

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

**TCVN 7911:2017
ISO/ASTM 51276:2012**

Xuất bản lần 2

**BẢO VỆ BỨC XẠ - THỰC HÀNH SỬ DỤNG HỆ ĐO LIỀU
POLYMETYLMETACRYLAT**

Practice for use of a polymethylmethacrylate dosimetry system

HÀ NỘI - 2017

Lời nói đầu

TCVN 7911:2017 thay thế cho TCVN 7911:2008.

TCVN 7911:2017 hoàn toàn tương đương với ISO/ASTM 51276:2012.

TCVN 7911:2017 do Tiểu Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 85/SC2 Bảo vệ bức xạ biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố

Bả vệ bức xạ - Thực hành sử dụng hệ đo liều polymethylmetacrylat

Practice for use of a polymethylmetacrylate dosimetry system

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này quy định thực hành sử dụng hệ đo liều polymethylmetacrylat (PMMA) để đo liều hấp thụ trong các vật liệu được chiếu xạ bởi bức xạ photon hoặc điện tử và được quy theo liều hấp thụ trong nước. Hệ đo liều PMMA thường được sử dụng làm hệ đo liều thường quy.

1.2 Liều kế PMMA được phân loại được phân loại là liều kế loại II dựa trên hiệu ứng phức tạp của các đại lượng ảnh hưởng (Xem ASTM E2628).

1.3 Tiêu chuẩn này là một trong bộ tiêu chuẩn cung cấp các khuyến nghị để thực hiện đo liều phù hợp trong quá trình xử lý bức xạ và mô tả biện pháp để đạt được sự phù hợp với các yêu cầu của ASTM E2628 „Thực hành đo liều trong xử lý bức xạ” đối với các hệ đo liều PMMA. Tiêu chuẩn này được áp dụng đồng thời với ASTM E2628.

1.4 Tiêu chuẩn này áp dụng cho các hệ đo liều PMMA có thể sử dụng trong các điều kiện sau đây:

1.4.1 Dải liều hấp thụ từ 0,1 kGy đến 150 kGy.

1.4.2 Suất liều hấp thụ từ $1 \times 10^{-2} \text{ Gy.s}^{-1}$ đến $1 \times 10^7 \text{ Gy.s}^{-1}$

1.4.3 Dải năng lượng photon từ 0,1 MeV đến 25 MeV.

1.4.4 Dải năng lượng điện tử từ 3 keV đến 25 keV.

1.5 Tiêu chuẩn này không đề cập đến các quy tắc an toàn liên quan đến việc áp dụng tiêu chuẩn. Người sử dụng tiêu chuẩn này phải có trách nhiệm lập ra các quy định thích hợp về an toàn và sức khỏe, đồng thời phải xác định khả năng áp dụng các giới hạn quy định trước khi sử dụng.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất 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 sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 7911:2017

TCVN 6165:2009 (ISO/IEC Guide 99:2007)¹⁾, *Từ vựng quốc tế về đo lường học - Khái niệm, thuật ngữ chung và cơ bản (VIM)*;

TCVN 9595-3:2013 (ISO/IEC Guide 98-3:2008)²⁾, *Độ không đảm bảo đo - Phần 3: Hướng dẫn trình bày độ không đảm bảo đo (GUM:1995)*;

TCVN 12019 (ISO/ASTM 51261) *Bảo vệ bức xạ - Thực hành hiệu chuẩn hệ đo liều thường quy cho xử lý bức xạ*.

TCVN 12021 (ISO/ASTM 51707) *Bảo vệ bức xạ - Hướng dẫn đánh giá độ không đảm bảo đo trong đo liều xử lý bức xạ*.

ASTM E170 *Terminology Relating to Radiation Measurements and Dosimetry (Thuật ngữ liên quan đến các phép đo bức xạ và đo liều)*

ASTM E275 *Practice for Describing and measuring Performance of Ultraviolet and visible Spectrophotometers (Thực hành mô tả và đo tính năng của máy quang phổ cực tím và khả kiến)*.

ASTM E2628 *Practice for dosimetry in radiation processing (Thực hành đo liều trong xử lý bức xạ)*

ASTM E2701 *Guide for performance characterization of dosimeters and dosimetry systems for use in radiation processing (Hướng dẫn đặc tính tính năng của liều kế và hệ đo liều sử dụng trong xử lý bức xạ)*

ICRU Report 60 *Fundamental quantities and units for ionizing radiation (Đại lượng và đơn vị bức xạ ion hóa)*

ICRU Report 80 *Dosimetry systems for use in radiation processing (Hệ đo liều sử dụng trong xử lý bức xạ)*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

3.1 Định nghĩa

3.1.1

Đường cong hiệu chuẩn (calibration curve)

Thể hiện mối quan hệ giữa chỉ số và giá trị đại lượng đo được tương ứng.

[TCVN 6165 (VIM)]

Giải thích Trong tiêu chuẩn đo liều xử lý bức xạ, thuật ngữ “đáp ứng liều kế” thường hay được sử dụng hơn thuật ngữ “chỉ thị”. Do vậy, đường cong hiệu chuẩn là một thể hiện của mối tương quan giữa đáp ứng liều kế và giá trị định lượng được đo tương ứng.

¹⁾ TCVN 6165:2009 (ISO/IEC Guide 99:2008) hoàn toàn tương đương với VIM:2008.

²⁾ TCVN 9595-3:2013 (ISO/IEC Guide 98-3:2008) hoàn toàn tương đương với GUM 1995.

3.1.2**Liều kế (dosimeter)**

Dụng cụ, khi bị chiếu xạ, thể hiện sự thay đổi có thể định lượng có thể liên quan đến liều hấp thụ trong một vật liệu đã biết sử dụng thiết bị và quy trình đo thích hợp.

3.1.3**Mẻ liều kế (dosimeter batch)**

Số lượng liều kế được sản xuất từ một lượng vật liệu nhất định có thành phần đồng nhất, được chế tạo trên một dây chuyền sản xuất được khống chế theo các điều kiện nhất định và có mã nhận dạng duy nhất.

3.1.4**Đáp ứng của liều kế (dosimeter response)**

Hiệu ứng tái lập, có khả năng định lượng tạo ra trong liều kế bởi bức xạ ion hóa.

CHÚ THÍCH 1 Đối với liều kế PMMA, độ hấp thụ, độ hấp thụ riêng là đáp ứng của liều kế.

3.1.5**Liều kế dự trữ (dosimeter stock)**

Phần của mẻ liều kế do người sử dụng giữ.

3.1.6**Hệ thống quản lý đo (measurement management system)**

Một tập hợp các thành phần tác động qua lại hoặc liên quan cần thiết để đạt được xác nhận đo lường và kiểm soát liên tục quá trình đo.

3.1.7**Liều kế polymethylmetacrylat (PMMMA) (polymethylmethacrylate dosimeter)**

Mảnh vật liệu PMMA được lựa chọn đặc biệt hoặc vật liệu PMMA đã phát triển, được nhà sản xuất gắn từng mảnh với nhau trong một hộp không thấm, trong quá trình tiếp xúc với bức xạ ion hóa thể hiện sự thay đổi đặc tính trong độ hấp thụ quang riêng biệt như một hàm số của liều hấp thụ.

CHÚ THÍCH 2 Mảnh PMMA, khi lấy ra khỏi túi sau khi chiếu xạ, thường được coi là liều kế.

3.1.8**Hệ đo liều chuẩn quy chiếu (reference standard dosimetry system)**

Hệ đo liều, nói chung có chất lượng đo lường cao nhất có sẵn tại một khu vực xác định hoặc ở một tổ chức xác định, ở đó phép đo được thực hiện.

3.1.9**Đáp ứng (response)**

Xem thuật ngữ **đáp ứng của liều kế** (3.1.4).

3.1.10

Hệ đo liều thường quy (routine dosimetry system)

Hệ đo liều được hiệu chuẩn với hệ đo liều chuẩn quy chiếu và được dùng cho phép đo liều hấp thụ thường quy, kể cả lập bản đồ liều và giám sát quá trình xử lý.

3.1.11

Độ hấp thụ riêng (k) (specific absorbance)

Độ hấp thụ quang, A_λ tại một bước sóng đã chọn λ , chia cho độ dài quang học, d

$$k = A_\lambda/d$$

3.2 Định nghĩa về các thuật ngữ khác dùng trong tiêu chuẩn này có liên quan đến phép đo bức xạ và đo liều có thể tham khảo ở ASTM E170. Định nghĩa trong ASTM E170 phù hợp với ICRU Report 60, do đó, ICRU Report 60 có thể sử dụng làm tài liệu tham khảo thay thế.

4 Ý nghĩa và ứng dụng

4.1 Hệ đo liều PMMA cung cấp một phương pháp để đo liều hấp thụ dựa trên sự thay đổi độ hấp thụ quang học.

4.2 Hệ đo liều PMMA thường được sử dụng trong các quá trình xử lý bằng bức xạ công nghiệp, ví dụ như khử trùng các dụng cụ y tế và chiếu xạ thực phẩm.

5 Tổng quan

5.1 Liều kế PMMA được sản xuất bởi các phương pháp khác nhau. Ví dụ, vật liệu thô trước đây được đúc, ép hoặc phun đúc. Cơ bản, các thành phần được yêu cầu để nâng cao và kiểm soát quá trình polymer hóa và tính bền, và trong trường hợp liều kế được nhuộm màu, các đại lượng quy định nhuộm màu thích hợp với dải đáp ứng yêu cầu được hòa tan trong methylmetacrylat sau đó được polyme hóa. Vật liệu sau đó được ổn định để điều chỉnh lượng nước và đáp ứng với bức xạ được kiểm định sử dụng việc lấy mẫu và thử nghiệm phù hợp trước khi lấy ra khỏi bao gói và khi sử dụng.

5.2 Bức xạ ion hóa tạo ra phản ứng hóa học trong vật liệu tạo ra hoặc làm tăng dải hấp thụ trong các vùng khả kiến hoặc cực tím, hoặc cả hai của phổ quang học. Độ hấp thụ được xác định tại bước sóng phù hợp trong dải hấp thụ tạo ra bức xạ này liên quan định lượng với liều hấp thụ. ICRU Report 80 cung cấp thông tin về cơ sở khoa học và lịch sử phát triển của hệ thống đo liều PMMA trong việc sử dụng hiện tại.

5.3 Sự sai khác giữa độ hấp thụ riêng biệt của PMMA chiếu xạ và PMMA không chiếu xạ phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng được dùng cho phép đo.

Nhà sản xuất quy định chiều dài bước sóng khuyến nghị tối ưu hóa độ nhạy và độ bền sau chiếu xạ. Các ví dụ chiều dài bước sóng khuyến nghị thường được sử dụng cho hệ đo liều được đưa ra ở Bảng A.1.

6 Các đại lượng ảnh hưởng

6.1 Các yếu tố khác ngoài liều hấp thụ ảnh hưởng đến đáp ứng của liều kế được đề cập đến là các đại lượng ảnh hưởng và được thảo luận trong các phần dưới đây. (Xem ASTM E2701). Ví dụ các yếu tố đó là nhiệt độ và suất liều.

6.2 Các điều kiện trước chiếu xạ

6.2.1 **Ổn định và đóng gói liều kế:** Các cửa PMMA được ổn định trước do nhà sản xuất để tối ưu hóa hàm lượng nước trong liều kế và sau đó được bọc kín trong các gói bằng giấy nhôm mỏng không thấm để duy trì chất lượng liều kế.

6.2.2 **Thời gian từ khi sản xuất:** Với các điều kiện sản xuất, bao gói và bảo quản thích hợp, thời hạn sử dụng của một số loại liều kế PMMA nhiều hơn mười năm⁽¹⁾.

6.2.3 **Nhiệt độ:** Tiếp xúc với nhiệt độ nằm ngoài dải khuyến nghị của nhà sản xuất cần được giảm thiểu để giảm tác động bất lợi tiềm tàng lên đáp ứng của liều kế.

6.2.4 **Độ ẩm tương đối:** Tác động của độ ẩm được loại bỏ bằng cách dùng các túi để cách ly.

6.2.5 **Tiếp xúc với ánh sáng:** Tác động của tiếp xúc với ánh sáng được loại bỏ bằng cách dùng các túi để cách ly.

6.3 Các điều kiện trong khi chiếu xạ

6.3.1 **Nhiệt độ chiếu xạ:** Đáp ứng của liều kế bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ và cần phải được xác định đặc trưng.

6.3.2 **Suất liều hấp thụ:** Đáp ứng của liều kế bị ảnh hưởng bởi suất liều hấp thụ và cần phải được xác định đặc trưng.

6.3.3 **Phân đoạn liều:** Phân đoạn liều có thể ảnh hưởng đến đáp ứng liều kế và cần phải được xác định đặc trưng.

6.3.4 **Độ ẩm tương đối:** Tác động của độ ẩm được loại bỏ bằng cách dùng các túi để cách ly.

6.3.5 **Tiếp xúc với ánh sáng:** Tác động của tiếp xúc ánh sáng được loại bỏ bằng cách dùng các túi để cách ly.

6.3.6 Năng lượng chiếu xạ: Đáp ứng của liều kế phụ thuộc vào năng lượng bức xạ và liều kế cần được chiếu xạ để hiệu chuẩn trong các điều kiện sử dụng.

6.4 Các điều kiện sau chiếu xạ

6.4.1 Thời gian: Thời gian từ khi chiếu xạ đến khi cho số đọc của liều kế phải được chuẩn hóa và cần được xác nhận theo khuyến nghị của nhà sản xuất.

6.4.2 Nhiệt độ: Tiếp xúc với nhiệt độ nằm ngoài dải khuyến cáo của nhà sản xuất cần được giảm thiểu để giảm những tác động bất lợi tiềm tàng lên đáp ứng của liều kế.

6.4.3 Xử lý ổn định: Xử lý trước chiếu xạ không được áp dụng.

6.4.4 Độ ẩm tương đối: Trước khi mở các túi, tác động của độ ẩm được loại bỏ bằng cách dùng các túi để cách ly.

6.4.5 Tiếp xúc với ánh sáng: Trước khi mở các túi, tác động của tiếp xúc với ánh sáng được loại bỏ bằng cách dùng các túi để cách ly.

CHÚ THÍCH 3: Hai kiểu thay đổi trước chiếu xạ là những mối quan tâm khi sắp xếp một quy định vận hành thực tế để sử dụng liều kế: những thay đổi xảy ra nếu các túi còn lại chưa mở và những thay đổi sau khi mở. Thực hành tốt để đánh giá những thay đổi của liều kế trước chiếu xạ trong cả hai điều kiện này. Ví dụ kết quả thu được do nhà sản xuất được nêu ở Tài liệu tham khảo [2].

6.5 Các điều kiện đo đáp ứng

6.5.1 Tiếp xúc với ánh sáng: Sau khi mở các túi, tiếp xúc với ánh sáng có thể ảnh hưởng đến đáp ứng của liều kế. Người sử dụng cần tuân theo các thực hành do nhà sản xuất khuyến cáo.

6.5.2 Nhiệt độ: Phơi nhiễm với nhiệt độ nằm ngoài dải khuyến cáo của nhà sản xuất cần được giảm thiểu để giảm những tác động bất lợi tiềm tàng lên đáp ứng của liều kế.

6.5.3 Độ ẩm tương đối: Sau khi mở các túi, tiếp xúc kéo dài với các điều kiện độ ẩm cực đoan có thể ảnh hưởng đến đáp ứng của liều kế. Do vậy, thời gian từ khi mở túi đến khi đọc kết quả của liều kế phải được giảm thiểu.

7 Hệ đo liều và kiểm định

7.1 Các thành phần của hệ đo PMMA: Hệ đo liều PMMA có các thành phần sau đây.

7.1.1 Liều kế polymethylmetacrylat.

7.1.2 Máy quang phổ đã hiệu chuẩn (hoặc thiết bị tương đương), có khả năng đo độ hấp thụ quang tại bước sóng phân tích và có dải bước sóng phân tích quy định được lập thành tài liệu, độ chính xác của lựa chọn bước sóng và xác định độ hấp thụ, độ rộng phổ và loại bỏ khe ánh sáng.

7.1.2.1 Phương tiện kiểm định độ chính xác của phép đo độ hấp thụ quang học, ví dụ sử dụng bộ lọc hấp thụ quang học đã được chứng nhận, bao trùm toàn bộ dải hấp thụ.

7.1.2.2 Phương tiện kiểm định hiệu chuẩn bước sóng, ví dụ sử dụng bộ lọc đã được chứng nhận.

7.1.3 Giá đỡ liều kế, dùng để định vị tái lập liều kế trong và vuông góc với chùm ánh sáng phân tích.

7.1.4 Thước đo độ dày đã hiệu chuẩn

7.1.4.1 Phương tiện để kiểm định hiệu chuẩn đo độ dày, ví dụ sử dụng thước đo độ dày đã được chứng nhận, có dải đo bao trùm độ dày.

7.2 Hệ thống quản lý đo, bao gồm đường cong hiệu chuẩn hệ đo liều thu được từ hiệu chuẩn theo TCVN 12019 (ISO/ASTM 51261), và quy trình sử dụng chúng.

7.3 Kiểm định tính năng làm việc của thiết bị

7.3.1 Tại các khoảng thời gian quy định, và bất kỳ khi nào nghi ngờ tính năng làm việc trong khoảng thời gian sử dụng, cần kiểm tra thang đo bước sóng và độ hấp thụ của máy quang phổ tại hoặc gần với bước sóng phân tích và lập tài liệu các kết quả. Cần so sánh thông tin này với các yêu cầu kỹ thuật của thiết bị để kiểm định tính năng đầy đủ và lập tài liệu các kết quả (xem ASTM E275).

7.3.2 Tại khoảng thời gian quy định, cần kiểm tra hiệu chuẩn thước đo độ dày và lập tài liệu các kết quả. Cũng cần kiểm tra trước thước đo độ dày, trong và nếu thích hợp, sau khi sử dụng để đảm bảo độ tái lập và không có độ trôi điểm zero.

8 Đánh giá liều kế dự trữ thay thế

8.1 Các biên bản phải được thiết lập về mua bán, giao nhận, chấp nhận và bảo quản liều kế.

8.2 Đối với những liều kế đã nhận, người sử dụng phải thực hiện kiểm tra mẫu đại diện tiếp theo để kiểm định các đặc tính nằm trong phạm vi các yêu cầu kỹ thuật đã lập tài liệu, ví dụ thiết kế của mề liều kế so với giấy chứng nhận của nhà sản xuất, tính toàn vẹn của túi và khoảng độ dày của mẫu, độ hấp thụ trước chiếu xạ, đáp ứng bức xạ.

8.3 Giữ lại số lượng liều kế đủ dùng cho khảo sát bổ sung, hoặc cho sử dụng trong kiểm định hoặc hiệu chuẩn lại.

8.4 Bảo quản liều kế theo các văn bản khuyến cáo của nhà sản xuất, hoặc được chứng minh bằng các dữ liệu hoặc thực nghiệm đã công bố.

9 Hiệu chuẩn

9.1 Trước khi sử dụng mỗi mẻ liều kế, cần hiệu chuẩn hệ đo liều theo qui trình của người sử dụng, trong đó qui định chi tiết quá trình hiệu chuẩn và yêu cầu đảm bảo chất lượng phù hợp với TCVN 12019 (ISO/ASTM 51261).

9.2 Quy trình hiệu chuẩn hệ đo liều của người sử phải xem xét các đại lượng ảnh hưởng đến các điều kiện trước chiếu xạ, trong chiếu xạ và sau chiếu xạ có thể áp dụng cho các quá trình trong cơ sở của người sử dụng (xem Điều 6).

CHÚ THÍCH 4 Nếu trước khi thực nghiệm, khuyến nghị của nhà sản xuất hoặc các tài liệu khoa học (xem Tài liệu tham khảo [1] đến [28]), cho rằng các điều kiện thực nghiệm bởi liều kế ảnh hưởng đến đáp ứng liều kế và làm tăng đáng kể độ không đảm bảo đo, cần thực hiện hiệu chuẩn chiếu xạ liều kế trong các điều kiện tương tự với các điều kiện trong sử dụng thường quy [2], [27], [28].

9.3 Có thể yêu cầu nhiều đường cong hiệu chuẩn để bao trùm dải liều đặc thù hoặc các khoảng đo sau chiếu xạ.

10 Sử dụng thường quy

10.1 Trước chiếu xạ

10.1.1 Đảm bảo các liều kế đã được chọn từ mẻ dự trữ được phê duyệt theo quy trình của người sử dụng và các văn bản khuyến nghị của nhà sản xuất và các kiểu kế trong thời hạn sử dụng và thời hạn hiệu chuẩn.

10.1.2 Kiểm tra từng túi liều kế về tính không toàn vẹn bên ngoài, ví dụ, niêm phong của túi và kiểm tra xác nhận sự có mặt các mảnh PMMA. Loại bỏ bất kỳ liều kế nào cho thấy có hư hỏng.

10.1.3 Đánh dấu cho liều kế đã được bao gói phù hợp để nhận dạng, hoặc nếu phù hợp hoặc được nhà sản xuất cung cấp, sử dụng số tham chiếu đơn nhất hoặc mã code của liều kế.

10.1.4 Đặt liều kế đã đóng gói vào vị trí quy định để chiếu xạ.

10.2 Quy trình phân tích sau chiếu xạ

10.2.1 Giữ lại liều kế.

10.2.2 Giữ các mảnh PMMA trong bao gói đã dán kín, nếu có thể, trong một vị trí được chấp nhận trong các điều kiện quy định trước khi đo. Xem 6.4 và 6.5.

10.2.3 Độ hấp thụ riêng của liều kế cần được đo trong khoảng thời gian quy định (xem 6.4.1 và [26]) và trong các điều kiện (6.5) có tính đến sự thay đổi tiềm tàng sau chiếu xạ.

10.2.4 Kiểm định tính năng làm việc của thiết bị theo quy trình đã được lập thành tài liệu, xem 7.3.

10.2.5 Kiểm tra từng bao gói liều kế về sự không hoàn hảo/nguyên vẹn, ví dụ niêm phong và tính nguyên vẹn của vật liệu bao gói. Lập tài liệu bất kỳ những khiếm khuyết đó.

10.2.6 Đối với từng liều kế, tiến hành như sau:

10.2.6.1 Mở từng lõi liều kế và lấy mảnh PMMA, chú ý các cạnh và mép của liều kế.

10.2.6.2 Kiểm tra mảnh PMMA về bất kỳ khiếm khuyết như các vết xước. Lập tài liệu mọi khiếm khuyết.

CHÚ THÍCH 5: Nếu một liều kế được tìm thấy có vết xước, có thể có được phép đo tin cậy bằng cách đặt lại vị trí liều kế, ví dụ bằng cách đảo ngược hoặc quay liều kế, sao cho vết xước không nằm trên đường chùm ánh sáng của máy quang phổ.

10.2.6.3 Nếu cần, làm sạch mảnh PMMA trước khi phân tích. Phương pháp được chấp nhận là lau bằng khăn giấy ẩm với dung môi thích hợp như methanol hoặc propanol.

10.2.6.4 Xác định vị trí của mảnh PMMA trong giá đỡ của thiết bị, cẩn thận đặt liều kế phù hợp và xác định vị trí của liều kế vuông góc với chùm ánh sáng phân tích.

10.2.6.5 Đo và ghi lại độ hấp thụ tại bước sóng phân tích quy định (xem Bảng A.1 về các khuyến nghị của nhà sản xuất).

10.2.6.6 Đo độ dày của mảnh PMMA trong vùng đi qua của chùm ánh sáng phân tích.

10.2.6.7 Tính độ hấp thụ riêng.

10.2.6.8 Xác định liều hấp thụ từ độ hấp thụ riêng và đường cong hiệu chuẩn thích hợp (xem 9.3).

11 Các yêu cầu tài liệu

Ghi chép chi tiết phép đo theo hệ thống quản lý đo của người sử dụng.

12 Độ không đảm bảo đo

12.1 Tất cả phép đo liều cần được gắn kèm với ước lượng độ không đảm bảo. Quy trình thích hợp được khuyến nghị trong TCVN 12021 (ISO/ASTM 51707) và TCVN 12019 (ISO/ASTM 51261). [Xem thêm TCVN 9595-3 (ISO/IEC Guide 98-3)].

12.1.1 Tất cả các thành phần của độ không đảm bảo cần phải có trong ước lượng, kể cả độ không đảm bảo phát sinh từ hiệu chuẩn, độ tái lập của liều kế, độ tái lập của thiết bị và tác động của các đại lượng ảnh hưởng. Phân tích định lượng đầy đủ các thành phần của độ không đảm bảo có thể được xem như bảng thành phần độ không đảm bảo và sau đó thường được trình bày dưới dạng bảng. Bảng thành phần độ không đảm bảo sẽ xác định tất cả các thành phần có ý nghĩa của độ không đảm bảo, cùng với các phương pháp ước lượng, sự phân bố thống kê và độ lớn.

12.1.2 Ước lượng độ không đảm bảo mở rộng có thể đạt được với phép đo sử dụng hệ đo liều thường quy như PMMA ở bậc $\pm 6\%$ ($k = 2$), tương ứng với mức tin cậy 95% đối với các số liệu phân bố chuẩn.

Phụ lục A
(Tham khảo)

Thông tin về liều kế polymethylmetacrylat (PMMA)

A.1 Thông tin này chỉ dùng để hướng dẫn, vì các nguồn liều kế có sẵn và tính năng của liều kế có thể thay đổi.

A.2 Danh sách của các liều PMMA được nêu tại Bảng A.1.

A.3 Chú ý rằng dải liều hấp thụ là dải khuyến nghị. Trong một số trường hợp có thể mở rộng giới hạn liều dưới và giới hạn liều trên với độ chính xác có thể giảm.

A.4 Một số nhà cung cấp được nêu tại Bảng A.2.

A.5 Đáp ứng của một số loại liều kế PMMA được biết phụ thuộc vào hàm lượng nước, do vậy các liều kế này thường được cung cấp trong bao gói kín. Các bao gói này bảo vệ liều kế đảm bảo hàm lượng nước ổn định và bảo vệ liều kế tránh ánh sáng trước khi đo độ hấp thụ.

A.6 Thông tin về tác động môi trường và những ảnh hưởng có thể có đến độ chính xác đo liều có thể nhận được từ nhà sản xuất liều kế.

Bảng A.1 - Đặc tính cơ bản của các liều kế PMMA có sẵn

Loại liều kế	Độ dày danh định, μm	Bước sóng phân tích, nm	Dải liều sử dụng kGy
Harwell Red 4034	3	640	5 đến 50
Harwell Amber 3042	3	603 hoặc 651	1 đến 30
Harwell Gammachrome YR	2	530	0,1 đến 3
Radix W	1,5	280 hoặc 320	1 đến 150

Bảng A.2 - Một số nhà cung cấp liều kế polymethylmetacrylat (PMMA)

Loại	Địa chỉ nhà cung cấp
Harwell	Harwell Dosimeters Ltd., 540 Becquerel Ave., Harwell S&I Campus DIDCOT Oxfordshire, OX11 OTA, Anh
Radix	Radia Industry Co., Ltd., 168 Ooyagi Takasaki Gunma 370-0072, Nhật Bản

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] Beu, R., Watts, M. P., Plested, M. E., "The shelf life of dyed polymethylmethacrylate dosimeters," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 63, 2002, pp. 793-797.
- [2] Whinaker, B., Watts, M. F., "The Influence of Dose Rate, Ambient Temperature and Time on the Radiation Response of PMMA Dosimeters," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 60, 2001, pp 101-110.
- [3] Takehisa, M., Sato, Y., Snsuga, T., Haneda, N., Haruyama, Y., and Sunaga, H. "Gamma-ray Response of a Clear, Crosslinked PMMA Dosimeter, Radix W," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 76, 2007. pp. 1619-1623.
- [4] Seito, H., Ichikawa, T., Haneda, N., Kaneko, H., Sato, Y., Watanabe, H. and Kojima T., "Characteristics study of clear polymethylmethacrylate dosimeter, Radix W, in several kGy range," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 78, 2009, pp. 356-359.
- [5] Chu, R. D. H., and Antoniadis, M. T., "Use of Ceric Sulphate and Perspex Dosimeters for Calibration of Irradiation Facilities," IAEA Report SMI92/14, International Atomic Energy Agency Publication, Vienna, 1975.
- [6] Miller, A., Bjergbakke, E., and McLaughlin, W. L., "Some Limitations in the Use of Plastic and Dyed Plastic Dosimeters," *International Journal of Applied Radiation and Isotopes*, Vol 26, 1975, pp. 611-620.
- [7] Olejnik, T. A., "Red 4034 'Perspex' Dosimeters in Industrial Radiation Sterilization Process Control," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 14, 1979, pp.431-447.
- [7] Barrett, J. H., "Dosimetry with Dyed and Undyed Acrylic Plastic," *International Journal of Applied Radiation and Isotopes*, Vol 33, 1982, pp. 1177-1187.
- [8] Whinaker, B., Watts, M. P., Mellor, S., and Heneghan, M. "Some Parameters Affecting the Radiation Response and Post-Irradiation Stability of Red 4034 'Perspex' Dosimeters," *Proceedings of the International Symposium, "High-Dose Dosimetry,"* IAEA Publication STI/PUB/671, Vienna, 1984.
- [9] Levine, H., McLaughlin, W. L., and Miller, A., "Temperature and Humidity Effects on the Gamma-Ray Response and Stability of Plastics and Dyed-Plastic Dosimeters," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 14, 1979, pp. 551-574.
- [10] Al-Sheikhly, M., Chappas, W. J., McLaughlin, W. L. and Humphreys, J. C., "Effects of Absorbed Dose-rate, Irradiation Temperature, and Post irradiation Temperature on the Gamma Ray Response of Red Perspex Dosimeters," *Proceedings of an International Symposium, "High Dose Dosimetry for Radiation Processing,"* IAEA Publication STI/PUB/846, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1991.
- [11] McLaughlin, W. L., Boyd, A.W., Chadwick, K.H., McDonald, J. C., and Miller, A., "Dosimetry for Radiation Processing," Taylor and Francis (publishers), London, New York, Philadelphia, 1989.
- [12] Glover, K. M., Plested, M. E., Watts, M. F., and Whittaker, B., "A Study of Some Parameters

- Relevant to the Response of Harwell PMMA Dosimeters to Gamma and Electron Irradiation," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 42, 1993, pp. 739-742.
- [13] Sohrabpour, M., Kazemi, A. A., Mousavi, H., and Soluti, K., "Temperature Response of a Number of Plastic Dosimeters for Radiation Processing," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 42, 1993, pp. 783-787.
- [14] Miller, A., and Chadwick, K. H., "Dosimetry for the Approval of Food Irradiation Processes," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 34, 1989, pp. 999-1004.
- [15] "Absorbed Dose Determination in Photon and Electron Beams," IAEA, *Technical Report Series*, No. 277, Vienna, 1987.
- [16] Whittaker, B., "Uncertainties in Absorbed Dose as Measured Using PMMA Dosimeters," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 42, 1993, pp. 841-844.
- [17] Whittaker, B., "Recent Developments in Poly(Methyl Methacrylate)/Dye Systems for Dosimetry Purposes," *Proceedings of the International Symposium, "Radiation Dose and Dose Distribution Measurements in the Megarad Range,"* National Physical Laboratory, United Kingdom, 1970.
- [18] Barrett, J. H., Glover, K. M., McLaughlin, W. L., Sharpe, P. H. G., Watts, M. F., and Whittaker, B., "A High-Dose Intercomparison Study Involving Red 4034 'Perspex' and Radiochromic Dye Film," UKAEA, *Harwell Report AERE-R13159*, 1988, *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 36, 1990, pp. 505-507.
- [19] Kojima, T., Haneda, N., Mitomo, S., Tachibana, H., and Tanaka, R., "The Gamma-Ray Response of Clear Polymethylmethacrylate Dosimeter, Radix RNI5," *Journal of Applied Radiation and Isotopes*, Vol 43, No. 10, 1992, p. 1197.
- [20] Chadwick, K. H., "The Effect of Light Exposure on the Optical Density of Irradiated Clear Polymethylmethacrylate," *Physics in Medicine and Biology*, Vol 17, 1972, pp. 88-93.
- [21] Chadwick, K. H., "The Effect of Humidity on the Response of HX 'Perspex' Dosimeters," IAEA Report TECDOX-321, 1984.
- [22] Whittaker, B., "A New PMMA Dosimeter for Low Doses and Low Temperatures," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 35, 1990, pp. 699-702.
- [23] Miller, A., "Dosimetry for Radiation Processing," *Proceedings of an International Symposium on Radiation Chemistry and Processing, Czechoslovakia, Radiation Physics and Chemistry*, Vol 28, 1986, pp. 521-529.
- [24] Chadwick, K. H., "Radiation Measurements and Quality Control," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 14, 1979, pp. 203-212.
- [25] Ellis, S. C., Barrett, J. H., and Morris, W. T., "Radiation Standards and Dosimetry for Radiation Processing," *Proceedings of the International Conference, "Radiation Processing for Plastics and Rubber,"* Cambridge, UK, 1984.
- [26] Biramontri, S., Haneda, N., Tachibana, H., and Kojima, T., "Effect of Low Irradiation Temperature on the Gamma-Ray Response of Dyed and Un-dyed PMMA Dosimeters," *Radiation Physics and*

Chemistry, Vol 48, No. 1, 1996, pp. 105-109.

- [27] Sharpe, P., Miller, A., "Guidelines for the Calibration of Dosimeters for use in Radiation Processing" Centre for Ionising Radiation Metrology publication, C1RM29, 2009.
- [28] Seito, H., Ichikawa, T., Hanaya, H., Soto, Y., Keneko, H., Haruyama, Y., Watanabe, H., Kojima, T. "Application of clear polymethyl methacrylate dosimeter, Radix W, to a few MeV electron in radiation processing," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 78, 2009, pp. 961-965.
-