

**TCVN 7699-2-68 : 2007**

**IEC 60068-2-68 : 1994**

Xuất bản lần 1

**THỬ NGHIỆM MÔI TRƯỜNG –  
PHẦN 2-68: CÁC THỬ NGHIỆM –  
THỬ NGHIỆM L: BỤI VÀ CÁT**

*Environmental testing –*

*Part 2-68: Tests – Test L: Dust and sand*

**HÀ NỘI – 2007**

## Mục lục

	Trang
Lời nói đầu .....	4
Lời giới thiệu .....	5
1 Quy định chung .....	7
2 Tài liệu viện dẫn .....	8
3 Định nghĩa .....	9
4 Thử nghiệm La: Bụi mịn không mài mòn .....	10
4.1 Phương pháp La1: áp suất không khí theo chu kỳ .....	10
4.2 Phương pháp La2: áp suất không khí không đổi .....	14
4.3 Hướng dẫn thử nghiệm La .....	18
5 Thử nghiệm Lb: Bụi phủ tự do .....	28
5.1 Mục đích .....	28
5.2 Phương pháp Lb .....	28
5.3 Hướng dẫn đối với thử nghiệm Lb .....	30
6 Thử nghiệm .....	38
6.1 Phương pháp Lc1: tủ tuần hoàn khép kín .....	38
6.2 Phương pháp Lc2: bụi bay tự do .....	44
6.3 Hướng dẫn thử nghiệm Lc .....	47
Các Hình vẽ .....	54
Phụ lục A (tham khảo), Hướng dẫn chung .....	60
Phụ lục B (tham khảo), Thư mục tài liệu tham khảo .....	70

**Lời nói đầu**

TCVN 7699-2-68 : 2007 thay thế TCVN 4257 : 1986;

TCVN 7699-2-68 : 2007 hoàn toàn tương đương với IEC 60068-2-68 : 1994;

TCVN 7699-2-68 : 2007 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn *TCVN/TC/E3 Thiết bị điện tử dân dụng* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

## Lời giới thiệu

Tiêu chuẩn này nằm trong bộ TCVN 7699 (IEC 60068) về thử nghiệm môi trường. Bộ tiêu chuẩn này gồm có các phần như dưới đây.

Phần 1 (TCVN 7699-1 (IEC 60068-1)) đề cập đến những vấn đề chung.

Phần 2 (IEC 60068-2) được xuất bản thành những tiêu chuẩn riêng, từng tiêu chuẩn này đề cập đến họ các thử nghiệm hoặc từng thử nghiệm cụ thể hoặc hướng dẫn áp dụng chúng.

Phần 3 (IEC 60068-3) được xuất bản thành những tiêu chuẩn riêng, từng tiêu chuẩn này đề cập đến thông tin cơ bản về họ thử nghiệm.

Phần 4 (IEC 60068-4) đưa ra các thông tin cho người soạn thảo các yêu cầu kỹ thuật, được xuất bản thành hai tiêu chuẩn riêng, tiêu chuẩn thứ hai ở dạng tờ rời, nêu tóm tắt các thử nghiệm hiện hành trong phần 2 (IEC 60068-2).

Bộ tiêu chuẩn IEC 60068 đã có 22 tiêu chuẩn được xây dựng thành tiêu chuẩn quốc gia:

- 1) TCVN 7699-1 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 1: Quy định chung và hướng dẫn.
- 2) TCVN 7699-2-1 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-1: Các thử nghiệm – Thử nghiệm A: Lạnh.
- 3) TCVN 7699-2-10 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-10: Các thử nghiệm – Thử nghiệm J và hướng dẫn: Sự phát triển của nấm mốc.
- 4) TCVN 7699-2-11 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-11: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Ka: Sương muối.
- 5) TCVN 7699-2-13 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-13, Các thử nghiệm – Thử nghiệm M: áp suất không khí thấp.
- 6) TCVN 7699-2-14 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-14, Các thử nghiệm – Thử nghiệm N: Thay đổi nhiệt độ.
- 7) TCVN 7699-2-18 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-18, Các thử nghiệm – Thử nghiệm R và hướng dẫn: Nước.
- 8) TCVN 7699-2-27 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-27, Các thử nghiệm – Thử nghiệm Ea và hướng dẫn: Xóc.
- 9) TCVN 7699-2-29 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-29: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Eb và hướng dẫn: Va đập.
- 10) TCVN 7699 -2-30 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-30: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Db: Nóng ẩm, chu kỳ (12 h + chu kỳ 12 h).
- 11) TCVN 7699-2-32 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-32: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Ed: Rơi tự do.

## **TCVN 7699-2-68 : 2007**

- 12) TCVN 7699-2-33 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-33: Các thử nghiệm – Hướng dẫn thử nghiệm thay đổi nhiệt độ.
- 13) TCVN 7699-2-38 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-38: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Z/AD: Thử nghiệm chu kỳ nhiệt độ/độ ẩm hỗn hợp.
- 14) TCVN 7699-2-39 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-39: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Z/AD: Thử nghiệm kết hợp tuần tự lạnh, áp suất không khí thấp và nóng ẩm.
- 15) TCVN 7699-2-40 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-40: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Z/AD: Thử nghiệm kết hợp lạnh với áp suất không khí thấp.
- 16) TCVN 7699-2-44 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-44: Các thử nghiệm – Hướng dẫn thử nghiệm T: Hàn thiếc.
- 17) TCVN 7699-2-45 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-45: Các thử nghiệm – Thử nghiệm XA và hướng dẫn: Ngâm trong dung môi làm sạch.
- 18) TCVN 7699-2-47 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-47: Các thử nghiệm – Lắp đặt mẫu để thử nghiệm rung, va chạm và lực động tương tự.
- 19) TCVN 7699-2-52 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-52: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Kb: Sương muối, chu kỳ (dung dịch natri clorua).
- 20) TCVN 7699-2-66 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-66: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Cx: Nóng ẩm, không đổi (hơi nước chưa bão hoà có điều áp).
- 21) TCVN 7699-2-68 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-68: Các thử nghiệm – Thử nghiệm L: Bụi và cát.
- 22) TCVN 7699-2-78 : 2007, Thử nghiệm môi trường – Phần 2-78: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Cab: Nóng ẩm, không đổi.

## Thử nghiệm môi trường –

### Phần 2-68: Các thử nghiệm – Thử nghiệm L: Bụi và cát

*Environmental testing –*

*Part 2-68: Tests – Test L: Dust and sand*

#### 1 Quy định chung

Tiêu chuẩn này nêu cấu trúc chung của các thử nghiệm bụi/cát. Cấu trúc và tóm tắt các đặc tính của các thử nghiệm khác nhau được cho trong Hình 1 và Bảng 1. Cần chú ý rằng thử nghiệm bụi của TCVN 4522 (IEC 60529) tương đương với phương pháp dự định La2. Xem thêm Phụ lục A.

##### 1.1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các phương pháp thử nghiệm để xác định các ảnh hưởng lên các sản phẩm kỹ thuật điện của bụi và cát lơ lửng trong không khí.

Phương pháp thử nghiệm của tiêu chuẩn này không thích hợp để thử nghiệm bộ lọc không khí. Chỉ phương pháp Lc2 là thích hợp để mô phỏng các ảnh hưởng mài mòn do các hạt có vận tốc cao (hơn 100 m/s).

##### 1.2 Mô tả thử nghiệm L

Thử nghiệm bụi và cát được cấu trúc theo ba nhóm:

- La: *Bụi mịn không mài mòn.* Thử nghiệm chủ yếu nhằm kiểm tra độ kín của mẫu thử nghiệm. Mẫu thử nghiệm được phơi nhiễm trong bụi rất nhỏ ở dạng bột hoặc tương đương. Có thể tái tạo ảnh hưởng của chu kỳ nhiệt độ do chênh lệch áp suất giữa bên trong và bên ngoài mẫu.
- Lb: *Bụi phủ tự do.* Thử nghiệm nhằm kiểm tra các ảnh hưởng khi mô phỏng các điều kiện ở các vị trí có che chắn. Mẫu thử nghiệm được phơi nhiễm đến khi quyển có nồng độ bụi thấp bằng cách phun không liên tục lượng bụi nhỏ, để rơi xuống mẫu do lực trọng trường.
- Lc: *Luồng bụi và cát.* Thử nghiệm nhằm kiểm tra độ kín và ảnh hưởng của mài mòn khi mô phỏng các điều kiện ngoài trời và trong phương tiện giao thông. Mẫu thử nghiệm được phơi nhiễm đến luồng không khí hỗn loạn hoặc thành lớp có bổ sung lượng bụi, cát hoặc hỗn hợp bụi và cát.

Bảng 1 – Tóm tắt các đặc tính thử nghiệm

Qui trình	Kiểu bụi/cát	Kích thước hạt	Nồng độ bụi/cát	Chú thích
<b>Thử nghiệm La</b>				
Phương pháp La1	Bột tan hoặc bột FE	< 75 $\mu\text{m}$	600 g/m <sup>2</sup> /h (gam trên mét vuông trên giờ) phủ trên bề mặt chuẩn.	Thử nghiệm bao gồm chu kỳ áp suất không khí trong tủ thử
Phương pháp La2	Bột tan hoặc bột FE	< 75 $\mu\text{m}$	2 kg/m <sup>3</sup> (thể tích tủ thử).	Áp suất không khí trong mẫu có thể giảm
<b>Phương pháp Lb</b>	Olivin hoặc thạch anh hoặc fenspat	< 75 $\mu\text{m}$	6 g/m <sup>2</sup> /d (gam trên mét vuông trên ngày) phủ trên bề mặt chuẩn.	Bụi phủ tự do
<b>Phương pháp Lc</b>				
Phương pháp Lc1	Olivin hoặc thạch anh hoặc fenspat	< 75 $\mu\text{m}$ hoặc < 150 $\mu\text{m}$ hoặc < 850 $\mu\text{m}$	1 g/m <sup>3</sup> hoặc 3 g/m <sup>3</sup> hoặc 10 g/m <sup>3</sup>	Luồng bụi và cát Tủ thử tuần hoàn
Phương pháp Lc2	Olivin hoặc thạch anh hoặc fenspat	< 75 $\mu\text{m}$ hoặc < 150 $\mu\text{m}$ hoặc < 850 $\mu\text{m}$	1 g/m <sup>3</sup> hoặc 3 g/m <sup>3</sup> hoặc 10 g/m <sup>3</sup>	Bụi bay tự do

## 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn. Đối với các tài liệu ghi năm công bố, chỉ áp dụng các bản được nêu. Đối với các tài liệu không ghi năm công bố, áp dụng phiên bản mới nhất (bao gồm cả các sửa đổi).

TCVN 4255 (IEC 60529), Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (mã IP)

IEC 60721-2-5 : 1991, Classification of environmental conditions – Part 2: Environmental conditions appearing in nature – Section 5: Dust, sand, salt mist (Phân loại các điều kiện môi trường – Phần 2: Điều kiện môi trường xảy ra trong tự nhiên – Mục 5: Bụi, cát, hơi mặn)

### 3 Định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các định nghĩa dưới đây.

#### 3.1

##### **Bụi** (dust)

Vật chất dạng hạt có nguồn gốc không xác định hoặc hợp chất có kích thước tổng thể nằm trong phạm vi từ 1  $\mu\text{m}$  đến 150  $\mu\text{m}$  (xem chú thích 3.7).

#### 3.2

##### **Nồng độ bụi** (dust concentration)

Tổng khối lượng các hạt bụi trong một đơn vị thể tích không khí.

#### 3.3

##### **Độ ẩm** (humidity)

Độ ẩm tương đối được xác định là tỷ số giữa áp suất hơi nước thực tế trong không khí tại nhiệt độ bất kỳ và áp suất hơi nước bão hòa lớn nhất cũng ở nhiệt độ đó.

#### 3.4

##### **Hút ẩm** (hygroscopic)

Có xu hướng hấp thụ hơi ẩm.

#### 3.5

##### **Kích thước hạt** (particle size)

Kích thước chung của các hạt bụi và cát dựa trên giả thuyết là các hạt có Hình cầu; thường được đo bằng cách sàng, bằng cách tính tốc độ phủ hoặc bằng cách xác định diện tích ảnh qua kính hiển vi.

#### 3.6

##### **Cát** (sand)

Hạt có Hình dạng rất khác nhau, từ Hình cầu đến Hình có góc cạnh, kích thước của chúng từ 100  $\mu\text{m}$  đến 2 000  $\mu\text{m}$  nhưng đối với thử nghiệm môi trường, dải này thường được giới hạn từ 150  $\mu\text{m}$  đến 850  $\mu\text{m}$  (xem chú thích 3.7).

#### 3.7

##### **Sàng (mắt sàng hình vuông)** (sieve (square-meshed))

Thích hợp để phân tích kích thước hạt của vật liệu cần sàng, phù hợp với quy định kỹ thuật về tiêu chuẩn sàng thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Ở thử nghiệm Lc của tiêu chuẩn này, từ “bụi” được sử dụng để kể cả “cát”.



## 4 Thử nghiệm La: Bụi mịn không mài mòn

### 4.1 Phương pháp La1: Áp suất không khí theo chu kỳ

#### 4.1.1 Mục đích

Mục đích của thử nghiệm này nhằm xác định cấp bảo vệ chống xâm nhập của bụi mịn vào sản phẩm kỹ thuật điện.

#### 4.1.2 Mô tả chung

Phương pháp La1 là thử nghiệm bụi trong đó mẫu được phơi nhiễm đến luồng không khí có bụi dày đặc chứa bột không mài mòn có kích thước hạt < 75 µm (xem 4.3). Thử nghiệm này không mô phỏng môi trường tự nhiên hoặc môi trường nhân tạo.

Với thử nghiệm này, quy định luồng không khí hướng thẳng đứng từ trên xuống.

Với vỏ bọc có cấp bảo vệ quy định, áp suất trong tủ thử bụi thay đổi theo chu kỳ để bột có thể xâm nhập dễ dàng.

#### 4.1.3 Mô tả trang thiết bị thử nghiệm

Tủ thử nghiệm phải đảm bảo mẫu thử nghiệm tiếp xúc với luồng không khí thổi thẳng đứng, không thành lớp, có chứa một lượng bụi thử nghiệm quy định. Với mục đích này, bụi thử nghiệm phải được khuấy rồi thổi vào tủ thử đóng kín. Tủ phải có thể tạo ra chu kỳ áp suất tủ thử như quy định trong 4.1.4.6.

Bụi phủ lên đáy của tủ thử phải được đưa trở lại chu trình lưu thông.

Thể tích của mẫu không được vượt quá 25 % thể tích tủ thử và đáy của mẫu không vượt quá 50 % bề mặt không gian làm việc nằm ngang của tủ thử.

Nếu kích thước của mẫu không phù hợp với trang thiết bị thử nghiệm quy định trong tiêu chuẩn này thì quy định kỹ thuật liên quan phải quy định áp dụng qui trình nào trong các qui trình dưới đây:

- a) thử nghiệm các phần có vỏ bọc riêng của sản phẩm;
- b) thử nghiệm các phần đại diện của sản phẩm bao gồm các bộ phận như cửa, lỗ thông hơi, chân, vật làm kín trục, v.v..., tại thời điểm thử nghiệm các bộ phận để lọt bụi của sản phẩm, ví dụ như các đầu nối, vành góp, v.v... được lắp đúng vị trí của chúng;
- c) thử nghiệm các sản phẩm nhỏ hơn có cùng chi tiết thiết kế tỉ lệ hoàn toàn như sản phẩm.

Ví dụ về trang thiết bị thử nghiệm thích hợp được cho trong Hình 3.

#### 4.1.4 Điều kiện thử nghiệm

##### 4.1.4.1 Bụi thử nghiệm

Bụi thử nghiệm là bột khô, mịn, không mài mòn, bột này phải lọt qua sàng có mắt lưới Hình vuông có đường kính sợi danh nghĩa bằng 50  $\mu\text{m}$  và chiều rộng danh nghĩa giữa các sợi là 75  $\mu\text{m}$ .

Có thể sử dụng bụi dạng bột tan cho thử nghiệm này vì phân tích chỉ ra rằng nó đáp ứng các yêu cầu này (xem 4.3.4.2).

Không được sử dụng bụi thử nghiệm này quá 20 lần thử nghiệm. Cần cẩn thận để giữ bụi được khô để duy trì tính chất hạt nhỏ của nó. Phải làm khô bụi bằng nhiệt trong 2 h ở +80 °C trước khi sử dụng.

##### 4.1.4.2 Nồng độ bụi

Lượng bụi thử nghiệm phải đủ để bụi phủ đồng đều lên bề mặt chuẩn trong tủ thử là  $(600 \pm 200) \text{ g/m}^2/\text{h}$ .

##### 4.1.4.3 Luồng không khí

Luồng không khí trong tủ thử phải chủ yếu thổi thẳng đứng từ đỉnh xuống đáy tủ và không thành lớp.

##### 4.1.4.4 Vận tốc không khí

Vận tốc không khí phải có khả năng tạo ra phân bố bụi đồng đều trong tủ thử.

##### 4.1.4.5 Độ ẩm

Độ ẩm tương đối trong tủ thử phải nhỏ hơn 25 %. Điều này có thể đạt được bằng cách tăng nhiệt độ không khí trong tủ thử (xem A.3).

##### 4.1.4.6 Áp suất không khí bên trong mẫu

Tùy thuộc vào điều kiện làm việc, mẫu có hai loại vỏ bọc khác nhau.

Loại 1: Vỏ bọc trong đó áp suất không khí có thể khác với áp suất không khí môi trường xung quanh, ví dụ như do ảnh hưởng của các chu kỳ nhiệt trong quá trình vận hành.

Loại 2: Vỏ bọc trong đó áp suất không khí là áp suất không khí môi trường xung quanh.

Quy định kỹ thuật liên quan phải chỉ ra loại vỏ bọc và suy giảm áp suất.

4.1.4.6.1 Mẫu có vỏ bọc loại 1 phải được đưa vào tủ thử và lắp đặt ở tư thế làm việc bình thường. Mẫu phải chịu giai đoạn áp suất suy giảm quy định trong Hình 2. Sự suy giảm áp suất xuống thấp hơn áp suất xung quanh phải bằng 2 kPa (20 mbar) hoặc 5 kPa (50 mbar) như quy định trong quy định kỹ thuật liên quan.

Bụi phải được đưa vào trong thời gian một chu kỳ duy nhất như chỉ ra trong Hình 2.

## **TCVN 7699-2-68 : 2007**

4.1.4.6.2 Mẫu có vỏ bọc loại 2 phải được đưa vào tủ thử và lắp đặt ở tư thế làm việc bình thường. Bơm chân không không được tác động trong trường hợp này.

### **4.1.4.7 Mức khắc nghiệt**

Mức khắc nghiệt của thử nghiệm được xác định bởi áp suất không khí trong tủ thử và thời gian thử nghiệm, tùy thuộc vào loại vỏ bọc (xem 4.1.4.6), phải được quy định trong quy định kỹ thuật liên quan.

Loại 1: giảm áp suất bằng 2 kPa (20 mbar) hoặc 5 kPa (50 mbar) như yêu cầu trong quy định kỹ thuật liên quan, trong thời gian 2 h.

Loại 2: áp suất là áp suất không khí trong thời gian 4 h.

### **4.1.5 Ổn định trước**

Quy định kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu ổn định trước.

### **4.1.6 Phép đo ban đầu**

Mẫu phải được kiểm tra bằng mắt, kiểm tra kích thước và chức năng như mô tả trong quy định kỹ thuật liên quan.

### **4.1.7 Thử nghiệm**

Không khí của tủ thử phải ở nhiệt độ đủ cao để đảm bảo độ ẩm tương đối thấp hơn hoặc bằng 25 %. Mẫu, trong khi ở nhiệt độ phòng thí nghiệm, phải được đưa vào tủ thử ở tình trạng không bao gói, ngắt điện, “sẵn sàng để sử dụng”, ở tư thế làm việc bình thường hoặc như quy định trong quy định kỹ thuật liên quan. Trong trường hợp có nhiều mẫu, cần cẩn thận để mẫu không chạm vào nhau cũng như không che lẫn nhau đối với ảnh hưởng của bụi.

Quy định kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu mẫu được đóng điện và/hoặc làm việc trong quá trình thử nghiệm.

Bụi phải được đưa vào tủ thử sao cho duy trì được nồng độ quy định trong thời gian phun bụi quy định (loại 1) hoặc trong suốt thời gian thử nghiệm (loại 2).

Cuối giai đoạn chịu thử, mẫu phải được để nguyên trong tủ thử đóng kín cho đến khi bụi đã phủ lên mẫu.

### **4.1.8 Phép đo trung gian**

Quy định kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu các phép đo trong giai đoạn chịu thử hoặc khi kết thúc giai đoạn chịu thử trong khi mẫu vẫn ở trong tủ thử. Nếu có yêu cầu các phép đo này thì quy định kỹ thuật liên quan phải xác định phải đo cái gì, đo vào lúc nào và thời gian thực hiện phép đo.

#### 4.1.9 Phục hồi

Trừ khi có quy định khác trong quy định kỹ thuật liên quan, mẫu phải được duy trì trong các điều kiện khí quyển tiêu chuẩn để phục hồi trong thời gian 2 h.

#### 4.1.10 Làm sạch

Quy định kỹ thuật liên quan có thể mô tả việc tiến hành loại bỏ bụi trên bề mặt ngoài trước khi thực hiện các phép đo kết thúc.

#### 4.1.11 Phép đo kết thúc

Sau giai đoạn phục hồi, mẫu phải được kiểm tra bằng mắt, kiểm tra kích thước và chức năng mô tả trong quy định kỹ thuật liên quan.

#### 4.1.12 Thông tin cần nêu trong quy định kỹ thuật liên quan

Khi thử nghiệm này được đề cập trong quy định kỹ thuật liên quan, các nội dung dưới đây phải được nêu trong chừng mực có thể áp dụng.

Quy định kỹ thuật liên quan phải cung cấp thông tin cần thiết theo các điều liệt kê dưới đây, chú ý đến các hạng mục đánh dấu hoa thị (\*) vì đây là thông tin luôn được yêu cầu.

	Điều
a) Qui trình để áp dụng nếu kích thước của mẫu không phù hợp với tiêu chuẩn này	4.1.3
b) Loại vỏ bọc và suy giảm áp suất *	4.1.4.6
c) Mức khắc nghiệt *	4.1.4.7
– áp suất không khí trong tủ thử *	
– thời gian thử nghiệm *	
d) Ổn định trước	4.1.5
e) Phép đo ban đầu *	4.1.6
f) Tình trạng mẫu, mang tải điện hoặc có cho làm việc trong quá trình thử nghiệm *	4.1.7
g) Tư thế của mẫu nếu khác với tư thế làm việc bình thường	4.1.7
h) Phép đo trung gian	4.1.8
i) Phục hồi	4.1.9
j) Làm sạch mẫu	4.1.10
k) Phép đo kết thúc *	4.1.11

## 4.2 Phương pháp La2: áp suất không khí không đổi

### 4.2.1 Mục đích

Mục đích của thử nghiệm này nhằm xác định cấp bảo vệ chống xâm nhập của bụi nhỏ vào sản phẩm kỹ thuật điện.

### 4.2.2 Mô tả chung

Phương pháp La2 là thử nghiệm độ kín bụi hoàn toàn, trong đó mẫu được phơi nhiễm đến luồng không khí có bụi ở mức nặng, bụi có dạng bột không mài mòn có kích thước hạt < 75  $\mu\text{m}$ . Thử nghiệm này không mô phỏng môi trường tự nhiên hoặc môi trường nhân tạo.

Với thử nghiệm này, quy định luồng không khí thổi thẳng đứng hướng từ trên xuống.

Vỏ bọc loại quy định được thử nghiệm với áp suất bên trong thấp hơn áp suất không khí xung quanh môi trường để bột xâm nhập dễ dàng.

Lượng bột quy định đảm bảo rằng nồng độ bụi là rất cao và đồng đều. Không quy định phương tiện kiểm soát nồng độ bụi.

### 4.2.3 Mô tả trang thiết bị thử nghiệm

Tủ thử nghiệm phải đặt được mẫu thử nghiệm chịu phơi nhiễm đến luồng không khí thổi thẳng đứng, không thành lớp có chứa lượng bụi thử nghiệm quy định. Với mục đích này, bụi thử nghiệm phải được khuấy rồi thổi vào tủ thử đóng kín. Nếu có quy định trong quy định kỹ thuật liên quan thì không khí phải được hút khỏi mẫu bằng bơm chân không để cho phép không khí trong tủ thử có bụi dày đặc xâm nhập qua các khe, ống lót hoặc chi tiết tương tự, đi vào mẫu. Suy giảm áp suất phải được điều chỉnh và kiểm soát. Phải đo tốc độ hút.

Bụi phủ lên đáy của tủ thử phải được đưa trở lại chu trình lưu thông.

Thể tích của mẫu không được vượt quá 25 % thể tích tủ thử và đáy của mẫu không vượt quá 50 % bề mặt không gian làm việc nằm ngang của tủ thử.

Nếu kích thước của mẫu không phù hợp với tiêu chuẩn này thì quy định kỹ thuật liên quan phải quy định áp dụng qui trình nào trong các qui trình dưới đây:

- a) thử nghiệm các phần có vỏ bọc riêng của sản phẩm;
- b) thử nghiệm các phần đại diện của sản phẩm bao gồm các bộ phận như cửa, lỗ thông hơi, chân, vật làm kín trục, v.v..., tại thời điểm thử nghiệm các bộ phận để lọt bụi của sản phẩm, ví dụ như các đầu nối, vành góp, v.v... được lắp ở đúng vị trí của chúng;
- c) thử nghiệm các sản phẩm nhỏ hơn có cùng chi tiết thiết kế tỉ lệ hoàn toàn như sản phẩm.

Ví dụ về trang thiết bị thử nghiệm thích hợp được cho trong Hình 4.

#### 4.2.4 Điều kiện thử nghiệm

##### 4.2.4.1 Bụi thử nghiệm

Bụi thử nghiệm giống như bụi mô tả trong 4.1.4 của phương pháp La1.

##### 4.2.4.2 Nồng độ bụi

Lượng bụi thử nghiệm phải ít nhất là 2 kg trên một mét khối thể tích của tủ thử.

##### 4.2.4.3 Luồng không khí

Luồng không khí trong tủ thử chủ yếu phải thổi thẳng đứng từ đỉnh xuống đáy tủ và không thành lớp.

##### 4.2.4.4 Vận tốc không khí

Vận tốc không khí phải có khả năng tạo ra phân bố bụi đồng đều trong tủ thử.

##### 4.2.4.5 Độ ẩm

Độ ẩm tương đối trong tủ thử phải nhỏ hơn 25 %. Điều này có thể đạt được bằng cách tăng nhiệt độ không khí trong tủ thử (xem A.3).

##### 4.2.4.6 Áp suất không khí bên trong mẫu

Tùy thuộc vào điều kiện làm việc, mẫu có hai loại vỏ bọc khác nhau.

Loại 1: Vỏ bọc trong đó có thể xuất hiện áp suất không khí khác với áp suất không khí môi trường xung quanh, ví dụ như do ảnh hưởng của các chu kỳ nhiệt trong quá trình vận hành.

Loại 2: Vỏ bọc trong đó áp suất không khí là áp suất không khí môi trường xung quanh.

Quy định kỹ thuật liên quan phải chỉ ra loại vỏ bọc và suy giảm áp suất.

4.2.4.6.1 Mẫu có vỏ bọc loại 1 phải được đưa vào tủ thử và lắp đặt ở tư thế làm việc bình thường. Sau đó, phải nối mẫu với bơm chân không để duy trì áp suất không khí bên trong mẫu thấp hơn áp suất không khí xung quanh. Với mục đích này, phải có một lỗ thích hợp ở vỏ bọc. Nếu đã có sẵn lỗ xả nước ngưng tụ trên các cạnh của vỏ bọc thì ống bơm chân không được nối với lỗ này. Không phải khoan lỗ riêng trong trường hợp này. Nếu có từ hai lỗ xả trên các cạnh của vỏ bọc thì ống bơm chân không phải được nối với một trong các lỗ này và các lỗ còn lại phải được bịt kín trong quá trình thử nghiệm.

4.2.4.6.2 Mẫu có vỏ bọc loại 2 phải được đưa vào tủ thử và lắp đặt ở tư thế làm việc bình thường. Tất cả các lỗ vốn có trên vỏ bọc phải để mở.

#### **4.2.4.7 Mức khắc nghiệt**

Mức khắc nghiệt của thử nghiệm được xác định bởi áp suất và thời gian thử nghiệm, tùy thuộc vào loại vỏ bọc (xem 4.2.4.6), phải được quy định trong quy định kỹ thuật liên quan.

Loại 1:

Áp suất không khí:

- bằng 2 kPa (20 mbar), 5 kPa (50 mbar) hoặc 10 kPa (100 mbar).

Thời gian thử nghiệm:

- với áp suất suy giảm lớn nhất được quy định trong quy định kỹ thuật liên quan, nếu tốc độ của luồng không khí nhỏ hơn 40 lần thể tích trong một giờ thì thử nghiệm phải được duy trì cho đến khi đi qua hết 80 lần thể tích hoặc hết thời gian 8 h.
- nếu tốc độ luồng không khí từ 40 lần thể tích đến 60 lần thể tích trong một giờ thì thời gian thử nghiệm là 2 h.

Mục đích của thử nghiệm này là tách ra khỏi mẫu một thể tích không khí tương ứng với ít nhất 80 lần thể tích tự do của không khí bên trong vỏ bọc của mẫu. Tuy nhiên, tốc độ tách không được vượt quá 60 lần thể tích trong một giờ.

Loại 2

Áp suất không khí:

- áp suất không khí bình thường.

Thời gian thử nghiệm:

- 8 h.

#### **4.2.5 Ổn định trước**

Quy định kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu ổn định trước.

#### **4.2.6 Phép đo ban đầu**

Mẫu phải được kiểm tra bằng mắt, kiểm tra kích thước và chức năng như mô tả trong quy định kỹ thuật liên quan.

#### **4.2.7 Thử nghiệm**

Không khí của tủ thử phải ở nhiệt độ đủ cao để đảm bảo độ ẩm tương đối thấp hơn hoặc bằng 25 %. Mẫu, trong khi ở nhiệt độ phòng thí nghiệm, phải được đưa vào tủ thử ở tình trạng không bao gói, ngắt điện, “sẵn sàng để sử dụng”, ở tư thế làm việc bình thường hoặc như quy định trong quy định kỹ thuật

liên quan. Trong trường hợp có nhiều mẫu, cần cẩn thận để mẫu không chạm vào nhau cũng như không che lẫn nhau đối với ảnh hưởng của bụi.

Quy định kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu mẫu được đóng điện và/hoặc làm việc trong quá trình thử nghiệm.

Khi mẫu được đưa vào tủ thử, bơm chân không phải được nối vào và đóng nguồn nếu sử dụng (loại 1).

Thử nghiệm bắt đầu bằng cách đưa vào bụi thử nghiệm.

Cuối giai đoạn chịu thử, bơm chân không phải được ngắt điện (loại 1) và để nguyên mẫu trong tủ thử đóng kín cho đến khi bụi đã phủ lên.

#### 4.2.8 Phép đo trung gian

Quy định kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu phép đo trong giai đoạn chịu thử hoặc khi kết thúc giai đoạn chịu thử trong khi mẫu vẫn ở trong tủ thử. Nếu yêu cầu các phép đo này thì quy định kỹ thuật liên quan phải xác định phải đo cái gì, đo vào lúc nào và thời gian thực hiện phép đo.

#### 4.2.9 Phục hồi

Nếu không có quy định nào khác trong quy định kỹ thuật liên quan thì mẫu phải được duy trì trong các điều kiện khí quyển tiêu chuẩn để phục hồi trong thời gian 2 h.

#### 4.2.10 Làm sạch

Quy định kỹ thuật liên quan có thể mô tả việc tiến hành loại bỏ bụi trên bề mặt ngoài trước khi thực hiện các phép đo kết thúc.

#### 4.2.11 Phép đo kết thúc

Sau giai đoạn phục hồi, mẫu phải được kiểm tra bằng mắt, kiểm tra kích thước và chức năng mô tả trong quy định kỹ thuật liên quan.

#### 4.2.12 Thông tin cần nêu trong quy định kỹ thuật liên quan

Khi thử nghiệm này được đề cập trong quy định kỹ thuật liên quan, các nội dung dưới đây phải được nêu trong chừng mực mà chúng có thể áp dụng.

Quy định kỹ thuật liên quan (xem điều 11 của IEC 60068-5-1) phải cung cấp thông tin cần thiết theo các điều liệt kê dưới đây, chú ý đến các hạng mục đánh dấu hoa thị (\*) vì đây là thông tin luôn được yêu cầu.

	Điều
a) Tạo chân không bên trong mẫu	4.2.3
b) Qui trình áp dụng nếu kích thước của mẫu không phù hợp với tiêu chuẩn này	4.2.3



## TCVN 7699-2-68 : 2007

c)	Loại vỏ bọc và suy giảm áp suất *	4.2.4.6
d)	Mức khắc nghiệt *	4.2.4.7
	– áp suất không khí trong tủ thử *	
	– thời gian thử nghiệm *	
e)	Ổn định trước	4.2.5
f)	Phép đo ban đầu *	4.2.6
g)	Tình trạng mẫu, mang tải điện hoặc làm việc trong quá trình thử nghiệm *	4.2.7
h)	Tư thế của mẫu nếu khác với tư thế làm việc bình thường	4.2.7
i)	Phép đo trung gian	4.2.8
j)	Phục hồi	4.2.9
k)	Làm sạch mẫu	4.2.10
l)	Phép đo kết thúc *	4.2.11

### 4.3 Hướng dẫn thử nghiệm La

#### 4.3.1 Phương pháp kiểm tra cấp bảo vệ chống sự xâm nhập của bụi vào sản phẩm kỹ thuật điện

Hai tham số chính của phương pháp thử nghiệm là:

- không khí chứa đầy bụi không mài mòn xung quanh mẫu;
- mô phỏng sự thay đổi áp suất, liên quan đến môi trường không khí xung quanh hoặc bên trong mẫu.

Phải nhấn mạnh rằng các phương pháp được mô tả này dành cho các thử nghiệm độ kín hoàn toàn và không dự kiến cũng như không thích hợp để mô phỏng môi trường bụi tự nhiên nào.

Cơ sở khoa học và phương pháp cơ bản về tạo ra các điều kiện thử nghiệm và các thử nghiệm bụi thay thế cũng được đề cập.

Ngoài ra, mức khắc nghiệt và các yếu tố ảnh hưởng đến độ tái lập cũng được mô tả và một số ý kiến để giải thích các kết quả và phòng ngừa an toàn cũng được đưa ra.

Trang thiết bị thử nghiệm dùng cho phương pháp La2, mô tả trong 4.3.3.3 giống với trang thiết bị thử nghiệm dùng cho thử nghiệm độ kín bụi hoàn toàn quy định trong TCVN 4522 (IEC 60529).

#### 4.3.2 Cơ sở khoa học sau thử nghiệm La, thử nghiệm bụi mịn không mài mòn

##### 4.3.2.1 Quy định chung

Mục đích của thử nghiệm thực hiện theo thử nghiệm La là để xác định cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài chống sự xâm nhập của bụi mịn vào sản phẩm kỹ thuật điện.

Thử nghiệm thực hiện theo thử nghiệm La chủ yếu được thực hiện để kiểm tra độ kín bụi hoàn toàn của mẫu đồng thời để kiểm tra các ảnh hưởng có hại của bụi xâm nhập vào mẫu. Các ảnh hưởng đến an toàn và ảnh hưởng có hại của bụi xâm nhập vào mẫu cũng được kiểm tra bằng phương pháp thử nghiệm bụi này.

Các ảnh hưởng đến an toàn và có hại nảy sinh từ bụi trong sản phẩm kỹ thuật điện có thể là bị điện giật do có bụi dẫn điện hoặc có thể gây cháy, nổ do bụi dễ cháy.

Để phân tích các yêu cầu và các hạn chế đối với phương pháp thử nghiệm này, một số nhận xét về nguồn bụi, hoạt động và ảnh hưởng của bụi được xem xét trong các điều dưới đây.

#### **4.3.2.2 Nguồn bụi**

Bụi xung quanh sản phẩm kỹ thuật điện xuất phát từ các nguồn riêng rẽ. Bụi, ví dụ như thạch anh, than đá, muối làm tan băng, phân hóa học có thể xâm nhập vào các sản phẩm, chẳng hạn qua lỗ thông hơi hoặc vỏ bọc bị hở.

Bụi cũng có thể là các sợi nhỏ từ cotton hoặc len, tự nhiên hoặc nhân tạo, có từ vải hoặc thảm khi sử dụng bình thường trong phòng khách hoặc văn phòng.

Các nguồn khác là bụi từ các hạt trong kho, hoặc bột được xay ở nhà máy.

Kích thước hạt thay đổi từ phần nhỏ của 1  $\mu\text{m}$  đến khoảng 100  $\mu\text{m}$ .

#### **4.3.2.3 Tác động và ảnh hưởng của bụi**

##### **4.3.2.3.1 Sự xâm nhập**

Sự xâm nhập của bụi vào mẫu có thể xảy ra như dưới đây. Nó có thể:

- được mang vào theo lưu thông không khí cưỡng bức, ví dụ như để làm mát;
- được mang vào do chuyển động nhiệt của không khí;
- được bơm vào theo cách thay đổi áp suất không khí do thay đổi nhiệt độ;
- thổi vào do gió.

##### **4.3.2.3.2 Các ảnh hưởng chính**

Bụi tự nó có thể có một hoặc nhiều ảnh hưởng có hại như sau:

- a) chiếm chỗ của các bộ phận chuyển động;
- b) mài mòn các bộ phận chuyển động;
- c) tăng khối lượng các bộ phận chuyển động, do đó làm mất cân bằng;
- d) suy giảm cách điện;
- e) suy giảm các đặc tính điện môi;

## **TCVN 7699-2-68 : 2007**

- f) cản trở bộ lọc không khí;
- g) giảm độ dẫn nhiệt;
- h) cản trở các đặc tính quang.

### **4.3.2.3.3 Các ảnh hưởng thứ yếu và ảnh hưởng hỗn hợp**

Sự xuất hiện của bụi, kết hợp với các tham số môi trường khác, có thể gây các ảnh hưởng có hại lên mẫu, ví dụ như ăn mòn và nấm mốc. Cụ thể là, môi trường nóng ẩm kết hợp với bụi hoạt hóa xâm nhập tạo ra ăn mòn. Ngoài ra, bộ lọc bị cản trở và các suy giảm khác của hệ thống thông hơi hoặc làm mát có thể gây ra nguy hiểm quá nhiệt và nguy hiểm cháy.

Kiểm tra các ảnh hưởng của bụi không dẫn điện và bụi ăn mòn, ví dụ như muối chống đóng băng, có thể được tiến hành bằng thử nghiệm bụi bằng cách sử dụng bụi thử nghiệm trộn với các vật liệu ăn mòn thực tế, sau đó là thử nghiệm nóng ẩm.

Tuy nhiên, để duy trì độ tái lập, việc kiểm tra chia thành một thử nghiệm bụi sử dụng bụi trung tính, sau đó là một thử nghiệm ăn mòn đã được tiêu chuẩn hóa.

Để kiểm tra các ảnh hưởng do vật liệu bụi hút ẩm, có thể trộn xơ vải cotton với bụi thử nghiệm, và sau thử nghiệm bụi này là thử nghiệm ăn mòn.

### **4.3.2.4 Thử nghiệm để kiểm tra bụi ảnh hưởng đến độ kín hoàn toàn**

#### **4.3.2.4.1 Chuyển động của không khí trong mẫu**

Xem xét cơ chế hỗ trợ sự xâm nhập của bụi vào mẫu (xem 4.3.2.1) có thể thấy rằng, sự chuyển động của không khí vào mẫu hoặc bên trong hoặc bên ngoài mẫu là cần thiết đối với phương pháp thử nghiệm này.

Chuyển động của không khí có thể do hoạt động liên tục hoặc gián đoạn của mẫu tùy thuộc vào kết cấu của nó, (xem 4.3.2.5), hoặc bằng cách tạo ra luồng không khí nhờ quạt. Chuyển động của không khí có thể cũng được tạo ra do thay đổi áp suất không khí liên tục hoặc theo chu kỳ bên trong mẫu, có liên quan đến không khí ở xung quanh bằng cách sử dụng hệ thống nén khí.

Phương pháp thay đổi áp suất được chọn cho các phương pháp hiện thời, vì mục đích chủ yếu là để kiểm tra độ kín bụi hoàn toàn và để duy trì độ tái lập cao. Đây cũng là phương pháp đơn giản, thích hợp để tạo ra chuyển động của không khí. Trong một số trường hợp, việc giải thích các kết quả thử nghiệm (xem 4.3.8) theo phương pháp này có thể khó thể hiện.

#### **4.3.2.4.2 Nồng độ bụi trong tủ thử**

Mục đích của phương pháp thử nghiệm này để kiểm tra độ kín bụi hoàn toàn của mẫu mà không mô phỏng tình trạng bụi trong đó mẫu được thiết kế để hoạt động.

Vì vậy, yêu cầu của môi trường bụi trong tủ thử chỉ để thiết lập một thể tích có bụi dày đặc xung quanh mẫu. Nồng độ bụi phải rất cao so với nồng độ bụi trong các điều kiện vận hành thực cả trong tự nhiên lẫn điều kiện do con người tạo ra để thuận tiện trong kiểm tra sự xâm nhập của bụi.

Tốc độ phủ bụi theo phương pháp thử nghiệm hiện thời (không phải kiểm tra định lượng) là xấp xỉ  $10^4$  lần tốc độ phủ bụi tự do của phương pháp thử nghiệm Lb.

#### 4.3.2.4.3 Áp suất không đổi hoặc áp suất chu kỳ

Thử nghiệm bụi không mài mòn La hiện nay đòi hỏi mô phỏng chênh lệch áp suất giữa bên trong và bên ngoài mẫu.

Ở phương pháp La1, chênh lệch áp suất là chu kỳ và được thiết lập bằng cách thay đổi áp suất tủ thử.

Ở phương pháp La2, không thay đổi độ chênh lệch áp suất và được thiết lập bằng cách nối bơm chân không với mẫu.

Ưu điểm của phương pháp La1 là:

- chênh lệch áp suất là chu kỳ như thường thấy trong các điều kiện vận hành;
- áp suất chu kỳ không có xu hướng cản trở rò bụi thử nghiệm như đã thấy khi sử dụng áp suất không đổi;
- vì áp suất chu kỳ được thiết lập bằng sự thay đổi của áp suất tủ thử nên tính toàn vẹn của mẫu không bị ảnh hưởng, và ngoài ra, không nảy sinh nghi ngờ trong việc lựa chọn lỗ có sẵn để nối với bơm chân không.

Ưu điểm của phương pháp La2 là:

- phương pháp La2 được nhiều phòng thí nghiệm công nhận và thích ứng tốt với các tiêu chuẩn khác.

#### 4.3.2.4.4 Chọn kích thước hạt bụi

Để đánh giá độ kín bụi hoàn toàn của mẫu, thử nghiệm có thể được thực hiện với bụi là vật liệu bất kỳ. Yêu cầu chính là phân bố kích thước hạt phải có cả các hạt nhỏ nhất có tại nơi làm việc thực tế. Chỉ vật liệu mịn là cần thiết để phát hiện độ kín hoàn toàn của mẫu. Lý do để chọn vật liệu mịn là để bảo vệ mẫu khỏi các ảnh hưởng mài mòn.

#### 4.3.2.5 Tình trạng vận hành của mẫu trong quá trình chịu thử

Tình trạng vận hành của mẫu thử nghiệm có thể ảnh hưởng đến sự xâm nhập của bụi, tùy thuộc vào kiểu và các đặc tính của mẫu.

Hiệu ứng bơm của mẫu tỏa nhiệt có kết cấu kín được mô phỏng bằng hệ thống nén không khí trong tủ thử và do đó, mẫu có thể ở điều kiện ngắt nguồn trong quá trình chịu thử.

## **TCVN 7699-2-68 : 2007**

Phương tiện làm kín cho bộ phận chuyển động, ví dụ như trục động cơ và các nút ấn có thể bị ảnh hưởng do chuyển động và do đó, mẫu phải được thử nghiệm trong tình trạng vận hành.

Phương pháp thử nghiệm bụi hiện hành không thích hợp để thử nghiệm mẫu có kết cấu hở, ví dụ như mẫu làm mát bằng không khí cưỡng bức để hở và mẫu có các lỗ thông hơi để làm mát đối lưu, vì nồng độ bụi trong tủ thử quá cao để đưa ra sự giải thích hợp lý cho các kết quả.

### **4.3.3 Phương pháp tạo ra các điều kiện thử nghiệm**

#### **4.3.3.1 Yêu cầu chung**

Yêu cầu chung về các tham số dưới đây phải được thỏa mãn để tạo ra các điều kiện thử nghiệm có khả năng tái lập:

- a) nồng độ bụi;
- b) phân bố bụi đồng đều;
- c) nhiệt độ;
- d) độ ẩm tương đối;
- e) tích tĩnh điện;
- f) áp suất không khí mô phỏng vào mẫu;
- g) đặc trưng của bụi.

Các tham số từ a đến f được khống chế bởi thiết kế của trang thiết bị thử nghiệm. Hướng dẫn về thiết kế trang thiết bị thử nghiệm được cho trong 4.3.3.2 và 4.3.3.3. Hướng dẫn chọn bụi thử nghiệm được cho trong 4.3.4.

#### **4.3.3.2 Trang thiết bị thử nghiệm dùng cho phương pháp La1 (áp suất không khí chu kỳ)**

##### **4.3.3.2.1 Tủ thử nghiệm**

Ví dụ về tủ thử nghiệm thích hợp được cho trong Hình 3. Bề mặt bên trong tủ thử nên làm bằng vật liệu dẫn điện và được nối đất để tránh tích tĩnh điện. Nếu tĩnh điện có ảnh hưởng đến sự xâm nhập bụi vào mẫu là mục đích của thử nghiệm thì mẫu cần được nạp điện tương ứng với tủ thử.

Độ ẩm được khống chế dễ dàng nhất bằng cách tăng nhiệt độ của tủ thử. Một phương pháp để thiết lập các điều kiện đẳng nhiệt bên trong tủ thử là có một tủ bên trong làm bằng nhôm, một tủ thử bên ngoài làm bằng vật liệu cách nhiệt. Không khí có khống chế nhiệt được lưu thông trong không gian giữa tủ thử bên trong và bên ngoài. Các tấm dẫn hướng cho không khí được đặt trong không gian này để phân bố luồng không khí đều nhau. Nguyên tắc này giống như nguyên tắc của tủ thử nhiệt độ môi trường tự do.

Áp suất không khí chu kỳ tác động lên mẫu được thiết lập do sự thay đổi áp suất tủ thử nghiệm. Việc này yêu cầu kết cấu kín có đủ khả năng để chịu được áp suất quy định (xem 4.3.3.2.3).

#### 4.3.3.2.2 Hệ thống đưa bụi vào

Hệ thống đưa bụi vào phải có khả năng duy trì một cách đồng đều bụi lơ lửng có nồng độ vừa đủ trong tủ thử. Điều này có thể thực hiện nhờ sử dụng guồng xoắn để chuyển bụi từ đáy lên nóc tủ thử. Nồng độ bụi có thể được khống chế bằng tốc độ của guồng xoắn. Tùy thuộc vào Hình dạng của đáy tủ thử và các đặc tính nổi của bụi, cơ cấu trộn có thể cần để hướng bụi vào đầu vào của guồng xoắn. Tính đồng đều của bụi lơ lửng có thể được khống chế bằng quạt đặt nằm ngang tại đầu ra của guồng xoắn.

#### 4.3.3.2.3 Hệ thống áp suất không khí chu kỳ

Áp suất không khí chu kỳ phải được đưa vào mẫu để mô phỏng sự thay đổi áp suất vốn có và do đó, tăng khả năng xâm nhập của bụi vào mẫu.

Áp suất không khí chu kỳ được thiết lập bởi sự thay đổi theo chu kỳ của áp suất tủ thử nghiệm.

Một chu kỳ áp suất thử nghiệm gồm có giai đoạn áp suất thấp, sau đó là giai đoạn áp suất không khí bên trong tủ thử.

Chu kỳ thử nghiệm tạo ra sự trao đổi không khí từ bên ngoài vào bên trong của mẫu trong quá giai đoạn chịu áp suất (tức là trở về áp suất không khí).

Việc thực hiện thay đổi áp suất bằng cách thay đổi áp suất tủ thử thay vì thay đổi áp suất nội tại của mẫu có ưu điểm là giữ nguyên vẹn mẫu (xem 4.3.2.4.3).

#### 4.3.3.3 Trang thiết bị thử nghiệm dùng cho phương pháp La2 (áp suất không khí không đổi)

Trang thiết bị thử nghiệm áp suất không khí không đổi dùng cho phương pháp La2 giống như trang thiết bị thử nghiệm mô tả trong TCVN 4522 (IEC 60529).

Thử nghiệm này bao gồm việc đặt mẫu vào tủ thử có độ kín thích hợp trong đó bột tan được giữ lơ lửng nhờ luồng không khí có vận tốc cao. Áp suất không khí bên trong mẫu được giữ ở áp suất không đổi thấp hơn áp suất không khí xung quanh. Thời gian thử nghiệm phụ thuộc một phần vào kích thước của mẫu, một phần vào tổng số các khe hở của mẫu quyết định thể tích không khí cần trao đổi.

Các yêu cầu và đặc trưng chính của trang thiết bị thử nghiệm được mô tả trong các điều dưới đây.

##### 4.3.3.3.1 Tủ thử nghiệm

Ví dụ về tủ thử nghiệm thích hợp được cho trong Hình 4. Hướng dẫn về kết cấu của tủ thử nghiệm để duy trì độ tái lập của nhiệt độ, độ ẩm tương đối và tích tĩnh điện được nêu trong 4.3.3.2.1.

##### 4.3.3.3.2 Hệ thống đưa bụi vào

Hệ thống đưa bụi vào phải có khả năng duy trì đồng đều bụi lơ lửng có nồng độ vừa đủ trong tủ thử. Điều này có thể được thực hiện nhờ sử dụng hệ thống luân chuyển không khí có cả quạt để luân chuyển bụi. Phương tiện để thiết lập bụi phủ đồng đều là cần thiết và có thể là quạt thứ hai ở nóc tủ thử. Chức

## **TCVN 7699-2-68 : 2007**

năng này cũng có thể thực hiện được nhờ sử dụng hệ thống guồng xoắn và quạt như mô tả trong 4.3.3.2.2.

### **4.3.3.3.3 Hệ thống áp suất không khí không đổi**

Áp suất không khí không đổi tác động lên mẫu được thiết lập bằng cách nối bơm chân không với bản thân mẫu. Trong một số trường hợp, việc này có thể ảnh hưởng đến tính toàn vẹn của mẫu khi cần phải khoan lỗ ở vỏ bọc (xem 4.3.2.4.3).

## **4.3.4 Bụi thử nghiệm**

Để đánh giá độ kín bụi hoàn toàn của mẫu, bột tan được quy định là bụi tiêu chuẩn nhưng thử nghiệm có thể thực hiện với vật liệu bụi loại khác.

Yêu cầu chính là phân bố kích thước hạt phải có cả các hạt nhỏ nhất có ở nơi lắp đặt thực tế. Tại các vị trí khác nhau, trung bình có 35 % khối lượng hạt có kích thước nhỏ hơn 1  $\mu\text{m}$ . Chỉ có vật liệu mịn mới cần phát hiện độ kín hoàn toàn của mẫu. Lý do để chọn vật liệu mịn là để bảo vệ mẫu khỏi các ảnh hưởng mài mòn.

### **4.3.4.1 Thành phần của bụi**

Có năm đặc trưng quan trọng khi chọn loại bụi để thử nghiệm:

- a) tính sẵn có;
- b) độ cứng;
- c) khả năng hút ẩm;
- d) kém phản ứng hóa học;
- e) nguy hại cho sức khỏe.

Một loại vật liệu bụi dễ dàng có cho thử nghiệm La là bột tan. Bột tan là magiê silicat có độ cứng bằng 1 trong thang đo Mohs, là một trong các loại chất khoáng mềm nhất. Bột tan có khả năng hút ẩm cao, đòi hỏi phải làm khô vật liệu trước khi sử dụng cho thử nghiệm để tránh kết vón các hạt bụi. Cũng vì lý do này, thử nghiệm bụi phải được tiến hành ở nhiệt độ tăng lên để giữ độ ẩm tương đối trong tủ thử nghiệm ít nhất là thấp hơn 25 %. Bột tan là chất kém phản ứng hóa học.

Một loại vật liệu bụi khác dùng cho thử nghiệm La là bột dập lửa (FE). Bột FE gồm có  $\text{NaHCO}_3$  hoặc  $\text{KHCO}_3$  dạng hạt có phủ stearat kim loại. Bột này có ưu điểm là tính hút ẩm thấp do các hạt bột phủ kín, nhưng cũng làm cho bột FE dễ bị chảy. Nhược điểm của bột FE là một số loại bột FE có phản ứng hóa học mạnh, có hại cho mẫu phải chịu độ ẩm cao sau thử nghiệm bụi. Vì vậy, liên quan đến vấn đề này, cần tham khảo nhà chế tạo bột FE. Bột FE có độ cứng bằng 3 với thang đo Mohs.

Khía cạnh về nguy hại cho sức khỏe được đề cập trong A.5.

#### 4.3.4.2 Phân bố kích thước hạt

Quy định kỹ thuật của thử nghiệm yêu cầu bụi thử nghiệm phải có khả năng đi qua sàng có mắt lưới Hình vuông có đường kính sợi dây danh nghĩa bằng 50  $\mu\text{m}$  và chiều rộng danh nghĩa giữa các sợi dây bằng 75  $\mu\text{m}$ . Các phân tích quang học về bột tan điển Hình cho sự phân bố kích thước hạt như dưới đây:

- nhỏ hơn 63  $\mu\text{m}$                     100 % khối lượng
- nhỏ hơn 40  $\mu\text{m}$                     45 % khối lượng
- nhỏ hơn 20  $\mu\text{m}$                     9 % khối lượng
- nhỏ hơn 10  $\mu\text{m}$                     0,9 % khối lượng
- nhỏ hơn 5  $\mu\text{m}$                     nhỏ hơn 0,2 % khối lượng

Phân bố kích thước hạt dưới đây đối với bột FE:

- nhỏ hơn 85  $\mu\text{m}$                     100 % khối lượng
- nhỏ hơn 40  $\mu\text{m}$                     26 % khối lượng
- nhỏ hơn 20  $\mu\text{m}$                     5 % khối lượng
- nhỏ hơn 10  $\mu\text{m}$                     0,7 % khối lượng
- nhỏ hơn 5  $\mu\text{m}$                     nhỏ hơn 0,2 % khối lượng

Có thể thấy rằng cả hai loại bột đều có lượng rất nhỏ các hạt kích thước nhỏ (nhỏ hơn 0,2 % đối với kích thước hạt nhỏ hơn 5  $\mu\text{m}$ ) yêu cầu kiểm tra thêm vì bụi tự nhiên có số lượng lớn bụi có kích thước hạt thấp hơn kích thước hạt này.

Tuy nhiên, trong quá trình luân chuyển, bột tan rơi xuống đất và do đó, có chứa lượng lớn hơn các hạt kích thước nhỏ khi bụi thử nghiệm được luân chuyển một vài lần.

Đã có một số phương pháp để đo phân bố kích thước hạt. Một số dựa trên phân tích quang học về mẫu bụi.

#### 4.3.5 Mức khắc nghiệt của thử nghiệm

##### 4.3.5.1 Phương pháp La1

Mức khắc nghiệt của phương pháp La1 tỉ lệ với thời gian chịu thử và chênh lệch áp suất giữa phần bên ngoài và bên trong mẫu.

Mức khắc nghiệt có thể thay đổi bằng cách chọn các giá trị thích hợp của hai tham số, nhưng chênh lệch áp suất thực tế lớn nhất bị giới hạn bởi khả năng chịu của mẫu và tủ thử.

##### 4.3.5.2 Phương pháp La2

Mức khắc nghiệt của phương pháp La2 tỉ lệ với thời gian chịu thử (số chu kỳ áp suất) và chênh lệch áp suất giữa phần bên ngoài và bên trong mẫu.



## **TCVN 7699-2-68 : 2007**

Mức khắc nghiệt có thể thay đổi bằng cách chọn các giá trị thích hợp của hai tham số, nhưng chênh lệch áp suất thực tế lớn nhất bị giới hạn bởi khả năng chịu của mẫu.

### **4.3.5.3 Mức khắc nghiệt quy định**

Thời gian chịu thử và chênh lệch áp suất được xác định bởi các đặc tính của mẫu, ngay cả khi mẫu có kết cấu kín hoặc hở.

### **4.3.6 Độ tái lập của thử nghiệm**

Độ tái lập của thử nghiệm bụi mịn không mài mòn phụ thuộc vào các tham số thử nghiệm dưới đây:

- độ ẩm tương đối;
- nồng độ bụi;
- sự đồng đều của bụi;
- đặc trưng của bụi;
- áp suất không khí mô phỏng;
- thời gian chịu thử.

#### **4.3.6.1 Phương pháp La1 và La2**

Độ ẩm tương đối thường được giữ thấp hơn 25 % bằng cách tăng nhiệt độ thử nghiệm, để tránh kết vón của các hạt bụi. Ở địa điểm có độ ẩm tương đối cao, yêu cầu này có thể cần sử dụng hệ thống hút ẩm.

Nồng độ bụi là rất cao và do đó, ảnh hưởng không đáng kể đến độ tái lập.

Sự đồng đều của bụi có ảnh hưởng lớn đến độ tái lập và phải chú ý để có được bụi đồng đều.

Các đặc trưng của bụi có ảnh hưởng lớn đến độ tái lập. Cụ thể là, phải kiểm tra phân bố kích thước hạt để đánh giá lượng các hạt kích thước nhỏ (xem 4.3.4.2).

Thời gian hoặc số chu kỳ áp suất có độ tái lập cao.

#### **4.3.6.2 Phương pháp La1**

Chênh lệch áp suất theo chu kỳ như trong điều kiện làm việc bình thường.

Áp suất chu kỳ không có xu hướng cản trở các tuyến khe hở lọt bụi như là sử dụng áp suất không đổi.

Không giống phương pháp La2, áp suất chu kỳ được thiết lập do thay đổi áp suất tủ thử. Tính toàn vẹn của mẫu không bị ảnh hưởng do khoan lỗ để nối với bơm nếu cần, và không nảy sinh nghi ngờ khi chọn lỗ có sẵn để nối bơm.

Các yếu tố nói trên góp phần vào độ tái lập cao của phương pháp thử nghiệm La1.

#### 4.3.6.3 Phương pháp La2

Phương pháp La2 được thừa nhận bởi nhiều phòng thí nghiệm và thích hợp trong các tiêu chuẩn IEC khác.

Điều này tự nó không san bằng được các hạn chế của phương pháp này so với phương pháp La1 (xem 4.3.6.2).

Mặt khác, người thử nghiệm có kỹ năng, nhận biết được các hạn chế đã nêu, có thể thực hiện các thử nghiệm tái lập theo phương pháp quy định La2.

#### 4.3.7 Các giới hạn về khả năng áp dụng của thử nghiệm

Nhấn mạnh rằng phương pháp được mô tả là thích hợp để thử nghiệm độ kín bụi hoàn toàn nhưng không phù hợp để mô phỏng bất kỳ môi trường bụi tự nhiên nào.

Chỉ có vật liệu nhẹ là cần thiết để phát hiện độ kín hoàn toàn của mẫu. Lý do chọn vật liệu nhẹ là để bảo vệ mẫu khỏi các ảnh hưởng do mài mòn.

Do đó, các ảnh hưởng do mài mòn lên mẫu không được đánh giá trực tiếp bằng phương pháp thử nghiệm này.

#### 4.3.8 Giải thích các kết quả

Việc giải thích các kết quả thử nghiệm của thử nghiệm bụi mịn không mài mòn có thể gặp một chút khó khăn, đặc biệt là giải thích ảnh hưởng có hại lên mẫu có bụi xâm nhập. Hướng dẫn về giải thích các kết quả trong các trường hợp đặc biệt được nêu trong các điều dưới đây.

##### 4.3.8.1 Quan sát thấy không có bụi xâm nhập

Dễ dàng giải thích kết quả của trường hợp này.

##### 4.3.8.2 Quan sát thấy có bụi xâm nhập

Trong trường hợp này, giải thích kết quả khó khăn hơn. Người thử nghiệm phải đánh giá ảnh hưởng có hại lên mẫu và cả các ảnh hưởng nguy hiểm nảy sinh từ bụi xâm nhập.

##### 4.3.8.3 Các ảnh hưởng có hại lên mẫu

Bụi có thể có một hoặc nhiều ảnh hưởng có hại như mô tả trong 4.3.2.3.2 và 4.3.2.3.3 và cần đánh giá việc này khi thích hợp hoặc khi có thể.

## 5 Thử nghiệm Lb: Bụi phủ tự do

### 5.1 Mục đích

Mục đích của thử nghiệm này là để xác định ảnh hưởng của việc bụi mịn phủ tự do lên sản phẩm kỹ thuật điện. Thử nghiệm này có thể áp dụng để mô phỏng môi trường trong không gian có che chắn và kín mà không có quá trình phát ra bụi đặc biệt và trong không gian có sự chuyển động không khí không đáng kể (ví dụ như phòng khách, văn phòng, phòng thí nghiệm, phòng dùng cho công nghiệp nhẹ, phòng bảo quản, v.v...) trong đó bụi có thể tích lũy trong thời gian dài.

### 5.2 Phương pháp Lb

#### 5.2.1 Mô tả chung

Thử nghiệm này dùng bụi quy định có nồng độ thấp để đưa vào tủ thử trong một khoảng thời gian và để bụi phủ trên mẫu. Tốc độ phủ bụi được duy trì trong các giới hạn quy định và vận tốc không khí được giữ gần bằng 0 để không ảnh hưởng đến việc phủ các hạt bụi mịn. Nhiệt độ tủ thử được tăng lên cao hơn nhiệt độ xung quanh để duy trì độ ẩm tương đối là thấp.

#### 5.2.2 Mô tả trang thiết bị thử nghiệm

Trang thiết bị thử nghiệm gồm có tủ thử nghiệm có các đặc trưng dưới đây:

- diện tích nằm ngang của tủ thử phải đủ lớn để duy trì sự đồng đều của bụi phủ lên mẫu trong các giới hạn quy định;
- tủ thử phải đủ cao để duy trì vận tốc không khí xung quanh mẫu gần bằng 0 trong quá trình chịu thử;
- bề mặt bên trong của tủ thử phải dẫn điện và được nối đất để tránh tích tĩnh điện;
- độ ẩm tương đối trong tủ thử nghiệm phải nhỏ hơn 25 %. Điều này có thể đạt được bằng cách nâng nhiệt độ không khí của tủ thử (xem A.3).

Bụi thử nghiệm phải được đưa vào phần cao hơn của tủ thử bằng luồng không khí thổi theo chiều ngang, luồng không khí này phải đủ cao để khuếch tán bụi và phủ đồng đều bụi quy định lên mẫu. Luồng không khí khi đưa bụi vào không được làm tăng vận tốc không khí tại mẫu lên quá 0,2 m/s.

Việc phủ bụi theo quy định và sự đồng đều phải được đo bằng cách đặt các tấm làm mẫu thích hợp theo chiều ngang tại các vị trí gần mẫu. Các tấm này phải được cân lên trước và sau khi chịu thử. Việc phủ bụi quy định lên diện tích thử nghiệm phải là  $(6 \pm 1) \text{ g/m}^2$  đo trong thời gian 24 h.

Ví dụ về trang thiết bị thử nghiệm thích hợp được cho trong Hình 5.

#### 5.2.3 Bụi thử nghiệm

Bụi thử nghiệm được quy định trong 6.1.4.1, phương án 1, bụi mịn.

Các bụi thử nghiệm khác như bụi thử nghiệm tổng hợp (ví dụ như có chứa xơ, đất hoặc xi măng) có thể cần xem xét đối với các ứng dụng cụ thể. Tuy nhiên, chúng phải được biến đổi thích hợp và hướng dẫn đối với việc này được cho trong Phụ lục A.

Không cho phép sử dụng lại bụi thử nghiệm.

#### 5.2.4 Mức khắc nghiệt

Mức khắc nghiệt được thể hiện bằng thời gian chịu thử phải được nêu trong quy định kỹ thuật liên quan.

Thời gian:     1 ngày  
                   3 ngày  
                   10 ngày  
                   30 ngày

#### 5.2.5 Ổn định trước

Quy định kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu ổn định trước

#### 5.2.6 Phép đo ban đầu

Mẫu phải được kiểm tra bằng mắt, kiểm tra kích thước và chức năng quy định trong quy định kỹ thuật liên quan. Tất cả các tính chất của mẫu có khả năng ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm như vỡ, mối gắn kín hoặc bộ lọc phải được kiểm tra để đảm bảo phù hợp với hướng dẫn trong quy định kỹ thuật liên quan.

#### 5.2.7 Thử nghiệm

Tủ thử nghiệm phải có nhiệt độ bằng với nhiệt độ xung quanh của phòng thí nghiệm. Mẫu phải được đưa vào tủ thử ở tình trạng không bao gói, ngắt điện, “sẵn sàng để sử dụng” hoặc như quy định trong quy định kỹ thuật liên quan. Trong trường hợp yêu cầu tư thế làm việc cụ thể thì phải mô tả trong quy định kỹ thuật liên quan. Phải tăng nhiệt độ tủ thử lên  $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ . Tốc độ thay đổi nhiệt độ không được vượt quá  $0,1 ^\circ\text{C}/\text{min}$ , hoặc tủ thử phải được để ổn định nhiệt trong ít nhất 2 h. Sau đó, phải đưa bụi quy định vào tủ thử trong 1 min, sau đó là giai đoạn phủ bụi trong 59 min. Thời gian đưa bụi vào phải được điều chỉnh để tạo ra tốc độ phủ bụi quy định.

Sau giai đoạn chịu thử, nhiệt độ tủ thử phải được hạ xuống cho đến khi nhiệt độ nằm trong giới hạn các điều kiện khí quyển tiêu chuẩn dùng cho thử nghiệm. Tốc độ thay đổi nhiệt độ không được vượt quá  $0,1 ^\circ\text{C}/\text{min}$  tính trung bình trong thời gian không quá 5 min. Tủ thử phải được đóng kín trong thời gian đủ để cho phép bụi phủ lên mẫu, để giảm thiểu rủi ro hít phải bụi. Việc này có thể mất 12 h.

#### 5.2.8 Phép đo trung gian

Quy định kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu thực hiện các phép đo trong giai đoạn chịu thử. Không được phép lấy mẫu ra khỏi tủ thử để thực hiện các phép đo trung gian.

**5.2.9 Phục hồi**

Trừ khi có quy định khác trong quy định kỹ thuật liên quan, mẫu phải duy trì trong các điều kiện khí quyển tiêu chuẩn để phục hồi trong 2 h.

**5.2.10 Phép đo kết thúc**

Mẫu phải được kiểm tra bằng mắt, kiểm tra kích thước và chức năng mô tả trong quy định kỹ thuật liên quan. Phải chú ý đặc biệt đối với bụi phủ trên hoặc trong mẫu thử nghiệm, việc này có thể dẫn đến hư hại hoặc làm mẫu hoạt động không đúng.

**5.2.11 Thông tin cần nêu trong quy định kỹ thuật liên quan**

Khi thử nghiệm này được đề cập trong quy định kỹ thuật liên quan, các nội dung dưới đây phải được nêu trong chứng mục mà chúng có thể áp dụng. Quy định kỹ thuật liên phải cung cấp thông tin cần thiết trong các điều liệt kê dưới đây, chú ý đến các hạng mục đánh dấu hoa thị (\*) vì đây là thông tin luôn được yêu cầu.

	Điều
a) Loại bụi, nếu khác tiêu chuẩn	5.2.3
b) Mức khắc nghiệt *	5.2.4
– thời gian thử nghiệm	
c) Ổn định trước	5.2.5
d) Phép đo ban đầu *	5.2.6
e) Tình trạng mẫu khi đưa vào tủ thử	5.2.7
f) Tư thế của mẫu nếu khác với tư thế làm việc bình thường	5.2.7
g) Phép đo trung gian	5.2.8
h) Phục hồi	5.2.9
i) Phép đo kết thúc *	5.2.10

**5.3 Hướng dẫn đối với thử nghiệm Lb**

**5.3.1 Phương pháp mô phỏng**

Điều 5.3 mô tả phương pháp mô phỏng để kiểm tra ảnh hưởng của bụi phủ tự do trên thiết bị và linh kiện.

Đặc trưng chính của môi trường cần mô phỏng là bụi mịn có trong các vị trí được che chắn và bọc kín, trong đó bụi phủ lại nhưng không bị ảnh hưởng do chuyển động của không khí.

### 5.3.2 Các đặc trưng và ảnh hưởng của bụi ở vị trí có che chắn và bọc kín

#### 5.3.2.1 Nguồn bụi

Bụi trong các vị trí bọc kín hoặc che chắn được tạo ra từ các nguồn khác nhau. Bụi có thể là thạch anh, muối tan hoặc phân bón xâm nhập vào vị trí được che chắn và bọc kín, ví dụ thông qua các ống thông hơi hoặc các khe hở.

Bụi cũng có thể là các sợi từ cotton hoặc len, tự nhiên hoặc nhân tạo, xuất phát từ vải hoặc thảm được sử dụng bình thường trong phòng khách hoặc văn phòng.

Các nguồn khác là bụi từ các hạt trong kho, hoặc bột từ nhà máy.

Vật liệu và phân bố kích thước hạt khác nhau tùy thuộc vào loại bụi. Phổ biến là kích thước hạt lớn nhất (xem 5.3.3.2 và 5.3.4.3).

#### 5.3.2.2 Tác động và ảnh hưởng của bụi

Trong các vị trí có che chắn và bọc kín có chuyển động không khí không đáng kể, cần phân biệt các tác động và ảnh hưởng dưới đây của bụi.

##### 5.3.2.2.1 Bụi phủ

Bụi phủ lên mẫu có thể xảy ra do bốn cơ chế khác nhau:

- a) phủ trong không khí phẳng lặng;
- b) phủ lên bề mặt mẫu;
- c) bị hút bởi lực tĩnh điện;
- d) kẹt trong các lỗ hẹp.

Chuyển động không khí có xu hướng làm chậm hoặc cản trở việc phủ bụi, và do đó, phải tránh các chuyển động không khí trong không gian làm việc của tủ thử.

Kẹt trong không gian hẹp xảy ra trong bộ lọc trên mẫu có lắp các cơ cấu làm mát cưỡng bức bằng không khí.

##### 5.3.2.2.2 Xâm nhập

Sự xâm nhập của bụi vào mẫu có thể xảy ra như dưới đây. Nó có thể:

- được mang vào theo lưu thông không khí cưỡng bức, ví dụ như để làm mát;
- được mang vào do chuyển động nhiệt của không khí;
- bơm vào do có thay đổi áp suất không khí do thay đổi nhiệt độ;

**5.3.2.2.3 Các ảnh hưởng chính**

Bụi tự nó có thể có một hoặc nhiều ảnh hưởng có hại như sau:

- a) chiếm chỗ của các bộ phận chuyển động;
- b) mài mòn các bộ phận chuyển động;
- c) tăng khối lượng các bộ phận chuyển động, do đó làm mất cân bằng;
- d) suy giảm cách điện;
- e) suy giảm các đặc tính điện môi;
- f) cản trở bộ lọc không khí;
- g) giảm độ dẫn nhiệt;
- h) cản trở các đặc tính quang.

**5.3.2.2.4 Các ảnh hưởng thứ yếu và ảnh hưởng hỗn hợp**

Sự xuất hiện của bụi, kết hợp với các tham số môi trường khác, có thể gây các ảnh hưởng có hại lên mẫu, ví dụ như ăn mòn và nấm mốc. Cụ thể là, môi trường nóng ẩm kết hợp với bụi xâm nhập tạo ra ăn mòn. Ngoài ra, bộ lọc bị cản trở và các suy giảm khác của hệ thống thông hơi hoặc làm mát có thể gây ra nguy hiểm quá nhiệt và nguy hiểm cháy.

**5.3.3 Cơ sở khoa học sau thử nghiệm Lb, bụi phủ tự do**

Để bao trùm toàn bộ lĩnh vực ảnh hưởng mà bụi có thể gây ra trên các mẫu thì phải tính đến một số tham số.

**5.3.3.1 Vị trí**

Môi trường bụi ngoài trời, ví dụ các trận bão bụi ở sa mạc, môi trường cục bộ xung quanh phương tiện giao thông trên đường bụi, tạo ra các ảnh hưởng lên mẫu do chuyển động của không khí, các ảnh hưởng này khác đáng kể so với các ảnh hưởng do bụi tạo ra ở vị trí được che chắn hoặc bọc kín.

**5.3.3.2 Đặc trưng của bụi và cát**

Sự khác biệt rõ rệt về các đặc trưng của bụi thể hiện ở các vị trí khác nhau.

Ở vị trí được che chắn và vị trí có vỏ bọc kín đều có thể thấy tất cả các loại vật liệu bụi khác nhau, ví dụ như thạch anh, bột, xi măng, sợi hữu cơ, v.v...

Kích thước hạt và phân bố kích thước hạt cũng thay đổi đáng kể tùy thuộc vào vị trí được xem xét là ở ngoài trời, trên phương tiện vận chuyển hay vị trí được che chắn. Ở vị trí ngoài trời, kích thước hạt lớn nhất thường cao hơn so với vị trí được che chắn hoặc có vỏ bọc do tác dụng lọc của che chắn. Kích thước hạt lớn nhất trong vị trí được che chắn hoặc có vỏ bọc vào khoảng 100 µm.

### 5.3.3.3 Sử dụng phương pháp Lb cho các địa điểm khác

Các xem xét trên đây dẫn đến phương pháp thử nghiệm Lb, trước hết là thích hợp để kiểm tra ảnh hưởng của bụi lên các mẫu đặt trong vị trí được che chắn hoặc có vỏ bọc.

Tuy nhiên, trong một số trường hợp, phương pháp thử nghiệm Lb có thể cũng được sử dụng để kiểm tra ảnh hưởng của bụi lên các mẫu đặt ở vị trí khác.

Ví dụ như, phương pháp thử nghiệm Lb có thể dùng để kiểm tra chất lượng của bộ lọc không khí đặt ở đầu vào bộ lấy mẫu ô nhiễm không khí ngoài trời.

### 5.3.3.4 Tình trạng làm việc của mẫu trong quá trình chịu thử

Tình trạng làm việc của mẫu thử nghiệm có thể làm cho bụi nằm lại rồi xâm nhập vào mẫu, tùy thuộc vào loại và đặc trưng của mẫu.

Bụi nằm lại trong không gian hẹp xuất hiện ở bộ lọc trên mẫu có lắp hệ thống làm mát không khí cưỡng bức. Do đó, thiết bị này cần được làm cho ổn định bằng cách đóng điện cho hệ thống làm mát không khí.

Sự xâm nhập của bụi xảy ra với mẫu tỏa nhiệt có lỗ thông hơi để làm mát đối lưu. Các mẫu này tốt nhất là được thử nghiệm trong điều kiện đóng điện.

Mẫu tỏa nhiệt có kết cấu kín tốt nhất là cho làm việc gián đoạn để đạt được hiệu ứng bơm nhờ chu kỳ nhiệt.

## 5.3.4 Phương pháp tạo ra các điều kiện thử nghiệm

### 5.3.4.1 Yêu cầu chung

Yêu cầu chung về các tham số dưới đây phải được thỏa mãn để tạo ra các điều kiện thử nghiệm tái lập:

- a) nồng độ bụi phủ;
- b) sự phân bố đồng đều bụi phủ;
- c) vận tốc không khí tại chỗ đặt mẫu;
- d) nhiệt độ;
- e) độ ẩm tương đối;
- f) tích tĩnh điện;
- g) đặc trưng của bụi.

Các tham số từ a) đến f) được khống chế bởi thiết kế của trang thiết bị thử nghiệm. Hướng dẫn thiết kế trang thiết bị thử nghiệm được cho trong 5.3.4.2 và 5.3.4.2. Hướng dẫn chọn bụi thử nghiệm được nêu trong 5.3.4.3.



### **5.3.4.2 Trang thiết bị thử nghiệm**

Các câu viết nghiêng dưới đây được trích từ quy định kỹ thuật của phương pháp thử nghiệm Lb mô tả trong 5.2.

Trang thiết bị thử nghiệm gồm có hai phần chính:

- tủ thử nghiệm;
- hệ thống đưa bụi vào.

#### **5.3.4.2.1 Tủ thử nghiệm**

*Diện tích nằm ngang của tủ thử phải đủ lớn để duy trì sự đồng đều của bụi phủ lên mẫu theo các giới hạn quy định.*

Sự phủ bụi đồng đều được khống chế bởi hệ thống đưa bụi vào. Rất khó thiết kế một hệ thống đưa bụi vào để giữ được sự đồng đều trong giới hạn quy định trên toàn bộ diện tích nằm ngang của tủ thử.

Thực nghiệm cho thấy, diện tích nằm ngang của tủ thử ít nhất là gấp hai lần diện tích nằm ngang của mẫu, là thích hợp.

*Tủ thử phải đủ cao để duy trì vận tốc không khí xung quanh mẫu gần 0 trong quá trình chịu thử.*

Vận tốc gần 0 được chọn ngẫu nhiên bằng 0,2 m/s. Để tránh các chuyển động không khí xung quanh mẫu do hệ thống đưa bụi vào gây ra, cần thiết phải chọn chiều cao tủ thử bằng từ bốn đến năm lần chiều dài của kích thước nằm ngang lớn nhất nếu các kích thước này không đều nhau.

*Bề mặt bên trong tủ thử phải dẫn điện và được nối đất để tránh tích tĩnh điện.*

Để kiểm soát ảnh hưởng lên các điều kiện thử nghiệm do tích tĩnh điện, tủ thử phải dẫn điện và được nối đất. Nếu tĩnh điện ảnh hưởng đến việc bám bụi lên mẫu là mục đích của thử nghiệm thì mẫu phải được nạp tĩnh điện tương ứng với tủ thử.

*Độ ẩm tương đối trong tủ thử nghiệm phải nhỏ hơn 25 %.*

Ảnh hưởng của độ ẩm được kiểm soát dễ dàng nhất bằng cách tăng nhiệt độ của tủ thử. Một phương pháp để thiết lập các điều kiện đẳng nhiệt bên trong tủ thử Hình tháp là thiết kế một tủ bên trong làm bằng nhôm, một tủ thử bên ngoài làm bằng vật liệu cách nhiệt. Không khí có khống chế nhiệt được lưu thông trong không gian giữa tủ thử bên trong và bên ngoài. Các tấm dẫn hướng cho không khí được đặt trong không gian này để phân bố luồng không khí đều nhau. Nguyên tắc này giống như nguyên tắc của tủ thử nhiệt độ môi trường tự do.

Xem điều A.3 về độ ẩm tương đối trong tủ thử.

#### **5.3.4.2.2 Hệ thống đưa bụi vào**

*Bụi thử nghiệm phải được đưa vào phần cao hơn của tủ thử bằng luồng không khí theo chiều ngang, luồng không khí này phải đủ cao để khuếch tán bụi và tạo ra phủ bụi đồng đều quy định trên mẫu.*

Một số hướng dẫn thiết kế hệ thống đưa bụi vào được nêu dưới đây.

Để có được sự đồng đều quy định  $(6 \pm 1) \text{ g/m}^2/\text{ngày}$ , nếu được đo bằng các tấm gom bụi thì phải luân chuyển một thể tích không khí xấp xỉ  $0,01 \text{ m}^3$  trên mỗi mét khối tủ thử trong quá trình đưa bụi vào trong thời gian 1 min.

Vận tốc không khí thích hợp đi qua hệ thống đưa bụi vào xấp xỉ  $2 \text{ m/s}$ .

Đối với tủ thử có thể tích bằng  $10 \text{ m}^3$  thì các con số nêu trên sẽ dẫn đến ống đưa bụi vào phải có đường kính bằng 33 mm.

Nên chọn quạt thay đổi được tốc độ để tạo ra sự điều chỉnh cuối cùng của bụi phủ đồng đều. Ngoài ra, các cánh dẫn hướng có thể phải được đặt ở bên ngoài hệ thống đưa bụi vào.

Để cánh quạt không bị mài mòn, lối để bụi đi vào hệ thống đưa bụi phải ở bên ngoài quạt.

Liều lượng bụi là vấn đề khó khăn. Hệ thống dưới đây được chứng tỏ là hoạt động tốt.

Xy lanh bằng thủy tinh có chứa bụi. Nắp xy lanh được trang thiết bị một ống góp qua đó không khí nén đi qua các lỗ nhỏ vào trong xy lanh. Luồng không khí nén làm bụi chuyển động rồi đi qua ống vào hệ thống đưa bụi vào.

Các tham số dưới đây kiểm soát lượng bụi được đưa vào:

- a) thể tích không khí nén trên một đơn vị thời gian (được cho bởi áp suất không khí và tổng diện tích lối vào của các lỗ);
- b) khoảng cách từ các lỗ đầu vào đến điểm cao nhất của khối bụi (khoảng cách này phải dài hơn so với chiều cao của khối bụi);
- c) thời gian cung cấp không khí nén.

*Sự phủ bụi quy định và sự đồng đều phải được đo bằng cách đặt các tấm làm mẫu thích hợp theo chiều ngang tại các vị trí gần mẫu.*

Lượng bụi đưa vào tủ thử có thể được kiểm tra bằng khối lượng hao đi của bình chứa bụi. Việc kiểm tra này chỉ là hướng dẫn sơ lược, vì một phần bụi đưa vào có xu hướng bám vào vách tủ thử. Ảnh hưởng này cũng ví như một diện tích “nằm ngang” lớn hơn của tủ và phụ thuộc vào thiết kế tủ thử thực tế.

#### **5.3.4.3 Bụi thử nghiệm**

Bụi được chọn cho thử nghiệm bụi phủ tự do có thể là bụi thực tế từ môi trường trong đó mẫu được thiết kế hoặc bụi thử nghiệm tiêu chuẩn. Vì lý do tái lập, ưu tiên chọn bụi thử nghiệm tiêu chuẩn cho phương pháp thử nghiệm này. Bụi thử nghiệm này được quy định trong 6.1.4.1, phương án 1, bụi mịn.

Olivin  $[(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4]$  là khoáng chất công nghiệp phổ biến sẵn có được sử dụng trong các xưởng đúc và để phun cát.

## TCVN 7699-2-68 : 2007

Fenspat là hợp chất hóa học của oxit silic, oxit nhôm và oxit kiềm. Nếu không bị phân hủy bởi phản ứng với khí đốt hoặc nước thì các khoáng chất này hầu hết là cứng như thạch anh.

Nên sử dụng phương pháp đo phân bố kích thước hạt trong 4.3.4.2.

### 5.3.5 Mức khắc nghiệt của thử nghiệm

Mức khắc nghiệt nếu được thể hiện bằng thời gian chịu thử thì phải nêu trong quy định kỹ thuật liên quan.

Mức khắc nghiệt của thử nghiệm chỉ được nêu duy nhất bằng thời gian của thử nghiệm. Lượng bụi phủ trong mỗi ngày là 6 g/m<sup>2</sup>.

Rất khó để xác định mối liên quan giữa mức khắc nghiệt và các điều kiện thực tế.

Các điều kiện thực tế thay đổi đáng kể và mục đích của thử nghiệm này là để chứng tỏ mẫu chịu được theo cách có thể tái tạo mà không cần thiết phải mô phỏng các điều kiện thực tế. Mức khắc nghiệt được chọn thậm chí có thể được khống chế bởi tầm quan trọng của chức năng của mẫu.

Do đó, chỉ nêu các hướng dẫn để có khái niệm về mối liên quan giữa mức khắc nghiệt của thử nghiệm và một số giá trị từ các điều kiện thực tế.

#### 5.3.5.1 Giá trị chuẩn

Bảng 2 dưới đây được lập lại từ IEC 60721-2-5. Các giá trị đã được chuyển đổi từ mg/m<sup>2</sup>/h sang g/m<sup>2</sup>/ngày.

**Bảng 2 – Tốc độ phủ bụi và cát điển hình**

Khu vực	Phủ bụi và cát g/m <sup>2</sup> /ngày
Nông thôn và ngoại thành	0,01 – 0,36
Thành phố	0,36 – 1,00
Khu công nghiệp	1,00 – 2,00

Dựa vào các giá trị và hướng dẫn sơ lược này, có được các hệ số gia tốc như trong Bảng 3.

**Bảng 3 – Hệ số gia tốc**

Khu vực	Hệ số gia tốc
Nông thôn và ngoại thành	600 – 17
Thành phố	17 – 6
Khu công nghiệp	6 – 3

### 5.3.6 Độ tái lập của thử nghiệm

Độ tái lập của thử nghiệm bụi phủ tự do phụ thuộc vào các tham số thử nghiệm dưới đây:

- nhiệt độ;
- độ ẩm tương đối;
- nồng độ bụi;
- sự đồng đều của bụi;
- thời gian chịu thử.

Nhiệt độ được khống chế dễ dàng trong các giới hạn quy định.

Độ ẩm tương đối thường được giữ thấp hơn 25 % bằng cách thực hiện thử nghiệm ở  $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ . Trong khu vực ẩm và ẩm, yêu cầu này có thể cần sử dụng hệ thống hút ẩm.

Nồng độ và sự đồng đều của bụi đòi hỏi có kinh nghiệm và kỹ năng để duy trì trong các giới hạn quy định. Đo các tham số (tăng khối lượng của các tấm mẫu) đòi hỏi độ chính xác cao.

Vì thành phần của bụi có ảnh hưởng liên quan lên mẫu nên phải quy định khi sử dụng bụi thử nghiệm khác hoặc thành phần của bụi hoặc các vật liệu khác so với bụi đã quy định.

Thời gian có độ tái lập cao.

### 5.3.7 Các giới hạn về khả năng áp dụng của thử nghiệm

Giới hạn khả năng áp dụng của thử nghiệm này đầu tiên và trên hết là chỉ áp dụng cho vận hành có bụi phủ tự do.

Do đó, phương pháp này không dùng để đánh giá ảnh hưởng lên mẫu về mài mòn, ví dụ như mài mòn, nứt vỡ và lún lõm do va đập.

### 5.3.8 Giải thích các kết quả

Giải thích các kết quả thử nghiệm của thử nghiệm bụi phủ tự do phải được tính đến khi nảy sinh các ảnh hưởng có hại từ bụi phủ và bụi xâm nhập. Hướng dẫn về giải thích các kết quả trong một số trường hợp đặc biệt được nêu dưới đây.

#### 5.3.8.1 Ảnh hưởng có hại lên mẫu

Bụi có thể có một hoặc nhiều ảnh hưởng có hại như mô tả trong 5.3.2.2.3 và 5.3.2.2.4 và cần đánh giá các ảnh hưởng này khi thích hợp hoặc khi có thể.

#### 5.3.8.2 Quan sát thấy có bụi phủ và bụi xâm nhập

Các ảnh hưởng có hại (xem 5.3.2.2.3), a), b), và c), được đánh giá bằng cách xem xét sau quá trình chịu thử, trong đó, mẫu được cho làm việc theo quy định liên quan.

## **TCVN 7699-2-68 : 2007**

Các ảnh hưởng d) và e) phải được đánh giá dựa trên giả thuyết là bụi trở nên dẫn điện, là ion dẫn điện khi ướt hoặc linh động về mặt hóa học. Thử nghiệm bụi này có tiếp sau thử nghiệm độ ẩm hoặc ăn mòn để tăng độ tin cậy trong việc giải thích.

Các ảnh hưởng có hại f), g) và h) được kiểm tra bằng các thử nghiệm chức năng của mẫu sau khi thử nghiệm, có thể gồm cả phép đo độ tăng nhiệt.

### **5.3.8.3 Quan sát thấy có bụi phủ nhưng không có bụi xâm nhập**

Kiểm tra ảnh hưởng do bụi phủ lên bề mặt bên ngoài được thực hiện nhờ các thử nghiệm chức năng của mẫu, kể cả hoạt động của nút bấm và khóa.

Phủ bụi lên bề mặt làm mát bên ngoài có thể cần các phép đo độ tăng nhiệt của mẫu.

## **6 Thử nghiệm Lc: luồng bụi và cát**

Trong thử nghiệm này, việc sử dụng từ “bụi” bao hàm cả bụi hoặc cát khi thích hợp.

### **6.1 Phương pháp Lc1: tủ tuần hoàn khép kín**

#### **6.1.1 Mục đích**

Mục đích của thử nghiệm này là để xác định các ảnh hưởng có hại có thể có trên sản phẩm kỹ thuật điện tử từ các hạt vật chất do luồng không khí mang lại. Thử nghiệm này có thể áp dụng để mô phỏng môi trường mở trong không khí có bụi tạo ra bởi các điều kiện tự nhiên hoặc các ảnh hưởng do con người tạo ra như chuyển động của phương tiện giao thông.

Có thể sử dụng thử nghiệm này thay cho thử nghiệm La để kiểm tra cấp bảo vệ chống sự xâm nhập của bụi mịn vào sản phẩm kỹ thuật điện.

#### **6.1.2 Mô tả chung về thử nghiệm**

Phương pháp Lc1 là thử nghiệm bụi trong đó mẫu phơi nhiễm trong luồng không khí có chứa bụi có kích thước hạt quy định. Luồng không khí theo chiều ngang được quy định đối với thử nghiệm này vì cả chuyển động của gió và hướng chuyển động chính của đối tượng thường theo chiều ngang trong phần lớn các trường hợp cụ thể.

Quy định phải theo dõi và kiểm tra liên tục nồng độ bụi.

#### **6.1.3 Mô tả trang thiết bị thử nghiệm**

Trang thiết bị thử nghiệm gồm có tủ thử có các đặc trưng dưới đây:

- tủ thử nghiệm phải cung cấp luồng không khí phân lớp thổi ngang có chứa lượng bụi thử nghiệm quy định;
- tủ thử nghiệm cần có dạng gần như hình khối. Chiều dài các cạnh của mặt cắt của luồng không khí phải ít nhất bằng ba lần chiều dài cạnh thẳng đứng và cạnh nằm ngang lớn nhất của mẫu trong mặt phẳng vuông góc với hướng của luồng không khí. Cần có sẵn phương tiện để gia nhiệt hoặc làm mát tủ thử;
- kiểm soát nồng độ bụi phải đạt được bằng cảm biến (ví dụ như đo ánh sáng phản xạ) và cơ cấu điều khiển làm việc liên tục để kiểm soát van định liều lượng. Bụi thử nghiệm phải được đưa vào một cách gián đoạn qua van định liều lượng rồi vào ống dẫn không khí;
- phải cung cấp tấm đỡ để lắp đặt mẫu. Tấm đỡ cần cho phép mẫu thử nghiệm xoay được để tất cả các cạnh của mẫu phơi nhiễm trong luồng bụi;
- các thiết bị thích hợp có thể được cung cấp để vận hành mẫu trong quá trình thử nghiệm;
- vật liệu sử dụng cho trang thiết bị thử nghiệm phải có khả năng chịu nhiệt độ và bụi thử nghiệm. Vật liệu được dùng không được ảnh hưởng đến các đặc trưng của bụi.

Nếu kích thước mẫu không phù hợp với tiêu chuẩn này thì quy định kỹ thuật liên quan phải quy định qui trình nào dưới đây phải được áp dụng:

- a) thử nghiệm các phần được bọc riêng rẽ của sản phẩm;
- b) thử nghiệm các phần đại diện của sản phẩm bao gồm các thành phần như cửa, lỗ thông hơi, chân, vật làm kín trục, v.v... có các phần dễ lọt bụi của sản phẩm, ví dụ như các đầu nối, vành góp, v.v..., tại thời điểm thử nghiệm, lắp đúng vị trí của chúng;
- c) thử nghiệm các sản phẩm nhỏ hơn có cùng chi tiết thiết kế theo như sản phẩm tỉ lệ hoàn toàn.

Ví dụ về trang thiết bị thử nghiệm thích hợp được cho trong Hình 6.

#### 6.1.4 Điều kiện thử nghiệm

##### 6.1.4.1 Bụi thử nghiệm

Bụi này phải sạch, không có vật liệu cacbon hoặc các tạp chất khác và phải được sử dụng ở trạng thái khô. Vật liệu này phải gồm olivine, thạch anh hoặc fenspat không phân hủy được.

Phân bố kích thước hạt phải nằm trong các giới hạn sau:

Phương án 1: bụi mịn

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| – nhỏ hơn 75 $\mu\text{m}$ | 100 % đến 96 % khối lượng; |
| – nhỏ hơn 40 $\mu\text{m}$ | 87 % đến 81 % khối lượng;  |
| – nhỏ hơn 20 $\mu\text{m}$ | 70 % đến 64 % khối lượng;  |
| – nhỏ hơn 10 $\mu\text{m}$ | 52 % đến 46 % khối lượng;  |

## TCVN 7699-2-68 : 2007

- nhỏ hơn 5  $\mu\text{m}$  38 % đến 32 % khối lượng;
- nhỏ hơn 2  $\mu\text{m}$  20 % đến 15 % khối lượng.

### Phương án 2: bụi thô

- nhỏ hơn 150  $\mu\text{m}$  100 % đến 99 % khối lượng;
- nhỏ hơn 105  $\mu\text{m}$  86 % đến 76 % khối lượng;
- nhỏ hơn 75  $\mu\text{m}$  70 % đến 60 % khối lượng;
- nhỏ hơn 40  $\mu\text{m}$  46 % đến 35 % khối lượng;
- nhỏ hơn 20  $\mu\text{m}$  30 % đến 20 % khối lượng;
- nhỏ hơn 10  $\mu\text{m}$  19 % đến 11 % khối lượng;
- nhỏ hơn 5  $\mu\text{m}$  11 % đến 5 % khối lượng;
- nhỏ hơn 2  $\mu\text{m}$  5 % đến 1,5 % khối lượng.

### Phương án 3: cát

- nhỏ hơn 850  $\mu\text{m}$  100 % đến 94,5 % khối lượng;
- nhỏ hơn 590  $\mu\text{m}$  98,3 % đến 93,3 % khối lượng;
- nhỏ hơn 420  $\mu\text{m}$  83,5 % đến 74,5 % khối lượng;
- nhỏ hơn 297  $\mu\text{m}$  46,5 % đến 43,5 % khối lượng;
- nhỏ hơn 210  $\mu\text{m}$  17,9 % đến 15,9 % khối lượng;
- nhỏ hơn 149  $\mu\text{m}$  5,2 % đến 4,2 % khối lượng.

Các bụi thử nghiệm khác như bụi thử nghiệm tổng hợp (ví dụ như có chứa xơ, đất hoặc xi măng) có thể cần xem xét đối với các ứng dụng cụ thể. Tuy nhiên, chúng phải được thay đổi thích hợp và hướng dẫn đối với việc này được cho trong Phụ lục A.

#### 6.1.4.2 Nồng độ bụi

Nồng độ bụi phải được chọn như yêu cầu trong quy định kỹ thuật liên quan từ các nồng độ dưới đây:

$$1 \text{ g/m}^3 \pm 0,3 \text{ g/m}^3$$

$$2 \text{ g/m}^3 \pm 0,5 \text{ g/m}^3$$

$$5 \text{ g/m}^3 \pm 1,5 \text{ g/m}^3$$

$$10 \text{ g/m}^3 \pm 3 \text{ g/m}^3$$

#### 6.1.4.3 Luồng không khí

Luồng không khí trong tủ thử phải được phân lớp từ đầu, tức là ít bị nhiễu loạn, và theo phương nằm ngang.

#### 6.1.4.4 Vận tốc không khí

Vận tốc không khí phải được chọn như yêu cầu trong quy định kỹ thuật liên quan từ các vận tốc dưới đây:

V	V <sup>2</sup>
1,5 m/s ± 0,2 m/s	2,25
3,0 m/s ± 0,3 m/s	9
5,0 m/s ± 0,5 m/s	25
10 m/s ± 1 m/s	100
15 m/s ± 1,5 m/s	225
20 m/s ± 2 m/s	400
30 m/s ± 3 m/s	900

Với bụi thô, không nên chọn vận tốc thấp hơn 5m/s. Với cát, chỉ áp dụng vận tốc 20 m/s và 30 m/s.

Cần phải cẩn thận, đặc biệt là khi sử dụng vận tốc không khí cao hơn, để mẫu không vượt quá nhiệt độ làm việc cao nhất.

#### 6.1.4.5 Áp suất không khí bên trong mẫu

Tùy thuộc vào điều kiện làm việc, mẫu có hai loại vỏ bọc khác nhau.

Loại 1: áp suất không khí trong mẫu khác với áp suất không khí xung quanh (suy giảm).

Loại 2: áp suất không khí trong mẫu là áp suất không khí xung quanh.

Xem 6.3.4.2.3

Quy định kỹ thuật phải chỉ ra loại vỏ bọc và sự suy giảm áp suất (loại 1).

#### 6.1.4.6 Độ ẩm

Độ ẩm tương đối trong tủ thử phải nhỏ hơn 25 %. Điều này có thể đạt được bằng cách tăng nhiệt độ không khí trong tủ thử (xem A.3).

#### 6.1.4.7 Thời gian

Thời gian phơi nhiễm phải được đo từ khi đóng nguồn cho trang thiết bị thử nghiệm.

Thời gian phải được chọn từ thời gian cho dưới đây:

2 h, 4 h, 8 h, 24 h

hoặc như quy định trong quy định kỹ thuật liên quan.

#### 6.1.4.8 Lắp đặt

Mẫu phải được lắp trên tấm đỡ của tủ thử nghiệm ở tư thế làm việc bình thường hoặc như quy định trong quy định kỹ thuật liên quan.



## **TCVN 7699-2-68 : 2007**

### **6.1.4.9 Mức khắc nghiệt**

Mức khắc nghiệt được xác định bởi:

- nồng độ bụi (xem 6.1.4.2);
- vận tốc không khí (xem 6.1.4.4);
- thời gian phơi nhiễm (xem 6.1.4.7);
- áp suất không khí:

loại 1: suy giảm áp suất bằng 2 kPa (20 mbar) hoặc 5 kPa (50 mbar) hoặc như quy định trong quy định kỹ thuật liên quan.

loại 2: áp suất không khí xung quanh,  
như yêu cầu trong quy định kỹ thuật liên quan.

### **6.1.5 Ổn định trước**

Quy định kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu ổn định trước.

### **6.1.6 Phép đo ban đầu**

Mẫu phải được kiểm tra bằng mắt, kiểm tra kích thước và chức năng như mô tả trong quy định kỹ thuật liên quan.

### **6.1.7 Thử nghiệm**

Không khí của tủ thử phải ở nhiệt độ đủ cao để đảm bảo độ ẩm tương đối bằng 25 % hoặc nhỏ hơn. Mẫu, trong khi ở nhiệt độ phòng thí nghiệm, phải được đưa vào tủ thử ở tình trạng không bao gói, ngắt điện, “sẵn sàng để sử dụng”, ở tư thế làm việc bình thường hoặc như quy định trong quy định kỹ thuật liên quan. Trong trường hợp có nhiều mẫu, cần cẩn thận để các mẫu không chạm vào nhau cũng như không che lẫn nhau đối với ảnh hưởng của bụi.

Nếu có yêu cầu trong quy định kỹ thuật liên quan thì mẫu phải được đóng điện và/hoặc làm việc trong quá trình thử nghiệm. Quá trình chịu thử bắt đầu từ khi đưa bụi vào.

Cuối giai đoạn chịu thử, mẫu phải được để trong tủ thử nghiệm đóng kín cho đến khi bụi phủ lên.

### **6.1.8 Phép đo trung gian**

Quy định kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu phép đo trong giai đoạn chịu thử hoặc khi kết thúc giai đoạn chịu thử trong khi mẫu vẫn ở trong tủ thử. Nếu yêu cầu các phép đo này thì quy định kỹ thuật liên quan phải xác định đo cái gì, đo vào lúc nào và thời gian thực hiện phép đo.

**6.1.9 Phục hồi**

Trừ khi có quy định khác trong quy định kỹ thuật liên quan, phải duy trì mẫu trong các điều kiện khí quyển tiêu chuẩn để phục hồi trong 2 h.

**6.1.10 Làm sạch**

Quy định kỹ thuật liên quan có thể mô tả việc tiến hành loại bỏ bụi trên bề mặt ngoài trước khi thực hiện các phép đo kết thúc.

**6.1.11 Phép đo kết thúc**

Sau giai đoạn phục hồi, mẫu phải được kiểm tra bằng mắt, kiểm tra kích thước và chức năng mô tả trong quy định kỹ thuật liên quan.

**6.1.12 Thông tin cần nêu trong quy định kỹ thuật liên quan**

Khi thử nghiệm này được đề cập trong quy định kỹ thuật liên quan, các nội dung dưới đây phải được nêu trong chừng mực mà chúng có thể áp dụng. Quy định kỹ thuật liên quan phải cung cấp thông tin cần thiết trong các điều liệt kê dưới đây, chú ý đến các hạng mục đánh dấu hoa thị (\*) vì đây là thông tin luôn được yêu cầu.

	Điều
a) Loại bụi *	6.1.4.1
b) Loại vỏ bọc*	6.1.4.5
c) Mức khắc nghiệt *	
– nồng độ bụi *	6.1.4.2
– vận tốc không khí *	6.1.4.4
– thời gian phơi nhiễm *	6.1.4.7
– áp suất không khí *	6.1.4.9
d) Ổn định trước	6.1.5
e) Phép đo ban đầu *	6.1.6
f) Tình trạng mẫu, làm việc trong quá trình thử nghiệm *	6.1.7
g) Tư thế của mẫu nếu khác với tư thế làm việc bình thường	6.1.4.8 và 6.1.7
h) Phép đo trung gian	6.1.8
i) Phục hồi	6.1.9
j) Làm sạch mẫu	6.1.10
k) Phép đo kết thúc *	6.1.11

## **6.2 Phương pháp Lc2: bụi bay tự do**

### **6.2.1 Mục đích**

Mục đích của thử nghiệm này là để xác định các ảnh hưởng có hại có thể có trên sản phẩm kỹ thuật điện tử từ các hạt vật chất do luồng không khí mang lại. Thử nghiệm này có thể áp dụng để mô phỏng môi trường trong khu vực mở và cũng áp dụng cho các mẫu thử nghiệm có kích cỡ không thể thực hiện thử nghiệm Lc1. Phương pháp Lc2 cũng có thể mô phỏng các hiệu ứng mài mòn của bụi và cát do tốc độ chuyển động nhanh của không khí.

### **6.2.2 Mô tả chung về thử nghiệm**

Phương pháp Lc2 là thử nghiệm trong đó mẫu phải chịu luồng không khí chứa đầy bụi có chứa bụi với kích thước hạt quy định. Luồng không khí thổi theo chiều ngang, về căn bản là có phân lớp được quy định đối với thử nghiệm này vì cả chuyển động của gió và hướng chuyển động chính của đối tượng thường theo chiều ngang trong phần lớn các trường hợp cụ thể.

Phải theo dõi và kiểm tra thường xuyên nồng độ bụi.

### **6.2.3 Mô tả trang thiết bị thử nghiệm**

Thiết bị cần thiết cho thử nghiệm này là:

Một (hoặc vài) nguồn tạo chuyển động của không khí được bố trí theo cách để có thể tạo ra được luồng không khí phân lớp đồng đều hợp lý và theo phương ngang. Phải thực hiện việc bố trí ngăn ngừa ảnh hưởng do các yếu tố môi trường như gió và mưa, nếu thích hợp.

Nguồn tạo chuyển động của không khí cần có cơ cấu đưa bụi thử nghiệm vào tương ứng với Hình 7. Bụi thử nghiệm phải được đưa vào đều đặn và việc kiểm soát nồng độ bụi phải đạt được nhờ cảm biến, (ví dụ như đo ánh sáng phản xạ).

Để có vận tốc không khí thấp, nhỏ hơn 10 m/s một chút thì nguồn tạo chuyển động của không khí có thể là quạt nhưng để có vận tốc cao hơn thì thiết bị kiểu bơm phụt truyền động bằng khí nén là thích hợp hơn.

### **6.2.4 Điều kiện thử nghiệm**

#### **6.2.4.1 Bụi thử nghiệm**

Thành phần và phân bố kích thước hạt của bụi thử nghiệm được quy định trong 6.1.4.1 như yêu cầu trong quy định kỹ thuật liên quan.

#### **6.2.4.2 Nồng độ bụi**

Nồng độ bụi phải được chọn như yêu cầu nồng độ quy định trong 6.1.4.2.

**6.2.4.3 Luồng không khí**

Luồng không khí trong tủ thử phải được phân lớp từ đầu, tức là ít nhiễu loạn và theo phương nằm ngang.

**6.2.4.4 Vận tốc không khí**

Vận tốc không khí phải được chọn từ vận tốc quy định trong 6.1.4.4.

Quy định hai giá trị vận tốc bổ sung cho phương pháp thử nghiệm Lc2:

V	V <sup>2</sup>
50 m/s ± 5 m/s	2 500
100 m/s ± 10 m/s	10 000

**6.2.4.5 Độ ẩm**

Thử nghiệm này không nhạy với độ ẩm tương đối thông thường nhưng điều quan trọng là bụi thử nghiệm và sự bố trí để đưa bụi vào luồng không khí được chắc chắn ở điều kiện khô để đảm bảo rằng tránh được sự cản trở và kết vón bụi thử nghiệm thực tế.

**6.2.4.6 Thời gian**

Thời gian phơi nhiễm phải được đo từ khi đóng nguồn cho trang thiết bị thử nghiệm. Thời gian phải được chọn từ thời gian cho dưới đây:

2 h, 4 h, 8 h, 24 h

hoặc như quy định trong quy định kỹ thuật liên quan.

**6.2.4.7 Lắp đặt**

Mẫu phải được lắp trên trụ đỡ hoặc lắp đặt như kết cấu bình thường hoặc như quy định trong quy định kỹ thuật liên quan.

**6.2.4.8 Mức khắc nghiệt**

Mức khắc nghiệt được xác định bởi:

- nồng độ bụi (xem 6.2.4.2);
- vận tốc không khí (xem 6.2.4.4);
- thời gian phơi nhiễm (xem 6.2.4.6);

**6.2.5 Ổn định trước**

Quy định kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu ổn định trước.

### **6.2.6 Phép đo ban đầu**

Mẫu phải được kiểm tra bằng mắt, kiểm tra kích thước và chức năng như mô tả trong quy định kỹ thuật liên quan.

### **6.2.7 Thử nghiệm**

Mẫu thử nghiệm phải ở nhiệt độ xung quanh của phòng thí nghiệm hoặc khu vực thử nghiệm tương tự. Mẫu phải được lắp đặt ở tình trạng không bao gói, ngắt điện, “sẵn sàng để sử dụng”, ở tư thế làm việc bình thường hoặc như quy định trong quy định kỹ thuật liên quan. Trong trường hợp có nhiều mẫu, cần cẩn thận để các mẫu không chạm vào nhau cũng như không che lẫn nhau đối với ảnh hưởng của bụi.

Nếu có yêu cầu trong quy định kỹ thuật liên quan thì mẫu phải được đóng điện và/hoặc làm việc trong quá trình thử nghiệm. Quá trình chịu thử bắt đầu từ khi đưa bụi vào.

Cuối giai đoạn chịu thử, mẫu phải được để trong khu vực thử nghiệm cho đến khi bụi phủ lên.

### **6.2.8 Phép đo trung gian**

Quy định kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu phép đo trong giai đoạn chịu thử hoặc khi kết thúc giai đoạn chịu thử trong khi mẫu vẫn ở trong môi trường thử. Nếu yêu cầu các phép đo này thì quy định kỹ thuật liên quan phải xác định đo cái gì, đo vào lúc nào và thời gian thực hiện phép đo.

### **6.2.9 Phục hồi**

Trừ khi có quy định khác trong quy định kỹ thuật liên quan, mẫu phải duy trì trong các điều kiện khí quyển tiêu chuẩn để phục hồi trong 2 h.

### **6.2.10 Làm sạch**

Quy định kỹ thuật liên quan có thể mô tả việc tiến hành loại bỏ bụi trên bề mặt ngoài trước khi thực hiện các phép đo kết thúc.

### **6.2.11 Phép đo kết thúc**

Sau giai đoạn phục hồi, mẫu phải được kiểm tra bằng mắt, kiểm tra kích thước và chức năng mô tả trong quy định kỹ thuật liên quan.

### **6.2.12 Thông tin cần nêu trong quy định kỹ thuật liên quan**

Khi thử nghiệm này được đề cập trong quy định kỹ thuật liên quan, các nội dung dưới đây phải được nêu trong chứng mục mà chúng có thể áp dụng. Quy định kỹ thuật liên quan phải cung cấp thông tin cần thiết trong các điều liệt kê dưới đây, chú ý đến các hạng mục đánh dấu hoa thị (\*) vì đây là thông tin luôn được yêu cầu.

	Điều
a) Loại bụi *	6.2.4.1
b) Mức khắc nghiệt *	
– nồng độ bụi *	6.2.4.2
– vận tốc không khí *	6.2.4.4
– thời gian phơi nhiễm *	6.2.4.6
c) Ổn định trước	6.2.5
d) Phép đo ban đầu *	6.2.6
e) Tình trạng mẫu, làm việc trong quá trình thử nghiệm *	6.2.7
f) Tư thế của mẫu nếu khác với tư thế làm việc bình thường	6.2.4.7 và 6.2.7
g) Phép đo trung gian	6.2.8
h) Phục hồi	6.2.9
i) Làm sạch mẫu	6.2.10
j) Phép đo kết thúc *	6.2.11

### 6.3 Hướng dẫn thử nghiệm Lc

#### 6.3.1 Phương pháp mô phỏng

Điều này mô tả phương pháp mô phỏng các ảnh hưởng do luồng bụi và cát lên thiết bị và các linh kiện. Đặc tính của môi trường cần mô phỏng là các luồng hạt như có trong vùng bụi bắn hoặc do phương tiện giao thông gây nên.

#### 6.3.2 Đặc tính và ảnh hưởng của luồng bụi và cát

##### 6.3.2.1 Nguồn

Luồng bụi và cát được tạo ra bởi một số nguồn, nhưng phổ biến nhất là thạch anh và đất có từ nền đất trong hầu hết tất cả các vùng.

Vật liệu và phân bố kích thước hạt thay đổi theo các loại bụi khác nhau. Phổ biến là kích thước hạt lớn nhất (xem 6.3.3.2 và 6.3.4.4).

##### 6.3.2.2 Tác động và ảnh hưởng của bụi và cát

Đối với thiết bị phơi nhiễm vào luồng bụi và cát, tự nhiên hoặc cảm ứng, các hoạt động và ảnh hưởng dưới đây của bụi và cát được nhận biết:

## **TCVN 7699-2-68 : 2007**

### **6.3.2.2.1 Xâm nhập**

Bụi và cát xâm nhập vào mẫu có thể xảy ra như dưới đây. Nó có thể:

- được thổi vào do gió;
- được mang vào theo không khí lưu thông cưỡng bức, ví dụ như để làm mát.

### **6.3.2.2.2 Các ảnh hưởng chính**

Bụi và/hoặc cát tự nó có thể có một hoặc nhiều ảnh hưởng có hại như sau:

- a) chiếm chỗ của các bộ phận chuyển động;
- b) mài mòn các bộ phận chuyển động;
- c) tăng khối lượng các bộ phận chuyển động, do đó làm mất cân bằng;
- d) suy giảm cách điện;
- e) suy giảm các đặc tính điện môi;
- f) cản trở bộ lọc không khí;
- g) giảm độ dẫn nhiệt, gây quá nhiệt và nguy hiểm cháy;
- h) nhiễu các đặc tính quang.

### **6.3.2.2.3 Các ảnh hưởng thứ yếu và phối hợp**

Sự xuất hiện của bụi, kết hợp với các tham số môi trường khác, có thể gây các ảnh hưởng có hại lên mẫu, ví dụ như ăn mòn và nấm mốc. Cụ thể là, môi trường nóng ẩm kết hợp với bụi xâm nhập tạo ra ăn mòn khi tiếp xúc với bụi hoạt hóa. Ngoài ra, bộ lọc bị cản trở và các suy giảm khác của hệ thống thông hơi hoặc làm mát có thể gây ra nguy hiểm quá nhiệt và nguy hiểm cháy.

## **6.3.3 Cơ sở khoa học sau thử nghiệm Lc, luồng bụi và cát**

Để bao trùm toàn bộ lĩnh vực ảnh hưởng mà bụi và cát có thể gây ra trên các mẫu, phải tính đến một số tham số.

### **6.3.3.1 Vị trí**

Môi trường bụi ngoài trời, ví dụ như các trận bão bụi ở sa mạc, môi trường cục bộ xung quanh phương tiện giao thông hoặc phương tiện hàng không trong khu vực bụi, tạo ra các ảnh hưởng lên mẫu do chuyển động của không khí.

### **6.3.3.2 Đặc trưng của bụi và cát**

Các đặc trưng của bụi và cát là khác nhau ở những địa điểm khác nhau.

Bụi này chủ yếu là thạch anh hoặc fenspat nhưng các vật liệu bụi của tất cả các loại khác có thể được trộn với nó, ví dụ như xi măng, đá vôi, đất sét v.v...

### 6.3.3.3 Tình trạng làm việc của mẫu trong quá trình thử nghiệm

Tình trạng làm việc của mẫu thử nghiệm có thể dẫn đến kẹt bụi và bụi xâm nhập vào mẫu, tùy thuộc vào loại và đặc trưng của mẫu.

Bụi kẹt trong không gian hẹp xuất hiện ở bộ lọc trên mẫu có lắp hệ thống làm mát không khí cưỡng bức. Do đó, thiết bị này cần được làm cho ổn định bằng cách đóng điện cho hệ thống làm mát không khí.

Sự xâm nhập của bụi xảy ra với mẫu tỏa nhiệt có lỗ thông hơi để làm mát đối lưu. Các mẫu này tốt nhất là được thử nghiệm trong điều kiện đóng điện.

Mẫu tỏa nhiệt có kết cấu kín tốt nhất là cho làm việc gián đoạn để đạt được hiệu ứng bơm nhờ chu kỳ nhiệt.

### 6.3.4 Phương pháp tạo ra các điều kiện thử nghiệm

#### 6.3.4.1 Yêu cầu chung

Yêu cầu chung về các tham số dưới đây phải được thỏa mãn để tạo ra các điều kiện thử nghiệm tái lập:

- a) nồng độ bụi và cát;
- b) sự đồng đều của nồng độ bụi;
- c) vận tốc không khí tại mẫu;
- d) nhiệt độ;
- e) độ ẩm tương đối;
- f) tích tĩnh điện;
- g) đặc trưng của bụi.

Các tham số từ a) đến f) được khống chế bởi thiết kế của trang thiết bị thử nghiệm. Hướng dẫn thiết kế trang thiết bị thử nghiệm được cho trong 6.3.4.2 và 6.3.4.2. Hướng dẫn chọn bụi thử nghiệm được nêu trong 6.3.4.3.

#### 6.3.4.2 Trang thiết bị thử nghiệm dùng cho thử nghiệm Lc1

Trang thiết bị thử nghiệm gồm có ba bộ phận chính:

- tủ thử nghiệm;
- hệ thống đưa bụi vào;
- hệ thống điều khiển áp suất mẫu.



## TCVN 7699-2-68 : 2007

### 6.3.4.2.1 Tủ thử nghiệm

Tủ thử nghiệm cần có dạng gần như hình khối. Chiều dài của các cạnh nằm trong mặt cắt vuông góc với luồng không khí phải ít nhất bằng ba lần chiều dài của cạnh thẳng đứng và cạnh nằm ngang lớn nhất của mẫu trong mặt phẳng cắt vuông góc hướng của luồng không khí. Cần có sẵn phương tiện để gia nhiệt hoặc làm mát tủ thử.

Mẫu phải chịu luồng không khí không đổi, theo chiều ngang và về cơ bản là phân lớp, có chứa lượng bụi thử nghiệm quy định.

Tủ thử phải có một tủ thử phía trước, đặt đối diện với tủ thử thực tế, cả hai tủ có cùng một diện tích cắt ngang luồng không khí. Với cánh hướng không khí được bố trí ngay sau lỗ đầu vào của ống dẫn không khí vào tủ thử phía trước, có thể tạo ra luồng không khí phân lớp theo chiều ngang bằng sự bố trí trọn bộ cánh hướng này. Quạt gió tạo ra luồng không khí trong trang thiết bị thử nghiệm được bố trí ngay sau tủ thử nghiệm. Quạt sẽ hút không khí từ tủ thử nghiệm rồi trả vào tủ thử phía trước nhờ ống dẫn không khí.

Thùng gom được đặt bên dưới tủ thử nghiệm để gom bụi thử nghiệm. Theo cách này sẽ đạt được việc giảm lượng bụi lưu thông và khống chế nồng độ bụi có hiệu quả hơn.

Phải có tấm đỡ để lắp đặt mẫu. Tấm đỡ phải cho phép mẫu thử nghiệm xoay được để tất cả các cạnh của mẫu đều phải chịu luồng bụi.

Các vật liệu dùng cho trang thiết bị thử nghiệm phải có khả năng chịu nhiệt độ, độ ẩm và bụi thử nghiệm. Vật liệu được dùng không được ảnh hưởng đến các đặc trưng của bụi thử nghiệm.

### 6.3.4.2.2 Hệ thống đưa bụi vào

Bụi thử nghiệm phải được đưa từng đợt vào ống dẫn không khí qua van định liều lượng.

Bình chứa có bụi thử nghiệm phải được thiết kế sao cho tránh được tắc và kết vón bụi. Việc này có thể thực hiện được bằng cách thổi không khí nén nóng khô qua bình chứa bụi thử nghiệm.

Kiểm soát nồng độ bụi phải đạt được nhờ cảm biến và cơ cấu điều khiển làm việc liên tục để điều khiển van định liều lượng.

Một cảm biến hợp lý là cơ cấu có cáp sợi quang hướng ánh sáng vào tủ thử nghiệm. Một cáp sợi quang khác hướng ánh sáng bị phản xạ bởi các hạt bụi vào tế bào quang điện trong cảm biến.

### 6.3.4.2.3 Áp suất không khí trong mẫu

Tùy thuộc vào các điều kiện làm việc liên quan, mẫu thử nghiệm có hai loại vỏ bọc khác nhau.

Loại 1: trong loại vỏ bọc này, có thể xuất hiện áp suất không khí giảm thấp hơn áp suất không khí môi trường xung quanh, ví dụ do các ảnh hưởng do chu trình nhiệt trong quá trình làm việc.

Vỏ bọc loại 1 khi lắp trong tủ thử nghiệm được nối với bơm chân không để duy trì áp suất không khí trong mẫu thấp hơn áp suất không khí xung quanh. Với mục đích này, cần có một lỗ thích hợp trên vỏ bọc. Nếu có sẵn lỗ xả nước ngưng tụ trên các cạnh của mẫu thì ống chân không phải được nối với lỗ

này. Không phải khoan thêm lỗ riêng cho thử nghiệm trong trường hợp này. Nếu có nhiều hơn một lỗ xả trên các cạnh của mẫu thì ống chân không phải được nối với một trong các lỗ này và các lỗ còn lại phải được bịt kín trong quá trình thử nghiệm.

Giá trị chênh lệch áp suất phải được quy định trong quy định kỹ thuật liên quan.

Loại 2: bên trong vỏ bọc của mẫu thuộc loại này không xảy ra giảm áp xuống thấp hơn áp suất không khí môi trường xung quanh.

Vỏ bọc loại 2 không phải nối với bơm chân không.

Để thử nghiệm sản phẩm kỹ thuật điện bất kỳ, phải chỉ ra mẫu có loại vỏ nào trong quy định kỹ thuật liên quan.

Quy định kỹ thuật liên quan có thể quy định rằng mẫu thử nghiệm phải được lắp đặt trên tấm đỡ xoay được trong quá trình chịu thử. Bằng phương pháp này, ảnh hưởng của bụi lên các vách bên cạnh của mẫu được đồng đều hơn.

#### **6.3.4.3 Trang thiết bị thử nghiệm dùng cho phương pháp Lc2**

Trang thiết bị thử nghiệm gồm có hai phần chính:

- cơ cấu tạo luồng không khí (nguồn tạo chuyển động không khí);
- hệ thống đưa bụi vào.

##### **6.3.4.3.1 Nguồn tạo chuyển động không khí**

Để có vận tốc không khí quy định thì sử dụng hai nguồn tạo chuyển động không khí là thích hợp.

Để có vận tốc không khí nhỏ hơn hoặc bằng 10 m/s, có thể sử dụng quạt thay đổi được tốc độ.

Nếu yêu cầu vận tốc không khí cao hơn thì sử dụng nguồn tạo chuyển động không khí được cấp từ không khí nén là thích hợp. Nguồn tạo chuyển động không khí này dựa vào “hiệu ứng Coanda”.

Để tránh bị cản trở do vận tốc gió tự nhiên, nếu thử nghiệm được thực hiện ngoài trời, nguồn tạo chuyển động không khí và mẫu thử nghiệm phải được che chắn theo cách thích hợp.

##### **6.3.4.3.2 Hệ thống đưa bụi vào**

Bụi thử nghiệm phải được đưa vào theo luồng không khí. Một hệ thống đưa bụi vào thích hợp được cho trong Hình 7.

Bụi thử nghiệm được khống chế trong không khí khô để ngăn ngừa tắc và kết vón. Bụi hoặc cát được chuyển lên bàn nghiêng nhờ gầu nâng nhỏ, bụi hoặc cát được rung do sàng lắc rồi đưa đến cơ cấu phun bụi.

Điều quan trọng là việc đặt hệ thống đưa bụi vào này không được ảnh hưởng đến luồng không khí.

Kiểm soát nồng độ bụi bằng cảm biến (ví dụ, đo ánh sáng phản xạ).

#### **6.3.4.4 Bụi/cát thử nghiệm**

Có hai loại bụi tiêu chuẩn và một loại cát tiêu chuẩn được quy định và được ưu tiên. Tuy nhiên, quy định kỹ thuật liên quan có thể quy định loại bụi và cát khác. Mô tả chi tiết về bụi thử nghiệm hoặc cát thử nghiệm được nêu trong 6.1.4.1.

Có một số phương pháp để đo, phân bố kích thước hạt. Một số dựa vào phân tích quang của mẫu bụi hoặc cát.

#### **6.3.5 Mức khắc nghiệt của thử nghiệm**

Thời gian phơi nhiễm phải được đo từ khi đóng nguồn cho trang thiết bị thử nghiệm. Thời gian phải được chọn từ thời gian cho dưới đây:

2 h, 4 h, 8 h, 24 h

hoặc như quy định trong quy định kỹ thuật liên quan.

##### **6.3.5.1 Phương pháp Lc1**

Mức khắc nghiệt của phương pháp Lc1 tỉ lệ với thời gian chịu thử và vận tốc không khí trong tủ thử.

##### **6.3.5.2 Phương pháp Lc2**

Mức khắc nghiệt của phương pháp Lc2 tỉ lệ với thời gian chịu thử và vận tốc không khí xung quanh mẫu.

#### **6.3.6 Độ tái lập của thử nghiệm**

Độ tái lập của thử nghiệm luồng bụi phụ thuộc vào các tham số thử nghiệm dưới đây:

- a) nhiệt độ;
- b) độ ẩm tương đối;
- c) nồng độ bụi;
- d) sự đồng đều của bụi;
- e) đặc trưng của bụi;
- f) thời gian chịu thử.

Nhiệt độ được khống chế dễ dàng trong các giới hạn quy định đối với phương pháp Lc1 nhưng khó hơn và có thể không thực hiện được nếu phương pháp Lc2 được thực hiện ngoài trời.

Độ ẩm tương đối phải được duy trì thấp hơn 25 % (Lc1). Trong vùng ẩm và ẩm, có thể cần sử dụng hệ thống hút ẩm với yêu cầu này (xem A.3).

Sự đồng đều của bụi hoặc cát có thể ảnh hưởng cao hơn lên độ tái lập và phải cẩn thận để đạt được sự đồng đều của bụi hoặc cát.

Đặc tính của bụi có ảnh hưởng cao đến độ tái lập. Phải được kiểm tra phân bố kích thước hạt để đánh giá lượng hạt kích thước nhỏ.

Thời gian chịu thử có độ tái lập cao.

### 6.3.7 Các hạn chế khả năng áp dụng của thử nghiệm

Các hạn chế khả năng áp dụng của thử nghiệm này đầu tiên và trên hết là phương pháp thử nghiệm này trên thực tế hoạt động với luồng bụi.

### 6.3.8 Giải thích các kết quả

Giải thích các kết quả thử nghiệm của thử nghiệm luồng bụi phải được tính đến khi nảy sinh các ảnh hưởng có hại do bụi xâm nhập. Hướng dẫn về giải thích các kết quả trong một số trường hợp đặc biệt được nêu dưới đây.

#### 6.3.8.1 Ảnh hưởng có hại lên mẫu

Bụi tự nó có thể có một hoặc nhiều ảnh hưởng có hại như sau:

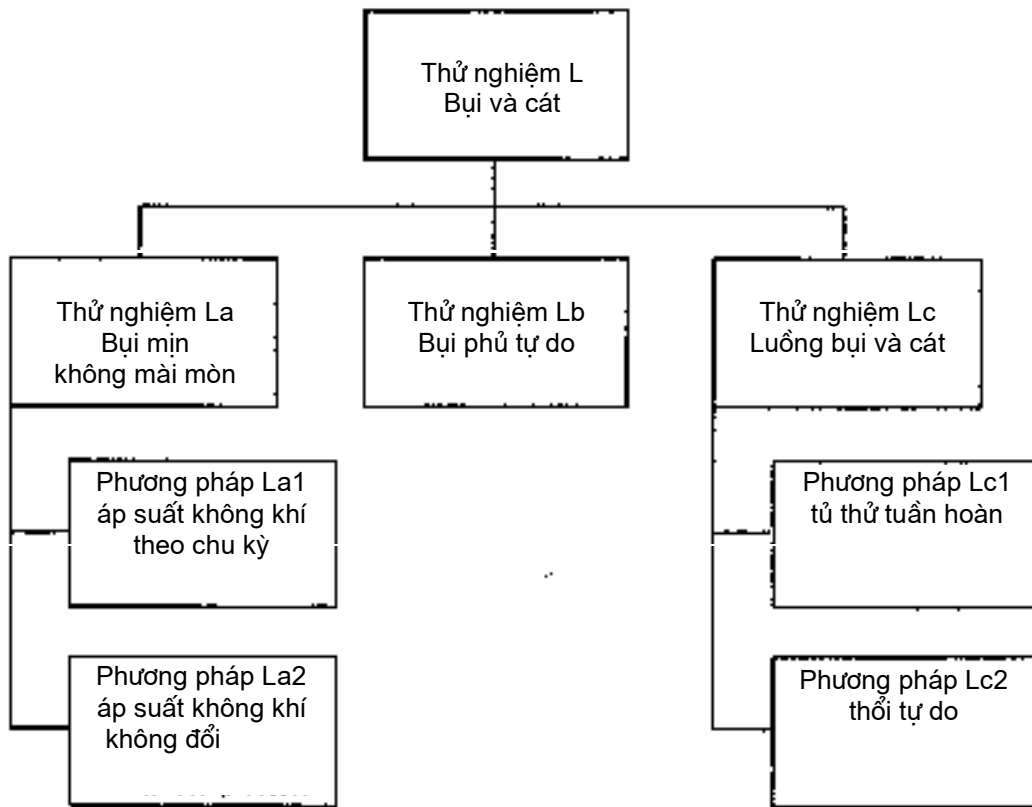
- a) chiếm chỗ của các bộ phận chuyển động;
- b) mài mòn các bộ phận chuyển động;
- c) suy giảm cách điện;
- d) suy giảm các đặc tính điện môi;
- e) tắc bộ lọc không khí;
- f) giảm độ dẫn nhiệt;
- g) cản trở các đặc tính quang;
- h) ăn mòn/mài mòn bề mặt.

Các ảnh hưởng có hại a) và b) được đánh giá bằng cách xem xét sau quá trình chịu thử, trong đó, mẫu được cho làm việc theo quy định kỹ thuật chi tiết.

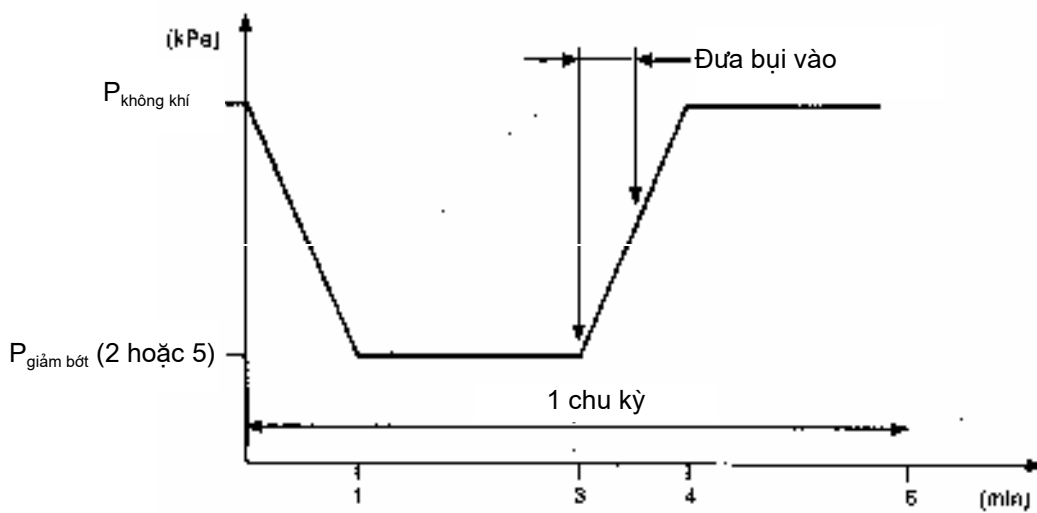
Các ảnh hưởng c) và d) phải được đánh giá dựa trên giả thuyết là bụi trở nên dẫn điện, là ion dẫn điện khi ướt hoặc linh động về mặt hóa học. Thử nghiệm bụi này có thể theo sau thử nghiệm độ ẩm hoặc ăn mòn để tăng độ tin cậy trong việc giải thích.

Các ảnh hưởng có hại e), f) và g) được kiểm tra bằng các thử nghiệm chức năng của mẫu sau khi thử nghiệm, có thể gồm cả phép đo độ tăng nhiệt.

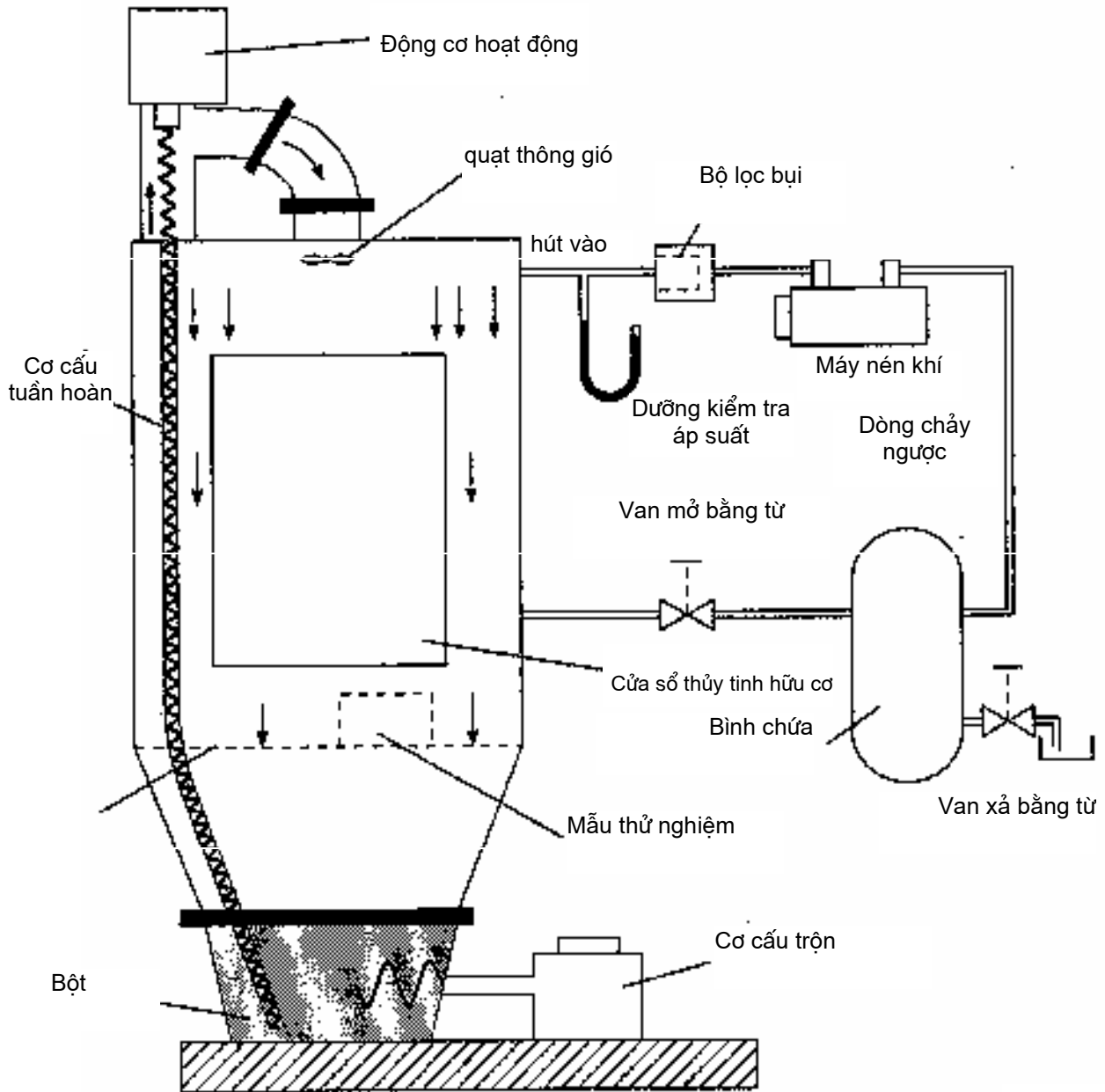
Ảnh hưởng h) có thể đánh giá bằng mắt.



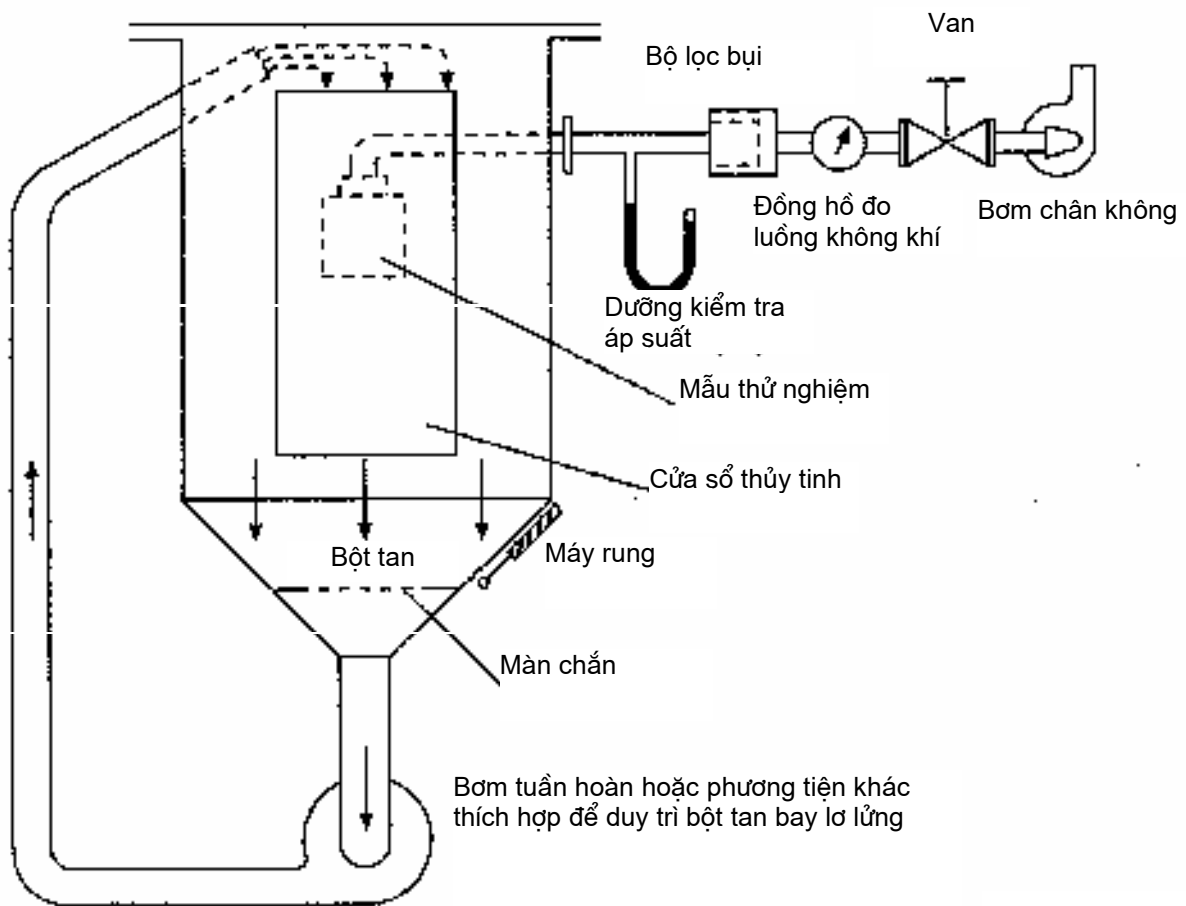
Hình 1 – Cấu trúc của các phương pháp thử nghiệm



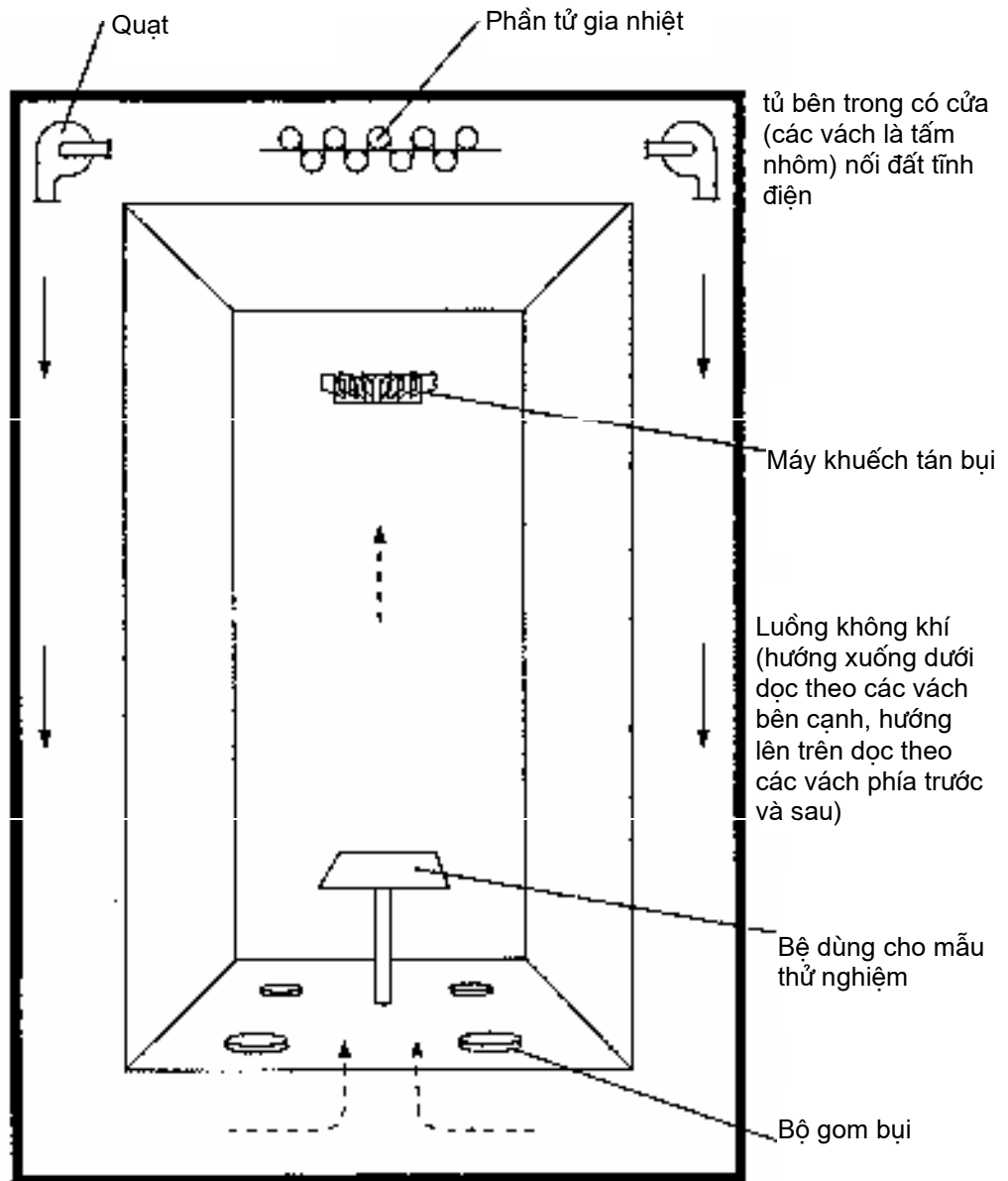
Hình 2 – Chu kỳ áp suất trong tủ thử nghiệm – Loại 1



Hình 3 – Ví dụ về tủ thử nghiệm thích hợp dùng cho phương pháp La1

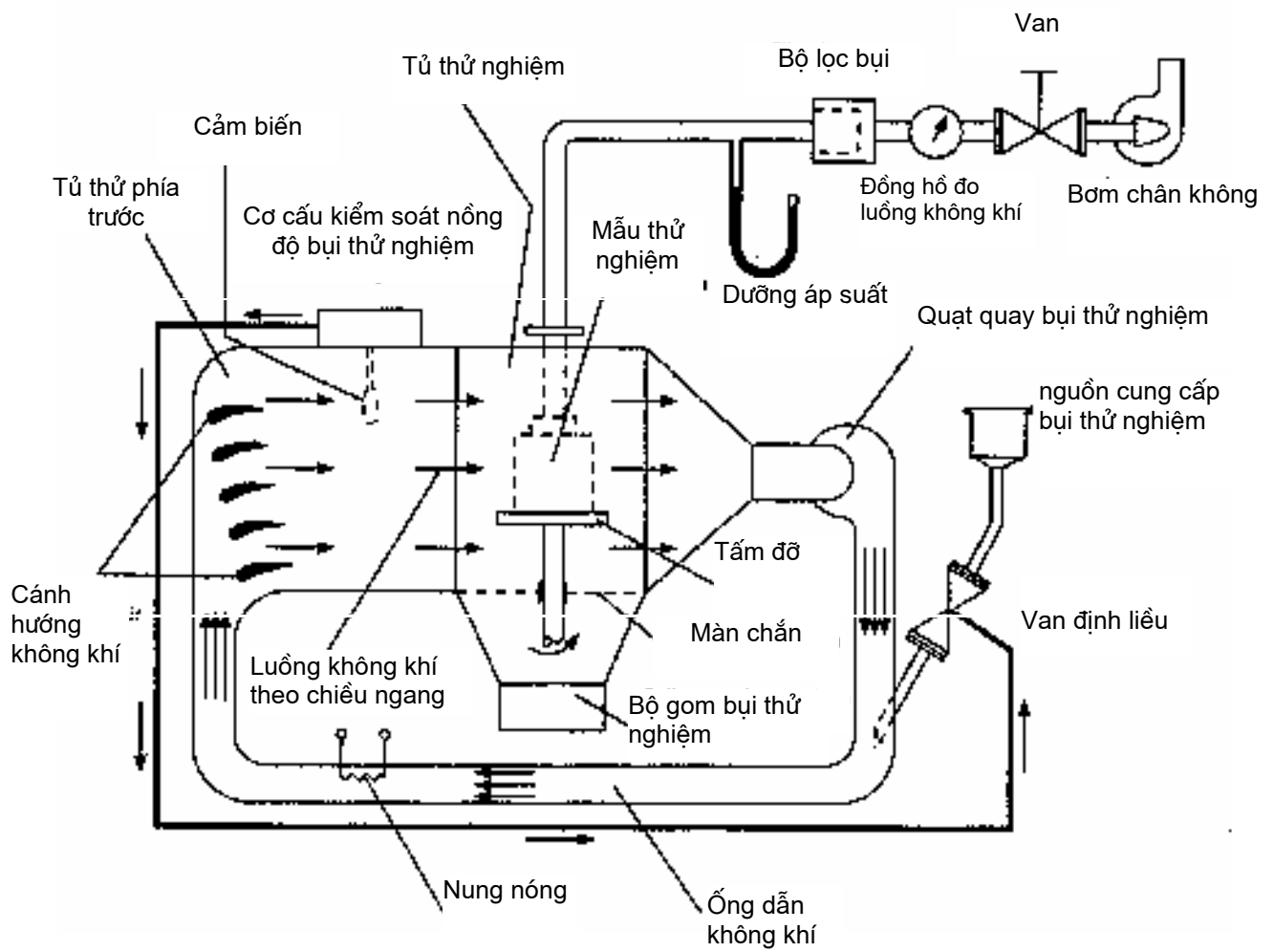


Hình 4 – Ví dụ về tủ thử nghiệm thích hợp dùng cho phương pháp La2

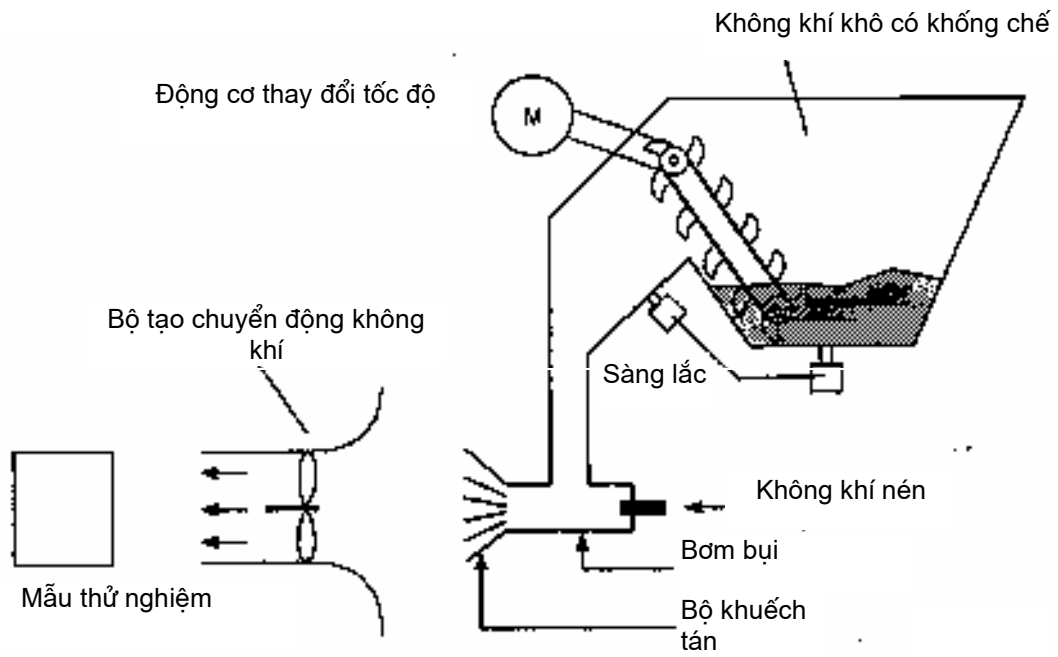


Hình 5 – Ví dụ về trang thiết bị thử nghiệm dùng cho thử nghiệm Lb





Hình 6 – Sơ đồ chính về trang thiết bị thử nghiệm dùng cho phương pháp Lc1



Hình 7 – Ví dụ về hệ thống đưa bụi vào dùng cho thử nghiệm Lc2

## Phụ lục A

(tham khảo)

### Hướng dẫn chung

#### A.1 Đặc tính của bụi thử nghiệm

CHÚ THÍCH: Tiêu chuẩn này sử dụng từ “bụi” có bao trùm cả cát trong trường hợp thích hợp.

##### A.1.1 Loại bụi thử nghiệm

Loại bụi thử nghiệm chính bao gồm trong thử nghiệm L là:

- a) khoáng chất kết tinh, ví dụ như thạch anh, olivine hoặc fenspat;
- b) bột tan;
- c) bột FE.

Điều quan trọng là tránh các ảnh hưởng không mong muốn để bụi thử nghiệm không bị nhiễm bẩn, đặc biệt là muối và vật liệu sinh học.

Vật liệu kết tinh thường được quy định cho thử nghiệm vì nó là thành phần của nhiều loại bụi xuất hiện trong tự nhiên. Do đó, tạo ra nhiều ảnh hưởng có hại mà sản phẩm phải chịu trong vùng sa mạc và vùng có bụi tương tự. Tính chất quan trọng nhất của các vật liệu này là độ cứng của chúng, đặc tính mà có thể gây hỏng nhanh, liên kết hoặc hỏng hóc cho các sản phẩm, đặc biệt là các bộ phận chuyển động.

Đặc tính quan trọng khác của các loại bụi này là chúng có thể là chất không hấp thụ nước và chất trơ hóa học. Vì vậy, sự ăn mòn của các kim loại có thể xảy ra khi các loại bụi khác xuất hiện cùng với hơi hoặc khí trong khí quyển, không được tái tạo.

Thạch anh ( $\text{SiO}_2$ ) thường là khoáng chất chuẩn. Các loại bụi thử nghiệm khác có đặc trưng tương tự có thể quy định làm chất thay thế cho thạch anh là fenspat và olivin chưa phân hủy.

Olivin ( $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$ ) là khoáng chất công nghiệp sẵn có phổ biến dùng trong xưởng đúc và để phun luồng cát.

Fenspat là hợp chất hóa học của oxit silic, oxit nhôm và oxit kiềm. Nếu không bị phân hủy do tác động của các khí đốt hoặc nước thì các khoáng chất này hầu hết đều cứng như thạch anh.

Bột tan (Hydrat magiê silicat) được quy định cho thử nghiệm La và nó là bụi được sử dụng trong vài năm ở phương pháp thử nghiệm trong TCVN 4255 (IEC 60529) đối với thiết bị điện. Bụi này thích hợp để tạo

ra thử nghiệm khắc nghiệt hợp lý cho các đặc tính gắn kín của vỏ bọc thiết bị điện, tuy nhiên, vì tính hút ẩm của bụi nên cần phải duy trì bụi ở trạng thái khô để tránh tắc các khe hở trong hộp của vỏ bọc.

Đặc tính không mài mòn của loại bụi này ngăn cản việc sử dụng của nó như bụi thử nghiệm cho mục đích chung vì yêu cầu cơ bản của bụi này là vật liệu cứng, ví dụ như thạch anh.

Bột FE là bột chống cháy gồm chủ yếu là Natri hoặc Kali hydrocacbonat với lượng nhỏ Magiê stearat bám trên bề mặt của các hạt để hỗ trợ việc lưu thông tự do và ngăn ngừa tắc. Bụi này sẵn có với kích thước tương đương với dải kích thước của bột tan nhưng nó không hút ẩm và cứng hơn về khía cạnh nào đó, có thang độ cứng Mohs khoảng 2,0 so với bột tan là 1,0. Cần chú ý là độ cứng giữa các loại bột FE là khác nhau và loại cứng nhất có thể gây mài mòn trên các bề mặt mềm.

### A.1.2 Kích thước hạt

Dải kích thước hạt có trong thử nghiệm này là:

- |                                 |         |                       |
|---------------------------------|---------|-----------------------|
| a) thạch anh, fenstat, olivine: | bụi mịn | < 75 $\mu\text{m}$ ;  |
|                                 | bụi thô | < 150 $\mu\text{m}$ ; |
|                                 | cát     | < 850 $\mu\text{m}$ ; |
| b) bột tan                      |         | < 75 $\mu\text{m}$ ;  |
| c) bột FE                       |         | < 75 $\mu\text{m}$ ;  |

Phân bố kích thước hạt cho nhóm a) được nêu trên Hình A.1.

Khi xem xét ảnh hưởng của kích thước hạt bụi, xem xét đầu tiên là sản phẩm có vỏ bọc bảo vệ hay không. Khi có vỏ bọc bảo vệ thì phải chọn giữa bụi thu được một cách đặc biệt mà được thiết lập khi kiểm tra tính hiệu quả của khả năng gắn kín của vỏ bọc điện, ví dụ như bột tan hoặc bột FE, hoặc bụi thạch anh có dải kích thước hạt thích hợp để kiểm tra các ảnh hưởng bất lợi có thể có của các vật chất kích thước hạt xâm nhập. Ở trường hợp sau thì cả bụi là thạch anh tinh và thạch anh thô có chứa kích thước hạt nhỏ trong khi cát chứa phần lớn là kích thước hạt lớn. Vì vậy, khi thử nghiệm đòi hỏi dễ dàng xác định sự thích hợp của hộp bảo vệ hoặc vỏ bọc bảo vệ thì cần chọn bụi có kích thước hạt nhỏ đủ để thể hiện môi trường vận hành dự kiến.

Tình huống thứ hai là trong trường hợp sản phẩm được xem là không được bảo vệ bằng vỏ bọc mà phơi nhiễm trực tiếp vào môi trường bụi. Nói chung, việc chọn dải kích thước hạt phải có thể đại diện tốt nhất như môi trường thực. Bụi và cát quy định trong thử nghiệm này được chọn để thể hiện phần lớn điều kiện của môi trường thực tế khi xem xét riêng hoặc kết hợp.

### A.1.3 Độ cứng hạt

Độ cứng của các hạt riêng lẻ có thể xác định khả năng mài mòn vật thể khi tiếp xúc. Cát, có chứa chủ yếu là các hạt rất nhỏ của thạch anh kết tinh hoặc khoáng chất khác, thường cứng hơn hầu hết các

## TCVN 7699-2-68 : 2007

hợp chất thủy tinh oxit silic nóng chảy. Vì vậy cát có thể làm xước bề mặt của hầu hết các thiết bị quang học thủy tinh. Áp suất đặt lên các hạt cát bị kẹt có thể làm rạn nứt bề mặt. Bảng A.1 liệt kê một số các chất phổ biến và các cấp độ cứng theo thang độ Mohs. Các chất có cấp cao hơn có thể làm xước chất có cấp thấp hơn.

**Bảng A.1 – Thang độ cứng**

Thang độ Mohs	Vật liệu chuẩn	Các vật liệu khác
1	Bột tan	Than chì, thạch cao tuyết hoa, tảo cát
2	Thạch cao	Caolanh, galen, mica
3	Canxi	Barit, đá hoa, xecpentin, aragonite, dolomite
4	Fluorit	
5	Apatit	amiăng, opan, sợi thủy tinh
6	Orthoclase	Manhêtit, fenspat, mã não, pyrit
7	Thạch anh	đá lửa, silic điôxit nóng chảy, olivine, andaluzit, tuamalin
8	Topaz	Bột mài
9	Corundum	Ngọc bích, silic cacbua, vonfram cacbua
10	Kim cương	

### A.2 Các loại bụi khác

Các loại bụi thử nghiệm khác, ví dụ như “bụi thử nghiệm hỗn hợp” (ví dụ có chứa xơ, đất hoặc xi măng) có thể xem xét cho các ứng dụng cụ thể. Tuy nhiên, các loại bụi này phải được thay đổi cẩn thận nhờ hướng dẫn dưới đây.

#### A.2.1 Vật liệu ion dẫn điện

Kiểm tra ảnh hưởng của bụi ion dẫn điện và ăn mòn, ví dụ như muối tan có thể được thực hiện bằng thử nghiệm bụi sử dụng bụi thử nghiệm trộn với vật liệu linh động thực tế, sau đó là thử nghiệm nóng ẩm.

#### A.2.2 Vật liệu hút ẩm

Để kiểm tra các ảnh hưởng gây ra do vật liệu bụi hút ẩm, có thể trộn lẫn xơ cotton vào bụi thử nghiệm và sau thử nghiệm bụi là thử nghiệm ăn mòn.

#### A.2.3 Vật liệu sợi

Có thể sử dụng xơ cotton để kiểm tra ảnh hưởng do tắc sợi dệt trong lỗ thông hơi.

### A.3 Ảnh hưởng của độ ẩm lên bụi thử nghiệm

**A.3.1** Cần giữ độ ẩm tương đối trong tủ thử nghiệm thấp hơn 25 % để ngăn ngừa tắc bụi thử nghiệm.

Không yêu cầu trang thiết bị thử nghiệm để quan sát và kiểm tra độ ẩm tương đối. Nung nóng không khí trong tủ thử đến nhiệt độ phụ thuộc vào nhiệt độ phòng thí nghiệm và độ ẩm tương đối là đủ. Ở khí hậu nóng ẩm thì không nên tăng nhiệt độ thử nghiệm cao hơn 40 °C. Trong các trường hợp này, có thể cần điều hòa không khí phòng thí nghiệm hoặc hút ẩm tủ thử nghiệm. Hình A.2 chỉ ra độ ẩm tương đối lớn nhất tại các nhiệt độ cho trước, độ ẩm tương đối có thể giảm về 25 % bằng cách tăng nhiệt độ lên +40 °C.

### A.4 Các ảnh hưởng lên các sản phẩm kỹ thuật điện

#### A.4.1 Giới thiệu

Bụi và cát có thể hoạt động như các tác nhân vật lý, thành phần hóa học hoặc cả hai, trong việc thúc đẩy sự suy giảm của vật liệu hoặc chức năng của thiết bị. Nó cũng có thể đóng vai trò như chất mài mòn không mong muốn lên các phần chuyển động của máy móc và thậm chí là các bề mặt tĩnh tại cũng có thể bị hư hại do hoạt động ăn mòn của các hạt này và tính chất của vật liệu mà chúng tiếp xúc với. Do đó, một lớp bụi mỏng có trên bề mặt của kim loại có thể tăng tốc hoạt động ăn mòn, trong khi một lớp bụi tương tự phủ trên bề mặt cách điện có thể gây phương hại đến các đặc tính điện của nó.

#### A.4.2 Ảnh hưởng mài mòn

Bụi và cát, khi bị ảnh hưởng do chuyển động của gió với vận tốc cao, có thể hoạt động như các chất mài mòn gây hư hại các bề mặt tĩnh tại, và các hạt bay lên đồng thời được thổi lên theo sau các phương tiện chuyển động làm gia tốc sự ăn mòn bề mặt kim loại do lấy đi các lớp phủ bảo vệ hoặc gây nhiễu các lớp bán bảo vệ của sản phẩm bị ăn mòn.

Độ mài mòn bề mặt phụ thuộc vào vận tốc va chạm của các hạt vào bề mặt. Sự suy giảm về tính chất quang của kính chắn gió của phương tiện hàng không được báo cáo lại sau khi chuyến bay thử nghiệm ở độ cao 60 m và tốc độ từ 290 m/s đến 320 m/s trong vùng sa mạc của Bắc Mỹ.

Bụi và cát bay theo gió có thể làm xù xì bề mặt có cách nhiệt và cách điện do đó làm phương hại đến các đặc tính điện bề mặt của chúng. Độ dẫn điện bề mặt của các chất thuộc phenol với bề mặt xù xì đo được lớn hơn 10 lần so với vật liệu giống như vậy với bề mặt nhẵn ở độ ẩm tương đối bằng 50 %.

### **A.4.3 Sự ăn mòn của kim loại**

#### **A.4.3.1 Quy định chung**

Bụi và cát, cùng với các yếu tố môi trường, ví dụ như hơi ẩm, có thể là nguyên nhân của việc bắt đầu và gia tốc ăn mòn trên kim loại. Lớp màng vật chất hạt phủ trên bề mặt kim loại có thể hòa lẫn với các phần tử trơ, có tác động hóa học, hút ẩm hoặc không hút ẩm và vì vậy quá trình ăn mòn là phức tạp.

#### **A.4.3.2 Các phần tử trơ**

Ở độ ẩm tương đối thấp, các phần tử trơ hút ẩm sẽ bắt đầu hấp thụ hơi ẩm và bất kỳ hơi ăn mòn nào xuất hiện trong khí quyển. Các phần tử, trong trường hợp này, hoạt động như phương tiện truyền trong chất điện môi lỏng mà nhờ đó phản ứng điện hóa của ăn mòn khí quyển bắt đầu và làm tăng hiệu ứng ăn mòn.

Các phần tử trơ không hút ẩm có ít ảnh hưởng lên quá trình ăn mòn trừ khi được giúp duy trì hơi ẩm và bằng che chắn kim loại tại điểm tiếp xúc, gây ra sự chênh lệch về lượng oxy trên bề mặt. Sự chênh lệch này có thể gây ra ăn mòn cục bộ tăng cường.

#### **A.4.3.3 Phần tử hoạt hóa**

Các phần tử bắt nguồn từ các nguồn tự nhiên hoặc công nghiệp có thể hoạt hóa và cung cấp các chất điện môi ăn mòn khi bị hòa tan. Đất sét, nguồn chủ yếu của bụi tự nhiên ngoài trời, là hydrat silicat của nhôm và tạo các phản ứng với kiềm, trong khi một số muối tan có chứa các phần tử đất là sunfat tạo ra các phản ứng với axit.

Sự gỉ sắt có thể bị gia tốc do sự xuất hiện các phần tử nhôm sunfat. Điều này được xem là bụi trong thành phố.

Canxi cacbonat ở dạng các mảnh vỏ sinh vật biển là thành phần chiếm ưu thế của bụi trên các đảo san hô và có thể thúc đẩy ăn mòn. Tro do hoạt động của núi lửa có thể làm gia tốc sự gỉ sắt.

### **A.4.4 Nhiễm bẩn bề mặt chất cách điện**

Cát và phần lớn các loại bụi thường phủ trên bề mặt có ngăn ngừa dẫn điện là chất dẫn kém khi không có hơi ẩm. Tuy nhiên, sự xuất hiện của hơi ẩm làm phân hủy các phần tử tan và cấu tạo của các chất điện môi. Các phần tử tan xuất hiện có xu hướng duy trì chất điện môi trên bề mặt và tăng chiều dày hiệu quả của màng hơi ẩm. Sự hình thành màng này được thúc đẩy ở môi trường trong đó có thay đổi từ giai đoạn khô, có bụi sang giai đoạn ẩm ướt.

Độ dẫn điện của lớp màng trên bề mặt này dẫn đến có dòng điện rò chạy qua chất cách điện đường dây nguồn bị nhiễm bẩn có thể lớn hơn khoảng một triệu lần so với dòng điện rò chạy qua vật cách điện sạch, khô.

Nếu chất ngăn ngừa dẫn điện ở trong trường điện mạnh, ví dụ như chất cách điện đường dây nguồn, thì sự tích lũy lớp mạng cũng được thúc đẩy bằng cách hút các hạt bay trên không đến khu vực có gradien điện áp quá mức.

#### **A.4.5 Ảnh hưởng hỗn hợp**

##### **A.4.5.1 Thúc đẩy sự phát triển của nấm mốc**

Bụi bám vào bề mặt vật liệu có thể có các chất hữu cơ cung cấp nguồn thức ăn cho hệ vi sinh vật. Các bề mặt vật liệu này, ví dụ như gốm và thủy tinh quang học, thường không nhạy với sự tác động của vi khuẩn khi không có bụi, do đó, có thể bị mọc đầy mốc hoặc tảo.

##### **A.4.5.2 Tiếp xúc điện và bộ nối**

Như đã quy định, cát và phần lớn các loại bụi là chất dẫn điện kém khi khô, do đó, các phần tử phủ trên cơ cấu đóng cắt, rơle hoặc các tiếp xúc điện có thể phương hại đến hoạt động do làm tăng điện trở tiếp xúc.

Bụi và cát tích lũy trên bộ nối điện có thể gây khó khăn cho việc nối điện hoặc ngắt điện.

##### **A.4.5.2 Hệ thống làm mát**

Sự suy giảm tốc độ truyền nhiệt có thể xảy ra do hình thành các lớp cách nhiệt và có thể làm giảm tính hiệu quả của hệ thống làm mát.

##### **A.4.5.4 Ảnh hưởng tĩnh điện**

Điện tích tĩnh điện sinh ra do ma sát của các phần tử trong bão cát có thể làm nhiễu hoạt động của thiết bị và đôi khi gây nguy hiểm cho người vận hành. Sự hỏng cách điện, máy biến áp và bộ chống sét và hỏng hệ thống đánh lửa của ô tô đã xảy ra do các điện tích này. Điện áp tĩnh điện sinh ra có thể lớn. Điện áp cao 150 kV làm điện thoại và liên lạc điện tín không hoạt động trong quá trình có bão cát.

### **A.5 Phòng ngừa an toàn**

#### **A.5.1 Các ảnh hưởng gây nguy hại**

Tất cả các ảnh hưởng có hại cho mẫu có thể gây tình huống nguy hiểm cho con người.

Nếu thử nghiệm bụi là một phần của việc đánh giá an toàn thì kiểm tra bụi phủ hoặc xâm nhập phải được thực hiện hết sức cẩn thận và theo hướng dẫn nêu trong A.4 cùng với kinh nghiệm trong lĩnh vực thử nghiệm an toàn và sử dụng sự giải thích trong trường hợp xấu nhất.

#### **A.5.2 Nguy hại cho sức khỏe**

Cần phòng ngừa để tránh nguy hại cho sức khỏe do hít phải bụi. Các phòng ngừa đó là:



## TCVN 7699-2-68 : 2007

- bịt kín đủ tủ thử nghiệm;
- cho phép bụi lắng phủ trước khi mở cửa tủ thử;
- sử dụng mặt nạ và quần áo bảo vệ thích hợp;
- làm sạch, vận hành và bảo trì đúng cho thiết bị kể cả bộ lọc hiệu quả, ví dụ trong thiết bị làm sạch kiểu chân không.

### A.5.2.1 Bột tan

Hít phải bột tan quá nhiều có thể gây ra bệnh dị ứng bột tan. Các tình trạng hô hấp khác như ho, tạo thành đờm, và không hô hấp được có thể gặp phải sau khi phơi nhiễm trong thời gian dài. Vì bột tan kết hợp với dây các vật liệu khác nên tài liệu về y tế không chỉ ra rõ ràng các tình trạng dành riêng cho bột tan ở dạng nguyên chất.

Giới hạn phơi nhiễm

Bột tan cần được kiểm soát để nồng độ phơi nhiễm không vượt quá 10 mg/m<sup>3</sup> đối với tổng số bột tan trong không khí và 1 mg/m<sup>3</sup> đối với bụi hít phải trong không khí (nồng độ lấy trung bình theo khối lượng trong thời gian 8 h).

### A.5.2.2 Bụi và cát khác

Bột thạch anh có thể gây ra bệnh bụi phổi, bệnh phổi nặng và có thể bị biến chứng thành ung thư phổi.

CHÚ THÍCH: Olivine có chứa  $\leq 1\%$  SiO<sub>2</sub> tự do và được xem là khoáng chất ít rủi ro.

Xơ cô tông là chất gây dị ứng có thể gây ra các vấn đề về hô hấp cho người bị dị ứng.

Do có những trường hợp trên nên cần tuân thủ các quy tắc đối với mỗi nguy hại cho sức khỏe được trích dẫn.

Hai yếu tố có thể là quan trọng được nêu dưới đây:

- a) vật liệu không kết tinh, ví dụ như thủy tinh, ít nguy hiểm hơn các vật liệu kết tinh;
- b) kích thước hạt bụi từ 0,5 µm đến 5 µm là nguy hiểm nhất.

Olivin và fenspat là các vật liệu kết tinh.

Do vậy, cần phải tìm vật liệu bụi ít có hại để sử dụng trong thử nghiệm. Cần sử dụng các phương tiện bảo vệ con người như mặt nạ và kính bảo hộ che bụi.

### A.5.3 Nguy hiểm nổ

Không có nguy hiểm nổ nếu sử dụng bột tan làm bụi thử nghiệm nhưng nếu quy định loại bụi khác thì cần xem xét yếu tố sau: Vật liệu dễ cháy ở dạng bụi mịn sẽ nổ khi nồng độ trong không khí vượt quá 20 g/m<sup>3</sup>.

**A.6 Thử nghiệm L và so sánh với TCVN 4522 (IEC 60529)**

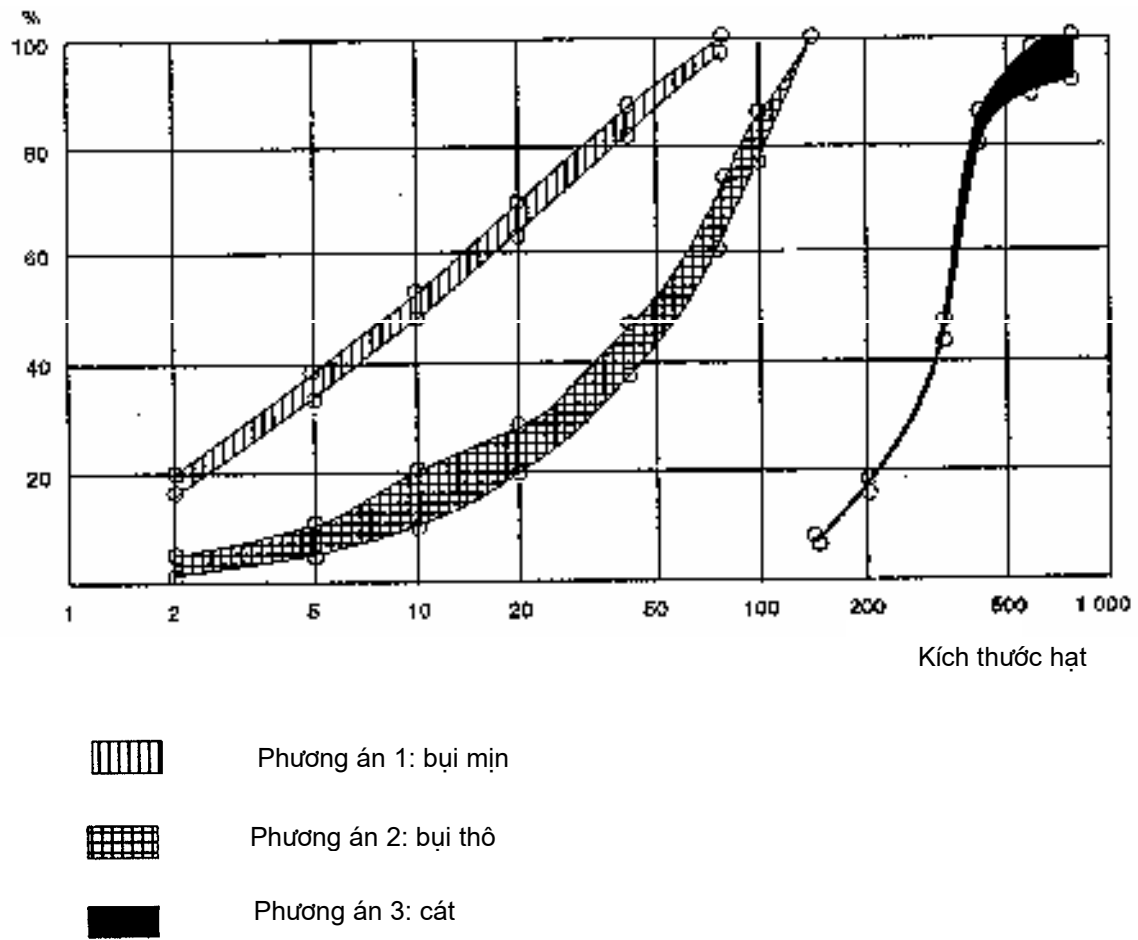
TCVN 4522 (IEC 60529) gồm cả "con số thuộc tính" chỉ số cấp bảo vệ. Sự chỉ định này chỉ ra cấp bảo vệ gồm có chữ cái thuộc tính IP sau đó là hai con số. Số thứ nhất chỉ ra cấp bảo vệ chống vật thể rắn và bụi bằng vỏ ngoài. Số thứ hai chỉ ra cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài liên quan đến sự xâm nhập có hại của nước. Sự phân loại đối với số thứ nhất được chỉ ra trong Bảng A.2 cùng với tham khảo các phương pháp thử nghiệm thích hợp.

Liên quan đến thử nghiệm, phương pháp thử nghiệm La2 trong IEC 60068 được xem là "quy định kỹ thuật liên quan".

**Bảng A.2 – So sánh các phương pháp thử nghiệm**

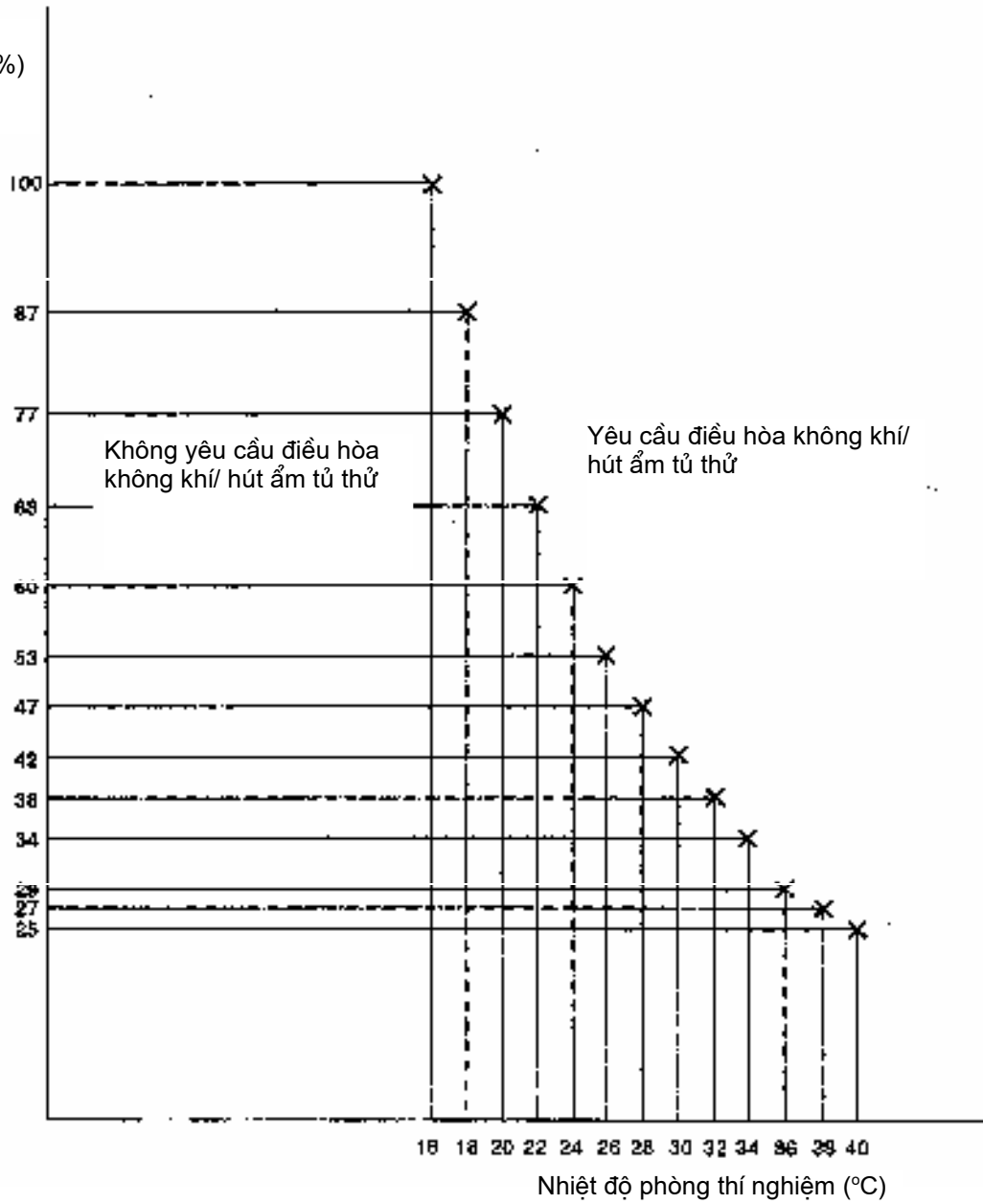
<b>Phương pháp thử nghiệm L</b>	<b>Con số thuộc tính thứ nhất trong TCVN 4522 (IEC 60529)</b>	<b>Mô tả</b>	<b>Số điều chỉ phương pháp thử nghiệm trong TCVN 4522 (IEC 60529)</b>
Không thử nghiệm	0	Không được bảo vệ	Không thử nghiệm
Không thử nghiệm	1	Bảo vệ chống vật thể rắn > 50 mm	7.1
Không thử nghiệm	2	Bảo vệ chống vật thể rắn > 12 mm	7.2
Không thử nghiệm	3	Bảo vệ chống vật thể rắn > 2,5 mm	7.3
Không thử nghiệm	4	Bảo vệ chống vật thể rắn > 1 mm	7.4
La1 hoặc La2	5	Bảo vệ chống bụi	7.5
La1 hoặc La2	6	Không lọt bụi	7.6

Phân trăm mặt đáy theo khối lượng



Hình A.1 – Phân bố kích thước hạt µm

Độ ẩm tương đối  
phòng thí nghiệm (%)



Hình A.2 – Độ ẩm tương đối theo nhiệt độ (ví dụ)

**Phụ lục B**

(tham khảo)

**Thư mục tài liệu tham khảo**

Thử nghiệm bụi tương tự phương pháp La2, được nêu trong các tài liệu dưới đây:

TCVN 6627-5 (IEC 60034-5), Máy điện quay – Phần 5: Phân loại cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài của máy điện quay (mã IP).

TCVN 6592-1 : 2001 (IEC 60947-1 : 1988), Thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 1: Quy tắc chung.

CHÚ THÍCH: Phương pháp thử nghiệm của TCVN 4522 (IEC 60529) (được liệt kê trong tài liệu viện dẫn) gồm cả các phương pháp có trong 6610-5 (IEC 60034-5) và TCVN 6592-1 (IEC 60947-1).