

TCVN 7914:2008
ISO/ASTM 51956:2005

Xuất bản lần 1

TIÊU CHUẨN THỰC HÀNH SỬ DỤNG
HỆ ĐO LIỀU NHIỆT HUỖNH QUANG (TLD)
TRONG XỬ LÝ BẰNG BỨC XẠ

*Standard Practice for Use of Thermoluminescence
Dosimetry (TLD) Systems for Radiation Processing*

Lời nói đầu

TCVN 7914:2008 hoàn toàn tương đương với ISO/ASTM 51956:2005;
TCVN 7914:2008 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/F5
Vệ sinh thực phẩm và chiếu xạ biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường
Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Tiêu chuẩn thực hành sử dụng hệ đo liều nhiệt huỳnh quang (TLD) trong xử lý bằng bức xạ ¹⁾

Standard Practice for Use of Thermoluminescence Dosimetry (TLD) Systems for Radiation Processing

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này bao gồm các qui trình sử dụng liều kế nhiệt huỳnh quang (TLD) để xác định liều hấp thụ trong các vật liệu được chiếu xạ bởi bức xạ photon hoặc điện tử được quy là liều hấp thụ trong nước.

1.2 Tiêu chuẩn này bao gồm các hệ đo liều hấp thụ được thực hiện trong các điều kiện sau đây:

1.2.1 Dải liều hấp thụ từ 1 Gy đến 100 kGy.

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

1.2.3 Dải năng lượng bức xạ đối với các photon và điện tử có năng lượng từ 0,1 MeV đến 50 MeV.

1.3 Tiêu chuẩn này không đề cập đến các phép đo liều hấp thụ và suất liều hấp thụ trong các vật liệu được chiếu xạ bởi neutron.

1.4 Các qui trình sử dụng TLD để xác định liều hấp thụ trong thử nghiệm khả năng chịu bức xạ của các thiết bị điện tử được nêu trong ASTM Practice E668.

1.5 Tiêu chuẩn này không đề cập đến tất cả các vấn đề liên quan đến an toàn. Trách nhiệm của người sử dụng tiêu chuẩn này là phải tự thiết lập các tiêu chuẩn thực hành thích hợp đảm bảo an toàn về sức khỏe cũng như phải xác định rõ giới hạn quy định trước khi quyết định áp dụng tiêu chuẩn.

¹⁾ Tiêu chuẩn thực hành này nằm trong phạm vi thẩm quyền của ASTM Ban E 10 Công nghệ và ứng dụng hạt nhân và thuộc trách nhiệm của Tiểu Ban E10.01 Đo liều quá trình bức xạ và cũng thuộc phạm vi thẩm quyền của ISO/TC 85/WG 3.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là 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.

2.1 Tiêu chuẩn ASTM ²⁾

ASTM E 170 Terminology Relating to Radiation Measurements and Dosimetry (Thuật ngữ liên quan đến các phép đo bức xạ và đo liều).

ASTM E 668 Practice for Application of Thermoluminescence-Dosimetry (TLD) Systems for Determining Absorbed Dose in Radiation-Hardness Testing of Electronic Devices (Thực hành đối với việc ứng dụng các hệ đo liều nhiệt huỳnh quang (TLD) để xác định liều hấp thụ trong việc thử nghiệm khả năng chịu bức xạ của các thiết bị điện tử).

ASTM E 2303 Guide for Absorbed-Dose Mapping in Radiation Processing Facilities (Hướng dẫn xác định trường phân bố liều hấp thụ của thiết bị xử lý bằng bức xạ).

2.2 Tiêu chuẩn ISO/ASTM

TCVN 7248:2008 (ISO/ASTM 51204) Tiêu chuẩn thực hành đo liều áp dụng cho thiết bị chiếu xạ gamma dùng để xử lý thực phẩm.

ISO/ASTM 51261 Guide for Selection and Calibration of Dosimetry Systems for Radiation Processing (Hướng dẫn lựa chọn và hiệu chuẩn các hệ đo liều trong công nghệ xử lý bằng bức xạ).

ISO/ASTM 51400 Practice for Characterization and Performance of a High-Dose Radiation Dosimetry Calibration Laboratory (Thực hành xác định các đặc tính và chất lượng vận hành của phòng thử nghiệm hiệu chuẩn liều cao trong phép đo liều bức xạ).

ISO/ASTM 51431 Practice for Dosimetry in Electron Beam and X-ray (Bremsstrahlung) Irradiation Facilities for Food Processing (Thực hành đo liều đối với các thiết bị chiếu xạ sử dụng bức xạ hãm tia X và chùm tia điện tử để xử lý thực phẩm).

ISO/ASTM 51608 Practice for Dosimetry in an X-ray (Bremsstrahlung) Facility for Radiation Processing (Thực hành đo liều trong thiết bị chiếu xạ tia X (Bức xạ hãm) để xử lý thực phẩm).

ISO/ASTM 51649 Practice for Dosimetry in an Electron - Beam - Facility for Radiation Processing at Energies Between 300 keV and 25 MeV (Thực hành đo liều trong thiết bị chiếu xạ chùm tia điện tử ở năng lượng từ 300 keV đến 25 MeV trong công nghệ xử lý bằng bức xạ).

²⁾ Đối với các tiêu chuẩn của ISO/ASTM và ASTM, xem website của ASTM www.astm.org, hoặc liên hệ với Dịch vụ khách hàng của ASTM theo địa chỉ service@astm.org. Về sổ tay tiêu chuẩn của ASTM, xem bản tổng hợp tài liệu trên trang điện tử của ASTM.

ISO/ASTM 51702 Practice for Dosimetry In Gamma Irradiation Facilities for Radiation Processing (Thực hành đo liều đối thiết bị chiếu xạ gamma trong công nghệ xử lý bằng bức xạ).

ISO/ASTM 51707 Guide for Estimating Uncertainties in Dosimetry for Radiation processing (Hướng dẫn đánh giá sai số đối với các phép đo liều trong công nghệ xử lý bằng bức xạ).

ISO/ASTM 51939 Practice for Blood Irradiation Dosimetry (Thực hành đo liều trong chiếu xạ máu).

ISO/ASTM 51940 Guide for Dosimetry for Sterile Insect Release Programs (Hướng dẫn đo liều đối với các chương trình chiếu xạ diệt côn trùng, nấm mốc).

ISO/ASTM 52116 Practice for Dosimetry for a Self-Contained Dry-Storage Gamma-Ray Irradiator (Thực hành đo liều đối với máy chiếu xạ tia gamma với nguồn phóng xạ được bảo quản khô).

2.3 Báo cáo của Cơ quan Quốc tế về các Đơn vị và các Phép đo liều bức xạ (ICRU) ³⁾

ICRU Report 14 – Radiation Dosimetry: X-Rays and Gamma Rays with Maximum Photon Energies Between 0.6 MeV and 50 MeV (Báo cáo ICRU 14 – Đo liều bức xạ: tia X và gamma với năng lượng photon tối đa từ 0,6 MeV đến 50 MeV).

ICRU Report 17 Radiation Dosimetry: X Rays Generated at Potentials of 5 to 150 kV (Báo cáo ICRU 17 - Đo liều bức xạ: Đối với tia X được sinh ra tại các hiệu điện thế từ 5 kV đến 150 kV).

ICRU Report 34 The Dosimetry of Pulsed Radiation (Báo cáo ICRU 34 - Đo liều bức xạ xung).

ICRU Report 60 Fundamental Quantities and Units for Ionizing Radiation (Báo cáo ICRU 60 - Các đơn vị và các loại cơ bản của bức xạ ion hoá).

3 Thuật ngữ, định nghĩa

3.1 Định nghĩa

3.1.1

Suất liều hấp thụ (\dot{D}) [absorbed-dose rate (\dot{D})]

Liều hấp thụ trong vật liệu trên số gia của thời gian, là tỷ số của dD và dt .

$$\dot{D} = \frac{dD}{dt} \quad (1)$$

đơn vị là $\text{Gy}\cdot\text{s}^{-1}$.

3.1.1.1 Thảo luận (Discussion)

³⁾ Ủy ban quốc tế về các phép đo và các đơn vị đo bức xạ (ICRU). 7910 Woodmont Ave., Bethesda, MD 20814, Mỹ.

TCVN 7914:2008

- (1) Suất liều hấp thụ thường được xác định bởi giá trị trung bình của nó trong những khoảng thời gian dài hơn, ví dụ: với đơn vị là $\text{Gy}\cdot\text{min}^{-1}$ hoặc $\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$.
- (2) Đối với thiết bị chiếu xạ gamma thì suất liều có thể rất khác nhau tại các vị trí khác nhau.
- (3) Trong các thiết bị chiếu xạ chùm điện tử với chùm tia dạng xung hoặc dạng quét thì có hai loại suất liều là: giá trị trung bình trên một vài xung (quét) và giá trị tức thời đối với một xung (quét). Hai giá trị này có thể khác nhau đáng kể.

3.1.2

Nung liều kế (Annealing)

Quá trình xử lý nhiệt của TLD trước khi chiếu xạ hoặc trước khi đọc kết quả.

3.1.2.1 **Thảo luận** (Discussion)

Nung TLD trước khi chiếu xạ thường tiến hành để xoá các hiệu ứng của các lần chiếu xạ trước đó và để điều chỉnh lại độ nhạy của chất phát quang; việc nung liều kế trước khi đọc kết quả thường được tiến hành để giảm độ nhạy TLD ở nhiệt độ thấp.

3.1.3

Hiệu chuẩn (Calibration)

Tập hợp các thao tác được thực hiện trong các điều kiện qui định, nhằm thiết lập mối liên hệ giữa các số đọc của dụng cụ đo hoặc hệ đo và các giá trị tương ứng đọc được bằng các liên kết chuẩn đo lường phòng thử nghiệm quốc gia hoặc quốc tế được công nhận.

3.1.3.1 **Thảo luận** (Discussion)

Các điều kiện hiệu chuẩn bao gồm các điều kiện môi trường, điều kiện chiếu xạ có mặt trong suốt quá trình chiếu xạ, bảo quản và đo liều của các liều kế được sử dụng để dựng đường chuẩn. Để đạt được các điều kiện môi trường ổn định thì có thể cần đảm bảo các điều kiện của liều kế trước khi thực hiện qui trình hiệu chuẩn.

3.1.4

Đường chuẩn (Calibration curve)

Biểu diễn bằng đồ thị hàm đặc trưng độ nhạy của hệ đo liều.

3.1.5

Thiết bị hiệu chuẩn (Calibration facility)

Sự kết hợp của một nguồn bức xạ ion hoá và dụng cụ đo liên quan, cho phép thiết lập liều hấp thụ hoặc suất liều hấp thụ đồng đều tại một vị trí xác định trong vật liệu cụ thể và có khả năng tái lập hoặc suất liều hấp thụ có thể liên kết chuẩn đo lường quốc gia hoặc quốc tế và được sử dụng để xác định độ nhạy hoặc đường chuẩn của hệ đo liều.

3.1.6**Trạng thái cân bằng các hạt tích điện** (Charged-particle equilibrium)

Điều kiện tồn tại trong một vi phân thể tích vật liệu, dưới quá trình chiếu xạ tổng động năng và số lượng các hạt tích điện (của mỗi loại ion) đi vào vi phân thể tích bằng động năng và số lượng các hạt tích điện đi ra khỏi vi phân thể tích đó.

3.1.6.1 Thảo luận (Discussion)

Khi các điện tử là các hạt điện tích chủ yếu thì các hạt tích điện chính là các hạt "cân bằng điện tử" thường được sử dụng để mô tả trạng thái cân bằng hạt tích điện.

3.1.7**Mẻ liều kế** (Dosimeter batch)

Số liệu 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 thống nhất.

3.1.8**Liều kế dự trữ** (Dosimeter stock)

Một phần của mẻ liều kế do người sử dụng lưu giữ.

3.1.9**Hệ đo liều** (Dosimetry system)

Hệ được dùng để xác định liều hấp thụ bao gồm các liều kế, các dụng cụ đo liều và các chuẩn có liên quan cũng như các quy trình sử dụng chúng.

3.1.10**Trạng thái cân bằng điện tử** (Electron equilibrium)

Trạng thái cân bằng các hạt tích điện đối với các điện tử. *Xem trạng thái cân bằng các hạt tích điện* (3.1.6).

3.1.11**Kế hoạch đảm bảo chất lượng của phép đo** (Measurement quality assurance plan)

Chương trình được văn bản hoá đối với quá trình đo nhằm đảm bảo rằng độ không đảm bảo mở rộng của phép đo liều luôn đáp ứng các yêu cầu của ứng dụng cụ thể. Kế hoạch này yêu cầu liên kết với chuẩn đo lường quốc gia hoặc quốc tế được công nhận.

3.1.12**Tính liên kết chuẩn đo lường** (Measurement traceability)

Khả năng minh chứng bằng một chuỗi phép so sánh liên tục phép đo đều đạt giới hạn chấp nhận được về độ không đảm bảo đo so với chuẩn quốc gia hoặc chuẩn quốc tế được công nhận.

3.1.13

Liều kế chuẩn đầu (Primary standard dosimeter)

Loại liều kế có chất lượng cao nhất được dùng để thiết lập và duy trì như chuẩn quốc gia hoặc quốc tế được công nhận.

3.1.14

Đơn vị nạp hàng (Process load)

Thể tích vật liệu với cấu hình nạp hàng cụ thể như một thực thể riêng rẽ để chiếu xạ.

3.1.15

Đảm bảo chất lượng (Quality assurance)

Toàn bộ những hoạt động mang tính hệ thống cần thiết nhằm cung cấp chứng cứ đầy đủ về phép hiệu chuẩn, phép đo hoặc một quá trình xử lý được thực hiện với mức chất lượng đã được định trước.

3.1.16

Vị trí liều so sánh (Reference-dose location)

Vị trí (bên trên, bên trong, hoặc gần vật liệu được nạp) ở đó giá trị liều hấp thụ có thể tái lập và có quan hệ với giá trị liều hấp thụ cực đại hoặc cực tiểu trong quá trình nạp nguyên liệu.

3.1.16.1 Thảo luận (Discussion)

Liều kế có thể được đặt tại vị trí so sánh này để kiểm soát quá trình trong chiếu xạ sản xuất thông thường.

3.1.17

Liều kế chuẩn chính (Reference-standard dosimeter)

Liều kế có chất lượng cao dùng để cung cấp các phép đo chuẩn mà đã được xác nhận bởi phép đo dùng liều kế chuẩn đầu.

3.1.18

Hàm đặc trưng độ nhạy (Response function)

Mối quan hệ toán học giữa độ nhạy của liều kế và liều hấp thụ đối với hệ đo liều đó.

3.1.19

Liều kế thường xuyên (Routine dosimeter)

Liều kế được hiệu chuẩn dựa trên liều kế chuẩn đầu, chuẩn chính hoặc liều kế truyền chuẩn và được dùng để đo liều thường xuyên

3.1.20

Sản phẩm tương tự (Simulated product)

Vật liệu có mật độ và các đặc tính suy giảm và tán xạ giống sản phẩm được chiếu xạ.

3.1.20.1 Thảo luận (Discussion)

Sản phẩm tương tự được sử dụng để thay thế cho sản phẩm thực khi xác định đặc tính của máy chiếu xạ. Khi sử dụng bù vào sản phẩm còn thiếu khi chiếu xạ hàng ngày, sản phẩm tương tự còn được gọi là vật liệu thay thế. Khi dùng để đo biểu đồ phân bố liều, sản phẩm tương tự còn được gọi là "vật liệu giả".

3.1.21

Lưu trữ liều kế (stock)

Xem **Liều kế dự trữ (3.1.8)**.

3.1.22

Liều kế nhiệt huỳnh quang (TLD) (Thermoluminescence dosimeter (TLD))

Chất phát quang có thể ở dạng đơn chất hoặc hợp chất trong vật liệu, được dùng để xác định liều hấp thụ trong các vật liệu.

3.1.22.1 Thảo luận (Discussion)

Ví dụ, tinh thể nhiệt phát quang đôi khi ở dạng hợp chất trong mạng cacbon phát quang.

3.1.23

Máy đọc liều kế nhiệt huỳnh quang (TLD) [Thermoluminescence dosimeter (TLD) reader]

Thiết bị sử dụng để đo ánh sáng phát ra từ TLD, bao gồm một thiết bị gia nhiệt, dụng cụ đo ánh sáng, và các thiết bị điện tử thích hợp.

3.1.24

Độ nhạy của liều kế nhiệt huỳnh quang (TLD) [Thermoluminescence dosimeter (TLD) response]

Lượng ánh sáng đo được phát ra từ TLD và nó được đọc trong suốt chu trình gia nhiệt bao gồm một trong những dạng sau: (a) tổng lượng ánh sáng phát ra trên toàn bộ chu trình gia nhiệt, (b) một phần của tổng lượng ánh sáng phát ra, hoặc (c) độ lớn pic của lượng ánh sáng phát ra.

3.1.25

Tinh thể nhiệt phát quang (TL) [Thermoluminescence (TL) phosphor]

Loại vật liệu khi bị chiếu xạ có khả năng tích trữ lại một phần năng lượng (liều) hấp thụ bức xạ trong nó ở các trạng thái kích thích năng lượng khác nhau. Khi có kích thích nhiệt thì phần năng lượng tích trữ này được giải phóng dưới dạng phát ra các photon ánh sáng trong các vùng tử ngoại nhìn thấy và hồng ngoại.

3.1.26

Chuẩn bị liều kế nhiệt huỳnh quang (TLD) [TLD preparation]

Các qui trình làm sạch, nung nóng, và đóng bao tinh thể nhiệt phát quang TL trước khi chiếu xạ.

3.1.27

Liều kế truyền chuẩn (Transfer-standard dosimeter)

Thông thường là liều kế chuẩn chính thích hợp để vận chuyển từ các địa điểm khác nhau được sử dụng, để so sánh các phép đo liều.

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 E 170. Định nghĩa trong E 170 phù hợp với ICRU 60, do đó, ICRU 60 có thể sử dụng làm tài liệu tham khảo thay thế

4 Ý nghĩa và ứng dụng

4.1 Trong quá trình chiếu xạ một số vật liệu dạng tinh thể xác định, ví dụ: LiF, CaF₂, CaSO₄, Li₂B₄O₇, và Al₂O₃, các trạng thái bẫy nằm giữa trạng thái nổi đất và vùng dẫn được lấp đầy điện tử và lỗ trống dẫn đến sự tích trữ năng lượng, mà nó có thể được giải phóng ở dạng ánh sáng bức xạ khi được nung nóng. Hệ đo liều nhiệt huỳnh quang đưa ra một phương pháp xác định liều hấp thụ trong các vật liệu bằng cách đo ánh sáng huỳnh quang nói trên bằng việc kiểm soát sự gia nhiệt vật liệu tinh thể đã được chiếu xạ.

4.2 TLD hiện có sẵn trên thị trường được cung cấp từ nhiều nhà phân phối khác nhau với các loại khác nhau, ví dụ: dạng bột rời, dạng viên hoặc tinh thể được bao kín bằng thủy tinh hoặc chất dẻo.

4.3 Các TLD có thể được tái sử dụng bằng cách nung các liều kế đã chiếu xạ ở nhiệt độ cao hơn để giải phóng hết tất cả các bẫy điện tử và lỗ trống.

4.4 Trong quá trình chiếu xạ, TLD chủ yếu được dùng trong chiếu xạ để xử lý các sản phẩm từ máu (xem ISO/ASTM Practice 51939), chiếu xạ thực phẩm [xem TCVN 7248:2008 (ISO/ASTM 51204) và TCVN 7249:2008 (ISO/ASTM 51431)] và chiếu xạ triệt sinh côn trùng (xem ISO/ASTM Guide 51940). Các liều kế TLD cũng có thể được sử dụng trong các quá trình xử lý bức xạ thích hợp khác, ví dụ: tiệt trùng các sản phẩm y tế, biến tính vật liệu polyme, chiếu xạ các thiết bị điện tử, và xử lý mực in, vật liệu tạo lớp phủ bề mặt, và vật liệu làm keo dính. (Xem tài liệu tham khảo (1,2)⁴⁾ và xem ISO/ASTM Practice 51608, 51649 và 51702).

4.5 Đối với các quá trình xử lý chiếu xạ, dải liều hấp thụ được quan tâm từ 1 Gy đến 100 kGy. Một số TLD có thể được sử dụng trong những ứng dụng yêu cầu mức liều hấp thụ thấp hơn nhiều (ví dụ, đối với đo liều cá nhân), nhưng các ứng dụng như vậy nằm ngoài phạm vi của tiêu chuẩn thực hành này. Các ví dụ về TLD và dải liều có thể áp dụng được nêu trong Bảng 1. Các thông tin chi tiết về các loại TLD khác và ứng dụng của chúng có thể tìm thấy trong các tài liệu tham khảo (3-8).

⁴⁾ Số in đậm trong dấu ngoặc đơn viện dẫn trong Tài liệu viện dẫn ở cuối Tiêu chuẩn này.

4.6 Các quy định về chiếu xạ khử trùng sản phẩm y tế, chiếu xạ các sản phẩm máu, và xử lý thực phẩm đã được ban hành ở nhiều quốc gia. Các quy định này có thể yêu cầu các hệ đo liều phải được hiệu chuẩn so sánh với các tiêu chuẩn quốc gia (9,10,11,12). Một hệ đo liều thích hợp có sự kiểm soát chất lượng và thống kê đầy đủ là cần thiết để đảm bảo rằng các sản phẩm được xử lý đúng yêu cầu.

4.7 Các phép đo liều thích hợp cần được thực hiện để đảm bảo rằng sản phẩm nhận đủ liều hấp thụ yêu cầu. Các liều kế cần được hiệu chuẩn theo điều 8. Tất cả các yếu tố ảnh hưởng đến độ nhạy của liều kế, bao gồm các điều kiện của môi trường và những thay đổi các điều kiện của thiết bị xử lý phải được tính đến và tính toán cẩn thận. Các thiết bị, dụng cụ đo có liên quan cũng cần được hiệu chuẩn.

CHÚ THÍCH 1 Đối với các thảo luận về các phương pháp đo liều áp dụng khác nhau xem ISO/ASTM Guide 51261 và Báo cáo số 14, số 17 và số 34.

Bảng 1 – Loại TLD và dải liều áp dụng^A

Loại TLD	Dải liều tuyến tính, Gy	Dải liều siêu tuyến tính, Gy
LiF: Mg, Ti	$10^{-5} - 1$	$1 - 10^3$
LiF: Mg, Cu, P	$10^{-6} - 10$	Không áp dụng
CaF ₂ : Mn	$10^{-5} - 10$	$10 - 10^3$
CaF ₂ : Dy	$10^{-5} - 6$	$6 - 5 \times 10^2$
CaF ₂ : Tm	$10^{-5} - 1$	$1 - 10^4$
Al ₂ O ₃ : C	$10^{-6} - 1$	$1 - 30$
Al ₂ O ₃ : Mg, Y	$10^{-3} - 10^4$	Không áp dụng
BeO	$10^{-4} - 1$	$1 - 10^2$
MgO	$10^{-4} - 10^4$	Không áp dụng
CaSO ₄ : Dy và CaSO ₄ : Tm	$10^{-5} - 10$	$10 - 5 \times 10^3$
Li ₂ B ₄ O ₇ : Mn	$10^{-4} - 10^2$	$10^2 - 10^4$
Li ₂ B ₄ O ₇ : Cu	$10^{-5} - 10^3$	Không áp dụng
MgB ₄ O ₇ : Dy và MgB ₄ O ₇ : Tm	$10^{-5} - 50$	$50 - 5 \times 10^3$

^A Bảng này được lấy từ Tài liệu tham khảo (13). Các dải xấp xỉ và có thể thay đổi theo mẻ. Các khoảng chia nhỏ vượt qua khỏi tuyến tính viện dẫn từ các vùng dốc của độ nhạy và đường cong liều lớn hơn so với vùng thẳng.

5 Thiết bị, dụng cụ

5.1 Các thành phần của hệ đo liều

Các thiết bị, dụng cụ sau đây được dùng để xác định liều hấp thụ bằng hệ đo liều nhiệt huỳnh quang:

5.1.1 Liều kế nhiệt huỳnh quang

5.1.2 Máy đọc liều kế nhiệt huỳnh quang

Thiết bị được sử dụng để đo các liều kế TLD, bao gồm thiết bị gia nhiệt có điều khiển theo chương trình để kiểm soát nhiệt độ của liều kế, cho phép giải phóng các điện tử và các khoang trống từ các bẫy và khi chúng hợp nhất sẽ kèm theo quá trình phát ra ánh sáng huỳnh quang. Ánh sáng phát ra này là một hàm của nhiệt độ, tạo thành một đường cong huỳnh quang liên quan đến liều hấp thụ.

6 Quy trình đo và đọc kết quả của liều kế

6.1 Các TLD trần không được thao tác bằng tay trần; việc làm bẩn hoặc dây dầu lên bề mặt của liều kế có thể làm ảnh hưởng đến độ nhạy của liều kế và có thể làm bẩn buồng gia nhiệt của máy đọc liều kế TLD. Bút chân không hoặc níp được bọc bằng tinh thể cacbon TFE nên được dùng để thao tác với liều kế khi đo. Nếu cần, các liều kế TLD có thể được làm sạch theo các quy trình như Phụ lục A1.

6.2 Liều kế TLD, đặc biệt là loại có độ nhạy cao phải được bảo quản tránh ánh sáng ví dụ: ánh sáng mặt trời hoặc huỳnh quang trong đó có cả thành phần đáng kể các tia cực tím. Nếu các liều kế TLD tiếp xúc trong thời gian dài với ánh sáng cực tím trước hoặc sau khi được chiếu xạ thì có thể gây nên đáp ứng giả của liều kế hoặc là làm tăng độ suy giảm tín hiệu của liều kế sau chiếu xạ. Nên sử dụng ánh sáng đèn cao áp trong quá trình chuẩn bị liều kế và đọc kết quả liều kế. Tuy nhiên, nếu liều kế bị chiếu ngắn trong khoảng thời gian vài phút với ánh sáng huỳnh quang phòng thì gần như không có ảnh hưởng đáng kể nào đến độ nhạy của liều kế TLD, ngoại trừ các phép đo liều thấp (< 1 Gy) hoặc các phép đo có độ nhạy cao.

6.3 Việc chuẩn bị các liều kế TLD để chiếu xạ bao gồm việc làm sạch tinh thể phát quang (nếu có yêu cầu), nung ủ nóng liều kế (là các liều kế TLD có thể tái sử dụng), và bao gói tinh thể phát quang. Các liều kế TLD tái sử dụng yêu cầu phải được xử lý cẩn thận trong quá trình nung nóng để đạt được các kết quả tốt nhất trong các phép đo liều. Quy trình nung nóng cần bao gồm một chu trình nhiệt độ nung có tính lặp lại cao của lò nung, thời gian nung chính xác và tốc độ làm mát có tính lặp lại cao.

6.4 Nếu thiết bị đọc liều kế TLD sử dụng khí nóng để gia nhiệt các liều kế TLD thì cần sử dụng khí nitơ.

6.5 Các liều kế TLD được hiệu chuẩn và các liều kế chiếu xạ trong các ứng dụng cụ thể sau đó, có xuất xứ từ cùng một mẻ sẽ phải được đọc trên cùng một thiết bị đọc kết quả, sử dụng các kỹ thuật và

các thông số như nhau. Việc hiệu chuẩn liều kế chỉ có giá trị cho chính nhóm liều kế đã sử dụng thiết bị đọc cụ thể nói trên. Các thiết bị đọc khác với thiết bị dùng để hiệu chuẩn, bao gồm cả các thiết bị có cùng mô-đen và cùng nhà sản xuất cũng không nhất thiết phải cho cùng độ nhạy đối với các liều kế TLD được chiếu xạ cùng mức liều hấp thụ.

6.6 Các liều kế TLD có thể được sử dụng một lần hoặc tái sử dụng. Các liều kế sử dụng một lần thì được chiếu xạ chỉ một lần, đọc kết quả và sau đó bị bỏ đi. Nói chung cách sử dụng của liều kế là do nhà sản xuất quy định. Các liều kế tái sử dụng thì phải qua một chu trình lặp lại gồm các qui trình: nung nóng - chiếu xạ - đọc kết quả.

7 Yêu cầu kiểm tra chất lượng hệ liều kế TLD

7.1 Hiệu quả của một hệ liều kế TLD cụ thể cần phải được đánh giá để xác định tính tiện dụng và phù hợp của nó đối với một mục đích ứng dụng cụ thể. Những tính năng chấp nhận được của một hệ TLD cần phải được kiểm chứng trước khi đưa vào áp dụng cho một ứng dụng cụ thể. Các tiêu chuẩn cụ thể của hệ TLD được thảo luận trong tiêu chuẩn ASTM Practice E 668.

7.2 Các phép thử kiểm tra tính năng cần phải được lặp lại bất cứ khi nào xuất hiện một thay đổi đáng kể trong hệ liều kế TLD hoặc trong một ứng dụng cụ thể. Ví dụ những thay đổi như: thay đổi dạng hoặc loại tinh thể phát quang trong liều kế TLD, thay đổi một thành phần chính yếu nào đó hoặc một thông số nào đó của thiết bị đọc bị điều chỉnh, hoặc là một thay đổi về đặc tính của nguồn chiếu xạ.

7.3 Phép thử tính năng cụ thể nào đó có thể được bỏ qua nếu nó được công nhận rộng rãi trong các tài liệu, trong các giáo trình khoa học và kỹ thuật chỉ ra rằng hiệu quả của hệ TLD là hoàn toàn đáp ứng được các yêu cầu cụ thể đó. Ví dụ, các nghiên cứu trước đã được công nhận nói rằng một liều kế TLD cụ thể nào đó không có sự phụ thuộc của suất liều hấp thụ trong điều kiện chiếu xạ tương tự thì việc thử tính năng phụ thuộc vào suất liều hấp thụ của hệ liều kế TLD đó là không cần thiết. Tất cả các báo cáo về các kết quả kiểm tra cần bao gồm cả các tài liệu tham khảo chứng minh các tính năng của hệ đo liều được bảo đảm, do vậy có thể bỏ qua phép kiểm tra đó.

7.4 Nếu hệ liều kế TLD cụ thể không đáp ứng các yêu cầu của phép thử, thì việc sử dụng hệ liều kế đó không được khuyến cáo. Một hệ đo liều như vậy chỉ có thể được sử dụng nếu các hiệu chỉnh cần thiết đối với độ nhạy của liều kế TLD có thể được xác định một cách đầy đủ để các kết quả đo trong các ứng dụng xử lý cụ thể có thể được xác định trong phạm vi độ không đảm bảo đo yêu cầu.

7.5 Số liều kế TLD, hoặc là số các phép đo lặp lại với một liều kế TLD đơn lẻ, được sử dụng để thử kiểm tra cần phải đủ lớn để đảm bảo rằng các kết quả kiểm tra có ý nghĩa với độ tin cậy đạt 95 %. Xem chi tiết các qui trình được sử dụng để lựa chọn các mẫu ngẫu nhiên và xác định số lượng mẫu được yêu cầu tại tài liệu tham khảo (14) và tiêu chuẩn ASTM Practice E668.

8 Hiệu chuẩn hệ đo liều

8.1 Hệ đo liều phải được hiệu chuẩn trước khi sử dụng và được hiệu chuẩn tại các khoảng thời gian theo quy trình hướng dẫn sử dụng, trong đó quy định chi tiết quá trình hiệu chuẩn và yêu cầu đảm bảo chất lượng. Các yêu cầu hiệu chuẩn được nêu trong ISO/ASTM Guide 51261.

8.2 Chiếu xạ hiệu chuẩn liều kế

Chiếu xạ là một khâu quan trọng của quá trình hiệu chuẩn hệ đo liều. Chiếu xạ hiệu chuẩn phải được thực hiện theo một trong ba cách sau đây bằng cách chiếu xạ liều kế tại:

8.2.1 Một phòng thử nghiệm quốc gia hoặc phòng thử nghiệm được công nhận theo các tiêu chí quy định trong ISO/ASTM 51400, thu được đường chuẩn được thẩm tra trong các điều kiện hiện hành, hoặc

8.2.2 Một thiết bị hiệu chuẩn nội bộ cung cấp liều hấp thụ (hoặc suất liều hấp thụ) có liên kết chuẩn đo lường quốc gia hoặc quốc tế được công nhận, thu được đường chuẩn được thẩm tra trong các điều kiện hiện hành, hoặc

8.2.3 Một thiết bị chiếu xạ sản xuất dưới các điều kiện sản xuất thông thường cùng với các liều kế chuẩn chính hoặc truyền chuẩn và có liên kết chuẩn đo lường quốc gia hoặc quốc tế được công nhận.

8.3 Hiệu chuẩn và xác nhận hiệu năng của dụng cụ đo

Việc hiệu chuẩn và việc xác nhận hiệu năng của các dụng cụ đo giữa các lần hiệu chuẩn xem ISO/ASTM Guide 51261 và/hoặc sổ tay hướng dẫn thực hiện thiết bị cụ thể.

8.4 Khi liều kế TLD được sử dụng như là một liều kế chuẩn chính hoặc liều kế truyền chuẩn thì việc chiếu xạ liều kế cần được thực hiện tại một phòng thử nghiệm chuẩn quốc gia hoặc chuẩn quốc tế được công nhận sử dụng các tiêu chí được quy định trong tiêu chuẩn ISO/ASTM Practice 51400.

9 Quy trình kiểm soát quá trình chiếu xạ

9.1 Sử dụng các liều kế TLD để xác định phân bố liều trong sản phẩm hoặc là trong sản phẩm tương tự để xác định vị trí liều hấp thụ cực đại, D_{max} , và liều hấp thụ cực tiểu, D_{min} . Sử dụng thêm các liều kế TLD đặt tại các vị trí D_{max} hoặc D_{min} , hoặc tại một vị trí liều so sánh để kiểm soát mức liều được chỉ định trong suốt quá trình chiếu xạ sản xuất thường xuyên.

CHÚ THÍCH 2 Thảo luận về vị trí liều so sánh và các hướng dẫn chung đối với việc xác định biểu đồ phân bố liều hấp thụ trong các thiết bị chiếu xạ được nêu trong tiêu chuẩn ASTM Guide E 2303. Các thủ tục để vẽ biểu đồ liều hấp thụ trong các máy chiếu xạ gamma với nguồn phóng xạ được bảo quản khô được nêu trong tiêu chuẩn ISO/ASTM Practice 52116.

9.2 Việc lựa chọn các liều kế TLD được sử dụng để kiểm soát quá trình chiếu xạ được sản xuất từ một mẻ liều kế đã được hiệu chuẩn từ trước. Số lượng các liều kế TLD yêu cầu để xác định liều hấp thụ cụ thể trong suốt quá trình chiếu xạ sản xuất có thể thu được từ các qui trình trong ASTM Practice E 668.

9.2.1 Từ cùng một mẻ, lựa chọn một số liều kế TLD để sử dụng như là các liều kế kiểm chuẩn trong quá trình phân tích TLD. Tại một thời điểm gần nhất có thể với thời gian chiếu xạ sản xuất, thực hiện chiếu xạ các liều kế TLD này bởi thiết bị chiếu hiệu chuẩn với hai hoặc nhiều hơn các mức liều hấp thụ đã biết trong dải liều của quá trình chiếu xạ sản xuất. Đọc các liều kế TLD kiểm chuẩn này cùng với các liều kế TLD sử dụng trong quá trình chiếu xạ sản xuất. Các liều kế kiểm tra- hiệu chuẩn này phục vụ việc kiểm tra tính ổn định của hệ TLD.

9.2.2 Nếu việc sử dụng các qui trình được đưa ra trong 9.2.1 không thuận tiện thì có thể sử dụng một qui trình thay thế khác. Trước khi quá trình chiếu xạ sản xuất diễn ra, thì chiếu xạ một số liều kế TLD mà chúng sẽ được sử dụng như là các phép kiểm tra hiệu chuẩn trong thiết bị hiệu chuẩn tại hai hoặc nhiều hơn các mức liều hấp thụ đã biết trong dải liều hấp thụ của quá trình chiếu xạ sản xuất. Đặt các liều kế TLD đã kiểm tra- hiệu chuẩn này trong các thiết bị bảo quản cho đến khi quá trình chiếu xạ sản xuất được thực hiện. Lấy một vài liều kế TLD kiểm tra - hiệu chuẩn (từ số liều kế TLD được kiểm tra hiệu chuẩn) bảo quản đó và đọc kết quả cùng với các liều kế TLD đã được chiếu xạ. Các liều kế TLD đã được kiểm tra - hiệu chuẩn khác còn lại trong bảo quản cho đến khi thực hiện quá trình chiếu xạ tiếp theo, khi đó một vài liều kế TLD được đọc kết quả cùng với các liều kế TLD đã được chiếu xạ trong quá trình chiếu xạ sản xuất. Nhược điểm của phương pháp này so với phương pháp trong 9.2.1 là hệ số hiệu chuẩn khác về độ phai màu (có thể phụ thuộc nhiệt độ) phải được áp dụng đối với mỗi nhóm liều kế TLD kiểm tra- hiệu chuẩn. Ngoài ra, hệ số hiệu chuẩn độ phai màu của liều kế TLD được hiệu chuẩn và liều kế TLD sử dụng cho quá trình chiếu xạ sản xuất là khác nhau. Nếu hệ số hiệu chuẩn về độ phai màu đối với các liều kế kiểm tra hiệu chuẩn mà lớn quá ($> 25\%$) thì cần chiếu xạ một nhóm liều kế khác để đọc kết quả cùng với các liều kế TLD sử dụng cho quá trình chiếu xạ sản xuất.

9.2.3 Nếu các liều kế (TLD) tái sử dụng được chiếu xạ (sử dụng hiệu chuẩn hoặc sản xuất) với mức liều tích lũy hoặc liều đơn lẻ cao hơn ($> 10^2$ Gy) thì việc hiệu chuẩn lại sau mỗi chu trình chiếu xạ - nung nóng là cần thiết bởi vì có thể có những thay đổi về độ nhạy của liều kế (15). Nếu một hệ đo liều (TLD) đang được sử dụng cho hiệu ứng này, thì với mỗi liều kế (TLD) trong mẻ đó chỉ được chiếu xạ một lần cho đến khi toàn bộ số liều kế của mẻ được sử dụng hết, sau đó tất cả mẻ liều kế sẽ được nung và thực hiện hiệu chuẩn mới. Ngoài ra, vì có thể có những thay đổi về độ đồng nhất của độ nhạy trong mẻ do chiếu xạ liều cao cho nên cần thực hiện lặp lại các phép thử định kỳ theo quy định của các qui trình nêu trong tiêu chuẩn ASTM Practice E 668.

10 Các yêu cầu tối thiểu về lập hồ sơ

10.1 Hồ sơ về hệ đo liều TLD thường xuyên được sử dụng cùng với mỗi sản phẩm được chiếu xạ. Việc nhận dạng nhà sản xuất, số mẻ, loại liều kế, và các thiết bị, dụng cụ được sử dụng để phân tích.

TCVN 7914:2008

10.2 Hồ sơ về số liệu hiệu chuẩn liều kế, bao gồm ngày tháng hiệu chuẩn, chuẩn chính hoặc truyền chuẩn và mô tả thiết bị được sử dụng.

10.3 Hồ sơ hoặc tài liệu về nguồn bức xạ được sử dụng để xử lý chiếu xạ, bao gồm loại, hoạt độ thông thường hoặc các thông số về chùm tia, và một vài thông tin phù hợp về phổ năng lượng.

10.4 Hồ sơ về nhiệt độ chiếu xạ và độ ẩm tương đối đối với các liều kế đo thường xuyên mà việc sử dụng chúng bị ảnh hưởng bởi các điều kiện môi trường này.

10.5 Hồ sơ về giá trị và sai số của liều hấp thụ đối với mỗi mẻ sản phẩm chiếu xạ.

10.6 Hồ sơ hoặc tài liệu về kế hoạch đảm bảo chất lượng được sử dụng cho đo liều thường xuyên.

11 Độ không đảm bảo đo

11.1 Phép đo liều cần phải kèm theo phép tính độ không đảm bảo đo mới có giá trị.

11.2 Thành phần độ không đảm bảo sẽ được phân thành hai loại sau đây:

11.2.1 Loại A - Được đánh giá bằng phương pháp thống kê, hoặc

11.2.2 Loại B - Được đánh giá bằng phương pháp khác.

11.3 Các cách khác về phân loại độ không đảm bảo đã được dùng rộng rãi và có thể có ích cho báo cáo về độ không đảm bảo. Ví dụ, thuật ngữ độ chụm và độ chệch hoặc sai số ngẫu nhiên và sai số hệ thống (không ngẫu nhiên) được dùng để mô tả các loại sai số khác nhau.

11.4 Hiệu chuẩn và độ không đảm bảo đo

Độ không đảm bảo trong qui trình hiệu chuẩn và đo liều hấp thụ của một hệ đo liều TLD thông thường phụ thuộc vào hệ đo liều cụ thể và ứng dụng hệ đo liều đó. Xem Phụ lục A1 về các ví dụ sử dụng liều kế nhiệt phát quang LiF dạng chip .

CHÚ THÍCH 3 Nhận biết độ không đảm bảo loại A và loại B dựa trên phương pháp đánh giá độ không đảm bảo xuất bản năm 1995 bởi tổ chức tiêu chuẩn quốc tế (ISO) trong tài liệu hướng dẫn về biểu thị độ không đảm bảo đo (19). Mục đích dùng loại đặc trưng này là để tăng cường sự hiểu biết về độ không đảm bảo được xây dựng như thế nào và cung cấp cơ sở để so sánh quốc tế về kết quả đo.

CHÚ THÍCH 4 ISO/ASTM Guide 51707 xác định các khả năng về độ không đảm bảo đo trong phép đo thực hiện trong thiết bị xử lý chiếu xạ và đưa ra quy trình đánh giá độ không đảm bảo đo của phép đo liều hấp thụ sử dụng hệ đo liều. Tài liệu này đưa ra và bàn luận các khái niệm cơ bản về phép đo, bao gồm đánh giá giá trị định lượng, giá trị "đúng", sai số và độ không đảm bảo đo. Thành phần của độ không đảm bảo đo được xem xét và đưa ra phương pháp đánh giá chúng. Tài liệu này cũng đưa ra các phương pháp tính độ không đảm bảo đo chuẩn kết hợp và độ không đảm bảo đo tổng thể.

Phụ lục A

(tham khảo)

A.1 Các quy trình được khuyến cáo cho việc áp dụng liều kế LiF dạng chip

A1.1 Phạm vi áp dụng

A1.1.1 Các quy trình trong phụ lục này bao gồm việc sử dụng các liều kế nhiệt huỳnh quang (TLD) liti flo ở dạng chip rắn có thể tái sử dụng. Phụ lục này chỉ mang mục đích minh họa và nó không có nghĩa rằng các loại phospho và các trạng thái vật lý của phospho hoặc các loại phospho khác là không phù hợp để sử dụng đo liều trong xử lý bằng bức xạ. Mỗi loại và mỗi dạng liều kế TLD yêu cầu qui trình áp dụng có khác một chút. Xem các tài liệu tham khảo (3,17,18,19) mô tả các loại liều kế TLD khác nhau. LiF dạng chip có một số ưu điểm so với một vài loại liều kế và dạng liều kế TLD khác. Một số ưu điểm này bao gồm các đặc tính hấp thụ bức xạ khá giống với nước và dễ dàng sử dụng hơn so với liều kế dạng bột. Những nhược điểm khi sử dụng liều kế TLD LiF dạng chip là độ nhạy có bị giảm đi sau chiếu xạ. Các liều kế TLD được thảo luận ở đây là đồng vị ${}^6\text{Li}$ và ${}^7\text{Li}$ tự nhiên. Nhìn chung loại liều kế (TLD) đồng vị chỉ gồm ${}^6\text{Li}$ và ${}^7\text{Li}$ là được sử dụng để đo liều neutron và không được đề cập trong tiêu chuẩn thực hành này.

A1.2 Chuẩn bị liều kế

A1.2.1 Luôn luôn thao tác các chip liều kế nhẹ nhàng và đúng cách để giảm thiểu tác động cơ học cũng như là khả năng làm xước hoặc làm hỏng liều kế. Không được cầm các chip liều kế bằng những ngón tay trần nhằm tránh làm bẩn hoặc dây dầu lên chúng. Khuyến cáo sử dụng bút chân không để thao tác; tuy nhiên, có thể sử dụng nhíp. Các điểm tiếp xúc của tất cả các dụng cụ thao tác bằng tay phải được bọc bằng tinh thể cacbon huỳnh quang TFE, nếu có thể.

A1.2.2 Thông thường giữa các lần sử dụng, các liều kế (TLD) nên được tráng bằng rượu metyl khan ở mức phân tích và cho bay hơi đến khô (20). Việc làm sạch thêm TLD là không cần thiết đối với việc sử dụng thông thường.

A1.2.3 Tại mọi thời điểm, giữ các chip liều kế càng sạch càng tốt sao cho không phải làm sạch thêm nữa. Việc làm sạch các chip chỉ cần khi quá trình xử lý có thể kéo dài (giảm độ nhạy) của các tinh thể phospho. Nếu cần thiết phải làm sạch các chip thì khuyến cáo sử dụng các qui trình sau (20):

A1.2.3.1 Rửa các chip liều kế bằng triclo etylen ở 50 °C trong 2 min. Có thể sử dụng một dụng cụ làm sạch bằng sóng siêu âm.

TCVN 7914:2008

A1.2.3.2 Làm sạch các chip liều kế bằng rượu metyl khan ở cấp thuốc thử trong 2 min. Có thể sử dụng một dụng cụ làm sạch bằng sóng siêu âm.

A1.2.3.3 Đặt các chip liều kế giữa hai lớp khăn giấy và để cho bay hơi đến khô.

A1.2.4 Nung các chip liều kế trong 1 h ở 400 °C cho phép làm mát nhanh. Quá trình nung này là cần thiết sau chiếu xạ ở liều cao để tránh những thay đổi về độ nhạy liều. Đối với quá trình nung nóng, đặt các chip trong một khay hoặc vật chứa làm bằng vật liệu mà không phản ứng với các liều kế ở nhiệt độ nung, ví dụ thuỷ tinh boro-silicat chịu nhiệt độ cao. Không sử dụng nhôm làm khay hoặc vật chứa để đựng liều kế để nung.

A1.2.5 Đối với chiếu xạ photon, các chip liều kế được bọc để đạt được trạng thái cân bằng điện tử trong liều kế (xem tiêu chuẩn ISO/ASTM Guide 51261).

A1.3 Ảnh hưởng của việc bảo quản và vận chuyển liều kế

A1.3.1 Cần giảm thiểu thời gian bảo quản và vận chuyển liều kế giữa các khoảng thời gian chuẩn bị và chiếu xạ hoặc giữa khoảng thời gian chiếu xạ và đọc kết quả. Bảo quản liều kế tránh ánh sáng cực tím và tránh tăng nhiệt độ trong quá trình bảo quản hoặc vận chuyển. Áp dụng các hệ số hiệu chỉnh cho bất cứ hiệu ứng nào lên độ nhạy của liều kế do khoảng thời gian và các điều kiện bảo quản hoặc vận chuyển liều kế, hoặc do cả hai điều kiện này. Các hệ số hiệu chỉnh để giảm độ nhạy trong suốt giai đoạn bảo quản liều kế trước và sau chiếu xạ và đối với hiệu ứng nhiệt có thể được xác định theo đúng các qui trình trong ASTM Practice E 668. Những thay đổi về độ ẩm không ảnh hưởng đến độ nhạy của các liều kế LiF dạng chip .

A1.4 Các qui trình chiếu xạ

A1.4.1 Các qui trình sử dụng các liều kế TLD trong quá trình chiếu xạ hiệu chuẩn hoặc sản xuất phụ thuộc vào các điều kiện của mỗi thiết bị chiếu xạ cụ thể và phụ thuộc vào các yêu cầu của các ứng dụng xử lý bằng bức xạ. Tuy nhiên, nên thận trọng trong việc xử lý với liều kế, như ánh sáng chiếu vào liều kế, và các liều kế được chiếu xạ ở nhiệt độ khác với điều kiện chiếu xạ thực tế. Có thể áp dụng các qui trình được mô tả trong điều 9.

A1.5 Đọc kết quả

A1.5.1 Nên làm sạch các chip liều kế trước khi đọc kết quả, nếu cần (xem A1.2.3). Các chip liều kế LiF có thể đòi hỏi phải nung ở nhiệt độ thấp (khoảng 100 °C) giữa khoảng thời gian chiếu xạ và đọc kết quả để loại các pic nhiệt độ thấp không ổn định trong hàm độ nhạy của phổ đo được. Qui trình này chỉ cần khi sử dụng toàn bộ đường cong ánh sáng huỳnh quang về độ nhạy (dòng đối kháng nhiệt độ). Đối

với các thiết bị đọc kết quả có thể điều chỉnh được nhiệt độ ở các mức phân liệt hoặc khi sử dụng độ nhạy của chiều cao pic, thì qui trình nung liệu kế trước khi đọc kết quả là không cần thiết.

A1.5.2 Các thông số của thiết bị đọc kết quả nên được điều chỉnh để đạt được các độ nhạy có tính lặp lại đối với toàn bộ liệu hấp thụ đo được. Đối với các thiết bị đọc kết quả có sử dụng các trở nhiệt để nung nóng các liệu kế TLD, thì tốc độ gia nhiệt khoảng 30 °C/s là thích hợp. Các chip liệu kế TLD nên được gia nhiệt tới nhiệt độ khoảng 350 °C tại thời điểm cuối cùng của chu trình gia nhiệt. Đối với các thiết bị đọc không sử dụng khí nóng (nitơ) để gia nhiệt liệu kế TLD, thì nhiệt độ của khí khoảng 350 °C và thời gian gia nhiệt trong khoảng từ 15 s đến 30 s là thích hợp.

A1.5.3 Độ nhạy liệu kế TLD có thể đo được như chiều cao pic của ánh sáng huỳnh quang đối với đường cong nhiệt độ, hoặc như là ánh sáng huỳnh quang được tích lũy đối với chu trình gia nhiệt. Đối với các chu trình gia nhiệt có sự lặp lại rất tốt, thì chiều cao pic của ánh sáng huỳnh quang đối với đường cong nhiệt có thể được sử dụng. Tuy nhiên, ánh sáng tích lũy thường thu được một cách thuận tiện và đáp ứng được yêu cầu trong nhiều trường hợp. Khi sử dụng các thiết bị đọc kết quả dùng khí nóng, thì ánh sáng tích lũy nên được sử dụng, đường đẳng nhiệt phụ thuộc vào hướng quay của các liệu kế TLD trong buồng của thiết bị đọc, mà thông thường thì không thể kiểm soát được quá trình này. Đối với các thiết bị đọc kết quả mà tín hiệu tương tự (điện tích hoặc dòng đối kháng nhiệt độ) có thể thu được, do đó dữ liệu này có thể phân tích được và các phương pháp khác nhau có thể được sử dụng để so sánh các kết quả.

A1.5.4 Hầu hết các thiết bị đọc liệu kế TLD có trang bị một số loại nguồn ánh sáng mà có thể được sử dụng để kiểm tra tính ổn định của thiết bị đọc. Qui trình này cung cấp một phép thử kiểm tra độ ổn định của thiết bị đọc chỉ đối với phần ánh sáng đang đo và các điện tử có liên quan với nó; không thực hiện thử về hiệu năng và độ ổn định của bộ phận gia nhiệt và đo nhiệt độ. Do đó, việc sử dụng các TLD kiểm tra-hiệu chuẩn như mô tả trong 9.2 trong mỗi lần đọc kết quả cũng được khuyến cáo.

A1.6 Độ không đảm bảo của phép đo liệu

A1.6.1 Ví dụ về phép phân tích độ không đảm bảo đo của hệ liệu kế LiF dạng chip điển hình áp dụng trong xử lý bức xạ được nêu trong Bảng A1.1 và Bảng A1.2. Các bảng này nhận dạng các nguồn gốc độ không đảm bảo và chỉ ra việc đánh giá mức độ của chúng. Các số liệu này là đúng nếu hệ liệu kế TLD đặc trưng và được sử dụng theo đúng các qui trình được khuyến cáo trong tiêu chuẩn thực hành. Do đó, như chú thích A của Bảng A1.1, thì các nguồn sai số tiềm tàng được kỳ vọng không có ý nghĩa trong trường hợp này.

A1.6.2 Các loại độ không đảm bảo đo được đánh giá bằng các phương pháp được thảo luận trong điều 11, bằng cách phân loại là Loại A và Loại B, theo cách mà chúng được đánh giá. Các giá trị trong các bảng đưa ra tại một mức phân bố chuẩn (Loại A; được xác định bởi các phương pháp thống kê

TCVN 7914:2008

chuẩn) hoặc một mức phân bố chuẩn tương đương, (Loại B; được xác định bởi tất cả các phương pháp khác). Bảng A1.1 nêu các độ không đảm bảo đo đối với liều kế TLD được sử dụng như các chip riêng lẻ, việc nhận dạng và hiệu chuẩn độ nhạy được thực hiện cho toàn bộ quá trình sử dụng của mỗi chip liều kế.

Bảng A1.1 – Ước tính độ không đảm bảo đối với hệ liều kế LiF được sử dụng như các chip riêng lẻ

Nguồn không đảm bảo	Loại A (%)	Loại B (%)
Giá trị liều được hiệu chuẩn đối với nguồn ⁶⁰ Co	0,74	0,47
Xác định đường chuẩn	0,10	1,00
Thời gian giữa chiếu xạ và đọc kết quả: hệ số giảm độ nhạy	0,5	1,00
Hiệu chỉnh đối với việc giảm sự cân bằng vật liệu	...	2,00
Độ tái lập của độ nhạy liều kế riêng lẻ	1,00	...
Tán xạ	1,00	...
Sự phụ thuộc vào suất liều hấp thụ	A	A
Sự phụ thuộc vào năng lượng	A	A
Hiệu ứng thời gian giữa việc chuẩn bị và đọc kết quả	A	A
Sự phụ thuộc vào hướng	A	A
Nhiệt độ trước, trong và sau chiếu xạ	A	A
Sự phụ thuộc vào độ ẩm	A	A
Ảnh hưởng do kích thước của liều kế TLD	A	A
Căn bậc hai của tổng	1,68	2,49
Tổng cộng	3,00	
Tổng cộng x 2	6,0	
A Khi phân tích độ không đảm bảo đo này, cho thấy hệ đo liều TLD được sử dụng tạo ra sai số không đáng kể. Tuy nhiên sự thừa nhận này có thể không được đánh giá trong tất cả các điều kiện sử dụng để xử lý bức xạ đo liều. Nên tiến hành kiểm tra cẩn thận tất cả các nguồn gốc độ không đảm bảo đối với các điều kiện chiếu xạ và hệ TLD sử dụng trong mỗi ứng dụng cụ thể.		

Bảng A1.2 đưa ra độ không đảm bảo đo đối với các liều kế TLD được sử dụng trong một mẻ không có chip nhận dạng và một nhóm độ nhạy hiệu chuẩn được sử dụng. Sự khác biệt giữa mỗi liều kế và mỗi mẻ liều kế cá nhân được thảo luận trong tiêu chuẩn ASTM Practice E 668.

A1.6.3 Các độ không đảm bảo đo được cho là đúng thì không có cùng mối tương quan. Chúng được liên kết với nhau ở dạng căn bậc hai hoặc nhân lên bởi một thừa số hai để có độ không đảm bảo tổng

thể tương đương với độ tin cậy khoảng 95 %. Nếu mối tương quan giữa một vài độ không đảm bảo được biết thì chúng cần được tính đến [xem tài liệu tham khảo (16)]. Bất kỳ phương pháp liên kết độ không đảm bảo nào được sử dụng thì cần được ghi lại trong các kết quả đo liều.

**Bảng A1.2 – Đánh giá độ không đảm bảo đối với hệ liều kế LiF
được sử dụng trong một mã mẻ liều kế**

Nguồn sai số	Loại A (%)	Loại B (%)
Giá trị liều được hiệu chuẩn đối với nguồn ⁶⁰ Co	0,74	0,47
Xác định đường chuẩn	0,10	2,00
Thời gian giữa chiếu xạ và đọc kết quả: hệ số giảm độ nhạy	0,5	3,00
Hiệu chỉnh đối với việc giảm sự cân bằng vật liệu	...	2,00
Sự không đồng nhất của các mẻ độ nhạy	5,00	...
Sự phụ thuộc suất liều hấp thụ	A	A
Sự phụ thuộc năng lượng	A	A
Hiệu ứng thời gian giữa chuẩn bị và đọc kết quả	A	A
Sự phụ thuộc vào hướng	A	A
Nhiệt độ trước, trong và sau chiếu xạ	A	A
Sự phụ thuộc vào độ ẩm	A	A
Ảnh hưởng do kích thước của liều kế TLD	A	A
Căn bậc hai của tổng	5,08	4,15
Tổng cộng		6,56
Tổng cộng x 2		13,1
<p>A Khi phân tích độ không đảm bảo đo này, cho thấy hệ đo liều TLD được sử dụng tạo ra sai số không đáng kể. Tuy nhiên sự thừa nhận này có thể không được đánh giá trong tất cả các điều kiện sử dụng để xử lý bức xạ đo liều. Nên tiến hành kiểm tra cẩn thận tất cả các nguồn có thể gây sai số đối với các điều kiện chiếu xạ và hệ TLD sử dụng trong mỗi ứng dụng cụ thể.</p>		

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] McLaughlin, W. L., Boyd, A. W., Chadwick, K. C, McDonald, J.C., and Miller, A., *Dosimetry for Radiation Processing*, Tayfor and Francis, Ltd, London, 1989.
- [2] Josephson, E. S., and Peterson, M. S., eds., *Preservation of Food by Ionizing Radiation*, 1, 2, 3, CRC Press, Boca Raton, FL, 1983.
- [3] Becker, K., *Solid State Dosimetry*, CRC Press, Cleveland, OH, 1973.
- [4] Daniels, F, "Early Studies of Thermoluminescence Radiation Dosimetry," in *Luminescence Dosimetry*, Proceeding of International Conference on Luminescence Dosimetry, CONF-650637, 1967, pp. 34-43.
- [5] Schulman, J.H., Attix, F. H., West, E.J., and Ginter, R.J., "Thermoluminescence Methods in Personnel Dosimetry," *Proceedings of Symposium on Personnel Dosimetry Techniques*, Madrid, OECD/ENEA, Paris, 1963, p. 113.
- [6] Yamashita, T, Nada, N., Onishi, H., and Kitamura, S., "Calcium Sulfate Phosphor Activated By Rare Earth," *Proceedings of Second International Symposium on Luminescence Dosimetry*, CONF-680920, 1968, p. 4.
- [7] Schulman, J. H., Kirk, R. D., West, E. J., "Use of Lithium Borate for Thermoluminescence Dosimetry," in *Luminescence Dosimetry*, Proceeding of International Conference on Luminescence Dosimetry, CONF-650637, 1967, p. 113.
- [8] Osvay, M., and Biro, T, "Aluminum Oxide in Dosimetry," *Nuclear Instruments and Methods*, Vol 175, 1980, p. 60.
- [9] McLaughlin, W. L., "Standardization of High Dose Measurement of Electron and Gamma-Ray Absorbed Dose and Dose Rates," *Proceedings of Symposium on High Dose Dosimetry*, International Atomic Energy, STI/PUB/671, Vienna, 1985, pp. 357-371.
- [10] Federal Register Notice (51FR 13376, 4-18-86) by U.S. Food and Drug Administration: Final Rule on Food Irradiation Amending 21 CFR, Part 179.
- [11] TCVN 7247:2008 (CODEX STAN 106-1983, Rev.-2003) Thực phẩm chiếu xạ - Yêu cầu chung và TCVN 7250:2008 (CAC/RCP 19-1979, Rev. 2-2003)] Qui phạm vận hành thiết bị chiếu xạ xử lý thực phẩm, Codex Alimentarius Commission, Food and Agriculture Organization and World Health Organization, Rome, 2003.
- [12] Code of Federal Regulations, Title 21, 2, H, Part 820.

- [13] McKeever, S. W. S., Moscovitch, M., and Townsend, P. D., "Thermoluminescence Dosimetry Materials -Properties and Uses", Nuclear Technology Publishing, Kent, England, ISBN 1 870965 191, 1995.
- [14] Natrella, M. G., Experimental Statistics, NBS Handbook 91, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 1963.
- [15] Marrone, M. J., and Attix, F. H., "Damage Effects in CaF₂: Mn and LiF Thermoluminescent Dosimeters", Health Physics, Vol 10, 1964, pp.431-436.
- [16] "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", International Organization for Standardization, 1995, ISBN 92-67-10188-9.5
- [17] Horowitz, Y. S., Thermoluminescence and Thermoluminescent Dosimetry, Vol I, 11, III, CRC Press, Boca Raton, FL, 1984.
- [18] Cameron, J. R., Suntharalingam, N., and Kenney, G. N., Thermoluminescent Dosimetry, University of Wisconsin Press, Madison, WI, 1968.
- [19] Fowler, J. F., and Attix, F. H., "Solid State Integrating Dosimeters", Radiation Dosimetry, 2nd Ed, Vol 11, F. H. Attix, W. C. Roesch, and E. Tochilin, eds., Academic Press, New York, NY, 1966, pp. 269-290.
- [20] Solon Technologies, Inc., "The Care and Handling of Solid Thermoluminescent Dosimeters", Application Note TL-285, January 1987.
-