

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 13079-2:2020

IEC TR 62471-2:2009

Xuất bản lần 1

**AN TOÀN QUANG SINH HỌC CỦA
BÓNG ĐÈN VÀ HỆ THỐNG BÓNG ĐÈN –
PHẦN 2: HƯỚNG DẪN VỀ CÁC YÊU CẦU CHẾ TẠO
LIÊN QUAN ĐẾN AN TOÀN BỨC XẠ QUANG
KHÔNG LASER**

*Photobiological safety of lamps and lamp systems –
Part 2: Guidance on manufacturing requirements
relating to non-laser optical radiation safety*

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	6
4 Nhóm rủi ro áp dụng cho các đánh giá an toàn bức xạ quang	9
5 Hướng dẫn cho các nhà chế tạo bóng đèn và hệ thống bóng đèn về cách thức áp dụng TCVN 13079-1 (IEC 62471).....	11
6 Phân bổ biện pháp an toàn	18
Phụ lục A (tham khảo) – Bức xạ và nguy hiểm cho mắt từ các nguồn kéo dài	22
Phụ lục B (tham khảo) – Xác định các khoảng cách nguy hiểm	28
Phụ lục C (tham khảo) – Các nguồn chiếu sáng thông dụng.....	39
Phụ lục D (tham khảo) – Bóng đèn và hệ thống bóng đèn có cơ cấu quang chiếu hoặc tạo hình chùm tia gắn liền, được tích hợp	44
Thư mục tài liệu tham khảo	49

TCVN 13079-2:2020

Lời nói đầu

TCVN 13079-2:2020 hoàn toàn tương đương với IEC TR 62471-2:2009;

TCVN 13079-2:2020 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 2: Hướng dẫn về các yêu cầu chế tạo liên quan đến an toàn bức xạ quang không laser

Photobiological safety of lamps and lamp systems –

Part 2: Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này cung cấp cơ sở cho các yêu cầu về an toàn bức xạ quang của các sản phẩm không chứa bộ phát laser, đóng vai trò là hướng dẫn để xây dựng các yêu cầu về an toàn trong các tiêu chuẩn sản phẩm và hỗ trợ các nhà chế tạo hệ thống bóng đèn trong việc giải thích thông tin về an toàn do các nhà chế tạo bóng đèn cung cấp. Tiêu chuẩn này cung cấp hướng dẫn về:

- các yêu cầu đối với đánh giá an toàn bức xạ quang;
- phân bổ các biện pháp an toàn;
- ghi nhãn sản phẩm.

Tiêu chuẩn này không đưa ra các yêu cầu an toàn của các phơi nhiễm có chủ ý với bức xạ quang từ thiết bị phơi nắng, thiết bị đo nhãn khoa hoặc các thiết bị y tế/thẩm mỹ khác mà các vấn đề về an toàn cụ thể của các thiết bị này sẽ được đề cập trong các tiêu chuẩn thích hợp.

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).

TCVN 13079-1 (IEC 62471), *An toàn quang sinh học của bóng đèn và hệ thống bóng đèn – Phần 1: Quy định chung*

TCVN 12670 (IEC 60825) (all parts), *An toàn sản phẩm laser*

TCVN 8095-845 (IEC 60050-845), *Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Phần 845: Chiếu sáng*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment (Ký hiệu bằng hình vẽ để sử dụng trên thiết bị)*

TCVN 13079-2:2020

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong TCVN 13079-1:2020 (IEC 62471:2006) và các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1

Vị trí tiếp cận có khống chế (controlled access location)

Vị trí có thiết lập biện pháp khống chế cơ khí và/hoặc khống chế hành chính để hạn chế tiếp cận trừ những người được ủy quyền và được huấn luyện thích hợp về an toàn.

3.2

Giá trị nguy hiểm phơi nhiễm (exposure hazard value)

EHV

Giá trị được xác định như sau:

$$\text{EHV (khoảng cách, thời gian phơi nhiễm)} = \frac{\text{Mức phơi nhiễm (khoảng cách, thời gian phơi nhiễm)}}{\text{Giá trị giới hạn phơi nhiễm}}$$

EHV lớn hơn 1 khi mức phơi nhiễm (3.3) vượt quá giá trị giới hạn phơi nhiễm (3.4).

3.3

Mức phơi nhiễm (exposure level)

EL

Mức phơi nhiễm từ nguồn tại một vị trí trong không gian trong khoảng thời gian quy định.

3.4

Giá trị giới hạn phơi nhiễm (exposure limit value)

ELV

Mức phơi nhiễm lớn nhất của bức xạ quang đến mắt hoặc da kỳ vọng không tạo ra những ảnh hưởng sinh lý bất lợi. Các ELV này được sử dụng để xác định các khoảng cách nguy hiểm liên quan đến các ảnh hưởng quang sinh học dự đoán được.

3.5

Khoảng cách nguy hiểm (hazard distance)

HD

Khoảng cách từ nguồn tại đó EL bằng giá trị giới hạn phơi nhiễm thích hợp (ELV).

3.6

Quan sát dự kiến (intended viewing)

Hành động có cân nhắc của một cá nhân khi nhìn vào nguồn bức xạ quang hoặc nguồn ảo, ví dụ nguồn phản xạ.

3.7**Sử dụng dự kiến** (intended use)

Việc 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 chế tạo hoặc nhà cung cấp.

3.8**Bóng đèn** (lamp)

Thiết bị hoạt động bằng điện, phát ra bức xạ quang trong dải bước sóng từ 200 nm đến 3 000 nm, ngoại trừ bức xạ laser.

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

Sản phẩm hoạt động bằng điện có lắp một hoặc nhiều bóng đèn, kể cả các cơ cấu để cố định và các linh kiện điện và điện tử kết hợp, thường được sử dụng như dự kiến bởi nhà chế tạo (đối với mục đích chiếu sáng – đèn điện).

CHÚ THÍCH 1: Hệ thống bóng đèn có thể gồm bộ khuếch tán, vỏ ngoài và/hoặc cơ cấu quang chỉnh sửa chùm tia.

CHÚ THÍCH 2: Đối với mục đích của tiêu chuẩn này, hệ thống bóng đèn có thể bao gồm bóng đèn không hoạt động cùng với chức năng chính của sản phẩm, ví dụ bóng đèn chỉ thị hoặc bóng đèn chiếu sáng bên trong tủ lạnh.

3.10**Cơ cấu quang chỉnh sửa** (modifying optics)

Linh kiện quang, ví dụ bộ lọc, thấu kính và bộ phản xạ, làm thay đổi đặc tính của bức xạ quang của bóng đèn khi được lắp trong hệ thống bóng đèn.

3.11**Bức xạ quang không laser** (non-laser optical radiation)

Bức xạ quang không kết hợp phát ra bởi quá trình không phải phát xạ cưỡng bức.

3.12**Vị trí hạn chế tiếp cận** (restricted access location)

Vị trí thường không được tiếp cận bởi công chúng, kể cả những công nhân, người tham quan và cư dân sống lân cận, bằng biện pháp khống chế cơ khí hoặc khống chế hành chính mà được tiếp cận bởi những người được ủy quyền nhưng có thể chưa được huấn luyện cụ thể về an toàn.

3.13**Nguồn nhỏ** (small source)

Nguồn hoặc nguồn biểu kiến có góc tương nhỏ hơn góc chấp nhận γ mà cần được áp dụng theo đánh giá rủi ro hoặc theo phân loại.

CHÚ THÍCH: Nguồn nhỏ có thể gây ra bức xạ được lấy trung bình (3.15) của nguồn hoặc nguồn biểu kiến được lấy trung bình trên diện tích lớn hơn diện tích được áp dụng cho bức xạ nguồn (3.14).

TCVN 13079-2:2020

3.14

Bức xạ nguồn (source radiance)

L

Bức xạ của phần tử phát của nguồn (xem IEV 845-01-34). Tuy nhiên, góc chấp nhận áp dụng được không được nhỏ hơn 1,7 mrad.

CHÚ THÍCH: *Bức xạ nguồn được xác định là khác với bức xạ lấy trung bình trong không gian (3.15).*

3.15

Bức xạ lấy trung bình trong không gian (spatially averaged radiance)

L_{sa}

Bức xạ được lấy trung bình trong không gian trên một góc chấp nhận cho trước để tính đến các yếu tố quang sinh học như sự chuyển động của mắt (đôi khi còn gọi là "bức xạ quang sinh học"). Bức xạ trung bình trong không gian có thể thấp hơn bức xạ nguồn (xem 3.14).

3.16

Điốt siêu phát quang (superluminescent diode)

Nguồn sáng bán dẫn phát quang biến dựa trên sự siêu phát quang. Nó kết hợp công suất cao và độ sáng mạnh của điốt laser với tính kết hợp thấp của điốt phát quang truyền thống. Dải phát xạ của nó từ 20 nm đến 100 nm.

3.17

Quan sát không chủ ý (unintentional viewing)

Tình trạng mắt bị phơi nhiễm với bức xạ quang theo cách không có chủ ý.

3.18

Phơi nhiễm da không chủ ý (unintentional skin exposure)

Tình trạng da bị phơi nhiễm với bức xạ quang theo cách không có chủ ý.

3.19

Rủi ro liên quan đến người quan sát (viewer-related risk)

Rủi ro đối với người quan sát nguồn một cách chủ ý hoặc không chủ ý trong các điều kiện thực tế của ứng dụng cụ thể.

CHÚ THÍCH: Để không phụ thuộc vào điều kiện sử dụng, phân loại nhóm rủi ro của các bóng đèn và hệ thống bóng đèn dựa trên các giá thiết trường hợp xấu nhất của thời gian phơi nhiễm, kích cỡ đồng tử và khoảng cách quan sát. Tuy nhiên, phát xạ của bóng đèn thường phân kỳ và khi bóng đèn được tích hợp vào một sản phẩm, tùy thuộc vào thiết kế của sản phẩm đó và ứng dụng của nó, thì các điều kiện đánh giá này có thể trở nên không thích hợp. Trong trường hợp này, sản phẩm có thể được đánh giá ở khoảng cách nhỏ nhất và thời gian phơi nhiễm lớn nhất đại diện cho các điều kiện tiếp cận có thể dự đoán của ứng dụng cụ thể.

4 Nhóm rủi ro áp dụng cho các đánh giá an toàn bức xạ quang

4.1 Cơ sở phân loại an toàn bức xạ quang

Tiêu chuẩn TCVN 13079-1 (IEC 62471) đưa ra phương pháp xác định nhóm rủi ro của bóng đèn bất kỳ hoặc sản phẩm bất kỳ có lắp bóng đèn. Các nhóm rủi ro này trong TCVN 13079-1 (IEC 62471) chỉ ra cấp rủi ro từ các nguy hiểm bức xạ quang tiềm ẩn và tối thiểu hóa sự cần thiết của việc thực hiện thêm các phép đo. Các nhóm rủi ro được xây dựng dựa trên kinh nghiệm của hàng thập kỷ sử dụng bóng đèn và việc phân tích các thương tổn ngẫu nhiên liên quan đến phát xạ bức xạ quang (trong đó các tổn thương nhìn chung là khá hiếm ngoại trừ các bóng đèn phát bức xạ hoặc các bóng đèn hồ quang). Có bốn nhóm rủi ro cơ bản sau:

- Nhóm loại trừ (RG 0), trong đó có thể dự đoán được một cách hợp lý là không có nguy hiểm quang ngay cả đối với sử dụng liên tục không giới hạn. Các ví dụ điển hình là hầu hết các bóng đèn nung sáng mờ và các bóng đèn huỳnh quang được sử dụng trong gia đình;
- Các sản phẩm thuộc nhóm rủi ro 1 (RG 1) là an toàn trong hầu hết các ứng dụng, ngoại trừ đối với các phơi nhiễm rất dài và có thể phơi nhiễm mắt trực tiếp. Ví dụ về các sản phẩm nhóm rủi ro 1 là đèn pin dùng trong gia đình;
- Các sản phẩm thuộc nhóm rủi ro 2 (RG 2) thường không đưa ra nguy hiểm quang thực tế nếu các phản ứng khó chịu hạn chế thời gian phơi nhiễm hoặc khi việc phơi nhiễm kéo dài là không thực tế;
- Các sản phẩm thuộc nhóm rủi ro 3 (RG 3) đưa ra nguy hiểm tiềm ẩn thậm chí cả với những phơi nhiễm thoáng qua, và các yêu cầu an toàn của hệ thống thường là rất cần thiết.

TCVN 13079-1 (IEC 62471) không cung cấp các yêu cầu về chế tạo và các biện pháp khống chế. Các vấn đề này cần được nêu trong các tiêu chuẩn cho ứng dụng cụ thể (xem 4.3.3). Tuy nhiên, để cung cấp cách tiếp cận nhất quán trong các sản phẩm, tiêu chuẩn này đưa ra nguyên tắc chung về các yêu cầu ghi nhãn (không bắt buộc) (xem 5.4).

4.2 Tiêu chí đánh giá

Các điều kiện đo tiêu chuẩn xem xét đến phổ phát xạ và, tùy thuộc vào kiểu nguy hiểm, độ chiếu xạ hoặc bức xạ lấy trung bình trong không gian để xác định rủi ro cho mắt và/hoặc da. Các điều kiện đo liên quan đến các điều kiện quan sát và có xét đến các yếu tố sinh lý của mắt như không gian chứa, kích cỡ đồng tử, phản ứng khó chịu và các chuyển động của mắt (sự chuyển động nhanh).

TCVN 13079-1 (IEC 62471) phân biệt giữa các bóng đèn được thiết kế cho chiếu sáng thông dụng (GLS) và các bóng đèn được thiết kế để sử dụng trong các ứng dụng khác như bóng đèn dùng cho mục đích sát trùng, gia nhiệt, báo hiệu, truyền dữ liệu hoặc các mục đích khác. Điều kiện đánh giá và điều kiện đo khác nhau đối với hai nhóm này:

- GLS – các giá trị nguy hiểm cần được nêu ra như các giá trị độ chiếu xạ hoặc bức xạ lấy trung bình trong không gian ở khoảng cách tạo ra độ rọi 500 lux;

TCVN 13079-2:2020

- Các ứng dụng khác – các giá trị nguy hiểm cần được xác định ở khoảng cách 200 mm tính từ nguồn.

Các nhóm ứng dụng khác nhau xác định một dải các điều kiện làm việc, điều kiện bảo dưỡng và điều kiện bảo trì. Nếu việc đánh giá được áp dụng cho các nhóm ứng dụng khác nhau trong tiêu chuẩn để đánh giá nó thì các điều kiện đo trong TCVN 13079-1 (IEC 62471) có thể được sửa đổi đối với các nhóm ứng dụng cụ thể.

4.3 Các vấn đề liên quan đến ứng dụng

4.3.1 Các nguồn gần hồng ngoại

Các giới hạn thiết lập cho vùng phổ hồng ngoại (IR) ban đầu được thiết kế cho các ứng dụng của bộ bức xạ IR lớn có lượng bức xạ IR-A và IR-B đáng kể. Các giới hạn bảo vệ giác mạc và thủy tinh thể của mắt khỏi các hiệu ứng nhiệt trong thời gian dài (ví dụ bệnh đục nhân mắt). Do đó, các giới hạn cần được áp dụng khi ứng dụng này có nhiều khả năng gây ra phơi nhiễm mãn tính và kéo dài của mắt trong các giai đoạn lớn hơn 1 000 s và độ chiếu xạ được lấy trung bình theo ngày theo tính toán tối thiểu là $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Mục đích chính là nhằm giảm thiểu việc làm nóng thủy tinh thể và giác mạc.

4.3.2 “Nguồn điểm”

Có thể có một số lượng nhỏ các ứng dụng trong đó nguồn bức xạ quang rời rạc xuất hiện như một nguồn điểm đơn sắc và cần được xem xét trong khuôn khổ tiêu chuẩn an toàn laser. Nhìn chung, điều này sẽ chỉ áp dụng cho: các diốt siêu phát quang (SLD) (xem 3.16) tương đồng với các “nguồn điểm”; và LED được sử dụng trong truyền thông sợi quang khi các nguồn sợi cũng được coi là rất nhỏ, hoặc nguồn “điểm”. Người sử dụng tham chiếu đến TCVN 12670-1 (IEC 60825-1) đối với SLD và đến TCVN 12670-2 (IEC 60825-2) đối với các hệ thống truyền thông bằng sợi quang.

4.3.3 Các tiêu chuẩn dọc liên quan đến ứng dụng

Các yêu cầu trong tiêu chuẩn dọc có thể:

- giới hạn nhóm rủi ro của nguồn có thể được sử dụng trong ứng dụng cho trước;
- yêu cầu các đặc trưng cụ thể về tính năng dựa trên các quy định kỹ thuật về nhóm rủi ro; hoặc
- quy định các biện pháp khống chế đối với ứng dụng cụ thể.

Hướng dẫn cơ bản, dựa trên khả năng quan sát trực tiếp nguồn sáng, được cung cấp trong Điều 6. Các tiêu chuẩn dọc cần được hướng dẫn bởi nguyên tắc là không nhất thiết phải giảm phơi nhiễm bức xạ quang xuống mức thấp nhất có thể đạt được. Tuy nhiên, như một hướng dẫn chung, cần giảm thiểu các phát xạ không cần thiết tạo ra phơi nhiễm không cần thiết cho người. Hệ thống phân cấp các biện pháp an toàn có thể áp dụng cần tuân theo thứ hạng ưu tiên đã được quốc tế chấp nhận của các biện pháp an toàn của nhà chế tạo. Điều đó có nghĩa là, các biện pháp khống chế về kỹ thuật (ví dụ bộ lọc, che chắn, v.v) có mức ưu tiên cao nhất, tiếp theo là biện pháp hành chính (ví dụ cảnh báo và các nhãn, xem 5.4)

và sau đó là thiết bị bảo vệ cá nhân như một biện pháp cuối cùng. Nội dung chi tiết cần được cung cấp trong các tiêu chuẩn dọc cho ứng dụng cụ thể.

5 Hướng dẫn cho các nhà chế tạo bóng đèn và hệ thống bóng đèn về cách thức áp dụng TCVN 13079-1 (IEC 62471)

5.1 Giá trị giới hạn

5.1.1 Quy định chung

Cần lưu ý là hệ thống phân nhóm rủi ro của TCVN 13079-1 (IEC 62471) chủ yếu áp dụng cho các bóng đèn. Tuy nhiên, liên quan đến an toàn của sản phẩm, nhà chế tạo hệ thống bóng đèn có trách nhiệm đánh giá sản phẩm hệ thống bóng đèn cuối cùng. Vì công việc kỹ thuật và nhu cầu khác nhau nên nhà chế tạo hệ thống bóng đèn hoặc đèn điện có thể bị hạn chế về khả năng thử nghiệm và đo lường và thường dựa vào dữ liệu bóng đèn/LED do nhà chế tạo bóng đèn/LED cung cấp.

Có nhiều loại bóng đèn đã biết các ứng dụng dự kiến. Ví dụ, đối với các nguồn sáng truyền thống, việc sửa đổi các đặc tính quang liên quan đến an toàn của bóng đèn tích hợp bởi nhà chế tạo hệ thống bóng đèn nhìn chung là không đáng kể. Trong hầu hết các trường hợp, có kiểu bóng đèn truyền thống đơn lẻ được sử dụng trong đèn điện và nhà chế tạo hệ thống bóng đèn chỉ cần bổ sung cơ cấu cố định và nguồn cung cấp. Trong các trường hợp như vậy, dữ liệu bóng đèn thường có thể được truyền trực tiếp đến hệ thống bóng đèn. Việc đánh giá và phân nhóm rủi ro của bóng đèn có thể được sử dụng bởi nhà chế tạo hệ thống bóng đèn để phân loại hệ thống bóng đèn. Tuy nhiên, các kiểu bóng đèn khác có thể cần xem xét chi tiết hơn.

Các giá trị giới hạn của tiêu chuẩn an toàn được cung cấp theo hai đại lượng khác nhau, đòi hỏi có xem xét riêng rẽ.

5.1.2 Các giới hạn được cung cấp theo phơi nhiễm chiếu xạ/bức xạ

Trong dải phổ từ 200 nm đến 400 nm và 1 400 nm đến 3 000 nm khi các giới hạn phát xạ trong TCVN 13079-1 (IEC 62471) được cung cấp dưới dạng phơi nhiễm chiếu xạ hoặc bức xạ thì các phép đo bóng đèn đơn lẻ không thể truyền một cách đơn giản cho hệ thống bóng đèn mà yêu cầu phân tích cộng tính về quang để xác định nhóm rủi ro hệ thống.

Khi bóng đèn được sử dụng với cơ cấu quang để sửa đổi hoặc kéo dài được gắn hoặc tích hợp bổ sung thì hệ thống bóng đèn này cần được xem là sản phẩm khác và nhà chế tạo hệ thống bóng đèn cần cung cấp phân cấp rủi ro mới.

CHÚ THÍCH: Cơ cấu quang bổ sung chủ yếu để sửa đổi độ chiếu xạ của nguồn (tức là có thể có tác động đáng kể khi phân loại phụ thuộc vào tiêu chí phơi nhiễm chiếu xạ hoặc bức xạ), trong đó bức xạ có thể duy trì không đổi (tức là tác động yếu hơn khi phân loại dựa trên tiêu chí bức xạ).

TCVN 13079-2:2020

5.1.3 Giới hạn được cung cấp theo bức xạ (tích phân theo thời gian)

Trong các trường hợp khi giới hạn phát xạ trong TCVN 13079-1 (IEC 62471) được cung cấp dưới dạng bức xạ lấy trung bình trong không gian hoặc bức xạ lấy trung bình trong không gian và tích phân theo thời gian thì nguyên tắc bảo toàn của bức xạ có thể được sử dụng một cách thận trọng. Điều đó có nghĩa là nếu bóng đèn hoặc một LED phát ra thấp hơn mức bức xạ quy định (theo nhóm rủi ro) thì hệ thống bóng đèn cuối cùng của mảng LED cũng không thể vượt quá các giới hạn phát xạ tiếp cận đó. TCVN 13079-1 (IEC 62471) đòi hỏi các phép đo bức xạ được lấy trung bình trong không gian (3.15) với hệ quả là quan hệ giữa trường nhìn và diện tích nguồn, như đã được sử dụng để mô tả đặc trưng của linh kiện đơn lẻ, có thể bị thay đổi do tích hợp bóng đèn hoặc LED vào đèn điện (mảng) hoặc khi gắn các cơ cấu tạo hình dạng chùm tia.

Trong các điều kiện cụ thể (xem 5.2.2) việc đánh giá bóng đèn đơn lẻ/LED có thể được truyền trực tiếp tới hệ thống bóng đèn hoặc đèn điện. Nhóm rủi ro sẽ duy trì như cũ hoặc có thể giảm (ví dụ bởi các bộ lọc, v.v.).

CHÚ THÍCH: Vì cơ cấu quang bổ sung chủ yếu sửa đổi (làm tăng) độ chiếu xạ của nguồn mà không phải độ bức xạ nên việc đánh giá cần kiểm tra xác nhận rằng tiêu chí phân cấp chặt chẽ nhất của hệ thống bóng đèn không bị thay đổi (từ tiêu chí độ bức xạ sang tiêu chí độ chiếu xạ).

5.2 Hướng dẫn đối với các nhà chế tạo bóng đèn/LED

5.2.1 Quy định chung

Mục tiêu chính của việc phân loại nhóm rủi ro của bóng đèn bởi nhà chế tạo bóng đèn hoặc LED là nhằm thông tin đến người sử dụng hoặc nhà chế tạo sản phẩm cuối về các nguy hiểm tiềm ẩn có thể cần xem xét trong thiết kế an toàn của sản phẩm cuối. Do đó, khi bóng đèn được đặt trong các nhóm rủi ro 1, 2 hoặc 3 thì quan trọng là người sử dụng cần được thông tin về các nguy hiểm tiềm ẩn có thể đòi hỏi phải có các kiểm soát. Nếu nhà chế tạo cung cấp EHV hoặc HD cho bóng đèn (xem 5.3.4), việc xác định các biện pháp không chế thích hợp có thể đơn giản hơn.

5.2.2 Điều kiện đo

Trong dải phổ từ 200 nm đến 400 nm và 1 400 nm đến 3 000 nm khi các giới hạn phát xạ trong TCVN 13079-1 (IEC 62471) được cung cấp dưới dạng phơi nhiễm chiếu xạ hoặc bức xạ thì các phép đo cần được thực hiện theo TCVN 13079-1 (IEC 62471).

Trong các trường hợp khi giới hạn phát xạ trong TCVN 13079-1 (IEC 62471) được cung cấp dưới dạng bức xạ lấy trung bình trong không gian hoặc bức xạ tích phân theo thời gian thì cần xác định dữ liệu về bức xạ nguồn (theo 3.14) (các LED: làm việc trong các điều kiện làm việc lớn nhất ví dụ dòng điện lớn nhất) theo TCVN 13079-1 (IEC 62471). Góc chấp nhận cần bằng 1,7 mrad trong trường hợp bất kỳ.

CHÚ THÍCH: Các giá trị này cần được so sánh với giá trị giới hạn cụ thể cho nhóm rủi ro (mà không áp dụng cho các góc chấp nhận khác nhau). Trong các điều kiện này, nó có thể khẳng định rằng nhóm rủi ro của linh kiện trong trường hợp bất kỳ có thể truyền trực tiếp và hữu ích để xác định các đặc trưng của hệ thống bóng đèn cuối cùng.

Nếu đã biết rõ ràng mục đích sử dụng của sản phẩm thì cần áp dụng các yêu cầu cụ thể cho ứng dụng đó (tức là các tiêu chuẩn đọc) nếu có các tiêu chuẩn này hoặc áp dụng điều 4.2 và 4.3.

Trong trường hợp các bóng đèn có nhiều mục đích hoặc nếu không có các yêu cầu cụ thể cho ứng dụng (tức là các tiêu chuẩn đọc) thì phép đo các bóng đèn hoặc các linh kiện đơn lẻ cần được thực hiện ở khoảng cách 200 mm và nhóm rủi ro và các giá trị cần xuất hiện trong thông tin cho người sử dụng.

Việc đánh giá và phân loại nhóm rủi ro cần dựa trên các giá trị này.

5.2.3 Thông tin cho người sử dụng

Thông tin cho người sử dụng cần có phân loại nhóm rủi ro của bóng đèn mà có thể được sử dụng để phân loại nhóm rủi ro của hệ thống bóng đèn.

Thông tin về phân loại nhóm rủi ro cần được cho trước đối với sử dụng dự kiến, thông tin cần được cung cấp nếu áp dụng các điều kiện hoặc các yêu cầu cụ thể cho ứng dụng (như nêu trong 4.2 và 4.3 hoặc như yêu cầu trong các tiêu chuẩn đọc). Cần lưu ý là có thể cần phân loại lại nếu bóng đèn được sử dụng trong các ứng dụng khác.

Trong dải phổ từ 200 nm đến 400 nm và 1 400 nm đến 3 000 nm khi việc phân loại dựa trên phơi nhiễm chiếu xạ hoặc bức xạ thì cần lưu ý là việc đánh giá một bóng đèn đơn lẻ không thể truyền tự động cho hệ thống bóng đèn cuối cùng. Tuy nhiên, nếu việc tích hợp bóng đèn vào hệ thống bóng đèn không làm thay đổi đặc tính phát xạ tiếp cận được của bóng đèn thì phân loại nhóm rủi ro của hệ thống bóng đèn vẫn giữ giống với nhóm rủi ro của bóng đèn đó.

5.3 Hướng dẫn đối với nhà chế tạo hệ thống bóng đèn/đèn điện

5.3.1 Quy định chung

Phân loại nhóm rủi ro của bóng đèn chỉ ra các biện pháp an toàn cần thiết để giảm nhóm rủi ro cần thiết cho ứng dụng cụ thể như quy định trong các tiêu chuẩn đọc. Nếu nhóm rủi ro của bóng đèn thấp hơn nhóm lớn nhất thích hợp cho ứng dụng (xem Bảng 3) thì nhà chế tạo chắc chắn rằng nhóm rủi ro có thể truyền trực tiếp cho hệ thống bóng đèn.

Nhà chế tạo bóng đèn tạo ra một số loại bóng đèn đơn lẻ cho các ứng dụng cụ thể (4.2 và 4.3 như yêu cầu trong tiêu chuẩn đọc) và các sản phẩm này chỉ được phân loại bởi nhà chế tạo bóng đèn trong các điều kiện cụ thể của ứng dụng, nếu có. Nếu các nguồn này được sửa đổi hoặc thiết kế để sử dụng cho mục đích khác thì nhà chế tạo hệ thống bóng đèn cần đánh giá lại và ấn định nhóm rủi ro thích hợp.

5.3.2 Các nguồn dùng cho mục đích chiếu sáng thông dụng (GLS)

TCVN 13079-1 (IEC 62471) quy định rằng các bóng đèn và hệ thống bóng đèn được sử dụng cho mục đích chiếu sáng thông dụng, các giá trị nguy hiểm cần được báo cáo dưới dạng các giá trị bức xạ lấy trung bình theo không gian hoặc giá trị độ chiếu xạ ở khoảng cách tạo ra độ rọi 500 lux. Chỉ các bóng đèn và hệ thống bóng đèn được phân loại là nhóm loại trừ liên quan đến nguy hiểm trên da khi được đánh giá ở vị trí có mức độ rọi 500 lux mới nên sử dụng cho các ứng dụng chiếu sáng thông dụng. Ngoài

TCVN 13079-2:2020

ra, nếu ứng dụng đòi hỏi tiếp cận da đến bức xạ quang từ nguồn khi độ rọi có nhiều khả năng vượt quá 500 lux trong thời gian phơi nhiễm dài hơn 1 h thì người sử dụng cần được cảnh báo rằng có thể cần phải đánh giá phơi nhiễm.

CHÚ THÍCH: Nội dung trên nhằm đảm bảo rằng các ứng dụng được xem xét khi, ví dụ, các giới hạn phát xạ UV có thể bị vượt quá. Điều này có thể liên quan đến một số bóng đèn có mức phát xạ không bị vượt quá ở 500 lux, nhưng có thể bị vượt quá ở mức chiếu rọi cao hơn trong đó bàn tay, ví dụ, có thể được đặt trong thời gian chiếu rọi những công việc chi tiết, hoặc khi đầu để gần với nguồn hơn so với bề mặt được chiếu rọi ở 500 lux.

Phép đo độ rọi cần thiết của hệ thống bóng đèn chiếu sáng thông dụng có tính đến sự góp phần từ tất cả các thành phần của hệ thống bóng đèn. Trái ngược với phép đo để xác định nhóm rủi ro, góc chấp nhận đối với phép đo độ chiếu xạ của các nguồn chiếu sáng thông dụng là không giới hạn. Khi nhiều bóng đèn hoặc các cơ cấu quang sửa đổi chùm sáng được sử dụng cho sản phẩm chiếu sáng thông dụng, phát xạ cực tím và phát xạ hồng ngoại của sản phẩm trong nhiều trường hợp có thể bị giảm, do đó rủi ro tương ứng cũng giảm. Ngoài ra, nếu thấu kính hoặc màng LED tăng khoảng cách 500 lux thì góc tương của các nguồn thành phần giảm (và bức xạ lấy trung bình trong không gian giảm), để rủi ro về cơ bản vẫn giữ không đổi.

Trong các trường hợp khi phân loại bởi nhà chế tạo bóng đèn dựa trên bức xạ hoặc bức xạ tích phân theo thời gian và khi các nguy hiểm phụ thuộc vào chiếu xạ có thể bỏ qua (LED hoặc bằng cách sử dụng bộ lọc thích hợp) phân loại GLS của bóng đèn có thể được truyền trực tiếp đến hệ thống bóng đèn/đèn điện.

5.3.3 Bóng đèn đa mục đích

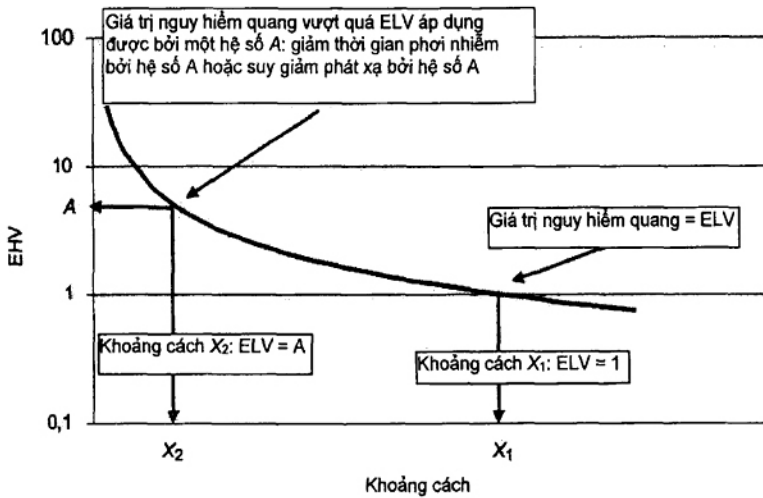
Cách tiếp cận chung dưới đây cần được tuân thủ khi xác định nhóm rủi ro của hệ thống bóng đèn. Trong các trường hợp khi phân loại rủi ro của bóng đèn dựa vào tiêu chí khắc nghiệt nhất của bức xạ hoặc bức xạ tích phân theo thời gian, các giá trị này vẫn giữ không đổi hoặc được giảm bởi việc tích hợp bóng đèn vào hệ thống hoặc bởi bổ sung thêm các thành phần quang. Ngược lại, các biện pháp hoặc thành phần này có thể thay đổi phơi nhiễm chiếu xạ hoặc phơi nhiễm bức xạ sinh ra bởi nguồn hoặc cần được xem xét trong các trường hợp khi việc phân nhóm rủi ro của bóng đèn lắp cùng dựa trên các tiêu chí này. Tuy nhiên, sự thay đổi có thể có của tiêu chí phân loại khắc nghiệt nhất, tức là từ bức xạ hoặc chiếu xạ, cần được xem xét trong trường hợp phân loại dựa trên bức xạ của bóng đèn lắp cùng.

5.3.4 Xác định khoảng cách nguy hiểm

Để không phụ thuộc vào điều kiện sử dụng, phân loại nhóm rủi ro của bóng đèn và các hệ thống bóng đèn dựa trên giả thiết trường hợp xấu nhất của thời gian phơi nhiễm, kích cỡ đồng tử và khoảng cách quan sát. Tuy nhiên, phát xạ của bóng đèn thường phân kỳ và rủi ro liên quan đến người quan sát ở khoảng cách hợp lý có thể không phản ánh đầy đủ bằng phân loại rủi ro của thiết bị, tức là rủi ro thực tế thường thấp hơn.

Các giá trị nguy hiểm phơi nhiễm (EHV), tức là vượt quá các giới hạn phơi nhiễm áp dụng được, có sự liên quan đáng kể trên thực tế (xem 3.2). Khái niệm này có thể có ích khi xem xét các biện pháp không chế thích hợp: để hạn chế thời gian phơi nhiễm hoặc khả năng tiếp cận của nguồn khi thích hợp.

EHV có thể được thể hiện dưới dạng đồ thị là các giá trị phụ thuộc khoảng cách: với khoảng cách từ bóng đèn hoặc hệ thống bóng đèn tăng lên thì các giá trị nguy hiểm sẽ giảm xuống – xem Hình 1. Ở khoảng cách X_1 , EHV = 1 tức là EHV bằng giá trị giới hạn phát xạ có thể áp dụng. Khoảng cách X_1 là khoảng cách nguy hiểm (HD) đối với hệ thống bóng đèn này. Ở khoảng cách X_2 , giá trị nguy hiểm bức xạ quang vượt quá giá trị giới hạn phát xạ có thể áp dụng bởi hệ số A. Ở khoảng cách này, phơi nhiễm quá mức với bức xạ quang có thể giảm bằng cách hạn chế thời gian phơi nhiễm bởi hệ số A (nếu các giá trị giới hạn phát xạ được thể hiện dưới dạng phơi nhiễm bức xạ hoặc bức xạ tích phân theo thời gian), hoặc bằng cách sử dụng các biện pháp khống chế kỹ thuật (ví dụ bộ lọc) làm suy giảm phát xạ tiếp cận được và/hoặc phương tiện bảo vệ cá nhân (ví dụ như kính mắt, quần áo) hạn chế phơi nhiễm tiềm ẩn với năng lượng phát ra.



Hình 1 – Ví dụ thể hiện bằng hình vẽ của các giá trị nguy hiểm phát xạ phụ thuộc vào khoảng cách

Tương tự với phân bố nhóm rủi ro của bóng đèn hoặc hệ thống bóng đèn, các giá trị khoảng cách nguy hiểm này cũng có thể được phân loại để xác định rủi ro liên quan đến người quan sát (3.19) bị tác động trong các điều kiện sử dụng thực tế. Ví dụ, với khoảng cách tăng lên so với hệ thống bóng đèn nhóm rủi ro 3 (khi được phân nhóm ở khoảng cách đo 200 mm) rủi ro đối với người quan sát sẽ giảm theo bậc từ nhóm rủi ro 2 (ví dụ tại X_2 trên Hình 1) đến nhóm rủi ro 1 và đến nhóm loại trừ (ví dụ X_1 trên Hình 1), ở các khoảng cách tại đó độ chiếu xạ, hoặc từ nơi bức xạ đo được, giảm xuống thấp hơn giới hạn phát xạ cụ thể cho nhóm rủi ro có thể áp dụng.

Do đó, ngoài việc ấn định nhóm rủi ro cho hệ thống bóng đèn, nhà chế tạo bóng đèn cũng cần cung cấp dữ liệu này. Trường hợp hệ thống bóng đèn được ấn định nhóm rủi ro cao hơn nhóm loại trừ thì nhà chế tạo tối thiểu cần cung cấp khoảng cách nguy hiểm (HD) đối với tất cả các nhóm rủi ro thấp hơn nhóm ấn định. Các khoảng cách nguy hiểm liên quan đến nhóm rủi ro này có thể được sử dụng để xác định biện pháp an toàn có thể áp dụng, xem Bảng 3.

TCVN 13079-2:2020

CHÚ THÍCH: Ví dụ trên và Hình 1 áp dụng cho một giới hạn ("nguy hiểm") và cho thời gian phơi nhiễm cụ thể. Dữ liệu tương tự là cần thiết cho tất cả các giới hạn ("các nguy hiểm") liên quan cũng như đối với các khoảng thời gian phơi nhiễm khác nhau.

5.4 Ghi nhãn

Nhà chế tạo luôn cần sử dụng các biện pháp khống chế kỹ thuật đầu tiên để tạo cho sản phẩm "an toàn bằng thiết kế". Các chi tiết cụ thể phụ thuộc vào ứng dụng và cần được quy định trong các tiêu chuẩn đọc cụ thể cho ứng dụng. Để cung cấp cách tiếp cận chung cho các ứng dụng, tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu ghi nhãn như phần chính của biện pháp khống chế thứ hai (hành chính). Hệ thống bóng đèn cần được ghi nhãn bởi nhà chế tạo theo các yêu cầu trong Bảng 1.

Hướng dẫn sau đây được cho đối với các sản phẩm không nằm trong các tiêu chuẩn đọc cụ thể cho ứng dụng hiện hành. Ngoại trừ hệ thống bóng đèn nhóm loại trừ và nhóm rủi ro 1 chỉ phát trong dải bước sóng 400 nm đến 780 nm, nhóm rủi ro cần được ghi nhãn trên sản phẩm. Nếu kích thước hoặc thiết kế của sản phẩm làm cho việc ghi nhãn không khả thi, nội dung nhãn cần được ghi trên bao bì và trong sổ tay hướng dẫn sử dụng. Các ký hiệu cảnh báo cần được thực hiện theo IEC 60417.

Các nhãn trên vỏ bọc cần được gắn cố định, dễ đọc và nhìn thấy rõ ràng trong khi bảo dưỡng và bảo trì. Chúng cần được đặt ở vị trí sao cho có thể đọc mà người không bị phơi nhiễm với bức xạ quang vượt quá ELV áp dụng được. Nội dung và đường biên của nhãn nên có màu đen trên nền vàng. Kích cỡ nhãn cần điều chỉnh theo kích cỡ của sản phẩm. Tất cả các nhãn yêu cầu cần được ghi trong sổ tay hướng dẫn sử dụng.

Bảng 1 – Ghi nhãn nhóm rủi ro liên quan đến nguy hiểm của hệ thống bóng đèn

Nguy hiểm	Nhóm loại trừ	Nhóm rủi ro 1	Nhóm rủi ro 2	Nhóm rủi ro 3
Nguy hiểm cực tím 200 nm đến 400 nm	Không yêu cầu	NỘI DUNG LƯU Ý UV phát ra từ sản phẩm	LƯU Ý UV phát ra từ sản phẩm	CẢNH BÁO UV phát ra từ sản phẩm
Nguy hiểm ánh sáng xanh lên võng mạc 300 nm đến 400 nm	Không yêu cầu	Không yêu cầu	LƯU Ý Có thể có bức xạ quang nguy hiểm phát ra từ sản phẩm này	CẢNH BÁO Có thể có bức xạ quang nguy hiểm phát ra từ sản phẩm này
Nguy hiểm nhiệt và nguy hiểm ánh sáng xanh lên võng mạc 400 nm đến 780 nm	Không yêu cầu	Không yêu cầu	LƯU Ý Có thể có bức xạ quang nguy hiểm phát ra từ sản phẩm này	CẢNH BÁO Có thể có bức xạ quang nguy hiểm phát ra từ sản phẩm này
Nguy hiểm hồng ngoại lên giác mạc/thủy tinh thể 780 nm đến 3 000 nm	Không yêu cầu	NỘI DUNG LƯU Ý IR phát ra từ sản phẩm	LƯU Ý IR phát ra từ sản phẩm	CẢNH BÁO IR phát ra từ sản phẩm
Nguy hiểm nhiệt lên võng mạc, kích thích yếu lên thị giác 780 nm đến 1 400 nm	Không yêu cầu	NỘI DUNG LƯU Ý IR phát ra từ sản phẩm	CẢNH BÁO IR phát ra từ sản phẩm	CẢNH BÁO IR phát ra từ sản phẩm

5.5 Cung cấp các thông tin khác

Đối với các bóng đèn và hệ thống bóng đèn có rủi ro lớn hơn nhóm loại trừ, các thông tin dưới đây cần được cung cấp trong thông tin cho người sử dụng:

- a) nội dung rõ ràng rằng bóng đèn hoặc hệ thống bóng đèn này có rủi ro lớn hơn nhóm loại trừ và rằng rủi ro liên quan đến người quan sát sẽ phụ thuộc vào cách thức người sử dụng lắp đặt và sử dụng sản phẩm này;
- b) nguy hiểm bức xạ quang khác-nghiệt nhất và các nguy hiểm bức xạ quang khác vượt quá nhóm loại trừ (xem Bảng 1);
- c) các giá trị nguy hiểm phơi nhiễm (EHV) và các khoảng cách nguy hiểm được thể hiện tùy chọn dưới dạng hình vẽ của EHV phụ thuộc khoảng cách;
- d) các khoảng cách nguy hiểm (HD) đối với tất cả các nhóm rủi ro liên quan đến người quan sát thấp hơn nhóm được ấn định (xem Bảng 1 và Bảng 2);
- e) hướng dẫn đầy đủ về việc lắp ráp, lắp đặt, bảo dưỡng thích hợp và sử dụng an toàn, kể cả các cảnh báo rõ ràng liên quan đến các biện pháp phòng ngừa để tránh phơi nhiễm có thể có với bức xạ quang nguy hiểm;
- f) lời khuyên về các quy trình hoạt động an toàn và các cảnh báo liên quan đến hoạt động sai có thể dự đoán một cách hợp lý và các chế độ hỏng gây nguy hiểm. Trường hợp các quy trình bảo dưỡng được nêu chi tiết, chúng cần có các hướng dẫn rõ ràng, khi có thể, về các quy trình an toàn cần tuân thủ;
- g) lặp lại các nhân yếu cầu trong 5.4 và giải thích ý nghĩa được thể hiện trong Bảng 2; và
- h) thông tin về kiểu loại của các biện pháp khống chế mà người sử dụng có thể xem xét.

CHÚ THÍCH: Thông tin cần thiết có thể phải tuân theo quy định quốc gia.

Bảng 2 – Giải thích thông tin ghi nhãn và hướng dẫn về các biện pháp khống chế

Nguy hiểm	Nhóm loại trừ	Nhóm rủi ro 1	Nhóm rủi ro 2	Nhóm rủi ro 3
Nguy hiểm cực tím 200 nm đến 400 nm	Không yêu cầu	Giảm thiểu phơi nhiễm với mắt hoặc da. Sử dụng che chắn thích hợp	Kích thích lên mắt hoặc da có thể gây ra do phơi nhiễm. Sử dụng che chắn thích hợp.	Tránh phơi nhiễm da và mắt với sản phẩm không có che chắn
Nguy hiểm ánh sáng xanh lên võng mạc 300 nm đến 400 nm	Không yêu cầu	Không yêu cầu	Không nhìn trực diện vào bóng đèn đang hoạt động. Có thể có hại cho mắt.	Không nhìn trực diện vào bóng đèn đang hoạt động. Có thể gây thương tổn cho mắt.
Nguy hiểm nhiệt và nguy hiểm ánh sáng xanh lên võng mạc 400 nm đến 780 nm	Không yêu cầu	Không yêu cầu	Không nhìn trực diện vào bóng đèn đang hoạt động. Có thể có hại cho mắt.	Không nhìn trực diện vào bóng đèn đang hoạt động. Có thể gây thương tổn cho mắt.
Nguy hiểm hồng ngoại lên giác mạc/thủy tinh thể 780 nm đến 3 000 nm	Không yêu cầu	Sử dụng che chắn thích hợp hoặc bảo vệ mắt	Tránh phơi nhiễm mắt. Sử dụng che chắn thích hợp hoặc bảo vệ mắt.	Tránh phơi nhiễm mắt. Sử dụng che chắn thích hợp hoặc bảo vệ mắt.
Nguy hiểm nhiệt lên võng mạc, kích thích yếu lên thị giác 780 nm đến 1 400 nm	Không yêu cầu	Không nhìn trực diện vào bóng đèn đang hoạt động	Không nhìn trực diện vào bóng đèn đang hoạt động	Không nhìn trực diện vào bóng đèn đang hoạt động

Khi bóng đèn hoặc hệ thống bóng đèn phát ra bức xạ quang trong nhiều hơn một vùng phổ nguy hiểm thì bóng đèn hoặc hệ thống bóng đèn cần được phân loại đối với trường hợp nghiêm trọng nhất. Nếu bức xạ quang trong vùng phổ bất kỳ vượt quá các giới hạn đối với nhóm loại trừ, các cảnh báo thích hợp cần được đưa vào nhãn của sản phẩm. Ví dụ, đối với bóng đèn được ấn định cho nhóm rủi ro 3 trên cơ sở nguy hiểm IR lên võng mạc và phát UV ở mức của nhóm rủi ro 2, nội dung ghi nhãn cần chỉ ra nhóm rủi ro 3, với nội dung "cảnh báo" thích hợp; và thể hiện nội dung "lưu ý" cho nhóm rủi ro 2 đối với UV nhưng không cần đề cập đến nhóm rủi ro 2 một cách rõ ràng, như minh họa trên Hình 2.

NHÓM RỦI RO 3
<p>CẢNH BÁO: IR phát ra từ sản phẩm này. Không nhìn vào bóng đèn đang hoạt động.</p> <p>LƯU Ý: UV phát ra từ sản phẩm này. Kích thích mắt hoặc da có thể gây ra do phơi nhiễm.</p> <p>Sử dụng che chắn thích hợp.</p>

Hình 2 – Ví dụ về nhãn cảnh báo đối với bóng đèn có nhiều vùng phổ nguy hiểm

6 Phân bổ biện pháp an toàn

6.1 Quy định chung

Nhà chế tạo bóng đèn hoặc hệ thống bóng đèn cần thực hiện phân tích rủi ro để xác định các biện pháp an toàn cần thiết và các rủi ro dư đối với người sử dụng, các cảnh báo cần thiết và các biện pháp an

toàn đề xuất cho người sử dụng. Phân loại nhóm rủi ro hỗ trợ nhà chế tạo thiết kế các biện pháp khống chế kỹ thuật để đạt mức an toàn chấp nhận được của bóng đèn và hệ thống bóng đèn. Kiểu sản phẩm và sử dụng dự kiến xác định mức phát xạ chấp nhận được, thời gian phát xạ dự đoán được và khoảng cách tiếp cận dự đoán được.

Phơi nhiễm với bức xạ quang cần được giảm bằng cách khống chế bức xạ không mong muốn tại nguồn, ví dụ bằng lọc phổ hoặc vỏ bọc. Bức xạ UV và IR nguy hiểm không mong muốn cần được tránh khi có thể hoặc được suy giảm bằng các bộ lọc thích hợp.

CHÚ THÍCH: Việc khống chế có chọn lọc các thành phần phổ không chủ ý trong dải phổ nhìn thấy có thể khó khăn hơn vì việc lọc phổ có thể làm thay đổi màu cơ bản hoặc cường độ của hệ thống bóng đèn.

Nhà chế tạo cần cung cấp cho người sử dụng thông tin về an toàn và cần mô tả kiểu biện pháp khống chế có thể xem xét. Tùy thuộc vào ứng dụng của sản phẩm, các biện pháp khống chế cần thiết có thể bao gồm cả các khu vực hạn chế tiếp cận hoặc khu vực tiếp cận có kiểm soát.

Ví dụ về các khu vực hạn chế tiếp cận bên trong là:

- tủ chứa thiết bị trong phòng có khóa/dành riêng,
- vị trí dành cho nhân viên bảo trì/bảo dưỡng, và
- khu vực đòi hỏi thiết bị như các cột tháp tiếp cận bởi các chuyên gia (ví dụ chiếu sáng đường phố, chiếu sáng sân vận động, v.v.).

Phân bổ các khu vực hạn chế tiếp cận cụ thể cho thiết bị và cần được xét đến trong tiêu chuẩn đọc của sản phẩm.

Ví dụ về các khu vực tiếp cận có kiểm soát bao gồm các phòng có khóa có kiểm soát chặt chẽ việc tiếp cận, các khu vực có hàng rào/bảo vệ và các khu vực bên trong thiết bị đòi hỏi dụng cụ chuyên dụng hoặc chia khóa để tiếp cận. Các quy định kỹ thuật về khu vực tiếp cận có kiểm soát cụ thể cho sản phẩm và cần được xét đến trong tiêu chuẩn đọc của sản phẩm.

Nhìn chung, các yêu cầu về huấn luyện, hạn chế tiếp cận các vùng nguy hiểm, và yêu cầu thiết bị bảo vệ cá nhân chỉ có thể được xem xét đối với các sản phẩm có mục đích sử dụng chuyên nghiệp được sử dụng trong các điều kiện ở nơi làm việc và khi các biện pháp khống chế khác là không đủ hoặc không khả thi. An toàn đối với các kiểu sản phẩm cụ thể cần được xét đến trong tiêu chuẩn đọc tương ứng.

6.2 Rủi ro tối đa chấp nhận được liên quan đến người quan sát

Việc phân bổ bóng đèn vào nhóm rủi ro cụ thể dựa trên đánh giá phát xạ của bóng đèn ở khoảng cách 200 mm và thời gian phơi nhiễm nhóm rủi ro áp dụng được. Tuy nhiên, khi bóng đèn được tích hợp vào sản phẩm, tùy thuộc vào thiết kế sản phẩm và ứng dụng của nó, các điều kiện đánh giá này có thể trở nên không đại diện. Trong trường hợp này, sản phẩm có thể được đánh giá ở khoảng cách nhỏ nhất và thời gian phơi nhiễm lớn nhất đại diện cho các điều kiện tiếp cận dự đoán được cụ thể theo ứng dụng (rủi ro liên quan đến người quan sát).

TCVN 13079-2:2020

Các ứng dụng có thể được chia thành ba nhóm, theo khả năng xảy ra việc quan sát nội chùm tia của nguồn:

- Thời gian ngắn không chủ ý (ô tô, đèn chiếu điểm, đèn chớp sáng, máy chiếu);
- Thời gian ngắn gián đoạn, thoáng qua (hoặc có thể có) (nhiều đồ chơi khi khoảng quan sát bình thường của trẻ em thường ngắn, thiết bị phòng thí nghiệm, trong nhà, báo hiệu);
- Thời gian dài có chủ ý (hoặc có nhiều khả năng xảy ra) (màn hình).

Khi sản phẩm được đánh giá trong các điều kiện cụ thể theo ứng dụng, phân loại nhóm rủi ro liên quan đến người quan sát có thể khác với nhóm rủi ro của bóng đèn lắp trong sản phẩm. Bảng 3 cung cấp hướng dẫn về nhóm rủi ro lớn nhất cho phép của sản phẩm tiếp cận được trong các điều kiện cụ thể theo ứng dụng.

Do đó, nếu bóng đèn nhóm rủi ro 3 được lắp trong màn hình (phơi nhiễm thời gian dài có chủ ý) thì chỉ được chấp nhận nếu nhóm rủi ro liên quan đến người quan sát của màn hình là nhóm loại trừ.

Nếu bóng đèn nhóm rủi ro 3 được lắp trong thiết bị báo hiệu (phơi nhiễm thời gian ngắn có chủ ý) thì chỉ được chấp nhận nếu nhóm rủi ro liên quan đến người quan sát của thiết bị báo hiệu tối đa là nhóm rủi ro 1 – phơi nhiễm dự đoán được được khống chế bởi khoảng cách tiếp cận và/hoặc thời gian phơi nhiễm lớn nhất.

Nếu bóng đèn nhóm rủi ro 3 được lắp trong đèn pha của ô tô (phơi nhiễm thời gian ngắn không chủ ý) thì chỉ được chấp nhận nếu nhóm rủi ro liên quan đến người quan sát của đèn pha tối đa là nhóm rủi ro 2 – phơi nhiễm dự đoán được được khống chế bởi khoảng cách tiếp cận tối thiểu.

Bảng 3 – Nhóm rủi ro lớn nhất chấp nhận được của các sản phẩm được đánh giá đối với rủi ro liên quan đến người quan sát trong các điều kiện cụ thể theo ứng dụng

Nhóm rủi ro của hệ thống bóng đèn	Nhóm rủi ro được đánh giá trong các điều kiện cụ thể theo ứng dụng – rủi ro liên quan đến người quan sát		
	Thời gian ngắn không chú ý	Thời gian ngắn có chú ý	Thời gian dài có chú ý (hoặc có nhiều khả năng xảy ra)
Nhóm loại trừ	Nhóm rủi ro loại trừ	Nhóm rủi ro loại trừ	Nhóm rủi ro loại trừ.
Nhóm rủi ro 1	Nhóm rủi ro 1	Nhóm rủi ro 1	Nhóm rủi ro loại trừ - phơi nhiễm được giới hạn bởi khoảng cách tiếp cận hoặc bởi không chế tiếp cận
Nhóm rủi ro 2	Nhóm rủi ro 2	Nhóm rủi ro 1 – phơi nhiễm được giới hạn bởi khoảng cách tiếp cận hoặc/và thời gian phơi nhiễm và sản phẩm được sử dụng ở vị trí hạn chế tiếp cận	Nhóm rủi ro loại trừ - phơi nhiễm được giới hạn bởi khoảng cách tiếp cận hoặc bởi không chế tiếp cận
Nhóm rủi ro 3	Nhóm rủi ro 2 – phơi nhiễm được giới hạn bởi khoảng cách tiếp cận hoặc sản phẩm được sử dụng trong vị trí hạn chế tiếp cận	Nhóm rủi ro 1 – phơi nhiễm được giới hạn bởi khoảng cách tiếp cận hoặc/và thời gian phơi nhiễm và sản phẩm được sử dụng ở vị trí hạn chế tiếp cận	Nhóm rủi ro loại trừ - phơi nhiễm được giới hạn bởi khoảng cách tiếp cận hoặc bởi không chế tiếp cận

Bảng 3 được dùng để hướng dẫn. Các tiêu chuẩn dọc liên quan đến ứng dụng cụ thể có thể cung cấp thêm thông tin về việc đánh giá cần thiết và quy định các biện pháp khống chế an toàn có thể cần xem xét.

Phân loại trong các điều kiện cụ thể theo ứng dụng chỉ có thể áp dụng cho sử dụng dự kiến của sản phẩm. Các biện pháp an toàn cho nhân viên bảo trì và bảo dưỡng cần dựa trên nhóm rủi ro của bóng đèn lắp vào mà không nên phụ thuộc vào ứng dụng của hệ thống bóng đèn.

Phụ lục A

(tham khảo)

Bức xạ và nguy hiểm cho mắt từ các nguồn kéo dài

A.1 Quy định chung

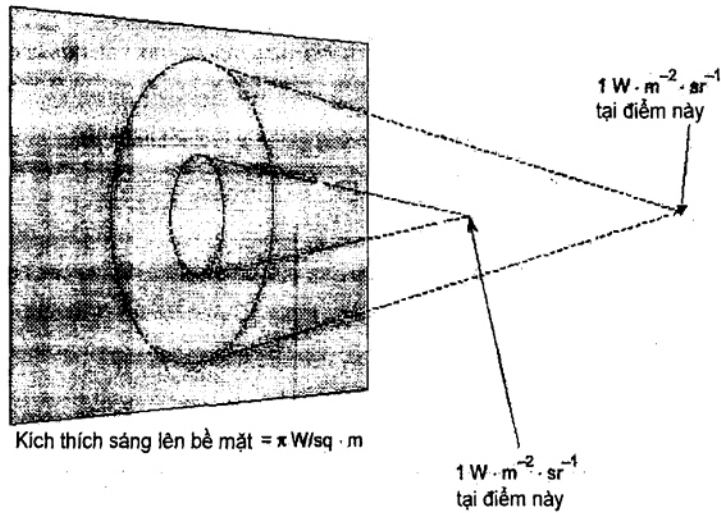
Đối với các nguồn kéo dài phát bức xạ quang trong vùng phổ gây nguy hiểm võng mạc (400 nm đến 1 400 nm), khái niệm bức xạ là hữu ích để mô tả nguồn và để thực hiện các phép tính bức xạ liên quan đến việc chứng tỏ sự tồn tại hoặc không tồn tại của nguy hiểm võng mạc.

Trước khi thảo luận sự hữu ích của bức xạ, cần nhận diện các loại nguồn và trường hợp phơi nhiễm mà bức xạ thường không có ích. Các nguồn điểm có bức xạ không xác định, do đó quan sát nội chùm tia của bộ phát laser và quan sát bất kỳ của các nguồn trong một góc 1,7 mrad hoặc nhỏ hơn sẽ được thực hiện tốt hơn bởi phép đo và thảo luận của các đại lượng đo bức xạ khác ví dụ như chiếu xạ ở khoảng cách xác định. Nếu nguồn cần xét có thể quan sát bởi cơ cấu quang phóng đại, cần xét đến khả năng mà góc trường của nguồn có thể tăng cao hơn 1,7 mrad và, do đó trở thành nguồn kéo dài. Tuy nhiên, trong các trường hợp như vậy, xử lý nguy hiểm tổng thể từ nguồn vẫn có thể được thực hiện tốt hơn bằng cách tiếp tục với các khối kiểu chiếu xạ để bao trùm cả xử lý nguồn điểm và nguồn kéo dài của cùng một nguồn.

Các nguồn có phổ đầu ra thể hiện cho nguy hiểm nằm ngoài vùng nguy hiểm võng mạc được thực hiện không tốt bằng các đặc trưng bức xạ. Chiếu xạ hoặc phơi nhiễm bức xạ thường sử dụng nhiều hơn với các nguồn này. Sự chuyển đổi giữa các bố trí phép đo thường phức tạp và có tiềm ẩn đưa vào các sai lỗi. Do đó, về nguyên tắc chung, bức xạ chỉ được sử dụng để đánh giá các nguồn nhìn thấy và nguồn gần hồng ngoại. Độ chói là tín hiệu analog về trắc quang của bức xạ đối với các nguồn ánh sáng nhìn thấy và do đó TCVN 13079-1 (IEC 62471) đưa ra giá trị độ chói giới hạn trên như một hướng dẫn để nhận diện các nguồn bóng đèn trong nhóm rủi ro loại trừ.

A.2 Hình học bức xạ

'Hình học' được giả thiết liên quan đến nguồn đến người quan sát được sử dụng với bức xạ và đại lượng analog về trắc quang, độ chói. Điều này đưa ra để có các đặc tính rất có ích, cả cho phân tích nguy hiểm và cả trong trắc quang. Độ chói thường được sử dụng để mô tả 'độ sáng' của các bề mặt phát xạ như các màn hình; đối với các lý do tương tự, bức xạ có thể được sử dụng để xác định nguy hiểm từ các bề mặt phát xạ. Bức xạ được thể hiện dưới dạng công suất chia cho diện tích trên một đơn vị góc khối ($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$). Một trong các hệ quả chính của hình học bức xạ, ví dụ tính bất biến với khoảng cách đến nguồn kéo dài, được thể hiện trên Hình A.1. Vì người quan sát hoặc đầu thu chuyên động ra xa khỏi nguồn kéo dài nên các tổn thất bình phương tỷ lệ nghịch được bù bằng việc tăng diện tích nguồn được lấy mẫu.



Hình A.1 – Tính bất biến của bức xạ theo khoảng cách từ nguồn kéo dài

Lập luận tương tự có thể được sử dụng để thể hiện rằng bức xạ được bảo toàn (chịu các tổn thất do hấp thụ) khi các cơ cấu quang phóng to hoặc thu nhỏ phản xạ hoặc khúc xạ được đặt vào giữa nguồn kéo dài và người quan sát. Nói cách khác, mặc dù cơ cấu quang phóng to hoặc thu nhỏ có thể thay đổi góc nhìn biểu kiến của nguồn thì chúng cũng làm thay đổi công suất ánh sáng biểu kiến trên một đơn vị diện tích để bù lại, do đó bức xạ chỉ bị ảnh hưởng bởi hấp thụ trong cơ cấu quang và các vấn đề liên kết đồng tử thoát.

A.3 Quan hệ giữa ngưỡng võng mạc và các tham số nguồn

Khi xác định ngưỡng theo kinh nghiệm, các ngưỡng hồng võng mạc luôn được đo dưới dạng độ chiếu xạ tại võng mạc, tức là $W \cdot m^{-2}$. So sánh đặc tính của nguồn với ngưỡng hồng võng mạc liên quan đến các chuyển đổi độ chiếu xạ phức tạp và, trong trường hợp các nguồn kéo dài, dẫn đến những xem xét phụ thuộc vào khoảng cách. Các ngưỡng võng mạc điển đạt lại dưới dạng các đơn vị bức xạ mà việc xử lý các cơ cấu quang của mắt, cộng với cơ cấu quang can thiệp bất kỳ, trong đánh giá nguy hiểm được đơn giản rất nhiều.

A.4 Các hạn chế khi sử dụng bức xạ trong đánh giá rủi ro

Một số hạn chế khi sử dụng bức xạ để mô tả đặc trưng của nguồn sáng đã được đề cập trong Điều A.1 ở trên.

Ngoài ra, liên quan đến ngành công nghiệp bóng đèn và công nghiệp chiếu sáng, phép đo bức xạ để mô tả đặc trưng nguồn có thể khó đối với một số nguồn có che chắn hoặc vỏ bọc. Vấn đề này luôn xảy ra khi xác định diện tích nguồn; thành phần " m^{-2} " của đơn vị bức xạ $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$. Trong khi phép đo thông lượng bức xạ thường đơn giản và việc xác định góc khối của nguồn chỉ thể hiện các khó khăn vừa phải; phép đo diện tích nguồn hoặc diện tích được lấy mẫu bởi thiết bị đo, có thể lại rất khó. Một giải pháp có

TCVN 13079-2:2020

thể là xác định cả góc khối và diện tích tại ảnh thực hoặc ảo của nguồn trong hệ thống quang, nếu tồn tại. Với điều kiện góc khối và diện tích đều được đo trong cùng mặt phẳng, tính hợp lệ của điều này tuân theo nguyên tắc “bảo toàn bức xạ”. Tuy nhiên, điều này sẽ làm cho phép đo phải tránh rơi vào bẫy của diện tích nguồn xác định trong một mặt phẳng và góc khối trong mặt phẳng khác.

A.5 Các nguồn không đồng nhất

Phép đo bức xạ của các nguồn trong đó phát xạ bức xạ cục bộ thay đổi (tức là các nguồn không đồng nhất) cần được lấy tích phân trên các góc khối quy định trong TCVN 13079-1 (IEC 62471). Điều này đảm bảo rằng bức xạ đo được được so sánh đúng với các ngưỡng hồng ngoại mặc theo thực nghiệm, có tính đến các chuyển động của mắt và quang sai mắt.

A.6 Quan hệ giữa bức xạ nguồn và bức xạ lấy trung bình trong không gian

Các giá trị giới hạn phơi nhiễm được cung cấp dưới dạng bức xạ hoặc bức xạ lấy tích phân theo thời gian tương ứng có thể dẫn đến giả thiết rằng bằng nguyên lý bảo toàn bức xạ, nếu bóng đèn phát ra thấp hơn mức bức xạ quy định (đối với nhóm rủi ro cho trước), thì đèn điện cuối cùng cũng có thể không vượt quá các giới hạn phát xạ tiếp cận được. Do đó, để tránh các phép đo lặp lại, nhà chế tạo bóng đèn được yêu cầu đặc trưng hóa các đặc tính an toàn của các thiết bị của họ (các bóng đèn đơn lẻ) và cung cấp các phân bổ nhóm rủi ro liên quan.

Thông thường, bức xạ L ($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$) được xác định (xem Hình A.2 như một ví dụ) bằng cách đo công suất bức xạ P (W) đi qua mặt chặn khẩu độ đo xác định tại khoảng cách đo xác định r . Đường kính d của khẩu độ xác định góc khối thu thập Ω (sr) và diện tích đo AFOV (ở đây được xác định là diện tích trong “trường nhìn”, FOV (m^2)) tương ứng với góc chấp nhận γ xác định trước bởi mặt chặn trường tròn đặt phía trước đầu thu. Thông thường, nguồn kéo dài quá FOV, như thể hiện trên Hình A.2 (tức là $\alpha > \gamma$). Bức xạ của nguồn được tính từ công suất bức xạ P đi qua khẩu độ đo, diện tích đo FOV và góc khối Ω .

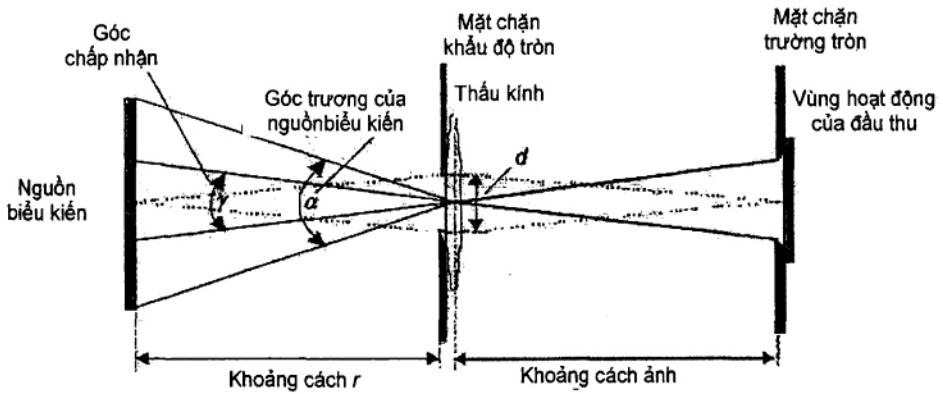
$$L (W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}) = P [W] / \Omega (sr) \times A_{Fov} (m^2)$$

Đo bức xạ lấy tích phân theo thời gian theo cách tương tự. Tuy nhiên, phép đo công suất quang P được thay bằng phép đo năng lượng bức xạ Q .

CHÚ THÍCH 1: Bức xạ L được xác định bởi vi phân xác định:

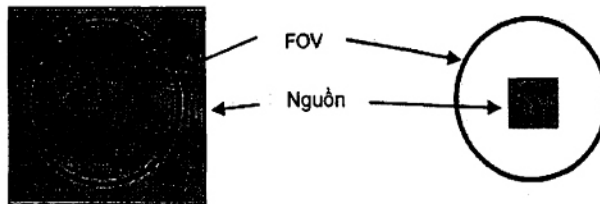
$$L_e = \frac{d\Phi_e}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$$

Do đó, cần lưu ý là thuật ngữ FOV được sử dụng ở trên và góc khối là biên độ đã được tích phân và công thức nêu trên đối với công suất là giá trị đã tích phân (xem IEC 845-01-34).



Hình A.2 – Điều kiện đo bình thường để xác định bức xạ và bức xạ tích phân theo thời gian

TCVN 13079-1 (IEC 62471) đòi hỏi phép đo bức xạ lấy trung bình trong không gian có tính đến các chuyển động của cơ thể và đặc tính tạo hình ảnh của mắt. Các phép đo được tiến hành theo cách này đưa ra kết quả khác với các phép đo bức xạ thông thường, nhưng kết quả đại diện hơn cho nguy hiểm cho mắt từ các nguồn. Phép đo bức xạ lấy trung bình theo không gian đòi hỏi góc chấp nhận quy định γ phụ thuộc nhiều vào thời gian phơi nhiễm. Do đó, FOV tương ứng của bố trí đo có thể nhỏ hơn nguồn (phủ quá mức, xem Hình A.3a) hoặc lớn hơn nguồn (không phủ kín, Hình A.3b), tùy thuộc vào kích cỡ nguồn và thời gian phơi nhiễm áp dụng được xác định bởi nhóm rủi ro. Điều này rất khác với các phép đo bức xạ thông thường, ở đó nguồn phải luôn kéo dài quá diện tích đo. Bất kể kích cỡ nguồn thực, các giới hạn bức xạ đều liên quan đến diện tích xác định bởi FOV.



Hình A.3a – Kích thước nguồn lớn hơn FOV (phủ quá mức)
Hình A.3b – Kích thước nguồn nhỏ hơn FOV (không phủ kín)

Hình A.3 – Kích thước nguồn

Sự bảo toàn bức xạ có thể áp dụng nếu việc kéo dài của một nguồn với góc trường α lớn hơn góc chấp nhận áp dụng được (và bức xạ nguồn "thực", xem Hình A.3a). Nếu sự kéo dài của nguồn nhỏ hơn FOV thì công bố về an toàn dựa trên bảo toàn bức xạ chỉ có hiệu lực khi quan hệ giữa trường nhìn và diện tích nguồn giữ không đổi. Quan hệ này có nhiều khả năng bị thay đổi do lắp bóng đèn đơn hoặc LED vào đèn điện (mảng) hoặc với cơ cấu quang khuếch đại (xem Phụ lục D).

TCVN 13079-2:2020

CHÚ THÍCH 2: Sự bảo toàn bức xạ đối với các nguồn trong một góc lớn hơn FOV giả thiết rằng nguồn là đồng nhất, tức là bức xạ nguồn không đổi trên toàn bộ nguồn. Nếu nguồn không đồng nhất thì FOV cần được quét xung quanh nguồn để xác định trường hợp xấu nhất.

Đặc biệt, trong trường hợp thiết bị được ấn định là nhóm rủi ro loại trừ và đối với các nguy hiểm ánh sáng xanh khắc nghiệt nhất, góc chấp nhận là lớn nhất ở 100 mrad. Từ khoảng cách đánh giá trường hợp xấu nhất 200 mm, đường kính tương ứng của FOV lấy trung bình 100 mrad là 20 mm. Kích thước của chip LID, LED đơn lẻ hoặc dây tóc bóng đèn thường nhỏ hơn. Phù hợp với giá trị giới hạn của nhóm rủi ro loại trừ sử dụng bức xạ lấy trung bình trong không gian, điều đó có nghĩa là bức xạ "thực" của thành phần nhỏ có thể cao hơn theo lý thuyết bởi một hệ số: $(\gamma/\alpha)^2$. Do đó, giá trị giới hạn của nhóm rủi ro loại trừ này có thể bị vượt quá, nếu số lượng các thành phần này được kết hợp trong hệ thống bóng đèn, ví dụ trong mảng LED mật độ cao.

Trường hợp khác là việc gắn các cơ cấu quang tạo hình chùm tia vào thành phần. Trong trường hợp này, nguồn biểu kiến nhỏ luôn được khuếch đại hoặc kéo dài (xem Phụ lục D) và có thể phủ quá mức FOV; trong khi đó, bức xạ nguồn "thực" giữ nguyên, đến xấp xỉ đầu tiên, không đổi và ở giá trị lớn.

Nhìn chung, nguồn rủi ro loại trừ mà an toàn đối với thời gian phơi nhiễm 10 000 s cũng sẽ an toàn ở khoảng thời gian phơi nhiễm hoặc khoảng thời gian quan sát ngắn hơn, tức là nó đáp ứng tiêu chí của nhóm rủi ro 1 và nhóm rủi ro 2. Do đó, tối thiểu đối với linh kiện, sẽ là không thích hợp khi áp cố định các yêu cầu phân loại của tiêu chuẩn an toàn bóng đèn.

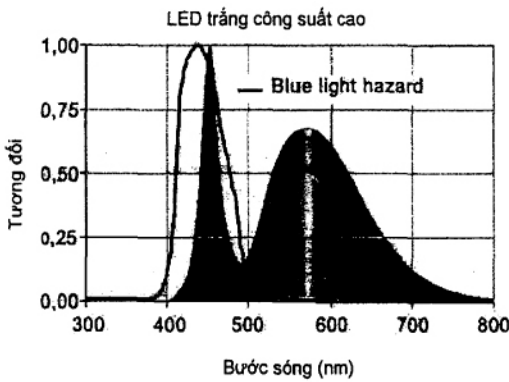
CHÚ THÍCH 3: FOV phụ thuộc vào nhóm rủi ro mà có thể có nghĩa là linh kiện đáp ứng các yêu cầu đối với nhóm rủi ro loại trừ nhưng không đáp ứng với các yêu cầu đối với nhóm rủi ro 1 và 2. Trong các trường hợp này, cho phép khẳng định phân bổ vào nhóm rủi ro loại trừ.

Nhà chế tạo bóng đèn hoặc LED cần xác định bức xạ nguồn "thực" để so sánh với các giá trị giới hạn và phân loại, trong đó cần áp dụng góc chấp nhận nhỏ nhất 1,7 mrad.

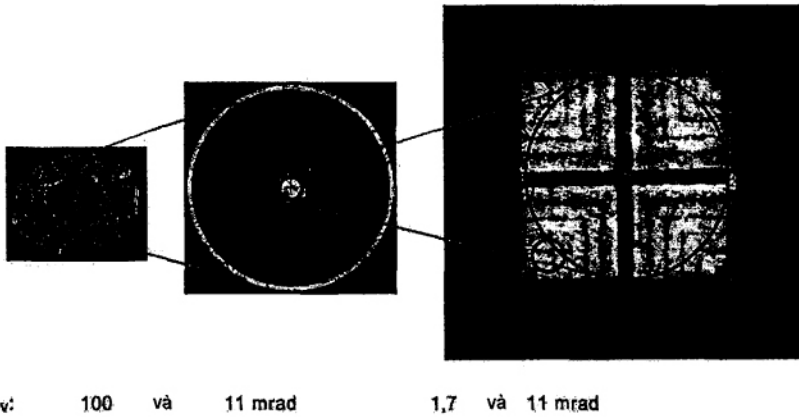
Trong trường hợp nguồn lớn, khi FOV luôn phủ quá mức (Hình A.3a), các giá trị bức xạ tạo ra cần đọc lập với FOV.

Trong trường hợp nguồn nhỏ (Hình A.3b), kích bản trường hợp xấu nhất đối với linh kiện có thể truyền và hữu ích để phân loại hệ thống bóng đèn cuối cùng. Tuy nhiên, đánh giá này có thể quá khắc nghiệt đối với đèn điện/hệ thống bóng đèn/sản phẩm cuối cùng và trong các trường hợp như vậy nhà chế tạo cần xem xét đánh giá sản phẩm với các FOV khác.

Hình A.4 thể hiện ví dụ về linh kiện LED "pc trắng" trong đó bức xạ lấy trọng số theo $B(\lambda)$ được đo với thiết bị đo bức xạ tạo ảnh.



γ_{FOV} [mrad]	Đo được [$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$]	Giới hạn [$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$]
100 (Nhóm rủi ro 1)	250	100
11 (Nhóm rủi ro loại trừ)	$7,5 \times 10^3$	1×10^4
1,7 (Nhóm rủi ro 2)	$1,1 \times 10^4$	4×10^6



Phép đo có ba FOV áp dụng được từ khoảng cách 200 mm (tức là chưa biết ứng dụng trong tương lai).

Nguồn: W. Halbritter e.a. Proc. CIE Expert Symposium 2008 on Advances in Photometry and Colorimetry

Hình A.4 – Phân bố bức xạ lấy trọng số theo $B(\lambda)$ của linh kiện LED “pc trắng” hiện đại nhất

Theo quy định kỹ thuật của phân nhóm rủi ro, ba góc chấp nhận được đặt vào một và cùng một thiết bị. Bảng trên Hình A.4 thể hiện các giá trị bức xạ đo được đối với từng γ_{FOV} cũng như các giới hạn áp dụng được.

Như thảo luận ở trên, nếu thiết bị được đánh giá là linh kiện để sau này tích hợp vào các hệ thống phức tạp và góc chấp nhận 1,7 mrad được áp dụng thì cần phân bổ vào nhóm rủi ro 2 vì giới hạn đối với nhóm rủi ro 1 ($1 \times 10^4 W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$) bị vượt quá trong điều kiện này. Điều này thể hiện phân loại trường hợp xấu nhất về phía rất thận trọng và nhà chế tạo hệ thống bóng đèn không thể tăng cấp này trong trường hợp bất kỳ.

Tuy nhiên, nếu thiết bị này được xem là sản phẩm cuối cùng và nếu việc phân bổ nhóm rủi ro quá ngặt nghèo (vì sản phẩm cuối cùng cũng có thể có một vài biện pháp an toàn) thì cần thực hiện phân tích đầy đủ theo TCVN 13079-1 (IEC 62471). Trong trường hợp này, sản phẩm cuối cùng cần được phân bổ vào nhóm rủi ro 1, vì khi được đo với các FOV thích hợp, bức xạ lấy trọng số theo $B(\lambda)$ chỉ vượt quá các giới hạn của nhóm rủi ro loại trừ.

Phụ lục B

(tham khảo)

Xác định các khoảng cách nguy hiểm

B.1 Quy định chung

Nhìn chung, để không phụ thuộc vào các điều kiện sử dụng, phân loại các nguồn quang thành các nhóm rủi ro luôn dựa trên các giả thiết trường hợp xấu nhất, ví dụ đối với thời gian phơi nhiễm, kích thước đồng tử và khoảng cách quan sát. Do đó, khoảng cách đo yêu cầu trong tiêu chuẩn an toàn của bóng đèn luôn là 200 mm, tương ứng với khoảng cách quan sát nhỏ nhất một cách hợp lý đối với người. Tuy nhiên, phát xạ của bóng đèn trong không gian thường phân kỳ và nguy hiểm thực đối với người quan sát có chủ ý hoặc ngẫu nhiên ở khoảng cách hợp lý có thể không phản ánh thích hợp bởi phân loại trường hợp xấu nhất của bóng đèn. Do đó, giá trị khoảng cách quan sát an toàn nhỏ nhất (HD) cả hệ thống bóng đèn trở nên quan trọng. Trong trường hợp này, HD được xác định là khoảng cách từ nguồn tại đó giá trị phát xạ đo được của nguồn bằng với giá trị giới hạn phơi nhiễm chấp nhận được (ELV) thích hợp. Vì ELV được đưa ra đối với các nhóm rủi ro khác nhau, các khoảng cách nguy hiểm tương ứng cũng có thể được xác định đối với từng nhóm rủi ro để xác định rủi ro đối với những người quan sát có chủ ý hoặc ngẫu nhiên. Hướng dẫn sơ bộ để xây dựng các tiêu chuẩn liên quan đến ứng dụng trong Điều 6 chủ yếu dựa trên khái niệm này. Do đó, nó phụ thuộc vào ứng dụng (ví dụ khả năng quan sát nguồn trực tiếp), mà rủi ro liên quan đến người quan sát là chấp nhận được trong các trường hợp cụ thể (xem Bảng 3 của tiêu chuẩn này). HD tương ứng có thể được sử dụng để chỉ định các biện pháp an toàn thích hợp, ví dụ, bằng cách ngăn ngừa việc tiếp cận đến các khoảng cách ngắn hơn tới nguồn.

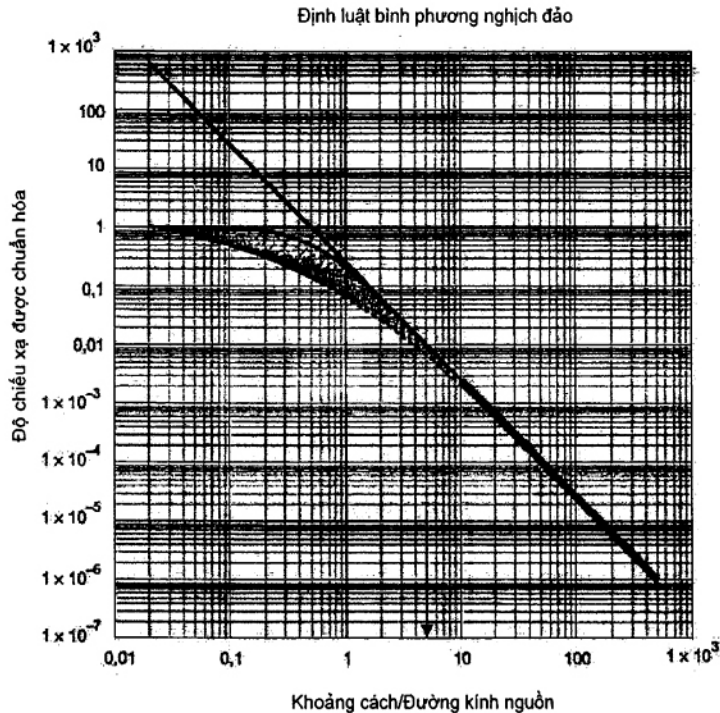
Các giá trị giới hạn của TCVN 13079-1 (IEC 62471) được cung cấp hai giới hạn khác nhau mà đòi hỏi xem xét riêng. Đối với các giới hạn được cho dưới dạng chiếu xạ (bên ngoài vùng nguy hiểm võng mạc) quan hệ bình phương nghịch đảo giữa giá trị đo được và khoảng cách đến nguồn có thể được giả thiết đối với các xấp xỉ đầu tiên. Điều này thường áp dụng cho các giới hạn võng mạc được cung cấp dưới dạng bức xạ nguồn tích phân theo thời gian vì các giá trị bức xạ đo được không được thay đổi khi được đo với các khoảng cách khác nhau.

B.2 Giới hạn được cho dưới dạng độ chiếu xạ

B.2.1 Các mối quan hệ chung

Bên ngoài dải bước sóng nguy hiểm võng mạc (400 nm đến 1 400 nm) ELV của tiêu chuẩn an toàn bóng đèn được cung cấp dưới dạng độ chiếu xạ (tính bằng $W \cdot m^{-2}$). Đối với các giới hạn độ chiếu xạ này, luật bình phương nghịch đảo cơ bản của phép đo bức xạ có thể được sử dụng để xác định khoảng cách quan sát an toàn. Tuy nhiên, nó chỉ có thể áp dụng cho nguồn phân kỳ trong trường hợp xa, ở đó kích thước nguồn là nhỏ so với khoảng cách đánh giá. Theo kinh nghiệm ("quy tắc ngón tay cái"), khoảng cách tới nguồn cần lớn hơn năm lần kích thước của nguồn. Các mối quan hệ chung giữa bức xạ nguồn cho trước

và độ chiếu xạ tương ứng bởi nguồn ở một vài khoảng cách và đối với các kích thước nguồn khác nhau được thể hiện trên Hình B.1.



CHÚ DẪN

- Trục-x: quan hệ giữa các khoảng cách và đường kính nguồn, tức là $\sim 1/\alpha$
- Lam: quan hệ chung giữa L và E (đối với dải rộng các kích thước nguồn và khoảng cách – do đó số lượng lớn "các đường màu lam")
- Đỏ: "bảo toàn bức xạ" (E tương ứng với L)
- Đen: luật bình phương nghịch đảo (E tỷ lệ với L/r^2)
- Hồng: phạm vi tương ứng của góc tương đương xét

Hình B.1 – Tương quan chuẩn hóa giữa bức xạ L và chiếu xạ tương ứng E đối với các giá trị thay đổi của đường kính và khoảng cách nguồn

Như thể hiện trên Hình B.1 (mũi tên), độ sai lệch giữa quan hệ chặt chẽ giữa L và E (đường màu lam) và quan hệ bình phương nghịch đảo (đơn giản) (màu đen) nhỏ hơn 1 % nếu quan hệ giữa khoảng cách nguồn và đường kính nguồn (trục-x) lớn hơn 5. Đường màu hồng thể hiện dải tương ứng của các góc tương đương xét (giữa α_{\min} và α_{\max}) thể hiện rằng đối với các đánh giá nguy hiểm theo TCVN 13079-1 (IEC 62471), nhìn chung áp dụng các điều kiện trường xa. Do đó, luật bình phương nghịch đảo cơ bản của phép đo bức xạ và phép đo quang có thể được sử dụng để xác định khoảng cách nguy hiểm (HD).

TCVN 13079-2:2020

Trong các trường hợp này, giữa chiếu xạ E_1 ở khoảng cách nguồn r_1 và chiếu xạ E_2 ở khoảng cách nguồn r_2 , có mối quan hệ sau:

$$E_1 r_1^2 = E_2 r_2^2$$

Nó có nghĩa là nếu chiếu xạ lấy trọng số trong không gian-ELV bị vượt quá bởi giá trị E_1 ở khoảng cách đo r_1 , thì HD r_2 tương ứng có thể tính theo công thức:

$$HD = \sqrt{\frac{E_1 \cdot r_1^2}{ELV}}$$

Do đó, nếu $r_1 = 200$ mm:

$$HD = \sqrt{\frac{E_1 \cdot 0,04}{ELV}}, \text{ tính bằng m}$$

Chiếu xạ ELV trong công thức trên có thể được tính đối với từng nhóm rủi ro.

B.2.2 Tác động của cơ cấu quang tạo hình chùm tia

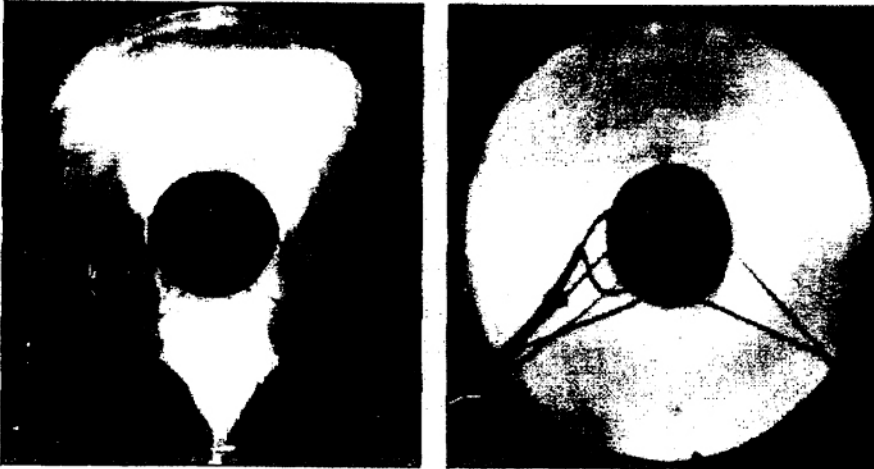
B.2.2.1 Bóng đèn có hệ thống chiếu

Nhìn chung, cần thận trọng khi xem xét các nguồn có cơ cấu quang tạo hình chùm tia, xem Phụ lục D. Mặc dù các mối quan hệ chung trong Hình B.1 vẫn còn hiệu lực, trong các trường hợp này, nguồn có thể được phóng đại, xem Hình B.2 (trong khi độ chiếu xạ tăng). Điều đó có nghĩa là quan hệ tuyến tính giữa bức xạ L và chiếu xạ E (đường màu đỏ) kéo dài đến các khoảng cách nguồn lớn hơn và điều kiện trường xa, trường hợp áp dụng luật bình phương nghịch đảo, bắt đầu từ khoảng cách nguồn lớn hơn (đôi khi được gọi là "khoảng cách chóp sáng").

Khoảng cách chóp sáng r_f của các hệ thống chiếu có thể được ước lượng nếu chiều dài tiêu cự của bộ phận xạ hoặc thấu kính f , đường kính của nguồn D và đường kính khẩu độ của bộ phận xạ (hoặc thấu kính) a đã biết:

$$r_f \approx a \times f / D$$

Trên thực tế, giá trị khẩu độ thường là 50 % đến 70 % đường kính toàn phần của bộ phận xạ.



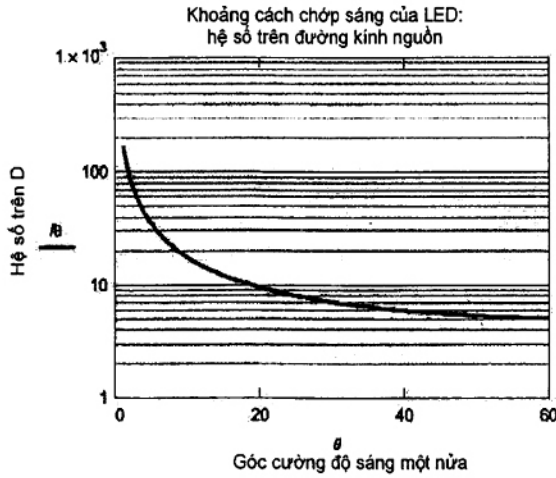
Ở các khoảng cách quan sát tương đối gần, nhìn thấy được dạng tam giác của hồ quang nhưng ở các khoảng cách xa hơn, cơ cấu quang của bộ phận xạ được "chớp sáng" hoàn toàn và độ chiếu xạ của chùm tia giảm tỷ lệ với bình phương nghịch đảo của khoảng cách. (Nguồn: Sliney and Wolbarsht, Safety with Lasers and Other Optical Sources, New York, Plenum, 1980)

Hình B.2 – Quan sát nội chùm tia trực tiếp của đèn pha rọi hồ quang thể hiện độ khuếch đại của hồ quang thực

B.2.2.2 Các LED có vỏ bọc nhựa với các cơ cấu quang tích hợp

Đối với bức xạ có hướng nhiều hay ít của LED, khoảng cách chớp sáng có thể xấp xỉ đến 60 lần đường kính của nguồn tùy thuộc vào góc có cường độ một nửa (θ) của phân bố phát xạ không gian.

Đối với các chip LED phân bố cosin Lambertian lý tưởng, "nguyên tắc ngón tay cái" cũng có nghĩa là: khoảng cách đến nguồn cần lớn hơn năm lần kích thước nguồn. Tuy nhiên, hệ số f trên kích thước nguồn tăng lên nếu phát xạ của LED có vỏ bọc được điều chỉnh hướng bởi bộ phận xạ hoặc các thấu kính tùy thuộc vào góc cường độ một nửa (có sẵn trong các tờ dữ liệu). Điều này có thể được tính và Hình B.3 thể hiện rằng dải các hệ số trên đường kính nguồn, D , tùy thuộc vào góc cường độ một nửa của LED.



Trục-y: các hệ số trên đường kính nguồn D.

**Hình B.3 – Khoảng cách chớp sáng tính được của LED
phụ thuộc vào góc cường độ sáng một nửa θ của phát xạ không gian**

Như thể hiện trên Hình B.3 đối với nguồn Lambertian lý tưởng có $\theta = 60^\circ$, hệ số f bằng 5 như đối với “quy tắc ngón tay cái” đã đề cập ở trên.

Ví dụ: Đối với $\theta = 5^\circ$, $f \geq 34$; do đó, đối với nguồn có đường kính $D = 10$ mm, khoảng cách nhỏ nhất r_1 ở nơi áp dụng luật bình phương nghịch đảo bằng 340 mm, lớn hơn khoảng cách đo tiêu chuẩn 200 mm.

Nếu khoảng cách chớp sáng lớn hơn khoảng cách đo thì khoảng cách nguy hiểm HD có thể được tính bằng cách sử dụng công thức ở trên, thay r_1 bằng r_1 của “khoảng cách chớp sáng” áp dụng được.

B.2.3 Ví dụ: Thể hiện bằng hình vẽ của thời gian phơi nhiễm lớn nhất cho phép theo khoảng cách an toàn nhỏ nhất để suy ra các biện pháp an toàn

Theo TCVN 13079-1 (IEC 62471), giá trị giới hạn phơi nhiễm (ELV) đối với nguy hiểm UV quang hóa là $30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$, hoặc theo độ chiếu xạ, $\text{ELV}(t) = 30/t \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, trong đó t là thời gian phơi nhiễm tính bằng giây.

Điều này dẫn đến các giới hạn chiếu xạ liên quan đến nhóm rủi ro (ELV tính bằng $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$):

Nhóm rủi ro loại trừ ($t = 30\,000$ s): $\text{ELV}_{\text{Ex}} = 0,001 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$

Nhóm rủi ro 1 ($t = 10\,000$ s): $\text{ELV}_{\text{RG1}} = 0,003 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$

Nhóm rủi ro 2 ($t = 1\,000$ s): $\text{ELV}_{\text{RG2}} = 0,03 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$

Đối với nguy hiểm UV, yêu cầu lấy trọng số phổ với hàm $S(\lambda)$. Việc lấy trọng số này thường được áp dụng sau phép đo phân giải quang phổ. Ngược lại, nó cũng có thể tính các giới hạn phổ cụ thể của các nguồn liên quan bằng cách lấy trọng số phổ với các hàm tác động. Các giá trị này tương ứng với phép đo tích phân, ví dụ phép đo chưa phân giải phổ.

Xem xét ví dụ, nguồn bức xạ Plank có nhiệt độ màu 5 800 K. Sau khi lấy trọng số với hàm tác động $S(\lambda)$, các giá trị giới hạn áp dụng được cụ thể của nguồn đối với nguy hiểm UV quang hóa thay đổi từ $30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$ (hiệu quả) đến $250 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$ (chưa được lấy trọng số). Do đó, đối với ví dụ này:

Nhóm rủi ro loại trừ ($t = 30\,000 \text{ s}$): $ELV_{Ex} = 0,008 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$

Nhóm rủi ro 1 ($t = 10\,000 \text{ s}$): $ELV_{RG1} = 0,025 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$

Nhóm rủi ro 2 ($t = 1\,000 \text{ s}$): $ELV_{RG2} = 0,25 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$

Đối với ví dụ này, phép đo độ chiếu xạ với dải bước sóng 200 nm đến 400 nm ở khoảng cách $r_1 = 200 \text{ mm}$ tạo ra $E_s = 10 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ (nhóm rủi ro 3).

Khoảng cách quan sát an toàn nhỏ nhất (HD) đối với độ chiếu xạ này có thể tính bằng:

$$HD = \sqrt{\frac{E_1 \cdot 0,04}{ELV}}$$

và dẫn đến các khoảng cách dưới đây đối với từng nhóm rủi ro:

Nhóm rủi ro loại trừ: $HD_{Ex} = 7 \text{ m}$

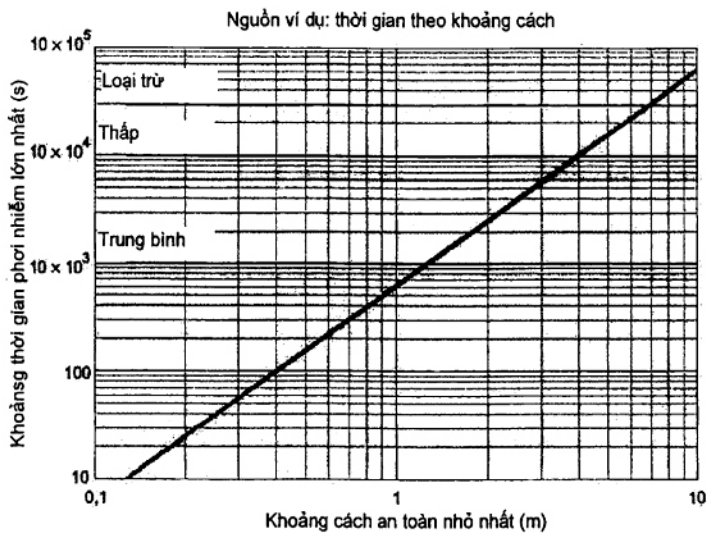
Nhóm rủi ro 1: $HD_{RG1} = 4 \text{ m}$

Nhóm rủi ro 2: $HD_{RG2} = 1,3 \text{ m}$

Tính toán tương tự có thể được thực hiện thông dụng hơn với ELV phụ thuộc thời gian:

$$HD(t) = \sqrt{\frac{E_1 \cdot 0,04}{ELV(t)}}$$

Với tính toán này, có thể thể hiện bằng hình vẽ của thời gian phơi nhiễm lớn nhất cho phép theo HD (Hình B.4).



Hình vẽ này thể hiện các điều kiện sử dụng an toàn cùng như các kết hợp-tham số đối với khoảng thời gian phơi nhiễm và HD thấp hơn đường màu đỏ. Như thể hiện trên hình vẽ, bộ các tham số an toàn thích hợp cũng có thể được chọn cụ thể theo nhóm rủi ro.

**Hình B.4 – Các điều kiện sử dụng an toàn liên quan đến UV quang hóa
đối với vật bức xạ trong ví dụ**

HD áp dụng được phụ thuộc vào nhóm rủi ro liên quan đến người quan sát, mà phụ thuộc vào ứng dụng của hệ thống bóng đèn (khả năng xảy ra đối với quan sát nguồn trực tiếp). Nếu, ví dụ, hệ thống bóng đèn được sử dụng để báo hiệu (quan sát thoáng qua) thì nhóm rủi ro lớn nhất đối với người quan sát dự kiến là nhóm rủi ro 1 (xem Bảng 3). Tuy nhiên, phân loại này phụ thuộc vào cách thức người sử dụng lắp đặt và sử dụng sản phẩm. Trong trường hợp bất kỳ, các điều kiện đối với nhóm rủi ro thích hợp phải được đảm bảo bằng các biện pháp khống chế (ví dụ vị trí lắp đặt thích hợp) để ngăn ngừa sự tiếp cận đối với những người quan sát dự kiến gần hơn nguy hiểm nhóm rủi ro 1 là 4 m.

Trong một số trường hợp, như thể hiện trên Hình B.4, có thể có những khả năng khác. Trong ví dụ về nguy hiểm UV quang hóa, gốc thời gian đối với nhóm rủi ro 1 là 10 000 s. Nếu có nhiều khả năng thời gian phơi nhiễm hoặc quan sát trực tiếp trên thực tế ngắn hơn (ví dụ do thời gian bật hạn chế của bảng thông tin), HD có thể được giảm tương ứng. Nhìn chung, quan sát trực tiếp thời gian dài của tín hiệu hoặc bảng thông tin không hiện thực và thời gian được giới hạn ở thời gian cần thiết để lấy được thông tin. Đối với cách tiếp cận này, việc thể hiện bằng hình vẽ của HD theo thời gian phơi nhiễm là hữu ích. Nếu, ví dụ, thời gian quan sát lớn nhất trong ví dụ này được hạn chế ở 100 s, HD tương ứng bằng 40 cm. Tuy nhiên, các khả năng phụ thuộc vào nguy hiểm chiếm ưu thế (nghiêm trọng nhất) và các gốc thời gian liên quan. Chi tiết hơn có thể cung cấp trong các tiêu chuẩn dọc liên quan đến ứng dụng.

B.3 Giới hạn được cung cấp dưới dạng bức xạ tích phân theo thời gian

B.3.1 Các quan hệ chung

Trong dải bước sóng từ 380 nm đến 1 400 nm, các giá trị giới hạn phơi nhiễm được cho dưới dạng bức xạ (tính bằng $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$). Do đó, phơi nhiễm võng mạc phụ thuộc tuyến tính vào bức xạ nguồn.

Như đề cập ở trên, không giống với độ chiếu xạ, các giá trị bức xạ đo được trước hết cần không thay đổi khi được đo từ các khoảng cách nguồn khác nhau.

Tuy nhiên, đặc điểm chính và khác biệt của TCVN 13079-1 (IEC 62471), so với các phương pháp phân loại quang thông thường, là ở chỗ TCVN 13079-1 (IEC 62471) xem xét các bức xạ lấy trung bình trong không gian thay vì bức xạ nguồn “thực” (xem Phụ lục A của tiêu chuẩn này). Không phụ thuộc vào góc tương thực sự của nguồn, phép đo được lấy trung bình trên góc chấp nhận γ được xác định cụ thể và giới hạn áp dụng cho diện tích được xác định tương ứng trong mặt phẳng nguồn. Do đó, trong khi khoảng cách đánh giá tăng lên đến vị trí HD, góc chấp nhận phải giữ không đổi (không phụ thuộc vào khoảng cách nguồn), trong khi góc trường α của nguồn giảm. Nói cách khác, trong khi bản thân diện tích nguồn giữ không đổi, FOV tương ứng trong mặt phẳng của nguồn tăng: tức là quan hệ giữa kích thước nguồn và FOV trung bình thay đổi theo khoảng cách. Điều này không có hệ quả thực tế, với điều kiện diện tích nguồn vẫn duy trì lớn hơn FOV áp dụng được.

Tuy nhiên, đặc biệt đối với nguy hiểm ánh sáng xanh của nhóm rủi ro loại trừ, góc chấp nhận lớn nhất áp dụng được là 100 mrad: ở khoảng cách 200 mm, FOV tương ứng với đường kính nguồn 20 mm. Điều này lớn hơn hầu hết các sợi tóc của bóng đèn hoặc LED đơn lẻ. Từ khoảng cách nhất định, góc trường trở nên nhỏ hơn góc chấp nhận khi khoảng cách nguồn tăng lên. Ở khoảng cách đến nguồn cụ thể này, r_s bắt đầu một quan hệ bình phương nghịch đảo giữa nguồn và bức xạ lấy trung bình trong không gian. Vấn đề này là quan trọng để xác định các khoảng cách nguy hiểm nói chung và trong trường hợp các nguồn GLS giả thiết rằng điều này có thể xảy ra đối với khoảng cách 500 lux (xem Phụ lục C). Trong các bố trí này, đối với bức xạ nguồn không đổi, giá trị đo được của bức xạ lấy trung bình trong không gian giảm khi khoảng cách đo tăng lên theo quan hệ $(\gamma/\alpha)^2$. Vì giới hạn bức xạ lấy trung bình theo không gian liên quan đến diện tích FOV không phủ kín (xem Phụ lục A) được lấy trung bình trong phần diện tích kéo dài và tăng lên; trong khi kích thước nguồn thực vẫn giữ không đổi.

Từ khoảng cách nhất định, góc trường trở nên nhỏ hơn góc chấp nhận khi khoảng cách nguồn tăng lên. Giá trị HD cũng có thể được xác định trong các trường hợp khi giới hạn nguy hiểm võng mạc dưới dạng bức xạ là khắc nghiệt nhất. Kích thước nguồn càng nhỏ thì HD càng ngắn. Bức xạ lấy trung bình trong không gian đo được giảm khi khoảng cách tăng và ở điểm khi nó bằng các giá trị giới hạn cho nhóm rủi ro cụ thể áp dụng được, HD tương ứng có thể được xác định. Cần lưu ý là mỗi giá trị giới hạn được kết hợp với góc chấp nhận cụ thể. Việc giảm bức xạ lấy trung bình theo không gian đo được khi tăng khoảng cách có thể có ý nghĩa hơn nếu tính đến việc γ tăng theo các giá trị giới hạn áp dụng được.

TCVN 13079-2:2020

Nếu cần, có thể tính khoảng cách đến nguồn cụ thể r_{IS} , khi không còn quan hệ tuyến tính giữa nguồn và bức xạ lấy trung bình theo không gian và bắt đầu quan hệ bình phương nghịch đảo. Do đó, tương tự với công thức đối với các giới hạn chiếu xạ, có thể tính HD đối với các giá trị bức xạ giới hạn theo công thức:

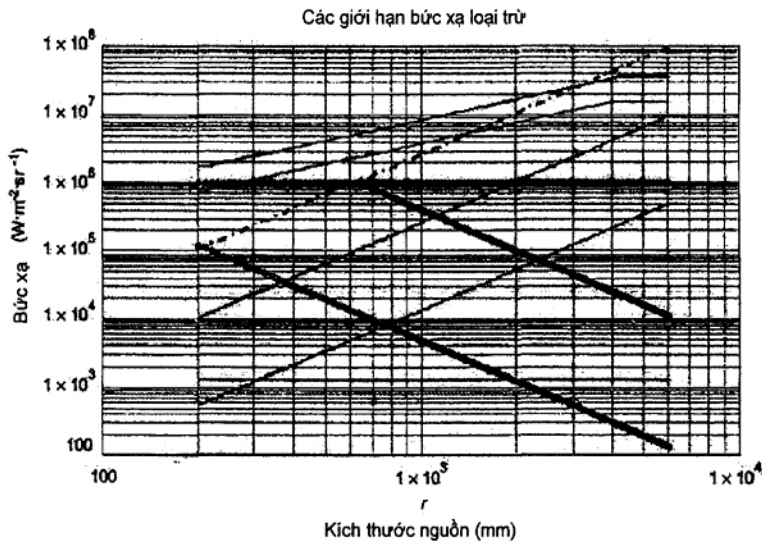
$$HD = \sqrt{\frac{L_S \cdot r_{IS}^2}{ELV}}$$

trong đó L_S là bức xạ nguồn, ELV là giá trị giới hạn phơi nhiễm áp dụng được của bức xạ lấy trung bình theo không gian đối với nhóm rủi ro và nguy hiểm cho trước.

Quan hệ nêu trên có hiệu lực miễn là HD tính được lớn hơn r_{IS} . Khoảng cách nguy hiểm có thể được tính đối với mỗi nhóm rủi ro. Vì γ phụ thuộc vào nhóm rủi ro nên cần áp dụng giá trị tương ứng để xác định r_{IS} .

B.3.2 Ví dụ

Ví dụ về các bức xạ nguy hiểm ánh sáng xanh và các giá trị giới hạn đối với LED phát ánh sáng pc-trắng được nêu trong Phụ lục C. Trong các trường hợp nguồn có phát xạ phổ mở rộng hơn, các nguy hiểm khác, cũng như các xếp chồng có thể có hoặc đi qua các khoảng cách tăng lên, cần được xem xét khi xác định khoảng cách nguy hiểm. Điều này có thể khó khăn, như chỉ ra trong xem xét về lý thuyết trên Hình B.5. Hình vẽ này thể hiện tất cả các giá trị giới hạn nhóm rủi ro loại trừ áp dụng được đối với bóng đèn halogen có đường kính nguồn 7 mm. Để có thể so sánh các giới hạn trong một hình, các giới hạn chiếu xạ (xem Điều B.2) được truyền vào các giới hạn bức xạ tương ứng, mà bao gồm sự phụ thuộc vào kích thước nguồn và khoảng cách (xem Hình B.1). Các giới hạn bức xạ đối với các nguy hiểm nhiệt lên võng mạc trở nên phụ thuộc vào khoảng cách do giảm góc trường khi khoảng cách tăng, cho đến khi góc trường bằng α_{min} , xem Hình B.5: những chỗ uốn trên các đường liền nét màu đen và nâu. Với mục đích trọn vẹn, mô hình lý thuyết của các bức xạ lấy trung bình trong không gian khác nhau với khoảng cách mà chúng được đo theo các yêu cầu của nhóm rủi ro loại trừ cũng được thể hiện, với giả thiết độ chói của nguồn là $3 \times 10^7 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

**CHÚ DẪN:**

- Lam: nguy hiểm ánh sáng xanh
 Đỏ: nguy hiểm UV quang hóa
 Hồng: nguy hiểm UV cho mắt
 Nâu: nguy hiểm nhiệt lên vông mạc ở các kích thích thị giác thấp
 Đen: nguy hiểm nhiệt lên vông mạc
 Nâu (nét đứt): nguy hiểm lên giác mạc/thủy tinh thể

Dựa trên bức xạ nguồn "thực" $1 \times 10^6 W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$, các giá trị bức xạ sinh lý khi chúng được đo ở các khoảng cách tăng lên cũng được thể hiện:

- các đường tròn màu lam: nguy hiểm ánh sáng xanh (được đo với $\gamma = 100$ mrad);
- các đường tròn màu đen: nguy hiểm nhiệt lên vông mạc (được đo với $\gamma = 11$ mrad);
- các đường tròn màu đỏ: (không thay đổi) bức xạ tương ứng để so sánh với các giá trị giới hạn ban đầu được cung cấp dưới dạng độ chiếu xạ.

Hình B.5 – Các giới hạn nhóm rủi ro loại trừ (được lấy trọng số trong không gian) phụ thuộc vào khoảng cách đối với bức xạ lấy trung bình trong không gian của bóng đèn halogen có kích thước nguồn 7 mm

Hình vẽ này sẽ phức tạp hơn nếu xem xét các giới hạn nhóm rủi ro khác và các khoảng cách khác nhau (do các góc trường khác nhau hoặc không áp dụng được) của các bức xạ lấy trung bình trong không gian.

TCVN 13079-2:2020

Độ chói hợp lý của bóng đèn halogen là 3×10^7 cd·m⁻². Khi xem xét hệ số chuyển đổi phép đo quang sang phép đo bức xạ áp dụng được, giá trị này được sử dụng để tính bức xạ lấy trung bình trong không gian tương ứng trên Hình B.5. Có thể tính toán các khoảng cách nguy hiểm dưới đây, tính bằng m.

Bảng B.1 – Bức xạ lấy trung bình trong không gian

	UV quang hóa	UV mắt	Ánh sáng xanh	Nhiệt lên võng mạc	Nhiệt lên võng mạc thị giác yếu	Giác mạc, thủy tinh thể
Nhóm rủi ro 2	0,69	0,27	0,20	0,20	0,20	0,20
Nhóm rủi ro 1	2,2	0,47	0,78	0,20	0,20	0,20
Nhóm rủi ro loại trừ (xem Hình B.5)	3,8	0,85	0,86	0,20	0,20	0,27

Trong ví dụ này, nguy hiểm UV quang hóa đưa ra tiêu chí khắc nghiệt nhất vì đối với mỗi nhóm rủi ro, khoảng cách nguy hiểm lớn hơn 200 mm. Tuy nhiên, cần lưu ý là nguy hiểm đưa ra tiêu chí phân loại khắc nghiệt nhất không nhất thiết là cũng đưa ra khoảng cách nguy hiểm lớn nhất.

Phân loại bóng đèn halogen này tạo ra nhóm rủi ro 3 với UV quang hóa là nguy hiểm khắc nghiệt nhất. Nếu phát xạ UV được lọc ra, tiêu chí giới hạn nhất còn lại là nguy hiểm ánh sáng xanh. Dựa trên các khoảng cách nguy hiểm, phân loại trong trường hợp này tạo ra nhóm rủi ro 2. Như thảo luận trong Điều 6.2, các bóng đèn halogen này chủ yếu được sử dụng trong các điều kiện phơi nhiễm thời gian ngắn không chủ ý (ô tô, chiếu điểm, chớp sáng, chiếu rọi). Như cho trong Bảng 3, trong các trường hợp này nhóm rủi ro liên quan đến người quan sát lớn nhất chấp nhận được nên là rủi ro nhóm 2 khi việc bảo vệ dựa trên phản ứng khó chịu. Do đó, bóng đèn ví dụ này có thể được sử dụng trong ứng dụng này mà không cần yêu cầu an toàn bổ sung bất kỳ, với điều kiện phát xạ UV được lọc ra. Tuy nhiên, vì cũng được cho trong Điều 6.2, nếu bóng đèn ví dụ được sử dụng trong các ứng dụng có thể đòi hỏi phơi nhiễm thời gian ngắn có chủ ý (phòng thí nghiệm, gia đình, báo hiệu), nhóm rủi ro liên quan đến người quan sát lớn nhất chấp nhận được là nhóm rủi ro 1. Do đó, khoảng cách quan sát lớn nhất chấp nhận được 0,78 m cần được đảm bảo bằng các biện pháp không chế thích hợp. Không cần biện pháp hạn chế nào khác nếu khoảng cách quan sát tiếp cận được lớn hơn 0,86 m.

Phân bố nhóm rủi ro dựa trên "ánh sáng xanh" thậm chí sẽ thay đổi sang RG 0 (nhóm loại trừ) nếu bóng đèn halogen này được sử dụng riêng cho mục đích chiếu sáng thông dụng (GLS) và việc đánh giá được thực hiện ở khoảng cách ứng với mức độ rọi 500 lux, xem Phụ lục C.

Phụ lục C

(tham khảo)

Các nguồn chiếu sáng thông dụng (GLS)

Mặc dù TCVN 13079-1 (IEC 62471) về cơ bản là tiêu chuẩn ngang, nó đưa ra các yêu cầu liên quan đến ứng dụng. Đặc biệt, các nguồn được sử dụng riêng cho chiếu sáng thông dụng (GLS) không cần được đánh giá bởi việc áp khoảng cách đo trường hợp xấu nhất 200 mm, như áp dụng cho tất cả các nguồn khác. Trong các trường hợp này, "... các giá trị nguy hiểm phải được ghi lại dưới dạng các giá trị chiếu xạ hoặc bức xạ ở khoảng cách tạo ra độ rọi 500 lux ... Đối với tất cả các nguồn sáng khác hoặc hệ thống bóng đèn, kể cả các nguồn bóng đèn xung, các giá trị nguy hiểm phải được ghi lại ở khoảng cách 200 mm ..." (500 lux là mức chiếu sáng tối thiểu thông thường cho các công việc bằng hình ảnh trong văn phòng hoặc tại phân xưởng).

Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, nhà chế tạo bóng đèn có thể không biết liệu một bóng đèn cụ thể sẽ được sử dụng cho mục đích chiếu sáng thông dụng không và sự phân nhóm các bóng đèn đơn lẻ hoặc các LED cần được thực hiện ở khoảng cách 200 mm. Yêu cầu 500 lux chủ yếu liên quan đến đèn điện cuối cùng. Ngoài ra, áp dụng yêu cầu này cho bóng đèn đơn lẻ thường không có ý nghĩa vì các bóng đèn sẽ được kết hợp với các bóng đèn khác (ví dụ trong một mảng) hoặc gắn với cơ cấu quang tạo hình chùm tia, v.v. Do đó, phép đo độ rọi yêu cầu của nguồn GLS cuối cùng có tính đến sự góp phần của toàn bộ đèn điện. Không giống với các phép đo đối với phân loại nhóm rọi ro, góc chấp nhận để đo độ rọi của các nguồn GLS không cần được giới hạn.

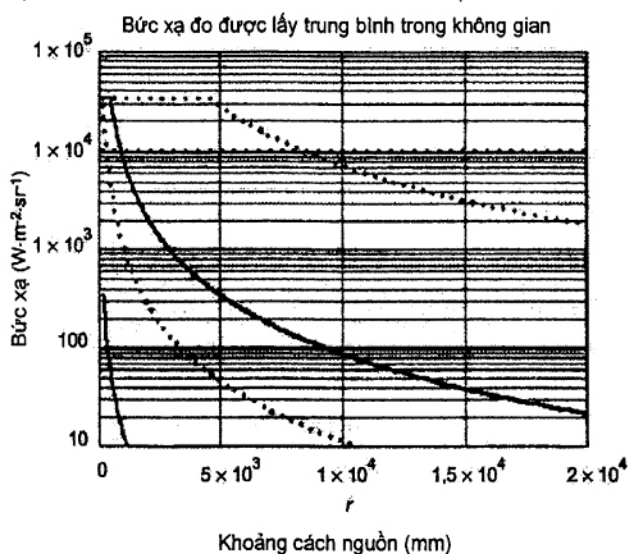
So với khoảng cách đánh giá 200 mm, hàm ý quan trọng nhất của khoảng cách 500 lux kéo dài là về độ chiếu xạ bởi nguồn, tức là có vẻ như một lợi thế trong các trường hợp khi sự phân nhóm dựa trên các giới hạn độ chiếu xạ. Theo ANSI/IESNA RP-27 Recommended Practice for Photobiological Safety for Lamps and Lamp Systems (Khuyến nghị thực hành về An toàn quang sinh học của bóng đèn và hệ thống bóng đèn), cơ sở để đưa vào tiêu chí này liên quan đến các giới hạn UV thể hiện bằng độ chiếu xạ. Độ chiếu xạ luôn giảm khi tăng khoảng cách, theo luật bình phương nghịch đảo, trong khi bức xạ vẫn giữ nguyên không đổi. Do đó, không có hoặc có ít lợi thế của khoảng cách đánh giá tăng nếu phân loại bóng đèn lắp cùng dựa vào các hạn chế bức xạ khắc nghiệt nhất.

TCVN 13079-1 (IEC 62471) xem xét bức xạ lấy trung bình trong không gian thay vì bức xạ vật lý (xem Phụ lục A). Không phụ thuộc vào góc trường của nguồn, để so sánh với các giá trị giới hạn phơi nhiễm, mức phơi nhiễm được lấy trung bình trong góc chấp nhận xác định cụ thể γ và giới hạn áp dụng cho trường nhìn (FOV) được xác định tương ứng. Do đó, trong khi khoảng cách đánh giá tăng lên cho đến vị trí 500 lux, góc chấp nhận này phải giữ nguyên không đổi (không phụ thuộc vào khoảng cách tới nguồn), trong khi góc trường α của nguồn giảm. Từ một khoảng cách nhất định, góc trường trở nên nhỏ hơn góc chấp nhận khi tăng khoảng cách nguồn. Ở khoảng cách nguồn cụ thể r_{IS} này, quan hệ bình phương giữa nguồn và bức xạ lấy trung bình trong không gian bắt đầu. Vấn đề này là quan trọng để xác

TCVN 13079-2:2020

định các khoảng cách nguy hiểm (xem Phụ lục B) và trong trường hợp các nguồn GLS cũng có thể xảy ra đối với khoảng cách 500 lux.

Tiêu chí 500 lux có thể đưa ra sự giảm nhẹ ở các khoảng cách lớn hơn đến nguồn. Hai kích thước nguồn khác nhau được xem xét trong phụ lục này: 2 mm (LED đơn: các đường màu đỏ) và 50 mm (mảng LED: các đường màu lam), để nhấn mạnh sự phụ thuộc của bức xạ đo được vào kích thước nguồn. Các giá trị giới hạn phơi nhiễm của TCVN 13079-1 (IEC 62471) được thể hiện bằng các đường màu đen: đường liền cho nhóm rủi ro loại trừ và đường nét đứt cho nhóm rủi ro 1.



Đối với bức xạ "thực" cho trước (với phân loại vào nhóm rủi ro 2): việc xây dựng các giá trị bức xạ lấy trung bình trong không gian được kỳ vọng (trong các góc chấp nhận 11 mrad: các đường nét đứt, và 100 mrad: các đường liền) với khoảng cách tăng từ kích thước nguồn 2 mm (đường màu đỏ) đến 50 mm (đường màu lam).

Hình C.1 – Bức xạ đo được lấy trung bình trong không gian

Cần lưu ý là trong hình này hai góc chấp nhận cố định được sử dụng áp dụng cho các nhóm rủi ro và để xác định các khoảng cách nguy hiểm cụ thể cho nhóm rủi ro (xem Phụ lục B). Các khoảng cách liên quan đến nhóm rủi ro trong từng trường hợp là các khoảng cách ở đó các đường nét đứt và đường liền cắt nhau. Vì các giới hạn nguy hiểm ánh sáng xanh áp dụng được là $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ đối với nhóm rủi ro loại trừ và $1 \times 10^4 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ đối với nhóm rủi ro 1, các nguồn LED trắng được phân bổ vào nhóm rủi ro 2 nếu được đánh giá từ khoảng cách đo tiêu chuẩn 200 mm. Việc tính khoảng cách nguy hiểm dẫn đến các khoảng cách dưới đây, cũng thể hiện trên Hình C.1:

Bảng C.1 – Luật bình phương nghịch đảo liên quan đến nhóm rủi ro và khoảng cách nguy hiểm

Đường kính nguồn	2 mm		50 mm	
	r_{1s}	HD	r_{1s}	HD
Nhóm rủi ro 1	0,02	0,34	4,5	8,4
Nhóm rủi ro loại trừ	0,18	0,37	0,5	9,2

Bảng này thể hiện luật bình phương nghịch đảo liên quan đến nhóm rủi ro và các khoảng cách nguy hiểm (tính bằng m) đối với hai LED trắng (có bức xạ bằng nhau nhưng kích thước nguồn khác nhau) trên Hình C.1.

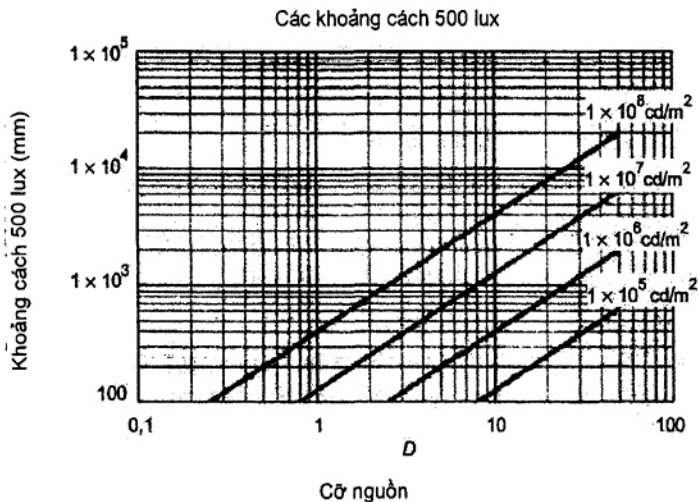
Các khoảng cách nguy hiểm của LED kéo dài (mãng) là lớn do quan hệ giữa diện tích nguồn và diện tích được xác định bởi FOV. Trong trường hợp này, phân loại rủi ro không thay đổi từ nhóm rủi ro 1 sang nhóm rủi ro loại trừ cho đến khi khoảng cách lớn hơn 8 m tính từ nguồn. Tuy nhiên, khoảng cách nguy hiểm tiếp theo đối với nhóm rủi ro loại trừ ngắn hơn do FOV tăng lên (xem thêm Hình C.1). Để kiểm tra hệ quả của yêu cầu GLS, các khoảng cách 500 lux của các nguồn này cũng có thể được tính. Khi giới hạn ở một nguồn đơn lẻ, quan hệ giữa độ rọi E ở khoảng cách nguồn nhất định r và độ chói L (của nguồn hình tròn) là:

$$E = \pi \cdot L \frac{D^2}{(D^2 + 4r^2)}$$

trong đó D là kích thước nguồn và r là khoảng cách giữa nguồn có độ chói tích hợp L và mặt phẳng có độ chiếu xạ E.

Sau khi bố trí lại, và đối với E bằng 500 lux, các khoảng cách 500 lux tương ứng có thể được tính với kích thước nguồn D và độ chói L như thể hiện trên Hình C.2.

Đối với nguồn đơn có kích thước D, khoảng cách 500 lux chỉ phụ thuộc vào độ chói của nguồn:



Hình C.2 – Quan hệ giữa độ rọi 500 lux và độ chói của nguồn [cd/m²] (được chỉ ra) đối với một vài kích thước nguồn và các khoảng cách của một số độ chói điển hình

TCVN 13079-2:2020

Các quan hệ chung nêu trên không phụ thuộc vào loại nguồn. Ngoài ra, các giá trị giới hạn bức xạ trong TCVN 13079-1 (IEC 62471) không phụ thuộc vào loại nguồn, nhưng được cung cấp dưới dạng các đơn vị đo bức xạ. Nếu các giới hạn bức xạ áp dụng cho việc tính toán các khoảng cách 500 lux, phải áp dụng các hệ số chuyển đổi từ phép đo bức xạ sang phép đo quang cho nguồn cụ thể. Tác động khác nhau của tiêu chí GLS lên một vài loại nguồn chủ yếu là do các hệ số chuyển đổi khác nhau từ phép đo bức xạ sang phép đo quang (tính bằng $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$) và hiệu quả phổ lấy trọng số theo $B(\lambda)$.

Với Hình C.2 và công thức tương ứng, và bằng cách sử dụng hệ số chuyển đổi từ phép đo bức xạ sang phép đo quang thích hợp đối với LED trắng, khoảng cách 500 lux có thể được xác định đối với các nguồn đang xét:

- nguồn 2 mm: 0,42 m;
- nguồn 50 mm: 10,05 m.

Việc so sánh cả hai giá trị đối với từng nguồn với dữ liệu trong Bảng C.1 cho thấy rằng các khoảng cách 500 lux trong cả hai trường hợp là lớn hơn các khoảng cách theo luật bình phương nghịch đảo và, quan trọng hơn là, các khoảng cách nguy hiểm đối với cả hai nhóm rủi ro thấp hơn. Do đó, phân bố nhóm rủi ro ban đầu thay đổi từ nhóm rủi ro 1 sang nhóm rủi ro loại trừ bằng cách áp dụng yêu cầu GLS.

Các khoảng cách 500 lux tính được là hợp lệ nếu chiếu xạ chỉ xuất phát từ một nguồn đơn lẻ trong mỗi trường hợp; thông thường độ chiếu xạ cũng bao gồm cả những đóng góp từ các thành phần nguồn hoặc các nguồn khác, vì đối với phép đo này, FOV là không giới hạn. Khoảng cách này thể hiện trường hợp xấu nhất của khoảng cách 500 lux gần nhất. Do đó, các khoảng cách này càng lớn thì quan hệ giữa bức xạ đo được và được lấy trung bình trong không gian và bức xạ “thực” càng thuận lợi: xem Hình C.1.

Cần lưu ý là các xem xét nêu trên bị giới hạn ở nguy hiểm quang hóa và cần thận trọng trong các trường hợp khi cũng cần xem xét các nguy hiểm nhiệt lên võng mạc. Đặc biệt đối với nhóm rủi ro loại trừ, góc chấp nhận áp dụng được đối với phép đo bức xạ lấy trung bình trong không gian theo TCVN 13079-1 (IEC 62471) khác với góc cần áp dụng cho các nguy hiểm quang hóa.

Ở khoảng cách 500 lux, bức xạ nguồn tương ứng đối với các nguy hiểm về nhiệt có thể cần được đo bổ sung trong khi liên quan đến nguy hiểm ánh sáng xanh, áp dụng hệ số giảm nhẹ nêu trên $(\gamma/\alpha)^2$. Ngoài ra, mặc dù bức xạ đo được liên quan đến các nguy hiểm nhiệt lên võng mạc là không đổi trong các trường hợp này, giá trị giới hạn phơi nhiễm áp dụng được trong trường hợp này tăng vì nó phụ thuộc tỷ lệ nghịch với góc trường. Điều này có thể bù cho một số bất lợi so với tiêu chí ánh sáng xanh và có thể dẫn đến việc giao thoa giữa các nguy hiểm khắc nghiệt nhất và khoảng cách trong trường hợp tiêu chí 500 lux đối với GLS và để xác định các khoảng cách quan sát an toàn. Vấn đề này thậm chí còn phức tạp hơn nếu các giá trị giới hạn phơi nhiễm bổ sung dưới dạng độ chiếu xạ (như với nguy hiểm UV) cần được xem xét. Các vấn đề này được thảo luận kết hợp với các tham số chung phụ thuộc vào khoảng cách trong Phụ lục B. Bảng C.2 lặp lại các kết quả của các tính toán khoảng cách nguy hiểm trong Phụ lục B đối với bóng đèn halogen có đường kính nguồn 7 mm và với độ chói đo được một cách hợp lý $3 \times 10^7 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

Bảng C.2 – Các khoảng cách nguy hiểm liên quan đến nhóm rủi ro đối với bóng đèn halogen có đường kính nguồn 7 mm và với độ chói $3 \times 10^7 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$

Kích thước tính bằng mét

	UV quang hóa	UV mắt	Ánh sáng xanh	Nhiệt lên võng mạc	Nhiệt lên võng mạc thị giác yếu	Giác mạc, thủy tinh thể
Nhóm rủi ro 2	0,69	0,27	0,20	0,20	0,20	0,20
Nhóm rủi ro 1	2,2	0,47	0,78	0,20	0,20	0,20
Nhóm rủi ro loại trừ	3,8	0,85	0,86	0,20	0,20	0,27

Do phân bố quang dải rộng, phải xem xét nhiều nguy hiểm bức xạ quang hơn so với ví dụ về LED (Bảng C.1). Phân loại đối với bóng đèn halogen tạo ra nhóm rủi ro 3 với UV quang hóa như nguy hiểm khắc nghiệt nhất. Nếu phát xạ UV được lọc ra thì tiêu chí giới hạn nhất còn lại là nguy hiểm ánh sáng xanh. Dựa trên các khoảng cách nguy hiểm trong Bảng C.2, phân loại trong trường hợp này tạo ra nhóm rủi ro 2. Tuy nhiên, việc phân bố này dựa trên khoảng cách đánh giá tiêu chuẩn 200 mm. Nguồn này cần được sử dụng riêng cho GLS và đánh giá nhóm rủi ro cần được thực hiện ở khoảng cách lớn hơn nơi có độ rọi bằng 500 lux.

Nếu độ rọi này đạt được bằng chỉ một nguồn duy nhất, khoảng cách 500 lux gần nhất tương ứng đối với bóng đèn halogen trong trường hợp xấu nhất là 1,5 m (Hình C.2). Đối với các nguy hiểm UV quang hóa trong Bảng C.2, khoảng cách này ngắn hơn các khoảng cách nguy hiểm đối với RG1 và RG0. Do đó, việc phân nhóm rủi ro cần thay đổi từ RG3 thành RG2. Về khía cạnh này, có ít lợi ích từ yêu cầu đánh giá GLS. Tình huống này sẽ được cải thiện đối với nguy hiểm ánh sáng xanh còn lại nếu phát xạ UV được lọc ra.

Khoảng cách 500 lux lớn hơn tất cả các khoảng cách nguy hiểm dẫn đến việc phân bố cho nhóm rủi ro loại trừ.

Đây là phân tích trường hợp xấu nhất dựa trên tính toán. Trên thực tế, phép đo 500 lux cũng bao gồm các đóng góp từ các thành phần khác của nguồn hoặc từ môi trường và 500 lux nhiều khả năng được đo thậm chí ở các khoảng cách lớn hơn.

Để tổng kết, có nhiều trường hợp có nguy hiểm chỉ phối dựa trên bức xạ mà ở đó tiêu chí GLS có thể cung cấp sự giảm nhẹ lớn nhưng có các trường hợp khác ở đó không sự giảm nhẹ này. Điều này dường như phụ thuộc vào sự chuyển đổi từ phép đo bức xạ sang phép đo quang của nguồn cụ thể cũng như phụ thuộc vào tính hiệu quả lấy trọng số theo $B(\lambda)$. Tiêu chí 500 lux không đảm bảo rằng trong trường hợp bất kỳ các điều kiện nhóm rủi ro loại trừ, như đôi khi được công bố. Tuy nhiên, cần lưu ý là LED pc-trắng dùng cho GLS phải được nhất quán coi là các sản phẩm nhóm rủi ro loại trừ.

Phụ lục D

(tham khảo)

**Bóng đèn và hệ thống bóng đèn
có cơ cấu quang chiếu hoặc tạo hình chùm tia gắn liền, được tích hợp**

D.1 Cơ sở

Điều kiện mặc định đối với hướng dẫn của ICNIRP cho các nguồn băng rộng không kết hợp và đối với tiêu chuẩn an toàn của bóng đèn là “bóng đèn trần”. Tuy nhiên, nhiều bóng đèn được sử dụng trong các hệ thống chiếu, ví dụ ứng dụng audio-video, trong đèn rọi, chiếu sáng phẫu thuật và chiếu sáng rạp hát. Bức xạ cực tím và hồng ngoại có thể được lọc thông thường bằng các cơ cấu quang chiếu (Hình D.1) đối với một số ứng dụng nhưng cần được đánh giá lại bởi nhà chế tạo hệ thống bóng đèn. Ngoài ra, nhiều LED có cơ cấu quang chiếu (tạo hình chùm tia) lắp liền làm tăng cường độ bức xạ hoặc cường độ sáng vượt quá mức của chip LED phát xạ bề mặt Lambertian khuếch tán.

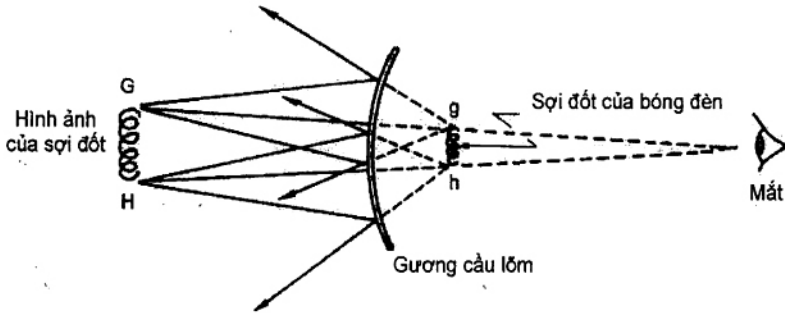


Bức xạ được bảo toàn nhưng kích thước hình ảnh trên võng mạc tăng lên với hầu hết các cơ cấu quang chiếu.

Hình D.1 – Lọc cực tím và hồng ngoại bằng cơ cấu quang chiếu

Vấn đề chung trong các trường hợp này là các cơ cấu quang này có thể làm méo các kích thước và vị trí của nguồn và tạo hình ảnh nguồn ảo đối với người quan sát trực tiếp. Kích thước và vị trí của nguồn biểu kiến cần được đánh giá dưới dạng các nguy hiểm có thể có lên võng mạc. Tối thiểu trong trường hợp các nguy hiểm nhiệt chiếm ưu thế, góc trường α của bản thân nguồn biểu kiến cần được biết để xác định các giới hạn áp dụng được. Và khoảng cách đo áp dụng được (khoảng cách 200 mm hoặc 500 lux) trong trường hợp các nguy hiểm lên võng mạc cũng tham chiếu đến vị trí của nguồn biểu kiến.

CHÚ THÍCH: Điều này không áp dụng để đánh giá các nguy hiểm đối với thủy tinh thể/giác mạc trong phổ hồng ngoại. Ví dụ một gương cầu lõm như thể hiện trên Hình D.2, nguồn biểu kiến có thể ở khoảng cách 200 mm nhưng các sợi tóc bóng đèn lại tiếp xúc trực tiếp với giác mạc.

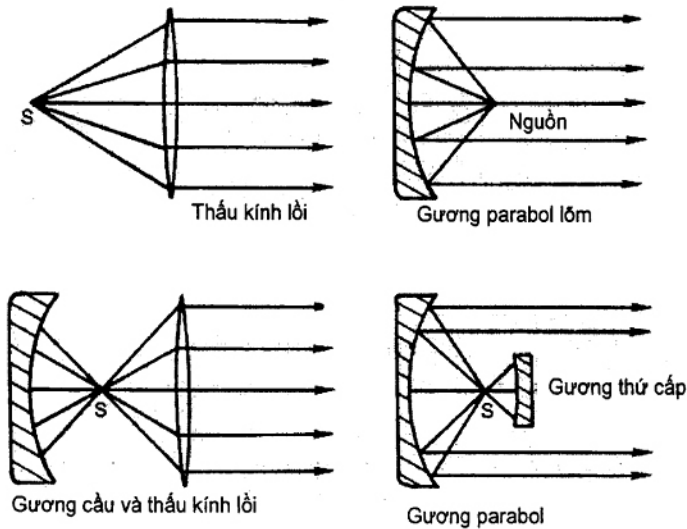


Bức xạ được bảo toàn nhưng kích thước ảnh tăng lên. (Nguồn: Sliney và Wolbarsht, *Safety with Lasers and Other Optical Sources*, New York, Plenum, 1980)

Hình D.2 – Kích thước nguồn biểu kiến phóng đại của sợi đốt trong bóng đèn chiếu nung sáng

Ví dụ về các cơ cấu quang chiếu được thể hiện trên Hình D.3.

Cơ cấu quang chiếu



Các cơ cấu quang chiếu khác nhau làm tăng kích thước nguồn biểu kiến đối với mắt, nhưng trong từng trường hợp, bức xạ được giới hạn ở bức xạ của phần tử phát của nguồn bóng đèn.

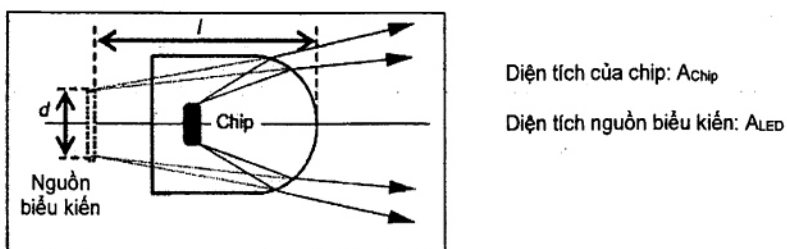
Hình D.3 – Ví dụ về các cơ cấu quang

D.2 LED

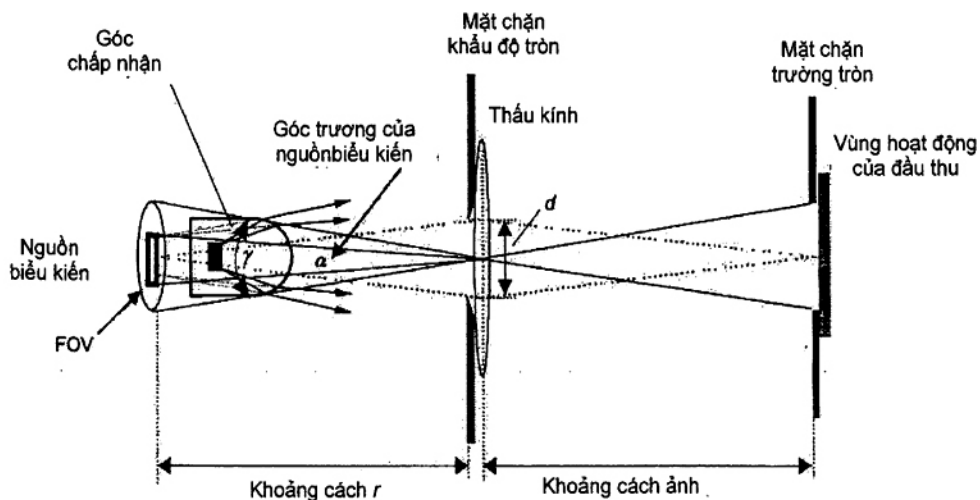
Ví dụ chung đối với bóng đèn có cơ cấu quang chiếu lắp liền là LED bọc nhựa. Đối với các LED này, vùng phát ảo được xác định nhưng chỉ bởi kích thước chip mà không phải bởi vỏ bọc do các thấu kính lắp liền, bộ phản xạ và các vật liệu tán xạ. LED bọc nhựa tạo thành nguồn biểu kiến mà cần được đánh giá dưới dạng các nguy hiểm vô ý thức có thể có. Khoảng cách đo hoặc đánh giá như yêu cầu bởi

TCVN 13079-2:2020

TCVN 13079-1 (IEC 62471) liên quan đến vị trí nguồn biểu kiến, tức là cũng như cần biết kích thước d , vị trí tương đối của chúng l , (xem Hình D.4). Vì mật độ chùm tia của LED này có thể thay đổi bởi khoảng cách từ chip đến thấu kính và bán kính của bán cầu nên kích thước và vị trí của nguồn biểu kiến thay đổi theo. Với các chùm tia hẹp hơn, vị trí của nguồn biểu kiến dịch chuyển sang các khoảng cách lớn hơn (Hình D.4). Trong một số trường hợp, nguy hiểm nhiệt lên võng mạc chiếm ưu thế, góc α được trưng bởi nguồn biểu kiến phải được xác định dựa trên kích thước d trên Hình D.4 của các điểm phát xạ 50 % và khoảng cách đánh giá áp dụng được. Điều này thường đòi hỏi một số kiểu tạo hình ảnh và lập hồ sơ cường độ. Vị trí tương đối (l) cần được xác định trong trường hợp bất kỳ. Ví dụ về bố trí đo được thể hiện trên Hình D.5:



Hình D.4 – Sự hình thành ảnh ảo của chip LED bằng các thấu kính tích hợp



Trong ví dụ này, FOV áp dụng được (phụ thuộc vào nhóm rủi ro) đối với phép đo bức xạ lấy trung bình trong không gian là không phủ kín.

Hình D.5 – Tạo hình ảnh nguồn bức xạ và điều kiện đo để đánh giá các nguồn có cơ cấu quang chiếu lắp liền hoặc gắn vào

D.3 Kết quả

D.3.1 Phân bố nhóm rủi ro

Trong hầu hết các trường hợp, cơ cấu quang tạo hình chùm tia tập trung dạng phát xạ Lambertian của sợi đốt hoặc chip LED thành chùm tia để tạo phát xạ có hướng hơn. Bức xạ thực là đặc tính của nguồn và không thể tăng lên (làm cho sáng hơn) bằng cách sử dụng các thành phần quang. Bên cạnh cường độ ánh sáng hoặc cường độ bức xạ bị thay đổi theo hướng đã chọn, các hệ thống quang này cũng tạo ra kích thước nguồn được chiếu khuếch đại trong mắt người quan sát (Hình D.4). Lấy LED trong Hình D.4 làm ví dụ, nó tuân thủ từ luật bảo toàn bức xạ mà mối quan hệ giữa diện tích thực của chip A_{Chip} với diện tích nguồn được chiếu A_{LED} và các cường độ sáng liên quan của I_{Chip} ban đầu và I_{LED} đã sửa đổi, có thể được sử dụng như một ước lượng đầu tiên cho các hiệu chỉnh hoặc xác định kích thước nguồn biểu kiến một cách tương ứng.

$$\frac{A_{LED}}{A_{Chip}} = \frac{I_{LED}}{I_{Chip}}$$

CHÚ THÍCH: Trong nhiều trường hợp, cơ cấu quang của hệ thống chiếu giới hạn phần phân bố góc của nguồn trong hệ thống tạo ảnh, làm giảm bức xạ bởi các tổn thất này.

Bức xạ tập trung/chuẩn thực hơn có nghĩa là mật độ công suất trong chùm tia tăng lên, và do đó tăng độ chiếu xạ tạo ra tương ứng. So với đặc tính của nguồn trần hoặc bóng đèn, điều này có thể có kết quả đối với đánh giá nguy hiểm của bóng đèn và hệ thống bóng đèn có các cơ cấu quang chiếu tạo hình chùm tia được gắn vào hoặc tích hợp theo TCVN 13079-1 (IEC 62471).

Trong trường hợp các nguy hiểm không lên võng mạc chiếm ưu thế (đặc biệt bên ngoài dải bước sóng 380 nm đến 780 nm và đối với các nguy hiểm cho da nói chung) trong đó các giới hạn được cho dưới dạng chiếu xạ, các giới hạn này cần được so sánh với các chiếu xạ tăng lên do có cấu quang bổ sung. Ngoài ra, nguồn biểu kiến hoặc nguồn được chiếu có thể thực vào (đến vô cực) bởi cơ cấu quang và khoảng cách đo cần được điều chỉnh tương ứng, tức là khẩu độ đo thay đổi trong hầu hết các trường hợp đến khoảng cách gần hơn liên quan đến nguồn "vật lý". Cần thừa nhận rằng nó có thể đi đến khoảng cách không hoặc thậm chí âm.

Với điều kiện là các bóng đèn được đánh giá sử dụng hướng dẫn trong tiêu chuẩn này (việc xác định bức xạ nguồn mà không phải là bức xạ lấy trung bình trong không gian), trong trường hợp nguy hiểm ánh sáng xanh chiếm ưu thế, phân loại nguy hiểm trước tiên không bị ảnh hưởng bởi cơ cấu quang bổ sung vì bức xạ nguồn giữ không đổi. Nhóm rủi ro giữ nguyên hoặc có thể giảm bởi lọc, v.v.

Trong trường hợp nguy hiểm nhiệt lên võng mạc chiếm ưu thế, các giới hạn được thể hiện dưới dạng bức xạ. Trong trường hợp này, chúng phụ thuộc vào góc trường của nguồn, tức là chúng giảm khi kích thước nguồn tăng lên do khuếch đại, trong khi bức xạ nguồn giữ không đổi. Trong trường hợp này, phân loại có thể bị ảnh hưởng bởi cơ cấu quang bổ sung.

TCVN 13079-2:2020

Cơ cấu quang bổ sung có thể sửa đổi độ chiếu xạ của nguồn và có tác động đáng kể khi phân loại dựa vào độ chiếu xạ hoặc tiêu chí phơi nhiễm bức xạ, trong khi bức xạ không đổi và có tác động ít trong trường hợp phân loại được dựa trên tiêu chí bức xạ. Tuy nhiên, trong trường hợp sau, nó cần được kiểm tra xác nhận nếu tiêu chí phân loại khác nghiêm ngặt nhất đối với hệ thống bóng đèn không thay đổi (từ tiêu chí bức xạ sang chiếu xạ) do chiếu xạ tăng lên.

D.3.2 Xác định các khoảng cách nguy hiểm

Phân tích trên là hợp lệ nếu phân nhóm rủi ro của các nguồn trước và sau khi gắn cơ cấu quang bổ sung được xem xét tức là khả năng truyền dữ liệu đối với bóng đèn trần đến hệ thống bóng đèn. Trong hầu hết các trường hợp thực tế, bước tiếp theo là cần xác định khoảng cách nguy hiểm. Tác động chính của cơ cấu quang tạo hình chùm tia lên các khoảng cách nguy hiểm liên quan đến bức xạ được thể hiện trên Hình C.1. Hai ví dụ về nguồn LED có bức xạ bằng nhau có thể xem như nguồn ban đầu (đường kính 2 mm) và nguồn khuếch đại (đường kính 50 mm). Do quan hệ đã sửa đổi giữa góc tương và góc chấp nhận trong trường hợp phóng đại nguồn, khoảng cách nguy hiểm được dịch chuyển sang các khoảng cách lớn hơn nhiều.

Tương tự, trong trường hợp các giới hạn chiếu xạ chiếm ưu thế, do mật độ công suất tăng lên, khoảng cách nguy hiểm dịch chuyển sang các khoảng cách dài hơn. Trước khi sử dụng quan hệ bình phương nghịch đảo để xác định HD, "khoảng cách chớp sáng" có thể có cần được xem xét (xem Phụ lục B, Điều B.1.2).

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 7671-1 (IEC 60432-1), *Bóng đèn sợi đốt – Yêu cầu về an toàn – Phần 1: Bóng đèn có sợi đốt bằng Vonfram dùng trong gia đình và chiếu sáng thông dụng tương tự*
- [2] IEC 60432-2, *Incandescent lamps – Safety specifications – Part 2: Tungsten-halogen lamps for domestic and similar general lighting purposes*
- [3] IEC 60432-3, *Incandescent lamps – Safety specifications – Part 3: Tungsten-halogen lamps (non-vehicle)*
- [4] TCVN 7591 (IEC 61199), *Bóng đèn huỳnh quang một đầu – Qui định về an toàn*
- [5] TCVN 5175 (IEC 61195), *Bóng đèn huỳnh quang hai đầu – Qui định về an toàn*
- [6] IEC 62031:2008¹, *LED modules for general lighting – Safety specifications*
- [7] IEC 62035:1999 and amendment 1:2003, *Discharge lamps (excluding fluorescent lamps) – Safety specifications*
- [8] ISO 15004-2:2007, *Ophthalmic instruments – Fundamental requirements and test methods – Part 2: Light hazard protection*
- [9] ANSI/IESNA RP-27.1-05, *Photobiological Safety for Lamps and Lamp Systems – General Requirements*
- [10] ANSI/IESNA RP-27.2-00, *Photobiological Safety for Lamps and Lamp Systems – Measurement Systems*
- [10] ANSI/IESNA RP-27.3-07, *Recommended Practice for Photobiological Safety for Lamps – Risk Group Classification and Labeling*
- [11] ICNIRP, Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation). *Health Physics*, 87 (2): 171-186; 2004.
- [12] ICNIRP, Guidelines on Limits of Exposure to Broad-Band Incoherent Optical Radiation (0,38 to 3 μm). *Health Physics*, 73 (3): 539-554; 1997.

¹ Hệ thống TCVN đã có TCVN 8781:2015 hoàn toàn tương đương với IEC 62031:2014.