

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 7910:2017  
ISO/ASTM 51275:2013**

Xuất bản lần 2

**BẢO VỆ BỨC XẠ - THỰC HÀNH SỬ DỤNG HỆ ĐO LIỀU  
PHIM NHUỘM MÀU BỨC XẠ**

*Practice for use of a radiochromic film dosimetry system*

**HÀ NỘI - 2017**

**Lời nói đầu**

TCVN 7910:2017 thay thế cho TCVN 7910:2008.

TCVN 7910:2017 hoàn toàn tương đương với ISO/ASTM 51275:2013.

TCVN 7910:2017 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

## Bảo vệ bức xạ - Thực hành sử dụng hệ đo liều phim nhuộm màu bức xạ

*Practice for use of a radiochromic film dosimetry system*

### 1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này quy định thực hành sử dụng hệ đo liều phim nhuộm màu 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 phim nhuộm màu thường được sử dụng làm hệ đo liều thường quy.

1.2 Liều kế phim nhuộm màu 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 phim nhuộm màu. Tiêu chuẩn này được áp dụng đồng thời với ASTM E2628.

1.4 Tiêu chuẩn này áp dụng cho các liều kế phim nhuộm màu có thể sử dụng trong các điều kiện sau đây:

1.4.1 Dải liều hấp thụ từ 1 Gy đến 150 kGy.

1.4.2 Suất liều hấp thụ từ  $1 \times 10^{-2} \text{ Gy}\cdot\text{s}^{-1}$  đến  $1 \times 10^{13} \text{ Gy}\cdot\text{s}^{-1}$  [1] đến [4].

1.4.3 Dải năng lượng photon từ 0,1 MeV đến 50 MeV.

1.4.4 Dải năng lượng điện tử từ 70 keV đến 50 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 7910:2017

TCVN 6165: 2009 (ISO/IEC Guide 99:2007)<sup>1)</sup>, *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)<sup>2)</sup>, *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 E 170 *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 85a *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 để sử dụng trong xử lý bức xạ)*

## 3 Thuật ngữ

### 3.1 Định nghĩa

#### 3.1.1

**Đường cong hiệu chuẩn** (calibration cuve)

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

[TCVN 6165 (ISO/IEC Guide 99)]

**Giải thích** Trong tiêu chuẩn đo liều xử lý bức xạ, thuật ngữ "đáp ứng liều kế" thường hay được sử dụng nhiều hơn thuật ngữ "chỉ thị".

#### 3.1.2

**Liều kế** (dosimeter)

Dụng cụ có đáp ứng tái lập, đo được với bức xạ được dùng để đo liều hấp thụ trong một hệ đã cho.

<sup>1)</sup> TCVN 6165:2009 (ISO/IEC Guide 99:2007) hoàn toàn tương đương với JCGM 200:2008, VIM.

<sup>2)</sup> TCVN 9595-3:2013 (ISO/IEC Guide 98-3:2008) hoàn toàn tương đương với JCGM 100:2008, GUM 1995.

**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 phân dạng duy nhất.

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

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

**Giải thích** Đối với liều kế phim nhuộm màu, độ hấp thụ, độ hấp thụ riêng hoặc độ hấp thụ thực riêng là đáp ứng của liều kế.

**3.1.5****Liều kế dự trữ (dosimetry 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 để đạt được xác nhận đo lường học và kiểm soát liên tục quá trình đo.

**3.1.7****Liều kế phim nhuộm màu (radiochromic film-dosimeter)**

Loại màng được chế tạo đặc biệt có chứa các thành phần làm thay đổi độ hấp thụ quang dưới tác dụng của bức xạ ion hoá. Sự thay đổi độ hấp thụ này liên quan đến liều hấp thụ trong nước.

**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,  $A_\lambda$ , tại một bước sóng đã chọn  $\lambda$ , chia cho độ dài quang học,  $d$

$$k = A_\lambda/D \tag{1}$$

3.1.12

Độ hấp thụ thực riêng ( $\Delta k$ ) (specific net absorbance)

Độ hấp thụ riêng,  $A_\lambda$ , tại một bước sóng đã chọn  $\lambda$  chia cho độ dài quang học,  $D$  của vật liệu làm mẫu, được tính như sau:

$$\Delta k = \Delta A_\lambda/D \tag{2}$$

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 tài liệu 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 phim nhuộm màu cung cấp một phương pháp để đo liều hấp thụ dựa trên sự thay đổi về màu do bức xạ sử dụng quang phổ kế, máy đo mật độ hoặc ảnh quét.

4.2 Hệ đo liều bức xạ phim nhuộm màu thường được ứng 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 phim nhuộm màu được sản xuất bởi các phương pháp khác nhau để tạo ra phim mỏng được phủ, phù hợp và trong suốt. Chúng thường được cung cấp theo mảnh vuông, dài hoặc cuộn dài hoặc tấm có thể cắt thành kích thước thuận tiện cho mục đích đo liều. Đáp ứng của liều kế có thể bị ảnh hưởng bởi hàm lượng nước, nhiệt độ chiếu xạ, thời gian sau chiếu xạ đến lúc đo và các đại lượng ảnh hưởng tiềm tàng khác cần được xem xét đến. Nhiều liều kế thương mại có sẵn được bọc trong các gói kín và có thể bảo vệ khỏi ánh sáng và hiệu quả khi độ ẩm của môi trường xung quanh thay đổi. Liều kế cần được hiệu chuẩn trong các điều kiện chiếu xạ tương tự với các điều kiện mà chúng sẽ được sử dụng.

5.2 Bức xạ ion hóa tạo ra phản ứng hóa học trong vật liệu tạo ra hoặc làm tăng dài 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 cung cấp thông tin và lịch sử phát triển của hệ thống đo liều màng phim mỏng nhuộm màu trong việc sử dụng hiện tại.

5.3 Sự thay đổi bức xạ tạo ra trong độ hấp thụ của phim nhuộm màu phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng được dùng cho phép đo.

## 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. Ví dụ các yếu tố như vậy là nhiệt độ và suất liều. Xem ASTM E2701. Xem Tài liệu tham khảo [2] đến [14] về ví dụ các loại và độ lớn của các hiệu ứng.

### 6.2 Các điều kiện trước chiếu xạ

6.2.1 **Ổn định và đóng gói liều kế:** Các liều kế có thể được ổn định do nhà sản xuất để tối ưu hóa hàm lượng nước trong phim và sau đó được bọc kín và tránh ánh sáng để duy trì chất lượng phim.

6.2.2 **Thời gian từ khi sản xuất:** Thời hạn sử dụng của một số loại liều kế phim nhuộm màu dài hơn chín năm. Tuy nhiên khuyến cáo người sử dụng tiến hành kiểm chứng tính năng độ hấp thụ trước chiếu xạ và độ ổn định của đáp ứng sau chiếu xạ trong thời gian sử dụng của một mẻ liều kế.

6.2.3 **Nhiệt độ:** Tiếp xúc với nhiệt độ cực đoan trong thời gian vận chuyển và bảo quản ở cơ sở của người sử dụng có thể ảnh hưởng đến đáp ứng của liều kế. Cần tham vấn của nhà sản xuất về các khuyến cáo cụ thể về vận chuyển và bảo quản liều kế.

6.2.4 **Độ ẩm tương đối:** Liều kế có thể được bao gói để không bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi của môi trường độ ẩm; liều kế không có bao gói bảo vệ có thể bị ảnh hưởng. Cần tham vấn của nhà sản xuất về các khuyến cáo cụ thể về vận chuyển và bảo quản liều kế.

6.2.5 **Tiếp xúc với ánh sáng:** Liều kế có thể được bao gói để không bị ảnh hưởng bởi tiếp xúc với ánh sáng; liều kế không có bao gói bảo vệ có thể bị ảnh hưởng. Cần tham vấn của nhà sản xuất về các khuyến cáo cụ thể về vận chuyển và bảo quản liều kế.

### 6.3 Các điều kiện trong khi chiếu xạ

6.3.1 **Nhiệt độ chiếu xạ:** Nhiệt độ chiếu xạ được dựa đoán có ảnh hưởng đến đáp ứng của liều kế. Khuyến cáo nên hiệu chuẩn hệ đo liều trong các điều kiện sử dụng (hiệu chuẩn trong nhà máy) để giảm nhẹ hiệu ứng của nhiệt độ với đáp ứng của liều kế.

6.3.2 **Suất liều hấp thụ:** Suất liều hấp thụ có thể ảnh hưởng đến đáp ứng của liều kế. Khuyến cáo nên hiệu chuẩn hệ đo liều trong các điều kiện sử dụng (hiệu chuẩn trong nhà máy) để giảm nhẹ hiệu ứng của nhiệt độ với đáp ứng của liều kế.

## TCVN 7910:2017

**6.3.3 Phân đoạn liều:** Phân đoạn liều có thể ảnh hưởng đến đáp ứng liều kế. Khuyến cáo nên hiệu chuẩn hệ đo liều trong các điều kiện sử dụng (hiệu chuẩn trong nhà máy) để giảm nhẹ bất kỳ hiệu ứng có thể xảy ra của phân đoạn liều.

**6.3.4 Độ ẩm tương đối:** Đối với một số liều kế, lượng nước trong liều kế có ảnh hưởng đến đáp ứng của liều kế. Đối với liều kế đã sử dụng ngoài bao gói kín của nhà sản xuất, khuyến cáo nên hiệu chuẩn hệ đo liều trong các điều kiện sử dụng (hiệu chuẩn trong nhà máy) để giảm nhẹ các hiệu ứng có thể xảy ra từ biến động về hàm lượng nước trong liều kế và ảnh hưởng đến đáp ứng của liều kế.

**6.3.5 Tiếp xúc với ánh sáng:** Liều kế có thể được bao gói để không bị ảnh hưởng bởi sự tiếp xúc với ánh sáng; liều kế không có bao gói bảo vệ có thể bị ảnh hưởng.

**6.3.6 Năng lượng chiếu xạ:** Đáp ứng của liều kế đã được chứng minh là không phụ thuộc vào năng lượng. Tuy nhiên, khi năng lượng electron đủ thấp sẽ sinh ra gradient liều qua độ dày của liều kế và gặp khó khăn trong diễn giải đáp ứng đo được.

**CHÚ THÍCH 1** Ở mức năng lượng thấp, độ dày của vật liệu bao gói có thể làm tăng sai số phép đo.

### 6.4 Các điều kiện sau chiếu xạ

**6.4.1 Thời gian:** Liều kế có thể mất khoảng thời gian đáng kể để độ hấp thụ ổn định sau khi chiếu xạ<sup>[10], [11], [12], [16], [17]</sup>. Quá trình xử lý nhiệt sau chiếu xạ có thể làm ổn định độ hấp thụ sớm hơn. Cần tham vấn nhà sản xuất liều kế về các khuyến cáo cụ thể về xử lý nhiệt sau chiếu xạ.

**CHÚ THÍCH 2** Đáp ứng của liều kế FWT-60 và B3 có thể được ổn định bằng xử lý nhiệt sau chiếu xạ.

**6.4.2 Nhiệt độ:** Nhiệt độ bảo quản sau chiếu xạ có thể ảnh hưởng đến đáp ứng của liều kế. Cần tham vấn nhà sản xuất liều kế về các khuyến cáo cụ thể về bảo quản liều kế sau chiếu xạ.

**6.4.3 Độ ẩm tương đối:** Hàm lượng nước trong liều kế sau chiếu xạ có thể ảnh hưởng đến đáp ứng của liều kế. Cần tham vấn nhà sản xuất liều kế về các khuyến cáo cụ thể về bảo quản liều kế sau chiếu xạ.

**6.4.4 Tiếp xúc với ánh sáng:** Liều kế có thể được bao gói sao để không bị ảnh hưởng bởi sự tiếp xúc với ánh sáng; liều kế không có bao gói bảo vệ có thể bị ảnh hưởng.

### 6.5 Các điều kiện đo đáp ứng

**6.5.1 Các yêu cầu đối với các điều kiện sau chiếu xạ áp dụng cho các điều kiện của phép đo.**

**CHÚ THÍCH 3** Ánh sáng được sử dụng cho phép đo đáp ứng liều kế có thể chứa thành phần UV ảnh hưởng đến đáp ứng của liều kế.



## 7 Hệ đo liều và kiểm định

**7.1 Các thành phần của hệ đo liều phim nhuộm màu:** Hệ đo liều phim nhuộm màu có các thành phần sau đây.

**7.1.1 Liều kế phim nhuộm màu.** Phim có thể được cung cấp dạng hộp hoặc các túi một hoặc nhiều liều kế. Túi cung cấp độ ẩm và bảo vệ tránh ánh sáng.

**7.1.2 Thiết bị đo.** Đối với từng thiết bị được sử dụng để đo đáp ứng của liều kế, xác định và thiết lập thông số phép đo riêng có khả năng cho các kết quả có độ tái lập cao trên dải liều được yêu cầu. Ví dụ, sử dụng bước sóng hấp thụ đỉnh đối với liều kế riêng để tối ưu hóa độ tái lập phép đo. Một số liều kế có thể yêu cầu sử dụng bước sóng không có đỉnh để mở rộng dải liều sử dụng. Các ví dụ về bước sóng thích hợp để phân tích cho các hệ đo liều riêng biệt được cung cấp từ các nhà sản xuất và trong các Tài liệu tham khảo [3] đến [10], [16] đến [21]. Tùy thuộc vào hệ đo liều cụ thể, đáp ứng có thể là độ hấp thụ, thay đổi độ hấp thụ, độ hấp thụ riêng hoặc độ hấp thụ thực riêng.

**7.1.2.1 Máy đo quang phổ (hoặc thiết bị tương đương),** với chuẩn liên kết hiệu chuẩn thích hợp.

**CHÚ THÍCH 4** Lựa chọn máy quang phổ có khả năng đáp ứng độ chụm quy định và các yêu cầu dải liều. Ví dụ, trong đo liều phim, độ rộng phổ phải phù hợp với độ dày của liều kế để tránh nhiễu quang gây ảnh hưởng bất lợi đến độ tái lập của phép đo và có thể giới hạn nghiêm trọng cận dưới của dải liều có thể đạt được.

**7.1.2.2 Máy đo mật độ,** với liên kết chuẩn hiệu chuẩn thích hợp.

**7.1.2.3 Máy quét hình ảnh phim,** với liên kết chuẩn hiệu chuẩn thích hợp.

**7.1.3 Giá đỡ liều kế,** dùng để định vị tái lập liều kế trong quá trình đo độ hấp thụ.

**7.1.4 Thước đo độ dày đã hiệu chuẩn (tùy chọn),** được liên kết chuẩn với chuẩn hiệu chuẩn thích hợp.

**CHÚ THÍCH 5** Phần lớn người sử dụng sẽ không có khả năng thực hiện phép đo độ dày tại hiện trường do những khó khăn kỹ thuật khi thực hiện phép đo độ dày tái lập cao trên liều kế phim bề mặt mềm. Thay vào đó, phần lớn người sử dụng sẽ bỏ qua độ dày (xử lý như một hằng số) hoặc sử dụng độ dày trung bình theo công bố của nhà sản xuất.

**7.2 Hệ thống quản lý phép đo,** bao gồm đường cong hiệu chuẩn hệ thống 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 thực hiện của thiết bị**

**7.3.1** Tại các khoảng thời gian quy định, hoặc trong các trường hợp nghi ngờ tính năng làm việc trong khoảng thời gian sử dụng, kiểm tra phép đo với các chuẩn hiệu chuẩn.

## **TCVN 7910:2017**

7.3.2 Nên thực hiện chương trình kiểm tra hàng ngày theo dự kiến để kiểm định tính năng làm việc của thiết bị trước và sau khi đo.

### **8 Đánh giá liệu kế dự trữ thay thế**

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

8.2 Người sử dụng phải thực hiện kiểm tra tiếp theo và thử nghiệm chấp nhận đối với từng đợt giao nhận liệu kế. Các mẫu cần được lựa chọn ngẫu nhiên từ liệu kế dự trữ nếu có.

8.2.1 Kiểm định và lập tài liệu chi tiết như mẻ, định lượng, ngày nhận, các mô tả khác (như độ dày trung bình) và tình trạng của bất kỳ kiểm soát vận chuyển nào (như nhiệt độ chỉ thị của thiết bị khi giới hạn nhiệt độ có thể bị vượt quá trong quá trình vận chuyển).

8.2.2 Thực hiện lấy mẫu ngẫu nhiên theo các quy trình đã lập tài liệu để kiểm tra xác nhận tính nguyên vẹn của liệu kế và các túi và nếu thích hợp, để xác định độ dày trung bình và độ hấp thụ trung bình trước chiếu xạ.

8.2.3 Khuyến cáo người sử dụng tiến hành thử nghiệm đáp ứng liệu kế tại hoặc gần giá trị liệu cao, giá trị trung bình và giá trị thấp đã lập kế hoạch để xác định các mẻ mẫu đáp ứng theo mong đợi hoặc để kiểm tra xác nhận đáp ứng mẻ của một liệu kế dự trữ mới chuyển đến với các kết quả thu được trong các mẫu từ một liệu kế chuyển đến trước đó.

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

8.4 Bảo quản liệu kế theo khuyến cáo của nhà sản xuất, hoặc thực hành cụ thể do người sử dụng xác định.

### **9 Hiệu chuẩn**

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

9.2 Hiệu chuẩn hệ đo liệu của người sử dụng phải tính đến 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 6** Việc hiệu chuẩn thành công hệ đo liệu phim nhuộm màu yêu cầu sử dụng các điều kiện hiệu chuẩn gần với các điều kiện trong quá trình sử dụng. Nếu dự đoán có sai khác lớn về nhiệt độ theo mùa, việc hiệu chuẩn phải được tiến hành trong khoảng thời gian có thể phản ánh tốt hơn nhiệt độ trung bình của khoảng nhiệt độ mong muốn sẽ gặp trong vòng đời hiệu chuẩn. Kiểm định hiệu chuẩn định kỳ hoặc theo mùa cũng được

khuyến cáo để xác định bất kỳ tác động nào đến biến động theo mùa và xác nhận việc sử dụng liên tục của một mẻ hiệu chuẩn cụ thể.

Nhiều đường cong hiệu chuẩn có thể được sử dụng thay cho một đường cong hiệu chuẩn trên toàn bộ dải liều như một biện pháp làm giảm độ không đảm bảo đo do hiệu chuẩn.

## **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. Các quy trình này cần được dựa trên khuyến nghị của nhà sản xuất hoặc kết quả tính năng làm việc sử dụng riêng.

**10.1.2** Chỉ sử dụng các liều kế còn trong thời hạn sử dụng và hạn hiệu chuẩn.

**10.1.3** Thanh kiểm tra từng bao gói liều kế về tính không toàn vẹn bên ngoài. Ví dụ, tính toàn vẹn của niêm phong cùng với kiểm tra xác nhận sự có mặt của liều kế phim nhuộm màu trong bao gói. Loại bỏ bất kỳ liều kế nào cho thấy có hư hỏng.

**10.1.4** 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.

**10.1.5** 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** Lấy và đếm tất cả liều kế, kiểm tra xác nhận vị trí đặt của từng liều kế.

**10.2.2** Giữ liều kế phim nhuộm màu trong bao gói đã được 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** Đáp ứng của liều kế cần được đo trong khoảng thời gian (xem 6.4.1) và trong các điều kiện (6.5) có tính đến sự thay đổi tiềm tàng sau chiếu xạ. Nếu phù hợp, tiến hành xử lý nhiệt sau chiếu xạ theo quy trình đã thiết lập.

**10.2.4** Kiểm định tính năng làm việc của thiết bị theo quy trình đã được lập tài liệu, xem 7.2.

**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:

## **TCVN 7910:2017**

**10.2.6.1** Nếu liệu kế đã được bao gói, mở bao gói và lấy liệu kế, dùng panh để gấp cẩn thận các cạnh và mép của liệu kế.

**10.2.6.2** Kiểm tra liệu kế về bất kỳ khiếm khuyết như các vết xước. Lập tài liệu bất kỳ những khiếm khuyết đó.

**CHÚ THÍCH 7** Nếu một liệu kế được tìm thấy có vết xước, có thể có được phép đo tin cậy bằng cách đặt lại vị trí liệu kế, ví dụ bằng cách đảo ngược hoặc quay liệu kế, để vết xước không nằm trên đường chùm ánh sáng của máy quang phổ.

**10.2.6.3** Nếu cần, làm sạch liệu kế trước khi phân tích.

**10.2.6.4** Vị trí của liệu kế trong giá đỡ của thiết bị, cẩn thận đặt liệu kế phù hợp và xác định vị trí thẳng hàng 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 liệu kế trong vùng đi qua của chùm ánh sáng phân tích hoặc sử dụng giá trị trung bình được nhà sản xuất quy định hoặc được xác định bởi lấy mẫu.

**CHÚ THÍCH 8** Đối với một số loại liệu kế, không thể đo độ dày của lớp hoạt hóa của liệu kế (ví dụ Gafchromic).

**10.2.6.7** Tính toán đáp ứng.

**10.2.6.8** Tính liều hấp thụ từ đáp ứng sử dụng đường cong hiệu chuẩn thích hợp của hệ đo liều (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). Xem thêm TCVN 9595-3 (ISO/IEC Guide 98-3).

**12.2** Tất cả các thành phần của độ không đảm bảo đo cần phải có trong ước lượng, kể cả độ không đảm bảo phát sinh từ hiệu chuẩn, độ tái lập của liệu 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 của 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.

12.3 Ước lượng độ không đảm bảo mở rộng có thể đạt được bằng phép đo sử dụng hệ đo lường thường quy như phim nhuộm màu ở bậc  $\pm 6\%$  ( $k = 2$ ) tương ứng xấp xỉ mức tin cậy 95% đối với các số liệu phân bố chuẩn.

**Phụ lục A**

(Quy định)

**Thông tin về liều kế phim nhuộm màu**

**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 kế phim nhuộm màu 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.

**Bảng A.1 - Đặc tính cơ bản của các liều kế phim nhuộm màu có sẵn**

| Loại liều kế                | Độ dày danh định,<br>μm | Bước sóng phân tích,<br>nm | Dải liều sử dụng<br>kGy |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| FWT-60                      | 50                      | 605, 600, hoặc 510         | 5 đến 10                |
| B3                          | 18                      | 552 ± 2                    | <1.0 đến > 120          |
| GAFCHROMIC<br>(Nhiều model) | Tùy thuộc vào model     | Tùy thuộc vào model        | Tùy thuộc vào model     |

**Bảng A.2 - Một số nhà cung cấp liều kế phim nhuộm màu**

| Loại                             | Địa chỉ nhà cung cấp  |
|----------------------------------|---|
| Far West Technology, Inc.        | 330 S Kellogg Ave Suite D<br>Goleta, CA 93117, USA          |
| GEX Corporation                  | 7330 South Alton Way Suite 12i<br>Centennial, CO 80112, USA |
| International Specialty Products | 1361 Alps Road<br>Wayne, NJ 07470, USA                      |

**A.5** Đáp ứng của một số loại liều kế phim nhuộm màu 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.

### Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] Chappell, S. E. and Humphreys, J. C. "The Dose Response of a Dye-Polychlorostyrene Film Dosimeter," *Transactions of Nuclear Science*, Vol 19. 1972, pp 175-180
- [2] Gehringer, P., Eschweiler, H., and Proksch, E., "Dose and Humidity Effects on the Radiation Response of Nylon-Based Radiochromic Film Dosimeters," *International Journal of Applied Radiation and Isotopes*, Vol 31, No. 10, 1980, pp. 595-605
- [3] McLaughlin, W. L., Humphreys, J. C., Levine, H., Miller, A., Radak, B. B., and Rativanich, N., "The Gamma-Ray response of Radiochromic Dye Films at Different Absorbed Doses." *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 18, 1981, pp. 987-999
- [4] McLaughlin, W.L., Humphreys, J.C., Radak, B. B., Miller, A., and Olejnik, T. A., "The Response of Plastic Dosimeters to Gamma Rays and Electrons at High Dose Rates." *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 14, 1979. pp. 535-550
- [5] Levine, H., McLaughlin, W. L., and Miller, A., "Temperature and Humidity Effects on the Gamma-Ray Response and Stability of Plastic and Dyed Phytic Dosimeters," *Radiation Physics and Chemistry*. Vol 14. 1979. pp. 551-574
- [6] McLaughlin, W. L., Miller, A., Uribe, R. M., Kronenburg, S., and Siebentritt, C. R., "Energy Dependence of Radiochromic Dosimeter Response to X and Gamma Rays." *High Dose Dosimetry. Proceedings of the International Symposium*, Vienna, 1985. pp. 397-424;
- [7] Schaffer, H. L., and Garcia, R. D., "Practical Application of Dosimetry Systems Utilized in Radiation Processing of Medical Devices," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 31, 1988, pp. 497-504.
- [8] Miller, A., Batsberg, W., and Karman, W., "A New Radiochromic Thin-Film Dosimeter System," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 31, 1988, pp. 491-496.
- [9] McLaughlin, W. L., Humphreys, J. C., Hocken, D., and Chappas, W. J., "Radiochromic Dosimetry for Validation and Commissioning of Industrial Radiation Processes," *Radiation Physics and Chemistry* Vol 31, 1988, pp. 505-514:
- [10] Saylor, M. C, Tamargo, T. T, McLaughlin, W. L., Kahn, H. M., Lewis, D. F., and Schenfele, R. D., "A Thin Film Recording Medium for Use in Food Irradiation," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 31, 1988, pp. 529-536.
- [11] Prusik, T, and Montesalvo, M., and Wallace, T., "Use of Polydiacetylenes in an Automated Label Dosimetry System," *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 31, Second Edition, 1997, pp. 441-447.

- [12] McLaughlin, W. L., Puhl, J. M., Al-Sheikhly, M., Christou, C. A. Miller, A., Kovacs A., Wojnarovits, L., and Lewis, D F., "Novel. Radiochromic Films for Clinical Dosimetry," *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 66, Nos. 1-4, 1996, pp. 263-268.
- [13] Janovsky, I. and Mehta, K., "The Effects of Humidity on the Response of Radiochromic Film Dosimeters FWT-60-00 and Gafchromic-DM-1260," *Radiat. Phys. Chem.*, 43,1994, pp. 407-409.
- [14] Abdel-Fattah, A. A. and Miller A. (1996); *Temperature, Humidity, and Time. Combined Effects on Radiochromic Film Dosimeters*; Radiation Physics and Chem. Vol. 47, No. 4, pp. 611-621, Elsevier Science Ltd. Pergamon Press, Great Britain.
- [15] Helt-Hansen, J., Miller, A., Sharpe, P., Laurell, B., Weiss, D.,Pageau, G., (2010)  $D_{\mu}$  - a new concept in low energy electron dosimetry, *Radiat. Phys. Chem.* 79, pp. 64-74.
- [16] Danchenko, V and Griffin, G F. "Delayed Darkening of Radiation-Exposed Radiochromic Dye Dosimeters." *Transactions of Nuclear Science*, Vol NS-25, No. 6, December 1981. pp 4156-4160
- [17] Chappas, W. J., "Accelerated Color Development Irradiated Radiochromic Dye Films." *Transactions of Nuclear Science*. Vol NS-25, No 2, April 1981. pp 1784 1785
- [18] Patel, G. N., "Diacetylene as Radiation Dosage Indicators." *Radiation Physics and Chemistry*, Vol 18. 1981. pp. 913-925.
- [19] McLaughlin, W. L., Wei-Zhen. B. and Chappas. W J.. "Cellulose Diacetate Film Dosimeters." *Radiation Physics and Chemistry*. Vol 31. 1988. pp 481-490
- [20] McLaughlin, W. L., Chen, Y. D., Soares, C. G., Miller, A., Vay Dyk, G. and Lewis, D. F., "Sensitometry of the Response of a New Radiochromic Film Dosimeter to Gamma Radiation and Electron Beams," *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res.* A302, 1991, pp. 165-176
- [21] "Absorbed Dose Determination in Photon and Electron Beams," IAEA Technical Report Series No. 277, Vienna, Second Edition 1997.
-