

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

**TCVN 9849-1:2013
ISO 877-1:2009**

Xuất bản lần 1

**CHẤT DẸO – PHƯƠNG PHÁP PHƠI NHIỆM
VỚI BỨC XẠ MẶT TRỜI –
PHẦN 1: HƯỚNG DẪN CHUNG**

*Plastics – Methods of exposure to solar radiation –
Part 1: General guidance*

HÀ NỘI – 2013

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.....	8
5 Thiết bị, dụng cụ.....	9
6 Mẫu thử.....	12
7 Các điều kiện phơi nhiễm của mẫu thử	14
8 Các giai đoạn phơi nhiễm	15
9 Cách tiến hành	16
10 Biểu thị kết quả	18
11 Báo cáo thử nghiệm	19
Phụ lục A (Tham khảo) Phân loại khí hậu	21
Thư mục tài liệu tham khảo	24

Lời nói đầu

TCVN 9849-1:2013 hoàn toàn tương đương với ISO 877-1:2009.

TCVN 9849-1:2013 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 tiêu chuẩn TCVN 9849, chấp nhận bộ tiêu chuẩn ISO 877, gồm các tiêu chuẩn dưới đây có tên chung *Chất dẻo – Phương pháp phơi nhiễm với bức xạ mặt trời*

TCVN 9849-1:2013 (ISO 877-1:2009) *Phần 1: Hướng dẫn chung;*

TCVN 9849-2:2013 (ISO 877-2:2009) *Phần 2: Sự phong hoá trực tiếp và phơi nhiễm sau kính cửa sổ;*

TCVN 9849-3:2013 (ISO 877-3:2009) *Phần 3: Sự phong hoá tăng cường bằng bức xạ mặt trời tập trung.*

Lời giới thiệu

Các phép thử phơi nhiễm ngoài trời của phương pháp được quy định trong ba phần của tiêu chuẩn quốc gia này là cần thiết để đánh giá tính năng của chất dẻo khi được phơi nhiễm với bức xạ mặt trời. Các kết quả của phép thử như vậy được coi là sự biểu thị về sự ảnh hưởng của phơi nhiễm phong hóa trực tiếp [TCVN 9849-2 (ISO 877-2), phương pháp A] hoặc phong hóa gián tiếp thông qua sử dụng bức xạ mặt trời qua kính lọc [TCVN 9849-2 (ISO 877-2), phương pháp B] hoặc bức xạ mặt trời tăng cường [TCVN 9849-3 (ISO 877-3)] theo các phương pháp được mô tả. Các kết quả từ các phép thử được tiến hành theo bất kỳ phần nào của tiêu chuẩn quốc gia này sẽ cho các kết quả khác nhau khi so với các kết quả của các phơi nhiễm lặp lại được tiến hành tại cùng địa điểm nhưng khác nhau về thời gian. Điều này rất quan trọng đối với các vật liệu mà có sự thay đổi đáng kể sau khi phơi nhiễm một năm hoặc dưới một năm. Nhìn chung, kết quả có được từ các phơi nhiễm lặp lại tại cùng địa điểm là cần thiết để xác định dải tính năng của vật liệu được phơi nhiễm với bức xạ mặt trời như được quy định trong tiêu chuẩn này. Do loại khí hậu có thể có ảnh hưởng đáng kể đến tốc độ và kiểu suy giảm, các kết quả phơi nhiễm được tiến hành trong các loại khí hậu khác nhau là cần thiết để mô tả đầy đủ tính bền vững của vật liệu ở ngoài trời. Đối với các phơi nhiễm bức xạ mặt trời tập trung được tiến hành theo TCVN 9849-3 (ISO 877-3), thời gian phơi nhiễm được xác định theo tổng phơi nhiễm bức xạ UV mặt trời do sự biến động theo mùa và hàng năm của bức xạ tia tử ngoại mặt trời.

Hệ gương hội tụ phản chiếu Fresnel của phương pháp được mô tả trong TCVN 9849-3 (ISO 877-3), sử dụng bức xạ mặt trời làm nguồn bức xạ tia tử ngoại, dùng trong thử nghiệm phơi nhiễm ngoài trời tăng tốc của nhiều loại vật liệu dẻo.

Hệ thống phân loại và đặc trưng cho các loại khí hậu ở các khu vực khác nhau trên thế giới được đưa ra trong Phụ lục A.

Phương pháp thử được chọn thường được thiết kế để phơi nhiễm vật liệu trong các điều kiện khắc nghiệt nhất liên quan với bất kỳ khí hậu đặc thù nào. Vì vậy, nên chú ý rằng trong phần lớn trường hợp tính khắc nghiệt của phơi nhiễm trong sử dụng thực tế, thường ít hơn so với tính khắc nghiệt được quy định trong tiêu chuẩn này, và hạn mức cho phép được cân đối phù hợp với các kết quả. Ví dụ, phơi nhiễm thẳng đứng tại góc 90° so với phương ngang thường có ảnh hưởng ít khắc nghiệt hơn lên chất dẻo so với phơi nhiễm theo phương gần như nằm ngang, đặc biệt tại các khu vực nhiệt đới, nơi mặt trời mạnh nhất khi lên cao tới đỉnh.

Các bề mặt hướng về phía cực trái đất bị suy giảm ít hơn nhiều so với các bề mặt hướng về đường xích đạo do chúng ít bị phơi nhiễm với bức xạ mặt trời. Tuy nhiên, sự duy trì ẩm trong khoảng thời gian dài hơn chính là sự khác biệt thực sự so với các vật liệu chịu tác động bởi hơi ẩm hoặc so với các vật liệu dễ bị tác động bởi sự phát triển của vi sinh.

Chất dẻo – Phương pháp phơi nhiễm với bức xạ mặt trời

Phần 1: Hướng dẫn chung

Plastics – Methods of exposure to solar radiation

Part 1: General guidance

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này cung cấp thông tin và hướng dẫn chung về việc lựa chọn và sử dụng các phương pháp phơi nhiễm bức xạ mặt trời được mô tả chi tiết trong các phần tiếp theo của TCVN 9849 (ISO 877). Những phương pháp phơi nhiễm bức xạ mặt trời này có thể áp dụng đối với tất cả các vật liệu dẻo cũng như đối với các sản phẩm và từng phần của sản phẩm.

Tiêu chuẩn này cũng quy định các phương pháp xác định phơi nhiễm bức xạ.

Tiêu chuẩn này không bao gồm sự phong hóa trực tiếp sử dụng thiết bị thử hộp đen, mô phỏng nhiệt độ thực tế sử dụng cao hơn trong một số ứng dụng.

CHÚ THÍCH: ASTM G 7^[1] và ASTM D 4141^[2] mô tả các phép thử phơi nhiễm hộp đen.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết khi 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 bản sửa đổi, bổ sung (nếu có).

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

TCVN 9849-2:2013 (ISO 877-2:2009), *Chất dẻo – Phương pháp phơi nhiễm với bức xạ mặt trời – Phần 2: Sự phong hóa trực tiếp và phơi nhiễm sau kính cửa sổ.*

TCVN 9849-3 (ISO 877-3), *Chất dẻo – Phương pháp phơi nhiễm với bức xạ mặt trời – Phần 3: Sự phong hóa tăng cường bằng bức xạ mặt trời tập trung.*

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.*

ISO 472, *Plastics – Vocabulary (Chất dẻo – Từ vựng).*

TCVN 9849-1:2013

ISO 2818, *Plastics – Preparation of test specimens by machining (Chất dẻo – Chuẩn bị các mẫu thử bằng cách gia công bằng máy)*.

ISO 4582, *Plastics – Determination of changes in colour and variations in properties after exposure to daylight under glass, natural weathering or laboratory light sources (Chất dẻo – Xác định những thay đổi về màu sắc và sự thay đổi về đặc tính sau khi phơi nhiễm ánh sáng ban ngày dưới kính, sự phong hóa tự nhiên hoặc các nguồn sáng phòng thí nghiệm)*.

ISO 4892-1, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 1: General guidance (Chất dẻo – Các phương pháp phơi nhiễm các nguồn sáng phòng thí nghiệm – Phần 1: Hướng dẫn chung)*.

ASTM G 179, *Standard specification for metal black panel and white panel temperature devices for natural weathering tests (Tiêu chuẩn yêu cầu kỹ thuật đối với các thiết bị nhiệt độ bản trắng và bản đen kim loại đối với các thử nghiệm thời tiết tự nhiên)*.

ASTM G 183, *Standard practice for field use of pyranometers, pyrhemometers and UV radiometers (Tiêu chuẩn thực hành đối với việc sử dụng nhật xạ kế, trắc vi kế và thiết bị đo bức xạ UV)*.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa được nêu trong ISO 472 và TCVN 9852 (ISO 9370).

CHÚ THÍCH: ASTM G 113^[3] quy định các thuật ngữ được sử dụng đối với các phơi nhiễm tăng tốc nhân tạo và phong hóa tự nhiên.

4 Nguyên tắc

Các mẫu thử, hoặc nếu được yêu cầu các tấm hoặc các hình dạng khác dùng để cắt thành mẫu thử, được phơi nhiễm với bức xạ mặt trời tự nhiên [TCVN 9849-2 (ISO 877-2), phương pháp A], hoặc bức xạ mặt trời lọc qua kính cửa sổ [TCVN 9849-2 (ISO 877-2), phương pháp B] hoặc bức xạ mặt trời tăng cường sử dụng hệ gương hội tụ phản chiếu Fresnel TCVN 9849-3 (ISO 877-3). Sau giai đoạn phơi nhiễm quy định, mẫu thử được lấy ra khỏi vùng phơi nhiễm và nếu cần xác định tính chất thì kiểm tra các thay đổi liên quan đến các đặc tính quang học, cơ học hoặc các đặc tính cần quan tâm khác. Giai đoạn phơi nhiễm có thể là khoảng thời gian nhất định hoặc có thể được biểu thị theo tổng phơi nhiễm bức xạ nhất định hoặc tổng phơi nhiễm bức xạ UV. Phơi nhiễm bức xạ UV thường được ưa dùng hơn khi mục tiêu chính của phơi nhiễm là nhằm xác định độ bền với bức xạ mặt trời, do nó giảm thiểu ảnh hưởng của các biến đổi trong bức xạ quang phổ liên quan với khí hậu, địa điểm và thời gian.

Các phương tiện thiết bị đo bức xạ và các phương tiện tích hợp để cho phơi nhiễm bức xạ trong một khoảng thời gian, thường được ưu tiên sử dụng.

CHÚ THÍCH 1: Sau khi phơi nhiễm với bức xạ mặt trời, sử dụng các tiêu chuẩn vật lý liên quan đến thay đổi về màu sắc hoặc đặc tính khác để xác định các phơi nhiễm bức xạ. Việc xác định phơi nhiễm bức xạ theo những quy trình này có các chỉ thị độ tin cậy thấp hơn so với xác định bức xạ phơi nhiễm bằng phép đo thực tế bức xạ mặt trời.

Khi so sánh các kết quả phơi nhiễm sử dụng TCVN 9849-2 (ISO 877-2), phương pháp A hoặc B, với TCVN 9849-3 (ISO 877-3), cần phải tính đến sự khác biệt về nhiệt độ mẫu thử, mức độ phơi nhiễm bức xạ tia tử ngoại và sự lắng đọng hơi ẩm. Hơn nữa, khi so sánh TCVN 9849-2 (ISO 877-2), phương pháp B với TCVN 9849-3 (ISO 877-3), kính hoặc vật liệu trong suốt khác được sử dụng làm bộ lọc phải đồng nhất. So sánh các kết quả từ TCVN 9849-3 (ISO 877-3) với các kết quả từ TCVN 9849-2 (ISO 877-2), phương pháp A hoặc B phải được dựa trên các mức phơi nhiễm bức xạ như nhau.

Các điều kiện khí hậu trong quá trình thử nghiệm có thể được theo dõi và báo cáo với các điều kiện phơi nhiễm khác.

Vật liệu tương tự có đặc tính biết trước nên được phơi nhiễm đồng thời với vật liệu thử nghiệm để đối chứng.

Trừ khi có quy định khác, các mẫu thử xác định những thay đổi về màu sắc và đặc tính cơ học được phơi nhiễm trong trạng thái tự nhiên.

TCVN 9849-2 (ISO 877-2), phương pháp B, không bao gồm ảnh hưởng của gió và mưa. Các thiết bị được sử dụng đối với TCVN 9849-3 (ISO 877-3) được trang bị để cung cấp độ ẩm theo hình thức phun nước.

Phơi nhiễm trong khí hậu nóng ẩm và nóng khô thường được sử dụng làm cơ sở chuẩn cho tính bền ngoài trời của các vật liệu dẻo. Thông tin về sự phân loại khí hậu được nêu trong Phụ lục A.

CHÚ THÍCH 2: Thông tin chi tiết hơn về các ảnh hưởng của các loại khí hậu khác nhau và các thông số phơi nhiễm khác nhau đến sự biến động của các kết quả từ phơi nhiễm ngoài trời được quy định trong ASTM G 141^[4].

5 Thiết bị, dụng cụ

5.1 Yêu cầu chung

Dụng cụ phơi mẫu chủ yếu bao gồm một giá thử thích hợp. Giá gác, dụng cụ giữ mẫu thử và các bộ kẹp khác phải được làm bằng các vật liệu trơ không ảnh hưởng đến các kết quả thử nghiệm. Hợp kim nhôm không ăn mòn, thép không gỉ và gốm là những vật liệu thích hợp. Có thể sử dụng gỗ chưa qua xử lý, nhưng có thể bị mục tại những nơi có độ ẩm cao. Không sử dụng gỗ đã qua xử lý bằng chất bảo quản, đồng hoặc hợp kim đồng, kẽm hoặc hợp kim kẽm, sắt hoặc thép không mạ kẽm. Các vật liệu có các đặc tính nhiệt khác nhau có thể tác động đến nhiệt độ bề mặt làm ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm. Trong khu vực xung quanh mẫu thử nghiệm, tốt nhất không

TCVN 9849-1:2013

nên sử dụng đồng hoặc hợp kim đồng, kẽm hoặc hợp kim kẽm, sắt hoặc thép trừ thép không gỉ, kim loại mạ hoặc mạ kẽm hoặc gỗ xẻ khác với những loại nêu ở trên.

Nếu cần có tấm lót để đỡ mẫu thử hoặc để mô phỏng các điều kiện đặc biệt trong thực tế sử dụng, tấm lót phải làm bằng vật liệu trơ. Các mẫu thử cần đỡ để chống võng nhưng tấm lót không được làm tăng nhiệt độ, hoặc yêu cầu không lót "cứng", tốt nhất nên đỡ bằng lưới cáp sợi nhỏ hoặc tấm lót bằng nhôm hoặc thép không gỉ có khe giãn nở. Sử dụng đường kim loại cỡ 16 đến 18 có các khe hở khoảng 12 mm đến 13 mm. Diện tích bề mặt lưới cáp nên có độ hở 60 % đến 70 %.

Đối với các thử nghiệm trên sản phẩm hoàn thiện, bất cứ khi nào có thể, bộ kẹp nên mô phỏng sát với thiết bị được sử dụng trong thực tế.

TCVN 9849-2 (ISO 877-2) đưa ra các yêu cầu cụ thể đối với việc thiết kế giá đỡ dành cho các phơi nhiễm ngoài trời và TCVN 9849-3 (ISO 877-3) đưa ra các yêu cầu cụ thể đối với bộ phận tập trung năng lượng mặt trời.

5.2 Thiết bị, dụng cụ đo các yếu tố khí hậu

5.2.1 Dụng cụ đo phơi nhiễm bức xạ

5.2.1.1 Yêu cầu chung

Tất cả dụng cụ dùng để đo phơi nhiễm bức xạ phải đáp ứng các yêu cầu của TCVN 9852 (ISO 9370) và phải được hiệu chuẩn hàng năm, việc hiệu chuẩn phải có khả năng liên kết chuẩn bức xạ quốc gia/quốc tế. Danh mục được liệt kê dưới đây là các ví dụ về các dụng cụ được sử dụng để đo phơi nhiễm bức xạ.

5.2.1.2 Nhật xạ kế

Nhật xạ kế là một thiết bị đo bức xạ được sử dụng để đo bức xạ mặt trời toàn cầu nếu được lắp nằm ngang, hoặc bức xạ bán cầu nếu được lắp chéo góc. Nhật xạ kế phải đáp ứng hoặc vượt xa các yêu cầu đối với nhật xạ kế loại hai như được quy định trong TCVN 9852 (ISO 9370). Ngoài ra, nhật xạ kế phải được hiệu chuẩn ít nhất mỗi năm một lần, thường xuyên hơn nếu được yêu cầu, sử dụng các yêu cầu về hiệu chuẩn được đưa ra trong TCVN 9852 (ISO 9370).

5.2.1.3 Trực xạ kế

Trực xạ kế là thiết bị đo bức xạ được dùng để đo thành phần trực tiếp của bức xạ mặt trời lên bề mặt vuông góc với các tia mặt trời. Trực xạ kế phải đáp ứng hoặc vượt xa các yêu cầu đối với trực xạ kế loại một như được quy định trong TCVN 9852 (ISO 9370). Ngoài ra, trực xạ kế phải được hiệu chuẩn ít nhất mỗi năm một lần, sử dụng các yêu cầu về hiệu chuẩn được nêu trong TCVN 9852 (ISO 9370).

5.2.1.4 Thiết bị đo tổng bức xạ tia tử ngoại

Khi được sử dụng để xác định các giai đoạn phơi nhiễm, thiết bị đo tổng bức xạ tia tử ngoại phải có một dải đo tiếp nhận tối đa bức xạ trong vùng bước sóng 290 nm đến 400 nm, và phải được hiệu chỉnh theo cosin để thu được bức xạ tia tử ngoại ngoài trời. Thiết bị đo tổng bức xạ tia tử ngoại phải được hiệu chuẩn ít nhất mỗi năm một lần, thường xuyên hơn nếu được yêu cầu, và việc hiệu chuẩn phải có khả năng liên kết chuẩn bức xạ quốc gia/quốc tế.

CHÚ THÍCH: Theo truyền thống, thường dùng thiết bị đo bức xạ UV trong khoảng từ 295 nm đến 385 nm. Sử dụng thiết bị đo bức xạ có dải đo bước sóng khác nhau (ví dụ, thiết bị đo bức xạ có độ nhạy đến 400 nm) có thể cho kết quả các phơi nhiễm bức xạ UV ghi được lên đến 25 % đến 30 % cao hơn phơi nhiễm bức xạ UV được xác định bằng thiết bị đo bức xạ mà chỉ đo đến 385 nm. Xem Phụ lục A của TCVN 9852 (ISO 9370) để biết thêm thông tin về sự khác biệt trong tổng bức xạ UV mặt trời được đo giữa các thiết bị đo tổng bức xạ tia tử ngoại có khác biệt về độ nhạy đối với UV bước sóng dài.

5.2.1.5 Thiết bị đo bức xạ tia tử ngoại dải hẹp (NBUVR)¹⁾

Khi được sử dụng để xác định các giai đoạn phơi nhiễm, NBUVR phải được hiệu chỉnh cosin nếu dùng kết hợp với các phơi nhiễm góc cố định tự nhiên hoặc phơi nhiễm qua kính lọc. Góc tiếp nhận của NBUVR phải vượt quá trường quan sát hiệu dụng của hệ thống gương nếu được sử dụng cùng với các thiết bị dùng cho các phơi nhiễm bức xạ mặt trời tăng cường theo TCVN 9849-3 (ISO 877-3). Trong mỗi trường hợp, chúng đều phải được hiệu chuẩn ít nhất sáu tháng một lần, hoặc thường xuyên hơn nếu được yêu cầu nhằm đảm bảo tính ổn định của các thông số không đổi của dụng cụ.

5.2.2 Các dụng cụ đo khí hậu khác

Thiết bị đo dùng để đo nhiệt độ không khí, nhiệt độ mẫu, độ ẩm tương đối, lượng mưa, thời gian ẩm, giờ chiếu sáng, nhiệt độ tiêu chuẩn trắng hoặc đen, nhiệt độ bản trắng hoặc đen phải phù hợp đối với phương pháp phơi nhiễm được sử dụng và phải được thỏa thuận giữa các bên liên quan. Trừ khi có quy định khác, nếu phép đo nhiệt độ bản trắng hoặc đen được yêu cầu, các bản phải được lắp đặt, hiệu chuẩn và bảo dưỡng theo ASTM G 179. Trừ khi có quy định khác, nếu phép đo nhiệt độ tiêu chuẩn trắng hoặc đen được yêu cầu, các bản phải được lắp đặt và bảo dưỡng theo ISO 4892-1.

CHÚ THÍCH 1: Phép đo quan hệ độ ẩm theo thời gian thường được thực hiện theo các phương pháp sử dụng các pin galvanic hoặc các dụng cụ điện khác. ASTM G 84^[5] mô tả quy trình đo thời gian ẩm bằng thiết bị pin galvanic nhỏ. Cảm biến đo thời gian này đã không còn được một số nhà cung cấp thiết bị chính liên quan đến các thử nghiệm phong hóa ngoài trời sử dụng do các kết quả không phù hợp.

CHÚ THÍCH 2: Tại thời điểm công bố ISO 877-1:2009, không có kỹ thuật hiệu chuẩn được tiêu chuẩn hóa nào được chấp nhận đối với nhiệt kế tiêu chuẩn trắng hoặc đen sử dụng ngoài trời.

¹⁾ Narrow-band ultraviolet radiometers

CHÚ THÍCH 3: Có thể sử dụng nhiệt kế tiêu chuẩn đen hoặc nhiệt kế bản đen. Nếu sử dụng nhiệt kế tiêu chuẩn đen, nhiệt độ được biểu thị sẽ cao hơn nhiệt độ được biểu thị bởi nhiệt kế bản đen ở các điều kiện phơi nhiễm điển hình.

6 Mẫu thử

6.1 Phương thức, hình dạng và chuẩn bị

Các 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. Vì vậy, phương pháp được sử dụng để chuẩn bị mẫu thử phải được thỏa thuận giữa các bên liên quan. Tốt nhất nên liên quan chặt chẽ với phương pháp thường được sử dụng để gia công vật liệu dành cho các ứng dụng điển hình. Mô tả đầy đủ phương pháp được sử dụng để chuẩn bị mẫu thử phải có trong báo cáo thử nghiệm.

Kích thước của mẫu thử thường là những giá trị được quy định cụ thể trong phương pháp thử thích hợp đối với đặc tính hoặc các đặc tính được đo sau khi phơi nhiễm. Khi cần xác định ứng xử của một loại vật phẩm cụ thể, chính vật phẩm đó phải được phơi nhiễm bất cứ khi nào có thể.

Nếu vật liệu được thử nghiệm là loại polyme đở khuôn hoặc đùn dưới dạng các hạt nhỏ, dạng vảy, dạng viên hoặc một số trạng thái thô khác, các mẫu thử để phơi nhiễm phải được cắt từ tấm được chế tạo từ vật liệu ở trạng thái thô bằng phương pháp thích hợp. Hình dạng và kích thước chính xác của mẫu thử sẽ được xác định bằng quy trình thử nghiệm cụ thể dùng để đo một hay các đặc tính cần quan tâm. Các quy trình được sử dụng để gia công bằng máy hoặc cắt các mẫu thử riêng lẻ từ tấm hoặc vật phẩm lớn hơn có thể ảnh hưởng đến các kết quả đo đặc tính và do đó ảnh hưởng đến độ bền biểu kiến của mẫu thử. Đối với việc chuẩn bị mẫu thử, các quy trình được mô tả trong ISO 293, ISO 294-1, ISO 294-2 và ISO 294-3, ISO 295, ISO 2557-1 và ISO 3167 là hoàn toàn phù hợp.

Trong một số trường hợp, các mẫu thử riêng lẻ dùng để đo đặc tính có thể được cắt từ mẫu thử lớn hơn đã được phơi nhiễm. Ví dụ, các vật liệu bị tách lớp tại các cạnh có thể được phơi nhiễm dưới dạng các tấm lớn hơn và các mẫu thử riêng lẻ được cắt ra từ tấm này sau khi phơi nhiễm. Bất kỳ thao tác cắt hoặc gia công bằng máy đều có ảnh hưởng lớn hơn đến các đặc tính của các mẫu thử riêng lẻ khi các mẫu thử được cắt từ một tấm lớn sau khi phơi nhiễm. Điều này đặc biệt đúng đối với các vật liệu trở nên dễ vỡ do phơi nhiễm. Tuân theo các quy trình được mô tả trong ISO 2818 đối với việc chuẩn bị mẫu thử bằng cách gia công bằng máy. Không cắt mẫu thử từ mẫu thử lớn hơn đã được phơi nhiễm trừ khi quy trình chuẩn bị này được yêu cầu trong yêu cầu kỹ thuật hoặc tiêu chuẩn phải tuân theo.

Khi cắt mẫu thử từ tấm hoặc vật phẩm lớn hơn đã phơi nhiễm, nên lấy từ vùng cách ít nhất 20 mm tính từ dụng cụ kẹp hoặc tính từ các cạnh mẫu thử đã phơi nhiễm. Trong mọi trường hợp, phải loại bỏ vật liệu bất kỳ khỏi bề mặt đã phơi nhiễm trong suốt quá trình chuẩn bị mẫu thử.

Khi so sánh các vật liệu trong phép thử phơi nhiễm, sử dụng các mẫu thử có kích thước và diện tích phơi nhiễm tương tự.

Ghi nhãn phép thử và mẫu đối chứng bằng cách đánh dấu vĩnh cửu trong quá trình phơi nhiễm và không làm ảnh hưởng đến phép đo các đặc tính cần thiết. Hướng dẫn được nêu trong ASTM G147^[6].

Không được chạm vào bề mặt phơi nhiễm của mẫu thử hoặc các chi tiết quang học của dụng cụ phơi mẫu do mồ hôi hay dầu mỡ dính vào có thể hoạt động như chất hấp thụ UV hoặc chứa các tạp chất ảnh hưởng đến sự suy giảm của mẫu thử.

6.2 Số lượng mẫu thử

Số lượng mẫu thử đối với từng bộ điều kiện thử hoặc đối với mỗi giai đoạn phơi nhiễm phải được quy định trong phương pháp thử phù hợp đối với đặc tính hoặc các đặc tính được đo sau khi phơi nhiễm. Tuy nhiên, đối với việc xác định các đặc tính cơ học, số lượng mẫu thử được phơi nhiễm nên gấp hai lần số được yêu cầu theo tiêu chuẩn liên quan (do độ lệch chuẩn lớn xảy ra khi đo các đặc tính cơ học của các vật liệu "bị phong hóa").

Nếu phương pháp thử dùng cho đo đặc tính không quy định số lượng mẫu thử được phơi nhiễm, nên chuẩn bị tối thiểu ba mẫu thử như nhau cho từng mẫu vật liệu đối với mỗi giai đoạn phơi nhiễm.

Khi thử nghiệm phá hủy được dùng để xác định các đặc tính đang được xác định, tổng số mẫu thử cần thiết sẽ được xác định bởi số giai đoạn phơi nhiễm đã sử dụng và các mẫu lưu không phơi nhiễm cũng được thử nghiệm tại cùng thời điểm với mẫu phơi nhiễm.

Tốt nhất nên đưa vào cùng mỗi thử nghiệm phơi nhiễm các mẫu chuẩn có độ bền biết trước. Thậm chí các mẫu chuẩn có độ bền tương đối tốt và tương đối kém đều được sử dụng. Số lượng mẫu thử thuộc mẫu chuẩn tốt nhất nên bằng số lượng mẫu thử nghiệm được sử dụng đối với các vật liệu thử nghiệm.

Khi thực hiện so sánh các địa điểm với nhau, các bên liên quan cần phải thỏa thuận về các vật liệu sẽ được sử dụng để so sánh.

6.3 Ổn định và bảo quản

Nếu mẫu thử nghiệm và/hoặc mẫu đối chứng được cắt hoặc gia công bằng máy từ mẫu lớn hơn, chúng phải được ổn định ngay sau khi gia công, theo TCVN 9848 (ISO 291). Trong một số trường hợp, có thể ổn định trước các tấm trước khi cắt hoặc gia công bằng máy để tạo thuận lợi cho việc chuẩn bị mẫu thử.

Khi sử dụng phép thử để đánh giá các đặc tính cơ học của các vật liệu được phơi nhiễm, mẫu thử phải được ổn định một cách thích hợp trước khi thực hiện tất cả các phép đo đặc tính. Sử dụng các điều kiện được mô tả trong TCVN 9848 (ISO 291). Tính chất của một số loại chất dẻo rất nhạy cảm với hàm lượng ẩm và thời gian ổn định có thể phải dài hơn thời gian được quy định trong TCVN 9848 (ISO 291), đặc biệt ở những nơi mẫu thử được phơi nhiễm với khí hậu khắc nghiệt.

TCVN 9849-1:2013

Các mẫu lưu phải được bảo quản trong bóng tối dưới các điều kiện phòng thử nghiệm thông thường, tốt nhất là một trong những môi trường tiêu chuẩn được quy định trong TCVN 9848 (ISO 291).

Một số vật liệu sẽ đổi màu trong quá trình lưu giữ trong bóng tối, đặc biệt sau khi bị phong hóa. Điều quan trọng là phép đo màu hoặc so sánh bằng mắt nên được thực hiện ngay sau khi bề mặt phơi nhiễm vừa khô.

Nếu các bên liên quan đạt được thỏa thuận, mẫu thử có thể được lưu giữ tại nhiệt độ thấp hơn để tránh các phản ứng trong bóng tối. Đánh giá mẫu thử tại một số khoảng thời gian sau phơi nhiễm sẽ cung cấp thông tin về những thay đổi bất kỳ liên quan đến màu sắc hoặc đặc tính khác sau khi mẫu thử đã được lấy khỏi vùng phơi nhiễm.

7 Các điều kiện phơi nhiễm của mẫu thử

7.1 Các loại khí hậu

Có một số các loại hình khí hậu khác nhau mà trong đó chất dẻo có thể được sử dụng. Khí hậu nhìn chung được chia thành sáu loại và vài kiểu cho mỗi loại. Phụ lục A cung cấp danh mục hệ thống phân loại khí hậu thường được sử dụng. Sự khác nhau đáng kể về tốc độ và/hoặc kiểu suy giảm có thể được biết khi chất dẻo được phơi nhiễm trong các kiểu loại khí hậu khác nhau. Phơi nhiễm chất dẻo trong môi trường khí hậu nóng/ẩm và nóng/khô có mức độ bức xạ mặt trời cao thường được tiến hành để có được các chỉ số về độ bền nhanh nhất.

7.2 Các kiểu phơi nhiễm được sử dụng đối với mẫu thử

Trừ khi có quy định khác, các mẫu thử phải được phơi nhiễm trong trạng thái tự nhiên. Nếu mẫu thử phơi nhiễm có biến dạng dưới áp lực, quy trình chính xác được sử dụng đối với ứng dụng sức căng phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

Hai kiểu phơi nhiễm thường được sử dụng đối với chất dẻo:

- a) Phơi nhiễm tự do – mẫu thử được gắn vào giá thử hoặc vào khung sao cho dòng không khí tự do luân chuyển với mặt trước và mặt sau của mẫu thử. Trong phơi nhiễm này, mẫu thử bị tác động thời tiết ở tất cả các mặt. Nếu mẫu thử cần hỗ trợ bổ sung để tránh vắn xoắn hoặc biến dạng trong quá trình thử nghiệm, chúng có thể được đặt trên lưới thép.
- b) Phơi nhiễm có lót dưới – mẫu thử được gắn vào tấm lót cứng để phơi nhiễm. Khi những phơi nhiễm này được sử dụng, vật liệu lót dưới phải là tấm gỗ dán. Độ dày của tấm gỗ dán và loại lớp phủ được sử dụng phải được thỏa thuận giữa tất cả các bên liên quan và phải được báo cáo. Nhiệt độ mẫu thử tối đa sẽ cao hơn khi phơi nhiễm có lót dưới được sử dụng.

Nếu không quy định kiểu loại phơi nhiễm thì sử dụng phơi nhiễm tự do. Các điều kiện thử nghiệm cụ thể sẽ phụ thuộc vào phương pháp cụ thể được lựa chọn. Tham khảo trực tiếp phần thích hợp của tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH: Lót dưới hoặc giá đỡ nói chung có thể ảnh hưởng đáng kể đến nhiệt độ mẫu thử phơi nhiễm do việc lót dưới ảnh hưởng đến sự cách nhiệt lên mặt không bị phơi nhiễm của mẫu thử. Nếu mẫu thử được gắn vào phần nhỏ của vật liệu lót dưới, nhiệt độ tối đa có thể thấp hơn so với khi mẫu thử được gắn vào tấm lớn của vật liệu lót dưới.

Trong trường hợp dự định sử dụng của vật liệu cho thấy cần phải cân nhắc việc phơi nhiễm khi tiếp xúc trực tiếp với vật liệu lót nhất định, thử nghiệm có thể được sửa đổi để tính đến điều này.

8 Các giai đoạn phơi nhiễm

8.1 Xem xét chung

Lượng thay đổi trong vật liệu sẽ khác nhau giữa các phơi nhiễm lặp lại được tiến hành với cùng giai đoạn phơi nhiễm tại cùng địa điểm. Các kết quả từ những phơi nhiễm được tiến hành tại thời điểm khác nhau trên cùng địa điểm nhằm chỉ ra lượng thay đổi điển hình được tạo ra khi thực hiện phơi nhiễm trong một giai đoạn xác định tại một địa điểm cụ thể. Lượng thay đổi trong vật liệu có cùng giai đoạn phơi nhiễm cũng có thể khác nhau giữa các địa điểm có loại khí hậu tương tự. Lượng thay đổi trong vật liệu cho thấy sự khác biệt lớn giữa các địa điểm có khí hậu khác nhau. Kết quả từ các phơi nhiễm thực hiện trong các loại khí hậu khác nhau có thể mô tả đầy đủ tính bền của vật liệu dẻo hoặc sản phẩm.

Các giai đoạn phơi nhiễm mà trong đó có những thay đổi về đặc tính của mẫu thử đã xác định, được quy định bằng một trong những quy trình sau.

8.2 Thời gian phơi nhiễm

Các giai đoạn phơi nhiễm có thể được quy định dưới dạng tổng thời gian theo ngày, tuần, tháng hoặc năm.

8.3 Phơi nhiễm bức xạ mặt trời

8.3.1 Tầm quan trọng

Do lượng bức xạ mặt trời là một trong những yếu tố quan trọng nhất gây suy giảm chất dẻo trong quá trình phơi mẫu phong hóa, nên các giai đoạn suy giảm có thể được xác định tương ứng với lượng bức xạ mẫu nhận được trong khi phơi. Tổng bức xạ mặt trời hoặc tổng bức xạ tia tử ngoại mặt trời nên được đo và báo cáo đối với từng giai đoạn phơi nhiễm, thậm chí nếu tổng phơi nhiễm bức xạ mặt trời không được sử dụng để xác định giai đoạn phơi nhiễm.

8.3.2 Phép đo phơi nhiễm bức xạ mặt trời bằng thiết bị

8.3.2.1 Yêu cầu chung

Phép đo bức xạ mặt trời được sử dụng để xác định tổng phơi nhiễm bức xạ mặt trời, phơi nhiễm bức xạ tia tử ngoại mặt trời phổ rộng hoặc phơi nhiễm bức xạ tia tử ngoại mặt trời trong phổ hẹp phải được thực hiện theo TCVN 9852 (ISO 9370) và ASTM G 183.

8.3.2.2 Tổng phơi nhiễm bức xạ mặt trời

Phơi nhiễm tổng bức xạ mặt trời được biểu thị bằng MJ/m^2 và bao gồm bức xạ từ UV, bước sóng nhìn thấy và hồng ngoại.

8.3.2.3 Phơi nhiễm bức xạ trong dải sóng xác định

Tổng phơi nhiễm bức xạ mặt trời bao gồm tất cả phần hồng ngoại của bức xạ mặt trời cùng với bước sóng nhìn thấy và tia tử ngoại. Do bức xạ hồng ngoại không có tác động quang hóa trực tiếp đối với sự phong hóa chất dẻo (mặc dù nó có thể tác động đến nhiệt độ của mẫu thử phơi nhiễm), nó có thể hữu ích để giới hạn các phép đo bức xạ mặt trời đối với vùng bước sóng UV gây hoạt tính quang hóa.

Bức xạ tia tử ngoại mặt trời có thể được đo bằng thiết bị đo bức xạ phổ rộng chủ yếu đo vùng UV trong khoảng 290 nm đến 400 nm (J/m^2). Các giai đoạn phơi nhiễm cũng có thể được xác định theo bức xạ tia tử ngoại được xác định trong một phổ hẹp [ví dụ 340 nm, $\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{nm})$].

CHÚ THÍCH: Một trong những thiết bị đo bức xạ UV phổ rộng thường được sử dụng phổ biến nhất để đo bước sóng từ 295 nm đến 385 nm. Các thiết bị đo bức xạ khác đo trong phổ hơi khác biệt sẽ mang lại phép đo khác nhau của tổng bức xạ tia tử ngoại mặt trời. TCVN 9852 (ISO 9370) đưa ra thông tin chi tiết về những khác biệt này.

Các phơi nhiễm bức xạ UV mặt trời được biểu thị theo J/m^2 và bao gồm dải phổ mà trong đó bức xạ tia tử ngoại được đo.

9 Cách tiến hành

9.1 Lắp mẫu thử

Lắp mẫu vào giá thử, hoặc bằng bộ kẹp thích hợp, sử dụng các vật liệu kẹp hoặc giá có tính trợ phụ thuộc vào loại phơi nhiễm được mô tả trong 7.2. Đảm bảo có đủ không gian giữa các điểm gắn với giá hoặc khung thử sao cho vùng được phơi nhiễm có đủ kích thước cần thiết để tiến hành được các thử nghiệm quang học hoặc cơ học. Đảm bảo các mẫu thử cho các thử nghiệm cơ học phải được gắn chắc chắn, ví dụ đối với phần rãnh và gờ. Đảm bảo rằng phương pháp lắp đặt không gây ra ứng suất đáng kể đối với mẫu thử.

Nên chuẩn bị kế hoạch, biểu đồ hoặc hình ảnh của các vị trí lắp đặt và lưu giữ để tham khảo trong tương lai.

Nếu được yêu cầu, một phần của từng mẫu thử có thể được bao phủ bằng vật chắn sáng bền với thời tiết trong quá trình phơi nhiễm để tạo ra một vùng được che phủ, không bị phơi nhiễm gần kề với khu vực phơi nhiễm nhằm mục đích so sánh. Quy trình này hữu ích đối với việc kiểm tra tiến độ của sự phơi nhiễm, nhưng dữ liệu được báo cáo luôn phải được dựa trên sự so sánh với các mẫu lưu không bị phơi nhiễm đang được bảo quản để có được sự xác định rõ ràng về thay đổi màu sắc được hình thành do phơi nhiễm.

Các chi tiết của việc lắp ghép mẫu thử cho các phương pháp được đưa ra trong TCVN 9849-2 (ISO 877-2) và TCVN 9849-3 (ISO 877-3) được nêu trong tài liệu liên quan.

CHÚ THÍCH: Rất có ích khi phơi các mẫu chuẩn có tính năng đã được biết tại thời điểm cùng với các vật liệu thử nghiệm để tính năng của vật liệu thử nghiệm có thể được xếp loại dựa trên tính năng của các vật liệu có độ bền đã biết.

9.2 Lắp các mẫu chuẩn

Trừ khi có quy định khác, nếu sử dụng mẫu chuẩn thì chúng cần được lắp đặt giống như cách lắp mẫu thử nghiệm. Lắp đặt các mẫu chuẩn càng gần mẫu thử nghiệm càng tốt.

CHÚ THÍCH: Về mặt lịch sử, các chuẩn len nhuộm màu xanh đã được nghiên cứu để thử nghiệm độ bền màu của nguyên liệu dệt đã được sử dụng trong thử nghiệm cho chất dẻo. Ghi nhận rõ ràng rằng phương pháp này có những hạn chế lớn khi được sử dụng để xác định các giai đoạn phơi nhiễm đối với chất dẻo.

9.3 Các quan sát về khí hậu

Nếu được yêu cầu, duy trì ghi chép về tất cả các điều kiện và sự thay đổi khí hậu có thể ảnh hưởng đến kết quả phơi nhiễm (xem 10.3).

9.4 Phơi nhiễm mẫu thử

Trừ khi có quy định khác, không rửa mẫu thử trong quá trình phơi nhiễm. Nếu yêu cầu phải rửa, sử dụng nước cất hoặc nước có độ tinh khiết tương đương và chú ý không làm tổn hại bề mặt bị phong hóa bằng cách cọ xát hoặc cách khác.

Thực hiện việc kiểm tra và bảo trì thường xuyên vị trí phơi mẫu để định vị lại mẫu thử bị lỏng, ghi lại điều kiện tổng quát của mẫu thử và sửa chữa những hư hại hoặc hỏng hóc của thiết bị, đặc biệt là sau các trận bão.

Các chi tiết phơi nhiễm mẫu thử theo các phương pháp được đưa ra trong TCVN 9849-2 (ISO 877-2) và TCVN 9849-3 (ISO 877-3) được quy định trong tài liệu liên quan.

9.5 Xác định các thay đổi về đặc tính, nếu được yêu cầu

Phơi nhiễm mẫu thử theo thời gian yêu cầu và sau đó lấy mẫu ra khỏi bộ kẹp để xác định các thay đổi về hình dáng, màu sắc, trọng lượng hoặc các đặc tính vật lý khác theo ISO 4582 hoặc tiêu chuẩn liên quan khác.

Thực hiện các phép thử sau khi phơi nhiễm càng sớm càng tốt, phù hợp với thời gian cần thiết để ổn định và ghi lại khoảng thời gian kể từ lúc kết thúc phơi nhiễm cho tới khi bắt đầu thử nghiệm.

Xem xét liệu giá trị của chương trình phơi nhiễm/thử nghiệm sẽ được gia tăng bằng cách điều chỉnh thời gian rút mẫu thử tiếp theo dựa trên các kết quả từ những lần phơi nhiễm trước của cùng vật liệu hoặc vật liệu tương tự.

10 Biểu thị kết quả

10.1 Xác định các thay đổi về đặc tính

Nếu các thay đổi về một đặc tính hoặc các đặc tính được yêu cầu, tốt nhất chúng được biểu thị theo các quy trình ISO và các phương pháp thử (xem ISO 4582).

10.2 Các mức độ (giá trị) của các giai đoạn phơi nhiễm

Các giai đoạn phơi nhiễm phải được biểu thị theo ít nhất một trong các cách thức sau (xem Điều 8):

- a) tổng phơi nhiễm bức xạ tia tử ngoại mặt trời, được biểu thị bằng mega jun trên mét vuông;
- b) tổng phơi nhiễm bức xạ mặt trời, được biểu thị bằng mega jun trên mét vuông;
- c) nếu được yêu cầu, là phơi nhiễm bức xạ trong phạm vi bước sóng xác định, được biểu thị bằng jun trên mét vuông;
- d) thời gian trôi qua (tuần, tháng hoặc năm khi thích hợp).

Đối với việc xác định các mức độ phơi nhiễm khi sử dụng hệ gương hội tụ phản chiếu Fresnel, tham khảo TCVN 9849-3 (ISO 877-3).

10.3 Các điều kiện khí hậu

Một số quan sát khí hậu khác nhau có thể được sử dụng để mô tả các điều kiện trong quá trình phơi nhiễm. Một phần danh mục các quan sát này như sau:

a) Nhiệt độ

- Giá trị trung bình hàng tháng của trị số cực đại hàng ngày;
- Giá trị trung bình hàng tháng của trị số cực tiểu hàng ngày;
- Giá trị trung bình hàng tháng của nhiệt độ trung bình hàng ngày;
- Trị số lớn nhất và nhỏ nhất hàng tháng.

b) Độ ẩm tương đối

- Giá trị trung bình hàng tháng của trị số cực đại hàng ngày;
- Giá trị trung bình hàng tháng của trị số cực tiểu hàng ngày;
- Giá trị trung bình hàng tháng của độ ẩm tương đối trung bình hàng ngày;
- Biên độ hàng tháng

c) Lượng mưa

- Tổng khối lượng mưa hàng tháng, tính bằng milimet

d) Thời gian ẩm

- Tổng thời gian ẩm hàng tháng, tính bằng giờ

e) Các quan sát khác

Các quan sát khác cũng cần được ghi lại như tốc độ gió và hướng gió, phạm vi ảnh hưởng và bản chất của bất kỳ sự ô nhiễm không khí nào, tổng phơi nhiễm bức xạ tia tử ngoại (nếu được đo) và bất kỳ hình thái địa phương đặc biệt nào.

11 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải bao gồm thông tin sau:

a) Chi tiết mẫu, như được cá nhân hoặc đơn vị yêu cầu thử nghiệm cung cấp:

- 1) Mô tả đầy đủ mẫu và nguồn gốc mẫu;
- 2) Các chi tiết về cách tạo hợp chất, kể cả thời gian đóng rắn và nhiệt độ, nếu có;

b) Phương pháp chuẩn bị mẫu thử;**c) Phương pháp phơi nhiễm được sử dụng phương pháp A hoặc B (TCVN 9849-2 (ISO 877-2), hoặc TCVN 9849-3 (ISO 877-3));****d) Các chi tiết phơi nhiễm:**

- 1) Hướng phơi nhiễm (ví dụ hướng nghiêng và phương vị);
- 2) Địa điểm và, nếu được yêu cầu, các chi tiết bổ sung về địa điểm phơi nhiễm như vĩ độ, kinh độ và cao độ;
- 3) Nếu được yêu cầu, loại khí hậu (tham khảo Phụ lục A để biết thêm thông tin chi tiết);
- 4) Bản chất của tấm che, đồ lắp ghép và giá đỡ phía sau, nếu được sử dụng;
- 5) Quy trình được sử dụng để xác định các giai đoạn phơi nhiễm, như được yêu cầu bởi người hoặc đơn vị yêu cầu thử nghiệm;

TCVN 9849-1:2013

- 6) Tổng phơi nhiễm bức xạ mặt trời, được đo theo TCVN 9852 (ISO 9370), nếu được yêu cầu;
 - 7) Các chi tiết của chu trình phun nước và các quy trình được sử dụng đối với việc kiểm soát chiếu xạ và/hoặc nhiệt độ (những điều này chỉ có thể được áp dụng đối với TCVN 9849-3 (ISO 877-3), phải cung cấp thông tin chi tiết về việc báo cáo các thông tin này), nếu được yêu cầu;
 - 8) Các chi tiết về rửa mẫu thử, nếu có;
- e) Kết quả thử nghiệm:
- 1) Các giai đoạn phơi nhiễm được sử dụng, khoảng thời gian chênh lệch tương ứng kể từ lúc lấy mẫu thử khỏi phơi nhiễm đến khi có bất kỳ phép đo đặc tính nào được thực hiện và, nếu mẫu thử được phơi nhiễm lại, cần ghi lại tổng thời gian từ lúc lấy mẫu khỏi phơi nhiễm đến khi mẫu thử được mang trở lại để phơi nhiễm;
 - 2) Dữ liệu khí hậu;
 - 3) Các kết quả, được thể hiện như yêu cầu trong ISO 4582;
- f) Ngày thử nghiệm.

Phụ lục A

(Tham khảo)

Phân loại khí hậu

Hệ thống được công nhận rộng rãi nhất đối với việc xác định và phân loại các loại khí hậu được dựa trên công trình nghiên cứu của nhà khí hậu học người Đức Wladimir Koppen, người đã giới thiệu hệ thống phân loại này năm 1928 và công bố các bản sửa đổi và bổ sung cho đến khi ông qua đời vào năm 1940. Hệ thống phân loại của Koppen khởi đầu được xây dựng dành cho thực vật và đã được một số nhà nghiên cứu chỉnh sửa, tuy nhiên bản sửa đổi thông dụng nhất hiện nay được thực hiện bởi Glenn Trewartha thuộc trường Đại học Wisconsin ở Hoa Kỳ. Bản chi tiết sửa đổi của Trewartha về phân loại khí hậu của Koppen được mô tả tại tài liệu tham khảo [7]. Trong hệ thống này, khí hậu được phân loại thành sáu loại cơ bản. Trong phạm vi mỗi loại cơ bản này, có một số tiểu vùng khí hậu khác nhau dựa trên nhiệt độ và lượng mưa. Những thông tin này được mô tả trong Bảng A.1.

Bảng A.1 – Phân loại và mô tả khí hậu

Loại khí hậu	Tên vùng khí hậu	Tiểu vùng khí hậu	Tên vùng khí hậu/tiểu vùng khí hậu	Mô tả chung	Nhiệt độ trung bình
A	Nhiệt đới ẩm	Af	Nhiệt đới ẩm ướt	Không có mùa khô	> 17 °C quanh năm
		Am	Nhiệt đới gió mùa	Mùa khô ngắn; mưa gió mùa lớn vào các tháng khác	
		Aw	Nhiệt đới thảo nguyên	Mùa đông khô ráo	
B	Khô	BWh	Tiểu nhiệt đới sa mạc	Sa mạc vĩ độ thấp	Không áp dụng (đối với khí hậu loại B, bốc hơi vượt quá lượng mưa). Nhiệt độ của khí hậu loại B được chỉ ra bằng chữ cái thứ ba. Chữ "h" được sử dụng cho khí hậu nơi tháng lạnh nhất có nhiệt độ trung bình lớn hơn 0 °C. "k" chỉ ra rằng ít nhất một tháng có nhiệt độ trung bình nhỏ hơn 0°C.
		BSh	Tiểu nhiệt đới thảo nguyên	Khô vĩ độ thấp	
		BWk	Vĩ độ giữa sa mạc	Sa mạc vĩ độ giữa	
		BSk	Vĩ độ giữa thảo nguyên	Khô vĩ độ giữa	

Bảng A.1 – (tiếp theo)

Loại khí hậu	Tên vùng khí hậu	Tiểu vùng khí hậu	Tên vùng khí hậu/tiểu vùng khí hậu	Mô tả chung	Nhiệt độ trung bình
C	Ôn hòa vĩ độ giữa	Csa	Địa trung hải	Ôn hòa và khô, mùa hè nóng	> 9 °C đối với 8-12 tháng của năm
		Csb	Địa trung hải	Ôn hòa và khô, mùa hè ẩm	
		Cfa	Âm tiểu nhiệt đới	Ôn hòa và không có mùa khô, mùa hè nóng	
		Cwa	Âm tiểu nhiệt đới	Ôn hòa và mùa đông khô, mùa hè nóng	
		Cfb	Duyên hải phía tây	Ôn hòa và không có mùa khô, mùa hè ẩm	
		Cfc	Duyên hải phía tây	Ôn hòa và không có mùa khô, mùa hè mát	
D	Khắc nghiệt vĩ độ giữa	Dfa	Âm lục địa	Mùa đông ẩm và khắc nghiệt, không có mùa khô, mùa hè nóng	> 9 °C đối với 4-7 tháng của năm
		Dfb	Âm lục địa	Mùa đông ẩm và khắc nghiệt, không có mùa khô, mùa hè ẩm	
		Dwa	Âm lục địa	Âm và khắc nghiệt, mùa đông khô, mùa hè nóng	
		Dwb	Âm lục địa	Âm và khắc nghiệt, mùa đông khô, mùa hè ẩm	
		Dfc	Cận Bắc cực	Mùa đông khắc nghiệt, không có mùa khô, mùa hè mát	> 9 °C đối với 1-3 tháng của năm
		Dfd	Cận Bắc cực	Mùa đông rất lạnh, khắc nghiệt, không có mùa khô, mùa hè mát	
		Dwc	Cận Bắc cực	Mùa đông khô, khắc nghiệt, mùa hè mát	
		Dwd	Cận Bắc cực	Mùa đông khô và rất lạnh, khắc nghiệt, mùa hè mát	

Bảng A.1 – (kết thúc)

Loại khí hậu	Tên vùng khí hậu	Tiểu vùng khí hậu	Tên vùng khí hậu/tiểu vùng khí hậu	Mô tả chung	Nhiệt độ trung bình
E	Vùng cực	ET	Lãnh nguyên	Lãnh nguyên vùng cực, không có mùa hè thực sự	Không có tháng nào có nhiệt độ trung bình > 9 °C
		EF	Chòm băng	Băng vĩnh cửu	
H	Cao nguyên vô định hình	H	Cao nguyên vô định hình	Cao độ cao	Không áp dụng

CHÚ THÍCH: Phân loại khí hậu đối với hai khí hậu chuẩn được sử dụng cho các thử nghiệm phơi nhiễm trên chất dẻo là Aw cho Nam Florida và BWh cho giữa sa mạc Arizona.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ASTM G 7, *Standard Practice for Atmospheric Environmental Exposure Testing of Nonmetallic Materials* (Tiêu chuẩn thực hành đối với thử nghiệm phơi nhiễm môi trường khí quyển của vật liệu phi kim loại)
- [2] ASTM D 4141, *Standard Practice for Conducting Black Box and Solar Concentrating Exposures of Coatings* (Tiêu chuẩn thực hành đối với việc thực hiện các phơi nhiễm hộp đen và tập trung ánh sáng mặt trời của lớp phủ)
- [3] ASTM G 113, *Standard Terminology Relating to Natural and Artificial Weathering Tests of Nonmetallic Materials* (Thuật ngữ tiêu chuẩn liên quan đến các thử nghiệm phong hóa nhân tạo và tự nhiên của vật liệu phi kim loại)
- [4] ASTM G 141, *Standard Guide for Addressing Variability in Exposure Testing on Nonmetallic Materials* (Tiêu chuẩn Hướng dẫn đối với việc xử lý tính dao động trong thử nghiệm phơi nhiễm trên vật liệu phi kim)
- [5] ASTM G 84, *Standard Practice for Measurement of Time-of-Wetness on Surfaces Exposed to Wetting Conditions as in Atmospheric Corrosion Testing* (Tiêu chuẩn thực hành đối với phép đo thời gian ẩm trên các bề mặt phơi nhiễm với các điều kiện ẩm ướt như trong thử nghiệm ăn mòn trong môi trường khí quyển)
- [6] ASTM G 147, *Standard Practice for Conditioning and Handling of Nonmetallic Materials for Natural and Artificial Weathering Tests* (Tiêu chuẩn thực hành đối với ổn định và xử lý các vật liệu phi kim dành cho các thử nghiệm phong hóa tự nhiên và nhân tạo)
- [7] Trewartha, G.A., *Introduction to Climate* (Giới thiệu khí hậu), bản in lần thứ năm, McGraw-Hill, New York, USA, 1980
- [8] ISO 293, *Plastics – Compression moulding of test specimens of thermoplastic materials* (Chất dẻo – Đúc ép mẫu thử vật liệu nhiệt dẻo)
- [9] ISO 294-1, *Plastics – Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials – Part 1: General principles, and moulding of multipurpose and bar test specimens* (Chất dẻo – Đúc phun mẫu thử vật liệu nhiệt dẻo – Phần 1: Nguyên tắc chung, khuôn mẫu thử thanh và đa mục đích)
- [10] ISO 294-2, *Plastics – Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials – Part 2: Small tensile bars* (Chất dẻo – Khuôn phun mẫu thử các vật liệu nhiệt dẻo – Phần 2: Thanh kéo nhỏ)

- [11] ISO 294-3, *Plastics – Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials – Part 3: Small plates* (Chất dẻo – Khuôn phun mẫu thử các vật liệu nhiệt dẻo – Phần 3: Bản nhỏ)
- [12] ISO 295, *Plastics – Compression moulding of test specimens of thermosetting materials* (Chất dẻo – Đúc ép mẫu thử vật liệu nhiệt rắn)
- [13] ISO 2557-1, *Plastics – Amorphous thermoplastic moulding materials – Preparation of test specimens with a defined level of shrinkage – Part 1: Test specimens in the form of parallelepipedic bars (Injection moulding and compression moulding)* (Chất dẻo – Nhựa nhiệt dẻo không định hình – Chuẩn bị mẫu thử có đặc tính tái lưu hóa tối đa quy định – Phần 1: Thanh mẫu thử)
- [14] ISO 3167, *Plastics – Multipurpose test specimens* (Chất dẻo – Mẫu thử đa mục đích)
-