

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11487-5:2016

ISO 29463-5:2011

Xuất bản lần 1

**PHIN LỌC HIỆU SUẤT CAO VÀ VẬT LIỆU LỌC ĐỂ LOẠI
BỎ HẠT TRONG KHÔNG KHÍ - PHẦN 5: PHƯƠNG PHÁP
THỬ ĐỐI VỚI CÁC PHẦN TỬ LỌC**

*High-efficiency filters and filter media for removing particles in air -
Part 5: Test method for filter elements*

HÀ NỘI - 2016

Lời nói đầu

TCVN 11487-5:2016 hoàn toàn tương đương với ISO 29463-2:2011;

TCVN 11487-5:2016 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia 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.

Bộ TCVN 11487 (ISO 29463) *Phin lọc hiệu suất cao và vật liệu lọc để loại bỏ hạt trong không khí* gồm có các phần sau:

- TCVN 11487-1 (ISO 29463-1), Phần 1: Phân loại, thử tính năng và ghi nhãn.
- TCVN 11487-2 (ISO 29463-2), Phần 2: Tạo sol khí, thiết bị đo và thống kê đếm hạt.
- TCVN 11487-3 (ISO 29463-3), Phần 3: Thử nghiệm vật liệu lọc dạng tấm phẳng.
- TCVN 11487-4 (ISO 29463-4), Phần 4: Phép thử để xác định rò rỉ của các phin tử lọc – Phương pháp quét.
- TCVN 11487-5 (ISO 29463-5), Phần 5: Phương pháp thử đối với các phin tử lọc.

Lời giới thiệu

Bộ TCVN 11487 (ISO 29463) (tất cả các phần) được chuyển thể từ EN 1822 (tất cả các phần) với những thay đổi mở rộng để phù hợp với yêu cầu của các nước thành viên P trong khối EU. Bộ tiêu chuẩn này bao gồm các yêu cầu, các nguyên tắc cơ bản để thử nghiệm và ghi nhận cho phin lọc không khí dạng hạt hiệu suất cao với hiệu suất từ 95 % đến 99,999,995 %, hiệu suất này có thể được sử dụng cho phin lọc theo cách thông thường hoặc để sử dụng bằng sự thỏa thuận giữa người sử dụng và nhà cung cấp.

Bộ TCVN 11487 (ISO 29463) (tất cả các phần) thiết lập quy trình để xác định hiệu suất của tất cả các phin lọc dựa trên phương pháp đếm hạt sử dụng sol khí thử nghiệm dạng lỏng (hoặc dạng rắn), và cho phép phân loại các phin lọc này theo hiệu suất tiêu chuẩn của chúng bao gồm cả hiệu suất tổng thể và hiệu suất cục bộ, mà trên thực tế hiệu suất này đáp ứng hầu hết các yêu cầu áp dụng khác nhau. Sự khác nhau giữa bộ TCVN 11487 (ISO 29463) (tất cả các phần) và các tiêu chuẩn quốc gia khác là kỹ thuật sử dụng để xác định hiệu suất tổng thể. Thay vì sử dụng mối tương quan khối lượng hoặc nồng độ tổng, kỹ thuật này dựa trên việc đếm hạt tại cỡ hạt thấu qua nhiều nhất (MPPS) với các vật liệu lọc thủy tinh siêu nhỏ, cỡ hạt thường khoảng từ 0,12 μm đến 0,25 μm . Phương pháp này cũng cho phép thử nghiệm phin lọc không khí thấu qua siêu thấp. Phin lọc siêu thấp này không thể thực hiện được bằng các phương pháp thử trước đó do chúng không có đủ độ nhạy. Đối với vật liệu lọc màng, áp dụng song song các quy tắc; việc thay đổi vật liệu của các phin lọc này đã được mô tả từ trước, phương pháp để xử lý với các loại phin lọc này được mô tả trong TCVN 11487-5:2016 (ISO 29463-5:2011), Phụ lục C. Các yêu cầu cụ thể đối với phương pháp thử nghiệm, tần suất, và các yêu cầu báo cáo có thể được cải biên bằng sự thỏa thuận giữa nhà cung cấp và khách hàng. Đối với phin lọc hiệu suất thấp hơn (nhóm H, như được mô tả dưới đây), phương pháp thử rò rỉ thay phiên đã quy định trong TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011), Phụ lục A, có thể được sử dụng bằng sự thỏa thuận cụ thể giữa người sử dụng và nhà cung cấp, nhưng chỉ sử dụng các phương pháp đã được xác định rõ ràng trong nhãn của phin lọc như đã quy định trong TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011), Phụ lục A. Mặc dù có thể sử dụng thường xuyên các phương pháp được mô tả trong tiêu chuẩn này để xác định tính năng của phin lọc cho các cỡ hạt nano, việc thử nghiệm hoặc phân loại các phin lọc với cỡ hạt nano được trình bày trong tiêu chuẩn này (xem Phụ lục A về thông tin bổ sung).

Có nhiều sự khác nhau giữa bộ TCVN 11487 (ISO 29463) (tất cả các phần) và các thực hành quy phạm chung ở một số nước. Ví dụ, nhiều phản hồi về phương pháp này dựa trên các nồng độ sol khí tổng hơn là các hạt riêng lẻ. Thông tin, bảng tóm tắt của các phương pháp trong tiêu chuẩn này và các tiêu chuẩn tham chiếu của chúng được nêu trong TCVN 11487-5 (ISO 29463-5), Phụ lục A.

Phin lọc hiệu suất cao và vật liệu lọc để loại bỏ hạt trong không khí - Phần 5: Phương pháp thử đối với các phần tử lọc

*High-efficiency filters and filter media for removing particles in air -
Part 5: Test method for filter elements*

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định quy trình thử nghiệm chuẩn để xác định hiệu suất phin lọc ở cỡ hạt thấu qua nhiều nhất (MPPS). Tiêu chuẩn này cũng đưa ra các hướng dẫn thử nghiệm và phân loại phin lọc với MPPS nhỏ hơn 0,1 μm (Phụ lục B) và sử dụng vật liệu lọc có các loại sợi tổng hợp (tích điện) (Phụ lục C). Tiêu chuẩn này được sử dụng cùng với TCVN 11487-1 (ISO 29463-1), TCVN 11487-2 (ISO 29463-2), TCVN 11487-3 (ISO 29463-3) và TCVN 11487-4 (ISO 29463-4).

2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 8113-1 (ISO 5167-1) *Đo dòng lưu chất bằng thiết bị chênh áp gắn vào ống dẫn có tiết diện ngang tròn chảy đầy – Phần 1: Nguyên lý và yêu cầu chung.*

TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011) *Phin lọc hiệu suất cao và vật liệu lọc để loại bỏ hạt trong không khí – Phần 1: Phân loại, tính năng và ghi nhãn.*

TCVN 11487-2:2016 (ISO 29463-2:2011) *Phin lọc hiệu suất cao và vật liệu lọc để loại bỏ hạt trong không khí – Phần 2: Tạo sol khí, thiết bị đo và thống kê đếm hạt.*

TCVN 11487-3 (ISO 29463-3) *Phin lọc hiệu suất cao và vật liệu lọc để loại bỏ chất hạt trong không khí – Phần 3: Thử nghiệm vật liệu lọc dạng tấm phẳng.*

TCVN 11487-5:2016

TCVN 11487-4 (ISO 29463-4) *Phin lọc hiệu suất cao và vật liệu lọc để loại bỏ hạt trong không khí – Phần 4: Phương pháp thử để xác định rò rỉ của các phần tử lọc – Phương pháp quét.*

ISO/TS 21220:2009, *Particulate air filters for general ventilation – Determination of filtration performance (Phin lọc không khí hạt đối với thông khí thông thường – Xác định tính năng lọc).*

ISO 21501-4, *Determination of particle size distribution – Single particle light interaction methods – Part 4: Light scattering airborne particle counter for clean spaces (xác định sự phân bố cỡ hạt – Phương pháp tương tác ánh sáng hạt đơn).*

ISO 29464:2011, *Cleaning equipment for air and other gases – Terminology (Thiết bị làm sạch không khí và các khí khác – Thuật ngữ).*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong TCVN 11487-1 (ISO 29463-1), TCVN 11487-2 (ISO 29463-2), TCVN 11487-3 (ISO 29463-3), TCVN 11487-4 (ISO 29463-4), ISO 29464 và thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1

Khoảng thời gian lấy mẫu (sampling duration)

Khoảng thời gian mà các hạt trong lưu lượng thể tích mẫu được đếm (trước hoặc sau phin lọc).

3.2

Quy trình đo với đầu đo lấy mẫu cố định (measuring procedure with fixed sampling probes)

Việc xác định hiệu suất tổng thể sử dụng đầu đo lấy mẫu cố định trước và sau phin lọc thử nghiệm.

3.3

Phương pháp đếm hạt tổng (total particle count method).

Phương pháp đếm hạt mà trong đó tổng số hạt có trong một thể tích mẫu nhất định được xác định mà không phân loại theo cỡ hạt.

VÍ DỤ: Sử dụng máy đếm hạt ngưng tụ.

3.4

Phương pháp đếm hạt và xác định cỡ hạt (particle counting and sizing method)

Phương pháp đếm hạt mà cho phép xác định số lượng hạt và đồng thời phân loại hạt theo cỡ hạt.

VÍ DỤ: Sử dụng máy đếm hạt quang học.

3.5

Phương pháp nồng độ hạt (particle concentration method)

Phương pháp mà xác định tổng nồng độ hạt trong sol khí hoặc bằng cách đếm hạt hoặc nồng độ hóa chất.

CHÚ THÍCH: Phương pháp này không phân loại cỡ hạt.

4 Mô tả phương pháp

Để xác định hiệu suất phin lọc thử nghiệm, phin lọc được cố định trong bộ lắp ráp phin lọc thử nghiệm và chịu một lưu lượng thể tích không khí thử nghiệm tương ứng với lưu lượng thể tích danh nghĩa. Sau khi đo giảm áp ở lưu lượng thể tích danh nghĩa, phin lọc được làm sạch bằng không khí sạch và sol khí thử nghiệm được tạo ra bằng bộ tạo sol khí đã trộn với không khí thử nghiệm được chuẩn bị dọc theo phần ống pha trộn, sao cho sự đồng nhất trải đều khắp tiết diện của ống dẫn.

Hiệu suất luôn được xác định với MPPS; xem TCVN 11487-3 (ISO 29463-3). Có thể đo sự phân bố cỡ hạt của hạt sol khí tùy theo hệ thống phân tích cỡ hạt được sử dụng, ví dụ, máy định cỡ hạt vi linh độ vi sai, DMPS.

Việc thử nghiệm có thể được tiến hành bằng cách sử dụng sol khí thử nghiệm đơn phân tán hoặc đa phân tán. Khi thử nghiệm với sol khí (gần như) đơn phân tán, thì phương pháp đếm hạt tổng có thể sử dụng với máy đếm hạt ngưng tụ (CPC) hoặc máy đếm hạt quang học (OPC, ví dụ máy đếm hạt laser). Phải bảo đảm rằng số hạt có đường kính trung bình tương ứng với số hạt MPPS, nghĩa là đường kính hạt mà tại đó vật liệu lọc có hiệu suất tối thiểu.

Khi sử dụng sol khí đa phân tán, phải sử dụng phương pháp đếm hạt, ví dụ: máy đếm hạt quang học hoặc DMPS, ngoài việc đếm hạt, cũng có thể xác định sự phân bố cỡ hạt. Phải bảo đảm rằng đường kính trung bình đếm được, D_M , của sol khí nằm trong dải được xác định bằng Công thức (1):

$$\frac{S_{MPPS}}{2} < D_M < 1,5 \cdot S_{MPPS} \quad (1)$$

Trong đó: S_{MPPS} là cỡ hạt thấu qua nhiều nhất.

Để xác định hiệu suất tổng thể, lưu lượng từng phần đại diện được hút ra trước và phía sau phin lọc của phần tử lọc và được hướng về máy đếm hạt có gắn đầu đo lấy mẫu cố định để đo số lượng hạt. Cần có phần trộn phía sau phin lọc thử nghiệm để trộn đều sol khí đồng nhất với không khí thử nghiệm trên khắp tiết diện ống dẫn (xem 6.1.4).

4.1 Phương pháp thử nghiệm hiệu suất thay thế đối với phin lọc nhóm H và nhóm U

Phương pháp thử nghiệm hiệu suất tiêu chuẩn, như đã mô tả ở trên, sử dụng việc trộn sau phin lọc với đầu đo sau phin lọc đã cố định. Tuy nhiên, phương pháp thử nghiệm hiệu suất thay thế sử dụng phép thử quét trang bị với đầu đo di chuyển được cung cấp như được nêu trong Phụ lục A.

4.2 Phương pháp thử nghiệm hiệu suất thống kê đối với phin lọc hiệu suất thấp – Phin lọc nhóm E

Đối với phin lọc nhóm E, hiệu suất tổng thể phải được xác định bằng một trong các quy trình thử nghiệm thống kê đã mô tả dưới đây và không cần tiến hành phép thử đối với mỗi phần tử bộ lọc riêng lẻ (bắt buộc đối với phin lọc nhóm H và nhóm U). Hiệu suất tổng thể của các phin lọc nhóm E phải được xác định bằng lấy trung bình của các kết quả thử nghiệm từ phép thử rò rỉ thống kê như đã mô tả dưới đây.

TCVN 11487-5:2016

Yêu cầu có hồ sơ về dữ liệu phin lọc ở dạng giấy chứng nhận thử nghiệm hoặc giấy chứng nhận thử nghiệm thay thế của nhà máy. Tuy nhiên, nhà cung cấp phải có khả năng cung cấp bằng chứng tài liệu để kiểm tra xác nhận các dữ liệu phin lọc theo yêu cầu. Điều này có thể được thực hiện bằng cách:

a) Duy trì hệ thống quản lý chất lượng đã được chứng nhận (ví dụ ISO 9000), có yêu cầu việc áp dụng các phương pháp dựa trên thống kê để thử nghiệm và lập tài liệu hiệu suất cho phin lọc nhóm E phù hợp với tiêu chuẩn này; hoặc là

b) Sử dụng các phương pháp thống kê được chấp nhận để thử nghiệm tất cả các lô sản phẩm phin lọc.

Bỏ qua quy trình như đã mô tả trong TCVN 7790-1 (ISO 2859-1) hoặc mọi phương pháp thay thế tương đương.

Bỏ qua quy trình như đã mô tả trong TCVN 7790-1 (ISO 2859-1) nghĩa là tại thời điểm bắt đầu, tần số thử nghiệm là cao và trong quá trình thử nghiệm tiếp theo, được giảm theo kinh nghiệm sản xuất phát triển và các sản phẩm được sản xuất phù hợp với mục tiêu. Ví dụ, trong tám lô hàng sản xuất đầu tiên, 100 % phin lọc đã sản xuất đều được kiểm tra. Nếu tất cả các thử nghiệm đều tốt, thì tần suất kiểm tra được giảm đến một nửa trong tám lô sản xuất tiếp theo. Nếu tất cả các thử nghiệm tiếp theo đều tốt, lại giảm tần suất kiểm tra tiếp một nửa và như vậy cho đến khi yêu cầu chỉ kiểm tra một trong tám lô (ví dụ tần suất kiểm tra tối thiểu). Khi một trong các phin lọc được thử nghiệm không thành công, thì lại tăng tần suất kiểm tra gấp đôi. Trong mọi trường hợp, số lượng mẫu trên mỗi lô thử nghiệm phải lớn hơn ba phin lọc.

5 Phin lọc thử nghiệm

Phần tử lọc đang được thử nghiệm phải không được có dấu hiệu hỏng hoặc bất thường khác. Phần tử lọc phải được xử lý cẩn thận và phải được ghi nhãn rõ ràng và bền với các chi tiết sau đây:

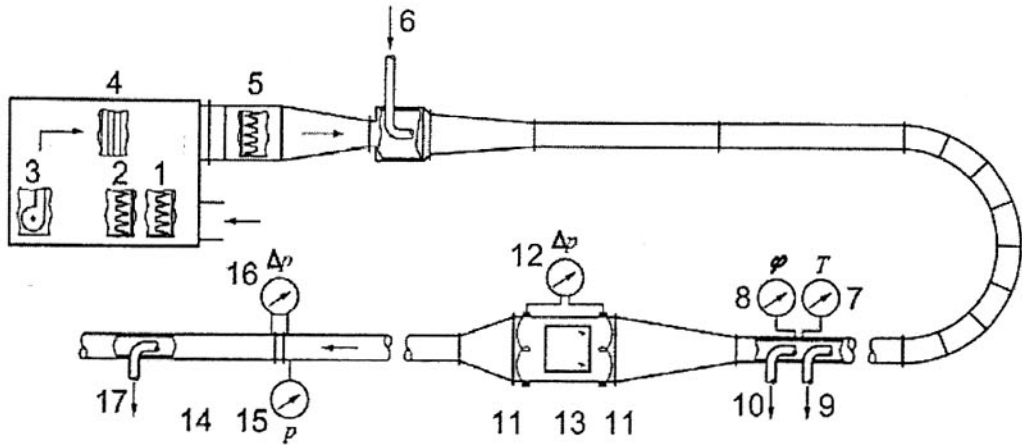
- Ký hiệu của phần tử lọc;
- Phía trước của phần tử lọc.

Nhiệt độ của phin lọc thử nghiệm trong quá trình thử nghiệm phải phù hợp với nhiệt độ của không khí thử nghiệm.

6 Thiết bị, dụng cụ thử nghiệm

Giàn đỡ dòng khí bố trí thiết bị bao gồm giàn thử nghiệm được nêu trong Hình 4 của TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011). Sơ đồ bên ngoài của giàn thử nghiệm được nêu trong Hình 1.

Các nguyên tắc cơ bản tạo và trung hòa điện tích sol khí với chi tiết của các loại thiết bị phù hợp cũng như mô tả chi tiết về các thiết bị đo cần thiết cho việc thử nghiệm được đưa ra trong TCVN 11487-2 (ISO 29463-2).

**CHÚ DẪN:**

- 1 Phin lọc bụi thô
- 2 Bộ lọc bụi mịn
- 3 Quạt
- 4 Bộ tản nhiệt không khí
- 5 Phin lọc không khí hiệu suất cao
- 6 Lối sol khí vào ống thử
- 7 Đo nhiệt độ
- 8 Âm kế
- 9 Bộ lấy mẫu, phân tích cỡ hạt
- 10 Bộ lấy mẫu, trước phin lọc
- 11 Ống vòng để đo áp suất vi sai
- 12 Áp kế
- 13 Bộ lắp ráp phin lọc thử nghiệm
- 14 Van gió [xem TCVN 8113-1 (ISO 5167-1)]
- 15 Bộ đo áp suất tuyệt đối
- 16 Áp kế đo áp suất vi sai
- 17 Bộ lấy mẫu, sau phin lọc

Hình 1 – Ví dụ về giàn thử nghiệm

6.1 Ống dẫn thử nghiệm

6.1.1 Ổn định không khí thử nghiệm

Thiết bị ổn định không khí thử nghiệm phải bao gồm thiết bị cần thiết để kiểm soát điều kiện của không khí thử nghiệm sao cho có thể phù hợp với các yêu cầu của Điều 7.

TCVN 11487-5:2016

6.1.2 Điều chỉnh lưu lượng thể tích

Phin lọc phải luôn được thử ở lưu lượng không khí danh nghĩa. Phải chỉnh lưu lượng thể tích bằng phương pháp thích hợp (ví dụ: như bằng cách thay đổi tốc độ của quạt hoặc với van gió) đến giá trị lưu lượng danh nghĩa $\pm 5\%$, mà sau đó phải được duy trì liên tục ở $\pm 2\%$ trong mỗi phép thử.

6.1.3 Đo lưu lượng thể tích

Lưu lượng thể tích phải được đo bằng cách sử dụng phương pháp đã tiêu chuẩn hóa hoặc đã hiệu chuẩn (ví dụ đo áp suất vi sai sử dụng van gió tiêu chuẩn, chẳng hạn như các tấm tiết lưu, vòi phun, ống Venturi theo TCVN 8113-1 (ISO 5167-1)).

Sai lỗi giới hạn của phép đo không được quá 5% giá trị đo được.

6.1.4 Phần trộn sol khí

Đầu vào sol khí và phần trộn (xem ví dụ trong Hình 1) phải được cấu tạo sao cho nồng độ sol khí đo được tại các điểm riêng rẽ của tiết diện ống dẫn, phía trước trực tiếp với phin lọc thử nghiệm, không được lệch quá 10% giá trị trung bình của ít nhất chín điểm đo trên tiết diện ngang của kênh thử.

6.1.5 Lắp ráp phin lọc thử nghiệm

Bộ lắp ráp phin lọc thử nghiệm phải đảm bảo rằng phin lọc thử nghiệm phải kín và theo lưu lượng yêu cầu.

Bộ lắp ráp phin lọc thử nghiệm phải không bị cản trở ở mọi điểm trên diện tích mặt cắt ngang.

6.1.6 Các điểm đo giảm áp

Các điểm đo giảm áp phải được bố trí sao cho giá trị trung bình của áp suất tĩnh trong trước và sau phin lọc có thể được đo. Mặt phẳng của các phép đo áp suất trước và sau phin lọc phải được định vị trong vùng có dòng chảy đều có mặt cắt đồng nhất.

Trong các ống dẫn hình chữ nhật hoặc hình vuông, các lỗ tròn có đường kính từ 1 mm đến 2 mm để đo áp suất phải được khoan ở giữa thành ống, vuông góc với hướng của dòng chảy. Bốn lỗ phải được kết nối với nhau bằng một ống tròn.

6.1.7 Lấy mẫu

Để xác định hiệu suất, các lưu lượng từng phần được lấy ra từ lưu lượng thể tích thử nghiệm bằng đầu đo lấy mẫu và dẫn đến các máy đếm hạt. Đường kính của đầu đo phải được chọn sao cho điều kiện đồng động lực được duy trì trong ống với lưu lượng thể tích đã cho đối với mẫu. Bằng cách này, các lỗi lấy mẫu có thể được bỏ qua do cỡ hạt sol khí thử nghiệm nhỏ. Những đoạn nối đến máy đếm hạt phải càng ngắn càng tốt. Các mẫu ở trước phin lọc được lấy bằng đầu đo lấy mẫu cố định ở trước phin lọc thử nghiệm. Việc lấy mẫu phải đại diện, dựa trên nồng độ sol khí đo được từ mẫu không đi lệch quá $\pm 10\%$ so với giá trị trung bình được xác định theo 6.1.4.

Đầu đo lấy mẫu cố định cũng được đặt sau phin lọc, đặt trước phần trộn sao cho đảm bảo phép đo là đại diện của nồng độ sol khí sau phin lọc. Điều này được thực hiện khi xảy ra trường hợp rò rỉ lớn nhân

tạo trong phin lọc thử nghiệm, nồng độ sol khí sau phin lọc đo được tại điểm bất kỳ lệch quá $\pm 10\%$ so với giá trị trung bình của ít nhất chín điểm đo trên khắp tiết diện ngang ống dẫn. Tuy nhiên, cần xác minh trước rằng sự rò rỉ nhân tạo là đủ lớn để tăng sự thấu qua bộ lọc ít nhất năm lần so với sự thấu qua của phin lọc không bị rò rỉ.

Nồng độ sol khí trung bình đã xác định tại các điểm lấy mẫu trước và sau phin lọc mà không có phin lọc đặt không đúng vị trí sẽ khác nhau quá 5% .

6.2 Thiết bị đo và tạo sol khí

Các thông số vận hành của bộ tạo sol khí phải được điều chỉnh để tạo ra một lượng sol khí thử nghiệm có đường kính trung bình trong phạm vi của MPPS đối với vật liệu lọc tấm.

Cỡ hạt trung bình của sol khí thử nghiệm đơn phân tán không được sai lệch MPPS quá $\pm 10\%$. Cho phép sai lệch $\pm 50\%$ khi sử dụng sol khí đa phân tán.

Năng suất hạt của bộ tạo sol khí phải được điều chỉnh theo lưu lượng thể tích thử nghiệm và hiệu suất suất lọc, sao cho tỉ lệ đếm phía trước và sau phin lọc nằm trong giới hạn trùng hợp ngẫu nhiên của máy đếm (lỗi trùng hợp ngẫu nhiên tối đa là 10% theo ISO 21501-4) và cao hơn đáng kể so với tỉ lệ đếm "zero" của thiết bị.

Nồng độ phân bố số lượng của sol khí thử nghiệm có thể được xác định bằng sử dụng hệ thống phân tích cỡ hạt phù hợp (ví dụ: máy phân tích cỡ hạt linh độ vi sai, DMPS) hoặc bằng máy đếm hạt laser phù hợp cho các mục đích của phép thử này. Lỗi giới hạn của phương pháp đo thường được sử dụng để xác định giá trị trung bình số hạt phải không quá $\pm 20\%$ so với giá trị đo.

Số lượng hạt đếm đo được trước và sau phin lọc phải đủ lớn để có được kết quả có ý nghĩa thống kê mà không có nồng độ nào vượt quá dải đo của máy đếm hạt trước phin lọc. Nếu nồng độ số đếm trước phin lọc vượt quá dải đo của máy đếm hạt (trong chế độ đếm), thì phải lắp một hệ thống pha loãng vào giữa điểm lấy mẫu và máy đếm.

Việc đếm hạt có thể được tiến hành bằng cách sử dụng một cặp máy đếm vận hành song song ở hai phía trước và sau phin lọc hoặc sử dụng một máy đếm hạt đơn lẻ để đo nồng độ số lượng ở hai phía trước và sau phin lọc luân phiên. Nếu các phép đo chỉ được thực hiện với một máy đếm, thì phải đảm bảo rằng các tính chất có liên quan của sol khí thử nghiệm (ví dụ: nồng độ số lượng, phân bố cỡ hạt, sự phân bố đồng nhất trên tiết diện ngang) được duy trì không đổi theo thời gian. Nếu sử dụng hai máy đếm hạt song song, thì cả hai máy được sử dụng phải cùng loại và được hiệu chuẩn như thiết bị kép.

6.2.1 Thiết bị, dụng cụ để thử nghiệm với sol khí đơn phân tán

Vi lý do kỹ thuật, sự phân bố cỡ hạt được tạo ra bằng bộ tạo sol khí thường "gần như" đơn phân tán.

Khi sử dụng sol khí đơn phân tán để thử nghiệm hiệu suất của phần tử lọc, có thể sử dụng không chỉ máy đếm hạt quang mà còn cả máy đếm hạt ngưng tụ.

TCVN 11487-5:2016

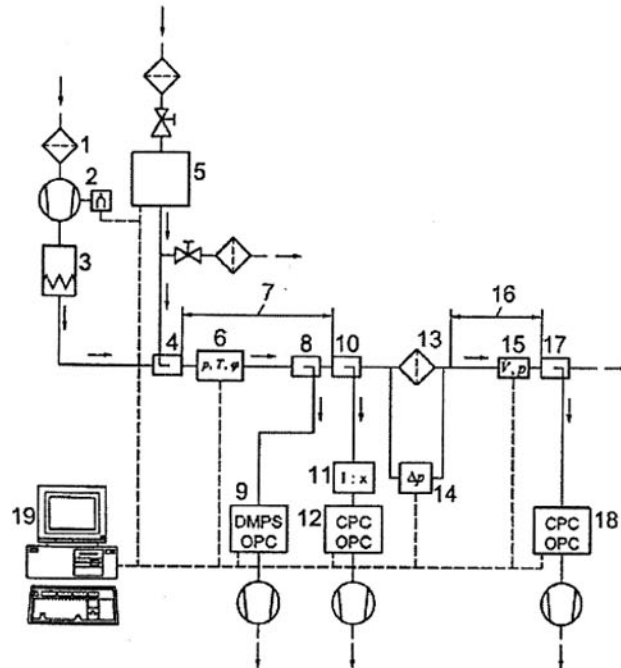
Khi sử dụng máy đếm hạt ngưng tụ, cần phải được đảm bảo rằng sol khí thử nghiệm không chứa một lượng đáng kể các hạt mà nhỏ hơn rất nhiều so với MPPS. Các hạt như vậy, ví dụ: có thể được tạo ra bằng bộ tạo sol khí không còn làm việc đúng cách, cũng được đếm bằng máy đếm hạt ngưng tụ và có thể dẫn đến sai số đáng kể trong việc xác định hiệu suất. Một cách để kiểm tra lỗi này là xác định sự phân bố số lượng sol khí thử nghiệm bằng thiết bị đo mà sự mở rộng dải đo từ giới hạn dưới của máy đếm hạt ngưng tụ đến cỡ hạt khoảng 1 μm . Sự phân bố số lượng được xác định vì vậy phải gần như đơn phân tán và không có nồng độ của các hạt rất nhỏ.

Thiết bị thử nghiệm với sol khí đơn phân tán được nêu trong Hình 2.

6.2.2 Thiết bị, dụng cụ thử nghiệm với sol khí thử nghiệm đa phân tán

Khi xác định hiệu suất của phần tử lọc sử dụng sol khí thử nghiệm đa phân tán, thì nồng độ số lượng hạt và phân bố cỡ hạt phải được xác định bằng cách sử dụng máy đếm hạt quang học (ví dụ: máy đếm hạt laser).

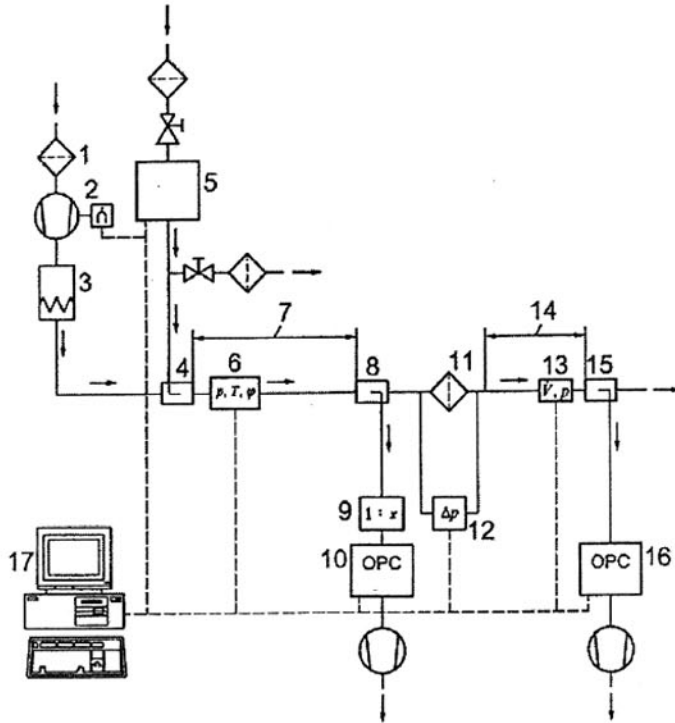
Thiết bị để thử nghiệm với sol khí đa phân tán được nêu trong Hình 3.



CHÚ DẪN:

- 1 Phin lọc sơ bộ không khí thử nghiệm
- 2 Quạt kiểm soát tốc độ thay đổi được
- 3 Bộ tản nhiệt không khí
- 4 Lối vào sol khí trong ống dẫn
- 5 Bộ tạo sol khí đơn phân tán
- 6 Đo nhiệt độ, áp suất khí áp và độ ẩm tương đối
- 7 Phần trộn trước phin lọc
- 8 Điểm lấy mẫu để phân tích cỡ hạt
- 9 Hệ thống phân tích cỡ hạt (DMPS hoặc OPC)
- 10 Điểm lấy mẫu đếm hạt trước phin lọc
- 11 Hệ thống pha loãng (tùy chọn)
- 12 Máy đếm hạt trước phin lọc (CPC hoặc OPC)
- 13 Phin lọc thử nghiệm
- 14 Đo độ giảm áp qua phin lọc thử nghiệm
- 15 Đo áp suất tuyệt đối và lưu lượng thể tích không khí
- 16 Phần trộn sau phin lọc
- 17 Điểm lấy mẫu đếm hạt sau phin lọc
- 18 Máy đếm hạt sau phin lọc
- 19 Máy tính để kiểm soát và ghi kết quả đo

Hình 2 – Thiết bị để thử nghiệm với sol khí đơn phân tán



CHÚ DẪN:

- 1 Phin lọc sơ bộ không khí thử nghiệm
- 2 Quạt kiểm soát tốc độ thay đổi được
- 3 Bộ tản nhiệt không khí
- 4 Lối vào sol khí trong ống dẫn
- 5 Máy tạo sol khí đa phân tán
- 6 Đo nhiệt độ, áp suất và độ ẩm tương đối
- 7 Phần trộn trước phin lọc
- 8 Điểm lấy mẫu phân tích cỡ hạt trước phin lọc
- 9 Hệ thống pha loãng (tùy chọn)
- 10 OPC trước phin lọc
- 11 Phin lọc thử nghiệm
- 12 Đo giảm áp qua phin lọc thử nghiệm
- 13 Đo áp suất tuyệt đối và tốc độ lưu lượng thể tích không khí
- 14 Phần trộn trước phin lọc
- 15 Điểm lấy mẫu đếm hạt sau phin lọc
- 16 OPC sau phin lọc
- 17 Máy tính để kiểm soát và ghi kết quả đo

Hình 3 – Thiết bị thử nghiệm với sol khí đa phân tán

Ở mức tối thiểu, dải đo của máy đếm hạt quang học được sử dụng để thử nghiệm hiệu suất phải bao gồm ít nhất dải cỡ hạt từ $\frac{S_{MPPS}}{1,5}$ đến $1,5 \times S_{MPPS}$, trong đó S_{MPPS} là cỡ hạt thấu qua nhiều nhất.

Sự phân bố của các giới hạn kênh phải sao cho có một giới hạn kênh (dưới) trong dải đường kính từ $\frac{S_{MPPS}}{2}$ đến $\frac{S_{MPPS}}{1,5}$ (Hình 4, dải II a) và một giới hạn kênh (trên) trong dải đường kính từ $1,5 \times S_{MPPS}$ đến $2 \times S_{MPPS}$ (Hình 4, dải II b). Từ quan điểm thực tế, đối với vật liệu lọc được sử dụng phổ biến nhất, các kênh đường kính từ 0,1 μm đến 0,2 μm và từ 0,2 μm đến 0,3 μm thường có sẵn trong hầu hết các máy đếm hạt quang học ngoài thị trường, có thể đáp ứng đầy đủ yêu cầu này.

Cụ thể, đối với các dải đo khác nhau của MPPS thường gặp, dải đo được khuyến nghị của máy đếm hạt quang học được sử dụng trong thử nghiệm hiệu suất phải bao gồm các cỡ hạt đã nêu trong Công thức (1) (Hình 4, dải I):

$$\frac{S_{MPPS}}{1,5} \text{ đến } 1,5 \times S_{MPPS} \quad (1)$$

Trong đó: S_{MPPS} là cỡ hạt thấu qua nhiều nhất.

Sự phân bố của các loại cỡ hạt phải sao cho mỗi giới hạn phân loại đáp ứng một trong các điều kiện được nêu ra trong Công thức (2) (như trong Hình 4, dải II a) hoặc Công thức (3) (như trong Hình 4, dải II b):

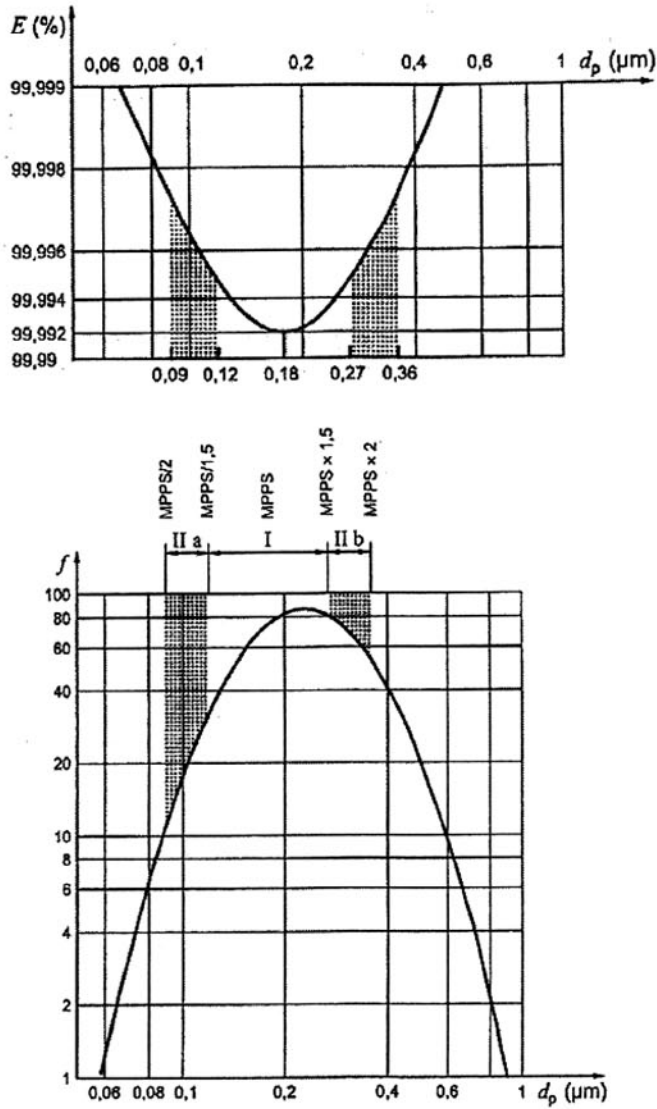
$$\frac{S_{MPPS}}{2} < C_{LL} \leq \frac{S_{MPPS}}{1,5} \quad (2)$$

Trong đó C_{LL} là giới hạn kênh dưới.

$$1,5 \times S_{MPPS} \leq C_{UL} < 2 \times S_{MPPS} \quad (3)$$

Trong đó: C_{UL} là giới hạn kênh trên.

Tất cả các kênh nằm giữa các giới hạn này có thể được đánh giá để xác định hiệu suất lọc. Tuy nhiên, không cần có nhiều hơn một kênh, sao cho điều kiện nêu trên cũng có thể được đáp ứng, trong trường hợp hạn hữu chỉ có một kênh.



Hình 4 – Hiệu suất cỡ hạt, E và các dải đo cho phép liên quan đến hiệu suất tối thiểu (MPPS = 0,18 μm) và sự phân bố số lượng, f , của sol khí thử nghiệm đa phân tán $d_p = 0,23 \mu\text{m}$

7 Điều kiện của không khí thử nghiệm

Không khí thử nghiệm phải được ổn định trước khi được trộn với sol khí thử nghiệm, sao cho nhiệt độ, độ ẩm tương đối và độ sạch tuân thủ các yêu cầu đã quy định trong TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011), 7.3.

8 Cách tiến hành

8.1 Kiểm tra sơ bộ

Sau khi bật thiết bị thử nghiệm, phải kiểm tra các thông số sau đây:

a) Sự sẵn sàng vận hành của thiết bị đo:

Các máy đếm hạt ngưng tụ phải được làm đầy chất lỏng vận hành.

Thời gian chờ sau khi khởi động đã quy định của nhà sản xuất thiết bị phải được tuân thủ.

b) Tốc độ đếm "zero" của máy đếm hạt:

Việc đo tốc độ đếm "zero" phải được tiến hành bằng cách sử dụng không khí thổi rửa không chứa hạt.

c) Áp suất tuyệt đối, nhiệt độ và độ ẩm tương đối của không khí thử nghiệm.

Các thông số này phải được kiểm tra để đảm bảo rằng chúng phù hợp với 7.3 trong TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1: 2011) và nếu không, cần phải thực hiện hiệu chỉnh thích hợp.

8.2 Khởi động máy tạo sol khí

Khi bắt đầu khởi động máy tạo sol khí, phần tử lọc dự phòng phải được lắp vào bộ lắp ráp phin lọc thử nghiệm.

Sau khi điều chỉnh các thông số vận hành của máy tạo sol khí và quan sát thời gian chờ sau khi khởi động thích hợp, phải thử nghiệm nồng độ hạt và sự phân bố của sol khí thử nghiệm để đảm bảo chúng là phù hợp với 6.2. Nồng độ và sự phân bố sol khí thử nghiệm phải được xác định càng gần với bộ lắp ráp phin lọc thử nghiệm càng tốt.

8.3 Chuẩn bị phin lọc thử nghiệm

8.3.1 Cài đặt phin lọc thử nghiệm

Phin lọc thử nghiệm phải được xử lý theo cách sao cho đảm bảo rằng vật liệu lọc không bị hư hỏng.

Phin lọc thử nghiệm phải được cài đặt trong bộ lắp ráp đúng hướng dòng không khí và mép có đệm kín.

Sự gắn kín giữa phin lọc thử nghiệm với bộ lắp ráp phin lọc thử nghiệm phải không có rò rỉ.

8.3.2 Thổi rửa phin lọc thử nghiệm

Để giảm sự tự phát thải của các hạt từ phin lọc thử nghiệm và để cân bằng nhiệt độ của phin lọc thử nghiệm và không khí thử nghiệm, phin lọc thử nghiệm phải được thổi rửa bằng không khí thử nghiệm với lưu lượng thể tích danh nghĩa trong một thời gian dài phù hợp. Sau đó, sự tự phát thải hạt còn lại có thể được đo tại máy đếm hạt sau phin lọc.

8.4 Thử nghiệm

8.4.1 Đo độ giảm áp suất

Sự giảm áp suất qua phin lọc thử nghiệm phải được đo trong tình trạng không tải bằng cách sử dụng không khí thử nghiệm sạch. Lưu lượng thể tích danh nghĩa phải được thiết lập phù hợp với 6.1.2. Các phép đo phải được thực hiện khi đã đạt được trạng thái vận hành ổn định.

8.4.2 Thử nghiệm với sol khí thử nghiệm đơn phân tán

Trong phần pha trộn, không khí thử nghiệm được trộn với sol khí thử nghiệm có đường kính trung bình tương ứng với cỡ hạt, MPPS, tại mức hiệu suất tối thiểu của vật liệu lọc dạng tấm (độ lệch $\pm 10\%$, xem 6.2).

Nồng độ hạt được đo ở hai phía trước và sau phin lọc. Phép đo này có thể được tiến hành bằng cách sử dụng hoặc một cặp máy đếm hạt vận hành song song hoặc một máy đếm đơn lẻ để đo nồng độ hạt ở hai phía trước và sau phin lọc luân phiên. Nồng độ số lượng hạt trước phin lọc và khoảng thời gian đo phải được chọn sao cho chênh lệch giữa số hạt đếm được và số hạt tối thiểu về phía trước phin lọc (tương ứng với giới hạn dưới của dải tin cậy 95% với phân bố Poisson, xem TCVN 11487-2 (ISO 29463-2)) không thay đổi quá 5% so với số hạt đo được (tương ứng với ít nhất là $1,5 \times 10^3$ hạt). Về phía sau phin lọc, chênh lệch giữa số hạt tối đa (tương ứng với giới hạn trên của khoảng tin cậy 95% của phân bố Poisson, xem TCVN 11487-2 (ISO 29463-2)) và số hạt đếm được phải không lệch hơn 20% (tương ứng với ít nhất 100 hạt) từ số hạt đo được (xem Bảng 1).

Khi chọn khoảng thời gian đo, cần phải chú ý rằng phin lọc thử nghiệm không được quá tải với sol khí.

8.4.3 Thử nghiệm với sol khí thử nghiệm đa phân tán

Phép thử nghiệm được thực hiện phù hợp với 8.4.2 sử dụng sol khí đa phân tán, đường kính trung bình của hạt không được lệch so với MPPS hơn 50% (xem 6.2).

Khi thử nghiệm với sol khí thử nghiệm đa phân tán, trái ngược với thử nghiệm sử dụng sol khí thử nghiệm đơn phân tán, nồng độ phân bố số hạt và nồng độ số hạt được đo bằng máy đếm hạt quang học. Để xác định hiệu suất, nồng độ số lượng trước và sau phin lọc thu được đối với tất cả các loại cỡ hạt mà nằm hoàn toàn hoặc một phần trong dải $\frac{S_{MPPS}}{1,5}$ đến $1,5 \times S_{MPPS}$ (xem 6.2.2).

9 Đánh giá

Sự thấu qua, P , tính theo phần trăm, được tính theo Công thức (4) sau đây:

$$P = \frac{c_{N,d}}{c_{N,u}} \quad (4)$$

Trong đó:

$c_{N,d}$ là nồng độ sau phin lọc, bằng $\frac{N_d}{V_{s,d} \cdot t_d}$;

$c_{N,u}$ là nồng độ trước phin lọc, bằng $\frac{k_D \cdot N_u}{V_{s,u} \cdot t_u}$;

N_u là số lượng hạt trước phin lọc;

N_d là số lượng hạt sau phin lọc;

k_D là hệ số pha loãng;

$V_{s,u}$ là lưu lượng thể tích lấy mẫu trước phin lọc;

$V_{s,d}$ là lưu lượng thể tích lấy mẫu sau phin lọc;

t_u là thời gian lấy mẫu trước phin lọc;

t_p là thời gian lấy mẫu sau phin lọc.

Hiệu suất, E , tính theo phần trăm, được tính theo Công thức (5) sau đây:

$$E = 1 - P \quad (5)$$

Để tính hiệu suất tối thiểu, $E_{95\% \min}$, thì phải sử dụng giá trị giới hạn ít thích hợp đối với khoảng tin cậy 95 % của số đếm hạt thực tế làm cơ sở cho việc tính toán. Việc tính toán phải tính đến số liệu thống kê đếm hạt đã quy định trong Điều 7 của TCVN 11487-2:2016 (ISO 29463-2:2011). Các giá trị cho dải tin cậy 95 % phải được tính chỉ với dữ liệu đếm sạch mà không hiệu chỉnh về hệ số pha loãng. Hiệu suất tối thiểu, $E_{95\% \min}$, tính theo phần trăm, có tính đến thống kê đếm hạt, được tính bằng Công thức (6) sau đây:

$$E_{95\% \min} = \left(1 - \frac{c_{N,d,95\% \max}}{c_{N,u,95\% \min}} \right) \cdot 100 \quad (6)$$

Trong đó:

$c_{N,d,95\% \max}$ là nồng độ hạt sau phin lọc tối đa, bằng $\frac{N_{d,95\% \max}}{V_{s,d} \cdot t_d}$;

$c_{N,u,95\% \min}$ là nồng độ hạt trước phin lọc tối thiểu, bằng $\frac{N_{u,95\% \min} \cdot k_D}{V_{s,u} \cdot t_u}$;

$N_{d,95\% \max}$ là giới hạn trên của dải tin cậy 95 % của số đếm hạt sau phin lọc, được tính được theo TCVN 11487-2 (ISO 29463-2), bằng $N_d + 1,96 \cdot N_d^{1/2}$;

$N_{u,95\% \min}$ là giới hạn dưới của dải tin cậy 95 % của số đếm hạt trước phin lọc, được tính được theo TCVN 11487-2 (ISO 29463-2), bằng $N_u - 1,96 \cdot N_u^{1/2}$;

Nếu hướng dẫn của nhà sản xuất về máy đếm hạt bao gồm cả các hiệu chỉnh trùng hợp ngẫu nhiên đối với nồng độ đo được, thì chúng phải được tính đến trong việc đánh giá.

TCVN 11487-5:2016

Đối với hiệu suất tối thiểu, chỉ cho phép thực hiện cho độ không đảm bảo đo do tốc độ đếm thấp.

Hiệu suất tối thiểu là cơ sở của việc phân loại theo TCVN 11487-1 (ISO 29463-1).

Bảng 1 đưa ra tính toán mẫu về độ không đảm bảo thống kê đối với phép đo hiệu suất.

10 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm về phép thử hiệu suất của phần tử lọc phải có ít nhất các thông tin sau:

a) Thông tin chung về thử nghiệm:

- 1) Phần tử lọc (kiểu dạng và kích thước),
- 2) Kiểu máy đếm hạt được sử dụng
- 3) Lưu lượng thể tích danh nghĩa,
- 4) Cơ hạt ở hiệu suất tối thiểu của MPPS vật liệu lọc,
- 5) Sol khí thử nghiệm (chất, đường kính trung bình, độ lệch chuẩn hình học, nồng độ),
- 6) Hệ số pha loãng (trước phin lọc);

b) Kết quả thử nghiệm:

- 1) Độ giảm áp qua bộ lọc thử nghiệm khi bắt đầu thử nghiệm,
- 2) Đếm hạt (trước phin lọc),
- 3) Đếm hạt (sau phin lọc),
- 4) Hiệu suất, E ,
- 5) Hiệu suất tối thiểu, $E_{95\%min}$,
- 6) Loại phin lọc ISO đạt được theo Bảng 1 của TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011).

Bảng 1 – Độ không đảm bảo thống kê khi đo hiệu suất – Ví dụ về tính toán

Thông số thử nghiệm ^a	Loại phin lọc						
	ISO 15 E	ISO 25 E	ISO 35 H	ISO 45 H	ISO 55 U	ISO 65 U	ISO 75 U
$N_u^{b,c}$	124 825	124 825	124 825	124 825	1 872 380	1 872 380	1 872 380
$N_{u,95\%min}^{b,c}$	124 133	124 133	124 133	124 133	1 869 698	1 869 698	1 869 698
$c_{N,u}$ tính bằng cm^{-3}	10 587	10 587	10 587	10 587	158 811	158 811	158 811
$c_{N,u,min}$ tính bằng cm^{-3}	10 529	10 529	10 529	10 529	158 583	158 583	158 583
t_d , tính bằng s	250	250	250	250	250	1 000	1 000
N_d	1 716 348	171 635	17 163	1716	2 575	1 030	103
$N_{d,95\%max}$	1 718 916	172 447	17 420	1 798	2 674	1 093	123
$c_{N,d}$ tính bằng cm^{-3}	291	29,1	2,91	0,29	0,44	0,044	0,004 4
$c_{N,d,max}$ tính bằng cm^{-3}	292	29,3	2,95	0,30	0,45	0,046	0,005 2
E , tính bằng %	97,25	99,725	99,972 5	99,997 25	99,999 725	99,999 972 5	99,999 997 25
E_{min} , tính bằng %	97,23	99,722	99,971 9	99,997 10	99,999 714	99,999 970 7	99,999 996 70
$\left \frac{N_u - N_{u,95\%min}}{N_u} \right $, tính bằng %	0,55	0,55	0,55	0,55	0,14	0,14	0,14
$\left \frac{N_{d,95\%max} - N_d}{N_d} \right $, tính bằng %	0,15	0,47	1,50	4,78	3,84	6,12	19,42

^a Các thông số tiêu chuẩn trước phin lọc không đổi: $V_s = 23,58 \text{ cm}^3/\text{s}$; $t_u = 50 \text{ s}$; hệ số pha loãng $k_D 100$.

^b Số đếm hạt thực tế mà không cho phép đối với hệ số pha loãng.

^c Sử dụng thống kê Poisson.

11 Bảo dưỡng và kiểm tra thiết bị, dụng cụ thử nghiệm

Tất cả các thành phần và các dụng cụ đo của thiết bị thử nghiệm phải được định kỳ bảo dưỡng, kiểm tra và hiệu chuẩn.

Việc bảo dưỡng và kiểm tra cần thiết được liệt kê trong Bảng 2 và phải được tiến hành ít nhất một lần trong thời gian đã quy định. Trong trường hợp có nhiều loạn mà cần thực hiện bảo dưỡng, hoặc sau khi có sự thay đổi lớn hoặc làm mới lại, thì phải tiến hành kiểm tra và, nếu thích hợp, hiệu chuẩn ngay.

Chi tiết của việc bảo dưỡng và kiểm tra đã được quy định trong TCVN 11487-2 (ISO 29463-2), cũng có chứa các chi tiết về hiệu chuẩn của tất cả các thành phần và các dụng cụ đo của thiết bị thử nghiệm.

Bảng 2 – Tóm tắt các khoảng thời gian kiểm tra và bảo dưỡng của các thành phần lắp đặt thử nghiệm

Thành phần	Kiểu và tần suất bảo dưỡng/ kiểm tra
Bộ phận vận hành	Kiểm tra hàng ngày, thay sau khi sử dụng
Hệ thống chuẩn bị không khí thử nghiệm: Kênh thử nghiệm Toàn bộ hệ thống Phin lọc không khí thử nghiệm Phin lọc không khí thải	Hàng năm Khí đạt được độ giảm áp tối đa đạt được hoặc trong trường hợp rò rỉ
Máy tạo sol khí	Theo hướng dẫn của nhà sản xuất và theo TCVN 11487-2 (ISO 29463-2)
Ống dẫn sol khí vào dụng cụ đo	Làm sạch hàng năm hoặc sau khi thay đổi sol khí
Máy đo lưu lượng thể tích	Hàng năm hoặc sau khi thay thế dụng cụ
Độ kín khí của các phần thiết bị ở áp suất thấp	Kiểm tra nếu tốc độ đếm "zero" của máy đếm hạt không đạt yêu cầu
Độ kín khí của van bật điểm thử nghiệm (nếu có)	Kiểm tra hàng năm
Độ sạch của không khí thử nghiệm	Kiểm tra hàng tuần

Phụ lục A

(Quy định)

Phương pháp thử nghiệm hiệu suất thay thế thử nghiệm quét

A.1 Khái quát

Phương pháp thử nghiệm hiệu suất tiêu chuẩn như đã mô tả trong phần chính của tiêu chuẩn này, sử dụng hỗn hợp khí trộn sau phin lọc và đầu đo sau phin lọc cố định. Phụ lục này đưa ra phương pháp thử nghiệm hiệu suất thay thế sử dụng thiết bị quét thử nghiệm với đầu đo di động phía sau phin lọc thử nghiệm. Kết quả thử nghiệm thu được tương tự với kết quả thu được bằng phương pháp thử nghiệm hiệu suất tiêu chuẩn [EN 1822 (tất cả các phần)]. Phương pháp thử nghiệm này với đầu đo di động có thể khắc phục được những khó khăn để đạt được các dòng không khí sau phin lọc đồng nhất khi thử nghiệm phin lọc có kích thước bề mặt lớn (ví dụ trên 1,2 m x 0,6 m).

Phương pháp nêu trong phụ lục này xác định hiệu suất tổng thể của phin lọc bằng cách đo nồng độ trước phin lọc như đã mô tả trong phần nội dung chính của bộ tiêu chuẩn TCVN 11487 (ISO 29463) và tích hợp cũng như tính trung bình các số đọc sau phin lọc từ kết quả của phép thử rò rỉ (phương pháp quét).

A.2 Phương pháp thử nghiệm hiệu suất thay thế từ thử nghiệm quét

Giàn thử nghiệm đối với phương pháp thử nghiệm hiệu suất thay thế phù hợp với phụ lục này được mô tả trong Hình 1 và Hình 2 của TCVN 11487-4 (ISO 29463-4:2011).

Phương pháp thử nghiệm hiệu suất thay thế này có thể chỉ được áp dụng cho phin lọc đã được chứng minh không rò rỉ phù hợp với định nghĩa trong TCVN 11487-1 (ISO 29463-1) và TCVN 11487-4 (ISO 29463-4). Điều này có nghĩa rằng khi quét rò rỉ theo TCVN 11487-4 (ISO 29463-4), được thực hiện đầu tiên, dữ liệu được phân tích theo TCVN 11487-4 (ISO 29463-4) để kiểm tra xác nhận sự không có rò rỉ, nếu đúng, thì dữ liệu sau đó được phân tích theo phụ lục này để xác định hiệu suất.

Việc lấy mẫu sau phin lọc được tiến hành như đối với phương pháp quét [TCVN 11487-4 (ISO 29463-4)] trực tiếp phía sau phin lọc thử nghiệm, sử dụng một hoặc một số đầu đo lấy mẫu đi qua toàn bộ diện tích tiết diện ngang của phin lọc và khung của nó trong các vạch chồng lấn không có bất kỳ khe hở nào.

Các thiết bị thử nghiệm tương ứng với nhiều thiết bị được sử dụng với đầu đo lấy mẫu tĩnh. Sự khác nhau trong phương pháp quét là không có bộ phận pha trộn sau phin lọc và thay vào đó là hệ thống vạch ba chiều bao gồm cả vạch sau phin lọc làm di chuyển đầu đo. Vì ống dẫn thử nghiệm là thường mở ở cuối phía sau phin lọc, nên cần thực hiện các quy định để ngăn chặn không khí nhiễm bẩn bên ngoài đi vào dòng không khí thử nghiệm.

Trong phương pháp thử nghiệm hiệu suất quét, tất cả các hạt đếm được trong toàn bộ quá trình quét sau phin lọc trong thử nghiệm rò rỉ được gộp lại với nhau. Cũng như đo thời gian lấy mẫu. Tổng số hạt

TCVN 11487-5:2016

sau phin lọc được lấy trung bình cho toàn bộ thời gian cũng như phân tích lưu lượng thể tích mẫu để thu được số đếm hạt sau phin lọc trên đơn vị thể tích.

Với nồng độ hạt sau phin lọc này, hiệu suất được tính theo tương tự với cách đã mô tả trong phần chính của tiêu chuẩn này.

Phụ lục B

(Tham khảo)

Phương pháp thử nghiệm và phân loại phin lọc với $MPPS \leq 0,1 \mu m$

(ví dụ: vật liệu lọc màng)

B.1 Đặt vấn đề

Phin lọc nhóm E, nhóm H và chủ yếu là nhóm U với vật liệu lọc màng PTFE mở rộng (eMembrane) được sử dụng để thay thế cho phin lọc truyền thống sử dụng vật liệu sợi vi thủy tinh. Trong các lĩnh vực ứng dụng quan trọng nhất định (ví dụ như vi điện tử), phin lọc với vật liệu lọc màng có tính chất mà vật liệu lọc thủy tinh không có. Mặc dù các loại vật liệu lọc này là các màng, chúng có cấu trúc dạng sợi và do đó, các tính chất giữ hạt tương tự với tính chất lưu hạt của môi trường sợi thủy tinh. Tuy nhiên, người sử dụng loại phin lọc này cần phải biết hai đặc điểm riêng biệt mà có thể ảnh hưởng đến thử nghiệm và hiệu/tính năng trong sử dụng.

B.2 MPPS của phin lọc với vật liệu lọc màng

Cấu trúc cỡ sợi trung bình của vật liệu lọc màng là nhỏ hơn nhiều so với môi trường sợi siêu nhỏ như môi trường sợi tổng hợp hoặc môi trường sợi thủy tinh, dẫn đến MPPS nhỏ hơn đáng kể $0,1 \mu m$ (khoảng $0,07 \mu m$ thường được sử dụng với màng PTFE). Để so sánh, MPPS đối với vật liệu lọc sợi thủy tinh siêu nhỏ tương tự được đặc thù từ $0,1 \mu m$ đến $0,25 \mu m$. Do đó, thử nghiệm tính đa dạng của phin lọc này tại MPPS của chúng [như quy định trong bộ TCVN 11487 (ISO 29463)] yêu cầu khả năng phát hiện hạt nhỏ đến $0,05 \mu m$, mà cũng nằm ngoài dải hữu ích của máy đếm hạt laser. Do đó, các bộ lọc màng yêu cầu sử dụng các CPC nhạy với các cỡ hạt nhỏ này. Thử nghiệm vật liệu lọc màng với máy tạo hạt có sẵn trên thị trường, ví dụ, hạt DEHS $0,15 \mu m$ và các máy đếm hạt laser với giới hạn phát hiện thấp hơn $0,1 \mu m$ thường dẫn đến việc thấu qua ít nhất thấp hơn một bậc so với máy đếm hạt tại MPPS. Việc phân loại các phin lọc như vậy theo các nguyên tắc của bộ TCVN 11487 (ISO 29463) dựa trên các giá trị MPPS là không thể trực tiếp.

B.3 Độ thấu qua nhất quán và tính đồng đều của vật liệu lọc màng

Không giống như các vật liệu lọc sợi thủy tinh siêu nhỏ truyền thống, môi trường màng lọc là một lớp màng mỏng (ví dụ $0,02 \text{ mm}$) có cấu trúc dạng sợi. Vì màng lọc quá mỏng để xử lý nên màng được phủ lên trên tấm lưới để dễ dàng hơn trong việc xử lý sao cho có thể có hoặc không thể ảnh hưởng đến việc lọc. Ảnh hưởng của tính nhất quán và ổn định của một lớp trên tính chất lọc của nó luôn luôn là một vấn đề trong thực tế. Do đó, một số nhà sản xuất phủ lớp màng để bù một phần cho phần không đồng đều và cho sự rò rỉ trong mỗi lớp màng. Đối với phép đo thấu qua trên môi trường màng một lớp, một phép đo sai lệch cục bộ về sự thấu qua của ít nhất là hai bậc.

B.4 Quy trình thử nghiệm và phân loại phin lọc với vật liệu lọc màng

B.4.1 Thấu qua toàn bộ

B.4.1.1 Quy trình tiêu chuẩn

Xác định MPPS của vật liệu lọc tấm phẳng theo TCVN 11487-3 (ISO 29463-3).

Đo sự thấu qua toàn bộ của phần tử lọc bằng vật liệu lọc màng theo tiêu chuẩn này với sol khí DEHS tại MPPS của nó (đặc thù từ 0,06 μm đến 0,08 μm), sử dụng các phương pháp tạo sol khí và phương pháp phát hiện tương ứng (CPC đặc thù).

Các máy đếm hạt sử dụng cho quy trình/phép đo này phải có hiệu suất đếm ít nhất 50 % ở cỡ hạt $S_{\text{MPPS}}/1,5$.

B.4.1.2 Quy trình thay thế

Quy trình này được áp dụng nếu không thể thực hiện quy trình tiêu chuẩn đã mô tả trong B.4.1.1 do thiếu thiết bị đo thích hợp.

Xác định MPPS và đo sự thấu qua tấm phẳng của vật liệu lọc màng tại cỡ hạt MPPS đối với tốc độ không khí tương ứng với lưu lượng không khí danh nghĩa của phần tử lọc theo TCVN 11487-3 (ISO 29463-3). Ngoài ra cũng đo độ thấu qua đối với cỡ hạt $(0,14 \pm 0,02) \mu\text{m}$ của vật liệu lọc tấm phẳng theo TCVN 11487-3 (ISO 29463-3). Định ra mối tương quan (hệ số) giữa hai giá trị độ thấu qua như đã nêu trong Công thức (B.1):

$$F = P_{\text{MPPS}}/P_{0,14\mu\text{m}} \quad (\text{B.1})$$

Đo độ thấu qua toàn bộ của phần tử lọc với vật liệu lọc màng phù hợp với tiêu chuẩn này với sol khí DEHS có cỡ hạt $(0,14 \pm 0,02) \mu\text{m}$, sử dụng máy đếm hạt laser có giới hạn phát hiện dưới là 0,1 μm .

CHÚ THÍCH: Đối với vật liệu lọc màng, không đo MPPS.

B.4.2 Phân loại

B.4.2.1 Quy trình tiêu chuẩn

Nếu độ thấu qua toàn bộ đã được đo bằng quy trình tiêu chuẩn (MPPS) theo B.4.1.1, thì phân loại vật liệu lọc màng theo Bảng 1 của TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011), sử dụng các giá trị hiệu suất đo thực tế.

B.4.2.2 Quy trình thay thế

Nếu độ thấu qua đầy đủ được đo bằng quy trình thay thế (không phải là MPPS) theo B.4.1.2, thì áp dụng hệ số tương quan, F , được xác định bằng phép đo tấm phẳng để định ra độ thấu qua MPPS đã tính, $P_{\text{MPPS-C}}$, theo Công thức (B.2):

$$P_{\text{MPPS-C}} = F \times P_{0,14\mu\text{m}} \quad (\text{B.2})$$

Phân loại vật liệu lọc màng theo Bảng 1 của TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011), sử dụng độ thấu qua MPPS tính được, P_{MPPS-C} .

B.4.3 Độ thấu qua cục bộ

Đo phần tử lọc với vật liệu lọc màng về độ thấu qua cục bộ bằng phương pháp thử nghiệm quét như đã mô tả trong TCVN 11487-4 (ISO 29463-4). Các tiêu chí rò rỉ được sử dụng được nêu trong Bảng 1 của TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011), đối với loại phin lọc trong đó phin lọc đã được phân loại như trong B.4.2. Phin lọc có thể được thử nghiệm rò rỉ hoặc với sol khí MPPS thực hoặc với sol khí có cỡ hạt 0,14 μm , vì đối với thử nghiệm rò rỉ thì cỡ hạt sol khí không ảnh hưởng đáng kể đến kết quả.

B.5 Công bố dữ liệu và ghi nhãn sản phẩm với vật liệu lọc màng

Đối với việc công bố số liệu, báo cáo thử nghiệm và ghi nhãn sản phẩm được thực hiện với của vật liệu lọc màng, áp dụng các quy tắc sau đây bổ sung cho các thông tin trong Điều 10.

- Chỉ thị rằng vật liệu lọc là vật liệu lọc màng;
- Chỉ thị rằng phép đo hiệu suất toàn bộ và phép đo hiệu suất cục bộ cũng như việc phân loại theo Phụ lục B của TCVN 11487-5:2016 (ISO 29463-5:2011).
- Chỉ thị rằng độ thấu qua đầy đủ MPPS được đo bằng quy trình tiêu chuẩn (MPPS đúng) hoặc bằng quy trình thay thế (cỡ hạt khác với MPPS). Quy trình được chọn phải được chỉ thị rõ trong báo cáo thử nghiệm.

Ví dụ 1: Phin lọc được thử nghiệm bằng quy trình chuẩn:

Độ thấu qua 99,999 95 % đối với MPPS theo TCVN 11487-1 (ISO 29463-1). Phin lọc là loại ISO 65 U.

Ví dụ 2: Phin lọc được thử nghiệm bằng quy trình thay thế:

Hiệu suất 99,999 98 % đối với MPPS theo Phụ lục A của TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011), quy trình thay thế. Phin lọc là loại ISO 65 U theo TCVN 11487-1 (ISO 29463-1).

Phụ lục C

(Quy định)

Thử nghiệm và phân loại phin lọc sử dụng môi trường sợi tổng hợp (tích điện)

C.1 Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, vật liệu lọc sợi tổng hợp có hiệu suất danh nghĩa trong khoảng 99,95 % đã trở nên có sẵn. Hiệu suất cao thường đạt được bằng cách sử dụng các sợi có đường kính nhỏ và bằng cách tăng tính chất lọc bằng nạp tĩnh điện cho sợi. Một số quy trình có sẵn và đã được cấp bằng sáng chế về tích điện cho sợi đã được biết đến, với những công bố tính năng khác nhau. Dự kiến các phin lọc có sẵn ngoài thị trường sử dụng môi trường này sẽ được coi là lựa chọn thay thế cho phin lọc hiệu suất cao truyền thống bằng môi trường sợi thủy tinh.

Không giống như các bộ lắng tích tĩnh điện mà sử dụng năng lượng bên ngoài để duy trì điện tích, thì điện tích tĩnh trong môi trường này mất đi theo thời gian (thông qua sự trung hòa điện tích bằng các hạt thu được). Sự mất dần điện tích là đặc biệt rõ ràng khi sử dụng chất lỏng, các hạt siêu nhỏ hoặc hạt tích điện. Do đó, tính năng của những phin lọc tích điện này thay đổi đáng kể tùy thuộc vào điều kiện thử nghiệm và đặc biệt là với các loại vật liệu sol khí được sử dụng. Ngoài ra, tính năng của phin lọc sẽ giảm đi theo thời gian sử dụng vì chúng tích lại các hạt. Trong một số trường hợp, hiệu năng của phin lọc cũng giảm đi một vài bậc khi tất cả các hiệu ứng tích điện bị giảm. Vì các nhóm phin lọc E, nhóm H hoặc nhóm U thường được áp dụng trong các ứng dụng quan trọng và phục vụ liên tục, thường trong nhiều năm, nên cần xem xét các tác động xấu đến hiệu năng khi thử nghiệm và phân loại những cái lọc này.

C.2 Khái quát

Phụ lục này là bắt buộc đối với tất cả các vật liệu lọc có nhiều thành phần hơn 20 % tỷ lệ phần trăm về khối lượng vật liệu tổng hợp (tức là: các vật liệu khác với thủy tinh). Đối với vật liệu lọc sợi thủy tinh ướt, thì đã được chứng minh rằng ảnh hưởng của điện tích lên các sợi thủy tinh là không liên quan đến hiệu suất của chúng. Do đó, vật liệu lọc sợi thủy tinh lọc ướt không phải thực hiện phép thử này.

C.3 Quy trình thử nghiệm và phân loại các phin lọc nhóm E và nhóm U sử dụng môi trường sợi tổng hợp (tích điện)

Áp dụng như sau:

- a) Phép thử độ thấm qua MPPS vật liệu lọc tấm phẳng cần được thực hiện theo TCVN 11487-3 (ISO 29463-3) với số lượng đủ số thống kê của các mẫu vật liệu lọc tấm phẳng, trong tình trạng mới, có khả năng tích điện.
- b) Sau khi thử nghiệm trong tình trạng mới, trạng thái có khả năng tích điện, các mẫu vật liệu lọc tấm phẳng phải được phóng điện, sử dụng quy trình phóng điện được đưa ra trong Phụ lục A của

ISO/TS 21220:2009. Có thể sử dụng các quy trình phóng điện nếu cho thấy phương pháp thay thế phóng điện ở cùng mức tương tự như quy trình tham chiếu trong Phụ lục A của ISO/TS 21220:2009.

- c) Thử nghiệm thấu qua qua MPPS vật liệu lọc tấm phẳng theo TCVN 11487-3 (ISO 29463-3) cần được lặp lại ngay với các mẫu vật liệu lọc tấm phẳng đã phóng điện.
- d) Độ thấu qua và phân loại phần tử lọc với tất cả vật liệu lọc sợi tổng hợp tích điện phải được báo cáo dựa trên các giá trị đo trung bình đạt được với các mẫu vật liệu lọc tấm phẳng đã phóng điện nếu độ thấu qua trong điều kiện đã phóng điện nhiều hơn hai lần so với độ thấu qua khi ở điều kiện tích điện.

C.4 Ban hành dữ liệu và ghi nhãn sản phẩm cho các phin lọc nhóm H và nhóm U sử dụng môi trường sợi tổng hợp (tích điện)

Nếu độ thấu qua trong điều kiện phóng điện lớn hơn trên hai lần độ thấu qua trong điều kiện tích điện, thì phải áp dụng các quy tắc sau đây bổ sung cho quy định này, đã đề cập trong Điều 10, cho việc ban hành dữ liệu và ghi nhãn sản phẩm đã làm với vật liệu lọc sợi tổng hợp tích điện.

- Chỉ thị rằng vật liệu lọc chứa sợi tổng hợp tích điện theo Phụ lục C của TCVN 11487-5:2016 (ISO 29463-5:2011),
- Độ thấu qua MPPS phải được chỉ ra trong tất cả các tài liệu có liên quan và ghi nhãn như giá trị đo được trong điều kiện phin lọc phóng điện hoàn toàn theo Phụ lục C của tiêu chuẩn này.
- Việc phân loại phin lọc phải được xác định và được chỉ thị trong tất cả các tài liệu có liên quan và ghi nhãn trên cơ sở các giá trị độ thấu qua đo được trong điều kiện phóng điện hoàn toàn của vật liệu lọc.
- Hiệu suất MPPS trong điều kiện tích điện mới của vật liệu lọc có thể được chỉ thị thêm thông tin, miễn là thông tin này được ấn định rõ ràng rằng giá trị này chỉ có liên quan tới tình trạng tích điện mới của phin lọc. Giá trị hiệu suất MPPS được sử dụng cho điều kiện tích điện mới của vật liệu lọc có thể thu được từ phép đo được thực hiện với tất cả đơn vị lọc hoặc sử dụng giá trị trung bình của các phép đo với năm mẫu vật liệu lọc dạng tấm phẳng (xem C.3).

VÍ DỤ 1:

Hiệu suất 99,95 % đối với MPPS trong điều kiện phóng điện theo Phụ lục C của ISO 29463-5:2011. Phin lọc loại ISO 35 H phù hợp với ISO 29463-1 và ISO 29463-5.

CHÚ THÍCH: Trong ví dụ này, hiệu suất và phân loại được đưa ra chỉ đối với điều kiện phóng điện.

VÍ DỤ 2:

Hiệu suất 99,95 % đối với MPPS trong điều kiện phóng điện theo Phụ lục C của tiêu chuẩn này. Hiệu suất 99,995 % đối với MPPS trong điều kiện tích điện mới theo Phụ lục C của TCVN 11487-5:2016 (ISO 29463-5: 2011). Khi đó, phin lọc là loại ISO 35 H theo TCVN 11487-1 (ISO 29463-1) và Phụ lục C của Tiêu chuẩn này.

Trong ví dụ này, hiệu suất được đưa ra cho cả hai điều kiện tích điện và phóng điện, nhưng việc phân loại phải luôn luôn và chỉ cho điều kiện phóng điện.

Phụ lục D

(Tham khảo)

Phương pháp truyền thống thử nghiệm hiệu suất đối với phin lọc HEPA và ULPA

D.1 Phương pháp thấu qua khói DOP

Thử nghiệm phin lọc HEPA và phin lọc ULPA được thực hiện bằng các phương pháp khác nhau. Mặc dù tất cả các phương pháp nhằm mục đích để đo hiệu suất lọc. Nhưng để đạt được điều đó, mỗi phương pháp lại có các cách khác nhau. Bản tóm tắt về phương pháp truyền thống thường sử dụng cho dưới đây nhằm cung cấp thông tin cho người sử dụng. Thừa nhận rằng có một số kết quả liên quan đến sự tương đương giữa phương pháp này và phương pháp chuẩn quy định trong tiêu chuẩn này đã được ghi lại từ một số nghiên cứu trên thế giới. Tuy nhiên, không có sự tương đương giữa các phương pháp này và phương pháp chuẩn được.

D.2 Phương pháp thử độ thấu qua khói DOP

Những phin lọc thử nghiệm với sol khí thu được bằng cách ngưng tụ hơi DOP và phát hiện bằng quang kế vẫn là phép thử phin lọc HEPA chính trong hơn 50 năm. Phương pháp này thường được gọi là thử nghiệm DOP nóng như đã nêu chi tiết trong US Military Standard 282. Trong phương pháp này, nồng độ sol khí được đo bằng quang kế trước và sau phin lọc phin lọc. Hiệu suất của phin lọc được xác định từ các phép đo này. Các sol khí DOP tạo ra thường có cỡ hạt trung bình khoảng 0,18 μm (khối lượng trung bình đa số 0,3 μm). Do đó, đối với những phin lọc HEPA điển hình, độ thấu qua bộ lọc được biết đến là tương tự như ở MPPS.

D.3 Phương pháp thử ngọn lửa natri

Phương pháp thử này phát triển ở Anh hơn 50 năm trước đây và vẫn tiếp tục được sử dụng ở Trung Quốc để thử nghiệm vật liệu lọc HEPA và ULPA. Phương pháp và thiết bị được cải tiến về phương pháp ban đầu. Trong phương pháp này, không giống như phương pháp đếm hạt hoặc đo quang kế, mà tổng nồng độ khối lượng của sol khí chịu ngọn lửa natri clorua có khối lượng cỡ trung bình là 0,5 μm được đo bằng kỹ thuật quang kế ngọn lửa. Chi tiết về phương pháp được mô tả trong tiêu chuẩn quốc gia của Trung Quốc. Hiệu suất của phin lọc được xác định từ nồng độ sol khí trước và sau phin lọc phin lọc.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ISO 2859-1, *Sampling procedures for inspection by attributes — Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection.*
 - [2] ISO 9000, *Quality management systems — Fundamentals and vocabulary.*
 - [3] ISO 14644-3, *Cleanrooms and associated controlled environments — Part 3: Test methods.*
 - [4] EN 1822-1, *High efficiency particulate air filters (EPA, HEPA and ULPA)— Parti: Classification, performance testing, marking.*
 - [5] EN 1822-2, *High efficiency particulate air filters (EPA, HEPA and ULPA) — Part 2: Aerosol production, measuring equipment, particle counting statistics.*
 - [6] EN 1822-3, *High efficiency particulate air filters (EPA, HEPA and ULPA) — Part 3: Testing flat sheet filter media.*
 - [7] EN 1822-4, *High efficiency particulate air filters (EPA, HEPA and ULPA)— Part4: Determining leakage of filter elements (scan method).*
 - [8] IESTRPCC001, *HEPA and ULPA Filters*, Inst, of Env. Science and Technology, Arlington Hts, IL, USA
 - [9] IEST RP CC 007, *Testing ULPA filters*, Inst, of Env. Science and Technology, Arlington Hts, IL, USA.
 - [10] IEST RP CC 013, *Calibration Procedures and Guidelines for Select Equipment Used in Testing Cleanrooms and Other Controlled Environments*, Inst, of Env. Science and Technology, Arlington Hts, IL, USA.
 - [11] IEST RPCC 021, *Testing HEPA and ULPA Media*, Inst, of Env. Science and Technology, Arlington Hts, IL, USA.
 - [12] IEST RPCC 034, *Leak Testing HEPA and ULPA filters*, Inst, of Env. Science and Technology, Arlington Hts, IL, USA.
 - [13] US Military Standard 282, *Filter Units, Protective Clothing, Gas-Mask Components And Related Products: Performance — Test Methods.*
-