

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 13079-1:2020

IEC 62471:2006

Xuất bản lần 1

**AN TOÀN QUANG SINH HỌC CỦA BÓNG ĐÈN VÀ
HỆ THỐNG BÓNG ĐÈN - PHẦN 1: QUY ĐỊNH CHUNG**

Photobiological safety of lamps and lamp systems

HÀ NỘI - 2020

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa	5
4 Giới hạn phơi nhiễm	15
5 Phép đo bóng đèn và hệ thống bóng đèn	25
6 Phân loại bóng đèn	34
Phụ lục A (tham khảo) – Tổng hợp các tác động sinh học	38
Phụ lục B (tham khảo) – Phương pháp đo	46
Phụ lục C (tham khảo) – Phân tích độ không đảm bảo đo	51
Thư mục tài liệu tham khảo	53

TCVN 13079-1:2020

Lời nói đầu

TCVN 13079-1:2020 hoàn toàn tương đương với IEC 62471:2006;

TCVN 13079-1:2020 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E1 *Máy điện và khí cụ điện* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 13079 (IEC 62471), *An toàn quang sinh học của bóng đèn và hệ thống bóng đèn*, gồm có các phần sau:

- TCVN 13079-1:2020 (IEC 62471:2006), Phần 1: Quy định chung
- TCVN 13079-2:2020 (IEC TR 62471-2:2009), Phần 2: Hướng dẫn về các yêu cầu chế tạo liên quan đến an toàn bức xạ quang không laser
- TCVN 13079-3:2020 (IEC TR 62471-3:2015), Phần 3: Hướng dẫn sử dụng an toàn thiết bị nguồn sáng dạng xung cường độ cao lên người
- TCVN 13079-5:2020 (IEC 62471-5:2015), Phần 5: Máy chiếu hình ảnh

An toàn quang sinh học của bóng đèn và hệ thống bóng đèn – Phần 1: Quy định chung

Photobiological safety of lamps and lamp systems

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra hướng dẫn đánh giá an toàn quang sinh học của bóng đèn và hệ thống bóng đèn kể cả đèn điện. Tiêu chuẩn này quy định các giới hạn phơi nhiễm, kỹ thuật đo tham chiếu và kế hoạch phân loại để đánh giá và khống chế các nguy hiểm quang sinh học từ tất cả các nguồn bức xạ quang hoạt động bằng điện có băng tần rộng, có bước sóng trong dải từ 200 nm đến 3 000 nm, kể cả các LED nhưng không xét đến các bộ phát laser.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn dưới đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có ghi năm công bố thì áp dụng các bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất (kể cả các sửa đổi).

CIE 17.4-1987, *International lighting vocabulary (ILV) – Joint publication IEC/CIE (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (ILV) – Ấn phẩm hợp tác giữa IEC và CIE)*

CIE 53-1982, *Methods of characterizing the performance of radiometers and photometers (Phương pháp xác định tính năng của bức xạ kế và quang kế)*

CIE 63-1984, *The spectroradiometric measurement of light sources (Phép đo các nguồn sáng sử dụng phổ kế bức xạ)*

CIE 105-1993, *Spectroradiometry of pulsed optical radiation sources (Phổ kế bức xạ của các nguồn bức xạ quang dạng xung)*

ISO Guide to the expression of uncertainty in measurement, ISO, Geneva, 1995 (*Hướng dẫn thể hiện độ không đảm bảo đo*)

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

TCVN 13079-1:2020

3.1

Liều quang hóa (actinic dose)

Đại lượng có được bằng cách lấy trọng số phổ của liều theo giá trị phổ tác động quang hóa tại bước sóng tương ứng.

Xem ILV 845-06-23

Đơn vị: $J \cdot m^{-2}$

CHÚ THÍCH: Định nghĩa này ngụ ý là phổ tác động được chấp nhận đối với hiệu ứng quang hóa đang xét, và giá trị lớn nhất của nó thường được chuẩn hóa về 1. Khi cho lượng định lượng, cần quy định đó là liều lượng hay liều quang hóa vì đơn vị như nhau.

3.2

Góc trương (angular subtense)

Góc nhìn được trương bởi nguồn biểu kiến tại mắt của người quan sát hoặc tại điểm đo. Trong tiêu chuẩn này, các góc trương là toàn bộ góc mà không phải chỉ một nửa góc.

Đơn vị: radian

CHÚ THÍCH: Góc trương α nhìn chung sẽ được điều chỉnh bởi các thấu kính và gương tích hợp như bộ phận quang của máy chiếu, tức là góc trương của nguồn biểu kiến sẽ khác với góc trương của nguồn vật lý.

3.3

Khẩu độ, mặt chặn khẩu độ (aperture, aperture stop)

Khe hở xác định vùng đo phát xạ quang trung bình. Đối với các phép đo độ chiếu xạ phổ, khe hở này thường là lối vào của quả cầu nhỏ được đặt phía trước khe hở lối vào bức xạ kế/phổ kế bức xạ.

3.4

Nguy hiểm ánh sáng xanh (blue light hazard)

BLH

Nguy cơ gây tổn thương võng mạc gây ra do quang hóa từ phơi nhiễm bức xạ ở các bước sóng chủ yếu trong khoảng từ 400 nm đến 500 nm. Cơ chế gây tổn thương này chiếm phần lớn so với cơ chế gây tổn thương do nhiệt trong các khoảng thời gian lớn hơn 10 s.

3.5

Bóng đèn sóng liên tục (CW) (continuous wave (CW) lamp)

Bóng đèn làm việc với đầu ra liên tục trong thời gian lớn hơn 0,25 s, tức là bóng đèn không phát xung.

CHÚ THÍCH: Trong tiêu chuẩn này, các bóng đèn chiếu sáng thông dụng (GLS) được xác định là các bóng đèn sóng liên tục.

3.6

Ban đỏ (erythema)

Vết đỏ trên da; trong tiêu chuẩn này, ban đỏ là các vết đỏ trên da gây ra bởi các hiệu ứng kích thích do bức xạ mặt trời hoặc bức xạ quang nhân tạo.

Xem ILV 845-06-15

CHÚ THÍCH: Mức độ ban đỏ để lại trên da được sử dụng để hướng dẫn cách đặt liều trong trị liệu bằng tia cực tím.

3.7

Khoảng cách phơi nhiễm (exposure distance)

Điểm phơi nhiễm gần nhất của người liên quan đến vị trí đặt bóng đèn hoặc hệ thống bóng đèn. Đối với các bóng đèn bức xạ theo mọi hướng, khoảng cách này được đo từ tâm của sợi đốt hoặc nguồn hồ quang. Đối với các bóng đèn loại phản xạ, khoảng cách này được đo từ mép bên ngoài của thấu kính hoặc mặt phẳng xác định điểm cuối của cơ cấu phản xạ trong một cơ cấu phản xạ không có thấu kính.

Đơn vị: m

3.8

Giới hạn phơi nhiễm (exposure limit)

EL

Mức phơi nhiễm mắt hoặc da mà dự kiến không gây ra các tác động sinh học bất lợi.

3.9

Chuyển động của mắt (eye movements)

Mắt bình thường, khi tập trung vào một vật, chuyển động một chút ngẫu nhiên với tần số vài héc. Chuyển động nhanh này của mắt sẽ làm cho hình ảnh từ nguồn điểm được mở rộng trên một vùng của võng mạc tương ứng với góc tương khoảng 0,011 radian. Ngoài ra, đối với các khoảng thời gian lớn hơn 100 s, khả năng nhìn tập trung trực diện sẽ bị giảm và làm mở rộng thêm công suất bức xạ trên võng mạc do các chuyển động của mắt được xác định theo công việc, ví dụ như khi đang đọc sách.

3.10

Trường nhìn (field of view)

Góc khối "được nhìn" bởi đầu thu (góc chấp nhận), ví dụ bức xạ kế/phổ kế bức xạ, mà từ đó đầu thu nhận được bức xạ.

Đơn vị: sr

CHÚ THÍCH 1: Không nên nhầm lẫn trường nhìn với góc tương của nguồn biểu kiến α .

CHÚ THÍCH 2: Góc phẳng đôi khi được sử dụng để mô tả góc khối đối xứng tròn của trường nhìn.

3.11

Bóng đèn chiếu sáng thông dụng (GLS) (general lighting service (GLS) lamp)

Thuật ngữ dùng cho bóng đèn được thiết kế để chiếu sáng các không gian thường có người hoặc được quan sát bởi người. Ví dụ như các bóng đèn dùng để chiếu sáng văn phòng, trường học, nhà ở, nhà xưởng, đường giao thông hoặc ô tô. Chúng không bao gồm các bóng đèn dùng cho chiếu phim, quá trình in ảnh, "phơi nắng", quá trình công nghiệp, điều trị y tế và các ứng dụng pha quét.

TCVN 13079-1:2020

3.12

Khoảng cách nguy hiểm (hazard distance)

Xem khoảng cách nguy hiểm cho da hoặc khoảng cách nguy hiểm cho mắt.

3.13

Độ rọi (tại một điểm trên bề mặt) (illuminance (at a point of a surface))

E_v

Tỷ số giữa quang thông tới $d\Phi_v$ rọi trên một phần tử của bề mặt chứa một điểm và diện tích dA của phần tử đó.

$$E_v = \frac{d\Phi_v}{dA} \quad (3.1)$$

Xem ILV 845-01-38

Đơn vị: lx

3.14

Bức xạ hồng ngoại (infrared radiation)

IR

Bức xạ quang có các bước sóng dài hơn bước sóng của bức xạ nhìn thấy.

Xem ILV 845-01-04

CHÚ THÍCH 1: Đối với bức xạ hồng ngoại, dải bước sóng từ 780 nm đến 10⁶ nm thường được chia thành: IR-A (780 nm đến 1 400 nm), IR-B (1 400 nm đến 3 000 nm) và IR-C (3 000 nm đến 10⁶ nm).

CHÚ THÍCH 2: Bức xạ hồng ngoại thường được đánh giá bức xạ phổ tổng trên đơn vị diện tích (chiều rọi) tới mặt phẳng. Các ví dụ về ứng dụng bức xạ hồng ngoại là sưởi, sấy, nung trong công nghiệp và in ảnh. Một số ứng dụng, ví dụ như hệ thống quan sát hồng ngoại, liên quan đến các đầu thu nhạy với dải bước sóng giới hạn. Trong trường hợp này, các đặc tính phổ của nguồn và đầu thu đóng vai trò quan trọng.

3.15

Sử dụng dự kiến (intended use)

Sử dụng sản phẩm, quá trình hoặc dịch vụ theo các quy định kỹ thuật, hướng dẫn và thông tin được cung cấp bởi nhà cung cấp.

3.16

Độ chiếu xạ (tại một điểm trên bề mặt) (irradiance (at a point of a surface))

E_v

Tỷ số giữa thông lượng bức xạ $d\Phi$ tới một đơn vị của bề mặt có chứa một điểm và diện tích dA của phần tử đó.

$$E_v = \frac{d\Phi}{dA} \quad (3.2)$$

Xem ILV 845-01-37

Đơn vị: W·m⁻²

3.17**Bóng đèn (lamp)**

Nguồn để tạo ra bức xạ quang, thường là nhìn thấy.

Xem ILV 845-07-03

CHÚ THÍCH: Thuật ngữ "bóng đèn" đôi khi được sử dụng cho một số loại đèn điện cụ thể.

Các loại đèn điện này bao gồm bóng đèn có chụp đèn, bộ phản xạ, quả cầu bao ngoài, vỏ ngoài hoặc các phụ kiện khác.

Khi được sử dụng trong tiêu chuẩn này, thuật ngữ bóng đèn có nghĩa là nguồn sử dụng điện, không phải laser, sinh ra bức xạ trong vùng nhìn thấy của phổ điện từ. Thiết bị phát ra ánh sáng và có các bộ phận tích hợp để điều khiển quang như thấu kính hoặc bộ phản xạ, cũng được coi là bóng đèn. Ví dụ như bóng đèn LED có một đầu là thấu kính và các loại bộ phản xạ là nguồn nằm trong cụm lắp ráp bộ phản xạ hình parabol hoặc elip tròn xoay, thường có nắp che thấu kính.

3.18**Hệ thống bóng đèn (lamp system)**

Sản phẩm được chế tạo hoặc cụm lắp ráp các linh kiện có chứa hoặc được thiết kế để chứa bóng đèn.

3.19**Nguồn lớn (large source)**

Kích cỡ hình ảnh của nguồn trên võng mạc lớn đến mức luồng nhiệt tỏa theo hướng xuyên tâm đi từ tâm của ảnh đến mô xung quanh thường nhỏ không đáng kể so với luồng nhiệt theo hướng dọc trục.

3.20**Bộ phát laser (laser)**

Nguồn phát bức xạ quang kết hợp được tạo ra bởi phát xạ cưỡng bức.

3.21**Ánh sáng (light)**

Xem bức xạ nhìn thấy.

3.22**Điốt phát quang (light emitting diode)****LED**

Linh kiện trạng thái rắn sử dụng lớp tiếp giáp p-n phát bức xạ quang không khuếch đại khi bị kích thích bởi dòng điện.

Xem ILV 845-04-40

3.23**Lumen (lumen)**

TCVN 13079-1:2020

Đơn vị theo hệ SI của quang thông: Quang thông được phát ra trong một đơn vị góc khối (steradian) bởi một nguồn điểm đồng nhất có cường độ sáng 1 candela hoặc tương đương, quang thông của chùm tia bức xạ đơn sắc có tần số $540 \cdot 10^{12}$ Hz và thông lượng bức xạ là 1/683 W.

Xem ILV 845-01-51

3.24

Đèn điện (luminaire)

Thiết bị phân bố, lọc hoặc truyền ánh sáng phát ra từ một hoặc nhiều bóng đèn, nhưng không bao gồm bản thân các bóng đèn, và bao gồm tất cả các bộ phận cần thiết để cố định và bảo vệ các bóng đèn và, khi cần, các thiết bị phụ trợ mạch điện cùng với các phương tiện để nối chúng với nguồn điện.

Xem ILV 845-10-01

CHÚ THÍCH: Cụm từ "đèn điện" và "hệ thống bóng đèn" thường được cho là đồng nghĩa. Đối với mục đích của tiêu chuẩn này, "đèn điện" được giới hạn ở các thiết bị được sử dụng để phân phối ánh sáng trong chiếu sáng thông dụng, trong khi "hệ thống bóng đèn" ngụ ý việc sử dụng các bóng đèn trong các ứng dụng không phải ứng dụng chiếu sáng thông dụng.

3.25

Độ chói (theo một hướng cho trước, tại một điểm cho trước trong bề mặt thực hoặc bề mặt tưởng tượng) (luminance (in a given direction, at a given point of a real or imaginary surface))

L_v

Đại lượng được xác định bởi công thức

$$L_v = \frac{d\Phi_v}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega} \quad (3.3)$$

trong đó $d\Phi_v$ là thông lượng ánh sáng truyền bởi chùm tia ban đầu đi qua điểm cho trước và lan truyền trong góc khối $d\Omega$ chứa hướng cho trước; dA là diện tích mặt cắt chùm tia chứa điểm cho trước; θ là góc giữa đường vuông góc với mặt cắt chùm tia và hướng của chùm tia.

Xem ILV 845-01-35.

Đơn vị: $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$

3.26

Lux (lux)

Đơn vị trong hệ SI của độ rọi: độ rọi được tạo ra trên bề mặt có diện tích 1 m^2 bằng quang thông 1 lumen phân bố đều trên bề mặt đó.

3.27

Khoảng cách nguy hiểm cho mắt (ocular hazard distance)

Khoảng cách từ nguồn trong phạm vi đó bức xạ hoặc độ chiếu xạ trong khoảng thời gian phơi nhiễm cho trước vượt quá giới hạn phơi nhiễm áp dụng được.

Đơn vị: m

3.28**Bức xạ quang (optical radiation)**

Bức xạ điện từ tại các bước sóng nằm giữa vùng chuyển tiếp sang X quang (bước sóng xấp xỉ 1 nm) và vùng chuyển tiếp sang sóng vô tuyến (bước sóng xấp xỉ 10^6 nm).

Xem ILV 845-01-02.

CHÚ THÍCH: Bức xạ cực tím trong dải bước sóng thấp hơn 180 nm (UV chân không) được hấp thụ mạnh bởi oxy trong không khí. Đối với mục đích của tiêu chuẩn này, dải bước sóng của bức xạ quang được giới hạn ở các bước sóng lớn hơn 200 nm. Ngoài ra, mắt truyền bức xạ quang đến võng mạc trong phạm vi từ 380 nm đến 1 400 nm. Do đó, dải bước sóng này đòi hỏi xem xét đặc biệt khi xác định an toàn quang sinh học của võng mạc.

3.29**Viêm giác mạc màng kết (photokeratoconjunctivitis)**

Phản ứng kích thích của giác mạc và màng kết sau khi phơi nhiễm với bức xạ cực tím (UV). Các bước sóng ngắn hơn 320 nm gây ra tình trạng này nhiều nhất. Đỉnh của bức xạ tác động xấp xỉ ở 270 nm.

CHÚ THÍCH: Các phổ tác động khác nhau được công bố cho viêm giác mạc và viêm màng kết (CIE 106/2 và CIE 106/3-1993); tuy nhiên, các nghiên cứu mới nhất hỗ trợ việc sử dụng một phổ tác động cho cả hai hiệu ứng lên mắt này (CIE 106/1-1993).

3.30**Bóng đèn xung (pulsed lamp)**

Bóng đèn phát năng lượng dưới dạng xung đơn hoặc chuỗi các xung trong đó mỗi xung được giả thiết là có khoảng thời gian nhỏ hơn 0,25 s. Bóng đèn có chuỗi xung liên tục hoặc năng lượng bức xạ được điều chế khi công suất bức xạ đỉnh tối thiểu bằng mười lần công suất bức xạ trung bình.

CHÚ THÍCH 1: Khoảng thời gian xung của bóng đèn là khoảng thời gian giữa các điểm nửa công suất trên sườn trước và sườn sau của xung.

CHÚ THÍCH 2: Trong tiêu chuẩn này, các bóng đèn chiếu sáng thông dụng được xác định là các bóng đèn sóng liên tục (xem 3.5). Ví dụ về các bóng đèn xung bao gồm bóng đèn chớp sáng, bóng đèn nháy sáng trong máy photocopy, LED điều chế xung và đèn nhấp nháy.

3.31

Bức xạ (theo một hướng cho trước, tại một điểm cho trước trong bề mặt thực hoặc bề mặt tưởng tượng) (radiance (in a given direction, at a given point of a real or imaginary surface))

L

Đại lượng được xác định bởi công thức

$$L_v = \frac{d\Phi}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega} \quad (3.4)$$

trong đó $d\Phi$ là công suất (thông lượng) bức xạ truyền bởi chùm tia ban đầu đi qua điểm cho trước và lan truyền trong góc khối $d\Omega$ chứa hướng cho trước; dA là diện tích mặt cắt chùm tia chứa điểm cho trước; θ là góc giữa đường vuông góc với mặt cắt chùm tia và hướng của chùm tia.

TCVN 13079-1:2020

Xem ILV 845-01-34.

Đơn vị: $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$

CHÚ THÍCH: Định nghĩa tương tự được dùng cho bức xạ tích phân theo thời gian L_t nếu, trong công thức tính L , công suất bức xạ $d\Phi$ được thay bằng năng lượng bức xạ dQ .

3.32

Năng lượng bức xạ (radiant energy)

Tích phân theo thời gian của công suất bức xạ, Φ trong khoảng thời gian cho trước, Δt .

$$Q = \int_0^t \Phi \cdot dt \quad (3.5)$$

Đơn vị: J

Xem ILV 845-01-27.

3.33

Phơi nhiễm bức xạ (tại một điểm trên một bề mặt trong khoảng thời gian cho trước) (radiant exposure (at a point of a surface, for a given duration))

Tỷ số giữa năng lượng bức xạ, dQ , tới một phần tử của bề mặt chứa một điểm trong khoảng thời gian cho trước, và diện tích dA của phần tử đó.

$$H = \frac{dQ}{dA} \quad (3.6a)$$

Đơn vị: $J \cdot m^{-2}$

Một cách tương đương, phơi nhiễm bức xạ được xác định là tích phân của độ chiếu xạ, E , tại một điểm cho trước trong khoảng thời gian cho trước, Δt .

$$H = \int_{\Delta t} E \cdot dt \quad (3.6b)$$

Xem ILV 845-01-42.

3.34

Công suất bức xạ (radiant power)

Φ

Công suất phát, truyền hoặc nhận được dưới dạng bức xạ. Công suất bức xạ thường được gọi là thông lượng bức xạ.

Đơn vị: W

Xem ILV 845-01-24.

3.35

Võng mạc (retina)

Mô nằm bên trong phía sau mắt, nhạy với kích thích của ánh sáng; võng mạc chứa các tế bào cảm quang, tế bào nón và tế bào que, và các tế bào thần kinh để truyền đến dây thần kinh quang các tín hiệu gây ra do kích thích các tế bào cảm quang.

Xem ILV 845-02-01.

3.36**Bong võng mạc (retina burn)**

Tổn thương võng mạc do nhiệt hoặc quang hóa.

3.37**Vùng nguy hiểm võng mạc (retina hazard region)**

Vùng phổ từ 380 nm đến 1 400 nm (nhìn thấy và IR-A) trong đó môi chất bình thường của mắt truyền bức xạ quang đến võng mạc.

3.38**Khoảng cách nguy hiểm cho da (skin hazard distance)**

Khoảng cách tại đó độ chiếu xạ vượt quá giới hạn phơi nhiễm áp dụng được trong thời gian phơi nhiễm 8 h.

Đơn vị: m

3.39**Phân bố phổ (spectral distribution)**

Tỷ số giữa đại lượng bức xạ, đại lượng sáng hoặc đại lượng photon $dX(\lambda)$ chứa trong dải cơ sở $d\lambda$ của bước sóng tại bước sóng λ và dải đó.

$$X_{\lambda} = \frac{dX(\lambda)}{d\lambda} \quad (3.7)$$

Đơn vị: $[X] \cdot \text{nm}^{-1}$

CHÚ THÍCH: Thuật ngữ phân bố phổ thường được ưu tiên sử dụng khi có liên quan đến hàm $X_{\lambda}(\lambda)$ trên dải rộng các bước sóng mà không ở một bước sóng cụ thể.

Xem ILV 845-01-17

3.40**Độ chiếu xạ phổ (spectral irradiance)**

Tỷ số giữa công suất bức xạ $d\Phi(\lambda)$ trong khoảng bước sóng $d\lambda$ tới một phần tử của bề mặt và diện tích của phần tử đó và khoảng bước sóng $d\lambda$.

$$E_{\lambda} = \frac{d\Phi(\lambda)}{dA \cdot d\lambda} \quad (3.8)$$

Đơn vị: $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$

3.41

Bức xạ phổ (đối với khoảng bước sóng $d\lambda$, theo hướng cho trước tại một điểm cho trước) (spectral radiance (for a wavelength interval $d\lambda$, in a given direction at a given point))

L_{λ}

TCVN 13079-1:2020

Tỷ số giữa công suất bức xạ $d\Phi(\lambda)$, đi qua một điểm và lan truyền trong góc khối $d\Omega$ theo hướng cho trước, và tích của khoảng bước sóng $d\lambda$ và tiết diện của chùm tia đó trên mặt phẳng vuông góc với hướng đó ($\cos\theta dA$) chứa điểm cho trước và góc khối $d\Omega$ đó.

$$L_\lambda = \frac{d\Phi(\lambda)}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega \cdot d\lambda} \quad (3.9)$$

Đơn vị: $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}\cdot\text{sr}^{-1}$

3.42

Steradian (steradian)

Đơn vị trong hệ thống SI của góc khối. Một góc khối có đỉnh tại tâm của quả cầu, cắt ra một diện tích bề mặt quả cầu thành một hình vuông có chiều dài các cạnh bằng bán kính quả cầu.

Xem ILV 845-01-20.

3.43

Bức xạ cực tím (UV) (ultraviolet radiation (UV))

Bức xạ quang có bước sóng ngắn hơn bước sóng của bức xạ nhìn thấy.

CHÚ THÍCH: Đối với bức xạ cực tím (UV), dải bước sóng từ 100 nm đến 400 nm thường được chia thành: UV-A từ 315 nm đến 400 nm; UV-B từ 280 nm đến 315 nm; UV-C từ 100 nm đến 280 nm.

Các ký hiệu này không nên sử dụng làm các giới hạn chính xác, đặc biệt đối với các hiệu ứng quang sinh học.

Trong một số trường hợp quang sinh học, dải bước sóng được lấy từ 200 nm đến 290 nm, từ 290 nm đến 320 nm và từ 320 nm đến 400 nm. Đôi khi các dải bước sóng này được gọi (không đúng) bằng tên UV-A, UV-B và UV-C tương ứng. Bức xạ cực tím ở các bước sóng nhỏ hơn 180 nm được coi là bức xạ cực tím chân không. Lưu ý là bức xạ giữa 380 nm và 400 nm được coi là bức xạ nhìn thấy mặc dù nó vẫn nằm trong phạm vi định nghĩa chính thức của dải cực tím.

Xem ILV 845-01-05.

3.44

Bức xạ nhìn thấy (visible radiation)

Bức xạ quang bất kỳ có khả năng trực tiếp gây cảm nhận về thị giác.

CHÚ THÍCH: Không có các giới hạn chính xác đối với dải phổ của bức xạ nhìn thấy vì chúng phụ thuộc vào lượng công suất bức xạ đến võng mạc và sự phản ứng của người quan sát. Giới hạn dưới thường được lấy từ 360 nm đến 400 nm và giới hạn trên trong khoảng từ 760 nm đến 830 nm.

Xem ILV 845-01-03.

3.45

Góc nhìn (visible angle)

Góc được tương bởi một vật thể hoặc chi tiết tại điểm quan sát được coi là góc nhìn. Đơn vị SI đối với góc này là radian mặc dù nó cũng có thể được đo bằng miliradian, độ hoặc phút của cung.

4 Giới hạn phơi nhiễm

4.1 Quy định chung

Những người ở khu vực lân cận bóng đèn hoặc hệ thống bóng đèn không phải chịu phơi nhiễm đến các mức vượt quá các giới hạn được xây dựng trong các phần dưới đây. Giới hạn phơi nhiễm (EL) được lấy từ các hướng dẫn khác nhau (ICNIRP) mà lần lượt dựa vào thông tin có sẵn tốt nhất từ các nghiên cứu thực nghiệm (xem Phụ lục A về các nghiên cứu này).

Các giới hạn phơi nhiễm thể hiện các điều kiện trong đó tin tưởng rằng tất cả những người thuộc công chúng nói chung khi ở gần không bị các ảnh hưởng bất lợi về sức khỏe. Tuy nhiên, giới hạn này không áp dụng cho các cá nhân nhạy bất thường với ánh sáng hoặc các cá nhân chịu phơi nhiễm đồng thời với các chất nhạy sáng mà làm cho các cá nhân đó dễ bị tổn thương hơn rất nhiều với các ảnh hưởng bất lợi về sức khỏe từ bức xạ quang. Các cá nhân này, nhìn chung, dễ bị tổn thương hơn với các ảnh hưởng bất lợi về sức khỏe từ bức xạ quang so với các cá nhân không nhạy bất thường với ánh sáng hoặc không chịu đồng thời phơi nhiễm với các chất nhạy sáng. Tính dễ bị tổn thương của các cá nhân nhạy với ánh sáng thay đổi rất lớn và khó có thể xác định được giới hạn phơi nhiễm cho những người này.

Các giới hạn phơi nhiễm trong tiêu chuẩn này áp dụng cho các nguồn liên tục khi thời gian phơi nhiễm không nhỏ hơn 0,01 ms và không lớn hơn khoảng thời gian 8 h bất kỳ, và cần được sử dụng làm hướng dẫn để không chế phơi nhiễm. Không nên coi các giá trị này là các đường ranh giới được xác định chính xác giữa các mức an toàn và không an toàn.

Các giới hạn đối với phơi nhiễm với bức xạ nhìn thấy dải rộng và bức xạ IR-A đối với mắt đòi hỏi kiến thức về bức xạ phổ của nguồn, L_{λ} , và độ chiếu xạ tổng, E, được đo tại (các) vị trí của mắt người bị phơi nhiễm. Dữ liệu phổ chi tiết của nguồn sáng nhìn chung chỉ được yêu cầu nếu độ chói của nguồn vượt quá 10^4 cd·m⁻². Ở độ chói nhỏ hơn giá trị này, giới hạn phơi nhiễm được kỳ vọng là không bị vượt quá. Các giới hạn phơi nhiễm được cho trong 4.3.

4.2 Các yếu tố liên quan đến việc xác định và áp dụng các giới hạn phơi nhiễm võng mạc

4.2.1 Đường kính đồng tử

Thông lượng bức xạ đi vào mắt và được hấp thụ bởi võng mạc (dải từ 380 nm đến 1 400 nm) tỷ lệ thuận với diện tích đồng tử. Biết rằng đường kính đồng tử giảm từ khoảng 7 mm ở độ chói rất thấp (< 0,01 cd·m⁻²) xuống khoảng 2 mm ở các giá trị độ chói vào cỡ 10 000 cd·m⁻². Một kích thích yếu lên thị giác được xác định ở đây là kích thích có độ chói lớn nhất (lấy trung bình trên trường nhìn hình tròn tương đương một cung 0,011 rad) nhỏ hơn 10 cd·m⁻². Đối với độ chói cho trước, đường kính đồng tử thay đổi đáng kể. Do đó để thiết lập các giới hạn phơi nhiễm này, giả thiết chỉ xét đến hai đường kính đồng tử khác nhau, như dưới đây:

- Khi độ chói của nguồn đủ cao (> 10 cd·m⁻²) và thời gian phơi nhiễm lớn hơn 0,25 s, ví dụ như áp dụng đối với nguy hiểm ánh sáng xanh hoặc nguy hiểm nhiệt lên võng mạc, sử dụng đường kính đồng tử là 3 mm (diện tích 7 mm²) để xác định giới hạn phơi nhiễm.

TCVN 13079-1:2020

- Khi độ chói của nguồn là thấp, tức là bức xạ hồng ngoại cho thấy có ít hoặc không có kích thích, EL dựa trên đường kính đồng tử là 7 mm (diện tích 38,5 mm²). Đường kính 7 mm cũng được giả thiết khi đánh giá nguy hiểm quang sinh học từ các nguồn xung và/hoặc đối với các khoảng thời gian phơi nhiễm nhỏ hơn 0,25 s.
- Đối với các trường hợp khi sử dụng nguồn gần hồng ngoại có các mức ánh sáng môi trường cao, có thể giả thiết đường kính đồng tử là 3 mm và các giới hạn phơi nhiễm có thể được điều chỉnh đến các giá trị cao hơn bằng bình phương của tỷ số đường kính đồng tử. Trong các điều kiện này, EL có thể được tăng thêm một hệ số $(7/3)^2 = 5,5$.

4.2.2 Góc trương của nguồn và phép đo trường nhìn

Đối với bức xạ trong dải bước sóng từ 380 nm đến 1 400 nm, diện tích võng mạc bị chiếu rọi là yếu tố quan trọng để xác định EL đối với cả nguy hiểm ánh sáng xanh và nguy hiểm nhiệt lên võng mạc. Vì giác mạc và thủy tinh thể của mắt tập trung nguồn biểu kiến lên võng mạc nên phương pháp tốt nhất để mô tả diện tích bị chiếu rọi là xác định mối quan hệ giữa diện tích này và góc trương của nguồn biểu kiến, α . Do các giới hạn vật lý của mắt, hình ảnh nhỏ nhất có thể tạo ra trên võng mạc của mắt đứng im được giới hạn ở giá trị nhỏ nhất, α_{\min} , ngay cả đối với nguồn điểm. Trong tiêu chuẩn này, giá trị đối với α_{\min} là 0,0017 rad. Các phép đo bức xạ phát từ các nguồn điểm biểu kiến, xung hoặc nguồn sóng liên tục bức xạ rất cao, liên quan đến giới hạn phơi nhiễm về nhiệt lên võng mạc ở 0,25 s (thời gian phản xạ nháy mắt), phải sử dụng góc trương 0,0017 rad khi đo trường nhìn.

Đối với các thời gian lớn hơn khoảng 0,25 s, các di chuyển nhanh của mắt bắt đầu làm mờ hình ảnh của nguồn trên một góc lớn hơn, được gọi là α_{eff} trong tiêu chuẩn này. Đối với thời gian phơi nhiễm cỡ 10 s, hình ảnh bị làm mờ của nguồn điểm che phủ một vùng võng mạc tương đương với góc khoảng 0,011 rad. Do đó góc trương hiệu quả α_{eff} cần được sử dụng khi đo bức xạ nhằm so sánh với EL của nguy hiểm nhiệt lên võng mạc hoặc nguy hiểm ánh sáng xanh trong thời gian phơi nhiễm 10 s phải là 0,011 rad. Đối với sự phơi nhiễm liên tục, sự phụ thuộc của α_{eff} trong khoảng từ 0,25 s đến 10 s được coi là tăng từ α_{\min} đến 0,011 rad là căn bậc hai bình phương của thời gian, tức là α_{eff} tỷ lệ thuận với $\alpha_{\min} \cdot t^{0,5}$ hay $\alpha_{\text{eff}} = \alpha_{\min} \cdot \sqrt{t/(0,25)}$. Có sẵn rất ít dữ liệu để hỗ trợ xác định sự phụ thuộc vào thời gian, vì vậy cần sử dụng cẩn thận. Quan hệ phụ thuộc thời gian thường không cần thiết vì bức xạ nguồn thường được đánh giá ở 0,25 s hoặc ở 10 s, khi có thể được xác định bằng cách rà soát tiêu chí rủi ro mô tả trong Điều 6.

Ngoài ra, đối với nguy hiểm ánh sáng xanh, đối với thời gian phơi nhiễm lớn hơn 100 s, diện tích bị chiếu rọi của võng mạc từ nguồn nhỏ sẽ trải rộng hơn trên diện tích lớn hơn do các di chuyển của mắt được xác định theo công việc, ngoại trừ trường hợp khi mắt được giữ cố định, ví dụ giải phẫu mắt. Đối với các phép đo bức xạ từ các nguồn cần được so sánh với giới hạn phơi nhiễm của nguy hiểm ánh sáng xanh, góc trương hiệu quả α_{eff} được đặt bằng 0,011 rad đối với thời gian không nhỏ hơn 100 s. Đối với thời gian lớn hơn 10 000 s, α_{eff} được đặt bằng 0,1 rad. Ngoài ra, để thuận tiện, giả thiết là α_{eff} tăng theo căn

bình phương của thời gian với thời gian nằm trong khoảng từ 100 s đến 10 000 s, tức là $\alpha_{\text{eff}} = 0,011 \cdot \sqrt{t/100}$, (lưu ý là công thức này là gần đúng). Giá trị lớn nhất của góc trương, α_{max} , là 0,1 rad đối với tất cả các nguy hiểm võng mạc trong tiêu chuẩn này. Do đó lưu ý là trên 10 000 s, $\alpha_{\text{eff}} = \alpha_{\text{max}}$.

Đối với các nguồn biểu kiến trương một góc lớn hơn góc trương lớn nhất, α_{max} , EL đối với các nguy hiểm võng mạc không phụ thuộc vào kích cỡ của nguồn.

Góc trương của nguồn hình chữ nhật được xác định bằng trung bình số học của các kích thước góc lớn nhất và nhỏ nhất của nguồn. Ví dụ α đối với nguồn ống có đường kính 3 mm và dài 20 mm ở khoảng cách quan sát $r = 200$ mm theo hướng vuông góc với trục bóng đèn có thể được xác định từ kích thước trung bình, Z .

$$Z = (20 + 3) / 2 = 11,5 \text{ mm}$$

Do đó

$$\alpha = Z / r = 11,5 / 200 = 0,058 \text{ rad}$$

Kích thước góc bất kỳ lớn hơn α_{max} phải được giới hạn ở α_{max} và kích thước góc bất kỳ nhỏ hơn α_{min} phải được giới hạn ở α_{min} , trước khi xác định trung bình số học. Do đó, trong ví dụ trên, nếu chiều dài của nguồn sáng lớn hơn 20 mm, chỉ sử dụng giá trị 20 mm trong tính toán cỡ nguồn hiệu quả.

4.3 Giới hạn phơi nhiễm nguy hiểm

4.3.1 Giới hạn phơi nhiễm nguy hiểm UV quang hóa đối với da và mắt

Các giới hạn phơi nhiễm với bức xạ cực tím tới da hoặc mắt không có bảo vệ áp dụng cho phơi nhiễm trong khoảng thời gian 8 h. Không cần xem xét phơi nhiễm liên tục đối với thời gian lớn hơn 8 h trong ngày bất kỳ. Giới hạn phơi nhiễm đối với phơi nhiễm bức xạ gây tác động là $30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$.

Để bảo vệ khỏi thương tổn mắt hoặc da từ phơi nhiễm bức xạ cực tím sinh ra do nguồn băng rộng, độ chiếu xạ phổ tích hợp gây tác động, E_s , của nguồn sáng không được vượt quá các mức xác định bởi công thức:

$$E_s \cdot t = \sum_{200}^{400} \sum_t E_\lambda(\lambda, t) \cdot S_{UV}(\lambda) \cdot \Delta t \cdot \Delta \lambda \leq 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2} \quad (4.1)$$

trong đó

$E_\lambda(\lambda, t)$ là độ chiếu xạ phổ, tính bằng $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$

$S_{UV}(\lambda)$ là hàm lấy trọng số theo nguy hiểm cực tím quang hóa

$\Delta \lambda$ là băng tần, tính bằng nm

t là thời gian phơi nhiễm, tính bằng giây

Hàm lấy trọng số quang hóa, $S_{UV}(\lambda)$, được thể hiện dưới dạng hình vẽ trên Hình 4.1. Vì hàm này trải dài trên nhiều cỡ độ lớn nên $S_{UV}(\lambda)$ được thể hiện dưới dạng loga. Ngoài ra, các giá trị phổ của $S_{UV}(\lambda)$ được liệt kê trong Bảng 4.1.

TCVN 13079-1:2020

Thời gian phơi nhiễm cho phép với bức xạ cực tím tới mắt hoặc da không được bảo vệ phải được tính như sau:

$$t_{max} = \frac{30}{E_s} \quad \text{s} \quad (4.2)$$

trong đó

t_{max} là thời gian phơi nhiễm cho phép, tính bằng giây

E_s là độ chiếu xạ cực tím hiệu quả, tính bằng $W \cdot m^{-2}$

Bảng 4.1 – Hàm lấy trọng số phổ để đánh giá nguy hiểm cực tím lên da và mắt

Bước sóng ¹ λ , nm	Hàm nguy hiểm UV $S_{UV}(\lambda)$	Bước sóng λ , nm	Hàm nguy hiểm UV $S_{UV}(\lambda)$
200	0,030	313*	0,006
205	0,051	315	0,003
210	0,075	316	0,0024
215	0,095	317	0,0020
220	0,120	318	0,0016
225	0,150	319	0,0012
230	0,190	320	0,0010
235	0,240	322	0,00067
240	0,300	323	0,00054
245	0,360	325	0,00050
250	0,430	328	0,00044
254*	0,500	330	0,00041
255	0,520	333*	0,00037
260	0,650	335	0,00034
265	0,810	340	0,00028
270	1,000	345	0,00024
275	0,960	350	0,00020
280*	0,880	355	0,00016
285	0,770	360	0,00013
290	0,640	365*	0,00011
295	0,540	370	0,000093
297*	0,460	375	0,000077
300	0,300	380	0,000064
303*	0,120	385	0,000053
305	0,060	390	0,000044
308	0,026	395	0,000036
310	0,015	400	0,000030

¹ Các bước sóng được chọn là đại diện: các giá trị khác cần đạt được bằng cách nội suy loga ở các bước sóng trung gian.
* Các vạch phát xạ của phổ phát xạ thủy ngân.

4.3.2 Giới hạn phơi nhiễm nguy hiểm UV gần đối với mắt

Đối với vùng phổ từ 315 nm đến 400 nm (UV-A) phơi nhiễm bức xạ tổng đến mắt không được vượt quá $10\,000\text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$ đối với thời gian phơi nhiễm nhỏ hơn $1\,000\text{ s}$. Đối với thời gian phơi nhiễm lớn hơn $1\,000\text{ s}$ (xấp xỉ 16 min) độ chiếu xạ UV-A đối với mắt không được bảo vệ, E_{UVA} , không được vượt quá $10\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

Các quy định kỹ thuật này có thể được biểu diễn như sau:

$$E_{UVA} \cdot t = \sum_{315}^{400} \sum_t E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot \Delta t \cdot \Delta \lambda \leq 10\,000\text{ J}\cdot\text{m}^{-2} \quad (t < 1\,000\text{ s}) \quad (4.3a)$$

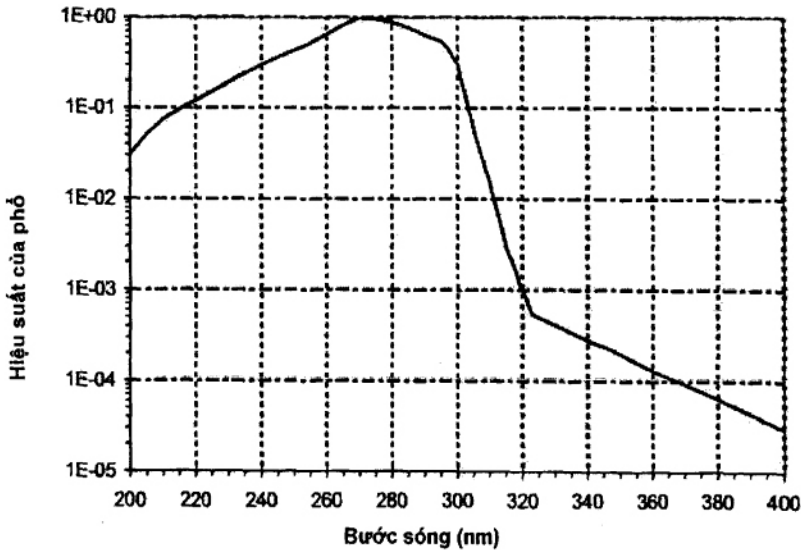
$$E_{UVA} \leq 10\text{ W}\cdot\text{m}^{-2} \quad (t \geq 1\,000\text{ s}) \quad (4.3b)$$

trong đó

$E_{\lambda}(\lambda, t)$ là độ chiếu xạ phổ tính bằng $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$

$\Delta \lambda$ là băng tần tính bằng nm

t là thời gian phơi nhiễm tính bằng giây



Hình 4.1 – Hàm lấy trọng số phổ, $S_{UV}(\lambda)$, đối với nguy hiểm UV quang hóa cho da và mắt

Thời gian phơi nhiễm cho phép với bức xạ cực tím tới mắt không được bảo vệ trong thời gian nhỏ hơn $1\,000\text{ s}$ phải được tính như sau:

$$t_{max} = \frac{10\,000}{E_{UVA}}\text{ s} \quad (4.4)$$

CHÚ THÍCH: Đối với phơi nhiễm mắt trong vùng UV-A của ICNIRP, năm 1989, đã thay EL nêu trên để mở rộng phơi nhiễm bức xạ $10\,000\text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$ từ $1\,000\text{ s}$ đến $10\,000\text{ s}$ (2,6 h) và đến $1\text{ W}/\text{m}^2$ đối với $10\,000\text{ s} \leq t \leq 30\,000\text{ s}$ (8 h).

TCVN 13079-1:2020

4.3.3 Giới hạn phơi nhiễm nguy hiểm ánh sáng xanh cho võng mạc

Để bảo vệ chống thương tổn quang hóa cho võng mạc từ phơi nhiễm thường xuyên với ánh sáng xanh, bức xạ phổ tích hợp của nguồn sáng được lấy trọng số theo hàm nguy hiểm ánh sáng xanh, $B(\lambda)$, tức là bức xạ lấy trọng số theo ánh sáng xanh, L_B , không được vượt quá các mức xác định bởi công thức:

$$L_B \cdot t = \sum_{300}^{700} \sum_t L_\lambda(\lambda, t) \cdot B(\lambda) \cdot \Delta t \cdot \Delta \lambda \leq 10^6 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1} \text{ (đối với } t \leq 10^4 \text{ s)} \quad (4.5a)$$

$$L_B \leq \sum_{300}^{700} \sum_t L_\lambda \cdot B(\lambda) \cdot \Delta \lambda \leq 100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1} \text{ (đối với } t > 10^4 \text{ s)} \quad (4.5b)$$

trong đó

$E_\lambda(\lambda, t)$ là độ chiếu xạ phổ, tính bằng $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$

$B(\lambda)$ là hàm lấy trọng số theo nguy hiểm ánh sáng xanh

$\Delta \lambda$ là băng tần, tính bằng nm

t là thời gian phơi nhiễm, tính bằng giây

Hàm lấy trọng số phổ ánh sáng xanh, $B(\lambda)$, được thể hiện dưới dạng hình vẽ trên Hình 4.2 cùng với hàm lấy trọng số theo nhiệt lên võng mạc, $R(\lambda)$. Tương tự như trên Hình 4.1, vì hàm này trải dài trên nhiều cỡ độ lớn nên giá trị tung độ được thể hiện dưới dạng loga. Ngoài ra, các giá trị phổ của $B(\lambda)$ và $R(\lambda)$ được liệt kê trong Bảng 4.2.

Bảng 4.2 – Các hàm lấy trọng số phổ để đánh giá các nguy hiểm lên võng mạc từ các nguồn quang băng rộng

Bước sóng nm	Hàm nguy hiểm ánh sáng xanh $B(\lambda)$	Hàm nguy hiểm bóng $R(\lambda)$
300	0,01	
305	0,01	
310	0,01	
315	0,01	
320	0,01	
325	0,01	
330	0,01	
335	0,01	
340	0,01	
345	0,01	
350	0,01	
355	0,01	
360	0,01	
365	0,01	
370	0,01	
375	0,01	
380	0,01	0,1
385	0,013	0,13
390	0,025	0,25
395	0,05	0,5

Bảng 4.2 (kết thúc)

Bước sóng nm	Hàm nguy hiểm ánh sáng xanh $B(\lambda)$	Hàm nguy hiểm hồng $R(\lambda)$
400	0,10	1,0
405	0,20	2,0
410	0,40	4,0
415	0,80	8,0
420	0,90	9,0
425	0,95	9,5
430	0,98	9,8
435	1,00	10,0
440	1,00	10,0
445	0,97	9,7
450	0,94	9,4
455	0,90	9,0
460	0,80	8,0
465	0,70	7,0
470	0,62	6,2
475	0,55	5,5
480	0,45	4,5
482	0,40	4,0
490	0,22	2,2
495	0,16	1,6
500-600	$10^{((450-\lambda)/50)}$	1,0
600-700	0,001	1,0
700-1 050		$10^{((700-\lambda)/500)}$
1 050-1 150		0,2
1 150-1 200		$0,2 \cdot 10^{0,02(1150-\lambda)}$
1 200-1 400		0,02

Đối với bức xạ nguồn được lấy trọng số, L_B , vượt quá $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$, thời gian phơi nhiễm lớn nhất cho phép, t_{\max} , phải được tính như sau:

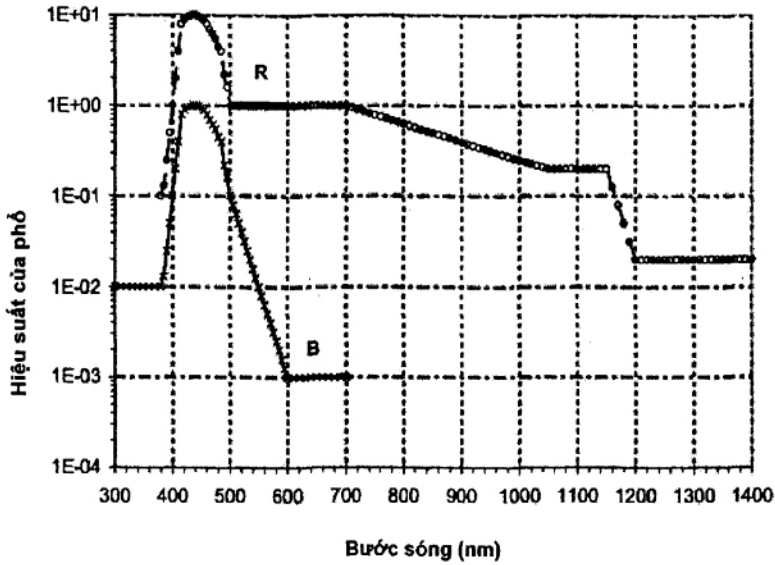
$$t_{\max} = \frac{10^6}{L_B} \text{ s} \quad (\text{đối với } t \leq 10^4 \text{ s}) \quad (4.6)$$

trong đó

t_{\max} là thời gian phơi nhiễm cho phép, tính bằng giây

L_B là bức xạ lấy trọng số theo nguy hiểm ánh sáng xanh.

CHÚ THÍCH 1: Bức xạ phổ L_λ phải được lấy trung bình trong trường nhìn hình nón tròn α_{eff} , như mô tả trong 4.2.2.



Hình 4.2 – Các hàm lấy trọng số phổ đối với các nguy hiểm võng mạc: B(λ) và R(λ)

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp nhiều thành phần nguồn không tiếp giáp nhau, tiêu chí này áp dụng cho một thành phần nguồn. Ngoài ra, nó áp dụng cho nguồn như một tổng thể khi sử dụng bức xạ trung bình trên toàn bộ nguồn đầy đủ.

4.3.4 Giới hạn phơi nhiễm nguy hiểm ánh sáng xanh lên võng mạc – nguồn nhỏ

Đối với nguồn sáng tương một góc nhỏ hơn 0,011 rad, các giới hạn của 4.3.3 dẫn đến công thức đơn giản hơn dựa trên độ chiếu xạ phổ khác với bức xạ phổ. Bằng cách sử dụng công thức 5.4 có thể cho thấy quan hệ giữa L và E, đối với góc tương 0,011 rad là hệ số xấp xỉ 10⁴. Do đó độ chiếu xạ phổ tại mắt E_λ, lấy trọng số theo hàm nguy hiểm ánh sáng xanh B(λ) (xem Bảng 4.2) không được vượt quá các mức xác định bởi:

$$E_B \cdot t = \sum_{300}^{700} \sum_t E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot B(\lambda) \cdot \Delta t \cdot \Delta \lambda \leq 100 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2} \text{ (đối với } t \leq 100 \text{ s)} \quad (4.7a)$$

$$E_B = \sum_{300}^{700} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta \lambda \leq 1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2} \text{ (đối với } t > 100 \text{ s)} \quad (4.7b)$$

trong đó

E_λ(λ, t) là độ chiếu xạ phổ, tính bằng W·m⁻²·nm⁻¹

B(λ) là hàm lấy trọng số theo nguy hiểm ánh sáng xanh

Δλ là băng tần, tính bằng nm

t là thời gian phơi nhiễm, tính bằng giây

Đối với nguồn có độ chiếu xạ được lấy trọng số theo ánh sáng xanh, E_B, vượt quá 0,01 W·m⁻², thời gian phơi nhiễm lớn nhất cho phép, t_{max}, phải được tính như sau:

$$t_{max} = \frac{100}{E_B} \text{ s (đối với } t \leq 100 \text{ s)} \quad (4.8)$$

trong đó

t_{\max} là thời gian phơi nhiễm cho phép, tính bằng giây

E_B là độ chiếu xạ lấy trọng số theo nguy hiểm ánh sáng xanh.

CHÚ THÍCH 1: Lưu ý là thời gian phơi nhiễm tại đó E_B không còn phụ thuộc vào thời gian là 100 s khác với 10 000 s được cho đối với L_B trong công thức 4.6. Lý do cho sự thay đổi này là đối với thời gian phơi nhiễm lớn hơn 100 s, giả thiết rằng đường kính của vùng được chiếu rọi của võng mạc tăng theo căn bậc hai bình phương của thời gian. Do đó độ chiếu xạ hiệu quả của võng mạc giảm và phơi nhiễm bức xạ võng mạc trở nên độc lập với thời gian phơi nhiễm từ 100 s đến 10 000 s do giả thiết sự di chuyển của mắt hướng theo nhiệm vụ. Đáp ứng này được thể hiện là E_B trên Hình 5.4.

CHÚ THÍCH 2: Đối với các thiết bị đo mắt hoặc đối với mắt được giữ ổn định trong quá trình phẫu thuật khi việc di chuyển của mắt được giảm thiểu hóa, thời gian phơi nhiễm được kéo dài đến 10 000 s. Điều này ngụ ý là trong các trường hợp như vậy, độ chiếu xạ lấy trọng số theo ánh sáng xanh cần $\leq 10^{-2} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, tức là nhỏ hơn 100 lần so với giá trị cho trong công thức (4.7 b).

4.3.5 Giới hạn phơi nhiễm nguy hiểm về nhiệt lên võng mạc

Để bảo vệ khỏi thương tổn về nhiệt lên võng mạc, bức xạ phổ tích hợp của nguồn sáng, L_λ , được lấy trọng số theo hàm trọng số nguy hiểm về nhiệt $R(\lambda)$ (từ Hình 4.2 và Bảng 4.2), tức là bức xạ được lấy trọng số theo nguy hiểm về nhiệt, không được vượt quá các mức được xác định bởi:

$$L_R = \sum_{380}^{400} L_\lambda \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda \leq \frac{50\,000}{\alpha \cdot t^{0,25}} \quad \text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1} \quad (10 \mu\text{s} \leq t \leq 10 \text{s}) \quad (4.9)$$

trong đó

L_λ là bức xạ phổ tính bằng $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{nm}^{-1}$

$R(\lambda)$ là hàm lấy trọng số theo nguy hiểm nhiệt

$\Delta\lambda$ là băng tần tính bằng nm

α là góc trường của nguồn, tính bằng radian

CHÚ THÍCH 1: L_λ phải được lấy trung bình trong trường nhìn hình nón tròn không nhỏ hơn 0,0017 rad và không lớn hơn 0,1 rad, kể cả góc.

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp nhiều thành phần nguồn không tiếp giáp nhau, tiêu chí này áp dụng cho một thành phần nguồn. Ngoài ra, nó áp dụng cho nguồn như một tổng thể khi sử dụng bức xạ trung bình trên toàn bộ nguồn đầy đủ.

4.3.6 Giới hạn phơi nhiễm nguy hiểm về nhiệt lên võng mạc – kích thích thị giác yếu

Đối với bóng đèn đốt nóng hồng ngoại hoặc nguồn gần hồng ngoại bất kỳ trong đó kích thích thị giác yếu là không đủ để kích hoạt phản ứng khó chịu, bức xạ gần hồng ngoại (780 nm đến 1 400 nm), L_{IR} , khi được quan sát bằng mắt trong thời gian phơi nhiễm lớn hơn 10 s phải được giới hạn ở:

TCVN 13079-1:2020

$$L_{IR} = \sum_{780}^{400} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda \leq \frac{6000}{\alpha} \quad \text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1} \quad (t > 10 \text{ s}) \quad (4.10)$$

trong đó

L_{λ} là bức xạ phổ, tính bằng $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{nm}^{-1}$

$R(\lambda)$ là hàm lấy trọng số theo nguy hiểm nhiệt

$\Delta\lambda$ là băng tần, tính bằng nm

t là thời gian phơi nhiễm, tính bằng giây

α là góc tương của nguồn, tính bằng radian

Kích thích thị giác yếu được xác định ở đây là kích thích có độ chói lớn nhất (lấy trung bình trên trường nhìn hình tròn tương một góc 0,011 rad) nhỏ hơn $10 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

CHÚ THÍCH 1: L_{λ} phải được lấy trung bình trong trường nhìn hình nón tròn không nhỏ hơn 0,011 rad và không lớn hơn 0,1 rad, kể cả góc.

CHÚ THÍCH 2: Giới hạn thể hiện trong công thức 4.11 a và b dựa trên đường kính đồng tử là 7 mm vì giả thiết rằng độ chói của nguồn là yếu. Đối với các trường hợp khi ánh sáng môi trường chỉ có thể cao, có thể giả thiết đường kính đồng tử 3 mm mà có nghĩa là EL có thể được điều chỉnh đến các giá trị cao hơn bởi bình phương tỷ số của các đường kính đồng tử (hệ số 5,5), tức là EL có thể được tăng lên thành $33\,000/\alpha \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ (xem 4.2.1).

4.3.7 Các giới hạn phơi nhiễm nguy hiểm bức xạ hồng ngoại đối với mắt

Để tránh thương tổn về nhiệt của giác mạc và các ảnh hưởng hiển thị có thể có do thủy tinh thể của mắt (đục nhân mắt), phơi nhiễm mắt với bức xạ hồng ngoại, E_{IR} , trên dải bước sóng 780 nm đến 3 000 nm, đối với thời gian nhỏ hơn 1 000 s, không được vượt quá:

$$E_{IR} = \sum_{780}^{3\,000} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq 18\,000 \cdot t^{-0,75} \quad \text{W}\cdot\text{m}^{-2} \quad (t \leq 1\,000 \text{ s}) \quad (4.11a)$$

Đối với thời gian lớn hơn 1 000 s, giới hạn trở thành:

$$E_{IR} = \sum_{780}^{3\,000} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq 100 \quad \text{W}\cdot\text{m}^{-2} \quad (t > 1\,000 \text{ s}) \quad (4.11b)$$

trong đó

E_{λ} là độ chiếu xạ phổ, tính bằng $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$

$\Delta\lambda$ là băng tần, tính bằng nm

t là thời gian phơi nhiễm, tính bằng giây

CHÚ THÍCH 1: Trong môi trường lạnh, các giới hạn đối với khoảng thời gian phơi nhiễm dài có thể được tăng lên thành $400 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ ở $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ và $300 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ ở $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ đối với các ứng dụng có sử dụng các nguồn hồng ngoại cho việc phát nóng bởi bức xạ.

CHÚ THÍCH 2: Sự góp phần của IR-C đã được tích hợp trong các giới hạn này đối với tất cả các nguồn nung sáng.

4.3.8 Giới hạn phơi nhiễm nguy hiểm về nhiệt đối với da

Phơi nhiễm bức xạ hồng ngoại và nhìn thấy (380 nm đến 3 000 nm) của da phải được giới hạn ở:

$$E_H \cdot t = \sum_{380}^{3000} \sum_t E_\lambda(\lambda, t) \cdot \Delta t \cdot \Delta \lambda \leq 20\,000 \cdot t^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \text{ (đối với } t \leq 10 \text{ s)} \quad (4.12)$$

trong đó

$E_\lambda(\lambda, t)$ là độ chiếu xạ phổ, tính bằng $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$

$\Delta \lambda$ là băng tần, tính bằng nm

t là thời gian phơi nhiễm, tính bằng giây

CHÚ THÍCH: Giới hạn phơi nhiễm này dựa trên thương tổn trên da do nhiệt độ mô tăng lên và chỉ áp dụng cho độ chiếu xạ trên diện tích nhỏ. Không cung cấp các giới hạn phơi nhiễm đối với các khoảng thời gian lớn hơn 10 s. Đau nghiêm trọng có thể xảy ra ở nhiệt độ da thấp hơn nhiệt độ cần thiết để gây thương tổn da, và phơi nhiễm của cá nhân thường sẽ được giới hạn ở sự thoải mái. Bức xạ trên diện tích rộng và ứng suất nhiệt không được đánh giá vì điều này liên quan đến việc xem xét sự trao đổi nhiệt giữa cá nhân và môi trường, hoạt động thể chất, và các yếu tố khác mà có thể không đưa vào tiêu chuẩn an toàn của sản phẩm, nhưng phải được đánh giá bởi tiêu chí ứng suất nhiệt của môi trường.

5 Phép đo bóng đèn và hệ thống bóng đèn

Phép đo bức xạ quang để tính các giá trị bức xạ quang sinh học đặt ra những thách thức đáng kể đối với bức xạ kế. Phổ tác động quang sinh học điển hình ví dụ như $S_{UV}(\lambda)$ có các giá trị thay đổi nhanh khi có sự thay đổi nhẹ của bước sóng. Ngoài ra, truyền dẫn bức xạ từ nguồn bóng đèn có vỏ bóng bằng thủy tinh có đầu ra tăng nhanh khi bước sóng tăng trong vùng có $S_{UV}(\lambda)$ giảm mạnh. Do đó vấn đề độ chính xác của các kết quả được lấy trọng số phải được xem xét kỹ lưỡng.

Trong khi các phép đo độ chiếu xạ được thực hiện thường xuyên, các phép đo bức xạ thực hiện không thường xuyên và thường khó để thực hiện, đặc biệt đối với các nguy hiểm quang sinh học, vì chúng liên quan đến trường nhìn mà thay đổi phụ thuộc vào việc đánh giá nguy hiểm.

Đối với các nguyên nhân này, được cho là cần thiết đưa vào những thảo luận khá dài về các điều kiện và quy trình cần thiết để thực hiện các phép đo phát xạ và sẽ được sử dụng để ấn định phân loại nhóm rủi ro của bóng đèn và hệ thống bóng đèn.

Cần lưu ý là các quy trình đo được mô tả trong tiêu chuẩn này được thiết kế để tính đến hiện tượng lý sinh. Cụ thể, chúng có thể liên quan đến việc lấy trung bình qua khẩu độ hoặc trường nhìn mà cần được xem là không phù hợp đối với các phép đo bức xạ quang nói chung. Tuy nhiên, các nguy hiểm có thể bị ước lượng quá mức nếu các giá trị đo không được lấy trung bình được so sánh với các giới hạn phơi nhiễm kỳ vọng.

Để cung cấp tốt hơn sự so sánh của các giới hạn phơi nhiễm khác nhau, được xây dựng trong 4.3, kể cả các ảnh hưởng của trường nhìn, tóm tắt cả dưới dạng bảng và hình vẽ được thể hiện ở cuối điều này. Do đó Hình 5.4 và Bảng 5.4 tổng hợp các giá trị lớn nhất đối với từng độ chiếu xạ dựa trên các đại

TCVN 13079-1:2020

lượng phơi nhiễm nguy hiểm như là hàm của thời gian phơi nhiễm, trong khi Hình 5.5 và Bảng 5.5 tổng hợp các đại lượng phơi nhiễm nguy hiểm (võng mạc) trên cơ sở bức xạ lớn nhất, cũng là hàm của thời gian phơi nhiễm.

CHÚ THÍCH: Dải bước sóng giới hạn trên để đánh giá nguy hiểm bất kỳ được cho là 3 000 nm trong Điều 1. Các phép đo độ chiếu xạ phổ hoặc bức xạ sử dụng máy đơn sắc thường khó để thực hiện trong IR, đặc biệt giữa 2 500 và 3 000 nm do thiếu đáp ứng tín hiệu và khó có được các nguồn được hiệu chuẩn. Tuy nhiên, không có hàm lấy trọng số nào được xác định ở các bước sóng lớn hơn 1 400 nm. Do đó các phép đo băng rộng các bước sóng giữa 1 400 nm và 3 000 nm là thích hợp để đánh giá các điều kiện nguy hiểm IR đối với mắt và da trong vùng này.

5.1 Điều kiện đo

Các điều kiện đo phải được báo cáo như một phần của đánh giá các giới hạn phơi nhiễm và ấn định phân loại rủi ro.

5.1.1 Luyện bóng đèn

Để duy trì đầu ra ổn định trong quá trình đo và cung cấp các kết quả tái lập được thì các bóng đèn phải được luyện trong thời gian thích hợp. Trong quá trình hoạt động ban đầu, đặc tính đầu ra bóng đèn sẽ thay đổi vì các thành phần của nó tiến gần đến cân bằng. Nếu các phép đo được thực hiện trên bóng đèn chưa qua luyện, sự thay đổi trong thời gian đo và giữa các phép đo có thể đáng kể. Vì quang thông của bóng đèn nhìn chung giảm theo tuổi thọ nên thời gian luyện cần ngắn để tạo ra các đánh giá nguy hiểm chính xác hơn.

Việc luyện bóng đèn phải được thực hiện như quy định trong tiêu chuẩn bóng đèn liên quan.

CHÚ THÍCH: Thời gian luyện đối với các bóng đèn phóng điện, ví dụ bóng đèn huỳnh quang hoặc bóng đèn phóng điện cường độ cao (HID) thường là 100 h, đối với các bóng đèn sợi đốt, thời gian này vào cỡ một phần trăm tuổi thọ danh định của bóng đèn. Tuy nhiên, các tiêu chí luyện này có thể khác đối với các ứng dụng cụ thể, ví dụ các bóng đèn solarium.

5.1.2 Môi trường thử nghiệm

Phép đo chính xác các nguồn sáng đòi hỏi môi trường có khống chế. Hoạt động của các nguồn và thiết bị đo bị ảnh hưởng bởi các yếu tố về môi trường. Ngoài ra, việc hình thành ozone trong phép đo có thể làm giảm độ chính xác và có thể đưa ra những nguy hiểm an toàn. Đối với các điều kiện thử nghiệm cụ thể, xem tiêu chuẩn bóng đèn liên quan hoặc khi không có các tiêu chuẩn này, xem các khuyến cáo của nhà chế tạo.

Nhiệt độ môi trường sẽ ảnh hưởng đáng kể đến đầu ra của các nguồn sáng nhất định; ví dụ, các bóng đèn huỳnh quang. Nhiệt độ môi trường trong đó thực hiện các phép đo phải được duy trì theo tiêu chuẩn bóng đèn thích hợp.

Đặc tính của một số nguồn sáng cũng bị ảnh hưởng lớn bởi gió lùa. Sự chuyển động của không khí trên bề mặt các bóng đèn thử nghiệm, không phải loại gây ra do đối lưu tự nhiên do bản thân đèn điện, cần

được giảm càng nhiều càng tốt phù hợp với các xem xét về an toàn (việc sản sinh ra ozone). Khi hệ thống cần thử nghiệm cung cấp các khóa liên động duy trì sự lưu thông, các phép đo phải được thực hiện với sự lưu thông đó.

5.1.3 Bức xạ bên ngoài

Cần thực hiện kiểm tra cẩn thận để đảm bảo các nguồn bức xạ bên ngoài và các phản xạ không bổ sung đáng kể vào kết quả đo. Thường sử dụng vách ngăn để giảm bức xạ bên ngoài. Lưu ý là các bề mặt đen có thể phản xạ bức xạ UV và bức xạ IR. Ngoài ra, bức xạ từ các vách ngăn nóng phải được xem xét trong các phép đo hồng ngoại do góc đầu vào lớn được tương bởi các vách ngăn.

5.1.4 Hoạt động của bóng đèn

Hoạt động của bóng đèn thử nghiệm phải được cung cấp theo tiêu chuẩn bóng đèn liên quan. Nếu không có tiêu chuẩn cho bóng đèn, cần sử dụng khuyến cáo của nhà chế tạo bóng đèn cho hoạt động.

5.1.5 Hoạt động của hệ thống bóng đèn

Nguồn công suất để cho bóng đèn thử nghiệm hoạt động phải được cung cấp theo tiêu chuẩn tương ứng. Nếu không có tiêu chuẩn nào để khống chế bộ điều khiển, cần sử dụng khuyến cáo của nhà chế tạo bóng đèn cho hoạt động.

5.2 Quy trình đo

5.2.1 Phép đo độ chiếu xạ

Bản mô tả cho trước được áp dụng cho cả phép đo độ chiếu xạ bằng rộng và độ chiếu xạ phổ. Thiết bị đo lý tưởng để đo độ chiếu xạ liên quan đến diện tích phẳng tròn là đầu thu đường kính D , đủ để đạt được tỷ số tín hiệu-tạp mong muốn và:

- nhận bức xạ trong hình nón tròn thẳng có đường đi qua tâm của nó vuông góc với bề mặt của diện tích đầu thu,
- có đáp tuyến góc trong không gian thay đổi là cosin của góc từ đường vuông góc với diện tích đầu thu,
- có đáp tuyến phổ không đổi theo vị trí trong phạm vi dải bước sóng quy định từ λ_1 đến λ_2 .

Trong tiêu chuẩn này, đường kính nhỏ nhất của khẩu độ đầu vào phải là 7 mm với đường kính khẩu độ đầu vào lớn nhất là 50 mm. Khẩu độ phẳng hình tròn đường kính 25 mm là thông dụng trên các quả cầu tích phân nhỏ, được khuyến cáo ở trên là đầu vào của đơn sắc kế. Khẩu độ có đường kính 25 mm được khuyến cáo cho các nguồn có dạng bức xạ quang đồng nhất trong không gian. Đối với các nguồn không tạo ra độ chiếu xạ đồng nhất trong không gian, ví dụ bóng đèn có cơ cấu phản xạ chùm tia hẹp, (cường độ) độ chiếu xạ đỉnh có thể cao hơn đáng kể so với giá trị đạt được bằng phép đo có sử dụng khẩu độ

TCVN 13079-1:2020

đường kính 25 mm chưa che hết. Trong các trường hợp này, khẩu độ của đầu thu cần được giới hạn ở khẩu độ đường kính 7 mm.

Hình 5.1 thể hiện dưới dạng hình vẽ các khái niệm chính liên quan đến việc thực hiện các phép đo độ chiếu xạ hoặc đo độ chiếu xạ phổ, nếu cần, kể cả khẩu độ để giới hạn trường nhìn ở góc một nửa, A, ở một số khoảng cách từ bộ nhận lớn so với đường kính đầu thu.

Phép đo được thực hiện ở vị trí của chùm tia cho số đọc lớn nhất. Thiết bị đo phải được hiệu chuẩn để đọc được công suất bức xạ tới tuyệt đối trên một đơn vị diện tích tiếp nhận.

CHÚ THÍCH 1: Từ quan điểm thực tế thay đổi khẩu độ đầu vào đòi hỏi công sức đáng kể trong việc hiệu chuẩn lại bức xạ kế hoặc quang phổ kế. Nếu đã biết sự thay đổi độ chiếu xạ theo khoảng cách thì phương pháp để đạt được yêu cầu về khẩu độ nhỏ hơn là di chuyển khẩu độ của đầu thu (giả thiết sử dụng đường kính 25 mm) ra xa nguồn để đo khoảng cách trong đó hình nón của khẩu độ 7 mm ở khoảng cách 200 mm đã che kín khẩu độ 25 mm, tức là khoảng cách khoảng 3,5 lần khoảng cách đánh giá tiêu chuẩn.

CHÚ THÍCH 2: Không nên lấy trung bình độ chiếu xạ đo được trên khẩu độ nhỏ hơn quy định, vì điều này có thể gây ra sự ước lượng quá mức của nguy hiểm. Kích cỡ nhỏ nhất của khẩu độ trung bình liên quan đến yếu tố sinh lý học và yếu tố phản xạ mà tạo ra việc lấy trung bình bức xạ tới trên diện tích bề mặt nhất định.

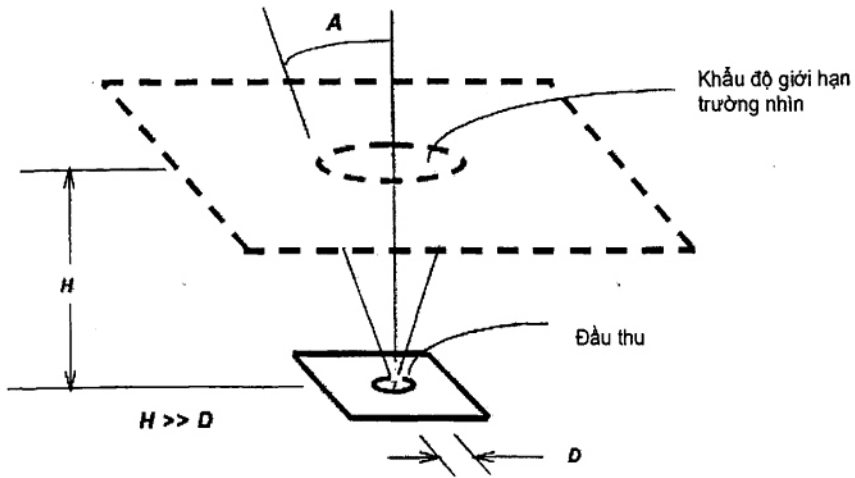
CHÚ THÍCH 3: Đối với một số nguyên nhân, kể cả sinh lý học của mắt, tất cả các mức phơi nhiễm bức xạ cực tím được thảo luận trong 4.3.1 và 4.3.2 áp dụng cho các nguồn tương một góc nhỏ hơn 80° (1,4 rad), tức là các nguồn trong phạm vi 40° xung quanh đường vuông góc với diện tích bị chiếu rọi. Do đó phát xạ từ các nguồn tương một góc lớn hơn chỉ cần được đo trên toàn bộ góc 80° .

Các phép đo độ chiếu xạ áp dụng cho các nguy hiểm dưới đây được mô tả trong 4.3.

- Giới hạn phơi nhiễm mắt từ 315 nm đến 400 nm, E_{UVA}
- Giới hạn phơi nhiễm nguy hiểm IR, E_{IR}
- Da – giới hạn phơi nhiễm nguy hiểm về nhiệt, E_H

Các phép đo độ chiếu xạ phổ áp dụng cho các nguy hiểm dưới đây cũng được mô tả trong 4.3.

- Giới hạn phơi nhiễm mắt và da từ 200 nm đến 400 nm, E_S
- Giới hạn phơi nhiễm nguy hiểm ánh sáng xanh lên võng mạc, E_B



Hình 5.1 – Sơ đồ đo độ chiếu xạ

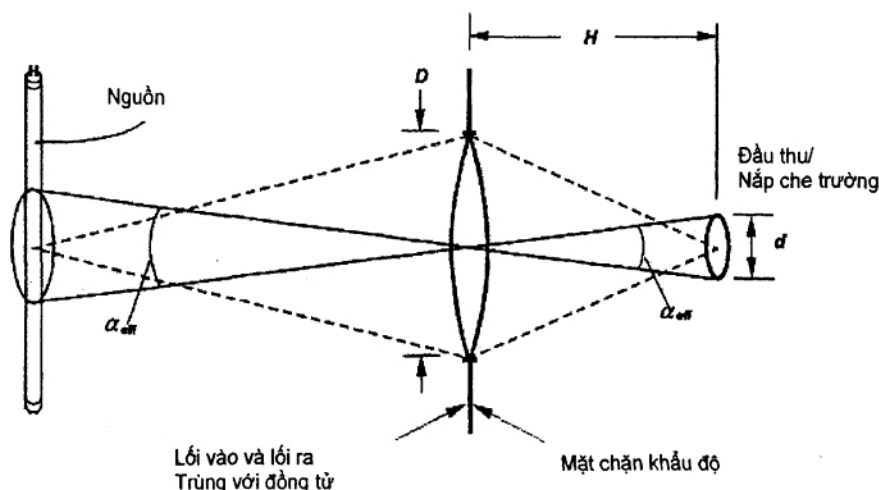
5.2.2 Phép đo bức xạ

5.2.2.1 Phương pháp tiêu chuẩn

Bản mô tả cho trước áp dụng cho các phép đo bức xạ bằng rộng và đo bức xạ phổ. Các phép đo phổ được thực hiện với hệ thống quang (xem Hình 5.2):

- Các ảnh của nguồn bức xạ lên đầu thu,
- Có nắp che trường tròn để thiết lập việc kéo dài góc quy định của trường nhìn lấy trung bình α_{eff} ,
- Có đồng tử tròn ở lối vào (mặt chặn khẩu độ) đóng vai trò là khẩu độ lấy trung bình trong phép đo độ chiếu xạ và đáp ứng yêu cầu tương tự nêu trong 5.2.1. Đối với các góc nhỏ, quan hệ giữa đường kính đầu thu và khoảng cách tiêu cự của cơ cấu tạo hình ảnh là $d = \alpha_{\text{eff}} \cdot H$.

Như với phép đo độ chiếu xạ, đường kính mặt chặn khẩu độ nhỏ nhất D , như thể hiện trên Hình 5.2, ứng với đường kính đồng tử 7 mm đối với các nguồn xung và là khẩu độ lấy trung bình được thừa nhận về lý sinh đối với các nguồn sóng liên tục trong đó đồng tử có thể nhỏ hơn nhưng sự di chuyển mắt và đầu cho phép lấy trung bình khẩu độ này. Như với phép đo độ chiếu xạ, mặt chặn khẩu độ có thể vượt quá 7 mm nếu biên dạng độ chiếu xạ tới đủ đồng nhất.



Hình 5.2 – Ví dụ về cơ cấu tạo hình ảnh dùng cho phép đo bức xạ

Thiết bị đo phải được hiệu chuẩn để đọc giá trị tuyệt đối của công suất bức xạ tới trên một đơn vị diện tích nhận và trên một đơn vị góc khối được lấy trung bình trong trường nhìn (FOV) của thiết bị đo.

CHÚ THÍCH: Không nên lấy trung bình của bức xạ đo được trên trường nhìn nhỏ hơn quy định vì điều này có thể gây ra sự ước lượng quá mức của nguy hiểm. Kích cỡ của khẩu độ trung bình liên quan đến việc kéo dài sự di chuyển của mắt làm phân bố công suất bức xạ của ảnh nguồn trên diện tích lớn hơn của võng mạc. Kích thước của trường nhìn lấy trung bình α_{eff} không phụ thuộc vào kích cỡ nguồn α . Đối với các nguồn trường một góc α nhỏ hơn trường nhìn quy định α_{eff} , giá trị bức xạ trung bình sẽ nhỏ hơn bức xạ vật lý thực tế của nguồn; tuy nhiên giá trị hiệu quả sinh học này là giá trị thích hợp cần so sánh với giới hạn phơi nhiễm.

Các phép đo bức xạ phổ áp dụng cho các nguy hiểm dưới đây cũng được mô tả trong 4.3.

- Giới hạn phơi nhiễm nguy hiểm ánh sáng xanh lên võng mạc, L_B
- Giới hạn phơi nhiễm nhiệt lên võng mạc, L_R
- Giới hạn phơi nhiễm nhiệt lên võng mạc – Kích thích thị giác yếu, L_{IR}

5.2.2.2 Phương pháp thay thế

Các phép đo bức xạ có thể được khái niệm hóa như phép đo độ chiếu xạ được thực hiện với trường nhìn đã được xác định trong đó giá trị độ chiếu xạ đo được được chia bởi trường nhìn của phép đo để đạt được giá trị bức xạ. Một cách khác thay cho bố trí bức xạ tạo ảnh (nêu trên), bố trí đo độ chiếu xạ với nắp che trường tròn được đặt tại nguồn có thể được sử dụng để thực hiện các phép đo bức xạ (Hình 5.3). Kích thước của nắp che trường, F , và khoảng cách của nắp che trường đến mặt chặn khẩu độ, r , sẽ xác định trường nhìn, tức là:

$$\gamma = Fr \tag{5.1}$$

Bố trí này ngụ ý là nắp che trường có thể được đặt đủ gần với nguồn biểu kiến để tạo ra trường nhìn cần thiết.

Quan hệ giữa độ rộ đo được, E , và bức xạ của nguồn, L , đối với phát hiện vuông góc với diện tích nguồn, ($\theta = 0$ trong định nghĩa 3.31), đối với các góc nhỏ, được cho bởi:

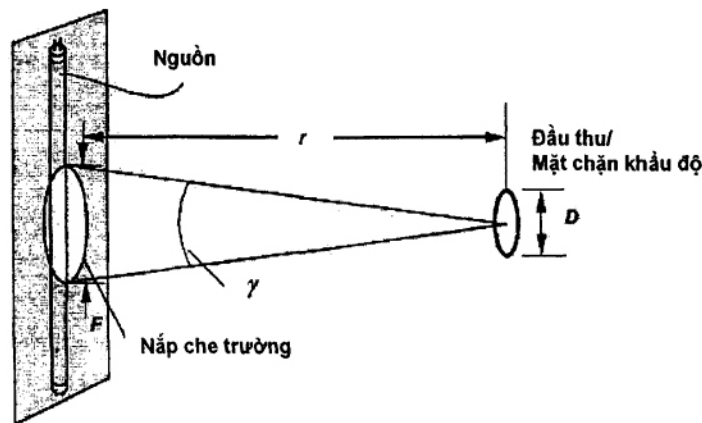
$$E = L \cdot \Omega \quad (5.2)$$

trong đó Ω là góc tính bằng sr là trường nhìn của phép đo, tức là góc khối được tương bởi góc phẳng, γ , tính bằng radian, được thể hiện trên Hình 5.3. Ngoài ra, đối với các góc nhỏ, quan hệ giữa góc phẳng γ và góc khối Ω là:

$$\Omega = \frac{\pi \gamma^2}{4} \quad (5.3)$$

Do đó bằng cách sử dụng các kích thước thể hiện trên Hình 5.3, độ chiếu xạ của bức xạ nguồn được cho bởi:

$$E = L \cdot \frac{\pi \gamma^2}{4} = L \cdot \frac{\pi F^2}{4r^2} \quad (5.4)$$



Hình 5.3 – Kỹ thuật bức xạ thay thế

Khi sử dụng các phép đo độ chiếu xạ để có được các giá trị bức xạ so sánh với nguy hiểm cho trước, đường kính nắp che trường, F , phải được đặt sao cho

$$\gamma = \alpha_{\text{eff}} \quad (5.5)$$

CHÚ THÍCH: Giới hạn độ chiếu xạ nguồn nhỏ nguy hiểm ánh sáng xanh tương đương với giới hạn bức xạ đối với trường nhìn lấy trung bình của phép đo quy định. Giới hạn độ chiếu xạ được suy ra bằng cách nhân giới hạn bức xạ với trường nhìn lấy trung bình của phép đo sử dụng công thức 5.4.

5.2.3 Đo kích cỡ nguồn

Việc xác định α , góc được tương bởi nguồn, đòi hỏi xác định các điểm phát xạ 50 % của nguồn. Các phương pháp chung sử dụng camera chụp ảnh hoặc camera bán dẫn chỉ nên sử dụng sau khi kiểm tra

TCVN 13079-1:2020

xác nhận rằng độ đồng nhất phổ là đủ để đảm bảo việc sử dụng bức xạ nhìn thấy là analog đối với bức xạ hồng ngoại. Sự thay đổi trong phổ ngang qua nguồn có thể dẫn đến các kích cỡ khác nhau trong các vùng khác nhau của phổ. (Xem Sliney and Wolbarsht, 1980, Điều 12.6.6)

5.2.4 Phép đo độ rộng xung đối với các nguồn xung

Việc xác định Δt , khoảng thời gian xung danh nghĩa của nguồn, đòi hỏi xác định thời gian trong đó phát xạ > 50 % giá trị đỉnh của nó. Các phương pháp chung, ví dụ sử dụng tế bào quang cùng với máy hiện sóng, cần được áp dụng chỉ sau khi đã kiểm tra xác nhận rằng độ đồng nhất phổ là đủ để đảm bảo việc sử dụng bức xạ nhìn thấy là analog đối với bức xạ UV hoặc IR. Sự thay đổi phổ trong xung có thể dẫn đến các độ rộng xung trong các vùng khác nhau của phổ.

5.3 Phương pháp giải tích

5.3.1 Nội suy đường cong trọng số

Các đường cong trọng số được xác định trong Bảng 4.1, thường không đủ quyết định để thực hiện các tính toán phát xạ nguồn có trọng số. Các hàm thường tuyến tính một cách thỏa đáng trong vùng bất kỳ trên tọa độ semi-log. Do đó để tiêu chuẩn hóa các giá trị nội suy, sử dụng nội suy tuyến tính trên log của các giá trị cho trước để đạt được các điểm trung gian ở các khoảng bước sóng mong muốn, ví dụ một khoảng nano mét khuyến cáo. Đối loga của các số được nội suy sẽ cho các giá trị cần thiết cho các hệ số trọng số nội suy.

5.3.2 Tính toán

Tính toán các giá trị nguy hiểm của nguồn phải được thực hiện bằng cách lấy trọng số quét phổ bởi hàm số thích hợp và tính tổng năng lượng được lấy trọng số. Để cung cấp phương pháp có thể tái lập, tiêu chuẩn này đề xuất nội suy hoặc cộng với một nano mét (1 nm) đối với các phổ dưới 400 nm. Lấy trọng số và lấy tổng khi đó được thực hiện ở độ phân giải 1 nm này. Trên 400 nm, nên lấy cỡ bước là 5 nm.

5.3.3 Độ không đảm bảo đo

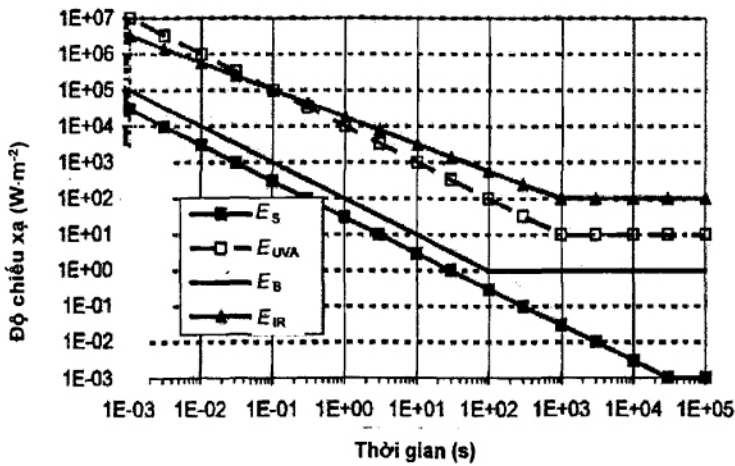
Chất lượng của tất cả các kết quả đo phải được định lượng bằng phân tích độ không đảm bảo đo. Tất cả các kết quả được tính toán phải được đi kèm với các giá trị độ không đảm bảo đo phù hợp với hướng dẫn trong tài liệu viện dẫn. Độ không đảm bảo đo của từng kết quả sẽ được ghi lại là độ không đảm bảo đo mở rộng, được tính từ độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn kết hợp, u_c , bằng cách sử dụng hệ số phủ, $k = 2$, như định nghĩa trong hướng dẫn của ISO liệt kê trong Điều 2. Các giá trị độ không đảm bảo đo cần được truyền từ các độ không đảm bảo đo hiệu chuẩn, thông qua các tính toán và bao gồm tất cả các nguồn như mô tả trong Phụ lục C.

Bảng 5.4 – Tổng hợp các mức phơi nhiễm đối với bề mặt da hoặc giác mạc
(các giá trị dựa trên độ chiếu xạ)

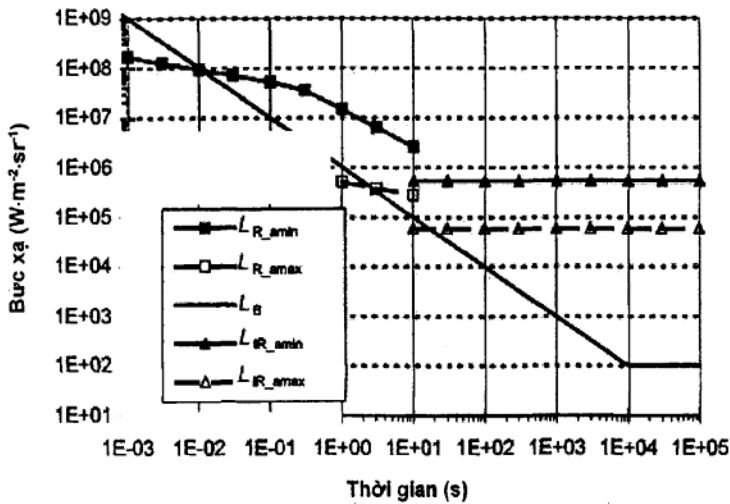
Nguy hiểm	Công thức liên quan	Dài bước sóng nm	Thời gian phơi nhiễm s	Khẩu độ giới hạn rad (độ)	EL đối với độ chiếu xạ không đổi W.m ⁻²
UV quang hóa da và mắt	$E_S = \sum E_\lambda \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	200 – 400	< 30 000	1,4 (80)	30/t
UV-A mắt	$E_{UVA} = \sum E_\lambda \cdot S\Delta\lambda$	315 – 400	≤ 1 000 > 1 000	1,4 (80)	10 000/t 10
Nguồn nhỏ ánh sáng xanh	$E_B = \sum E_\lambda \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	300 – 700	≤ 100 > 100	< 0,011	100/t 1,0
IR mắt	$E_{IR} = \sum E_\lambda \cdot \Delta\lambda$	780 – 3 000	≤ 1 000 > 1 000	1,4 (80)	18 000/t ^{0,75} 100
Nhiệt trên da	$E_H = \sum E_\lambda \cdot \Delta\lambda$	380 – 3 000	< 10	2π sr	20 000/t ^{0,75}

Bảng 5.5 – Tổng hợp các mức phơi nhiễm đối với võng mạc
(các giá trị dựa trên bức xạ)

Nguy hiểm	Công thức liên quan	Dài bước sóng nm	Thời gian phơi nhiễm s	Trường nhìn radian	EL đối với độ chói bức xạ không đổi W.m ⁻² .sr ⁻¹
Ánh sáng xanh	$L_B = \sum L_\lambda \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	300 – 700	0,25 – 10 10 – 100 100 – 10 000 ≥ 10 000	0,011·√(t/10) 0,011 0,011·√t 0,1	10 ⁶ /t 10 ⁶ /t 10 ⁶ /t 100
Nhiệt lên võng mạc	$L_R = \sum L_\lambda \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	380 – 1 400	< 0,25 0,25 – 10	0,0017 0,011·√(t/10)	50 000/(α·t ^{0,25}) 50 000/(α·t ^{0,25})
Nhiệt lên võng mạc (kích thích thị giác yếu)	$L_{IR} = \sum L_\lambda \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	780 – 1 400	> 10	0,011	6 000/α



Hình 5.4 – Giới hạn phơi nhiễm độ chiếu xạ được lấy trọng số theo thời gian đối với phơi nhiễm không đổi



Hình 5.5 – Giới hạn phơi nhiễm bức xạ được lấy trọng số theo thời gian đối với phơi nhiễm không đổi

6 Phân loại bóng đèn

Vì bóng đèn có thể nguy hiểm từ một vài khía cạnh nên kế hoạch phân loại là hữu ích. Đối với mục đích của tiêu chuẩn này, phải báo cáo các giá trị dưới đây:

- đối với bóng đèn được thiết kế cho chiếu sáng thông dụng (GLS), xem định nghĩa 3.11, các giá trị nguy hiểm phải được ghi lại là giá trị độ chiếu xạ hoặc giá trị bức xạ ở khoảng cách tạo ra độ chiếu xạ 500 lux, nhưng ở khoảng cách không nhỏ hơn 200 mm;

– đối với tất cả các nguồn sáng khác, kể cả các nguồn xung, các giá trị nguy hiểm phải được ghi lại ở khoảng cách 200 mm.

Điều này liên quan đến phân loại bóng đèn. Tuy nhiên hệ thống phân loại tương tự có thể áp dụng được cho đèn điện hoặc các hệ thống khác chứa các bóng đèn đang hoạt động. Đối với các bóng đèn được thiết kế cho chiếu sáng thông dụng, khoảng cách tại đó thực hiện các phép đo độ chiếu xạ sẽ do tổ chức thử nghiệm quyết định.

Kế hoạch phân loại chỉ chỉ ra rủi ro tiềm ẩn. Tùy thuộc vào việc sử dụng các yếu tố, thời gian phơi nhiễm, và ảnh hưởng của đèn điện, các nguy hiểm tiềm ẩn này có thể hoặc không thể thực sự trở thành các nguy hiểm thực. Bảng 6.1 tổng hợp các giới hạn phát xạ độ chiếu xạ và giới hạn phát xạ bức xạ đối với từng nguy hiểm được thảo luận trong Điều 4.3 đối với từng phân loại nhóm rủi ro.

CHÚ THÍCH: Trong một số trường hợp, cùng một bóng đèn có thể được sử dụng ở cả ứng dụng chiếu sáng thông dụng và chiếu sáng đặc biệt và trong các trường hợp như vậy cần đánh giá và phân loại theo ứng dụng dự kiến.

6.1 Bóng đèn sáng liên tục

6.1.1 Nhóm loại trừ

Cơ sở cho việc phân loại nhóm loại trừ là bóng đèn không tạo ra nguy hiểm quang sinh học bất kỳ đối với các điểm cuối trong tiêu chuẩn này. Yêu cầu này được đáp ứng bởi bóng đèn bất kỳ không tạo ra

- nguy hiểm cực tím quang hóa (E_S) trong phơi nhiễm 8 h (30 000 s), và
- nguy hiểm cận UV (E_{UVA}) trong vòng 1 000 s (khoảng 16 min), và
- nguy hiểm ánh sáng xanh lên võng mạc (L_B) trong vòng 10 000 s (khoảng 2,8 h), và
- nguy hiểm nhiệt lên võng mạc (L_R) trong vòng 10 s, và
- nguy hiểm bức xạ hồng ngoại đối với mắt (E_{IR}) trong vòng 1 000 s.

Các bóng đèn này thuộc nhóm loại trừ.

Ngoài ra, các bóng đèn phát bức xạ hồng ngoại mà không có kích thích thị giác mạnh (tức là nhỏ hơn $10 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$) và không tạo ra nguy hiểm cận hồng ngoại lên võng mạc (L_R) trong vòng 1 000 s cũng thuộc nhóm loại trừ.

6.1.2 Nhóm rủi ro 1 (rủi ro thấp)

Cơ sở cho việc phân loại này là bóng đèn không tạo ra nguy hiểm do giới hạn phản ứng bình thường với phơi nhiễm. Yêu cầu này được đáp ứng bởi bóng đèn bất kỳ vượt quá giới hạn đối với nhóm loại trừ nhưng không tạo ra

- nguy hiểm cực tím quang hóa (E_S) trong vòng 10 000 s, và
- nguy hiểm cận UV (E_{UVA}) trong vòng 300 s, và

TCVN 13079-1:2020

- nguy hiểm ánh sáng xanh lên võng mạc (L_B) trong vòng 100 s, và
- nguy hiểm nhiệt lên võng mạc (L_R) trong vòng 10 s, và
- nguy hiểm bức xạ hồng ngoại đối với mắt (E_{IR}) trong vòng 100 s.

Các bóng đèn này thuộc nhóm 1 (rủi ro thấp).

Ngoài ra, các bóng đèn phát bức xạ hồng ngoại mà không có kích thích thị giác mạnh (tức là nhỏ hơn $10 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$) và không tạo ra nguy hiểm cận hồng ngoại lên võng mạc (L_{IR}) trong vòng 100 s cũng thuộc nhóm nhóm 1 (rủi ro thấp).

6.1.3 Nhóm rủi ro 2 (rủi ro trung bình)

Cơ sở cho việc phân loại nhóm rủi ro 2 (rủi ro trung bình) là bóng đèn không tạo ra nguy hiểm do phản ứng khó chịu với các nguồn ánh sáng rất mạnh hoặc do khó chịu về nhiệt. Yêu cầu này được đáp ứng bởi bóng đèn bất kỳ vượt quá giới hạn đối với nhóm rủi ro 1 (rủi ro thấp) nhưng không tạo ra

- nguy hiểm cực tím quang hóa (E_S) trong vòng 1 000 s, và
- nguy hiểm cận UV (E_{UVA}) trong vòng 100 s, và
- nguy hiểm ánh sáng xanh lên võng mạc (L_B) trong vòng 0,25 s (phản ứng khó chịu), và
- nguy hiểm nhiệt lên võng mạc (L_R) trong vòng 0,25 s (phản ứng khó chịu), và
- nguy hiểm bức xạ hồng ngoại đối với mắt (E_{IR}) trong vòng 10 s.

Các bóng đèn này thuộc nhóm 2 (rủi ro trung bình).

Ngoài ra, các bóng đèn phát bức xạ hồng ngoại mà không có kích thích thị giác mạnh (tức là nhỏ hơn $10 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$) và không tạo ra nguy hiểm cận hồng ngoại lên võng mạc (L_{IR}) trong vòng 10 s cũng thuộc nhóm nhóm 2 (rủi ro trung bình).

6.1.4 Nhóm rủi ro 3 (rủi ro cao)

Cơ sở cho việc phân loại nhóm rủi ro 3 (rủi ro cao) là bóng đèn có thể tạo ra nguy hiểm ngay cả với phơi nhiễm thoáng qua hoặc phơi nhiễm ngắn. Bóng đèn vượt quá giới hạn đối với nhóm rủi ro 2 (rủi ro trung bình) sẽ thuộc nhóm rủi ro 3 (rủi ro cao).

6.2 Bóng đèn xung

Tiêu chí bóng đèn xung phải áp dụng cho xung đơn và cho nhóm các xung trong vòng 0,25 s.

Bóng đèn xung phải được đánh giá ở tải năng lượng danh nghĩa cao nhất như quy định bởi nhà chế tạo.

Phơi nhiễm bức xạ lấy trọng số liên quan, (H hoặc $E\cdot t$) hoặc liều bức xạ lấy trọng số tích phân thời gian, ($L\cdot t$), đối với từng xung phải đạt được bằng cách tích phân độ chiếu xạ hoặc bức xạ lấy trọng số phát ra từ nguồn trên toàn bộ độ rộng xung, với thời tích phân được giới hạn ở giá trị lớn nhất là 0,25 s. Phơi

nhiểm bức xạ lấy trọng số hoặc liều bức xạ lấy trọng số tính được phải được so sánh với các giới hạn phơi nhiễm (EL) cho trong 4.3 đối với từng nguy hiểm quang sinh học được đánh giá.

CHÚ THÍCH: Các giá trị bức xạ lấy trọng số phải được lấy trung bình trên trường nhìn trong hình nón tròn là 0,0017 radian kể cả góc như thảo luận trong 4.2.2.

Việc xác định nhóm rủi ro của bóng đèn cần thử nghiệm phải được thực hiện như sau:

- Bóng đèn vượt quá giới hạn phơi nhiễm phải được phân loại là nhóm rủi ro 3 (rủi ro cao).
- Đối với các bóng đèn xung đơn, bóng đèn có phơi nhiễm bức xạ lấy trọng số hoặc liều bức xạ lấy trọng số thấp hơn EL phải được phân loại là nhóm loại trừ.
- Đối với các bóng đèn xung lặp lại, bóng đèn có phơi nhiễm bức xạ lấy trọng số hoặc liều bức xạ lấy trọng số thấp hơn EL phải được đánh giá bằng cách sử dụng tiêu chí rủi ro sóng liên tục được thảo luận trong 6.1 có sử dụng các giá trị lấy trung bình theo thời gian của phát xạ xung.

Bảng 6.1 – Các giới hạn phát xạ đối với nhóm rủi ro của bóng đèn sóng liên tục

Rủi ro	Phổ hoạt động	Ký hiệu	Giới hạn phát xạ			Đơn vị
			Loại trừ	Rủi ro thấp	Rủi ro trung bình	
UV quang hóa	$S_{UV}(\lambda)$	E_s	0,001	0,003	0,03	$W \cdot m^{-2}$
Cận UV		E_{UVA}	10	33	100	$W \cdot m^{-2}$
Ánh sáng xanh	$B(\lambda)$	L_B	100	10 000	4 000 000	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
Ánh sáng xanh, nguồn nhỏ	$B(\lambda)$	E_B	1,0*	1,0	400	$W \cdot m^{-2}$
Nhiệt võng mạc	$R(\lambda)$	L_R	28 000/ α	28 000/ α	71 000/ α	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
Nhiệt võng mạc, kích thích thị giác yếu**	$R(\lambda)$	L_{IR}	6 000/ α	6 000/ α	6 000/ α	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
Bức xạ IR, mắt		E_{IR}	100	570	3 200	$W \cdot m^{-2}$

* Nguồn nhỏ được xác định là nguồn có $\alpha < 0,011$ rad. Trường nhìn lấy trung bình ở 10 000 s là 0,1 rad.
 ** Liên quan đến việc đánh giá nguồn không dùng cho chiếu sáng thông dụng.

Phụ lục A

(tham khảo)

Tổng hợp các tác động sinh học

Tờ dữ liệu số 1 về tác động sinh học: đục thủy tinh thể hồng ngoại

- A.1 Tác động sinh học: Đục thủy tinh thể hồng ngoại còn được gọi là "đục thủy tinh thể do nhiệt công nghiệp", "đục thủy tinh thể của thợ lò" hoặc "đục thủy tinh thể của thợ thổi thủy tinh".
- A.1.1 Cơ quan/Vị trí: Mắt/thủy tinh thể.
- A.1.2 Dải phổ: 700 nm đến 1 400 nm và có thể đến 3 000 nm
- A.1.3 Đỉnh của phổ tác động: Chưa biết; có thể trong khoảng từ 900 nm đến 1 000 nm.
- A.1.4 Tình trạng hiểu biết: Dữ liệu ngưỡng giới hạn có sẵn đối với bệnh đục thủy tinh thể nghiêm trọng của thỏ ở 1 064 nm (Wolbarsht, 1992) và vùng IR-A (Pitts and Cullen, 1981); chưa có dữ liệu về con người. Cấp độ cộng dồn và phổ tác động là chưa biết. Bằng chứng tốt về dịch tế học (Goldmann, 1993).
- A.1.5 Tiến trình thời gian: Đục thủy tinh thể đáng kể thường xảy ra sau nhiều năm phơi nhiễm thường xuyên mức độ cao, thời gian bao lâu tùy thuộc vào chênh lệch giữa mức phơi nhiễm và ngưỡng, các phơi nhiễm mạnh tạo ra phản ứng trong thời gian ngắn nhất.
- A.1.6 Cơ chế: Nhìn chung được cho là do nhiệt, mặc dù bằng chứng gần đây gợi ý đến phản ứng quang hóa có thể có – chưa hiểu được chi tiết. Thủy tinh thể có thể bị đốt nóng bởi độ chiếu xạ trực tiếp (Vogt, 1919) hoặc bởi nhiệt dẫn từ mống mắt bị đốt nóng (Goldmann, 1983).
- A.1.7 Triệu chứng: Nhìn mờ
- A.1.8 Thông tin cần thiết: Phổ tác động, nếu có, đối với phơi nhiễm bức xạ nghiêm trọng và phơi nhiễm bức xạ cực tím đồng thời; cộng dồn nhiều phơi nhiễm và khả năng tác động chậm trễ từ phơi nhiễm tái diễn.
- A.1.9 Kinh nghiệm với các bóng đèn: Tổn thương ngẫu nhiên là chưa biết, ngay cả do phơi nhiễm với các bóng đèn phát nhiệt. Lượng người bị phơi nhiễm hạn chế.
- A.1.10 Tài liệu tham khảo chính
- GOLDMANN, H. Experimentelle Untersuchungen über die Genese des Feuerstars. 111 Mitteilung. Die Physik des Feuerstars I. Teil. *Arch. für Ophthalmol.*, **130**, 93-130 (1983).
- LYDAHL, E. Infrared Radiation and Cataract. *Acta Ophthalmologica*, Suppl. **166**, 1-63 (1984).
- PITTS, D.G. and CULLEN, A.P. Determination of Infrared Radiation Levels for Acute Ocular Cataractogenesis. *von Graefes Arch. Ophthal.*, **217**, 285-297 (1981).

SLINEY, D.H. and WOLBARSH, M.L. *Safety with Lasers and Other Optical Sources*. New York, Plenum, (1980).

VOGT, A. Experimentelle Erzeugung von Katarakt durch isoliertes kurzwelliges Ultrarot, dem Rot beigemischt ist. *Klin. Mb/ Augenheilk.*, **63**, 230-231 (1919).

WOLBARSH, M.L. Cataract from Infrared Lasers: Evidence for Photochemical Mechanisms. *Lasers and Light Ophthalmology*, **4**, 91-96 (1992).

TỜ DỮ LIỆU SỐ 2 về tác động sinh học: viêm giác mạc do ánh sáng

A.2 Tác động sinh học: Viêm giác mạc do ánh sáng

A.2.1 Cơ quan/Vị trí: Mắt/giác mạc.

A.2.2 Dải phổ: (180-200) nm đến (400-420) nm; chủ yếu là 200-300 nm.

A.2.3 Đỉnh của phổ tác động: Xấp xỉ 270 nm (Pitts, 1971); xấp xỉ 288 nm (Cogan and Kinsey, 1946)

A.2.4 Tình trạng hiểu biết: Có sẵn các dữ liệu ngưỡng đối với thỏ (200 nm đến 400 nm); đối với khỉ (200 nm đến 320 nm); đối với người (200 nm đến 300 nm). Dữ liệu từ các phòng thí nghiệm khác nhau nhìn chung đồng thuận cao.

A.2.5 Tiến trình thời gian: Phản ứng đáng kể nhìn chung bị trễ từ 4 đến 12 giờ sau khi phơi nhiễm, thời gian bao lâu tùy thuộc vào chênh lệch giữa mức phơi nhiễm và ngưỡng, các phơi nhiễm mạnh tạo ra phản ứng trong thời gian ngắn nhất; mất đi sau 24 đến 48 h, ngoại trừ đối với các phơi nhiễm cực kỳ nghiêm trọng.

A.2.6 Cơ chế: Phản ứng quang hóa khởi động chuỗi phản ứng sinh học; chưa hiểu biết chi tiết.

A.2.7 Triệu chứng: "Cát trong mắt", co thắt mí mắt (đột ngột, trầm trọng, co cơ mí mắt ngẫu nhiên), nhìn hơi mờ; phản ứng ở khe mí mắt (khe hở giữa mí trên và mí dưới).

A.2.8 Thông tin cần thiết: độ phân giải cao hơn của các ngưỡng trong dải từ 305 nm đến 320 nm; có khả năng tác động trễ do tái phơi nhiễm.

A.2.9 Kinh nghiệm với các bóng đèn: Không có phơi nhiễm ngẫu nhiên không phổ biến bởi các bóng đèn khử trùng và các bóng đèn thủy ngân và bóng đèn xenon hồ quang, mà không chỉ trong các ứng dụng đặc biệt. Lượng người phơi nhiễm hạn chế.

A.2.10 Tài liệu tham khảo chính

COGAN, D.G. and KINSEY, V.E. Action Spectrum of Keratitis Produced by Ultraviolet Radiation. *Arch. Ophthalmol.*, **35**, 670-617 (1946).

HEDBLUM, E.E. Snowscape Eye Protection. *Arch. Environ. Health*, **2**, 685-704 (1961).

LEACH, W. M. *Biological Aspects of Ultraviolet Radiation, A Review of Hazards*. BRH/DBE 70-3, U.S. Public Health Service, Bureau of Radiological Health, Rockville, Maryland (Sept. 1970).

TCVN 13079-1:2020

MACKEEN, D., FINE, S., AARON, A., and FINE, B.S. Preventable Hazards at UV Wavelengths. *Laser Focus*, 7(4), 29 (1971).

PITTS, D.G. and TREDICI, T.J. The Effects of Ultraviolet on the Eye. *Amer. Ind. Hyg. Ass. J.* 32(4), 235-246 (1971).

Tờ dữ liệu số 3 về tác động sinh học: viêm võng mạc do ánh sáng

- A.3 Tác động sinh học: Viêm võng mạc hoặc "tổn thương võng mạc do ánh sáng xanh"
- A.3.1 Cơ quan/Vị trí: Mắt/võng mạc.
- A.3.2 Dải phổ: 400 nm đến 700 nm (chủ yếu là 400-500 nm) ở mắt phakic (còn nguyên thủy tinh thể); 310 nm đến 700 nm ở mắt aphakic (loại bỏ thủy tinh thể) (chủ yếu là 310 đến 500 nm).
- A.3.3 Đỉnh của phổ tác động: Xấp xỉ 445 nm (Ham, 1976); xấp xỉ 310 nm ở mắt aphakic (Ham, 1980) ở khi rezut (khi nâu).
- A.3.4 Tình trạng hiểu biết: Có sẵn các dữ liệu ngưỡng đối với khi và một số dữ liệu chứng thực đối với người ở các bước sóng laser được sử dụng trong y tế và từ quan sát ngẫu nhiên mặt trời hoặc hồ quang hàn.
- A.3.5 Tiến trình thời gian: Cơ chế tổn thương này chiếm ưu thế so với tổn thương bởi nhiệt chỉ đối với các phơi nhiễm bước sóng dài (lớn hơn 10 s). Phản ứng đáng kể nhìn chung bị trễ 12 giờ sau khi phơi nhiễm, thời gian bao lâu tùy thuộc vào chênh lệch giữa mức phơi nhiễm và ngưỡng, các phơi nhiễm mạnh tạo ra phản ứng trong thời gian ngắn nhất; phản ứng mạnh nhất thường được ghi lại ở 48 h. Một số phục hồi được ghi lại trong các phơi nhiễm ngẫu nhiên của người với hồ quang và nhìn trực diện vào mặt trời.
- A.3.6 Cơ chế: Phản ứng quang hóa khởi động chuỗi phản ứng sinh học, hình như tập trung ở biểu mô sắc tố võng mạc; chưa hiểu biết chi tiết.
- A.3.7 Triệu chứng: "Điểm mù", hoặc ám điểm trong đó cung sáng được tạo ảnh trên võng mạc. Tổn thương võng mạc có thể nhìn thấy (thường bị khử sắc tố do ánh sáng xanh hoặc tăng sắc tố do một số bước sóng cực tím) được nhìn thấy khi kiểm tra mắt trong vòng 48 h sau khi phơi nhiễm. Mất thị giác có thể là vĩnh viễn, mặc dù có ghi nhận sự phục hồi ở những trường hợp nhẹ.
- A.3.8 Thông tin cần thiết: có nhiều kiến thức về cơ chế gây thương tổn; dữ liệu ở 400 nm đến 450 nm đối với thời gian phơi nhiễm nhỏ hơn 10 s; dữ liệu về việc cộng dồn nhiều phơi nhiễm và khả năng tác động trễ do tái phơi nhiễm ở các mức thấp hơn ngưỡng nghiêm trọng.
- A.3.9 Kinh nghiệm với các bóng đèn: Rất hiếm hoặc chưa được báo cáo về các tổn thương do phơi nhiễm quá mức khi nhìn trực diện vào bóng đèn. Phản ứng khó chịu tự nhiên thường hạn chế phơi nhiễm ngăn ngừa viêm võng mạc do ánh sáng. Lượng người phơi nhiễm tiềm ẩn hạn chế.

A.3.10 Tài liệu tham khảo chính

- HAM, W.T. Jr, MUELLER, H.A., and SLINEY, D.H. Retinal Sensitivity to Damage by ShortWavelength Light. *Nature*, **260(5547)**, 153-155 (1976).
- HAM, W.T. Jr, RUFFOLO, J.J. Jr, MUELLER, H.A., and GUERRY, D. The Nature of Retinal Radiation Damage: Dependence on Wavelength, Power Level and Exposure Time. *Vision Res.*, **20(12)**, 1105-1111 (1980).
- MAINSTER, M.A. Spectral Transmission of Intraocular Lenses and Retinal Damage from Intense Light Sources. *Am. J. Ophthalmol.*, **85**, 167-170 (1978).
- MARSHALL, J. Light Damage and the Practice of Ophthalmology. In: *Intraocular Lens Implantation*, Rosen E., Arnott, E., and Haining, W. (eds). London, Moseby-Yearbook, Ltd. (1983).
- PITTS, D.G. The Human Ultraviolet Action Spectrum. *American Journal Optom. Physiol. Opt.*, **51**, 946-960 (1974).
- SLINEY, D.H. Eye Protective Techniques for Bright Light. *Ophthalmology*, **90(8)**, 937-944 (1983).
- SLINEY, D.H. and WOLBARSH, M.L. *Safety with Lasers and Other Optical Sources*. New York, Plenum (1980).
- SPERLING, H.G. (ed). Intense Light Hazards in Ophthalmic Diagnosis and Treatment. Proceedings of a Symposium, *Vision Res.*, **20(12)**, 1033-1203 (1980).
- VARMA, S.D. and LERMAN, S. (eds). *Proceedings of the First International Symposium on Light and Oxygen Effects on the Eye*. Oxford: IRL Press (1984) [also published as *Current Eye Res.*, **3(1)** (1984).]
- WAXIER, M. and HITCHENS, V. (eds). *Optical Radiation and Visual Health*. Boca Raton, CRC Press (1986).
- WILLIAMS, T.B. and BAKER, B.N. (eds). *The Effects of Constant Light on the Visual System*. New York, Plenum Press (1980).
- YOUNG, R.W. A Theory of Central Retinal Disease. In: *New Directions in Ophthalmic Research*, Sears, M.L. (ed). New Haven, Yale University Press, 237-270 (1981).

Tờ dữ liệu số 4 về tác động sinh học: tổn thương võng mạc do nhiệt

- A.4 Tác động sinh học: tổn thương võng mạc do nhiệt
- A.4.1 Cơ quan/Vị trí: Mắt/võng mạc và màng trạch.
- A.4.2 Dải phổ: 400 nm đến 1 400 nm (chủ yếu là 400 nm đến 1 100 nm).

TCVN 13079-1:2020

- A.4.3 Đỉnh của phổ tác động: Xấp xỉ 500 nm (Ham, 1966).
- A.4.4 Tình trạng hiểu biết: Có sẵn các dữ liệu ngưỡng đối với thỏ và khỉ và một số dữ liệu đối với người. Có sự thống nhất giữa các dữ liệu của các phòng thí nghiệm khác nhau.
- A.4.5 Tiến trình thời gian: Cơ chế tổn thương này chiếm ưu thế so với tổn thương võng mạc do quang hóa đối với các phơi nhiễm bước sóng ngắn (nhỏ hơn 10 s) hoặc ở các bước sóng lớn hơn 700 nm. Phản ứng đáng kể thường ngay lập tức (hoặc trong vòng 5 min) sau khi phơi nhiễm. Sự phục hồi rất ít hoặc không xảy ra.
- A.4.6 Cơ chế: Phản ứng hóa nhiệt làm biến tính protein và các thành phần sinh học quan trọng khác của tế bào với việc phá hủy các mô sinh học. Việc hấp thụ ánh sáng và thương tổn ban đầu được tập trung ở biểu mô sắc tố của võng mạc và màng trạch.
- A.4.7 Triệu chứng: "Điểm mù", hoặc ám điểm trong đó cung sáng được tạo ảnh trên võng mạc. Thương tổn võng mạc có thể nhìn thấy (thường bị khử sắc tố do ánh sáng xanh hoặc tăng sắc tố do một số bước sóng cực tím) được nhìn thấy khi kiểm tra mắt trong vòng 5 min, và chắc chắn trong vòng 24 h sau khi phơi nhiễm. Mất thị giác sẽ lớn nhất ngay sau khi phơi nhiễm và có thể phục hồi một ít trong vòng 14 ngày.
- A.4.8 Thông tin cần thiết: Có nhiều dữ liệu về phơi nhiễm cỡ ảnh lớn (> 1 mm).
- A.4.9 Kinh nghiệm với các bóng đèn: Hầu như không có bóng đèn nào có thể gây ra loại thương tổn này. Hồ quang xenon tập trung vào mắt có thể gây ra hiệu ứng như thể hiện về lâm sàng. Do đó tỷ lệ mắc phải rất hiếm hoặc các thương tổn chưa được báo cáo rộng rãi do việc nhìn trực diện vào bóng đèn hồ quang xenon phóng đại. Phản ứng khó chịu tự nhiên thường hạn chế phơi nhiễm để ngăn ngừa thương tổn.
- A.4.10 Tài liệu tham khảo chính
- ALLEN, R.A. Retinal Thermal Injury. *Proc ACGIH Topical Symposium*, 26-28 November 1979, ACGIH, Cincinnati, Ohio (1980).
- HAM, W.T. Jr, RUFFOLO, J.J. Jr, MUELLER, H.A., and GUERRY, D. The Nature of Retinal Radiation Damage: Dependence on Wavelength, Power Level and Exposure Time. *Vision Res.*, **20(12)**, 1105-1111 (1980).
- HAM, W.T. Jr, WILLIAMS, R.C., GEERAETS, W.J., MUELLER, H.A., GUERRY, D., CLARKE, A.M., and GEERAETS, W.J. Effects of Laser Radiation on the Mammalian Eye. *Trans. NY Acad. Sci.*, **28**, 517-526 (1966).
- SLINEY, D.H. and WOLBARSH, M.L. *Safety with Lasers and Other Optical Sources*. Plenum, New York (1980).

Tờ dữ liệu số 5 về tác động sinh học: đục thủy tinh thể cực tím

- A.5 Tác động sinh học: Đục thủy tinh thể cực tím

- A.5.1 Cơ quan/Vị trí: Mắt/thủy tinh thể.
- A.5.2 Dải phổ: 290 nm đến 325 nm; có thể đến 400 nm
- A.5.3 Đỉnh của phổ tác động: Xấp xỉ 305 nm (Pitts, 1977) đối với đục thủy tinh thể cấp tính; không có sẵn dữ liệu phổ đối với các tác động ở bước sóng > 325 nm (Lerman, 1980, Zigman 1979).
- A.5.4 Tình trạng hiểu biết: Dữ liệu ngưỡng giới hạn có sẵn đối với thỏ và khỉ (295 nm đến 325 nm); không có dữ liệu của người đối với đục tinh thể cấp tính, nhưng có bằng chứng về dịch tế học đối với phơi nhiễm màng trạch với bức xạ UV-B (Taylor, 1988).
- A.5.5 Tiến trình thời gian: Đục thủy tinh thể đáng kể thường bị trễ sau 4 h hoặc nhiều hơn sau khi phơi nhiễm, thời gian bao lâu tùy thuộc vào chênh lệch giữa mức phơi nhiễm và ngưỡng, các phơi nhiễm mạnh tạo ra phản ứng trong thời gian ngắn nhất; một số sáng trở lại sau vài ngày chỉ ở mức gần ngưỡng; nếu không thủy tinh thể sẽ mờ đục vĩnh viễn.
- A.5.6 Cơ chế: Phản ứng quang hóa; chưa hiểu về chi tiết.
- A.5.7 Triệu chứng: Nhìn mờ
- A.5.8 Thông tin cần thiết: Phổ tác động, nếu có, đối với phơi nhiễm cấp tính và phơi nhiễm UV-A; cộng dồn nhiều phơi nhiễm và khả năng tác động trễ do tái phơi nhiễm.
- A.5.9 Kinh nghiệm với các bóng đèn: Tổn thương ngẫu nhiên là đã biết, ngay cả từ phơi nhiễm với các bóng đèn hồ quang xenon. Lượng người bị phơi nhiễm hạn chế.
- A.5.10 Tài liệu tham khảo chính
- BRACHEM, A. Ophthalmic ultraviolet action spectra. *Am. J. Ophthalm.*, **41**, 969-976 (1956).
- LERMAN, S. *Radiant Energy and the Eye*. Mac Millian, Inc., New York, (1980).
- PARRISH, J.A., ANDERSON, R.R., URBACH, F., and PITTS, D. *UV-A: Biological Effects of Ultraviolet Radiation with Emphasis on Human Responses to Longwave Ultraviolet*. Plenum Press, New York (1978).
- PITTS, D.G. The Ocular Ultraviolet Action Spectrum and Protection Criteria. *Health Physics*, **25**, 559-566 (1973).
- PITTS, D.G., CULLEN, A.P., and HACKER, P.D. Ocular Ultraviolet Effects from 295-1 000 nm. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, **16(10)**, 932-939 (1977).
- SLINEY, D.H. Estimating the Solar Ultraviolet Radiation Exposure to an Intraocular Lens Implant. *J. Cataract Refract. Surg.*, **13**, 296-301, May 1987.
- SLINEY, D.H. Physical Factors in Cataractogenesis - Ambient Ultraviolet Radiation and Temperature. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, **27(5)**, 781-790, 1986.
- TAYLOR, H.R., WEST, S.K., ROSENTHAL, F.S., MUNOZ, B., NEWLAND, H.S., ABBEY, H., and EMMETT, E.A. Effect of Ultraviolet Radiation on Cataract Formation. *New England Journal of Medicine*, **319**, 1429 (1988).

TCVN 13079-1:2020

WAXIER, M. and HITCHENS, V. (eds). *Optical Radiation and Visual Health*. Boca Raton, CRC Press (1986).

ZIGMAN, S., DATILES, M., and TORCZYNSKI, E. Sunlight and Human Cataracts. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, **18(5)**, 462-467, 1979.

ZUCLICH, J.A. and CONNOLLY, J.S. Ocular Damage Induced by Near Ultraviolet Laser Radiation. *Invest. Ophthalmol.*, **15**, 760-764 (1976).

Tờ dữ liệu số 6 về tác động sinh học: Ban đỏ cực tím

A.6 Tác động sinh học: Ban đỏ cực tím

A.6.1 Cơ quan/Vị trí: Da.

A.6.2 Dải phổ: 180-200 nm đến 400-420 nm; chủ yếu 200-320 nm

A.6.3 Đỉnh của phổ tác động: Xấp xỉ 295 nm (Urbach, 1968, Anders, 1995); xấp xỉ 254 nm (Hausser, 1928, Coblenz, 1932, Freeman, 1966).

A.6.4 Tình trạng hiểu biết: Dữ liệu ngưỡng giới hạn có sẵn đối với người (254 nm đến 400 nm); Dữ liệu từ các phòng thí nghiệm khác nhau nhìn chung thống nhất với nhau nếu tính đến hai phổ tác động, một phổ từ 4 đến 8 h phổ còn lại từ 24 đến 48 h.

A.6.5 Tiến trình thời gian: Phản ứng đáng kể thường bị trễ sau 4 h đến 12 h sau khi phơi nhiễm, thời gian bao lâu tùy thuộc vào chênh lệch giữa mức phơi nhiễm và ngưỡng, các phơi nhiễm mạnh tạo ra phản ứng trong thời gian ngắn nhất; mất đi sau 24 đến 48 h, ngoại trừ các phơi nhiễm đặc biệt nghiêm trọng.

A.6.6 Cơ chế: Phản ứng quang hóa khởi đầu chuỗi phản ứng sinh học; chưa hiểu về chi tiết (van der Leun, 1965).

A.6.7 Triệu chứng: "Cháy nắng", đỏ da ở những vị trí phơi nhiễm với bức xạ cực tím.

A.6.8 Thông tin cần thiết: Độ phân giải của ngưỡng cao hơn trong dải 305-320 nm; khả năng tác động trễ do tái phơi nhiễm.

A.6.9 Kinh nghiệm với các bóng đèn: Không có phơi nhiễm ngẫu nhiên không phổ biến từ các bóng đèn diệt khuẩn và các bóng đèn thủy ngân và bóng đèn hồ quang xenon, nhưng chỉ trong các ứng dụng đặc biệt. Phơi nhiễm có mục đích từ các sản phẩm đèn dùng để phơi nắng.

A.6.10 ANDERS, A., ALTHEIDE, H., KNALMANN, M., and TRONNIER, H. Action Spectrum for Erythema in Humans Investigated with Dye Lasers. *Photochemistry and Photobiology*, **61**, 200, (1995).

COBLENTZ, W.W. and STAIR, R. Data on the Spectral Erythemic Reaction of the Untanned Human Skin to Ultraviolet Radiation. *Bur. Stand. J. Res.*, **8**, 541 (1932).

COBLENTZ, W.W. and STAIR, R. Data on the Spectral Erythemic Reaction of the Untanned Human Skin to Ultraviolet Radiation. *Bur. Stand. J. Res.*, **12**, 13-14 (1934).

- COBLENTZ, W.W., STAIR, R., and HOGUE, J.M. The Spectral Erythemic Reaction of the Human Skin to Ultraviolet Radiation. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.*, **17**, 401-403 (June 1931).
- FITZPATRICK, T.B., PATHAK, M.A., HARBER, L.C., SIEJI, M., and KUKITA, A. (eds). *Sunlight and Man*. Tokyo, Tokyo University Press (1974).
- FITZPATRICK, T.B. *Dermatology in general medicine* 5th ed. McGraw Hill, New York, pp. 1555-1561, (1999) and its references.
- FREEMAN, R.G., OWENS, D.W., KNOX, J.M., and HUDSON, H.T. Relative Energy Requirements for an Erythemal Response of Skin to Monochromatic Wavelengths of Ultraviolet Present in the Solar Spectrum. *J. Invest. Dermat.*, **64**, 586-592 (1966).
- HAUSSER, K.W. Influence of Wavelength in Radiation Biology. *Strahlentherapie*, **28**, 25-44 (1928).
- HAUSSER, K.W. and VAHLE, W. Sunburn and Suntanning. *Wissenschaftliche Veröffentlichungen des Siemens Konzerns* **6(1)**, 101-120 (1927), Translated in: *Biologic Effects of Ultraviolet Radiation* (F. Urbach, ed), Pergamon Press, New York (1969).
- HAWK ed. *Photodermatology*. Arnold, London, pp. 43-52, (1999) and its references.
- ISO 17166:1999 / CIE S007 – 1998 *Erythema reference action spectrum and standard erythema dose*.
- van der LEUN, J.C. Theory of Ultraviolet Erythema. *Photochemistry and Photobiology*, **4**, 453, (1965).
- LUCKIESH, M., HOLLADAY, L.L., and TAYLOR, A.H. Reaction of Untanned Human Skin to Ultraviolet Radiation. *J. Opt. Soc. Amer.*, **20**, 423-432 (1930).
- PARRISH, J.A., JAENICKE, K.F. and ANDERSON, R.R. Erythema and melanogenesis action spectrum of normal human skin. *Photochemistry and Photobiology*, **36**, 187, 1982.
- SCHMIDT, K. On the Skin Erythema Effect of UV Flashes. *Strahlentherapie*, **124**, 127-136 (May 1964).
- URBACH, F. (ed). *The Biologic Effects of Ultraviolet Radiation*. Pergamon Press, New York. pp. 83-39, 327-436, 541-654, (1968).
- World Health Organization. Ultraviolet Radiation. *Environmental Health Criteria* **14**, WHO, Geneva (1979).

Phụ lục B

(tham khảo)

Phương pháp đo

B.1 Thiết bị đo

B.1.1 Đơn sắc kép: thiết bị đo được khuyến cáo

Phép đo nguồn nhằm phân loại rủi ro đòi hỏi độ chính xác trong quá trình hiệu chuẩn và thử nghiệm. Đáp tuyến phổ rộng của đầu thu và độ phân giải phổ cao đòi hỏi phải cung cấp trọng số chính xác dẫn đến các yêu cầu nghiêm ngặt đối với việc loại bỏ ánh sáng tạp tán ngoài dải. Các nguồn hiệu chuẩn cung cấp đầu ra phổ rộng phải bị loại bởi phần ngoài băng thông. Tỷ số năng lượng ngoài dải và năng lượng băng thông ở 270 nm đối với các bóng đèn nung sáng hoặc bóng đèn halogen nung sáng dùng cho hiệu chuẩn cần nhỏ hơn 10^{-4} . Đơn sắc kép là thiết bị duy nhất cung cấp sự lựa chọn cần thiết và được khuyến cáo cho các phép đo nguy hiểm liên quan đến UV và bức xạ nhìn thấy. Thừa nhận rằng các hệ thống đơn sắc kép có những hạn chế về sự tiện lợi và tốc độ. Việc sử dụng đơn sắc kép đơn trong phổ UV hoặc phổ nhìn thấy chỉ nên được sử dụng nếu các kết quả là tương đương như kết quả đạt được bởi đơn sắc kép. Ví dụ, đơn sắc kép đơn có thể đủ đối với các bóng đèn ví dụ như bóng đèn LED đã biết là có dải phát xạ phổ rất hẹp.

B.1.2 Đầu thu băng rộng

Có thể sử dụng đầu thu băng thông rộng hiện đại, khi được hiệu chuẩn theo phổ tác động thích hợp, và với sự thận trọng cần thiết. Với các nguồn xung thời gian ngắn hoặc cường độ thấp thì việc sử dụng đầu thu băng thông rộng khá thuận tiện. Các cảm biến nguy hiểm băng rộng thường cố gắng đồng bộ với phổ trọng số bằng cách sử dụng bộ lọc. Việc đồng bộ này không bao giờ chính xác và dẫn đến một số sai số. Sai số phổ chỉ góp phần vào độ không đảm bảo đo trong chừng mực chưa biết đáp ứng phổ của đầu thu hoặc phổ của nguồn.

Nếu chưa biết phổ của nguồn thì điểm sai lệch phần trăm lớn nhất giữa đầu thu và phổ tác động phải được giả thiết là độ không đảm bảo đo. Việc xác định độ không đảm bảo đo này phải bao gồm cả việc xem xét vùng phổ trong đó phổ tác động bằng không.

Khi cả hai đáp tuyến của đầu thu và phổ của nguồn đã biết, các tính toán dễ dàng có thể tạo ra hệ số hiệu chỉnh. Khi được sử dụng với hệ số hiệu chỉnh thích hợp, đầu thu băng rộng đưa ra phương pháp hợp lệ cho các phép đo trong tiêu chuẩn này. Bổ phận của người đo bức xạ phải biết hệ số hiệu chỉnh là hợp lệ trong từng trường hợp cụ thể. Những thay đổi dẫn đến hoặc có thể dẫn đến thay đổi trong phổ đòi hỏi xác định lại hệ số hiệu chỉnh.

CHÚ THÍCH: Sự kết hợp bức xạ kế băng rộng lấy trọng số và đơn sắc kép có thể cải thiện quá trình đo trong nhiều trường hợp. Việc khảo sát những thay đổi trong không gian, tạm thời hoặc thay đổi giữa các hạng mục của nguồn có thể đạt được nhanh bằng cách sử dụng đầu thu có bộ lọc.

B.2 Giới hạn thiết bị đo

B.2.1 Độ chiếu xạ tương đương tạp

Tất cả các thiết bị đo đều có giới hạn thấp hơn phép đo đều không thể thực hiện. Để phân tích nguy hiểm, sẽ không đúng nếu báo cáo tín hiệu không khi chỉ một thực tế đã biết là phép đo nằm dưới giới hạn của thiết bị đo. Thiết bị đo được sử dụng để thử nghiệm nguy hiểm phải được đặc trưng để xác định mức hoặc các mức giới hạn phép đo. Khi số đọc của thiết bị đo bằng không, hoặc thấp hơn giới hạn của phép đo thì giới hạn phép đo tương ứng sẽ được ghi lại. Nếu giá trị đối với giới hạn của phép đo ở mức đáng kể ảnh hưởng đến phân loại của các nguồn thì rõ ràng là sẽ đòi hỏi thiết bị đo chất lượng cao hơn.

CHÚ THÍCH: Giới hạn đo của phổ bức xạ kế thường được quyết định bởi giới hạn tạp của đầu thu. Giới hạn tạp của đầu thu có thể được lấy là sự thay đổi hiệu dụng trong tín hiệu tối của đầu thu. Giới hạn tạp của đầu thu được nhân với phổ hiệu chuẩn đối với hệ thống để cho phổ có các kích thước tương tự như các phép đo, được gọi là "đầu vào tương đương tạp", NEI. Phép đo phổ được ghi lại là giá trị cao hơn ở từng bước sóng của phổ đo được và NEI.

B.2.2 Đáp tuyến phổ của thiết bị đo

Hình dạng của đáp tuyến phổ (hàm slit) và tỷ số giữa khoảng đo và băng tần sẽ xác định hệ thống có thể đo chính xác các tín hiệu với phổ hẹp hay không, ví dụ các vạch phát xạ nguyên tử. (Xem Kostkowski, 1997, Chương 5).

Đơn sắc kế có đáp tuyến phổ tam giác hoàn hảo (hàm slit) được sử dụng trong hệ thống có khoảng ghi lại kết quả được chia đều thành các băng tần sẽ đo chính xác tất cả các tín hiệu mà không quan tâm đến hình dạng phổ của chúng. (Xem CIE 63 – 1984, Điều 1.8.4.2.1, hoặc Kostkowski, 1997, Chương 5.9.) Sai lệch với yêu cầu này có thể dẫn đến sai số năng lượng đo được. Đáp tuyến phổ của hệ thống phải được xác định bằng phép đo có độ phân giải phổ cao của nguồn có bước sóng hẹp. Phổ đo được phải đối xứng về bước sóng của nguồn để đại diện cho đáp tuyến của hệ thống khi được đặt đến bước sóng duy nhất. Khả năng của hệ thống để đo chính xác năng lượng từ tín hiệu băng hẹp là độ chính xác đạt được tổng của các đáp tuyến phổ ở từng bước sóng được ghi lại. Sự thay đổi trên phổ tổng là sai số tiềm ẩn trong tổng tín hiệu được đo và phải được đưa vào phân tích độ không đảm bảo đo.

Kết quả của các đánh giá nguy hiểm sẽ bị ảnh hưởng bởi các đặc tính của thiết bị đo. Băng tần của đơn sắc kế sẽ thay đổi các kết quả được lấy trọng số của phổ với các mức khác nhau. Tất cả các thiết bị đo băng tần hữu hạn ghi lại tín hiệu ở bước sóng không đúng, dẫn đến các sai số trong tổng lấy trọng số.

Bảng B.1 dưới đây liệt kê các băng tần khuyến cáo đối với biên giới hạn trên 2 % của độ không đảm bảo đo trong các tổng lấy trọng số.

Bảng B.1 – Các băng tần khuyến cáo

Dải (nm)	Băng tần (FWHM)
$200 \leq \lambda \leq 400$	≤ 4 nm
$400 \leq \lambda \leq 600$	≤ 8 nm
$600 \leq \lambda \leq 1\,400$	≤ 20 nm
$1\,400 \leq \lambda$	Không giới hạn băng tần

Phân tích hoàn chỉnh hơn có tính đến phổ của nguồn có thể sử dụng để nói lỏng độ chính xác của băng tần khuyến cáo. Các kết quả phân tích phải được đưa vào độ không đảm bảo đo quy định của phép đo.

CHÚ THÍCH: Các hệ thống tích hợp tín hiệu trong khi quét phổ sẽ không bị các sai số trong công suất đo tổng từ hình dạng của đáp tuyến phổ hoặc từ tỷ số của băng tần với khoảng ghi lại kết quả. Các băng tần lớn sẽ vẫn dẫn đến sai số trong các kết quả lấy trọng số với kiểu thiết bị đo này.

B.2.3 Độ chính xác bước sóng

Độ chính xác bước sóng của thiết bị đo được sử dụng để xác định dải phổ của nguồn có tác động lớn đến các giá trị lấy trọng số. Ví dụ, hàm trọng số nguy hiểm UV, $S_{UV}(\lambda)$, thay đổi ở tốc độ cực lớn, tức là 250 % trong 3 nm ở 300 nm. Nếu mong muốn một giới hạn sai số hợp lý thì năng lượng đo được phải được ấn định cho bước sóng đúng của nó sao cho nó được lấy trọng số thích hợp.

Bảng B.2 đưa ra ví dụ thể hiện sự thay đổi trong các kết quả lấy trọng số từ khoảng ghi kết quả phép đo khi khoảng này được dịch chuyển 0,1 nm. Các giá trị đo được được tính bằng cách giả thiết phổ bức xạ kế có đáp tuyến tam giác, băng tần 2 nm và khoảng ghi kết quả 1 nm. Tổng các giá trị đo được bằng nhau khi đường thẳng được dịch chuyển vì các nguyên tắc mô tả trong B.2.2. Phép đo lấy trọng số thay đổi 2 1/2 % khi bước sóng thay đổi 0,1 nm. Các sai số độ lớn này có thể xảy ra nếu bước sóng của thiết bị đo nằm trong phạm vi sai số 0,1 nm.

Bảng B.2 – Ví dụ về sai số trong giá trị lấy trọng số đối với sai số bước sóng

nm	$S_{UV}(\lambda)$	305 nm		305,1 nm		Tỷ lệ của tổng
		Đo được	Lấy trọng số	Đo được	Lấy trọng số	
304	0,08485	0,25000	0,02121	0,22500	0,01909	
305	0,06000	0,50000	0,03000	0,47500	0,02850	
306	0,04540	0,25000	0,01135	0,27500	0,01249	
307	0,03436	0,00000	0,00000	0,02500	0,00086	
Tổng		1,0000		1,0000		≥ 100 %
Tổng			0,06256		0,06094	$\geq 97,4$ %

$S_{UV}(\lambda)$ là hàm trọng số nguy hiểm UV.

Độ chính xác bước sóng của đơn sắc kế được sử dụng cho thử nghiệm nguy hiểm cần đủ để có kết quả lấy trọng số với sai số phát sinh từ sự không chính xác bước sóng nhỏ hơn ba phần trăm (3 %). Do đó

độ chính xác cần thiết phụ thuộc vào vùng phổ và hàm trọng số được sử dụng. Bảng B.3 tổng hợp độ chính xác khuyến cáo mà sẽ giới hạn sai số ở xấp xỉ 3 %.

Bảng B.3 – Độ chính xác bước sóng khuyến cáo

Dải (nm)	Độ chính xác bước sóng
$200 \leq \lambda \leq 300$	0,2 nm
$300 \leq \lambda \leq 325$	0,1 nm
$325 \leq \lambda \leq 600$	0,2 nm
$600 \leq \lambda \leq 1\,400$	2 nm

Phân tích hoàn chỉnh hơn có tính đến phổ của nguồn có thể sử dụng để nói lỏng độ chính xác của băng tần khuyến cáo. Các kết quả phân tích phải được đưa vào độ không đảm bảo đo quy định của phép đo.

B.2.4 Công suất bức xạ tạp tán

Hiệu chuẩn tuyệt đối của phổ bức xạ kế đòi hỏi sử dụng các nguồn có đầu ra phổ rộng và năng lượng cao. Nếu việc loại bỏ phổ là chưa đủ thì năng lượng bổ sung từ các phần khác của phổ sẽ được đưa vào hiệu chuẩn. Kết quả của loại sai số này là do chưa hiệu chuẩn đủ phổ bức xạ kế và dẫn đến các số đọc thấp hơn nguy hiểm tiềm ẩn. Tỷ số điển hình giữa năng lượng tổng và tín hiệu đi qua phổ bức xạ kế vào cỡ 10^6 . (Xem CIE 63 - 1984).

B.2.5 Cơ cấu quang đầu vào đối với các phép đo độ chiếu xạ phổ: Khuyến cáo

Nhiều vấn đề nảy sinh với các đơn sắc kế sử dụng các cơ cấu quang đầu vào thông thường. Nguồn hiệu chuẩn và nguồn đo có thể không có cùng phân cực và sẽ không có cùng kích thước nguồn dẫn đến các thay đổi góc đầu vào. Hơn nữa, các nguồn đo được sẽ tương các góc nhỏ và lớn. Sự sai khác này có thể dẫn đến các phép đo sai. Sử dụng quả cầu tích phân là thiết bị đầu vào đơn sắc kế là phương pháp khuyến cáo đối với các phép đo độ chiếu xạ vì phản xạ ngẫu nhiên của lớp phủ sẽ khử phân cực ánh sáng đi vào và thiết kế đúng càng khớp với đáp tuyến cosin càng tốt và, phản xạ nhiều lần trong quả cầu tích phân sẽ điền đầy thích hợp đầu vào của bức xạ kế. Các khó khăn sẽ nhiều hơn với đáp tuyến cosin của đầu thu UV.

Bộ khuếch tán được thiết kế đúng cũng có thể đủ để là một thiết bị đầu vào cho đơn sắc kế hoặc bức xạ kế.

B.2.6 Độ tuyến tính

Bóng đèn hoặc thiết bị riêng lẻ cần thử nghiệm phải được giả thiết là có biên độ đại lượng đo bức xạ khác với nguồn được sử dụng để hiệu chuẩn hệ thống thử nghiệm. Để việc hiệu chuẩn được hữu ích, phải biết được độ tuyến tính của hệ thống, và những phép đo thử nghiệm phải được thực hiện trong phạm vi tuyến tính. Sự không tuyến tính trong hệ thống có thể hiệu chỉnh bằng cách sử dụng hàm hiệu chuẩn để đưa hệ thống về tuyến tính. Lưu ý rằng việc điều chỉnh này phải được áp dụng cho hiệu chuẩn và các phép đo.

TCVN 13079-1:2020

B.3 Các nguồn hiệu chuẩn

Các nguồn khuyến cáo dùng cho hiệu chuẩn là các bóng đèn phóng điện dùng khí đơteri, đối với vùng UV, bóng đèn nung sáng hoặc bóng đèn halogen loại dùng cho hiệu chuẩn đối với vùng phổ UV có bước sóng cao hơn, vùng phổ nhìn thấy và vùng phổ cận hồng ngoại. Bóng đèn đơteri có thể thay đổi mức đầu ra của nó trong khi giữ nguyên dạng phổ. Do đó hiệu chuẩn của hệ thống trong vùng từ 200 nm đến đến 350 nm sử dụng đèn đơteri phải được điều chỉnh bằng cách so sánh với mức hiệu chuẩn từ bóng đèn nung sáng (hoặc bóng đèn halogen nung sáng) trong khoảng từ 250 nm đến 350 nm. Bước sóng mà dưới đó hình dạng đơteri được sử dụng phải ở bước sóng ngắn nhất có thể có xét đến tạp trong việc hiệu chuẩn bằng bóng đèn nung sáng (hoặc bóng đèn halogen nung sáng).

Phụ lục C

(tham khảo)

Phân tích độ không đảm bảo đo

Việc phân tích độ không đảm bảo đo đòi hỏi tất cả các nguồn không đảm bảo đo cần được đánh giá một cách định lượng. Bước đầu trong việc phân tích độ không đảm bảo đo là xác định các nguồn không đảm bảo đo khác nhau. Bên dưới là danh sách có thể là bước khởi đầu trong việc đánh giá sự không đảm bảo đo sử dụng trong việc phân loại bóng đèn và hệ thống bóng đèn. Xem thêm trong CIE 53-1982 phương pháp mô tả tính năng của bức xạ kế và quang kế.

Thiết bị đo

Bước sóng

Băng tần

Đáp tuyến với sự thay đổi của phổ

Tuyến tính

Sự ổn định

Ánh sáng tạp tán

Ngoài tuyến

Ngoài băng

Hiệu chuẩn

Tiêu chuẩn (độ không đảm bảo đo ấn định)

Khoảng cách

Căn chỉnh

Hoạt động về điện

Phép đo

Căn chỉnh

Khoảng cách

Nguồn cản thử nghiệm

Độ ổn định

Nhiệt độ

Kích thước

Hoạt động về điện

TCVN 13079-1:2020

Các yếu tố độ không đảm bảo đo riêng rẽ phải được tìm hoặc ước lượng. Sau đó, từng yếu tố phải được truyền thông qua phép đo để xác định tác động lên các giá trị lấy trọng số được sử dụng trong phân loại nguy hiểm. Như đã thấy trong 5.3.3, phần trăm tác động lên các giá trị lấy trọng số có thể khác với phần trăm độ không đảm bảo đo của từng yếu tố riêng rẽ. Điều này được nhìn thấy qua sự thay đổi trong đầu ra của bóng đèn nung sáng là hàm của dòng điện đầu vào. Sự thay đổi dòng điện làm thay đổi năng lượng tiêu tán trong bóng đèn và do đó làm thay đổi điện trở và nhiệt độ của bóng đèn. Sự thay đổi trong dòng điện sẽ không làm thay đổi một cách tuyến tính đầu ra tổng của bóng đèn. Do sự thay đổi về nhiệt độ, đầu ra ở một bước sóng có thể không tuân theo sự thay đổi đầu ra tổng. Mặc dù sự thay đổi là không tuyến tính, đối với thay đổi nhỏ có thể coi là tuyến tính. Cách thông thường để truyền độ không đảm bảo đo là tìm lượng thay đổi của giá trị cuối cùng so với sự thay đổi của các yếu tố ban đầu. Tỷ số tác động trên sự thay đổi đầu vào được gọi là độ nhạy. Đối với ví dụ về bóng đèn nung sáng, sự thay đổi một phần trăm nhỏ trong dòng điện của bóng đèn dẫn đến sự thay đổi trong đầu ra của bước sóng cần xét.

Bảng C.1 – Ví dụ về sự truyền độ không đảm bảo

	Dòng điện bóng đèn	Tín hiệu ở 300 nm
Giá trị đặt 1	8,2000	8451
Giá trị đặt 2	8,2011	8461
Sự thay đổi	0,0134 %	0,0118 %

Độ nhạy bằng $0,118 \% / 0,0134 \% = 9$

Độ không đảm bảo đo 0,1 % của dòng điện sẽ cho độ không đảm bảo đo 0,9 % của đầu ra tại 300 nm.

Từng độ không đảm bảo đo phải được thực hiện xuyên suốt đến giá trị cuối cùng và được thể hiện bằng phần trăm. Tập hợp đầy đủ độ không đảm bảo đo được kết hợp trong phép cầu phương và độ không đảm bảo đo kết hợp này được thể hiện dưới dạng phần trăm và được ghi vào báo cáo cùng với giá trị đo được.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), *TLVs and BEIs; Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents; Biological Exposure Indices*. Cincinnati, ACGIH.
- [2] ANSI/IESNA (American National Standard Institute/Illuminating Engineering Society of North America) PR27.1-96. *Recommended Practical for Photobiological Safety for Lamps – General Requirements*. New York, IESNA 1996.
- [3] ANSI/IESNA (American National Standard Institute/Illuminating Engineering Society of North America) PR27.2-00. *Recommended Practical for Photobiological Safety for Lamps – Measurement Systems – Measurement Techniques*. New York, IESNA 2000.
- [4] ANSI/IESNA (American National Standard Institute/Illuminating Engineering Society of North America) PR27.3-96. *Recommended Practical for Photobiological Safety for Lamps – Risk Group Classification & Labelling*. New York, IESNA 1996.
- [5] CIE 134/3 – 1999, *Recommendation on Photobiological Safety of Lamps. A review of standards*. In CIE Collection in Photobiology and Photochemistry (1999).
- [6] CIE x016-1998, *Measurements of Optical Radiation Hazards*
- [7] ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), Guidelines on UV radiation exposure limits. *Health Physics* 71, 978, (1996).
- [8] ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), Guidelines on limits of exposure to broadband incoherent optical radiation (0,38 to 3 μm). *Health Physics* 73, 539-554, (1997).
- [9] IEC TR 60825-9, *Safety of laser products - Part 9: Compilation of maximum permissible exposure to incoherent optical radiation*
- [10] IRPA/INIRC (International Non-Ionizing Radiation Committee), Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (Incoherent optical radiation). *Health Physics* 49, 331-340, (1985) and 56, 971-972, (1989).
- [9] SLINEY, D.H. and WOLBARSHT, M.L. *Safety with Lasers and Other Optical Sources*. Plenum, New York (1980).
-