

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11608-1:2016

ISO 16474-1:2013

Xuất bản lần 1

**SƠN VÀ VECNI - PHƯƠNG PHÁP PHƠI NHIỆM
VỚI NGUỒN SÁNG PHÒNG THỬ NGHIỆM -
PHẦN 1: HƯỚNG DẪN CHUNG**

*Paints and varnishes - Methods of exposure to laboratory light sources -
Part 1: General guidance Paints and varnishes*

HÀ NỘI - 2016

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	9
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 - Chuẩn bị, các phép thử lặp, bảo quản và ổn định	19
6.1 Gia công mẫu thử	19
6.2 Hình thức, hình dạng, chuẩn bị	19
6.3 Số lượng mẫu thử	20
6.4 Bảo quản và ổn định	20
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	22
8.1 Tổng quan	22
8.2 Lấy mẫu	22
8.3 Xác định những thay đổi về tính chất sau khi phơi nhiễm	22
8.4 Sử dụng các vật liệu đối chứng	23
8.5 Sử dụng kết quả trong quy định kỹ thuật	23
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	35

Lời nói đầu

TCVN 11608-1:2016 và **TCVN 11608-3:2016** thay thế cho TCVN 9277:2012.

TCVN 11608-1:2016 hoàn toàn tương đương với ISO 16474-1:2013.

TCVN 11608-1:2016 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC35 Sơn và vecni biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 11608 (ISO 16474) Sơn và vecni – *Phương pháp phơi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm*, gồm các tiêu chuẩn sau:

- TCVN 11608-1:2016 (ISO 16474-1:2013), *Phần 1: Hướng dẫn chung*;
- TCVN 11608-2:2016 (ISO 16474-2:2013), *Phần 2: Đèn hồ quang xenon*;
- TCVN 11608-3:2016 (ISO 16474-3:2013), *Phần 3: Đèn huỳnh quang tử ngoại*;
- TCVN 11608-4:2016 (ISO 16474-4:2013), *Phần 4: Đèn hồ quang cacbon ngọn lửa hở*.

Lời giới thiệu

Các lớp phủ từ sơn, vecni và các vật liệu tương tự 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 polyme. Phơi nhiễm ngoài trời với bức xạ mặt trời và bức xạ mặt trời lọc qua kính cửa sổ được mô tả trong TCVN 9761 (ISO 2810)^[9]. Tuy nhiên, thường 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 lớp phủ 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 thoái biến của polyme và sự hư hại của sản phẩm. Không có kết luận về tương quan giữa việc phơi nhiễm phong hóa tăng tốc hoặc 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 thường không sao chép được tất cả những tác động khi phơi nhiễm mà các lớp phủ phơi nhiễm phải chịu trong điều kiện sử dụng thực tế. Ngoài ra, sự gia tăng tốc độ thoái biến bằng thử nghiệm tăng tốc so với điều kiện phơi nhiễm tự nhiên biến thiên phụ thuộc vào loại vật liệu và thành phần phối liệu của nó. Các thử nghiệm phơi nhiễm trong phòng thử nghiệm không thể xem là sự mô phỏng hoàn hảo cho sự phơi nhiễm ở điều kiện sử dụng thực tế. Độ bền tương đối của vật liệu khi phơi nhiễm trong thực tế sử dụng có thể rất khác nhau tùy thuộc vào vị trí chúng phơi nhiễm vì sự khác biệt của bức xạ mặt trời, 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.

Sơn và vecni - Phương pháp phơi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm - Phần 1: Hướng dẫn chung

*Paints and varnishes - Methods of exposure to laboratory light sources -
Part 1: General guidance*

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này cung cấp thông tin và hướng dẫn chung có 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 TCVN 11608 (ISO 16474). Tiêu chuẩn này cũng mô tả các yêu cầu chung về tính năng cho các thiết bị sử dụng để phơi nhiễm các loại sơn và vecni với nguồn sáng phòng thử nghiệm. Thông tin về các yêu cầu tính năng như vậy được cung cấp cho các nhà sản xuất thiết bị phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc các thiết bị bức xạ tăng tốc nhân tạo.

1.2 Tiêu chuẩn này cũng cung cấp thông tin về cách diễn đạt các dữ liệu thu được từ phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo.

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 phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 2090 (ISO 15528), Sơn, vecni và nguyên liệu cho sơn và vecni – Lấy mẫu

TCVN 5668 (ISO 3270), Sơn, vecni và nguyên liệu của chúng – Nhiệt độ và độ ẩm để điều hòa và thử nghiệm

TCVN 5669 (ISO 1513), Sơn và vecni – Kiểm tra và chuẩn bị mẫu thử

TCVN 5670 (ISO 1514), Sơn và vecni – Tấm chuẩn để thử

TCVN 9760 (ISO 2808), Sơn và vecni – Xác định độ dày màng

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

TCVN 11608-2 (ISO 16474-2), *Sơn và vecni – Phương pháp phơi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm – Phần 2: Đèn hồ quang xenon*

TCVN 11608-3 (ISO 16474-3), *Sơn và vecni – Phương pháp phơi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm – Phần 3: Đèn huỳnh quang UV*

TCVN 11608-4 (ISO 16474-4), *Sơn và vecni – Phương pháp phơi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm – Phần 4: Đèn hồ quang cacbon ngọn lửa hồ*

ISO 4618, *Paints and varnishes – Terms and definitions* (Sơn và vecni – Thuật ngữ và định nghĩa)

3 Thuật ngữ và định nghĩa

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

3.1

Bức xạ tăng tốc nhân tạo (artificial accelerated irradiation)

Sự phơi nhiễm của vật liệu với một nguồn bức xạ trong phòng thử nghiệm nhằm mô phỏng bức xạ mặt trời lọc qua kính cửa sổ hoặc bức xạ từ các nguồn sáng nội thất và nơi mẫu thử phải chịu những thay đổi tương đối nhỏ về nhiệt độ và độ ẩm tương đối với mục đích tạo ra nhanh hơn những thay đổi xảy ra tương tự như khi vật liệu được sử dụng trong môi trường trong nhà

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

3.2

Phong hóa 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 tăng cường so với những điều kiện phơi nhiễm gặp phải ở ngoài trời hoặc tại nơi sử dụng.

CHÚ THÍCH 1: Các điều kiện này liên quan đến nguồn bức xạ trong phòng thử nghiệm, nhiệt độ và độ ẩm (ở dạng độ ẩm tương đối và/hoặc phun sương, ngưng tụ hoặc ngưng) với mục đích tạo ra nhanh hơn những thay đổi xảy ra tương tự như khi phơi nhiễm dài hạn ngoài trời.

CHÚ THÍCH 2: Thiết bị này có thể bao gồm các phương tiện để điều khiển và/hoặc giám sát nguồn sáng và các thông số phong hóa khác. Nó cũng có thể bao gồm việc phơi nhiễm với điều kiện đặc biệt, chẳng hạn như phun axit để mô phỏng ảnh hưởng của khí công nghiệp.

3.3**Vật liệu đối chứng (control material)**

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 lớp phủ được chế tạo theo công thức ban đầu.

3.4**Mẫu lưu (file specimen)**

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

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

Vật liệu với đặc trưng đã biết

3.6**Mẫu chuẩn (reference specimen)**

Phần vật liệu chuẩn dùng để phơi nhiễm

4 Nguyên tắc**4.1 Quy định chung**

Mẫu thử của các mẫu được thử nghiệm được phơi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm trong các điều kiện môi trường có 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 và độ ẩm tương đối của buồng không khí.

4.2 Ý nghĩa

4.2.1 Khi tiến hành phơi nhiễm trong thiết bị sử dụng nguồn sáng phòng thử nghiệm, điều quan trọng là phải xem xét mức độ mô phỏng của các điều kiện của thử nghiệm tăng tốc đối với môi trường sử dụng thực tế cho sơn hoặc vecni cần thử nghiệm. Ngoài ra, cần phải xem xét các tác động của biến đổi trong cả thử nghiệm tăng tốc và trong phơi nhiễm thực tế khi thiết lập các thí nghiệm phơi nhiễm và khi giải thích kết quả của phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức 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 và khi các loại và cơ chế thoái biến 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 mặt trời, 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 Mặc dù rất tiện lợi, nhưng không được dùng chung một "hệ số tăng tốc" liên quan đến phơi nhiễm trong "x" giờ hoặc với lượng bức xạ bao nhiêu megajun đối với phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm tăng tốc nhân tạo trong "y" tháng hoặc năm phơi nhiễm thực tế. Hệ số tăng tốc như vậy là không hợp lệ vì những lý do sau đây:

- các hệ số tăng tốc phụ thuộc vào vật liệu và có thể khác nhau đáng kể cho các vật liệu và cho các công thức khác nhau của cùng một vật liệu;
- sự biến thiên trong tốc độ thoái biến của sự phơi nhiễm cả trong thực tế sử dụng và phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc bức xạ tăng tốc nhân tạo có thể có sự tác động đáng kể đến các thông số tăng tốc được tính;
- hệ số tăng tốc được tính dựa trên tỷ lệ giữa lượng bức xạ của nguồn sáng phòng thử nghiệm và lượng 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 trong phân bố năng lượng phổ giữa nguồn sáng phòng thử nghiệm và bức xạ mặt trời.

CHÚ THÍCH: Các hệ số tăng tốc được xác định cho công thức cụ thể của vật liệu là có giá trị, nhưng chỉ khi chúng được dựa trên dữ liệu từ số lần thử nghiệm riêng biệt (ngoài trời hoặc ở môi trường trong nhà và phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo) đủ nhiều để các kết quả liên quan đến thời gian cho đến khi hư hại trong từng phơi nhiễm có thể phân tích được bằng phương pháp thống kê. Ví dụ về phân tích thống kê sử dụng nhiều phơi nhiễm phòng thử nghiệm và phơi nhiễm thực tế để tính toán hệ số tăng tốc được mô tả bởi J. A. Simms[1].

4.2.4 Có nhiều yếu tố có thể làm giảm mức độ tương quan giữa các 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):

- những khác biệt về bức xạ quang phổ của nguồn sáng phòng thử nghiệm và bức xạ mặt trời;
- các mức bức xạ cao hơn so với cứ mức bức xạ trong các điều kiện sử dụng thực tế;

- c) các chu trình 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 mà mẫu thử 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 của mẫu cao và thấp, 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 mưa axit 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 dùng để so sánh tính năng tương đối của vật liệu là tốt nhất. 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 là thử nghiệm được tiến hành 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. Các 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 của các 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 lúc với vật liệu chuẩn cho 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 cảm 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 độ dài của 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 việc lựa chọn và đặc trưng của vật liệu chuẩn được sử dụng cho mục đích này có thể tham khảo trong ASTM G 156^[2]. Tài liệu ISO/TR 19032^[3] mô tả quy trình sử dụng các thay đổi về chỉ số cacbonyl của một vật liệu chuẩn cho phong hóa bằng polyetylen cụ thể để giám sát các điều kiện cho cả phong hóa tự nhiên và phong hóa tăng tốc nhân tạo.

4.3.3 Trong một số thử nghiệm đặc trưng, 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 bất kỳ được tiến hành phù hợp với phần bất kỳ của bộ tiêu chuẩn này đều không được sử dụng để phán quyết 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 đã kết hợp độ tái lập của các hiệu ứng trong một chu trình phơi nhiễm cụ thể và phương pháp xác định tính chất.

5 Các yêu cầu đối với thiết bị phơi nhiễm phòng thử nghiệm

Thiết bị phơi nhiễm phòng thử nghiệm phải được trang bị các tính năng để cung cấp cho mẫu thử bức xạ (5.1), nhiệt độ (5.2), độ ẩm và làm ướt (5.3).

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 11608-2 (ISO 16474-2), sử dụng đèn hồ quang xenon để cung cấp bức xạ cho mẫu thử; trong TCVN 11608-3 (ISO 16474-3) là đèn huỳnh quang UV, và trong TCVN 11608-4 (ISO 16474-4) là đèn hồ quang cacbon ngọn lửa hồ.

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 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 đối 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 mức bức xạ tại vị trí bất kỳ trong khu vực sử dụng để phơi nhiễm mẫu ít nhất là 70 % mức 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 như được bảo đảm 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 Sự phụ thuộc vào độ nhạy cụ thể của sự thay đổi vị trí các mẫu thử theo chu kỳ là kinh nghiệm tốt để bảo đảm rằng sự biến thiên của các tác động phải chịu trong quá trình phơi nhiễm được giữ ở mức tối thiểu. Nếu mức bức xạ tại vị trí bất kỳ trong khu vực sử dụng để phơi nhiễm mẫu thử là giữa 70 % và 90 % độ sáng tối đa, định kỳ phải thay đổi vị trí mẫu thử để giảm sự biến thiên của mức phơi nhiễm bức xạ.

CHÚ THÍCH: Đặt các mẫu lặp lại vào vị trí ngẫu nhiên cũng là kinh nghiệm tốt để giảm bớt ảnh hưởng của biến đổi bất kỳ về điều kiện trong các trong khu vực phơi nhiễm.

5.1.5 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.

5.1.6 Có thể sử dụng bức xạ kế phù hợp với các yêu cầu nêu trong TCVN 9852 (ISO 9370) để đo mức bức xạ E hoặc bức xạ quang phổ E_λ và mức phơi nhiễm bức xạ H hoặc mức phơi nhiễm quang phổ H_λ theo mặt phẳng của bề mặt mẫu.

5.1.6.1 Nếu được sử dụng, các bức xạ kế phải được lắp đặt sao cho nhận được cùng mức bức xạ như bề mặt mẫu. Nếu không được đặt trong mặt phẳng mẫu, các bức xạ kế phải có phạm vi hiển thị đủ rộng và phải được hiệu chỉnh cho mức bức xạ ở khoảng cách xa mẫu.

5.1.6.2 Bức xạ kế lưu động phải được hiệu chuẩn tại vùng phát xạ của nguồn sáng được sử dụng cùng với bức xạ kế chuẩn. Bức xạ kế phải được hiệu chuẩn bằng cách sử dụng với bộ lọc nguồn sáng cùng chủng loại với bộ lọc được sử dụng để thử nghiệm hoặc phải tính đến hệ số chuyển đổi quang phổ phù hợp. Các hiệu chuẩn phải được kiểm tra theo hướng dẫn của các nhà sản xuất thiết bị đo bức xạ.

Đối với đèn huỳnh quang UV, đã cho thấy rằng bức xạ kế lưu động phải được hiệu chỉnh với các loại đèn có sự phân bố năng lượng quang phổ giống như của các loại đèn được sử dụng để thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Tham khảo các định nghĩa về các bức xạ kế lưu động và bức xạ kế chuẩn trong TCVN 9852 (ISO 9370).

5.1.6.3 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, hệ số 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. Cảm biến nhiệt độ bề mặt màu đen được gắn bên trong khu vực phơi nhiễm mẫu thử sao cho nó thu nhận cùng mức bức xạ và chịu cùng điều kiện làm mát giống với bề mặt mẫu thử phẳng.

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

5.2.2.1 Nhiệt kế tiêu chuẩn màu 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 % của tất cả các luồng tia tới lên đến 2 500 nm. Một chi tiết nhạy nhiệt 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 giá kim loại của bộ đỡ tấm màu đen cách nhiệt phải cách các cạnh của tấm kim loại ít nhất là 4 mm. Có thể sử dụng nhiệt kế chuẩn màu 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 so với cấu trúc quy định tại tất cả nhiệt độ và thiết lập bức xạ của thiết bị phơi nhiễm ở trạng thái ổn định. Ngoài ra, thời gian cần thiết để nhiệt kế tiêu chuẩn màu đen thay thế đạt được trạng thái ổn định phải nằm trong khoảng 10 % thời gian cần thiết để nhiệt kế tiêu chuẩn màu đen quy định đạt được trạng thái ổn định.

CHÚ THÍCH: Nhiệt kế tiêu chuẩn màu đen đôi khi được ưu tiên hơn nhiệt kế tấm đen cách nhiệt.

5.2.2.2 Nhiệt kế tấm đen, bao gồm một tấm phẳng (bằng) bằng kim loại 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 tâm 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: Nhiệt kế tấm đen đôi khi được gọi 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 màu đen hoặc trắng, kết cấu chính xác của tấm màu 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 tiêu chuẩn màu 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 tiêu chuẩn màu đen thường tương ứng với nhiệt độ bề mặt phơi nhiễm của mẫu tối màu có độ dẫn nhiệt kém ở các điều kiện sử dụng trong những phơi nhiễm thông thường, nhiệt độ hiển thị bởi nhiệt kế tiêu chuẩn màu đen sẽ cao hơn nhiệt độ hiển thị bởi nhiệt kế tấm đen từ 3 °C đến 12 °C. Tuy nhiên, chênh lệch thực sự giữa nhiệt độ đo được bởi nhiệt kế tấm đen và bởi nhiệt kế tiêu chuẩn màu đen tốt nhất là nên được xác định cho từng điều kiện phơi nhiễm. Do nhiệt kế tiêu chuẩn màu 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 tiêu chuẩn màu đen và nhiệt độ thực sự 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 phạm vi nhiệt độ bề mặt của mẫu thử phơi nhiễm và kiểm soát tốt hơn mức bức xạ hoặc các điều kiện trong buồng phơi nhiễm, ngoài các nhiệt kế tấm đen hoặc nhiệt kế tiêu chuẩn màu đen, khuyến nghị nên sử dụng nhiệt kế tấm trắng hoặc nhiệt kế tiêu chuẩn màu trắng. Nhiệt kế tấm trắng hoặc nhiệt kế tiêu chuẩn màu trắng phải được chế tạo theo cùng cách như nhiệt kế tấm đen hoặc nhiệt kế tiêu chuẩn màu 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 Để giám sát nhiệt độ của cảm biến nhiệt độ màu đen hoặc trắng ở vị trí vận hành dự định, các nhà sản xuất thiết bị phơi nhiễm phải đảm bảo rằng các thiết bị được thiết kế để đáp ứng các

yêu cầu của tiêu chuẩn này có thể đáp ứng các yêu cầu sau (xem Bảng 1). 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 mà nó được thiết kế để hoạt động

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

5.2.7 Để giám sát nhiệt độ của cảm biến nhiệt độ màu đen hoặc trắng ở vị trí bất kỳ trong khu vực phơi nhiễm cho phép, các nhà sản xuất thiết bị phơi nhiễm phải đảm bảo rằng các thiết bị được thiết kế để đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn này có thể đáp ứng các yêu cầu sau (xem Bảng 2). 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 ở vị trí bất kỳ trong khu vực phơi nhiễm cho phép

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

CHÚ THÍCH: Đối với một số vật liệu, sự khác biệt trong tốc độ thoái biến có thể xảy ra giữa các thiết bị hoạt động trong phạm vi 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 tiêu chuẩn màu đen hay là nhiệt kế tấm đen và có sử dụng nhiệt kế tiêu chuẩn tấm trắng hoặc nhiệt kế tấm trắng được hay không.

CHÚ THÍCH: Một kiểu nhiệt kế tiêu chuẩn màu đen hoặc nhiệt kế tấm đen có thể cho các kết quả nhiệt độ khác nhau, tùy thuộc vào thiết kế cụ thể của thiết bị được cung cấp bởi các nhà sản xuất khác nhau.

5.2.9 Nếu đo nhiệt độ không khí của buồng phơi nhiễm, các phần tử cảm biến nhiệt phải được che chắn khỏi các nguồn sáng và sương phun. Nhiệt độ buồng không khí đo ở vị trí này có thể không giống với nhiệt độ buồng không khí ở gần bề mặt của mẫu thử phơi nhiễm. Các nhà sản xuất thiết bị có kiểm soát nhiệt độ buồng không khí phải đảm bảo rằng thiết bị của họ có thể duy

trì nhiệt độ buồng không khí trong phạm vi $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ của nhiệt độ điểm thiết lập trong các điều kiện cân bằng đối với các điểm thiết lập đến $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ và trong phạm vi $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ của điểm thiết lập đối với các điểm thiết lập trên $70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

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 Độ ẩm

Sự có mặt của hơi nước trên mặt phơi nhiễm của mẫu thử, đặc biệt là những giai đoạn ướt dài và thay đổi tuần hoàn giữa giai đoạn ướt và khô, có thể có ảnh hưởng đáng kể trong các thử nghiệm phơi nhiễm tăng tốc phòng thử nghiệm. Mọi thiết bị hoạt động theo phần bất kỳ của bộ tiêu chuẩn này có ý định mô phỏng ảnh hưởng của độ ẩm phải có phương pháp để cung cấp độ ẩm cho các mẫu thử sử dụng một hoặc nhiều các phương pháp sau:

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

5.3.2 Độ tinh khiết của nước

5.3.2.1 Độ tinh khiết của nước cho đèn xenon và thiết bị hồ quang cacbon

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 cho máy phun mẫu phải có hàm lượng chất rắn tối đa là $1\text{ }\mu\text{g/g}$ nước và hàm lượng silica tối đa là $0,2\text{ }\mu\text{g/g}$ nước. 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 $1\text{ }\mu\text{g/g}$, 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 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 cho các thiết bị đèn huỳnh quang UV

Độ tinh khiết của nước dùng để phun cho đèn huỳnh quang UV không nghiêm trọng như đối với xenon. Do đó, các tấm thử phải được phun sử dụng nước đã làm sạch sao cho hàm lượng chất rắn hòa tan $< 2,0\text{ }\mu\text{g/g}$ và hàm lượng silica lơ lửng $< 0,5\text{ }\mu\text{g/g}$.

5.3.3 Nhiễm bẩn

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

5.3.4 Hàm lượng silica

Mặc dù độ dẫn điện không luôn luôn tương quan với hàm lượng silica, khuyến cáo rằng độ dẫn điện của nước dùng để phun mẫu cần được kiểm soát liên tục và phải dùng phơi nhiễm bất cứ khi nào độ dẫn điện vượt quá 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

5.3.5 Chế tạo các cấu kiện

Tất cả các cấu kiện của bộ phun mẫu 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 thực tế trên các mẫu thử nghiệm.

5.3.6 Độ ẩm

Ở các thiết bị có kiểm soát độ ẩm trong buồng phơi nhiễm, cảm biến được sử dụng để đo độ ẩm phải được đặt trong phạm vi dòng khí của buồng và được bảo vệ khỏi bức xạ trực tiếp và sương phun. Khi độ ẩm được kiểm soát, độ ẩm tương đối đo được phải duy trì trong khoảng $\pm 10\%$ độ ẩm điểm thiết lập.

Các cảm biến độ ẩm phải được hiệu chuẩn ít nhất là hàng năm theo hướng dẫn của nhà sản xuất thiết bị phơi nhiễm.

5.3.7 Làm ướt

Thiết bị bất kỳ đưa vào các giai đoạn làm ướt mẫu thử phơi nhiễm bằng phương pháp nào đó phải có cách thức lập trình các giai đoạn ướt và không ướt.

5.4 Các yêu cầu khác cho 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 khí 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 - Chuẩn bị, các phép thử lặp, bảo quản và ổn định

6.1 Gia công mẫu thử

Việc gia công các mẫu thử có thể có ảnh hưởng đáng kể đến khả năng sử dụng kết quả thử nghiệm.

6.2 Hình thức, hình dạng, chuẩn bị

6.2.1 Hình thức, hình dạng và chuẩn bị các tấm thử có ảnh hưởng đáng kể đến độ bền.

6.2.2 Các phương pháp sử dụng để chuẩn bị các tấm thử có thể có ảnh hưởng đáng kể đến độ bền biểu kiến của chúng. Vì vậy, các phương pháp được sử dụng để chuẩn bị tấm thử phải được thực hiện theo thoả thuận của các bên có 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.

6.2.3 Các tấm nền sử dụng để chuẩn bị các tấm thử phải là các loại thường được sử dụng trong thực tế (ví dụ như thạch cao, gỗ, kim loại, các chất dẻo) và các phương pháp phủ sơn và làm khô lớp phủ phải là các phương pháp thường được sử dụng trong thực tế để tạo ra một lớp phủ có độ dày thông dụng.

Nếu không có thoả thuận hoặc quy định khác, phải sử dụng các tấm chuẩn phù hợp với các yêu cầu của TCVN 5670 (ISO 1514) làm tấm nền cho các lớp phủ cần thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Tốt nhất là nên sử dụng các tấm thử phẳng có kích thước phù hợp với các giá đỡ trong buồng thử nghiệm.

6.2.4 Nếu không có thỏa thuận khác, chỉ được phủ mặt trước của tấm thử bằng sơn hoặc hệ sơn cần thử nghiệm. Các mặt sau và các cạnh của tấm thử phải được phủ, nếu cần, bằng một lớp phủ phù hợp để bảo vệ bề mặt khỏi sự thoái biến trong thời gian thử nghiệm.

6.2.5 Các loại sơn sấy phải được sấy khô trong cùng điều kiện như điều kiện được đưa ra đối với sử dụng thông thường của chúng. Trong trường hợp sơn khô trong tự nhiên, các tấm thử được phủ phải được bảo quản theo chiều nằm ngang và để khô ở nhiệt độ $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ và độ ẩm tương đối $(50 \pm 5) \%$, phù hợp với các yêu cầu của TCVN 5668 (ISO 3270). Thời gian sấy và bảo quản tiếp theo phải được thực hiện theo quy định.

6.2.6 Tất cả các tấm thử phải được đánh dấu cố định một cách phù hợp. Độ dày của lớp phủ cần thử nghiệm được xác định theo TCVN 9760 (ISO 2808).

6.3 Số lượng mẫu thử

Trong trường hợp thử nghiệm được tiến hành theo một dãy các thời gian thử nghiệm khác nhau, số lượng các tấm thử phải được chuẩn bị đủ cho mỗi vật liệu phủ.

6.3.1 Nếu các phương pháp thử nghiệm được sử dụng để đo tính chất không quy định số lượng của mẫu thử được phơi nhiễm, khuyến nghị chuẩn bị ít nhất ba mẫu lặp lại của mỗi vật liệu cho mỗi thời gian phơi nhiễm.

6.3.2 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.

6.4 Bảo quản và ổn định

6.4.1 Nếu yêu cầu, ít nhất phải chuẩn bị thêm một tấm thử đối với mỗi lớp phủ và bảo quản ở nhiệt độ từ $18 ^\circ\text{C}$ đến $28 ^\circ\text{C}$ trong bóng tối để làm mẫu lưu.

CHÚ THÍCH: Các tấm được phủ này có thể thay đổi các tính chất của chúng trong quá trình bảo quản.

6.4.2 Các loại sơn ví dụ như alkyd nhạy cảm với việc bảo quản trong bóng tối sẽ được bảo quản trong điều kiện thỏa thuận giữa các bên có liên quan.

6.4.3 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, việc đánh giá bổ sung về sự thay đổi màu sắc sau thời gian ổn định, ví dụ 24 h, sẽ rất hữu ích trong việc xác định màu sắc có bền hay không sau khi mẫu thử được lấy ra khỏi buồng phơi nhiễm.

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 phần phù hợp (TCVN 11608-2 (ISO 16474-2) hoặc TCVN 11608-3 (ISO 16474-3)) của tiêu chuẩn này hoặc bất kỳ 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

Các thông số điểm thiết lập	Độ lệch tối đa cho phép của phép đo so với điểm thiết lập ở điều kiện cân bằng
Mức bức xạ đo tại một bước sóng đơn ^a	$\pm 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{nm})$
Mức bức xạ đo trên một dải quang phổ rộng ^a	$\pm 5 \text{ W}/\text{m}^2$
Mức bức xạ đo trên một dải quang phổ rất rộng ^a	$\pm 75 \text{ W}/\text{m}^2$
Nhiệt độ của nhiệt kế tiêu chuẩn màu 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 trên $70 \text{ }^\circ\text{C}$
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 trên $70 \text{ }^\circ\text{C}$
Nhiệt độ không khí trong buồng (khi có kiểm soát)	$\pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ đối với các điểm thiết lập đến $70 \text{ }^\circ\text{C}$ $\pm 4 \text{ }^\circ\text{C}$ đối với các điểm thiết lập trên $70 \text{ }^\circ\text{C}$
Độ ẩm tương đối (khi có kiểm soát)	$\pm 10 \%$
Toàn chiều rộng tại nửa cực đại (FWHM), nm	—
^a Tham khảo các thuật ngữ trong TCVN 9852 (ISO 9370).	

CHÚ THÍCH: Phép đo đơn điểm không có nghĩa là các điều kiện ở khắp buồng phơi nhiễm đều giống nhau. Không có nghĩa rằng hai thử nghiệm tiến hành trong hai thiết bị phơi nhiễm giống nhau sẽ tạo ra kết quả tương tự. Các thiết bị phơi nhiễm kiểm soát nhiệt độ bằng nhiệt kế tiêu chuẩn màu đen hoặc nhiệt kế tấm đen sẽ không tạo ra kết quả tương tự như các thiết bị phơi nhiễm kiểm soát nhiệt độ không khí.

7.2 Các phép đo tính chất trên mẫu thử nghiệm

7.2.1 Cần phải có sự thống nhất giữa các bên liên quan về những tính chất nào của lớp phủ phải được xác định trước, trong và sau khi phơi nhiễm, sử dụng các tiêu chuẩn phù hợp.

CHÚ THÍCH: Các phương pháp phù hợp bao gồm những phương pháp trong các TCVN 2101 (ISO 2813), TCVN 2102 (ISO 3668), ISO 11664-4, ISO 4628-1 ISO 4628-8 và ISO 4628-10.

7.2.2 Ở những đợt kiểm tra giữa giai đoạn, không được rửa hoặc đánh bóng các tấm thử, trừ khi được thỏa thuận giữa các bên có liên quan. Khi kiểm tra lớp phủ lần cuối cùng, phải có thỏa thuận giữa các bên có liên quan về việc bề mặt cần đánh giá phải rửa/không được rửa hay đánh bóng.

7.2.3 Các giá trị riêng lẻ của các tính chất xác định phải được trình bày sao cho các kết quả trung gian những biến đổi từng bước của các tính chất có thể nhận thấy được một cách rõ ràng. Nếu yêu cầu, kết quả cũng phải được trình bày bằng cách so sánh với các giá trị của các tính chất của mẫu lưu chưa phơi nhiễm hoặc mẫu thử đối chứng được phơi nhiễm cùng một lúc. Đối với các thử nghiệm nhiều giai đoạn, các kết quả thử nghiệm trung gian và thử nghiệm cuối cùng sẽ được trình bày ở dạng các bảng, hoặc đồ thị hàm số của mức phơi nhiễm bức xạ.

8 Thời gian phơi nhiễm và đánh giá kết quả thử nghiệm

8.1 Tổng quan

Độ lặp lại và độ tái lập của các kết quả thu được trong phơi nhiễm được tiến hành phù hợp với phần bất kỳ của bộ tiêu chuẩn này sẽ khác nhau bởi các vật liệu được thử nghiệm, tính chất vật liệu được đo và các điều kiện thử nghiệm với các chu trình cụ thể được sử dụng.

8.2 Lấy mẫu

Lấy mẫu đại diện của các sản phẩm cần thử nghiệm (hoặc của từng sản phẩm trong trường hợp hệ phủ đa lớp), theo TCVN 2090 (ISO 15528).

Kiểm tra và chuẩn bị từng mẫu để thử nghiệm, theo TCVN 5669 (ISO 1513).

8.3 Xác định những thay đổi về tính chất sau khi phơi nhiễm

Nếu yêu cầu, những thay đổi phải được xác định theo quy định trong TCVN 2101 (ISO 2813)^[10], TCVN 2102 (ISO 3668)^[11], ISO 4628-1^[12], ISO 4628-2^[13], ISO 4628-3^[14], ISO 4628-4^[15], ISO 4628-5^[16], ISO 4628-6^[17], ISO 4628-7^[18], ISO 4628-8^[19], ISO 4628-10^[20], ISO 11664-4^[21].

8.4 Sử dụng các vật liệu đối chứng

8.4.1 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.

8.4.2 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 áp dụng:

- 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;
- 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.

8.4.3 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 %.

8.5 Sử dụng kết quả trong quy định kỹ thuật

8.5.1 Nếu tiêu chuẩn hoặc quy định kỹ thuật để sử dụng thông thường đòi hỏi một mức tính chất nhất định sau một thời gian hoặc mức phơi nhiễm bức xạ quy định ở thử nghiệm phơi nhiễm, tiến hành theo phần bất kỳ của bộ tiêu chuẩn này thì mức tính chất quy định đó phải dựa trên cơ sở kết quả thu được từ thử nghiệm liên phòng, xem xét các biến đổi do có sự phơi nhiễm và phương pháp thử nghiệm được sử dụng để xác định các tính chất quan tâm. Các thử nghiệm liên phòng được thực hiện tuân theo các tiêu chuẩn 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 văn thường tiến hành phơi nhiễm và xác định tính chất.

8.5.2 Nếu tiêu chuẩn hoặc quy định kỹ thuật để sử dụng giữa hai hoặc ba bên đòi hỏi một mức tính chất nhất định sau một thời gian cụ thể hoặc mức phơi nhiễm bức xạ trong thử nghiệm phơi nhiễm, tiến hành theo với phần bất kỳ của bộ tiêu chuẩn này thì mức tính chất quy định phải dựa trên phân tích thống kê các kết quả từ ít nhất hai phơi nhiễm riêng biệt, độc lập trong từng phòng

thử nghiệm. Các thiết kế thí nghiệm được sử dụng để xác định các quy định kỹ thuật cần phải tính đến biến đổi do phơi nhiễm và phương pháp thử nghiệm được sử dụng để đo tính chất quan tâm.

8.5.3 Khi độ tái lập về các kết quả từ thử nghiệm phơi nhiễm được tiến hành theo phần bất kỳ của bộ tiêu chuẩn này chưa được xác định bởi thử nghiệm liên phòng, các yêu cầu về tính năng cho các vật liệu phải được ghi rõ theo hình thức so sánh (tức thử hạng) với vật liệu đối chứng. Các mẫu thử của vật liệu đối chứng phải được phơi nhiễm đồng thời với các mẫu thử trong cùng một thiết bị. Các 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

- a) mô tả đầy đủ các mẫu thử và nguồn gốc của mẫu;
- b) các chi tiết về thành phần, thời gian đóng rắn và nhiệt độ thích hợp;
- c) mô tả đầy đủ các phương pháp được sử dụng để chuẩn bị mẫu thử;
- d) vật liệu nền, độ dày nền và sự chuẩn bị bề mặt vật liệu nền;
- e) phương pháp áp dụng lớp phủ thử nghiệm lên các vật liệu nền;
- f) thời gian và các điều kiện sấy khô (hoặc sấy lò) và già hóa (nếu có) của lớp phủ trước khi thử nghiệm;
- g) thời gian ổn định các tấm thử trước khi bắt đầu các thử nghiệm (trong trường hợp thử nghiệm khác đã được tiến hành trước đó trên cùng các tấm thử);
- h) độ dày, tính bằng micromet, của lớp phủ khô và phương pháp đo theo TCVN 9760 (ISO 2808), và là một lớp phủ đơn hay hệ phủ đa lớp;
- i) thoả thuận bất kỳ về sai khác so với phương pháp thử nghiệm;
- j) các yêu cầu thử nghiệm đặc biệt bất kỳ và giới hạn được thoả thuận về sự thay đổi màu sắc để đánh giá độ bền màu với ánh sáng.

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 các thử nghiệm phơi nhiễm tiến hành theo TCVN 11608-2 (ISO 16474-2), TCVN 11608-3 (ISO 16474-3) hoặc TCVN 11608-4 (ISO 16474-4), bao gồm:

- a) mô tả thiết bị phơi nhiễm và nguồn bức xạ (sáng), bao gồm:

- 1) loại thiết bị và nguồn bức xạ (sáng)
 - 2) mô tả các 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 nó không nằm ở khu vực mẫu phơi nhiễm mẫu thử;
 - c) đối với cảm biến nhiệt độ màu đen hoặc trắng, mô tả về cách lắp các cảm biến này trong khu vực phơi nhiễm mẫu thử;
 - d) loại dụng cụ dùng để đo độ ẩm, nếu yêu cầu;
 - e) phương pháp được sử dụng để kiểm soát độ đồng đều, nếu yêu cầu;
 - f) mô tả đầy đủ các chu kỳ phơi nhiễm được sử dụng, bao gồm các thông tin sau cho mỗi giai đoạn sáng và tối:
 - 1) điểm thiết lập cho cảm biến nhiệt độ màu 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 3,
 - 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 3,
 - 3) đối với các thử nghiệm bao gồm giai đoạn phun sương, báo cáo thời gian phun sương 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) cho kiểm tra nơi nước ngưng tụ trên các 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;
 - g) mô tả phương pháp sử dụng để lắp các mẫu thử vào khung phơi nhiễm, bao gồm mô tả về vật liệu bất kỳ được sử dụng làm tấm lót cho các mẫu thử;
 - h) các quy trình thay đổi lại vị trí mẫu thử, nếu được sử dụng;
 - i) mô tả bức xạ kế được sử dụng để đo mức phơi nhiễm bức xạ, nếu được sử dụng,
 - j) bất kỳ điều bất thường quan sát được khi thử nghiệm.

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) kết quả bao gồm:

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

9.4 (Các) ngày thử nghiệm phơi nhiễm.

Phụ lục A

(tham khảo)

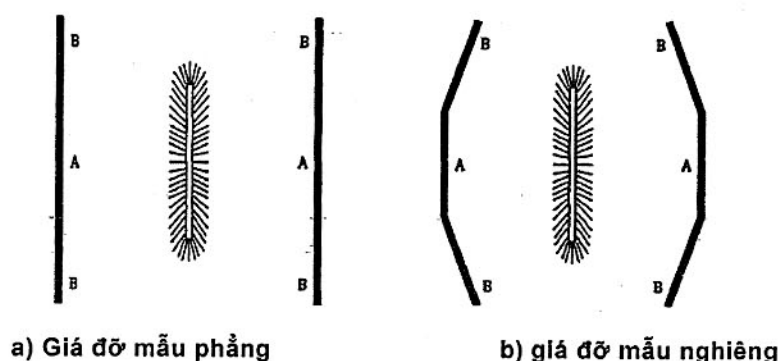
Quy trình đo độ đồng đều của bức xạ trong khu vực phơi nhiễm mẫu

A.1 Phụ lục này cung cấp thông tin cho người sử dụng tiêu chuẩn này làm cơ sở để tiến hành phơi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm và các yêu cầu đối với các nhà sản xuất các 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) và Hình A.1b)], 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). Phép đo được thực hiện với bức xạ kế đặt trên giá đỡ, do nó quay quanh nguồn sáng sẽ cho chỉ số thật nhất về độ đồng đều của bức xạ. Mỗi quan hệ giữa bức xạ tại vị trí B liên quan đến bức xạ tại vị trí A phải là như sau:-

$$E_B \geq 0,7 E_A$$

(A.1)

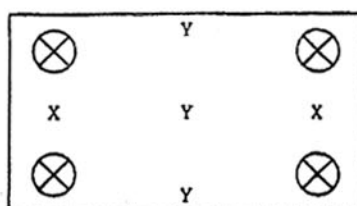
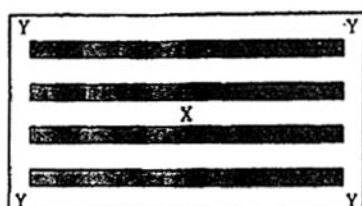


Hình A.1 - Xác định độ đồng đều của bức xạ trong các thiết bị sử dụng mẫu giá đỡ xoay

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). Mỗi quan hệ giữa bức xạ tại vị trí Y so với bức xạ tại vị trí X được tính như sau:

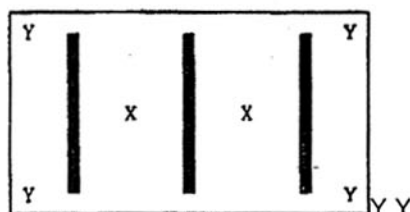
$$E_Y \geq 0,7 E_X$$

(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

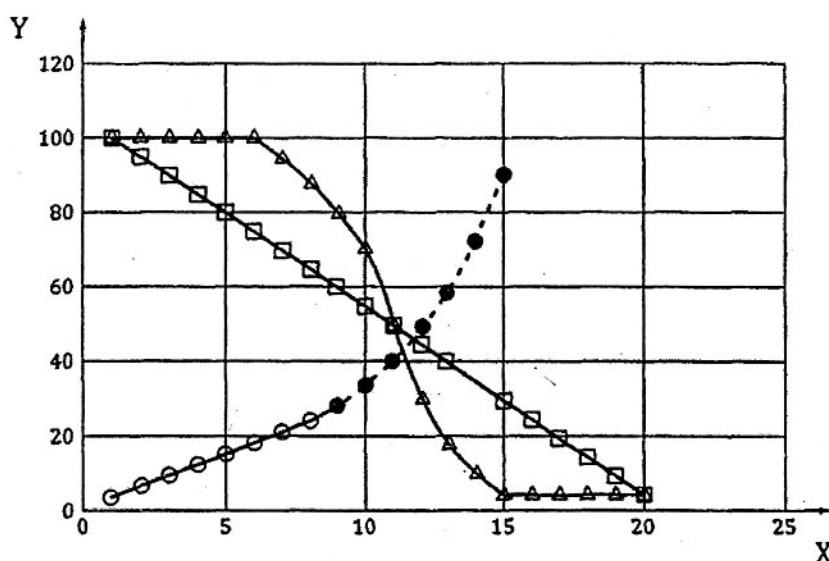
**Hình A.2 - Xác định độ đồng đều của bức xạ trong các thiết bị
sử dụng mặt chứa mẫu phẳng**

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 Khác 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 giả 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: Việc đo mức 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 biệt giữa phân bố quang phổ của nguồn sáng phòng thử nghiệm và phân bố quang phổ của bức xạ mặt trời**

Các bước sóng ngắn hơn bình thường đôi khi được sử dụng để có được tốc độ hư hại nhanh hơn trong phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo. Đối với phơi ngoài trời, bước sóng cut-on 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 thoái biến 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 miền quang phổ cụ thể gây nên các kiểu thoái biến 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 các tia cực tím 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 sáng này cũng không thể tạo ra những biến đổi mà phơi nhiễm bức xạ mặt trời gây nên. Phơi nhiễm với các nguồn sáng chỉ tạo ra bức xạ tia cực tím 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 Cường độ ánh sáng cao hơn so với cường độ phải chịu trong điều kiện sử dụng thực tế

Trong phơi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm thường sử dụng cường độ ánh sáng cao hơn so với cường độ phải chịu trong điều kiện sử dụng thực tế để thúc đẩy nhanh sự thoái biến. Có hai lý do chính cho việc sử dụng các bức xạ cao bất thường có thể thay đổi cơ chế thoái biến 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 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 hủy 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 thông lượng ánh sáng 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^[4].
- b) Các gốc tự do thường được hình thành trong các vật liệu phơi nhiễm với ánh sáng cực tím. Các phản ứng dẫn đến thoái biến 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 thoái biến. 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, thoái biến không phải là hàm tuyến tính của bức xạ^[5].

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^[6]. 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 mà không có các giai đoạn bóng tối

Phơi nhiễm liên tục với ánh sáng từ nguồn sáng phòng thử nghiệm thường được sử dụng để đạt được sự thoái biến tăng tốc so với điều kiện sử dụng thực tế. Tuy nhiên, liên tục phơi nhiễm với ánh sáng có thể loại trừ các phản ứng quan trọng trong bóng tối xảy ra ở phơi nhiễm ngoài trời hoặc ở điều kiện sử dụng trong nhà, khi có những giai đoạn không có ánh sáng xảy ra đều đặn.

B.4 Nhiệt độ mẫu tương đối cao bất thường so với trong sử dụng thực tế

Nhiệt độ cao hơn so với những nhiệt độ phải chịu trong điều kiện sử dụng thực tế thường được sử dụng để có được sự thoái biến nhanh hơn khi phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo. Một số loại sơn dễ bị thoái biến do tác dụng nhiệt nhiều hơn tác dụng của các yếu tố khác. Phơi nhiễm tại nhiệt độ cao bất thường có thể làm cho vật liệu nhạy cảm với nhiệt có xu hướng ít bền hơn so với vật liệu ít nhạy cảm với nhiệt. Ngoài ra, sự phơi nhiễm của lớp phủ ở nhiệt độ trên nhiệt độ thủy tinh hóa của chúng có thể làm thay đổi đáng kể về cơ chế thoái biến và thứ hạng so với độ phơi nhiễm được tiến hành ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ thủy tinh hóa. Các nhiệt độ (*đo bằng nhiệt kế*) tiêu chuẩn màu đen được sử dụng trong phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo phải được duy trì trong phạm vi hợp lý, thường không cao hơn nhiệt độ (*đo bằng nhiệt kế*) tẩm đen trong 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 bức xạ hồng ngoại lớn. Để không làm các mẫu thử quá nóng, có thể làm 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 trình nhiệt độ khác với các chu trình thấy được trong điều kiện sử dụng thực tế

Các tần suất của chu trình nhiệt độ cao có thể gây ra rạn nứt cơ học hoặc các loại thoái biến khác không thấy khi phơi nhiễm trong điều kiện sử dụng thực tế. Các thiết bị phơi nhiễm phun sương vào mẫu khi bật nguồn sáng có thể tạo ra sự thay đổi nhanh bất thường về nhiệt độ, có thể làm cho sự rạn nứt không xảy ra 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 thoái biến 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 thoái biến 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

Các vật liệu sơn phơi nhiễm ở những nơi ẩm và 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 mưa axit có mặt trong số môi trường bên ngoài có thể có ảnh hưởng đáng kể đến cơ chế và tốc độ thoái biến của một số loại chất dẻo. Nếu những ảnh hưởng này không có trong phong hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo thì cơ chế và thứ hạng ổn định của các vật liệu có thể khác nhau đáng kể so với kết quả trong phơi nhiễm ngoài trời.

Phụ lục C

(tham khảo)

Tiêu chuẩn bức xạ quang phổ mặt trời

C.1 Phổ năng lượng mặt trời quy định tại CIE số 85:1989, Bảng 4^[22] thường được sử dụng làm điểm chuẩn để so sánh bức xạ mặt trời với các bức xạ được tạo ra trong phòng hóa tăng tốc nhân tạo hoặc phơi nhiễm bức xạ tăng tốc nhân tạo. Trong CIE 85:1989, Bảng 4, tổng mức bức xạ mặt trời trong dải 300 nm đến 2 450 nm được đưa ra là 1 090 W/m² đối với một khối không khí tương đối bằng 1, với 1,42 cm nước ngưng tụ và 0,34 cm ozon (đo ở áp suất 1 atm và nhiệt độ 0°C). Bảng C.1 cho thấy tổng mức bức xạ quang phổ tập trung dải rộng đối với bức xạ mặt trời ở các điều kiện khí quyển trong các vùng phổ UV, nhìn thấy và hồng ngoại. Điều này thể hiện mức bức xạ mặt trời tối đa các vật liệu bị chiếu khi phơi nhiễm trên bề mặt ngang ở xích đạo vào gần trưa một ngày trời trong của mùa xuân phân hoặc giữa thu.

Bảng C.1 – Tổng bức xạ quang phổ (tóm tắt từ CIE số 85:1989, Bảng 4)

Bước sóng	Bức xạ	Phần trăm của tổng số	Phần trăm tia cực tím và nhìn thấy
nm	W·m ⁻²	300 nm đến 2450 nm	300 nm đến 800 nm
300-320	4,1	0,4	0,6
320-360	28,5	2,6	4,2
360-400	42,0	3,9	6,2
300-400	74,6	6,8	11,0
400-800	604,2	55,4	89,0
300-800	678,8	62,2	100,0
800-2 450	411,6	37,8	–
300-2 450	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 phòng hóa tăng tốc nhân tạo hoặc nhân tạo phơi nhiễm bức xạ tăng tốc, chẳng hạn như đèn thủy ngân hoặc đèn halogen kim loại, chứa một lượng đáng kể các bức xạ tia cực tím 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 cực tím 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, CIE85, xuất bản năm 1989 có một số nhược điểm: cấp phát 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, trong nhiều năm đã cố gắng tiến hành soát xét CIE85. Cơ sở cho việc soát xét này là các phép đo mới hơn và các mô hình tính toán được cải thiện (mô hình SMARTS2^[7]). CIE85 (Bảng 4) có thể vẫn được sử dụng làm tiêu chuẩn khi được tính toán lại với mô hình SMARTS2^[8].

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] SIMMS, J.A. Acceleration Shift Factor and its Use in Evaluating Weathering Data ((Hệ số chuyển dịch tăng tốc và ứng dụng của nó trong đánh giá dữ liệu phong hóa). Journal of Coatings Technology, 59 (1987), No. 748, pp. 45-53
- [2] ASTM G 156, *Standard Practice for Selecting and Characterizing Weathering Reference Materials Used to Monitor Consistency of Conditions in an Exposure Test* (Tiêu chuẩn thực hành để chọn và đặc trưng hóa mẫu quy chiếu phong hóa sử dụng để giám sát tính nhất quán của các điều kiện trong thử nghiệm phơi nhiễm)
- [3] ISO/TR 19032, *Plastics - Use of polyethylene reference specimens [PERS] for monitoring laboratory and outdoor weathering conditions* (Chất dẻo - Sử dụng các mẫu chuẩn polyetylen(PER) để giám sát điều kiện phong hóa trong phòng thử nghiệm và ngoài trời)
- [4] SCHNABEL, W. *Polymer Degradation: Principles and Practical Applications* (Sự thoái biến của polyme: Các nguyên tắc và ứng dụng thực tiễn). Macmillan Publishing Co., Inc, New York, 1981, pp. 95-100
- [5] GRASSIE, N., SCOTT. G. *Polymer Degradation and Stabilization* (Sự thoái biến ổn và định của polyme). Cambridge University Press, New York, 1985, pp. 75-76
- [6] CLOUGH, R.I., GILLEN, K.T. Physical Techniques for Profiling Heterogeneous Polymer Degradation (Các kỹ thuật vật lý để định hình thoái biến polyme không đồng nhất). In: ACS Symposium Series 280, Polymer Stabilization and Degradation, Peter Klemchuk (ed.), American Chemical Society, Washington, D.C., 1985
- [7] GUEYMARD, C. SMARTS2: A simple Model of the Atmospheric Radiation Transfer of Sunshine: Algorithms and Performance Assessment (Mô hình truyền bức xạ khí quyển đơn giản của ánh sáng mặt trời: Thuật toán và đánh giá hiệu năng). Professional Paper FSEC-PF-270-95, Florida Solar Energy Center, 1679 Clearlake Road. Cocoa, FL, 1995, pp. 32922.
- [8] SCHONLEIN, A. Accelerated Weathering Test of Plastics and Coatings (Thử nghiệm phong hóa tăng tốc chất dẻo và sơn) - New Technologies and Standardization. European Coatings Congress, Nuremberg, Germany, 2009
- [9] TCVN 9761 (ISO 2810), Sơn và vecni – Sự phong hóa tự nhiên của lớp phủ – Phơi mẫu và đánh giá
- [10] TCVN 2101 (ISO 2813), Sơn và vecni – Xác định giá trị độ bóng ở góc 20°, 60° và 85°
- [11] TCVN 2102 (ISO 3668), Sơn và vecni. Xác định màu sắc theo phương pháp so sánh trực quan

- [12] ISO 4628-1, *Paints and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects; and of intensity of uniform changes in appearance – Part 1: General introduction and designation system* (Sơn và vecni – Đánh giá sự thoái biến của sơn – Ký hiệu số lượng và kích thước của khuyết tật, và mức độ thay đổi không đồng nhất về ngoại quan – Phần 1: Giới thiệu chung và hệ thống ký hiệu)
- [13] ISO 4628-2, *Paints and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects; and of intensity of uniform changes in appearance – Part 2: Assessment of degree of blistering* (Sơn và vecni – Đánh giá sự thoái biến của sơn – Ký hiệu số lượng và kích thước của khuyết tật, và mức độ thay đổi không đồng nhất về ngoại quan – Phần 2: Đánh giá mức độ phồng rộp)
- [14] ISO 4628-3, *Paints and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects; and of intensity of uniform changes in appearance – Part 3: Assessment of degree of rusting* (Sơn và vecni – Đánh giá sự thoái biến của sơn – Ký hiệu số lượng và kích thước của khuyết tật, và mức độ thay đổi không đồng nhất về ngoại quan – Phần 3: Đánh giá mức độ gỉ)
- [15] ISO 4628-4, *Paints and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects; and of intensity of uniform changes in appearance – Part 4: Assessment of degree of cracking* (Sơn và vecni – Đánh giá sự thoái biến của sơn – Ký hiệu số lượng và kích thước của khuyết tật, và mức độ thay đổi không đồng nhất về ngoại quan – Phần 4: Đánh giá mức độ rạn nứt)
- [16] ISO 4628-5, *Paints and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects; and of intensity of uniform changes in appearance – Part 5: Assessment of degree of flaking* (Sơn và vecni – Đánh giá sự thoái biến của sơn – Ký hiệu số lượng và kích thước của khuyết tật, và mức độ thay đổi không đồng nhất về ngoại quan – Phần 5: Đánh giá mức độ bong tróc)
- [17] ISO 4628-6, *Paints and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects; and of intensity of uniform changes in appearance – Part 6: Assessment of degree of chalking by tape method* (Sơn và vecni – Đánh giá sự thoái biến của sơn – Ký hiệu số lượng và kích thước của khuyết tật, và mức độ thay đổi không đồng nhất về ngoại quan – Phần 6: Đánh giá mức độ bong rơi bằng phương pháp băng dính)
- [18] ISO 4628-7, *Paints and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects; and of intensity of uniform changes in appearance – Part 7: Assessment of degree of chalking by velvet method* (Sơn và vecni – Đánh giá sự

thoái biến của sơn – Ký hiệu số lượng và kích thước của khuyết tật, và mức độ thay đổi không đồng nhất về ngoại quan – Phần 7: Đánh giá mức độ bong rơi bằng phương pháp nhúng)

- [19] ISO 4628-8, *Paints and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects; and of intensity of uniform changes in appearance – Part 8: Assessment of degree of delamination and corrosion around a scribe or other artificial defect* (Sơn và vecni – Đánh giá sự thoái biến của sơn – Ký hiệu số lượng và kích thước của khuyết tật, và mức độ thay đổi không đồng nhất về ngoại quan – Phần 8: Đánh giá mức độ phân lớp và ăn mòn xung quanh vạch khắc hoặc khuyết tật nhân tạo khác)
- [20] ISO 4628-10, *Paints and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects; and of intensity of uniform changes in appearance – Part 10: Assessment of degree of filiform corrosion* (Sơn và vecni – Đánh giá sự thoái biến của sơn – Ký hiệu số lượng và kích thước của khuyết tật, và mức độ thay đổi không đồng nhất về ngoại quan – Phần 10: Đánh giá về mức độ ăn mòn dạng sợi)
- [21] ISO 11664-4, *Colorimetry – Part 4: CIE 1976 L*a*b* Colour space* (Đo màu – Phần 4: CIE 1976 L*a*b* Màu sắc không gian)
- [22] CIE No.85:1989, *Solar spectral irradiance* (Bức xạ quang phổ mặt trời)