

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 11994-1:2017**

**ISO 4892-1:2016**

Xuất bản lần 1

**CHẤT DẪO -  
PHƯƠNG PHÁP PHƠI NHIỄM VỚI NGUỒN SÁNG  
PHÒNG THỬ NGHIỆM - PHẦN 1: HƯỚNG DẪN CHUNG**

*Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 1: General guidance*

**HÀ NỘI - 2017**

## Mục lục

	Trang
Lời nói đầu .....	4
Lời giới thiệu.....	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn .....	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	8
4 Nguyên tắc.....	9
4.1 Quy định chung.....	9
4.2 Ý nghĩa .....	10
4.3 Sử dụng các thử nghiệm tăng tốc với nguồn sáng phòng thử nghiệm.....	11
5 Các yêu cầu đối với thiết bị phơi nhiễm phòng thử nghiệm .....	12
5.1 Bức xạ .....	12
5.2 Nhiệt độ .....	14
5.3 Độ ẩm và làm ướt .....	17
5.4 Các yêu cầu khác cho thiết bị phơi nhiễm .....	18
6 Mẫu thử.....	19
6.1 Hình dạng, kích cỡ và chuẩn bị .....	19
6.2 Số lượng mẫu thử .....	20
6.3 Bảo quản và ổn định .....	21
7 Điều kiện thử nghiệm và cách tiến hành.....	21
7.1 Các điểm thiết lập cho điều kiện phơi nhiễm .....	21
7.2 Các phép đo tính chất trên mẫu thử nghiệm.....	22
8 Thời gian phơi nhiễm và đánh giá kết quả thử nghiệm .....	23
8.1 Quy định chung .....	23
8.2 Sử dụng vật liệu đối chứng.....	23
8.3 Sử dụng kết quả trong quy định kỹ thuật.....	24
9 Báo cáo thử nghiệm .....	24
Phụ lục A (tham khảo) Quy trình đo độ đồng đều của bức xạ trong khu vực phơi nhiễm mẫu ...	27
Phụ lục B (tham khảo) Những yếu tố làm giảm mức độ tương quan giữa phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo và phơi nhiễm trong sử dụng thực tế .....	30
Phụ lục C (tham khảo) Tiêu chuẩn bức xạ quang phổ mặt trời .....	33
Thư mục tài liệu tham khảo .....	36

## Lời nói đầu

TCVN 11994-1:2017 hoàn toàn tương đương với ISO 4892-1:2016.

TCVN 11994-1:2017 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC61 Chất dẻo biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố

Bộ TCVN 11994 (ISO 4892) *Chất dẻo – Phương pháp phoi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm*, gồm các tiêu chuẩn sau:

- TCVN 11994-1:2017 (ISO 4892-1:2016) *Phần 1: Hướng dẫn chung*;
- TCVN 11994-2:2017 (ISO 4892-2:2013) *Phần 2: Đèn hồ quang xenon*;
- TCVN 11994-3:2017 (ISO 4892-3:2016) *Phần 3: Đèn huỳnh quang UV*;
- TCVN 11994-4:2017 (ISO 4892-4:2013) *Phần 4: Đèn hồ quang cacbon ngọn lửa hồ.*

## Lời giới thiệu

Chất dẻo thường được sử dụng tại các địa điểm ngoài trời hoặc trong nhà, nơi chúng chịu phơi nhiễm bức xạ mặt trời hoặc bức xạ mặt trời chiếu qua kính trong thời gian dài. Do đó, cần phải xác định ảnh hưởng của bức xạ mặt trời, nhiệt, độ ẩm và các tác động của khí hậu khác đến màu sắc và các tính chất khác của chất dẻo. Phơi nhiễm ngoài trời với bức xạ mặt trời và bức xạ mặt trời lọc qua kính cửa sổ được mô tả trong TCVN 9849 (ISO 877) (tất cả các phần)<sup>[1]</sup>. Tuy nhiên, cần phải xác định những ảnh hưởng của ánh sáng, nhiệt và độ ẩm lên các tính chất vật lý, hóa học và quang học của chất dẻo nhanh hơn bằng cách phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo có sử dụng nguồn sáng đặc biệt trong phòng thử nghiệm. Việc phơi nhiễm trong các thiết bị phòng thử nghiệm này được tiến hành trong các điều kiện có kiểm soát hơn các điều kiện có trong môi trường tự nhiên và có dụng ý tăng tốc sự phân hủy của polyme và sự hư hại của sản phẩm.

Khó có kết luận về tương quan giữa việc phơi nhiễm phong hóa tăng tốc hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo với việc phơi nhiễm trong điều kiện sử dụng thực tế do tính biến thiên trong cả hai loại phơi nhiễm và do các thử nghiệm không bao giờ sao chép một cách chính xác được tất cả những tác động khi phơi nhiễm mà các chất dẻo phơi nhiễm phải chịu trong điều kiện sử dụng thực tế. Không một thử nghiệm phơi nhiễm phòng thử nghiệm nào có thể được ghi nhận là mô phỏng hoàn toàn các điều kiện sử dụng thực tế.

Độ bền tương đối của vật liệu trong phơi nhiễm thực tế sử dụng có thể rất khác nhau tùy thuộc vào vị trí chúng phơi nhiễm vì sự khác biệt của bức xạ UV, thời gian chịu ẩm ướt, nhiệt độ, chất gây ô nhiễm và các yếu tố khác. Vì vậy, ngay cả khi kết quả từ phong hóa tăng tốc hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo cụ thể cho thấy là hữu dụng để so sánh độ bền tương đối của vật liệu chịu phơi nhiễm tại một vị trí ngoài trời cụ thể hoặc điều kiện sử dụng thực tế nhất định thì cũng không thể giả định được rằng chúng hữu ích để xác định độ bền tương đối của vật liệu chịu phơi nhiễm tại các vị trí ngoài trời khác nhau hoặc trong các điều kiện sử dụng thực tế khác nhau.

## Chất dẻo – Phương pháp phơi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm – Phần 1: Hướng dẫn chung

*Plastics – Methods of exposure to laboratory light source –  
Part 1: General guidance*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này cung cấp thông tin và hướng dẫn chung liên quan đến việc lựa chọn và vận hành các phương pháp phơi nhiễm được mô tả chi tiết trong các phần tiếp theo của bộ tiêu chuẩn này. Tiêu chuẩn này cũng mô tả các yêu cầu chung về tính năng đối với các thiết bị được sử dụng để phơi nhiễm chất dẻo dưới nguồn sáng phòng thử nghiệm. Thông tin liên quan đến các yêu cầu tính năng là dành cho những nhà sản xuất các thiết bị chiếu xạ tăng tốc nhân tạo hoặc phong hoá tăng tốc nhân tạo.

**CHÚ THÍCH:** Trong tiêu chuẩn này, thuật ngữ “nguồn sáng” đề cập đến nguồn phát bức xạ UV, bức xạ nhìn thấy được, bức xạ hồng ngoại hoặc bất kỳ sự kết hợp nào của những loại bức xạ này.

Tiêu chuẩn này cũng cung cấp thông tin về cách diễn giải các dữ liệu từ phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo hoặc phong hoá tăng tốc nhân tạo. Thông tin cụ thể hơn về các phương pháp xác định sự thay đổi về đặc tính của chất dẻo sau phơi nhiễm và báo cáo các kết quả này được nêu trong TCVN 11024 (ISO 4582).

### 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 9848 (ISO 291), *Chất dẻo – Khí quyển tiêu chuẩn cho ổn định và thử nghiệm.*

TCVN 9852 (ISO 9370), *Chất dẻo – Xác định sự phơi nhiễm bức xạ trong phép thử phong hoá bằng thiết bị – Hướng dẫn chung và phương pháp thử cơ bản.*

TCVN 11023 (ISO 2818), *Chất dẻo – Chuẩn bị mẫu thử bằng máy.*

TCVN 11024 (ISO 4582), *Chất dẻo – Xác định sự thay đổi màu sắc và biến tính chất sau khi phơi nhiễm với ánh sáng ban ngày dưới kính, thời tiết tự nhiên hoặc nguồn sáng phòng thử nghiệm*

## **TCVN 11994-1:2017**

TCVN 11025 (ISO 293), *Chất dẻo – Đúc ép mẫu thử vật liệu nhiệt dẻo.*

TCVN 11026-1 (ISO 294-1), *Chất dẻo – Đúc phun mẫu thử vật liệu nhiệt dẻo – Phần 1: Nguyên tắc chung, đúc mẫu thử đa mục đích và mẫu thử dạng thanh.*

TCVN 11026-2 (ISO 294-2), *Chất dẻo – Đúc phun mẫu thử vật liệu nhiệt dẻo – Phần 2: Thanh kéo nhỏ.*

TCVN 11026-3 (ISO 294-3), *Chất dẻo – Đúc phun mẫu thử vật liệu nhiệt dẻo – Phần 3: Tấm nhỏ*

TCVN 11027 (ISO 295), *Chất dẻo – Đúc ép mẫu thử vật liệu nhiệt rắn.*

TCVN 11069 (ISO 3167), *Chất dẻo – Mẫu thử đa mục đích.*

TCVN 11994-2 (ISO 4892-2), *Chất dẻo – Phương pháp phơi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm – Phần 2: Đèn hồ quang xenon.*

TCVN 11994-3 (ISO 4892-3), *Chất dẻo – Phương pháp phơi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm – Phần 3: Đèn huỳnh quang UV.*

TCVN 11994-4 (ISO 4892-4), *Chất dẻo – Phương pháp phơi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm – Phần 4: Đèn hồ quang cacbon ngọn lửa hồ.*

### **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

CHÚ THÍCH: Định nghĩa về các thuật ngữ khác liên quan đến thử nghiệm phong hoá được đề cập trong Thư mục tài liệu tham khảo [2].

#### **3.1**

##### **Vật liệu đối chứng (control)**

<Thử nghiệm phong hoá> vật liệu có thành phần và cấu trúc tương tự như vật liệu thử nghiệm và được phơi nhiễm cùng thời gian để so sánh với vật liệu thử nghiệm.

CHÚ THÍCH 1: Ví dụ cho việc sử dụng vật liệu đối chứng là khi đánh giá vật liệu có công thức khác với vật liệu hiện đang được sử dụng. Trong trường hợp đó, vật liệu đối chứng sẽ là chất dẻo được chế tạo theo công thức ban đầu.

#### **3.2**

##### **Mẫu lưu (file specimen)**

Phần vật liệu thử nghiệm được bảo quản trong các điều kiện giữ cho vật liệu thử ổn định và được sử dụng để so sánh giữa trạng thái phơi nhiễm và chưa phơi nhiễm.

### 3.3

#### **Phong hoá tăng tốc nhân tạo (artificial accelerated weathering)**

Sự phơi nhiễm của vật liệu trong thiết bị phong hoá phòng thử nghiệm ở các điều kiện có thể là theo chu kỳ và được tăng cường so với những điều kiện phơi nhiễm gặp phải ở ngoài trời hoặc tại nơi sử dụng.

CHÚ THÍCH 1: Điều này liên quan đến nguồn bức xạ phòng thử nghiệm, nhiệt và độ ẩm (dưới dạng độ ẩm tương đối và/hoặc mù nước, ngưng tụ hoặc ngưng) nhằm tạo ra các thay đổi tương tự một cách nhanh chóng những thay đổi xảy ra khi phơi nhiễm ngoài trời.

CHÚ THÍCH 2: Thiết bị có thể bao gồm các thiết bị dùng để kiểm soát và/hoặc điều khiển nguồn sáng và các thông số phong hoá khác. Nó cũng có thể bao gồm phơi nhiễm theo các điều kiện đặc biệt như mù axit nhằm mô phỏng tác động của các khí công nghiệp.

### 3.4

#### **Bức xạ tăng tốc nhân tạo (artificial accelerated irradiation)**

Phơi nhiễm vật liệu với nguồn bức xạ phòng thử nghiệm để mô phỏng bức xạ mặt trời lọc qua kính cửa sổ hoặc bức xạ từ nguồn sáng bên trong và nơi mẫu thử có thể chịu những thay đổi tương đối nhỏ về nhiệt độ và độ ẩm nhằm tạo ra các thay đổi tương tự một cách nhanh chóng, những thay đổi này xảy ra như khi vật liệu được sử dụng ở môi trường trong nhà.

CHÚ THÍCH 1: Những phơi nhiễm này thường là thử nghiệm phai màu hoặc thử nghiệm độ bền ánh sáng.

### 3.5

#### **Vật liệu chuẩn (reference material)**

Vật liệu có đặc trưng đã biết.

### 3.6

#### **Mẫu chuẩn (reference specimen)**

Phần vật liệu chuẩn được phơi nhiễm.

## 4 Nguyên tắc

### 4.1 Quy định chung

Mẫu thử của các mẫu đem thử nghiệm được phơi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm trong các điều kiện môi trường được kiểm soát. Các phương pháp được mô tả bao gồm các yêu cầu phải được đáp ứng đối với các phép đo bức xạ và phơi nhiễm bức xạ trên mặt phẳng của mẫu thử, nhiệt độ của các bộ cảm biến màu trắng và màu đen theo quy định, nhiệt độ không khí buồng thử nghiệm và độ ẩm tương đối.

## 4.2 Ý nghĩa

4.2.1 Khi thực hiện phơi nhiễm trong thiết bị sử dụng nguồn sáng phòng thử nghiệm, điều quan trọng là cần xem xét điều kiện thử nghiệm tăng tốc mô phỏng môi trường sử dụng thực tế đối với chất dẻo được thử nghiệm ở mức độ nào. Ngoài ra, cần xem xét tác động của sự biến đổi trong cả thử nghiệm tăng tốc và phơi nhiễm thực tế khi thiết lập các thử nghiệm phơi nhiễm và khi diễn giải kết quả từ phong hoá tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm chiếu xạ tăng tốc nhân tạo.

4.2.2 Không một thử nghiệm phơi nhiễm phòng thử nghiệm nào có thể được ghi nhận là mô phỏng hoàn toàn các điều kiện sử dụng thực tế. Kết quả của phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo có thể được coi là đại diện cho phơi nhiễm với thực tế sử dụng chỉ khi các vật liệu cụ thể đang được thử nghiệm đã được thiết lập mức độ thứ hạng tương quan khi các kiểu phân huỷ và cơ chế phân huỷ đều giống nhau. Độ bền tương đối của vật liệu trong điều kiện sử dụng thực tế ở các địa điểm khác nhau có thể rất khác nhau vì sự khác biệt ở bức xạ UV, thời gian của tình trạng ẩm ướt, độ ẩm tương đối, nhiệt độ, chất gây ô nhiễm và các thông số khác. Vì vậy, ngay cả khi kết quả từ một thử nghiệm phơi nhiễm cụ thể được tiến hành phù hợp với phần bất kỳ của bộ tiêu chuẩn này cho thấy là hữu ích trong việc so sánh độ bền tương đối của vật liệu phơi nhiễm trong môi trường đặc biệt thì cũng không thể giả định rằng chúng sẽ hữu ích trong việc xác định độ bền tương đối của các vật liệu tương tự trong môi trường khác.

4.2.3 Không có sự liên quan giữa "x" giờ hoặc mega jun của phơi nhiễm bức xạ với "y" tháng hoặc năm phơi nhiễm thực tế cho tất cả các vật liệu là "hệ số tăng tốc chung" trong phong hoá tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm chiếu xạ tăng tốc nhân tạo. Hệ số tăng tốc như vậy không hợp lệ do một số lý do sau.

- a) Các hệ số tăng tốc phụ thuộc vào vật liệu và có thể khác nhau đáng kể đối với từng vật liệu và đối với công thức khác nhau của cùng vật liệu.
- b) Sự biến thiên về tốc độ phân huỷ trong cả sử dụng thực tế và phơi nhiễm phong hoá tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm chiếu xạ tăng tốc nhân tạo có thể gây tác động đáng kể đến hệ số tăng tốc được tính.
- c) Các hệ số tăng tốc được tính dựa trên tỷ lệ bức xạ giữa nguồn sáng phòng thử nghiệm và bức xạ mặt trời (ngay cả khi sử dụng dải truyền qua như nhau) không xét đến các tác động của nhiệt độ, độ ẩm và sự khác biệt về bức xạ phổ tương đối giữa nguồn sáng phòng thử nghiệm và bức xạ mặt trời.

**CHÚ THÍCH:** Các hệ số tăng tốc được xác định đối với công thức cụ thể của vật liệu là hợp lệ chỉ khi chúng dựa trên dữ liệu từ số lượng đủ lớn các thử nghiệm riêng biệt ở môi trường trong nhà và bên ngoài và phơi nhiễm phong hoá tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm chiếu xạ tăng tốc nhân tạo sao cho các kết quả tương quan với các thời gian đến khi phá huỷ ở mỗi một phơi nhiễm có thể được phân tích bằng cách sử dụng phương pháp thống kê. Ví dụ về phân tích thống kê sử dụng nhiều phòng thử nghiệm và phơi nhiễm thực tế để tính hệ số tăng tốc được mô tả trong Thư mục tài liệu tham khảo [3].



**4.2.4** Có nhiều yếu tố có thể giảm mức độ tương quan giữa thử nghiệm tăng tốc sử dụng nguồn sáng phòng thử nghiệm và phơi nhiễm bên ngoài (thông tin cụ thể hơn về cách mỗi yếu tố có thể làm thay đổi thứ hạng ổn định của vật liệu được nêu trong Phụ lục B):

- a) những khác biệt về bức xạ quang phổ của nguồn sáng phòng thử nghiệm và bức xạ mặt trời;
- b) các mức bức xạ cao hơn so với các mức bức xạ trong các điều kiện sử dụng thực tế;
- c) các chu kỳ phơi nhiễm liên tục bởi ánh sáng từ nguồn sáng phòng thử nghiệm không có các giai đoạn trong bóng tối;
- d) nhiệt độ của mẫu thử cao hơn so với nhiệt độ phải chịu trong điều kiện thực tế;
- e) các điều kiện phơi nhiễm tạo nên những khác biệt phi thực tế giữa nhiệt độ của các mẫu thử sáng màu và mẫu thử sẫm màu;
- f) các điều kiện phơi nhiễm tạo nên sự luân chuyển rất thường xuyên giữa nhiệt độ cao và thấp của mẫu, hoặc tạo nên những đột biến nhiệt độ phi thực tế;
- g) các mức ẩm trong các thử nghiệm tăng tốc so với điều kiện sử dụng thực tế là phi thực tế;
- h) không có tác nhân sinh học, các chất ô nhiễm hoặc kết tủa hoặc ngưng tụ axit.

### **4.3 Sử dụng các thử nghiệm tăng tốc với nguồn sáng phòng thử nghiệm**

**4.3.1** Kết quả từ phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo được tiến hành phù hợp với phần bất kỳ của bộ tiêu chuẩn này tốt nhất là dùng để so sánh tính năng tương đối của vật liệu. So sánh giữa các vật liệu có thể thực hiện chỉ khi các vật liệu được thử nghiệm tại cùng một thời gian trong cùng thiết bị phơi nhiễm. Kết quả có thể được trình bày bằng cách so sánh thời gian phơi nhiễm hoặc lượng bức xạ phơi nhiễm cần thiết để làm giảm mức độ của một thuộc tính đặc trưng đến mức cụ thể nào đó. Ứng dụng phổ biến của thử nghiệm này là để chứng minh rằng mức chất lượng của các mẻ khác nhau không thay đổi so với chất lượng của mẫu đối chứng đã biết.

**4.3.1.1** Khuyến nghị rằng trong mỗi thử nghiệm, ít nhất một mẫu đối chứng được phơi nhiễm để so sánh tính năng của các vật liệu cần thử nghiệm với vật liệu đối chứng. Vật liệu đối chứng phải có các thành phần và cấu trúc tương tự và được chọn sao cho các dạng hư hại của nó cũng tương tự như các dạng hư hại của vật liệu cần thử nghiệm. Tốt nhất là sử dụng hai mẫu đối chứng, một có độ bền tương đối tốt và một có độ bền tương đối kém.

**4.3.1.2** Cần thực hiện đủ số lần thử nghiệm lặp lại với mỗi mẫu đối chứng và mỗi vật liệu cần thử nghiệm để cho phép đánh giá các kết quả bằng thống kê. Nếu không có quy định khác, sử dụng tối thiểu ba phép thử lặp cho tất cả các thử nghiệm với tất cả các vật liệu đối chứng và thử nghiệm. Khi các tính chất của vật liệu được xác định bằng các thử nghiệm phá hủy, cần phải dùng một bộ mẫu riêng biệt đối với mỗi thời gian phơi nhiễm.

**4.3.2** Trong một số thử nghiệm quy định kỹ thuật, các vật liệu thử nghiệm được phơi nhiễm cùng thời gian với vật liệu chuẩn phong hóa (ví dụ vải thử nghiệm bằng len xanh). Các tính chất của vật liệu cần thử nghiệm được đo sau khi một tính chất nhất định của vật liệu chuẩn đạt đến mức quy định. Nếu vật liệu chuẩn có thành phần khác với thành phần của vật liệu cần thử nghiệm, có thể vật liệu đó không nhạy với các tác động của phơi nhiễm tạo nên sự hư hại cho vật liệu cần thử nghiệm, hoặc có thể rất nhạy cảm với tác động của phơi nhiễm có ảnh hưởng rất nhỏ đến các vật liệu cần thử nghiệm. Những biến thiên trong kết quả đối với vật liệu chuẩn có thể là rất khác nhau với những biến thiên đối với vật liệu cần thử nghiệm. Tất cả những sự khác biệt giữa các vật liệu chuẩn và các vật liệu thử nghiệm có thể tạo nên các kết quả sai lệch khi các vật liệu chuẩn được sử dụng làm vật liệu đối chứng hoặc để xác định khoảng thời gian phơi nhiễm.

**CHÚ THÍCH 1:** Các định nghĩa về vật liệu đối chứng và vật liệu chuẩn phù hợp với thử nghiệm phong hóa được nêu trong Điều 3.

**CHÚ THÍCH 2:** Các vật liệu chuẩn cho phong hóa cũng có thể được sử dụng để kiểm soát tính nhất quán của các điều kiện vận hành trong thử nghiệm phơi nhiễm. Thông tin về lựa chọn và đặc trưng của vật liệu chuẩn được sử dụng cho mục đích này có thể tham khảo trong Thư mục tài liệu tham khảo [4]. Tài liệu tham khảo [5] mô tả quy trình sử dụng sự thay đổi về chỉ số carbonyl của vật liệu chuẩn phong hoá polyetylen cụ thể để kiểm soát các điều kiện cả phong hoá tự nhiên và phơi nhiễm phong hoá tăng tốc nhân tạo.

**4.3.3** Trong một số thử nghiệm quy định kỹ thuật, tính chất của mẫu thử được đánh giá sau một thời gian phơi nhiễm cụ thể hoặc phơi nhiễm bức xạ theo chu trình thử nghiệm với hệ điều kiện vạch sẵn. Kết quả từ thử nghiệm phơi nhiễm tăng tốc được tiến hành phù hợp với bộ tiêu chuẩn này đều không được sử dụng để kết luận cho vật liệu là "đạt/không đạt", dựa trên mức độ của một tính chất cụ thể sau thời gian phơi nhiễm cụ thể hoặc phơi nhiễm bức xạ, trừ khi độ tái lập kết hợp của các hiệu ứng trong một chu trình phơi nhiễm cụ thể và phương pháp xác định tính chất đã được thiết lập.

## **5 Yêu cầu đối với thiết bị phơi nhiễm phòng thử nghiệm**

### **5.1 Bức xạ**

**5.1.1** Các nguồn sáng phòng thử nghiệm được sử dụng để cung cấp bức xạ cho các mẫu thử. Trong TCVN 11994-2 (ISO 4892-2), sử dụng đèn hồ quang xenon, trong TCVN 11994-3 (ISO 4892-3), sử dụng đèn huỳnh quang UV và trong TCVN 11994-4 (ISO 4892-4) sử dụng đèn hồ quang cacbon ngọn lửa hồ để cung cấp bức xạ cho các mẫu thử.

**5.1.2** Thiết bị phơi nhiễm phải cho phép xếp đặt các mẫu thử và có các thiết bị cảm biến chỉ định tại các vị trí để thu nhận bức xạ đồng đều từ nguồn sáng.

**CHÚ THÍCH:** Bức xạ quang phổ được tạo ra trong thiết bị phong hóa tăng tốc nhân tạo là rất quan trọng. Lý tưởng nhất, bức xạ quang phổ tương đối được tạo ra bởi thiết bị phải rất giống với bức xạ mặt trời,

đặc biệt là ở các vùng UV bước sóng ngắn. Phụ lục C cung cấp thông tin về quang phổ mặt trời định chuẩn có thể được sử dụng để so sánh các bức xạ quang phổ được tạo ra trong phơi nhiễm tăng tốc nhân tạo với bức xạ mặt trời. Các phần tiếp theo của tiêu chuẩn này bao gồm các yêu cầu cụ thể đối với bức xạ quang phổ tương ứng được tạo ra trong các thiết bị được mô tả trong những phần đó.

**5.1.3** Thiết bị phơi nhiễm phải được thiết kế sao cho bức xạ tại vị trí bất kỳ trong khu vực sử dụng để phơi nhiễm mẫu đạt ít nhất là 70 % bức xạ tối đa đo được trong khu vực này. Các quy trình xác định độ đồng đều của bức xạ của các nhà sản xuất thiết bị được nêu trong Phụ lục A.

**CHÚ THÍCH:** Độ đồng đều của bức xạ trong các thiết bị phơi nhiễm phụ thuộc vào nhiều yếu tố, chẳng hạn như căn lắng có thể phát triển trên hệ thống quang học và vách buồng thử. Ngoài ra, độ đồng đều của bức xạ có thể bị ảnh hưởng bởi loại mẫu thử và số lượng mẫu thử được phơi nhiễm. Độ đồng đều bức xạ được đảm bảo bởi các nhà sản xuất có giá trị cho các thiết bị mới và các điều kiện đo được xác định rõ.

**5.1.4** Nếu bức xạ tối thiểu tại bất kỳ vị trí nào trong khu vực được sử dụng cho việc phơi nhiễm mẫu thử trong khoảng từ 70 % đến 90 % của bức xạ tối đa, thì định kỳ phải thay đổi lại vị trí mẫu thử để giảm sự biến thiên trong phơi nhiễm bức xạ. Lịch trình và quy trình xác định lại vị trí phải do các bên liên quan thỏa thuận.

**CHÚ THÍCH:** Tài liệu tham khảo [6] đề cập một số quy trình khả thi, bao gồm xác định ngẫu nhiên vị trí mẫu thử lặp lại mà những quy trình này có thể được sử dụng để giảm sự biến đổi trong cường độ phơi nhiễm của mẫu thử trong quá trình phơi nhiễm.

**5.1.5** Nếu bức xạ tại bất kỳ vị trí nào trong khu vực được sử dụng cho phơi nhiễm mẫu thử ít nhất đạt 90 % bức xạ tối đa, không cần thiết sử dụng định kỳ thay đổi vị trí của mẫu thử trong quá trình phơi nhiễm để đảm bảo phơi nhiễm bức xạ đồng đều. Khi không cần thiết định kỳ thay đổi vị trí của mẫu thử, thì nên đảm bảo rằng sự biến đổi trong cường độ phơi nhiễm trong quá trình phơi nhiễm được giữ đến mức tối thiểu.

**CHÚ THÍCH 1:** Phụ thuộc vào độ nhạy cụ thể của vật liệu, việc thay đổi vị trí định kỳ của mẫu thử là việc nên làm để giảm thiểu sự biến đổi cường độ trong quá trình phơi nhiễm.

**CHÚ THÍCH 2:** Nên đặt vị trí ngẫu nhiên của mẫu thử lặp lại để giảm tác động của bất kỳ sự biến đổi nào theo các điều kiện trong khu vực phơi nhiễm.

**5.1.6** Tuân thủ các hướng dẫn của nhà sản xuất thiết bị về việc thay đèn và bộ lọc và về việc làm già hóa sơ bộ đèn và/hoặc các bộ lọc.

**5.1.7** Thiết bị đo bức xạ phù hợp với các yêu cầu trong TCVN 9852 (ISO 9370) có thể được sử dụng để đo bức xạ,  $E$ , hoặc bức xạ quang phổ,  $E_{\lambda}$  và phơi nhiễm bức xạ,  $H$ , hoặc phơi nhiễm bức xạ quang phổ,  $H_{\lambda}$  trong mặt phẳng của bề mặt mẫu thử.

**5.1.7.1** Nếu được sử dụng, thiết bị đo bức xạ phải được lắp đặt sao cho thiết bị đo bức xạ nhận được cùng mức bức xạ như bề mặt mẫu thử. Nếu không được đặt trong mặt phẳng mẫu thử,

nó phải có trường quan sát đủ rộng và được hiệu chuẩn đối với bức xạ tại khoảng cách mẫu thử. Thiết bị đo bức xạ phải được hiệu chuẩn bằng cách sử dụng hệ thống bộ lọc nguồn sáng cùng loại với hệ thống được sử dụng để thử nghiệm hoặc hệ số phản xạ quang phổ thích hợp đã được tính đến. Hiệu chuẩn phải được kiểm tra theo chỉ dẫn của nhà sản xuất thiết bị đo bức xạ. Hiệu chuẩn đầy đủ thiết bị đo bức xạ để có thể truy nguyên được với tổ chức tiêu chuẩn đo bức xạ được công nhận, phải được thực hiện ít nhất một năm một lần. Nên thực hiện hiệu chuẩn thường xuyên hơn.

Đối với đèn huỳnh quang UVB, thiết bị đo bức xạ trường phải được hiệu chuẩn bằng đèn có sự phân bố năng lượng quang phổ tương tự như sự phân bố năng lượng phổ của đèn sẽ được sử dụng để thử nghiệm.

**CHÚ THÍCH 1:** Tài liệu tham khảo [7] cung cấp hướng dẫn cụ thể về hiệu chuẩn thiết bị đo bức xạ sử dụng thiết bị đo bức xạ phổ. Phương pháp này có thể được sử dụng để hiệu chuẩn (các) thiết bị đo bức xạ.

**CHÚ THÍCH 2:** Tham khảo TCVN 9852 (ISO 9370) đối với định nghĩa về thiết bị đo bức xạ trường và thiết bị đo bức xạ chuẩn.

**5.1.7.2** Khi đo, phải báo cáo mức bức xạ trong dải bước sóng được thoả thuận của tất cả các bên liên quan. Một số loại thiết bị chỉ định đo bức xạ trong dải bước sóng cụ thể (ví dụ từ 300 nm đến 400 nm hoặc từ 300 nm đến 800 nm) hoặc trong dải bước sóng hẹp tập trung xung quanh một bước sóng đơn (ví dụ như 340 nm).

## **5.2 Nhiệt độ**

**5.2.1** Nhiệt độ bề mặt của vật liệu phơi nhiễm chủ yếu phụ thuộc vào lượng bức xạ hấp thụ, khả năng phát xạ của mẫu thử, độ dẫn nhiệt trong mẫu thử và độ truyền nhiệt giữa các mẫu thử và không khí hoặc giữa mẫu và giá đỡ mẫu. Do việc giám sát nhiệt độ bề mặt của từng mẫu thử nghiệm là không thực tế, bộ cảm biến bề mặt màu đen theo chỉ định được sử dụng để đo và kiểm soát nhiệt độ trong buồng phơi nhiễm. Tấm đen của cảm biến nhiệt độ bề mặt màu đen được gắn bên trong khu vực phơi nhiễm mẫu thử sao cho nó nằm trong cùng mặt phẳng và hướng và thu nhận cùng mức bức xạ và chịu cùng điều kiện làm mát giống với bề mặt tấm thử phẳng. Đối với mẫu thử ba chiều, tấm màu đen phải nằm trong mặt phẳng và hướng có tính đại diện nhất cho phần lớn bề mặt mẫu thử hoặc tại mặt phẳng của bề mặt ban đầu.

**5.2.2** Hai loại cảm biến nhiệt độ bề mặt màu đen có thể được sử dụng: Nhiệt kế chuẩn đen (BST) và nhiệt kế tấm đen (BPT).

**5.2.2.1** Nhiệt kế chuẩn đen, bao gồm một tấm thép không gỉ phẳng với độ dày 0,5 mm đến 1,2 mm. Chiều dài và chiều rộng điển hình là khoảng 70 mm và 40 mm. Bề mặt đối diện với nguồn sáng của tấm này được phủ một lớp màu đen có độ bền già hóa tốt. Các tấm được phủ đen không được phản xạ quá 10 % tất cả các bức xạ tới đến bước sóng 2500 nm. Một chi tiết nhạy nhiệt ví dụ như cảm biến điện trở platin được gắn vào tâm của tấm, tiếp xúc nhiệt tốt với tấm, ở phía

đối diện với nguồn bức xạ. Mặt này của tấm kim loại được gắn lên một đế phẳng dày 5 mm làm bằng poly(vinylidenflorua) (PVDF) không chứa chất độn. Một hốc rỗng nhỏ đủ để chứa cảm biến điện trở platin được gia công trong tấm nền PVDF. Khoảng cách giữa bộ cảm biến và hốc rỗng này trong tấm PVDF phải khoảng 1 mm. Chiều dài và chiều rộng của tấm PVDF phải đủ lớn để không tồn tại tiếp xúc nhiệt kim loại-kim loại giữa tấm kim loại được sơn màu đen và bộ đỡ mà nó được gắn vào. Đế gá kim loại của bộ đỡ tấm đen cách nhiệt phải cách các cạnh của tấm kim loại ít nhất là 4 mm. Có thể sử dụng nhiệt kế chuẩn đen với cấu trúc khác với các nhiệt kế được quy định trên đây miễn là nhiệt độ hiển thị bởi cấu trúc thay thế nằm trong khoảng sai số  $\pm 1,0$  °C tại tất cả nhiệt độ và thiết lập bức xạ của thiết bị phơi nhiễm ở trạng thái ổn định so với cấu trúc quy định. Ngoài ra, thời gian cần thiết để nhiệt kế chuẩn đen thay thế đạt được trạng thái ổn định phải nằm trong khoảng sai lệch 10 % thời gian cần thiết để nhiệt kế chuẩn đen quy định đạt được trạng thái ổn định.

CHÚ THÍCH: Nhiệt kế chuẩn đen đôi khi được đề cập đến là nhiệt kế tấm đen cách nhiệt.

**5.2.2.2** Nhiệt kế tấm đen, bao gồm một tấm kim loại phẳng (bảng) có độ bền, chịu được ăn mòn. Kích thước điển hình là dài khoảng 150 mm, rộng 70 mm và dày 1 mm. Bề mặt đối diện với nguồn sáng của tấm phải được phủ một lớp màu đen có độ bền già hóa tốt. Tấm được phủ màu đen không được phản xạ quá 10 % tất cả các bức xạ tới đến 2 500 nm. Một chi tiết nhạy nhiệt như cảm biến điện trở platin được gắn chắc chắn vào tấm của các bề mặt chịu phơi nhiễm. Chi tiết nhạy nhiệt này có thể là cảm biến mặt số lưỡng kim dạng thanh được phủ sơn màu đen, cảm biến dựa trên điện trở, nhiệt kế điện tử hoặc cặp nhiệt điện. Mặt sau của tấm kim loại phải được hở ra ngoài môi trường.

CHÚ THÍCH 1: Do làm mát bằng đối lưu tác động từ cả hai phía, hình học lắp đặt ảnh hưởng đến tính ổn định của nhiệt kế tấm đen.

CHÚ THÍCH 2: Nhiệt kế tấm đen đôi khi được đề cập đến là nhiệt kế tấm đen không cách nhiệt.

**5.2.2.3** Nếu không có quy định khác, nhiệt độ được đo bằng cách sử dụng các nhiệt kế với thiết kế được mô tả ở trên. Nếu sử dụng dụng cụ khác để đo nhiệt độ của các tấm đen hoặc trắng, kết cấu chính xác của tấm đen hoặc trắng phải được ghi trong báo cáo thử nghiệm.

**5.2.3** Nhiệt độ hiển thị bởi nhiệt kế tấm đen hoặc nhiệt kế chuẩn đen phụ thuộc vào mức bức xạ được tạo ra bởi các nguồn sáng phòng thử nghiệm, nhiệt độ và tốc độ của không khí di chuyển trong buồng phơi nhiễm. Nhiệt độ tấm đen nói chung tương ứng với nhiệt độ của lớp phủ tối màu trên tấm kim loại không có cách nhiệt ở phía sau. Nhiệt độ của nhiệt kế chuẩn đen thường tương ứng với nhiệt độ bề mặt phơi nhiễm của mẫu tối màu có độ dẫn nhiệt kém. Tại các điều kiện sử dụng trong những phơi nhiễm điển hình, nhiệt độ hiển thị bởi nhiệt kế chuẩn đen sẽ cao hơn nhiệt độ hiển thị bởi nhiệt kế tấm đen từ 3 °C đến 12 °C. Sự chênh lệch thực tế giữa nhiệt độ đo được bởi nhiệt kế tấm đen và bởi nhiệt kế chuẩn đen tốt nhất là nên được xác định cho từng

điều kiện phơi nhiễm. Do nhiệt kế chuẩn đen được cách nhiệt, thời gian đáp ứng của nó đối với sự thay đổi nhiệt độ hơi chậm hơn so với nhiệt kế tấm đen.

5.2.4 Ở các mức bức xạ thấp, sự khác biệt giữa nhiệt độ hiển thị bởi nhiệt kế tấm đen hoặc nhiệt kế chuẩn đen và nhiệt độ thực tế của mẫu thử có thể là rất nhỏ. Khi sử dụng nguồn sáng phát ra rất ít bức xạ hồng ngoại thì thông thường chỉ có sự khác biệt rất nhỏ về nhiệt độ đo được giữa hai loại tấm đen hoặc giữa các mẫu thử sáng màu và tối màu.

5.2.5 Để đánh giá dải nhiệt độ bề mặt của mẫu thử được phơi nhiễm và để kiểm soát tốt hơn mức bức xạ hoặc điều kiện trong buồng phơi nhiễm, nên sử dụng nhiệt kế chuẩn trắng hoặc tấm trắng, cùng với nhiệt kế chuẩn đen hoặc tấm đen. Nhiệt kế tấm trắng hoặc nhiệt kế chuẩn trắng phải được chế tạo theo cùng cách như nhiệt kế tấm đen hoặc nhiệt kế chuẩn đen tương ứng, ngoại trừ việc sử dụng một lớp phủ màu trắng với độ bền già hóa tốt. Mức phản xạ của lớp phủ màu trắng phải ít nhất là 60 % ở bước sóng từ 450 nm đến 800 nm và ít nhất 30 % ở bước sóng từ 800 nm đến 1 500 nm.

5.2.6 Nhà sản xuất thiết bị phơi nhiễm phải đảm bảo rằng thiết bị được thiết kế đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn này có thể đáp ứng các yêu cầu sau đối với việc kiểm soát cảm biến nhiệt độ màu đen hoặc trắng tại vị trí dự kiến vận hành. Những yêu cầu này áp dụng đối với các điều kiện cân bằng.

**Bảng 1 – Yêu cầu đối với nhiệt độ điểm thiết lập của cảm biến nhiệt độ màu đen hoặc trắng ở vị trí dự kiến vận hành**

Nhiệt độ điểm thiết lập	Độ lệch cho phép của nhiệt độ cảm biến tại vị trí vận hành
≤ 70 °C	± 3 °C
> 70 °C	± 4 °C

5.2.7 Nhà sản xuất thiết bị phơi nhiễm phải đảm bảo rằng thiết bị được thiết kế đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn này có thể đáp ứng các yêu cầu sau đối với việc kiểm soát nhiệt độ cảm biến nhiệt độ màu đen hoặc trắng tại bất kỳ vị trí nào trong khu vực phơi nhiễm được phép. Những yêu cầu này áp dụng đối với các điều kiện cân bằng.

**Bảng 2 – Yêu cầu đối với nhiệt độ điểm thiết lập của cảm biến nhiệt độ màu đen hoặc trắng tại bất kỳ vị trí nào trong khu vực phơi nhiễm được phép**

Nhiệt độ điểm thiết lập	Độ lệch cho phép của nhiệt độ cảm biến tại khi cảm biến được đặt tại bất kỳ nơi nào trong khu vực phơi nhiễm
≤ 70 °C	± 5 °C
> 70 °C	± 7 °C

**CHÚ THÍCH:** Đối với một số vật liệu, sự khác nhau về tốc độ phân huỷ có thể xảy ra giữa các thiết bị hoạt động trong dải nhiệt độ cho phép. Định kỳ sắp xếp lại vị trí mẫu thử hoặc sự sắp xếp ngẫu nhiên các mẫu lặp lại trong thời gian phơi sẽ làm giảm biến đổi gây ra bởi sự khác biệt về nhiệt độ trong khu vực phơi nhiễm.

**5.2.8** Báo cáo thử nghiệm phải nêu rõ thử nghiệm sử dụng nhiệt kế chuẩn đen hay là nhiệt kế tấm đen và có sử dụng nhiệt kế chuẩn trắng hoặc nhiệt kế tấm trắng được hay không.

**CHÚ THÍCH:** Các nhiệt độ khác nhau có thể được biểu thị bằng loại nhiệt kế chuẩn đen hoặc tấm đen đơn lẻ, phụ thuộc vào thiết kế cụ thể của thiết bị do các nhà sản xuất khác nhau cung cấp.

**5.2.9** Nếu đo nhiệt độ không khí của buồng phơi nhiễm, các phần tử cảm ứng nhiệt độ phải được che chắn khỏi nguồn bức xạ và phun mù nước. Nhiệt độ không khí buồng được đo tại vị trí này có thể không giống như nhiệt độ không khí buồng gần bề mặt mẫu thử phơi nhiễm. Nhà sản xuất thiết bị kiểm soát nhiệt độ không khí buồng phải đảm bảo rằng thiết bị của mình có thể duy trì nhiệt độ không khí buồng được đo trong phạm vi  $\pm 3$  °C so với nhiệt độ điểm thiết lập trong các điều kiện cân bằng đối với các điểm thiết lập đến 70 °C và trong phạm vi  $\pm 4$  °C của điểm thiết lập đối với các điểm thiết lập trên 70 °C.

**5.2.10** Hiệu chuẩn cảm biến nhiệt độ được sử dụng để đo nhiệt độ buồng không khí theo hướng dẫn của nhà sản xuất cảm biến ít nhất là hằng năm.

### **5.3 Độ ẩm và làm ướt**

**5.3.1** Sự có mặt của hơi ẩm trên bề mặt phơi nhiễm mẫu thử, đặc biệt là những giai đoạn ướt dài và sự thay đổi theo chu kỳ giữa các giai đoạn ướt và khô, có thể có ảnh hưởng đáng kể đến thử nghiệm phơi nhiễm tăng tốc phòng thử nghiệm. Bất kỳ thiết bị nào được sử dụng thuộc các phần của bộ tiêu chuẩn này dùng để mô phỏng ảnh hưởng của hơi ẩm phải có phương pháp để cung cấp độ ẩm cho các mẫu thử sử dụng một hoặc các phương pháp sau:

- a) làm ẩm buồng không khí;
- b) tạo ngưng tụ;
- c) phun mù nước;
- a) ngâm.

### **5.3.2 Độ tinh khiết của nước**

**5.3.2.1** Đối với thiết bị hồ quang cacbon và hồ quang xenon, độ tinh khiết của nước sử dụng để phun các mẫu thử là rất quan trọng. Nếu không xử lý thích hợp để loại bỏ các cation, anion, các hợp chất hữu cơ và đặc biệt, silica, thì mẫu thử phơi nhiễm sẽ phát triển các điểm hoặc các vết bẩn không xảy ra khi phơi nhiễm tự nhiên. Nếu không có quy định khác, nước sử dụng để phun mẫu phải có hàm lượng chất rắn tối đa là 1 µg/g và hàm lượng silica tối đa là 0,2 µg/g. Việc chưng cất, hoặc kết hợp khử ion và thẩm thấu ngược, có thể tạo ra nước có các độ tinh khiết mong

muốn rất hiệu quả. Nếu nước được sử dụng để phun mẫu chứa hàm lượng chất rắn trên 1 µg/g, phải báo cáo các mức hàm lượng chất rắn và hàm lượng silica. Khuyến nghị không nên tuần hoàn nước đã sử dụng để phun mẫu và không được thực hiện tuần hoàn nước trừ khi nước tuần hoàn đáp ứng các yêu cầu về độ tinh khiết được liệt kê ở trên.

**5.3.2.2** Độ tinh khiết của nước được sử dụng để phun trong thiết bị sử dụng đèn huỳnh quang UV không quan trọng như trong thiết bị hồ quang cacbon và hồ quang xenon. Do đó, tấm thử phải được phun sử dụng nước đã được làm sạch sao cho hàm lượng chất rắn hòa tan nhỏ hơn 2,0 µg/g và hàm lượng silica lơ lửng nhỏ hơn 0,5 µg/g.

**5.3.3** Nếu phát hiện trên các mẫu thử có lắng cặn hoặc các tạp chất sau khi phơi nhiễm, thì phải kiểm tra độ tinh khiết của nước để xác định liệu có đáp ứng các yêu cầu về độ tinh khiết được quy định trong 5.3.2. Trong một số trường hợp, mẫu thử phơi nhiễm có thể bị nhiễm bẩn do cặn lắng từ vi khuẩn sinh trưởng trong nước tinh khiết được sử dụng để phun mẫu thử. Nếu phát hiện nhiễm khuẩn, toàn bộ hệ thống được sử dụng cho phun mù nước cho mẫu thử phải được rửa sạch bằng dung dịch clo hóa như natri hypoclorit và rửa kỹ trước khi tiếp tục phơi lại.

**5.3.4** Mặc dù độ dẫn điện không luôn luôn tương quan với hàm lượng silica, khuyến cáo rằng độ dẫn điện của nước được sử dụng đối với phun mẫu thử cần được kiểm soát liên tục và phải dừng phơi nhiễm bất cứ khi nào độ dẫn điện lớn hơn 5 µS/cm.

**5.3.5** Tất cả các cấu kiện của thiết bị phun mẫu thử phải được chế tạo từ thép không gỉ hoặc một số vật liệu khác không gây ô nhiễm nước bởi vật liệu có thể hấp thụ bức xạ UV hoặc tạo thành cặn lắng không có trong thực tế trên mẫu thử nghiệm.

**5.3.6** Nếu yêu cầu kiểm soát độ ẩm, cảm biến được sử dụng để đo độ ẩm phải được đặt trong dòng khí của buồng và được được bảo vệ khỏi bức xạ trực tiếp và mù nước. Khi độ ẩm được kiểm soát, độ ẩm tương đối đo được phải duy trì trong khoảng ± 10 % độ ẩm điểm thiết lập.

Nếu yêu cầu kiểm soát độ ẩm, cảm biến độ ẩm phải được hiệu chuẩn ít nhất hàng năm theo chỉ dẫn của nhà sản xuất thiết bị phơi nhiễm.

**5.3.7** Bất kỳ thiết bị nào đưa vào giai đoạn làm ướt mẫu thử phơi nhiễm bằng bất kỳ phương pháp nào phải có phương pháp lập trình các giai đoạn có và không có làm ướt.

## **5.4 Các yêu cầu khác đối với thiết bị phơi nhiễm**

**5.4.1** Mặc dù các thiết bị phơi nhiễm có thiết kế khác nhau được sử dụng trong thực tế, mỗi thiết bị phải đáp ứng các yêu cầu sau đây.

**5.4.1.1** Thiết bị bất kỳ có ý định mô phỏng tác động của chu kỳ sáng và tối phải có một bộ điều khiển điện tử hoặc thiết bị cơ học để lập trình các giai đoạn có hoặc không có ánh sáng.

**5.4.1.2** Các nhà sản xuất phải đảm bảo rằng các thiết bị cung cấp các giai đoạn mà khi đó, các điều kiện phơi nhiễm khác nhau, có phương cách tính thời gian đối với mỗi giai đoạn. Thời gian của



mỗi giai đoạn phơi nhiễm phải được kiểm soát trong phạm vi  $\pm 10\%$  giai đoạn ngắn nhất đã sử dụng. Nên sử dụng bộ đếm giờ có độ chính xác và độ lặp lại tốt nhất có thể. Có thể sử dụng một thiết bị để ghi lại thời gian của mỗi giai đoạn thử nghiệm.

**5.4.2** Để đáp ứng đầy đủ các yêu cầu của quy trình kiểm tra cụ thể, thiết bị có thể cần được trang bị công cụ để ghi lại hay lưu lại các thông số hoạt động sau đây:

- a) điện áp đường dẫn;
- b) công suất đèn;
- c) dòng của đèn;
- d) mức bức xạ quang phổ (hoặc các bức xạ quang phổ tích hợp) trong dải quang phổ được sử dụng và phơi nhiễm bức xạ.

## 6 Mẫu thử

### 6.1 Hình dạng, kích cỡ và chuẩn bị

**6.1.1** Phương pháp được sử dụng để chuẩn bị mẫu thử có thể có tác động đáng kể đối với độ bền biểu kiến của mẫu thử. Vì vậy, phương pháp được sử dụng để chuẩn bị mẫu thử phải được sự thỏa thuận của các bên liên quan. Tốt nhất là phương pháp được thực hiện gần giống với phương pháp thường được sử dụng để gia công vật liệu trong các ứng dụng đặc thù. Phải mô tả đầy đủ phương pháp chuẩn bị mẫu thử trong báo cáo thử nghiệm.

**6.1.2** Kích cỡ của mẫu thử thường là kích cỡ được quy định trong phương pháp thử thích hợp đối với tính chất hoặc các tính chất được đo sau khi phơi nhiễm. Khi đặc tính hoạt động của một loại sản phẩm cụ thể được xác định, sản phẩm đó phải được phơi nhiễm bất cứ khi nào có thể.

**6.1.3** Nếu vật liệu được thử nghiệm là polyme đúc hoặc đùn ở dạng hạt, mảnh, viên hoặc một số trạng thái thô khác, mẫu thử được phơi nhiễm phải được cắt từ tấm được thực hiện bằng phương pháp phù hợp. Kích cỡ và hình dạng chính xác của mẫu thử sẽ được xác định bởi quy trình thử cụ thể được sử dụng cho phép đo tính chất cần biết. Quy trình được sử dụng để gia công bằng máy hoặc cắt mẫu thử đơn lẻ từ một tấm lớn hoặc một sản phẩm có thể ảnh hưởng đến kết quả của phép đo tính chất, và do đó có thể ảnh hưởng đến độ bền biểu kiến của mẫu thử. Đối với việc chuẩn bị mẫu thử, các quy trình được xác định trong TCVN 11025 (ISO 293), TCVN 11026-1 (ISO 294-1), TCVN 11026-2 (ISO 294-2) và TCVN 11026-3 (ISO 294-3), TCVN 11027 (ISO 295) và TCVN 11069 (ISO 3167) là những quy trình phù hợp.

**6.1.4** Trong một số trường hợp, mẫu thử đơn lẻ được sử dụng cho phép đo tính chất có thể cần được cắt từ mẫu thử lớn hơn đã được phơi nhiễm. Ví dụ, các vật liệu phân lớp tại cạnh có thể được phơi nhiễm ở dạng các tấm lớn hơn mà từ đó mẫu thử đơn lẻ được cắt sau khi phơi nhiễm. Ảnh hưởng của bất kỳ thao tác cắt bình thường hay bằng máy nào đối với tính chất của mẫu thử đơn lẻ

thường lớn hơn nhiều khi mẫu thử được cắt từ miếng lớn sau khi phơi nhiễm. Điều này đặc biệt đúng với vật liệu dễ hoá giòn khi phơi nhiễm. Theo quy trình được mô tả trong TCVN 11023 (ISO 2818) chuẩn bị mẫu thử bằng máy. Chỉ cắt mẫu thử đơn lẻ đối với phép đo tính chất từ mẫu thử lớn hơn đã được phơi nhiễm khi quy trình chuẩn bị này được quy định một cách cụ thể.

Khi mẫu thử được cắt từ sản phẩm lớn hơn hoặc tấm đã được phơi nhiễm, chúng nên được lấy từ khu vực cách dụng cụ kẹp giữ vật liệu hoặc từ cạnh mẫu thử được phơi nhiễm ít nhất 20 mm. Trong bất kỳ trường hợp nào, bất kỳ vật liệu nào từ bề mặt phơi nhiễm đều không được bỏ đi trong quá trình chuẩn bị mẫu thử.

**6.1.5** Khi so sánh vật liệu trong thử nghiệm phơi nhiễm, sử dụng mẫu thử có kích cỡ tương tự và diện tích phơi nhiễm tương tự.

**6.1.6** Các mẫu thử ghi nhãn và đối chứng sử dụng các đánh dấu sẽ trở nên khó đọc trong quá trình phơi nhiễm và sẽ không ảnh hưởng đến phép đo của các tính chất mong đợi.

**CHÚ THÍCH:** Hướng dẫn về mục này được đưa ra trong Tài liệu tham khảo [11]

Không chạm vào các bề mặt phơi nhiễm của mẫu thử hoặc các bộ phận quang học của thiết bị bằng tay trần do việc đó sẽ bị dính dầu, dầu có thể tác động giống như chất hấp thụ UV hoặc chứa các tạp chất ảnh hưởng đến sự phân huỷ.

## **6.2 Số lượng mẫu thử**

**6.2.1** Số mẫu thử đối với từng bộ điều kiện thử hoặc mỗi giai đoạn phơi nhiễm phải là số được quy định trong phương pháp thử thích hợp đối với tính chất hoặc các tính chất được đo sau khi phơi nhiễm.

Khi xác định các tính chất cơ học, số mẫu thử được phơi nhiễm nên gấp hai lần số mẫu thử được yêu cầu theo tiêu chuẩn có liên quan (do độ lệch chuẩn lớn đã được biết trong khi đo các tính chất cơ học của vật liệu "bị phong hoá").

**6.2.2** Nếu phương pháp thử nghiệm được sử dụng đối với phép đo tính chất không quy định số lượng mẫu thử phải phơi nhiễm, nên chuẩn bị tối thiểu ba mẫu lặp lại cho mỗi loại vật liệu đối với từng giai đoạn phơi nhiễm.

**6.2.3** Khi thử nghiệm phá hủy được sử dụng để xác định các tính chất được đo, tổng số mẫu thử cần thiết sẽ được xác định bằng số lượng các giai đoạn phơi nhiễm được sử dụng và có hay không các mẫu lưu chưa phơi nhiễm được thử tại cùng thời điểm với mẫu thử phơi nhiễm.

**6.2.4** Tốt nhất là nên đưa các vật liệu đối chứng có độ bền đã biết vào mỗi thử nghiệm phơi nhiễm. Khuyến nghị sử dụng các vật liệu đối chứng đã biết là có độ bền tương đối kém và tương đối cao. Trước khi thực hiện bất kỳ so sánh giữa các phòng thử nghiệm, tất cả các bên liên quan cần phải thống nhất về các vật liệu đối chứng được sử dụng. Số lượng mẫu thử của vật liệu đối chứng tốt nhất nên có cùng số lượng của vật liệu thử nghiệm.

### 6.3 Bảo quản và ổn định mẫu

6.3.1 Trừ khi có quy định khác theo hợp đồng hoặc tiêu chuẩn về vật liệu có liên quan, mẫu thử ổn định được cất bình thường hoặc bằng máy từ miếng lớn theo TCVN 9848 (ISO 291). Trong một số trường hợp, có thể cần ổn định tấm trước khi cất bình thường hoặc bằng máy để tạo điều kiện thuận lợi cho chuẩn bị mẫu thử.

6.3.2 Khi sử dụng thử nghiệm để định rõ tính chất cơ học của vật liệu được phơi nhiễm, mẫu thử phải được ổn định một cách thích hợp trước tất cả phép đo tính chất. Sử dụng các điều kiện được quy định trong TCVN 9848 (ISO 291). Các tính chất của một số chất dẻo rất nhạy với độ ẩm và khoảng thời gian ổn định có thể cần dài hơn so với thời gian quy định trong TCVN 9848 (ISO 291), đặc biệt khi mẫu thử được phơi nhiễm tại khí hậu khắc nghiệt.

6.3.3 Mẫu lưu phải được bảo quản trong bóng tối theo các điều kiện phòng thử nghiệm thông thường, tốt nhất trong một trong những môi trường chuẩn được đưa ra trong TCVN 9848 (ISO 291).

6.3.4 Một số nguyên vật liệu sẽ thay đổi màu sắc khi bảo quản trong bóng tối, đặc biệt sau khi phơi nhiễm. Cần phải thực hiện đo màu hoặc so sánh bằng cách quan sát càng sớm càng tốt sau khi phơi nhiễm khi bề mặt phơi nhiễm đã khô.

CHÚ THÍCH: Trong một số trường hợp, đánh giá bổ sung sự thay đổi màu sắc sau giai đoạn ổn định 24 h sẽ rất hữu ích trong việc xác định màu có ổn định sau khi mẫu thử đã được lấy ra từ buồng phơi nhiễm hay không.

## 7 Điều kiện thử nghiệm và cách tiến hành

### 7.1 Các điểm thiết lập cho điều kiện phơi nhiễm

Các điều kiện và quy trình cho phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo phụ thuộc vào phương pháp cụ thể được chọn. Tham khảo trực tiếp đến TCVN 11994-2 (ISO 4892-2), TCVN 11994-3 (ISO 4892-3), TCVN 11994-4 (ISO 4892-4) hoặc với các tiêu chuẩn khác có liên quan. Đối với mỗi thử nghiệm phơi nhiễm, áp dụng những điểm thiết lập riêng cho các thông số quan trọng như bức xạ, nhiệt độ và độ ẩm. Thông thường, các thông số được đo và kiểm soát từ một vị trí duy nhất trong buồng thử nghiệm được gọi là điểm kiểm soát. Bảng 3 liệt kê độ lệch cho phép lớn nhất so với điểm thiết lập khi thiết bị phơi nhiễm đang hoạt động ở điều kiện cân bằng.

Bảng 3 – Độ lệch tối đa cho phép so với điểm thiết lập điều kiện phơi nhiễm

Thông số điểm thiết lập	Độ lệch tối đa cho phép của phép đo so với điểm thiết lập ở điều kiện cân bằng
Bức xạ được đo tại bước sóng đơn	$\pm 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{nm})$
Bức xạ được đo trên dải quang phổ rộng (ví dụ 300 nm đến 400 nm)	$\pm 5 \text{ W}/\text{m}^2$
Bức xạ được đo trên dải quang phổ rất rộng (ví dụ 300 nm đến 800 nm)	$\pm 75 \text{ W}/\text{m}^2$
Nhiệt độ của nhiệt kế chuẩn đen	$\pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ đối với các điểm thiết lập đến $70 \text{ }^\circ\text{C}$ $\pm 4 \text{ }^\circ\text{C}$ đối với các điểm thiết lập đến lớn hơn $70 \text{ }^\circ\text{C}$
Nhiệt độ của nhiệt kế tấm đen	$\pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ đối với các điểm thiết lập đến $70 \text{ }^\circ\text{C}$ $\pm 4 \text{ }^\circ\text{C}$ đối với các điểm thiết lập đến lớn hơn $70 \text{ }^\circ\text{C}$
Nhiệt độ của không khí buồng (khi được kiểm soát)	$\pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ đối với giá trị xác định trước đến $70 \text{ }^\circ\text{C}$ $\pm 4 \text{ }^\circ\text{C}$ đối với giá trị xác định trước lớn hơn $70 \text{ }^\circ\text{C}$
Độ ẩm tương đối (khi được kiểm soát)	$\pm 10 \%$
CHÚ THÍCH: Định nghĩa về dải quang phổ được quy định trong TCVN 9852 (ISO 9370)	

CHÚ THÍCH: Phép đo điểm đơn không có nghĩa là các điều kiện xuyên suốt buồng phơi nhiễm là như nhau. Không có nghĩa là hai thử nghiệm được thực hiện trong cùng thiết bị phơi nhiễm sẽ cho kết quả giống nhau. Thiết bị phơi nhiễm kiểm soát nhiệt độ chỉ bằng dụng cụ nhiệt kế chuẩn đen hoặc nhiệt kế tấm đen sẽ không cho cùng kết quả như thiết bị phơi nhiễm kiểm soát đồng thời hoặc luân phiên nhiệt độ không khí.

## 7.2 Các phép đo tính chất trên mẫu thử nghiệm

7.2.1 Tuân theo quy trình được mô tả trong TCVN 11024 (ISO 4582) đối với các phép đo tính chất mẫu thử trước và sau phơi nhiễm và đối với biểu thị sự thay đổi tính chất sau phơi nhiễm. Tham khảo tiêu chuẩn có liên quan đối với quy trình cần cụ thể tuân thủ để xác định các tính chất mẫu thử.

7.2.2 Nếu thử nghiệm không phá hủy được sử dụng để đo các tính chất của vật liệu được thử nghiệm, các tính chất của mẫu thử phải được đo trước khi bắt đầu phơi nhiễm. Tính chất tương tự được đo sau mỗi giai đoạn phơi nhiễm. Cần thận trọng khi thực hiện phép đo tính chất sau mỗi giai đoạn phơi nhiễm ở cùng vị trí trên mẫu thử.

CHÚ THÍCH: Để giám sát phản hồi của thiết bị sử dụng để đo tính chất được mong đợi, có thể thực hiện phép đo trên mẫu thử chuẩn hoặc mẫu thử hiệu chuẩn mỗi lần thiết bị thử nghiệm được sử dụng.

7.2.3 Nếu thử nghiệm phá hủy được sử dụng để đo các tính chất của vật liệu được thử nghiệm, cần có các bộ mẫu thử riêng rẽ dành cho từng giai đoạn phơi nhiễm. Tính chất được đo trên mỗi bộ mẫu thử phơi nhiễm. Giá trị tính chất sau phơi nhiễm nên được so sánh với tính chất được

đo trên bộ mẫu lưu của cùng vật liệu được đo tại cùng thời điểm như mẫu thử được phơi nhiễm. Giá trị tính chất sau phơi nhiễm có thể được so sánh với giá trị đạt được trước phơi nhiễm.

## 8 Các giai đoạn phơi nhiễm và đánh giá kết quả thử nghiệm

### 8.1 Quy định chung

Độ lặp lại và độ tái lập của kết quả đạt được trong phơi nhiễm được thực hiện theo bất kỳ phần nào thuộc bộ tiêu chuẩn này sẽ thay đổi theo vật liệu được thử nghiệm, tính chất vật liệu được đo và điều kiện thử nghiệm cụ thể được sử dụng.

**CHÚ THÍCH:** Trong nghiên cứu thử nghiệm liên phòng [12] do tiểu ban ASTM G3.03 thực hiện, giá trị độ bóng 60° của mẫu thử lập dạng dải PVC được phơi nhiễm trong các phòng thử nghiệm khác nhau sử dụng chu kỳ phơi nhiễm và thiết bị phơi nhiễm giống nhau cho thấy sự khác nhau đáng kể. Sự khác nhau được đưa ra trong nghiên cứu thử nghiệm liên phòng giới hạn sử dụng “các quy định kỹ thuật tuyệt đối” như yêu cầu mức độ tính chất cụ thể sau giai đoạn phơi nhiễm cụ thể.

### 8.2 Sử dụng vật liệu đối chứng

**8.2.1** Trong hầu hết các trường hợp, cần phải đánh giá định kỳ mẫu thử nghiệm và mẫu đối chứng để đánh giá xu hướng thay đổi tính chất dưới dạng hàm số của phơi nhiễm. Thời gian hoặc mức phơi nhiễm bức xạ cần thiết để tạo ra mức biến đổi xác định về tính chất vật liệu có thể được sử dụng để đánh giá hoặc xếp hạng độ bền của vật liệu. Phương pháp này được ưa dùng trong việc đánh giá các vật liệu sau một thời gian tùy ý hoặc phơi nhiễm bức xạ.

**8.2.2** Phơi nhiễm với thời gian tùy ý hoặc phơi nhiễm bức xạ có thể được áp dụng cho mục đích của một thử nghiệm cụ thể nếu được thỏa thuận giữa các bên hoặc nếu yêu cầu để phù hợp với quy định kỹ thuật. Hai tiêu chí rất quan trọng khi lựa chọn một thời gian hoặc mức phơi nhiễm bức xạ được sử dụng:

- a) khi sử dụng vật liệu đối chứng có tính năng cho phép tối thiểu, việc phân tích thống kê các kết quả sau khi phơi nhiễm sẽ phải chứng tỏ rằng các vật liệu thử nghiệm tương đương hoặc tốt hơn so với các vật liệu đối chứng;
- b) phải có sự thay đổi đáng kể về các tính chất quan tâm ở vật liệu ít ổn định nhất đang được đánh giá.

**CHÚ THÍCH:** Thời gian phơi nhiễm tạo ra một sự thay đổi đáng kể ở một loại vật liệu không thể giả định là khả dụng đối với các loại vật liệu khác

**8.2.3** Sử dụng phân tích thống kê phù hợp khi so sánh các kết quả thu được từ các vật liệu thử nghiệm và vật liệu đối chứng. Các vật liệu thử nghiệm và đối chứng có thể được coi là khác nhau khi các kết quả từ phép phân tích thống kê có giá trị đến ít nhất là mức độ tin cậy 90 %.

**CHÚ THÍCH:** Tài liệu tham khảo [13] cung cấp thông tin về sử dụng phương pháp thống kê để phân tích kết quả từ phong hoá tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo.

### 8.3 Sử dụng kết quả trong quy định kỹ thuật

8.3.1 Nếu tiêu chuẩn hoặc quy định kỹ thuật để sử dụng chung yêu cầu mức tính chất xác định sau thời gian cụ thể hoặc phơi nhiễm bức xạ trong thử nghiệm phơi nhiễm được thực hiện theo bất kỳ phần nào thuộc bộ tiêu chuẩn này, thì mức tính chất quy định phải dựa trên cơ sở kết quả thu được trong thử nghiệm liên phòng có tính đến sự biến động do phơi nhiễm và phương pháp thử nghiệm được sử dụng để đo tính chất được quan tâm. Thử nghiệm liên phòng phải được tiến hành theo tiêu chuẩn có liên quan về việc thực hiện phơi nhiễm liên phòng và phải có mẫu đại diện thống kê của tất cả các phòng thử nghiệm hoặc tổ chức thường thực hiện phơi nhiễm và xác định tính chất.

8.3.2 Nếu một tiêu chuẩn hoặc quy định kỹ thuật để sử dụng giữa hai hoặc ba bên yêu cầu mức độ tính chất xác định sau thời gian cụ thể hoặc phơi nhiễm bức xạ trong thử nghiệm phơi nhiễm được thực hiện theo bất kỳ phần nào thuộc bộ tiêu chuẩn này, mức độ tính chất xác định phải dựa trên phân tích thống kê các kết quả của ít nhất hai phơi nhiễm riêng biệt, độc lập trong mỗi phòng thử nghiệm. Thiết kế của thí nghiệm được sử dụng để xác định yêu cầu kỹ thuật phải tính đến sự biến đổi do phơi nhiễm và phương pháp thử nghiệm được sử dụng để đo tính chất quan tâm.

8.3.3 Nghiên cứu thử nghiệm liên phòng được trích dẫn trong 8.1.1 cho thấy giá trị độ bóng đối với một loạt các vật liệu có thể được xếp loại với mức độ tái lập cao giữa các phòng thử nghiệm. Khi độ tái lập trong kết quả từ thử nghiệm phơi nhiễm được thực hiện theo bất kỳ phần nào thuộc bộ tiêu chuẩn này chưa được thiết lập bởi thử nghiệm liên phòng, các yêu cầu tính năng đối với vật liệu phải được quy định theo sự so sánh (nghĩa là xếp hạng) với vật liệu đối chứng. Mẫu thử của vật liệu đối chứng phải được phơi nhiễm đồng thời với (các) mẫu thử trong cùng thiết bị. Vật liệu đối chứng cụ thể được sử dụng phải được sự thoả thuận của các bên có liên quan.

## 9 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải bao gồm các thông tin sau:

### 9.1 Mô tả mẫu thử

- Mô tả đầy đủ mẫu thử và nguồn gốc mẫu thử;
- Chi tiết thành phần, thời gian lưu hóa và nhiệt độ, khi thích hợp;
- Mô tả đầy đủ phương pháp được sử dụng để chuẩn bị mẫu thử.

CHÚ THÍCH: Nếu các thử nghiệm phơi nhiễm được thực hiện bởi một đối tác hợp đồng, mẫu thử thường được nhận dạng bởi mã số. Trong trường hợp này, phòng thử nghiệm giao mẫu phải có trách nhiệm hoàn thành bản mô tả mẫu thử khi báo cáo kết quả thử nghiệm phơi nhiễm.

**9.2 Mô tả thử nghiệm phơi nhiễm** được thực hiện theo TCVN 11994-2 (ISO 4892-2), TCVN 11994-3 (ISO 4892-3) hoặc TCVN 11994-4 (ISO 4892-4), bao gồm:

- a) Mô tả thiết bị phơi nhiễm và nguồn (sáng) bức xạ, bao gồm
  - 1) Loại thiết bị và nguồn (sáng) bức xạ,
  - 2) Mô tả bộ lọc được sử dụng,
  - 3) Mức bức xạ tại bề mặt mẫu (bao gồm cả dải quang phổ mà trong đó mức bức xạ được đo), nếu yêu cầu,
  - 4) Số giờ mà các bộ lọc và nguồn bức xạ (sáng) nguồn đã qua sử dụng trước khi bắt đầu phơi nhiễm;
- b) Loại cảm biến nhiệt độ màu đen và/hoặc màu trắng được sử dụng và vị trí chính xác của cảm biến nếu cảm biến không được đặt trong khu vực phơi nhiễm mẫu thử;
- c) Loại dụng cụ được sử dụng để đo độ ẩm, nếu yêu cầu;
- d) Mô tả hoàn chỉnh chu kỳ phơi nhiễm được sử dụng, bao gồm thông tin sau đối với mỗi giai đoạn sáng và tối:
  - 1) điểm thiết lập cho cảm biến nhiệt độ tấm đen và/hoặc trắng được sử dụng và độ lệch tối đa cho phép với các điểm thiết lập nếu khác so với ở Bảng 1,
  - 2) điểm thiết lập cho độ ẩm tương đối và độ lệch tối đa cho phép từ các điểm thiết lập nếu khác so với ở Bảng 1,
  - 3) đối với các thử nghiệm bao gồm giai đoạn phun mù nước, báo cáo thời gian phun mù nước và việc nước được phun trên mặt phơi nhiễm, phía sau hay cả hai bề mặt của mẫu thử (nếu tổng hàm lượng chất rắn của nước dùng để phun lớn hơn 1 µg/g, báo cáo tổng hàm lượng chất rắn và hàm lượng silica),
  - 4) đối với các thử nghiệm ngưng tụ trên mẫu thử, báo cáo điểm thiết lập cho độ dài của giai đoạn ngưng tụ,
  - 5) thời gian của mỗi giai đoạn sáng và giai đoạn tối;
- e) Mô tả phương pháp được sử dụng để lắp mẫu thử vào khung phơi nhiễm, bao gồm mô tả bất kỳ vật liệu nào được sử dụng làm tấm lót cho mẫu thử;
- f) Quy trình thay đổi lại vị trí mẫu thử, nếu được sử dụng;
- g) Mô tả thiết bị đo bức xạ được sử dụng để đo phơi nhiễm bức xạ, nếu sử dụng.

### **9.3 Kết quả thử nghiệm**

- a) Mô tả đầy đủ quy trình thử nghiệm dùng để đo tính chất bất kỳ được báo cáo.
- b) Các kết quả, được trình bày theo TCVN 11024 (ISO 4582), và bao gồm thông tin sau:

## TCVN 11994-1:2017

- 1) Kết quả từ các phép đo tính chất trên mẫu thử nghiệm;
- 2) Kết quả từ các phép đo tính chất trên mẫu đối chứng;
- 3) Kết quả từ các phép đo tính chất trên mẫu lưu chưa phơi nhiễm, nếu xác định;
- 4) Giai đoạn phơi nhiễm (hoặc thời gian, theo giờ, hoặc mức phơi nhiễm bức xạ, tính bằng  $J \cdot m^{-2}$  và dải quang phổ mà trong đó mẫu được đo).

### 9.4 Ngày thử nghiệm phơi nhiễm.



## Phụ lục A

(Quy định)

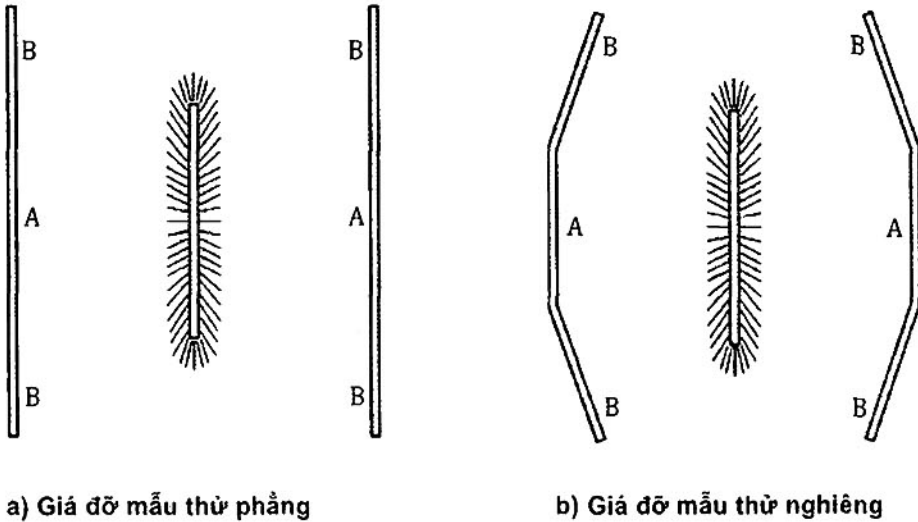
## Quy trình đo độ đồng đều bức xạ trong khu vực phơi nhiễm mẫu thử

**A.1** Phụ lục này có tính bắt buộc đối với nhà sản xuất thiết bị phơi nhiễm vật liệu với nguồn sáng phòng thử nghiệm.

**A.2** Trong các thiết bị sử dụng giá đỡ mẫu thử và xoay chúng quanh nguồn sáng [được thể hiện ở giữa Hình A.1 a) và Hình A.1 b)], đo bức xạ tại một vị trí trong giá đỡ mẫu thử gần nguồn sáng nhất (vị trí A trong Hình A.1) và ở hai vị trí trong giá đỡ mẫu thử xa nguồn sáng nhất (vị trí B trong Hình A.1). Các phép đo được thực hiện với thiết bị đo bức xạ đặt trên giá đỡ, do nó quay quanh nguồn sáng sẽ cho chỉ số thật nhất về độ đồng đều của bức xạ. Mối quan hệ giữa bức xạ tại vị trí B liên quan đến bức xạ tại vị trí A phải là như sau:

$$E_B \geq 0,7E_A$$

(A.1)

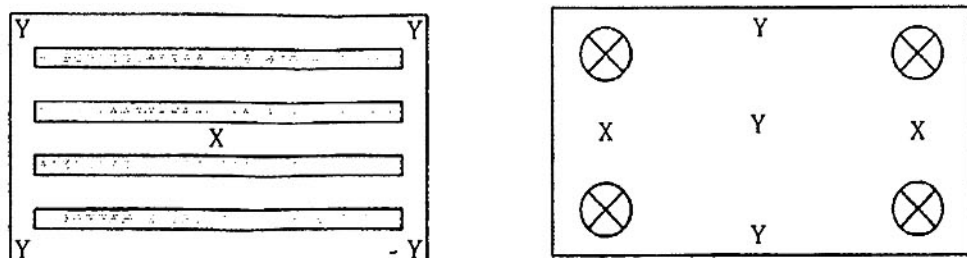


**Hình A.1** – Xác định độ đồng đều bức xạ trong thiết bị sử dụng giá đỡ mẫu thử quay

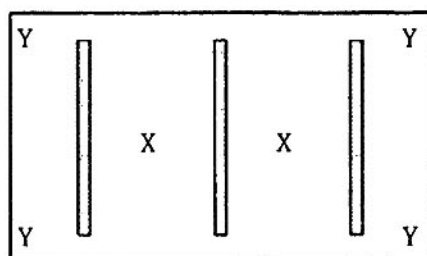
**A.3** Trong các thiết bị mà mẫu thử được đặt trong mặt phẳng ở phía trước nguồn sáng, đo bức xạ tại một vị trí trong mặt phẳng mẫu gần nhất với nguồn sáng (vị trí X trong Hình A.2) và ở hai góc đối diện của mặt phẳng mà mẫu thử được đặt (vị trí Y trong Hình A.2). Mối quan hệ giữa bức xạ tại vị trí Y so với bức xạ tại vị trí X được tính như sau:

$$E_Y \geq 0,7 E_X$$

(A.2)



a) mặt chứa mẫu phẳng với đèn huỳnh quang b) mặt chứa mẫu phẳng với nguồn đa điểm



c) mặt chứa mẫu phẳng với nguồn nhiều dây

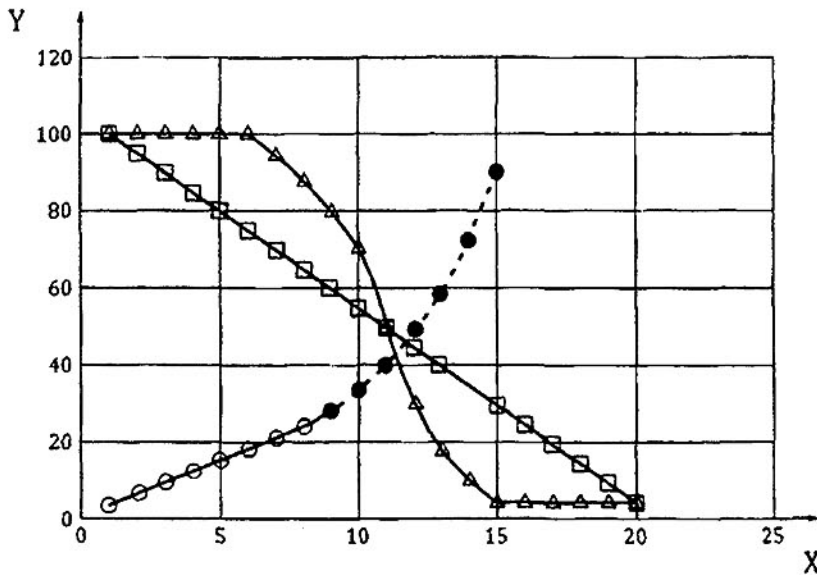
Hình A.2 – Xác định độ đồng đều bức xạ trong thiết bị sử dụng mặt phẳng mẫu thử phẳng

**A.4** Nếu thiết kế của thiết bị mà bức xạ tối đa có thể không rơi vào giữa khu vực phơi nhiễm hay bức xạ tối thiểu có thể không rơi vào vị trí xa nhất tính từ tâm, bức xạ tối đa thực tế phải được sử dụng cho  $E_A$  hoặc  $E_X$  và các bức xạ tối thiểu thực tế phải được sử dụng cho  $E_B$  hoặc  $E_Y$  trong các công thức (A.1) và (A.2). Cũng có thể thực hiện các phép đo bức xạ tại các vị trí khác trong khu vực phơi nhiễm. Tuy nhiên, trong mọi trường hợp, mức bức xạ đo được tại các vị trí này ít nhất phải bằng 70 % mức bức xạ tối đa. Nếu không có quy định khác, ít nhất phải thực hiện bốn phép đo tại vùng ngoại vi của khu vực phơi nhiễm đề xuất (ví dụ gần các góc của mặt chứa mẫu phẳng khi đèn huỳnh quang hoặc nguồn thẳng được sử dụng làm nguồn sáng). Để xác định chính xác hơn về các khu vực được phơi nhiễm, khi  $E_X \geq E_Y$  hoặc  $E_B \geq E_A$ , cần phải đo nhiều hơn bốn lần tại các nơi lân cận khu vực phơi nhiễm.

**A.5** Như một sự lựa chọn đối với các phép đo mức bức xạ, độ đồng đều của các bức xạ có thể được xác định bằng cách sử dụng vật liệu chuẩn nếu sự già hóa của các vật liệu này độc lập với ảnh hưởng của nhiệt hoặc độ ẩm hoặc nếu ảnh hưởng của nhiệt và độ ẩm là đã biết. Sự thay đổi về tính chất đặc trưng của vật liệu chuẩn phải là hàm số đã biết của mức phơi nhiễm bức xạ (ưu tiên là tuyến tính) và tốt nhất là không thể hiện thời gian cảm ứng với sự thay đổi nhỏ về các tính chất là hàm số của mức phơi nhiễm bức xạ. Hình A.3 là đồ thị điển hình cho thấy tính chất đặc trưng của vật liệu chuẩn là hàm số của mức phơi nhiễm bức xạ hoặc thời gian phơi nhiễm. Vật liệu chuẩn tốt nhất là vật liệu thể hiện ứng xử hoàn toàn tuyến tính trong toàn thời gian phơi nhiễm.

Khuyến cáo không sử dụng làm vật liệu chuẩn đối với loại vật liệu mà tiếp theo thời gian cảm ứng là giai đoạn biến đổi nhanh. Vật liệu mà sau thời gian ứng xử tuyến tính là thời gian ứng xử không tuyến tính chỉ được sử dụng trong thời gian phơi nhiễm mà chúng thể hiện ứng xử tuyến tính. Phơi nhiễm các mẫu vật liệu chuẩn ở giữa khu vực phơi nhiễm và tại các vị trí xa nhất tính từ tâm. Tất cả các mẫu thử phải được phơi nhiễm đồng thời. Phơi nhiễm các mẫu chuẩn cho đến khi có thể đo được sự biến đổi về các tính chất đặc trưng đang được theo dõi. Sự thay đổi về tính chất của vật liệu chuẩn được đo tại các vị trí xa nhất từ trung tâm phải ít nhất bằng 70 % sự biến đổi của các mẫu phơi nhiễm tại trung tâm.

CHÚ THÍCH: Phép đo bức xạ thực tế được ưa dùng hơn việc sử dụng vật liệu chuẩn vì sự khác biệt về biến đổi tính chất giữa các mẫu vật liệu chuẩn được phơi nhiễm tại các vùng cực hạn của khu vực phơi nhiễm và các mẫu được phơi nhiễm tại trung tâm có thể bị ảnh hưởng đáng kể bởi sự khác biệt về nhiệt độ và/hoặc điều kiện độ ẩm cũng như sự khác biệt về bức xạ.



#### CHÚ DẪN:

X mức bức xạ phơi nhiễm hoặc thời gian phơi nhiễm (đơn vị tùy ý)

Y tính chất đặc trưng (đơn vị tùy ý)

Hình A.3 – Ứng xử điển hình của các tính chất đặc trưng biểu diễn dưới dạng hàm số của phơi nhiễm đối với vật liệu chuẩn biểu hiện biến đổi tuyến tính (các ký hiệu vuông), đối với vật liệu chuẩn biểu hiện thời gian cảm ứng trước khi tính chất bắt đầu biến đổi (các ký hiệu tam giác) và đối với vật liệu chuẩn biểu hiện giai đoạn biến đổi tuyến tính (vòng tròn rỗng) tiếp đến vùng biến đổi phi tuyến tính (vòng tròn tô đen)

## Phụ lục B

(tham khảo)

### Những yếu tố làm giảm mức độ tương quan giữa phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo và phơi nhiễm trong sử dụng thực tế

#### B.1 Sự khác nhau giữa phân bố quang phổ của nguồn sáng phòng thử nghiệm và của bức xạ mặt trời

Các bước sóng ngắn hơn bình thường đôi khi được sử dụng để có được tốc độ phá hủy nhanh hơn trong phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo. Đối với phơi nhiễm ngoài trời, chỉ xem xét đối với bức xạ có bước sóng UV ngắn thường được cho là khoảng 300 nm. Phơi nhiễm bức xạ UV bước sóng dưới 300 nm có thể gây ra các phản ứng phân hủy không xảy ra khi vật liệu được sử dụng ngoài trời. Nếu nguồn sáng phòng thử nghiệm được sử dụng trong phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tạo ra bức xạ UV với bước sóng ngắn hơn bước sóng bức xạ thấy được trong các điều kiện sử dụng thực tế, cơ chế phân hủy và thứ hạng ổn định của vật liệu thử nghiệm có thể khác nhau đáng kể trong các thử nghiệm tăng tốc.

Nếu biết bức xạ trong vùng quang phổ cụ thể được biết tạo ra các kiểu phân hủy cần quan tâm trong các vật liệu đang thử nghiệm, có thể không cần phải mô phỏng bức xạ mặt trời trên toàn bộ phổ. Tuy nhiên, nguồn sáng phòng thử nghiệm có phát xạ rất mạnh trong dải tương đối hẹp với phần còn lại của UV hoặc quang phổ nhìn thấy, có thể gây ra phản ứng đặc biệt, được ưa thích so với những phản ứng khác mà các phản ứng đó có thể là rất quan trọng. Loại nguồn bức xạ này cũng không thể tạo ra những biến đổi mà phơi nhiễm bức xạ mặt trời gây nên. Phơi nhiễm với các nguồn bức xạ chỉ tạo ra bức xạ UV có thể không gây ra sự phai màu như tác động của bức xạ nhìn thấy và có thể làm cho polyme vàng đi rõ rệt hơn mức được gây ra trong phơi nhiễm bức xạ mặt trời.

#### B.2 Các mức bức xạ cao hơn các mức bức xạ phải chịu trong các điều kiện sử dụng thực tế

Các mức bức xạ cao hơn các mức bức xạ phải chịu trong các điều kiện sử dụng thực tế được sử dụng điển hình trong phơi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm để thúc đẩy nhanh sự phân hủy. Có hai lý do chính cho việc sử dụng các mức bức xạ cao bất thường có thể thay đổi cơ chế phân hủy của vật liệu so với các điều kiện thấy được trong môi trường sử dụng thực tế (các polyme biểu hiện mức ứng xử rộng với bức xạ <sup>[14]</sup> và những khác biệt này có thể làm thay đổi thứ hạng ổn định của vật liệu khi so sánh kết quả thử nghiệm tăng tốc nhân tạo với những kết quả thử nghiệm phơi nhiễm trong sử dụng thực tế).

a) Khi phơi nhiễm ngoài trời, các polyme trong trạng thái kích thích gây ra bởi sự hấp thụ một photon năng lượng cao thường sẽ phân rã thành các trạng thái cơ bản trước khi hấp thụ photon

năng lượng cao khác. Tuy nhiên, khi phơi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm sản sinh ra một dòng bức xạ cao bất thường, tỷ lệ hấp thụ photon quá cao đến mức vật liệu thường xuyên hấp thụ photon năng lượng cao trong khi nó vẫn còn trong trạng thái kích thích.<sup>[15]</sup>

- b) Các gốc tự do thường được hình thành trong các vật liệu phơi nhiễm với bức xạ UV. Các phản ứng dẫn đến phân hủy xảy ra khi các gốc tự do tương tác với vật liệu. Các gốc tự do cũng có thể tái hợp với các gốc tự do khác trong các phản ứng không dẫn đến phân hủy. Nồng độ cao của các gốc tự do được hình thành trong các điều kiện bức xạ cao làm cho tỷ lệ tái kết hợp lớn hơn do các gốc tự do sắp xếp gần nhau hơn. Trong trường hợp này, phân hủy không phải là hàm tuyến tính của bức xạ.<sup>[16]</sup>

Hơn nữa, sự khuếch tán oxy đôi khi có thể hạn chế tốc độ quá trình oxy hóa polyme khi bức xạ cao bất thường (hoặc nhiệt độ mẫu cao bất thường) được sử dụng để tăng tốc thử nghiệm<sup>[17]</sup>. Điều này có thể tạo ra những sự khác biệt về cơ chế của phản ứng phân hủy và có thể gây ra một tỷ lệ bất thường của bề mặt bị oxy hóa diện rộng, điều đó có thể dẫn đến sự thay đổi màu sắc không bình thường hoặc thay đổi về tính chất lý học.

### **B.3 Phơi nhiễm liên tục với ánh sáng, không có giai đoạn tối**

Phơi nhiễm liên tục với bức xạ từ nguồn sáng phòng thử nghiệm thường được sử dụng để đạt được phân hủy tăng tốc liên quan đến các điều kiện sử dụng thực tế. Tuy nhiên, phơi nhiễm liên tục với bức xạ có thể loại bỏ các phản ứng tối tới hạn xảy ra trong phơi nhiễm ngoài trời hoặc các điều kiện sử dụng trong nhà mà có các giai đoạn thường xuyên không có bức xạ.

### **B.4 Nhiệt độ mẫu thử cao bất thường liên quan đến điều kiện sử dụng thực tế**

Nhiệt độ cao hơn nhiệt độ phải chịu trong điều kiện sử dụng thực tế thường được sử dụng để đạt được sự phân hủy nhanh hơn trong phong hoá tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo. Một số chất dẻo nhạy hơn nhiều với phân hủy bởi tác động nhiệt so với các yếu tố khác. Đối với các vật liệu chịu cùng tốc độ và loại phân hủy quang, phơi nhiễm tại nhiệt độ cao bất thường có thể khiến cho vật liệu nhạy nhiệt có độ bền kém hơn so với vật liệu ít nhạy nhiệt. Ngoài ra, phơi nhiễm của polyme tại nhiệt độ trên nhiệt độ thủy tinh hoá của chúng có thể làm biến đổi lớn về cơ chế phân hủy và mức ổn định so với các phơi nhiễm được tiến hành tại nhiệt độ dưới nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh. Nhiệt độ tám bảng đen được sử dụng trong phong hoá tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo nên được duy trì ở mức hợp lý, thường không cao hơn nhiệt độ tối đa quan sát được đối với nhiệt độ bề mặt của mẫu thử đen trong các điều kiện sử dụng thực tế.

### **B.5 Các điều kiện phơi nhiễm tạo ra các chênh lệch lớn phi thực tế về nhiệt độ giữa mẫu thử sáng màu và tối màu**

Một số nguồn sáng phòng thử nghiệm tạo ra lượng lớn bức xạ hồng ngoại. Để ngăn ngừa các mẫu thử quá nóng, có thể giảm bức xạ hồng ngoại bằng cách sử dụng các bộ lọc hấp thụ hoặc phản xạ hồng ngoại, hoặc bằng cách cho một lượng lớn không khí qua buồng phơi nhiễm để làm mát các mẫu thử. Nếu các biện pháp để kiểm soát lượng bức xạ hồng ngoại đến các mẫu thử được phơi nhiễm không đủ, sự chênh lệch nhiệt độ giữa mẫu thử sáng màu và tối màu từ cùng một vật liệu có thể lớn hơn nhiều so với phơi nhiễm tự nhiên.

Một số nguồn sáng phòng thử nghiệm tạo ra rất ít bức xạ nhìn thấy và hồng ngoại. Khi các loại nguồn sáng phòng thử nghiệm này được sử dụng, sự chênh lệch nhiệt độ giữa mẫu thử tối màu và sáng màu có thể ít hơn nhiều so với phơi ngoài trời.

### **B.6 Các điều kiện của chu kỳ nhiệt độ khác với các chu kỳ thấy được trong điều kiện sử dụng thực tế**

Các tần suất của chu kỳ nhiệt độ cao có thể gây ra rạn nứt cơ học hoặc các loại phân huỷ khác không thấy khi phơi nhiễm trong điều kiện sử dụng thực tế. Các thiết bị phơi nhiễm phun mù nước vào mẫu thử khi có nguồn bức xạ có thể tạo ra sự thay đổi nhanh bất thường về nhiệt độ mà cũng có thể gây ra sự rạn nứt không tạo ra được trong môi trường sử dụng thực tế.

### **B.7 Các mức ẩm phi thực tế trong các thử nghiệm tăng tốc so với các mức ẩm trong điều kiện sử dụng thực tế**

Độ ẩm rất quan trọng trong việc gây nên sự phân huỷ ở nhiều polyme. Nếu lượng ẩm, hoặc cách mà mẫu thử phơi nhiễm chịu tác động của độ ẩm trong phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo khác với trong môi trường sử dụng thực tế thì cơ chế và tốc độ phân huỷ có thể rất khác nhau. Điều này có thể ảnh hưởng đáng kể đến thứ hạng ổn định của vật liệu.

### **B.8 Không có các tác nhân sinh học và các chất gây ô nhiễm**

Vật liệu chất dẻo được phơi nhiễm ở nơi ẩm, ướt thường phải chịu sự phát triển đáng kể của các tác nhân sinh học như nấm, vi khuẩn và tảo. Các chất gây ô nhiễm và kết tủa axit có trong một số môi trường bên ngoài có thể có ảnh hưởng đáng kể đến cơ chế và tốc độ phân huỷ của một số chất dẻo. Nếu những ảnh hưởng này không có trong phong hoá tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo, thì cơ chế và mức ổn định của vật liệu có thể khác nhau đáng kể với cơ chế và mức độ được thấy ở phơi nhiễm ngoài trời.

## Phụ lục C

(tham khảo)

## Các tiêu chuẩn bức xạ phổ mặt trời

**C.1** Phổ mặt trời được xác định trong CIE 85:1989, Bảng 4<sup>(18)</sup> thường được sử dụng làm chuẩn đối chứng để so sánh bức xạ mặt trời với bức xạ được tạo ra trong phong hoá tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo, và được coi là chuẩn đối chứng của TCVN 11994 (ISO 4892). Trong Bảng 4 của CIE 85:1989, bức xạ mặt trời toàn phần trong dải từ 300 nm đến 2450 nm được đưa ra là 1090 W/m<sup>2</sup> đối với khối lượng không khí tương đối bằng 1, với 1,42 cm nước ngưng tụ và 0,34 cm ozon (được đo tại áp suất 1 atm và nhiệt độ 0 °C). Bảng C.1 cho thấy bức xạ quang phổ tập trung dải rộng đối với bức xạ mặt trời toàn phần tại điều kiện khí quyển trong khu vực phổ hồng ngoại, có thể nhìn thấy được và UV. Điều này thể hiện bức xạ mặt trời toàn phần tối đa mà vật liệu được phơi nhiễm trên bề mặt ngang tại đường xích đạo gần trưa vào ngày quang mây tại thời điểm xuân phân hoặc thu phân.

Bảng C.1 – Bức xạ quang phổ toàn phần (từ CIE 85:1989, Bảng 4)

Bước sóng Nm	Bức xạ W.m <sup>-2</sup>	Phần trăm của tổng 300 nm đến 2450 nm	Phần trăm UV và nhìn thấy được 300 nm đến 800 nm
300 đến 320	4,1	0,4	0,6
320 đến 360	28,5	2,6	4,2
360 đến 400	42,0	3,9	6,2
300 đến 400	74,6	6,8	11,0
400 đến 800	604,2	55,4	89,0
300 đến 800	678,8	62,2	100,0
800 đến 2450	411,6	37,8	
300 đến 2450	1090,4	100,0	

**C.2** Bức xạ trực tiếp từ đèn đốt xenon và một số đèn huỳnh quang cũng như một số nguồn sáng khác được sử dụng để phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo, chẳng hạn như đèn thủy ngân hoặc đèn halogen kim loại, chứa một lượng đáng kể các bức xạ tia UV bước sóng ngắn, không có mặt trong bức xạ mặt trời. Bằng cách lựa chọn các bộ lọc phù hợp cho các nguồn sáng, có thể loại bỏ được nhiều ánh sáng có bước sóng ngắn. Tuy nhiên, một số bộ lọc cho phép một lượng nhỏ bức xạ có bước sóng ngắn nhưng quan trọng đi qua. Có thể chọn đèn huỳnh quang để có quang phổ phát ra tương ứng với vùng cụ thể của tia UV bức xạ mặt trời. Các

đèn hồ quang xenon, khi được lọc một cách thích hợp, sẽ tạo ra bức xạ với sự phân bố năng lượng quang phổ là một sự mô phỏng tốt bức xạ mặt trời trung bình trong toàn dải UV và vùng nhìn thấy.

**C.3** Ấn bản CIE số 85:1989 cung cấp dữ liệu về bức xạ quang phổ mặt trời trong các điều kiện khí quyển điển hình và dữ liệu này có thể được sử dụng làm cơ sở để so sánh các nguồn sáng phòng thử nghiệm với ánh sáng ban ngày. Các dữ liệu sử dụng cho các bức xạ hồ quang xenon đã qua lọc được nêu trong CIE số 85:1989, Bảng 4. Tuy nhiên, CIE 85, xuất bản năm 1989 có một số nhược điểm: sự phân bố năng lượng quang phổ mặt trời toàn phần bắt đầu từ 305 nm, các số gia khá sơ khai và không có quy tắc tính toán. Vì vậy, nỗ lực sửa đổi CIE 85 đã được thực hiện trong nhiều năm. Quang phổ chuẩn được xác định trong Bảng 4 của CIE 85:1989 cũng có thể được tính lại sử dụng mô hình SMARTS2<sup>[19]</sup>. Cơ sở cho việc soát xét là các phép đo mới hơn và mô hình tính toán được cải thiện (mô hình SMARTS2<sup>[20]</sup>).

Gần đây, quang phổ mặt trời tiêu chuẩn khác dựa trên các điều kiện khí quyển tại độ cao 2000 m đã được xây dựng. Quang phổ mặt trời này được quy định trong thư mục tài liệu tham khảo [21]. Quang phổ mặt trời được quy định trong tài liệu tham khảo [21] được tính toán sử dụng mô hình bức xạ mặt trời SMARTS2<sup>[22][23][24]</sup>. Tài liệu tham khảo [25] cung cấp chương trình và tài liệu để tính toán bức xạ quang phổ mặt trời.

Mô hình quang phổ SMARTS có thể được sử dụng để tái tạo lại một cách đáng tin cậy các Bảng trong CIE 85. Bảng C.2 so sánh các điều kiện khí quyển cơ bản được sử dụng đối với quang phổ mặt trời chuẩn được quy định trong ASTM G177 và CIE 85, Bảng 4, quang phổ mặt trời.

**Bảng C.2 – So sánh các điều kiện khí quyển cơ bản được sử dụng đối với quang phổ mặt trời được quy định trong ASTM G177 và được quy định trong CIE 85:1989, Bảng 4**

Các điều kiện khí quyển và điều kiện khác	Quang phổ mặt trời ASTM G177	Quang phổ mặt trời CIE 85:1989, Bảng 4,
Ozon (atm-cm)	0,30	0,34
Hơi nước ngưng tụ (cm)	0,57	1,42
Độ cao (m)	2000	0
Góc nghiêng	37° đối diện xích đạo	0° (nằm ngang)
Khối lượng không khí tương đối	1,05	1,00
Albedo (phản xạ đất)	Phụ thuộc bức xạ, đất và bước sóng	Hằng số tại 0,2
Mức tắt sol khí	Ngoại ô Shettle và Fenn (phụ thuộc độ ẩm)	Tương đương với hệ số đục Linke khoảng 2,8
Độ dày quang học sol khí tại 500 nm	0,05	0,10



**C.4** Bảng C.3 so sánh bức xạ (được tính bằng cách sử dụng tích phân hình chữ nhật) đối với quang phổ mặt trời ASTM G177 và quang phổ mặt trời CIE 85:1989, Bảng 4.

CHÚ THÍCH: ASTM G 177 lập bảng bức xạ mặt trời đến 400 nm. Tuy nhiên, khí quyển, vĩ độ vị trí và các điều kiện khác được sử dụng để xây dựng quang phổ UV ASTM G 177 được đặt trong mô hình bức xạ mặt trời SMARTS2 nhằm tạo ra quang phổ mặt trời đầy đủ. Dữ liệu quang phổ đầy đủ được sử dụng để chuẩn bị cho so sánh trên 400 nm được đưa ra trong bảng C.3.

**Bảng C.3 – So sánh bức xạ đối với quang phổ mặt trời ASTM G177 và quang phổ mặt trời CIE 85:1989, Bảng 4**

Dải	Quang phổ mặt trời ASTM G177	Quang phổ mặt trời CIE 85:1989, Bảng 4,
Bức xạ ( $W/m^2$ ) trong dải quang phổ đã công bố		
$300 \leq \lambda \leq 320$	3,9	4,1
$320 \leq \lambda \leq 360$	26,1	28,5
$360 \leq \lambda \leq 400$	35,6	42,0
$300 \leq \lambda \leq 400$	65,6	74,6
$400 \leq \lambda \leq 800$	588,7	604,2
$300 \leq \lambda \leq 800$	654,3	678,8
$800 \leq \lambda \leq 2450$	446,2	411,6
$300 \leq \lambda \leq 2450$	1100,5	1090,4

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 9849 (ISO 877) (tất cả các phần), *Chất dẻo – Phương pháp phơi nhiễm với bức xạ mặt trời*
- [2] ASTM G113, *Standard terminology relating to natural and artificial weathering test of nonmetallic materials (Thuật ngữ tiêu chuẩn liên quan đến thử nghiệm ăn mòn tự nhiên và nhân tạo của vật liệu phi kim)*
- [3] SIMMS J.A. Acceleration shift factor and its use in evaluating weathering data. *J. Coatings Technology*. 1987, 59 (748) pp. 45-53 (Hệ số chuyển đổi tăng tốc và sử dụng hệ số trong đánh giá dữ liệu ăn mòn)
- [4] ASTM G156, *Standard practice for selecting and characterizing weathering reference materials (Thực tiễn tiêu chuẩn lựa chọn và đặc trưng vật liệu tham chiếu ăn mòn)*
- [5] ISO/TR 19032, *Plastics - Use of polyethylene reference specimens (PERS) for monitoring laboratory and outdoor weathering conditions (Chất dẻo – sử dụng mẫu thử tham chiếu polyetylen (PERS) để kiểm soát các điều kiện ăn mòn phòng thí nghiệm và ngoài trời)*
- [6] ASTM G151, *Standard practice for exposing nonmetallic materials in accelerated test devices that use laboratory light sources (Thực tiễn tiêu chuẩn phơi nhiễm vật liệu phi kim trong thiết bị thử nghiệm tăng tốc sử dụng nguồn sáng phòng thí nghiệm)*
- [7] ASTM G130, *Standard test method for calibration of narrow-and broad-band ultraviolet radiometers using a spectroradiometer (Phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn để hiệu chuẩn bức xạ kế tia cực tím dải hẹp và rộng sử dụng bức xạ kế phổ)*
- [8] IEC 60751, *Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors (Nhiệt kế kháng platin công nghiệp và cảm biến nhiệt độ platin)*
- [9] IEC 60584-1:1995, *Thermocouples - Part 1: Reference tables (Cặp nhiệt điện – Phần 1: Bảng tham chiếu)*
- [10] ASTM E839, *Standard test methods for sheathed thermocouples and sheathed thermocouple cable (Phương pháp thử tiêu chuẩn đối với cặp nhiệt điện được bọc và cáp cặp nhiệt điện được bọc)*
- [11] ASTM G147, *Standard practice for conditioning and handling of nonmetallic materials for natural and artificial weathering tests (Thực tiễn tiêu chuẩn điều hòa và xử lý vật liệu phi kim đối với thử nghiệm ăn mòn tự nhiên và nhân tạo)*
- [12] FISCHER R.M. *Results of round-robin studies of light- and water-exposure standard practices. In: ASTM STP 1202, Accelerated and Outdoor Durability Testing of Organic Materials, (KETOLA W.D., & GROSSMAN D. eds.). ASTM International, West Conshohocken, 1993*

(Kết quả nghiên cứu round-robin của thực tiễn tiêu chuẩn phơi nhiễm ánh sáng và nước – Thử nghiệm tính bền ngoài trời và tăng tốc của vật liệu hữu cơ)

- [13] ASTM G169, *Standard guide for application of basic statistical methods to weathering tests* (Hướng dẫn tiêu chuẩn đối với ứng dụng phương pháp thống kê cơ bản đối với thử nghiệm ăn mòn)
- [14] FISCHER R., & KETOLA W. *Error analyses and associated risk for accelerated weathering results*. In: *Service Life Prediction: Challenging the status quo*, (MARTIN J.W., RYNTZ R.A., DICKIE R.A. eds.). Federation of Societies for Coatings Technology, 2005 (Phân tích lỗi và rủi ro đi kèm đối với kết quả ăn mòn tăng tốc)
- [15] SCHNABEL W. *Polymer Degradation: Principles and practical applications*. Macmillan Publishing Co., Inc, New York, 1981, pp. 95-100 (Các nguyên tắc và ứng dụng thực tế)
- [16] GRASSIE N., & SCOTT G. *Polymer Degradation and Stabilization*. Cambridge University Press, New York, 1985, pp. 75-76 (Sự ổn định và thoái biến polime)
- [17] CLOUGH R.I., & GILLEN K.T. *Physical techniques for profiling heterogeneous polymer degradation*. In: ACS Symposium series 280, *Polymer stabilization and degradation*, (KLEMCHUK P., ed.), American chemical society, Washington, D.C., 1985 (Kỹ thuật vật lý đối với định hình thoái biến polime dị tính)
- [18] CIE Publication No. 85:1989, *Solar spectral irradiance* (Chiếu xạ quang phổ mặt trời)
- [19] GUEYMARD C. SMARTS2. A simple model of the atmospheric radiation transfer of sunshine: algorithms and performance assessment, professional paper FSEC-PF-270-95, Florida solar energy center, 1679 clearlake road. Cocoa, FL, 1995, pp. 32922.  
(Mô hình đơn giản chuyển đổi bức xạ không khí của ánh sáng mặt trời: thuật toán và đánh giá hoạt động)
- [20] SCHONLEIN A. *Accelerated weathering test of plastics and coatings - new technologies and standardization*, European coatings congress, Nuremberg, Germany, 2009  
(Thử nghiệm ăn mòn tăng tốc của chất dẻo và lớp phủ – công nghệ mới và tiêu chuẩn hóa)
- [21] ASTM G177, *Standard tables for reference solar ultraviolet spectral distributions: Hemispherical on 37° tilted surface* (Bảng tiêu chuẩn tham chiếu sự phân bố quang phổ tia cực tím mặt trời: bán cầu trên mặt phẳng nghiêng 37°)
- [22] GUEYMARD C. *Parameterized transmittance model for direct beam and circumsolar spectral irradiance*. Sol. Energy. 2001, 71 (5) pp. 325-346 (Mô hình truyền tham số hóa đối với chùm sáng trực tiếp và chiếu xạ quang phổ gần mặt trời)

- [23] GUEYMARD C.A., MYERS D., EMERY K. Proposed reference irradiance spectra for solar energy systems testing. *Sol. Energy*. 2002, 73 (6) pp. 443-467 (*Quang phổ chiếu xạ tham chiếu đề xuất đối với thử nghiệm hệ thống năng lượng mặt trời*)
- [24] MYER D.R., EMERY K., GUEYMARD C. *Revising and validating spectral irradiance reference standards for photovoltaic performance evaluation. Transactions of the American society of mechanical engineers - J.Sol. Energy Eng.* 2004 Feb., 126 pp. 567-574 (*Sửa đổi và đánh giá tiêu chuẩn viện dẫn bức xạ quang phổ đối với đánh giá tính năng quang điện*)
- [25] ASTM Adjunct ADJG0173, SMARTS2 solar radiation model for spectral radiation (*Mô hình bức xạ mặt trời SMARTS2 đối với bức xạ quang phổ*)
-