

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 11488:2016**

**ISO 15957:2015**

Xuất bản lần 1

**BỤI THỬ ĐỂ ĐÁNH GIÁ THIẾT BỊ LÀM SẠCH KHÔNG KHÍ**

*Test dusts for evaluating air cleaning equipment*

**HÀ NỘI - 2016**

## Lời nói đầu

TCVN 11488:2016 hoàn toàn tương đương với ISO 15957:2015

TCVN 11488:2016 do Ban Kỹ thuật tiêu chuẩn TCVN/TC142 *Thiết bị làm sạch không khí và các khí khác* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

## Lời giới thiệu

Các phin lọc là đối tượng để đánh giá tính năng ban đầu và đặc tính bụi tải trong các phép thử phòng thử nghiệm sử dụng bụi thử đã quy định. Các kết quả phản ánh tính năng của phin lọc như được lắp đặt trong tòa nhà. Tuy nhiên, vì các tính chất của sol khí khí quyển thay đổi theo phạm vi vùng và theo các điều kiện thời tiết, số liệu thử thu được bằng bụi thử đã nêu dự báo ít chính xác tính năng phin lọc như thực tế đã dùng. Thêm vào đó, các kết quả thử bằng bụi thử đã nêu có thể không thống nhất với các kết quả thử đã thu được từ các phòng thử nghiệm khác vì tính năng của phin lọc bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như sự phân bố cỡ hạt, sự kết tụ hạt và điện tích. Cho dù những vấn đề này trong thử tính năng phin lọc, số liệu phép thử được sử dụng để phân loại phin lọc, ước lượng sự tiêu thụ năng lượng, chi phí vòng đời (LCC), và đánh giá chu trình sống (LCA).

Bụi thử được sử dụng để đánh giá tính năng ban đầu và tính năng đã tải của các phin lọc có thể có quy định kỹ thuật khác nhau từ bụi đã sử dụng để đạt được tải của phin lọc.

Tiêu chuẩn này không kiểm soát quy định kỹ thuật, sản xuất hoặc sử dụng bụi thử. Tiêu chuẩn này mô tả các tính chất của bụi thử mà có thể được sử dụng để tải các phin lọc và các yêu cầu đối với sự tạo ra bụi thử sao cho đảm bảo thu được kết quả về bụi thử phòng thử nghiệm gần với thực tế sử dụng nhất có thể.

## Bụi thử để đánh giá thiết bị làm sạch không khí

*Test dusts for evaluating air cleaning equipment*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này xác định các tính chất của bụi thử tải được sử dụng cho các phin lọc không khí tản nhiệt, thông gió và điều hòa không khí (HVAC) cũng như thiết bị làm sạch không khí trong phòng thí nghiệm. Bụi thử được sử dụng để đánh giá các tính năng hiệu quả không quy định trong tiêu chuẩn này.

### 2 Tài liệu viện dẫn

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

ISO 12103-1, Road vehicles – Test dust for filter evaluation – Part 1: Arizona test dust (*Phương tiện giao thông đường bộ - Bụi thử để đánh giá phin lọc – Phần 1: Bụi thử Arizona*).

ISO/TS 21220, Particular air filters for general ventilation – Determination of filtration performance (*Phin lọc không khí cụ thể cho hệ thống thông khí chung – Xác định tính năng lọc*).

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

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

#### 3.1

##### **Bộ cấp bụi** (dust feeder)

Thiết bị được sử dụng để phân phối bụi thử cho phin lọc.

#### 3.2

##### **Đường kính trung bình** (median diameter)

Đường kính của hạt mà phần thể tích đã tích lũy là bằng 50 % so với đường phân bố cỡ hạt theo thể tích đã tích lũy.

## 3.3

**Cỡ hạt lọt sàng (undersize)**

Phần trăm theo thể tích của các hạt nhỏ hơn cỡ hạt đã quy định trong một phân bố cỡ hạt.

## 3.4

**Hạt vật chất (particulate matter)****PM**

Phần cỡ của sol khí tự nhiên (hạt thể rắn và thể lỏng) lơ lửng trong không khí xung quanh, có ký hiệu PM<sub>x</sub> trong đó x là xác định khoảng cỡ hạt của đường kính khí động học.

CHÚ THÍCH: Phần trăm cỡ hạt được sử dụng trong tiêu chuẩn này như sau:

| Phần cỡ hạt | Loại        | Khoảng cỡ hạt<br>μm |
|-------------|-------------|---------------------|
| PM10        | Phần ngược  | ≤ 10                |
| PM2,5       | Phần hô hấp | ≤ 2,5               |

CHÚ THÍCH 2: Hiệu suất thu thập của thiết bị hiệu chỉnh tại đường kính được xem xét là bằng 50 %.

**4 Thiết kế bụi thử**

Bụi thử tải thuộc một trong bốn hạng mục, theo thành phần, đường kính trung bình của hạt và mật độ hạt như đã nêu ở Bảng 1.

**Bảng 1 – Bụi thử**

| Hạng mục   | Thành phần   | Đường kính trung bình<br>μm                                      | Mật độ<br>g/cm <sup>3</sup>                                      |
|--|--|--|--|
| L1   | Hỗn hợp của:<br>– Cát sa mạc Arizona 72 % <sup>a</sup><br>– Cacbon 23 %<br>– Xơ bông đã nghiền 5 % | Phù hợp với ISO 21103-1, A.2<br>Không xác định<br>Không xác định | Phù hợp với ISO 21103-1, A.2<br>Không xác định<br>Không xác định |
| L2   | Cát sa mạc Arizona <sup>a</sup>  | Phù hợp với ISO 12103-1, A.2                                     | Phù hợp với ISO 12103-1, A.2                                     |
| L3   | Đất sét KANTO (thêu kết)   | 1,7 – 2,5  | 2,9 – 3,1 (để đối chứng)   |
| L4   | Hỗn hợp của:<br>– Cát sa mạc Arizona <sup>a</sup> 93,5 %<br>– Xơ bông đã nghiền 6,5 %              | Phù hợp với ISO 12103-1, A.2<br>Không xác định                   | Phù hợp với ISO 12103-1, A.2<br>Không xác định                   |
| <p>L1 Bụi thử giống bụi có sẵn ngoài thị trường được sử dụng để thử tiêu chuẩn ANSI/ASHRAE 52.2. Chi tiết phù hợp với mô tả của tiêu chuẩn này.</p> <p>L2 Bụi thử giống như ISO 12103-1, A2 bụi thử Arizona. Chi tiết được mô tả của tiêu chuẩn.</p> <p>L3 Bụi thử giống với SAP14-12 bột thử 3-3. Các chi tiết phù hợp với sự mô tả của tiêu chuẩn (SAP: tiêu chuẩn của Hiệp hội công nghiệp năng lượng và kỹ thuật, Nhật Bản).</p> <p>L4 Bụi thử giống với ANSI/AHRI 680. Chi tiết được mô tả của tiêu chuẩn.</p> <p><sup>a</sup> Xem ISO 12103-1.</p> |  |  |  |

## 5 Thành phần hóa học

Thành phần hóa học của mỗi bụi thử phải đáp ứng các yêu cầu trong Bảng 2.

**Bảng 2 – Thành phần hóa học (tỷ lệ phần trăm khối lượng, %)**

| L1                       | L2                              | L3                             |           | L4                         |
|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------|----------------------------|
| ISO 12103-1, A.2<br>72 % | Phù hợp với<br>ISO 12103-1, A.2 | SiO <sub>2</sub>               | 34 đến 40 | ISO 12103-1, A.2<br>93,5 % |
|                          |                                 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 26 đến 32 |                            |
|                          |                                 | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 17 đến 23 |                            |
| Muội than 23 %           |                                 | CaO                            | 0 đến 3   | Xơ bông đã nghiền<br>6,5 % |
|                          |                                 | MgO                            | 0 đến 7   |                            |
| Xơ bông đã nghiền 5 %    |                                 | TiO <sub>2</sub>               | 0 đến 4   |                            |
|                          | Mất do cháy                     | 0 đến 4                        |           |                            |

## 6 Sự phân bố cỡ hạt

Sự phân bố cỡ hạt của bụi thử L1, L2 và L4 phù hợp với ISO 12103-1, A.2 cho thành phần cát sa mạc Arizona của hỗn hợp. Muội than và xơ bông đã nghiền phù hợp với tiêu chuẩn thử ANSI/ASHRAE 52.2.

Sự phân bố cỡ hạt của bụi thử L3 phải đáp ứng các yêu cầu của Bảng 3.

**Bảng 3 – Sự phân bố cỡ hạt của bụi thử L3**

| Cỡ hạt lọt sàng,<br>Tỷ lệ phần trăm thể tích (%) | Cỡ hạt, μm |          |
|--|------------|----------|
|  | Nhỏ nhất   | Lớn nhất |
| 10   | 0,89       | 1,3      |
| 20   | 1,2        | 1,7      |
| 30   | 1,4        | 2,0      |
| 40   | 1,5        | 2,3      |
| 50   | 1,7        | 2,5      |
| 60   | 1,8        | 2,7      |
| 70   | 2,0        | 2,9      |
| 80   | 2,4        | 3,5      |
| 90   | 2,9        | 4,2      |

## 7 Quy trình phân tích cỡ hạt

### 7.1 Bụi thử L1

Quy trình phân tích cỡ hạt phù hợp với ISO 12103-1, A.2 đối với thành phần cát sa mạc Arizona của hỗn hợp. Không có quy trình phân tích cỡ hạt đối với muội than và các thành phần xơ bông.

### 7.2 Bụi thử L2

Quy trình phân tích cỡ hạt phù hợp với ISO 12103-1, A.2.

### **7.3 Bụi thử L3**

Quy trình phân tích cỡ hạt phù hợp với bột thử 3 SAP 14-12. Phương pháp phân tán laser được sử dụng cho phép đo. Đối với thiết bị đo và điều kiện đo, sử dụng quy định kỹ thuật được phê duyệt bởi nhà cung cấp bụi thử, APPIE (Liên hiệp kỹ thuật và công nghiệp sản xuất bột Nhật Bản).

### **7.4 Bụi thử L4**

Quy trình phân tích cỡ hạt phù hợp với ISO 12103-1, A.2 đối với thành phần cát sa mạc Arizona của hỗn hợp. Không có quy trình phân tích cỡ hạt đối với thành phần xơ bông.

## **8 Phương pháp sản xuất**

### **8.1 Bụi thử L1**

Bụi thử này được tạo ra bằng trộn ba thành phần đã liệt kê trong Bảng 1. Quy trình chi tiết phù hợp với tiêu chuẩn ANSI/ASHRAE 52.2.

### **8.2 Bụi thử L2**

Bụi thử này được thu thập từ khu vực đã chọn của cát sa mạc Arizona, được nghiền tia phun và phân loại đến cỡ hạt quy định.

### **8.3 Bụi thử L3**

Đất sét KANTO được trộn kết khoảng hai giờ, được nghiền tia phun và được phân loại tới cỡ hạt quy định.

### **8.4 Bụi thử L4**

Bụi thử này được tạo ra bằng cách trộn hai thành phần đã liệt kê trong Bảng 2. Quy trình chi tiết phù hợp với tiêu chuẩn ANSI/AHRI 680.

## **9 Đặc tính**

### **9.1 Bụi thử L1**

Hỗn hợp này của ba thành phần đã được sử dụng nhiều năm trong thử nghiệm thiết bị làm sạch không khí. Các đặc tính của hỗn hợp có thể thay đổi phụ thuộc vào nhà cung cấp và các điều kiện bảo quản và vận chuyển.

### **9.2 Bụi thử L2**

Bụi thử này có chứa các hạt thô, nhưng có rất ít hạt lớn hơn 100  $\mu\text{m}$ . Lực kết dính nhỏ cho nên các hạt rất dễ tạo lại dạng lơ lửng. Hỗn hợp hạt này thường làm tăng độ giảm áp với tải bụi nhỏ lên phin lọc, dẫn đến sự tiêu tốn nhiều các hạt thử nghiệm.

### 9.3 Bụi thử L3

Bụi thử này không chứa các hạt lớn hơn 10  $\mu\text{m}$ . Bụi thử này cho các kết quả thử nghiệm phin lọc tương đương với bụi thử L1, nhưng làm tăng độ giảm áp với tải bụi nhỏ khi so sánh với bụi thử L1.

### 9.4 Bụi thử L4

Hỗn hợp bụi thử L2 và xơ bông đã nghiền nhưng không có muội than. Các hạt này thường làm tăng độ giảm áp với tải bụi nhỏ lên phin lọc, dẫn đến sự tiêu tốn nhiều các hạt thử nghiệm.

## 10 Ứng dụng

### 10.1 Khái quát

Hầu hết bụi thử thích hợp có thể được chọn từ các bụi thử L1, L2, L3 và L4 dựa trên việc sử dụng phin lọc thực tế.

### 10.2 Bụi thử L1

Bụi thử tải này mô phỏng sự phân bố cỡ hạt sol khí trong khu vực đô thị. Điều này thích hợp cho thử nghiệm phin lọc sơ cấp (phin lọc sơ bộ) vì bụi chứa xơ bông.

### 10.3 Bụi thử L2

Bụi thử này mô phỏng các sol khí có sự phân bố cỡ hạt PM10.

### 10.4 Bụi thử L3

Bụi thử tải này mô phỏng sol khí có sự phân bố cỡ hạt PM2,5.

Bụi thử này thích hợp để thử phin lọc thứ cấp (phin lọc ở phía sau phin lọc sơ cấp) khi bụi không chứa xơ bông.

### 10.5 Bụi thử L4

Bụi thử tải này mô phỏng sự phân bố cỡ sol khí trong khu vực dân cư.

## 11 Các tiêu chuẩn liên quan

### 11.1 Bụi thử L1

Tiêu chuẩn ANSI/ASHRAE 52.2, Phương pháp thử dụng cụ làm sạch không khí thông gió chung đối với hiệu suất loại bỏ bằng cỡ hạt.

EN 779 Phin lọc khí riêng cho hệ thống thông khí chung – Xác định tính năng lọc.

### 11.2 Bụi thử L2

ISO 12103-1, Phương tiện giao thông – Bụi thử để đánh giá phin lọc – Phần 1: Bụi thử Arizona.



## TCVN 11488:2016

ISO 29461-1, Không khí lấy vào hệ thống phin lọc đối với máy quay – Phương pháp thử nghiệm – Phần 1: các nguyên tố lọc tĩnh.

### 11.3 Bụi thử L3

SAP 14-12, Bột thử 3.

JIS Z 8901, Bột thử 1.

JIS B 9908, Phương pháp thử các phin lọc khí chạy điện để thông gió và làm sạch không khí.

### 11.4 Bụi thử L4

Tiêu chuẩn ANSI/AHRI (I-P) 680, Định mức tính năng của thiết bị lọc không khí khu dân cư.

## 12 Các yêu cầu đối với sự phân bố bụi thử tải

Sự phân bố cỡ hạt của bụi thử tải đưa đến phin lọc thay đổi theo phương pháp phân tán bụi và sự kết tụ hạt mà có thể xảy ra khi nồng độ cao. Các hạt thường tích điện cao. Do đó, yêu cầu chú ý đặc biệt.

- Bộ nạp bụi phải là các phân tán hạt bụi với cỡ hạt sơ cấp phân tán (không kết tụ) và cung cấp các hạt phân tán với tốc độ nạp ổn định.
- Bụi thử tải phải được làm khô trước khi sử dụng, và khí khô phải được nạp vào bộ nạp bụi để phân tán các hạt.
- Thiết kế bộ nạp bụi và lưu lượng khí nén được xác định trong ISO/TS 21220.
- Ống nối với lối ra của bộ nạp bụi phải thẳng và có khả năng dẫn điện. Khi sử dụng cút nối là cần thiết, thì độ cong của cút nối phải được giữ càng rộng càng tốt để giảm thiểu sự va chạm của các hạt đã phân tán với thành ống mà có thể dẫn đến việc tích điện của các hạt. Lưu lượng dòng khí trong lối ra của bộ nạp bụi phải được kiểm tra định kỳ.
- Nồng độ hạt phải đồng đều và sự phân bố cỡ hạt của bụi thử phải không đổi phía trước phin lọc thử nghiệm. Để làm đồng đều nồng độ sol khí trong tiết diện ngang của ống, phần đoạn thẳng của ống phía trước phin lọc phải dài hơn ba lần đường kính của ống, và dòng khí phải không bị rối loạn. Chiều dài của ống thẳng trước phin lọc phải dài hơn khi lưu lượng lớn. Sự đồng đều của nồng độ hạt trong tiết diện ngang của ống phải được kiểm tra.
- Sự phân bố cỡ hạt khí động học đối với bụi đã tính tải trong ống phía trước phin lọc phải được kiểm tra định kỳ bằng cách sử dụng thiết bị thích hợp như vòi phun nổi tầng nhiều nấc (không có vi sinh) hoặc các dụng cụ khác để xác nhận tính năng phân tán cỡ hạt của bộ nạp bụi. Lấy mẫu đẳng tốc phải được áp dụng.

**Phụ lục A**

(Quy định)

**Vật liệu an toàn****A.1 Dữ liệu lý học**

Dữ liệu lý học cho từng loại bụi L1, L2, L3 và L4 được nêu trong Bảng A.1.

**Bảng A.1 – Số liệu vật lý**

|                     | L1  | L2                 | L3                | L4  |
|---------------------|---|--------------------|-------------------|---|
| Điểm nóng chảy (°C) | 1723  | 1723               | >1000             | 1723  |
| Trọng lượng riêng   | Arizona 2,65<br>Cacbon 2,16<br>Bông 1,5       | 2,65               | 2,9 – 3,1         | Arizona 2,65<br>Bông 1,5                      |
| Độ tan trong nước   | Không tan                                     | Không tan          | Không tan         | Không tan                                     |
| Biểu hiện bên ngoài | Màu xám/đen<br>bột mịn                        | Màu nâu<br>Bột mịn | Nâu đỏ<br>Bột mịn | Màu xám<br>Bột mịn                            |
| Tính bắt lửa        | Phù hợp với tính bắt lửa của xơ bông ở 210 °C | Không bắt lửa      | Không bắt lửa     | Phù hợp với tính bắt lửa của xơ bông ở 210 °C |

**A.2 Số liệu về an toàn**

Số liệu về an toàn thông thường cho tất cả các bụi thử L1, L2, L3 và L4 được nêu trong Bảng A.2.

**Bảng A.2 – Số liệu về an toàn**

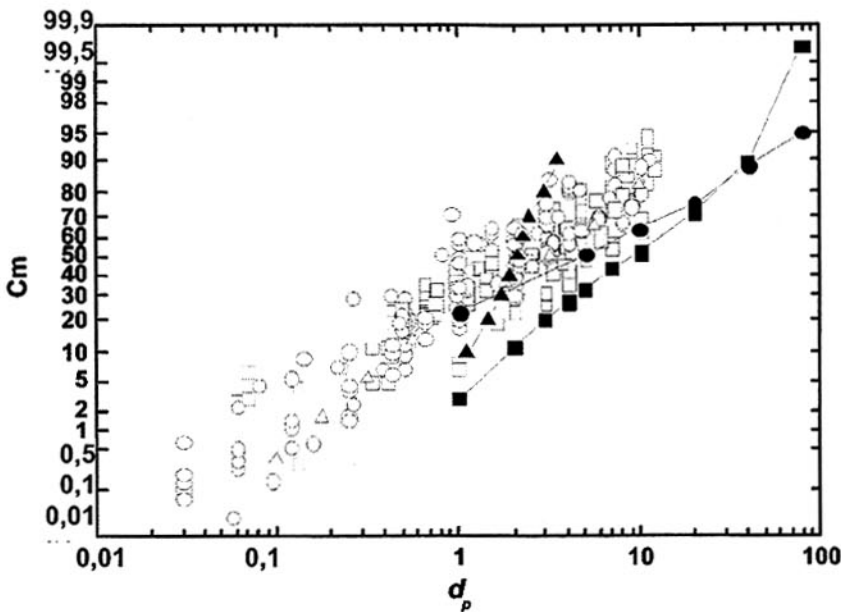
|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Cần trọng về xử lý và bảo quản | Xử lý và bảo quản cẩn thận sao cho không gây ra sự tán xạ hoặc phát thải bụi. Bảo quản trong thùng chứa kín khí ở nhiệt độ phòng |
| Thải bỏ                        | Thải bỏ phải được thực hiện theo quy định của địa phương   |
| Lượng tràn ra hoặc rò rỉ       | Quét và thu thập chất đã phân tán vào trong thùng chứa. Thu dọn sử dụng máy làm sạch chân không, quần áo bụi ẩm, và v.v...       |
| Biện pháp sơ cứu:              |  |
| 1. Tiếp xúc với mắt            | Rửa kỹ mắt qua nước sạch. Tra thuốc cẩn thận nếu kích thích kéo dài.   |
| 2. Tiếp xúc với da             | Làm sạch bụi từ các khu vực bị ảnh hưởng và rửa bằng xà phòng và nước.   |
| 3. Hít phải                    | Di chuyển người bị ảnh hưởng tới nơi có không khí sạch.  |
| 4. Nuốt phải                   | Súc rửa miệng bằng nước. Thực hiện các biện pháp y tế nếu cần.   |

## Phụ lục B

(Tham khảo)

**Xem xét lý thuyết của sự phân bố kích thước khối lượng của hạt sol khí trong khí quyển**

Hình B.1 nêu ra đồ thị thống kê logarit thông thường đối với sự phân bố cỡ hạt của bụi thử L1, L2 và L3 và xem xét lý thuyết về sự phân bố kích thước dựa trên khối lượng của các hạt sol khí trong khí quyển ở Châu Á, Châu Âu và Châu Mỹ. Đường kính được đo của các hạt sol khí xung quanh thay đổi từ 0,03  $\mu\text{m}$  đến 10  $\mu\text{m}$ . Khoảng đường kính động học trung bình thay đổi theo khối lượng (MMAD) xấp xỉ từ 0,5  $\mu\text{m}$  đến 5  $\mu\text{m}$ . Sự phân bố cỡ hạt của bụi thử L1 và L3 là trong sự thỏa thuận tương đối tốt với sự phân bố cỡ hạt của các sol khí xung quanh.

**CHÚ DẪN:**

Cm Tỷ lệ phần khối lượng hạt lọt qua rây tích lũy (%)

 $d_p$  Đường kính hạt ( $\mu\text{m}$ )

O Châu Âu

□ Châu Á

△ Bắc Mỹ

-○- Bụi thử L1

-■- Bụi thử L2

-▲- Bụi thử L3

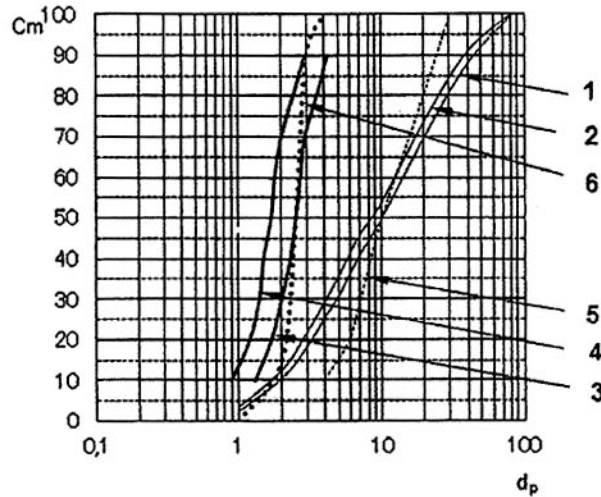
Hình B.1 – Ví dụ phép đo sự phân bố cỡ hạt của các hạt sol khí khí quyển (Tác giả L.Bao và các tác giả khác như đã liệt kê trong Thư mục Tài liệu tham khảo)

## Phụ lục C

(Tham khảo)

## So sánh sự phân bố cỡ hạt

Hình C.1 chỉ ra sự so sánh của đường phân bố cỡ hạt của hai trong bốn bụi thử tải L2 và L3. Sự phân bố cỡ hạt của bụi L2 là tương tự với sự phân bố cỡ hạt của bụi PM10. Sự phân bố cỡ hạt của bụi L3 tương tự với sự phân bố cỡ hạt của bụi PM2,5.



## CHÚ DẪN:

$C_m$  Tỷ lệ phần trăm khối lượng hoặc thể tích hạt lọt qua rây tích lũy (%)

$d_p$  Đường kính hạt ( $\mu\text{m}$ )

- 1 Giới hạn trên của bụi L2 (theo thể tích)
- 2 Giới hạn dưới của bụi L2 (theo thể tích)
- 3 Giới hạn trên của bụi L3 (theo thể tích)
- 4 Giới hạn dưới của bụi L3 (theo thể tích)
- 5 PM10 (theo khối lượng)
- 6 PM2,5 (theo khối lượng)

Hình C.1 – So sánh sự phân bố cỡ hạt L2 và bụi thử L3, và mối liên quan của chúng với các tỷ lệ phần trăm PM10 và PM2,5

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] EN 779:2012, Particulate air filters for general ventilation. Determination of the filtration performance
  - [2] ANSI/ASHRAE Standard 52.2:2012, *Method of testing general ventilation air-Cleaning devices for removal efficiency by particle size.*
  - [3] JIS Z 8901:2006, Test powders and test particles Industrial Test Powders 1 Powders, which exist in the usual environment as a dust, are standardized.
  - [4] SAP 14-12: 2012 SAP Test Powders 3, *Association of Powder Process Industry and Engineering, Japan.*
  - [5] JIS B 9908:2011, Test method of air filter units for ventilation and electric air cleaners for ventilation.
  - [6] L. Bao Investigation on Size Distribution of Ambient Aerosol Particles for ISO Standardization of Test Dusts for General Ventilation Air filters, *Research Conference in Autumn 2011 by The Society of Powder Technology, Japan.*
  - [7] ANSI/AHRI Standard 680(I-P)-2009, *Performance Rating of Residential Air Filter Equipment.*
-