

## Thử nghiệm môi trường –

### Phần 2-38: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Z/AD: Thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ/độ ẩm hỗn hợp

*Basic environmental testing procedures –*

*Part 2-38: Tests – Test Z/AD: Composite temperature/humidity cyclic test*

#### 1 Giới thiệu

Thử nghiệm Z/AD là thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ/độ ẩm được thiết kế để phát hiện các khuyết tật ở mẫu thử nghiệm do "hô hấp" gây ra, khác với việc hấp thụ ẩm.

Thử nghiệm này không giống với các thử nghiệm nóng ẩm chu kỳ khác ở chỗ nó xuất phát từ mức khắc nghiệt gia tăng do:

- Số lần thay đổi nhiệt độ hoặc hành động "bơm" trong thời gian cho trước là lớn hơn.
- Dài nhiệt độ chu kỳ lớn hơn.
- Tốc độ thay đổi nhiệt độ chu kỳ cao hơn.
- Có một số lần nhiệt độ hạ xuống dưới 0 °C.

Hô hấp tăng tốc và ảnh hưởng của việc đóng băng của nước nằm lại trong các vết nứt và khe rãnh là các đặc trưng cần thiết đối với thử nghiệm hỗn hợp này.

Tuy nhiên, cần lưu ý là hiệu ứng đóng băng chỉ xảy ra khi kích thước của các khe rãnh đủ lớn để cho phép một lượng nước liên tục thấm qua như trường hợp bình thường theo các khe rãnh giữa vết gấn và cụm lắp ráp kim loại hoặc giữa các vết gấn và các đầu nối dây.

Độ ngưng tụ phụ thuộc chủ yếu vào hằng số thời gian nhiệt của bề mặt mẫu thử nghiệm và có thể được bỏ qua đối với các mẫu rất nhỏ nhưng là rất lớn đối với mẫu cỡ lớn.

Tương tự, hiệu ứng hô hấp là rất rõ ràng trên mẫu có khoảng trống chứa lượng không khí hoặc khí khác tương đối lớn nhưng mức khắc nghiệt của thử nghiệm vẫn phụ thuộc vào một số yếu tố về đặc trưng nhiệt của mẫu.

## Ứng dụng của thử nghiệm

Với các lý do nêu trên, khuyến cáo rằng qui trình thử nghiệm này chỉ áp dụng giới hạn cho các mẫu loại linh kiện khi kết cấu của mẫu cho thấy rằng kiểu "hô hấp" của thử nghiệm nóng ẩm kết hợp với đóng băng và trong trường hợp các đặc tính nhiệt là phù hợp với tốc độ thay đổi nhiệt độ, v.v..., của thử nghiệm Z/AD.

Đối với mẫu kiểu liền khối, ví dụ, gắn nhựa, trong trường hợp có các vết nứt mảnh như sợi tóc hoặc vật liệu xốp, cơ chế hấp thụ hoặc khuếch tán sẽ chiếm ưu thế và thử nghiệm C: nóng ẩm ổn định được ưu tiên để kiểm tra các ảnh hưởng này.

Đối với mẫu cỡ lớn hơn, ví dụ như thiết bị hoặc đối với các linh kiện cần thiết phải đảm bảo ổn định nhiệt trong suốt các giai đoạn khác nhau của chu kỳ thì cần sử dụng thử nghiệm Db, mặc dù số lượng chu kỳ giảm đi trong khoảng thời gian cho trước nhưng sự tăng tốc có thể không quá lớn. Trong trường hợp này, thử nghiệm Db chỉ nên là một phần của qui trình như xác định trong điều 7 của TCVN 7699-1 (IEC 60068-1).

Như với các thử nghiệm nóng ẩm khác, có thể đặt điện áp phân cực hoặc mang tải điện lên các mẫu. Trong trường hợp mang tải điện thì tải này phải sao cho độ tăng nhiệt của mẫu không gây ảnh hưởng bất lợi cho điều kiện của tủ thử.

Các lý do nêu trên chứng tỏ rằng thử nghiệm Z/AD không nên được xem là có thể đổi lẫn hoặc thay thế cho thử nghiệm nóng ẩm không đổi hoặc thử nghiệm nóng ẩm chu kỳ khác nhưng việc chọn qui trình thử nghiệm cần quan tâm đúng mức đến đặc tính vật lý hoặc đặc tính nhiệt của mẫu thử nghiệm và các kiểu cơ chế gây hỏng quan trọng đối với từng trường hợp cụ thể.

## 2 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này cung cấp qui trình thử nghiệm kết hợp, thích hợp cho mẫu kiểu linh kiện, dùng phương thức gia tốc để xác định khả năng của mẫu chịu được các tác hại ở các điều kiện nhiệt độ/độ ẩm cao và lạnh.

## 3 Mô tả chung về thử nghiệm

Thử nghiệm sử dụng chu kỳ nhiệt độ ở độ ẩm tương đối cao và tạo ra hoạt động "hô hấp" của hơi ẩm trong các khoang chứa được gắn kín một phần.

Thử nghiệm này gồm cả sự phơi nhiễm ở nhiệt độ thấp để xác định ảnh hưởng của đóng băng theo chu kỳ.

#### 4 Mô tả trang bị thử nghiệm

Việc phơi nhiễm hơi ẩm, sau đó phơi nhiễm lạnh, có thể được thực hiện trong một tủ thử hoặc hai tủ thử riêng.

4.1 Tủ thử dùng để phơi nhiễm hơi ẩm phải có kết cấu sao cho:

a) Nhiệt độ có thể thay đổi trong khoảng từ  $(25 \pm 2)$  °C đến  $(65 \pm 2)$  °C trong khoảng thời gian từ 1,5 h đến 2,5 h kể cả tăng hoặc giảm nhiệt độ.

b) Độ ẩm tương đối có thể duy trì ở  $(93 \pm 3)$  % trong các giai đoạn nhiệt độ không đổi hoặc nhiệt độ tăng và từ 80 % đến 96 % trong giai đoạn nhiệt độ giảm.

c) Phải cẩn thận để chắc chắn rằng các điều kiện tại điểm bất kỳ trong không gian làm việc là đồng nhất và càng giống càng tốt với các điều kiện trong vùng trung gian lân cận đặt cơ cấu cảm biến nhiệt độ và độ ẩm thích hợp.

Do đó, không khí trong tủ thử phải chuyển động liên tục với tốc độ cần thiết để duy trì điều kiện nhiệt độ và độ ẩm qui định.

d) Mẫu cần thử nghiệm không phải chịu nhiệt bức xạ trong quá trình chịu thử trong tủ ẩm.

e) Nước dùng để duy trì độ ẩm của tủ thử phải có điện trở suất không nhỏ hơn 500  $\Omega$ m.

Nước ngưng tụ được xả ra liên tục từ tủ ẩm và không được sử dụng lại nếu chưa được làm tinh khiết lại.

Cần chú ý để đảm bảo rằng nước ngưng tụ từ các vách và trần của tủ thử nghiệm không được rơi lên mẫu.

4.2 Tủ thử dùng cho phơi nhiễm lạnh phải có kết cấu sao cho:

a) Nhiệt độ có thể duy trì ở  $(-10 \pm 2)$  °C.

b) Phải cẩn thận để chắc chắn rằng các điều kiện tại điểm bất kỳ trong không gian làm việc là đồng nhất và càng giống càng tốt với các điều kiện trong vùng trung gian lân cận đặt cơ cấu cảm biến nhiệt độ và độ ẩm thích hợp.

Do đó, không khí trong tủ thử phải chuyển động liên tục.

Phải cẩn thận để nhiệt dung của mẫu cần thử nghiệm không ảnh hưởng đáng kể đến các điều kiện trong tủ thử.

4.3 Tủ ẩm có thể được sử dụng để phơi nhiễm lạnh trong trường hợp nó phải đáp ứng các yêu cầu của

4.1 và ngoài ra, phải có kết cấu sao cho:

a) Nhiệt độ có thể giảm từ  $(25 \pm 2)$  °C xuống còn  $(-10 \pm 2)$  °C trong thời gian không quá 30 min.

b) Mẫu có thể duy trì ở nhiệt độ  $(-10 \pm 2)$  °C trong thời gian 3 h.

c) Nhiệt độ có thể tăng từ  $(-10 \pm 2)$  °C đến  $(25 \pm 2)$  °C trong thời gian không quá 90 min.

## 5 Mức khắc nghiệt

Số chu kỳ 24 h phải là 10 chu kỳ, trừ khi có qui định khác. Nếu khác 10 chu kỳ thì qui định kỹ thuật liên quan phải xác định số chu kỳ và vị trí của chu kỳ trong trình tự thử nghiệm.

## 6 Qui trình thử nghiệm

### 6.1 Ổn định trước (xem hình 1)

Trừ khi có qui định khác, mẫu ở trạng thái không bao gói, ngắt điện, sẵn sàng để sử dụng, phải chịu các điều kiện "làm khô phụ trợ" qui định trong 5.5 của TCVN 7699-1 (IEC 60068-1)  $(55 \pm 2)$  °C với độ ẩm tương đối không quá 20 %) trong thời gian 24 h trước chu kỳ thử nhất của thử nghiệm nóng ẩm.

Sau đó, phải để mẫu đạt ổn định nhiệt ở các điều kiện khí quyển tiêu chuẩn dùng cho thử nghiệm hoặc như qui định trước khi thực hiện phép đo ban đầu.

### 6.2 Phép đo ban đầu

Mẫu phải được kiểm tra bằng mắt và kiểm tra về điện và cơ như yêu cầu trong qui định kỹ thuật liên quan.

### 6.3 Chịu thử

Mẫu phải được đưa vào tủ ẩm, ở trạng thái không bao gói, ngắt nguồn, sẵn sàng để sử dụng, và lắp đặt theo hướng bình thường, nếu đã biết, hoặc như qui định khác và phải chịu 10 chu kỳ nhiệt độ/độ ẩm, mỗi chu kỳ là 24 h.

Trong năm chu kỳ bất kỳ trong số chín chu kỳ đầu tiên nêu trên, sau khi phơi nhiễm ở chu kỳ con độ ẩm phụ (a-f trong hình 2a), mẫu phải chịu điều kiện lạnh.

Lần phơi nhiễm này có thể tiến hành trong cùng một tủ thử hoặc trong một tủ thử riêng rẽ. Nếu tủ thử riêng được dùng cho các chu kỳ con nhiệt độ cao/độ ẩm cao và nhiệt độ thấp của thử nghiệm, mẫu không cần phải chịu các điều kiện sốc nhiệt trừ khi đã biết rằng chúng không nhạy với cấp sốc nhiệt này.

Nếu một mẻ mẫu phải chịu sốc nhiệt khi sử dụng phương pháp hai tủ thử và xảy ra hư hại đáng kể thì một mẻ mẫu khác phải được thử nghiệm lại với nhiệt độ thay đổi từ từ và phải được xem là đã đạt được thử nghiệm nếu không xảy ra hư hại đáng kể trong các điều kiện này.

Bốn chu kỳ còn lại của chín chu kỳ đầu tiên phải được tiến hành không phơi nhiễm lạnh (xem 6.3.1.4 và hình 2b).

Các chu kỳ ẩm qui định là như nhau trong mọi trường hợp.

### 6.3.1 Mô tả chu kỳ 24 h

#### 6.3.1.1 Mô tả chu kỳ con nhiệt độ/độ ẩm (áp dụng cho tất cả các chu kỳ, xem hình 2a và 2b)

Tại "thời điểm 0" của mỗi chu kỳ 24 h, tủ thử phải được khống chế đến nhiệt độ  $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$  và độ ẩm tương đối  $(93 \pm 3) \%$ .

- a) Nhiệt độ của tủ thử phải được tăng liên tục đến  $(65 \pm 2) ^\circ\text{C}$  trong khoảng thời gian từ 1,5 h đến 2,5 h.  
Trong suốt thời gian này, độ ẩm tương đối phải duy trì trong giới hạn  $(93 \pm 3) \%$ .
- b) Nhiệt độ và độ ẩm tương đối trong tủ thử phải duy trì tương ứng ở  $(65 \pm 2) ^\circ\text{C}$  và  $(93 \pm 3) \%$  cho đến 5,5 h sau khi bắt đầu chu kỳ.
- c) Sau đó, phải để nhiệt độ giảm xuống  $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$  trong khoảng thời gian từ 1,5 h đến 2,5 h.  
Trong suốt thời gian này, độ ẩm tương đối phải duy trì trong giới hạn từ 80 % đến 96 %.
- d) Sau khi bắt đầu chu kỳ này 8 h, phải bắt đầu tăng nhiệt độ lên liên tục đến  $(65 \pm 2) ^\circ\text{C}$  trong khoảng thời gian từ 1,5 h đến 2,5 h.  
Trong suốt thời gian này, độ ẩm tương đối phải là  $(93 \pm 3) \%$ .
- e) Nhiệt độ và độ ẩm tương đối trong tủ thử phải duy trì tương ứng ở  $(65 \pm 2) ^\circ\text{C}$  và  $(93 \pm 3) \%$  cho đến 13,5 h sau khi bắt đầu chu kỳ.
- f) Sau đó, phải để nhiệt độ giảm xuống  $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$  trong khoảng thời gian từ 1,5 h đến 2,5 h.  
Trong suốt thời gian này, độ ẩm tương đối phải duy trì trong giới hạn từ 80 % đến 96 %.
- g) Sau đó, tủ thử phải tiếp tục chạy ở nhiệt độ ổn định bằng  $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$  và độ ẩm tương đối  $(93 \pm 3) \%$  cho đến khi bắt đầu chu kỳ con lạnh hoặc cho đến khi kết thúc chu kỳ 24 h, tùy theo từng trường hợp.

#### 6.3.1.2 Mô tả chu kỳ con lạnh

Áp dụng cho năm chu kỳ bất kỳ của chín chu kỳ đầu tiên (xem hình 2a).

- a) Sau khi hoàn thành chu kỳ con nhiệt độ/độ ẩm (a-f trong hình 2a), tủ thử được duy trì ở nhiệt độ  $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$  và độ ẩm tương đối bằng  $(93 \pm 3) \%$  trong thời gian ít nhất là 1 h nhưng không quá 2 h.
- b) Sau đó, mẫu phải được phơi nhiễm lạnh bằng cách giảm nhiệt độ của tủ thử hoặc chuyển sang tủ thử thứ hai.  
  
Nếu mẫu được chuyển từ tủ này sang tủ khác thì việc chuyển này cần được hoàn thành trong thời gian 5 min. Sau khi bắt đầu chu kỳ 17,5 h, nhiệt độ bao quanh của tủ thử phải được giảm xuống bằng  $(-10 \pm 2) ^\circ\text{C}$ . Phải đạt được nhiệt độ này sau khi bắt đầu chu kỳ 18 h.
- c) Sau khi bắt đầu chu kỳ 18 h, nhiệt độ phải duy trì ở  $(-10 \pm 2) ^\circ\text{C}$  trong thời gian 3 h.

Không qui định yêu cầu về độ ẩm trong toàn bộ chu kỳ con lạnh.

- d) Sau khi bắt đầu chu kỳ 21 h, nhiệt độ phải được tăng lên  $(25 \pm 2)$  °C. Phải đạt được nhiệt độ này sau khi bắt đầu chu kỳ 22,5 h (xem hình 2a).

Nếu mẫu được chuyển từ một tủ này sang tủ khác thì việc chuyển này cần được hoàn thành trong thời gian từ 10 min đến 15 min.

- e) Nhiệt độ của tủ thử phải duy trì ở  $(25 \pm 2)$  °C cho đến khi hoàn thành chu kỳ 24 h.

Trong suốt thời gian này, độ ẩm tương đối phải là  $(93 \pm 3)$  %.

#### 6.3.1.3 Mô tả các chu kỳ 24 h không phơi nhiễm lạnh

Áp dụng cho bốn chu kỳ còn lại của chín chu kỳ đầu tiên (hình 2b).

Các chu kỳ không có chu kỳ con lạnh sau chu kỳ con độ ẩm/nhiệt độ giống như mô tả trong 6.3.1.1 ngoại trừ trong đoạn g), tủ thử phải duy trì ở nhiệt độ  $(25 \pm 2)$  °C và độ ẩm tương đối bằng  $(93 \pm 3)$  % cho đến khi hoàn thành chu kỳ 24 h.

#### 6.3.1.4 Mô tả chu kỳ kết thúc

Trong chu kỳ kết thúc, sau khi hoàn thành chu kỳ con nhiệt độ và độ ẩm, tủ thử phải duy trì ở nhiệt độ  $(25 \pm 2)$  °C và độ ẩm tương đối bằng  $(93 \pm 3)$  % trong thời gian 3,5 h, sau đó thực hiện phép đo kết thúc.

### 6.4 Phép đo kết thúc

Phép đo điện và cơ có thể thực hiện:

- ở độ ẩm cao,
- ngay trong khi lấy mẫu ra khỏi tủ thử, hoặc
- sau giai đoạn làm khô,

như yêu cầu trong qui định kỹ thuật liên quan.

Cần biết rằng nhiều phép đo thực hiện trong các điều kiện độ ẩm cao không so sánh trực tiếp được với các phép đo thực hiện ban đầu hoặc sau khi lấy mẫu ra khỏi tủ thử.

#### 6.4.1 Ở độ ẩm cao

Phải thực hiện phép đo trong hai giờ cuối của khoảng thời gian 3,5 h được đề cập ở 6.3.1.4.

Qui định kỹ thuật liên quan phải qui định các phòng ngừa cụ thể cần tuân theo khi thực hiện phép đo trong các điều kiện độ ẩm tương đối cao, kể cả phương tiện được chấp nhận để loại bỏ nước trên bề mặt nếu cần thiết.

Mẫu phải được lấy ra khỏi tủ thử sau khi hoàn thành tất cả các phép đo.

#### 6.4.2 Ngay khi lấy mẫu ra khỏi tủ

Khi hoàn thành chu kỳ cuối cùng, phải lấy mẫu ra khỏi tủ thử và giữ ở điều kiện khí quyển tiêu chuẩn dùng cho thử nghiệm.

Nếu phép đo ban đầu được thực hiện trong các điều kiện khác với điều kiện khí quyển tiêu chuẩn dùng cho thử nghiệm thì phải sử dụng các điều kiện giống nhau cho cả hai loạt phép đo.

Phép đo điện và cơ như qui định phải được thực hiện trong vòng từ 1 h đến 2 h sau khi lấy mẫu ra khỏi tủ thử.

Các phép đo thực hiện trước thời gian này cần phải được lặp lại ở sau khoảng thời gian này. Giá trị đọc sau được sử dụng để xác định khuyết tật.

#### 6.4.3 Sau khi làm khô cuối cùng

Khi hoàn thành chu kỳ cuối cùng, phải lấy mẫu ra khỏi tủ thử và giữ ở điều kiện khí quyển tiêu chuẩn dùng cho thử nghiệm trong thời gian 24 h trước khi thực hiện phép đo cuối cùng qui định.

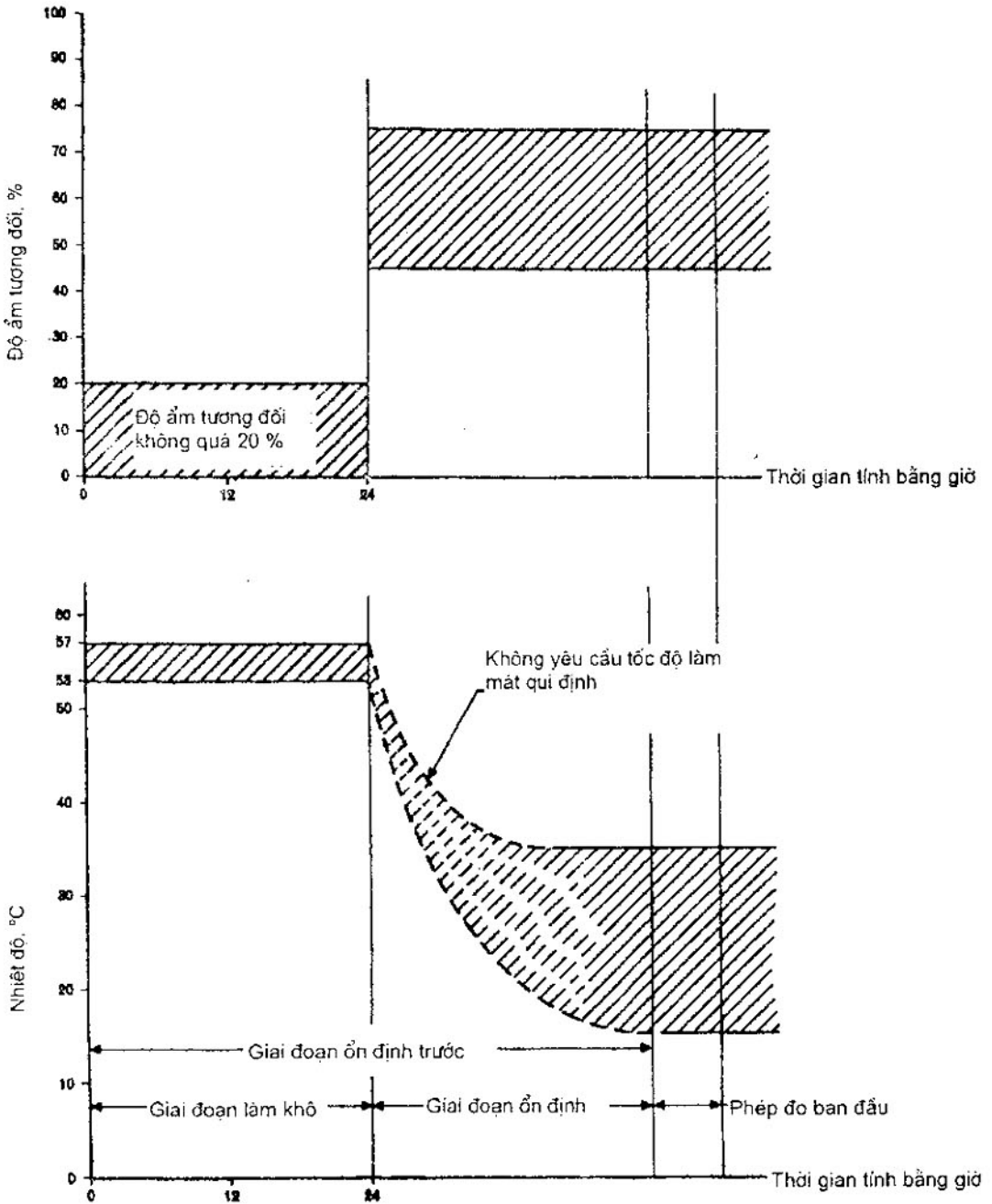
Nếu phép đo ban đầu được thực hiện trong các điều kiện khác với điều kiện khí quyển tiêu chuẩn dùng cho thử nghiệm thì phải sử dụng các điều kiện giống nhau cho cả hai loạt phép đo.

Các phép đo có thể được thực hiện trong thời gian 24 h nhưng chỉ sử dụng các phép đo được tiến hành ở cuối giai đoạn 24 h để xác định khuyết tật.

### 7 Thông tin cần nêu trong qui định kỹ thuật liên quan

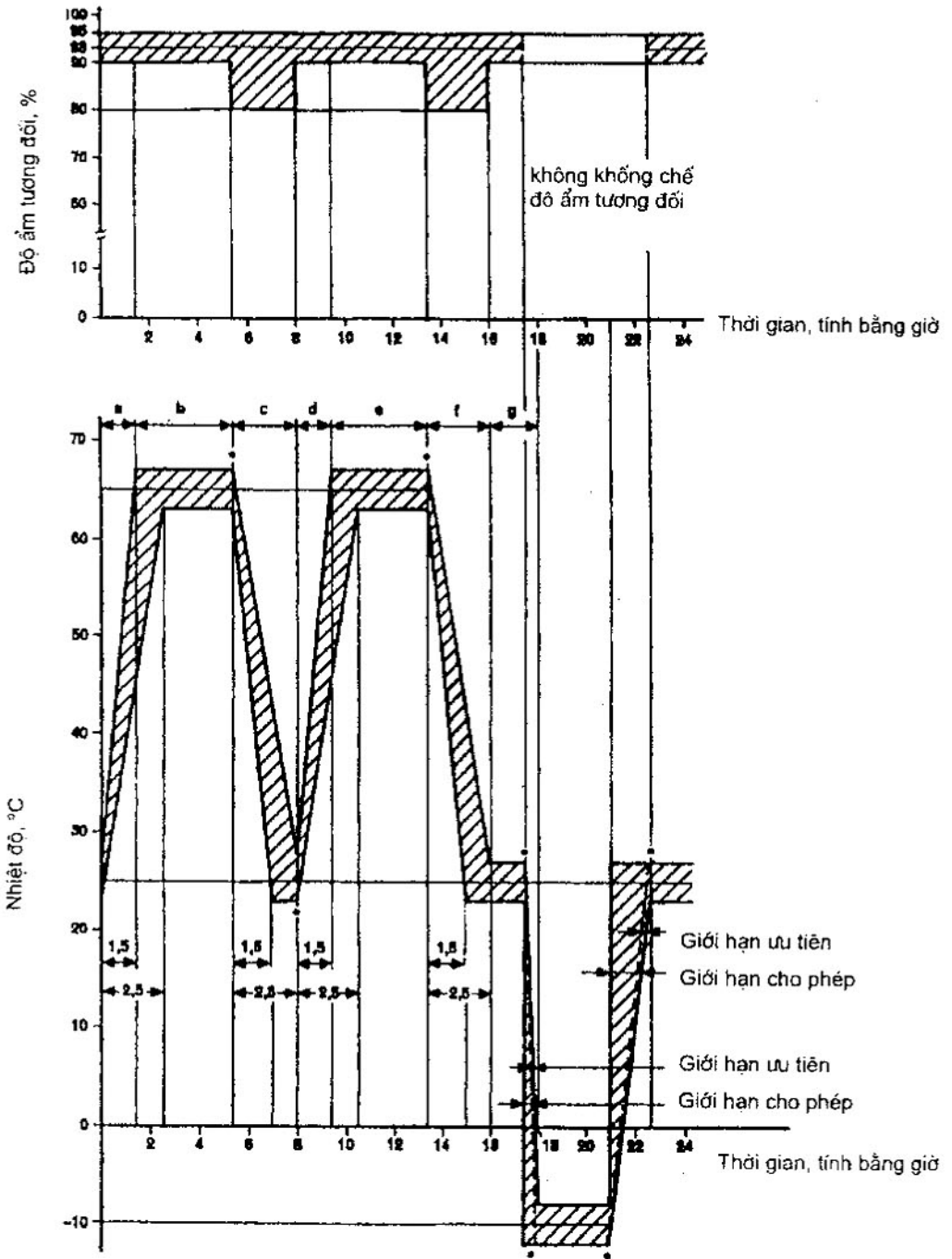
Khi thử nghiệm này được nêu trong qui định kỹ thuật liên quan, thông tin chi tiết dưới đây cần nêu trong phạm vi chúng được áp dụng:

- a) Tình trạng của mẫu trong quá trình chịu thử (ví dụ, mang tải điện hoặc cơ hoặc điện áp phân cực).
- b) Qui trình ổn định trước nếu khác với điều kiện để "làm khô phụ trợ".
- c) Điều kiện đối với phép đo ban đầu nếu khác với các điều kiện khí quyển tiêu chuẩn dùng cho thử nghiệm.
- d) Kiểm tra về điện và cơ cần thực hiện trước thử nghiệm.
- e) Kiểm tra về điện và cơ cần thực hiện trong quá trình chịu thử nếu có yêu cầu và khoảng thời gian sau đó phải tiến hành kiểm tra.
- f) Kiểm tra về điện và cơ cần thực hiện sau quá trình chịu thử, cần đo các tham số trước, và khoảng thời gian sau đó phải thực hiện phép đo các tham số này nếu khác với tiêu chuẩn.



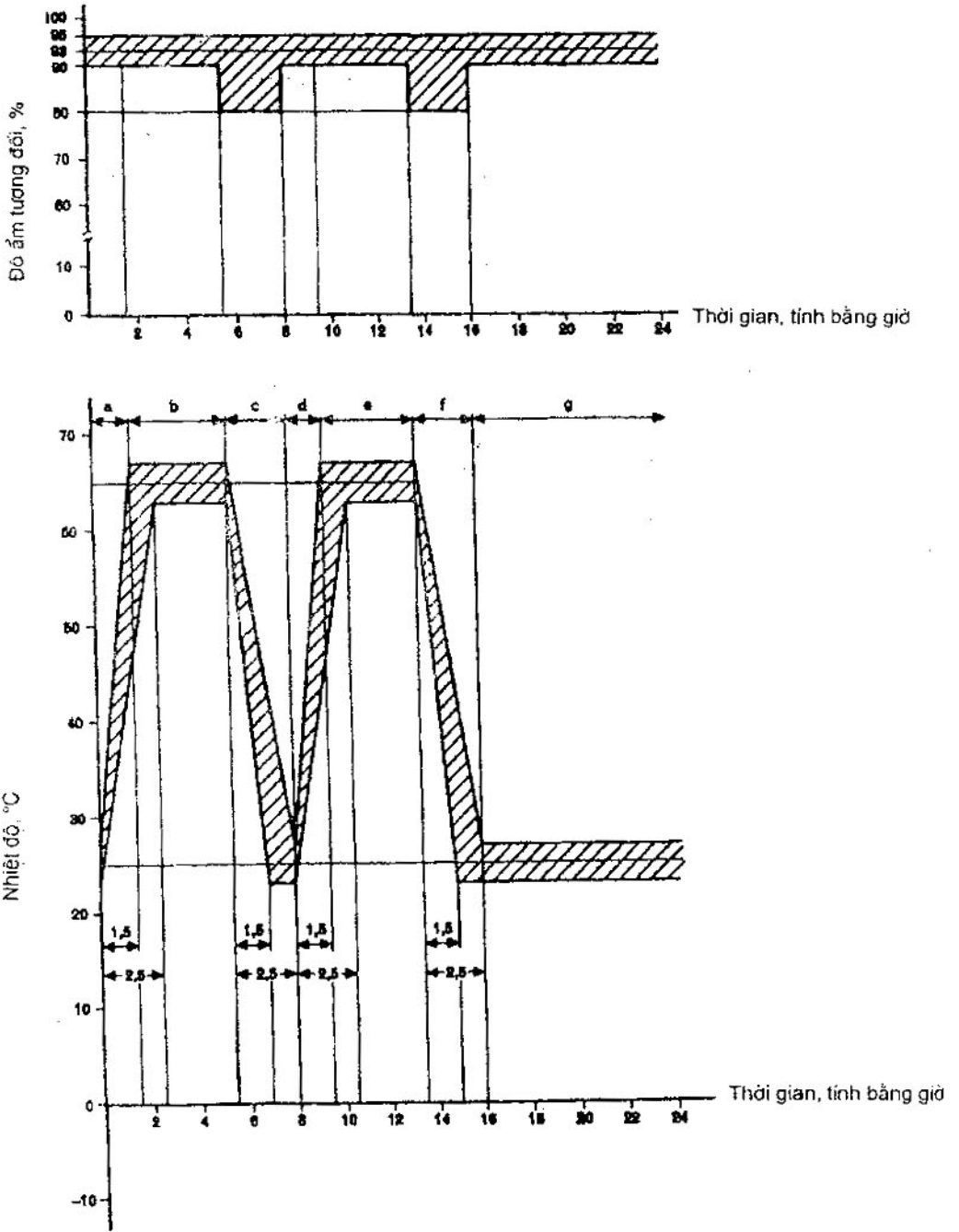
Hình 1 – Ổn định trước





\* Dung sai thời gian tại các điểm  $\pm 5$  min

Hình 2a – Phơi nhiễm ẩm sau đó phơi nhiễm lạnh



Hình 2b – Phơi nhiễm ẩm sau đó không phơi nhiễm lạnh