân bố nhiễm xạ:

- a) Nếu có thể, diện tích lau phải là 100 cm²;
- b) Nếu quy định cho phép lấy mẫu trên diện tích lớn hơn thì diện tích lấy mẫu và kích thước thực phải đưa vào tính toán kết quả theo như điều 3.3.4; cần tránh việc lấy mẫu lau trên diện tích rất lớn chỉ với một mẫu lau vì hệ số tẩy xạ sẽ giảm khi tăng diện tích;
- c) Vật liệu lau cần chọn cho phù hợp với bề mặt sẽ kiểm tra và các yêu cầu đo (ví dụ giấy lọc cho các bề mặt nhẵn, vải bông cho bề mặt thô ráp);

TCVN 7078-2 : 2007

- d) Chất làm ẩm phù hợp tốt nhất là Glyxerin ¹³⁾, phải sử dụng cùng với vật liệu lau; chất làm ẩm không được rỉ ra khỏi vật liệu lau;
- e) Tấm lau phải được ấn vừa phải lên bề mặt cần sau, tốt nhất là dùng bộ đỡ được thiết kế đảm bảo áp lực đồng đều và không đổi;
- f) Phải lấy mẫu toàn bộ trên diện tích 100 cm²;
- g) Đối với các phương pháp khác phương pháp dùng bộ đếm nhấp nháy lỏng, vùng nhạy của detector phải lớn hơn mẫu lau;
- h) Tấm lau đo bằng bộ đếm nhấp nháy lỏng phải được đặt trực tiếp vào lọ nhỏ trong đó đã có sẵn một lượng thích hợp chất nhấp nháy lỏng;
- i) Các mẫu lau ẩm phải để trong chất lỏng nhấp nháy khoảng 20 phút trước khi đếm để hoạt độ triti phân bố ổn định;
- j) Vật liệu lau chưa sử dụng phải lưu giữ ở nơi không có triti trong không khí;
- k) Nên sử dụng găng tay dùng một lần trong quá trình thử nghiệm mẫu lau ở những bề mặt bị nhiễm xạ nặng; việc thay đổi găng tay có thể cần thiết để tránh gây nhiễm xạ cho mẫu.

3.3.4 Đo mẫu lau

Sử dụng ống đếm tỷ lệ (loại không có cửa sổ hoặc dòng khí thổi qua) phù hợp hơn đối với các mẫu lau khô, tuy nhiên phương pháp thích hợp nhất và phổ biến nhất để đo các mẫu lau nhiễm xạ triti là sử dụng bộ đếm nhấp nháy lỏng.

Cần phải cẩn thận khi đưa mẫu lau vào chất nhấp nháy lỏng:

- Không làm mất quá nhiều ánh sáng do khối lượng mẫu đo hoặc do hiệu ứng tự tắt dần (quenching effect) của chất nhấp nháy lỏng, và
- Không gây ra hiện tượng nhấp nháy giả bằng chất phát quang.

Hoạt độ nhiễm xạ triti trên bề mặt tính cho một đơn vị diện tích, A_R , nhiễm xạ triti trên có thể tẩy của bề mặt đã được tẩy xạ được đo bằng becquerel trên xentimét vuông, sự liên quan với hoạt độ của mẫu lau được đưa ra theo công thức sau đây:

$$A_R = \frac{A}{F \times S}$$

Trong đó:

- A là hoạt độ của mẫu lau được đánh giá bằng một phương pháp đo nhấp nháy lỏng chuẩn, tính bằng becquerel;
- F hệ số tẩy xạ;
- S diện tích lau, đo bằng centimét bình phương.

Hệ số tẩy xạ F tốt nhất phải được xác định bằng thực nghiệm trong điều kiện vận hành, nếu không có điều kiện thực nghiệm thì phải sử dụng giá trị $F = 0,1^{[3]}$.

4 Báo cáo kết quả đo nhiễm xạ

Khi kết quả thử nghiệm của phép đo nhiễm xạ bề mặt được yêu cầu báo cáo thì những thông tin sau phải được đưa vào:

- a) Ngày tháng;
- b) Sơ đồ vị trí nhiễm xạ và các điểm lấy mẫu;
- c) Loại bề mặt để đo bằng phương pháp gián tiếp;
- d) Vật liệu lau (khô hoặc ướt);
- e) Chất làm ẩm;
- f) Hệ số tẩy xạ để đánh giá gián tiếp (được đo trực tiếp hoặc giả định);
- g) Thiết bị sử dụng;
- h) Ngày hiệu chuẩn;
- i) Thiết bị đo độ nhiễm xạ (trên bề mặt hoặc tại mẫu lau);
- j) Số đo phóng môi trường;
- k) Tính toán hoạt độ nhiễm xạ có thể tẩy trên một đơn vị diện tích;
- l) Ghi chú về khu vực nhiễm xạ;
- m) Các kết quả quan sát khác (có hoạt độ phóng xạ bay hơi, ...);
- n) Tên người thực hiện.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ICRP Publication 25, *The Handling, Storage, Use and Disposal of Unsealed Radionuclides in Hospital and Medical Research Establishments*, Annals of ICRP, 1, No. 2, #177, 1977.
- [2] SLOBDIEN, M. J. và GRANLUND, R. W. Extruded-Expanded Polystyrene – A smear Material for Use in Liquid Scintillation Counting, *Health Physics* (Pergamon Press), 27, tháng 7/1974: trang 128-129.
- [3] EAKINS J. D. và HUTCHINSON, W. P. *The Radiological Hazard from Tritium Absorbed on Metal Surfaces, Part 2: The estimation of the Level of Tritium Contamination on Metal Surfaces by Smearing*, AERE-R-5988, 1969.
-