

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11487-1:2016

ISO 29463-1:2011

Xuất bản lần 1

**PHIN LỌC HIỆU SUẤT CAO VÀ VẬT LIỆU LỌC ĐỂ LOẠI
BỎ HẠT TRONG KHÔNG KHÍ - PHẦN 1: PHÂN LOẠI,
THỬ TÍNH NĂNG VÀ GHI NHÃN**

*High-efficiency filters and filter media for removing particles in air -
Part 1: Classification, performance testing and marking*

HÀ NỘI - 2016

Lời nói đầu

TCVN 11487-1:2016 hoàn toàn tương đương với ISO 29463-1:2011;

TCVN 11487-1:2016 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 142 *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* 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 phần tử lọc – Phương pháp quét.
- TCVN 11487-5 (ISO 29463-5), Phần 5: Phương pháp thử đối với các phần 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 1: Phân loại, thử tính năng và ghi nhãn

High-efficiency filters and filter media for removing particles in air -

Part 1: Classification, performance testing and marking

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này thiết lập việc phân loại các phin lọc dựa trên tính năng của chúng, như được xác định theo TCVN 11487-3 (ISO 29463-3), TCVN 11487-4 (ISO 29463-4) và TCVN 11487-5 (ISO 29463-5). Tiêu chuẩn này cũng cung cấp tổng quan về các quy trình thử nghiệm và các yêu cầu chung để đánh giá và ghi nhãn phin lọc, cũng như lập hồ sơ về các kết quả thử nghiệm. Tiêu chuẩn này được sử dụng kết hợp với TCVN 11487-2 (ISO 29463-2), TCVN 11487-3 (ISO 29463-3), TCVN 11487-4 (ISO 29463-4) và TCVN 11487-5 (ISO 29463-5).

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 11487-2:2016 (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 11487-3:2016 (ISO 29463-3:2011), *Phin lọc hiệu suất cao và vật liệu lọc để loại bỏ hạt trong không khí – Phần 3: Thử nghiệm vật liệu lọc dạng tấm phẳng.*

TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011), *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.*

TCVN 11487-5:2016 (ISO 29463-5:2011), *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.*

ISO 29464, *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

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong ISO 29464 và các thuật ngữ, định nghĩa sau.

3.1

Vật liệu lọc (filter medium)

Vật liệu được sử dụng để lọc.

3.2

Hộp tấm gấp nếp (folded pack)

Gói vật liệu lọc bao gồm các nếp gấp riêng biệt và giống nhau.

3.3

Phần tử lọc (filter element)

Phin lọc (filter)

Các gấp nếp được đặt trong khung.

3.4

Hiệu suất (efficiency)

Tỷ lệ hạt được giữ lại do phin lọc so với số hạt đi qua phin lọc.

3.5

Hiệu suất theo cỡ hạt (particle size efficiency)

Hiệu suất đối với một đường kính hạt cụ thể.

CHÚ THÍCH: Hiệu suất được vẽ đồ thị hàm số của đường kính hạt dưới dạng đường hiệu suất từng phần.

3.6

Hiệu suất tổng thể (overall efficiency)

Hiệu suất, được tính trung bình trên toàn bộ diện tích mặt ngoài của phần tử lọc trong các điều kiện vận hành đã nêu của phin lọc.

3.7

Hiệu suất cục bộ (local efficiency)

Hiệu suất tại một điểm cụ thể của phần tử lọc trong các điều kiện vận hành đã nêu của phin lọc.

3.8

Lưu lượng thể tích không khí danh nghĩa (nominal air volume flow rate)

Lưu lượng thể tích không khí mà tại đó phần tử lọc phải được thử nghiệm theo quy định của nhà sản xuất.

3.9

Diện tích thô bề mặt lọc (filter face area)

Diện tích tiết diện ngang của phần tử lọc kể cả khung.

3.10

Diện tích thô mặt ngoài (superficial face area)

Diện tích tiết diện ngang của phần tử lọc có dòng không khí đi qua.

3.11

Diện tích vật liệu lọc hiệu quả (effective filter medium area)

Diện tích vật liệu lọc chứa phần tử lọc (không bao gồm diện tích được bao phủ bởi chất làm kín, khung chống, thanh chống, v.v...) có dòng không khí đi qua.

3.12

Vận tốc bề mặt vật liệu lọc danh nghĩa (nominal filter medium face velocity)

Lưu lượng thể tích không khí danh nghĩa chia cho diện tích vật liệu lọc hiệu quả.

3.13

Sol khí gần như đơn phân tán (quasi-mono-disperse aerosol)

Sol khí mà sự phân bố có độ lệch chuẩn hình học từ $\sigma_g = 1,15$ đến $\sigma_g = 1,5$.

4 Ký hiệu và chữ viết tắt

Trong tiêu chuẩn này, sử dụng các ký hiệu và chữ viết tắt sau đây:

d_p đường kính hạt

E hiệu suất

P độ thấu qua

p áp suất

σ_g độ lệch chuẩn hình học

CPC máy đếm hạt ngưng tụ

DEHS axit sebacic: bis (hexyl- 2-etyl) (tên thường gọi: di-etyl-hexyl-sebacat) este.

DMA máy phân tích linh độ điện vi sai.

TCVN 11487-1:2016

DMPS máy định cỡ hạt linh độ điện vi sai.

MPPS cỡ hạt thấu qua nhiều nhất, đó là cỡ hạt mà có hiệu suất lọc nhỏ nhất.

POC máy đếm hạt quang học.

PAO poly-alpha-olefin, dầu khoáng với số đăng ký ký hiệu hóa học 68649-12-7.

PSL poly-styren latex (hình cầu rắn).

5 Phân loại

Các phin lọc và phần tử lọc được phân loại theo nhóm và cấp lọc dựa trên hiệu suất của chúng hoặc sự thấu qua đối với các hạt MPPS bằng cách thử nghiệm theo Điều 6 và TCVN 11487-5 (ISO 29463-5). Trong tiêu chuẩn này, phần tử lọc được phân theo các nhóm sau:

a) Nhóm E: phin lọc EPA (phin lọc bụi khí hiệu quả, cũng thường được gọi là sub-HEPA)

Hiệu suất của phin lọc chỉ được xác định bằng cách thử nghiệm mẫu thống kê phù hợp với TCVN 11487-5 (ISO 29463-5). Phin lọc nhóm E không thể và không phải thử nghiệm sự rò rỉ.

b) Nhóm H: phin lọc HEPA (phin lọc bụi khí hiệu suất cao)

Phin lọc này được thử nghiệm riêng lẻ và hiệu suất của chúng được xác định với MPPS theo TCVN 11487-5 (ISO 29463-5). Phin lọc này được thử nghiệm rò rỉ theo TCVN 11487-4 (ISO 29463-4), bổ sung cho phương pháp quét rò rỉ tham chiếu, phải thực hiện bốn phương pháp thay phiên để thử nghiệm sự rò rỉ. Sử dụng các định mức thay phiên để thử nghiệm sự rò rỉ cần được xác định rõ trên phin lọc và các kiểm tra xác nhận.

c) Nhóm U: phin lọc ULPA (phin lọc không khí với sự thấu qua cực thấp)

Phin lọc này được thử nghiệm riêng lẻ và hiệu suất của chúng được xác định với MPPS theo TCVN 11487-5 (ISO 29463-5). Phin lọc này được thử nghiệm rò rỉ theo phương pháp quét trong TCVN 11487-4 (ISO 29463-4). Không cho phép thử nghiệm rò rỉ thay phiên.

Quy định kỹ thuật chi tiết cho từng nhóm và loại phin lọc được nêu trong Bảng 1.

Thông tin chi tiết về các phương pháp thử nghiệm cho phép theo bộ TCVN 11487 (ISO 29463) (tất cả các phần) đối với từng nhóm và loại phin lọc được nêu trong Bảng B.1.

Bảng 1 – Phân loại phin lọc

Nhóm và loại phin lọc	Giá trị tổng thể		Giá trị cục bộ ^{a,b}	
	Hiệu suất %	Độ thấu qua %	Hiệu suất %	Độ thấu qua %
ISO 15 E	≥ 95	≤ 5	— ^c	— ^c
ISO 20 E	≥ 99	≤ 1	— ^c	— ^c
ISO 25 E	≥ 99,5	≤ 0,5	— ^c	— ^c
ISO 30 E	≥ 99,90	≤ 0,1	— ^c	— ^c
ISO 35 H	≥ 99,95	≤ 0,05	≥ 99,75	≤ 0,25
ISO 40 H ^d	≥ 99,99	≤ 0,01	≥ 99,95	≤ 0,05
ISO 45 H ^d	≥ 99,995	≤ 0,005	≥ 99,975	≤ 0,025
ISO 50 U	≥ 99,999	≤ 0,001	≥ 99,995	≤ 0,005
ISO 55 U	≥ 99,999 5	≤ 0,000 5	≥ 99,997 5	≤ 0,002 5
ISO 60 U	≥ 99,999 9	≤ 0,000 1	≥ 99,999 5	≤ 0,000 5
ISO 65 U	≥ 99,999 95	≤ 0,000 05	≥ 99,999 75	≤ 0,000 25
ISO 70 U	≥ 99,999 99	≤ 0,000 01	≥ 99,999 9	≤ 0,000 1
ISO 75 U	≥ 99,999 995	≤ 0,000 005	≥ 99,999 9	≤ 0,000 1

^a Xem 7.5.2 và TCVN 11487-4 (ISO 29463-4).

^b Giá trị độ thấu qua cục bộ thấp hơn các giá trị nêu trong Bảng này có thể cần được thỏa thuận giữa nhà cung cấp và khách hàng.

^c Phin lọc nhóm E không thể và không phải thử nghiệm sự rò rỉ cho mục đích phân loại.

^d Đối với phin lọc nhóm H, độ thấu qua cục bộ đã đưa ra từ phương pháp quét hạt MPPS. Có thể cần quy định các giới hạn thay thế khi sử dụng quang kế hoặc thử nghiệm sự rò rỉ dầu.

6 Yêu cầu

6.1 Yêu cầu chung

Phản tử lọc phải được thiết kế hoặc đánh dấu để phòng ngừa sự lắp ráp không chính xác.

Phản tử lọc phải được thiết kế sao cho khi lắp ráp chính xác vào đường ống thông gió và không xảy ra rò rỉ dọc theo gờ làm kín.

Vì bất cứ lý do nào, nếu kích thước không cho phép việc thử nghiệm phin lọc trong điều kiện thử tiêu chuẩn, thì được phép lắp ráp hai hoặc nhiều phin lọc cùng loại hoặc cùng kiểu, miễn là không để xảy ra rò rỉ trong phin lọc.

6.2 Vật liệu

Phản tử lọc phải được làm bằng vật liệu phù hợp để chịu được điều kiện sử dụng thông thường và cả khi tiếp xúc với nhiệt độ, độ ẩm và vật liệu ăn mòn thường gặp.

Phản tử lọc phải được thiết kế để sao cho có thể chịu được những tác động cơ học mà chúng có thể gặp phải trong quá trình sử dụng bình thường.

TCVN 11487-1:2016

Bụi hoặc sợi được giải phóng ra từ vật liệu lọc khi dòng không khí đi qua phần tử lọc phải không tạo ra mối nguy hoặc gây khó chịu cho người (hoặc thiết bị) tiếp xúc với không khí đã lọc.

6.3 Lưu lượng thể tích khí danh nghĩa

Phần tử lọc phải được thử nghiệm ở lưu lượng thể tích không khí danh nghĩa của phin lọc do nhà sản xuất thiết kế.

6.4 Chênh lệch áp suất

Chênh lệch áp suất qua phần tử lọc được ghi lại ở lưu lượng thể tích không khí danh nghĩa.

6.5 Tính năng lọc

Tính năng lọc được biểu thị bằng hiệu suất hoặc sự thấu qua khi đo bằng quy trình đã quy định trong TCVN 11487-5 (ISO 29463-5). Sau khi thử nghiệm theo Điều 7, các phần tử lọc được phân loại theo Bảng 1.

Phin lọc với vật liệu lọc có nạp tĩnh điện được phân loại theo Bảng 1, trên cơ sở hiệu suất đã nạp của chúng hoặc sự thấu qua phù hợp với Phụ lục C của TCVN 11487-5:2016 (ISO 29463-5:2011).

7 Phương pháp thử - Yêu cầu chung và tổng quan các quy trình thử nghiệm

7.1 Khái quát

Các phương pháp thử hoàn chỉnh bao gồm ba bước có thể được thực hiện độc lập như sau:

- Thử nghiệm về vật liệu lọc dạng tấm phẳng, theo TCVN 11487-3 (ISO 29463-3).
- Thử nghiệm để xác định rò rỉ của phần tử lọc (phương pháp quét), theo TCVN 11487-4 (ISO 29463-4);
- Thử nghiệm để xác định hiệu suất của phin lọc, theo TCVN 11487-5 (ISO 29463-5).

Điều 7 đưa ra các yêu cầu chung về các tính năng chung cho tất cả các phép thử, cũng như đưa ra tổng quan về các quy trình thử nghiệm.

Thông tin chi tiết về các phương pháp thử nghiệm cho phép đối với phần tử lọc theo TCVN 11487 (ISO 29463) (tất cả các phần) đối với mỗi nhóm và loại phin lọc như nêu tại Bảng B.1.

7.2 Giàn thử nghiệm

Giàn thử nghiệm theo TCVN 11487-3 (ISO 29463-3), TCVN 11487-4 (ISO 29463-4) và TCVN 11487-5 (ISO 29463-5) cho các phép thử tương ứng. Thiết bị đo phải phù hợp với TCVN 11487-2 (ISO 29463-2).

7.3 Điều kiện thử nghiệm

Không khí trong buồng thử được sử dụng để thử nghiệm phải tuân theo các yêu cầu sau:

- Nhiệt độ: $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Độ ẩm tương đối $< 75\%$.

Nhiệt độ phải được duy trì ổn định trong toàn bộ quy trình thử nghiệm trong khoảng $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, độ ẩm tương đối trong khoảng $\pm 5\%$.

Độ sạch của không khí thử nghiệm phải được bảo đảm bằng cách lọc sơ bộ thích hợp, sao cho việc vận hành không cần bổ sung sol khí có nồng độ hạt đo được bằng phương pháp đếm hạt nhỏ hơn 352 000 hạt/m³. Mẫu vật thử phải có cùng nhiệt độ với không khí thử nghiệm và do đó, phải được làm ổn định theo yêu cầu của phép thử (nhiệt độ và độ ẩm tương đối) với thời gian đủ để cân bằng.

7.4 Sol khí thử nghiệm

Để thử nghiệm các phin lọc theo tiêu chuẩn này, phải sử dụng sol khí thử thể lỏng làm phương pháp thử tham chiếu. Ngoài ra, có thể sử dụng sol khí thể rắn để thử nghiệm rò rỉ [xem TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011), Phụ lục E]. Có thể bao gồm cả các chất sol khí, nhưng không giới hạn, DEHS, PAO và PSL. Để biết thêm chi tiết, xem TCVN 11487-2:2016 (ISO 29463-2:2011), 4.1.

Việc sử dụng các vật liệu thay thế cho sol khí kiểm chứng có thể được thoả thuận giữa nhà cung cấp và khách hàng khi các vật liệu đã quy định trong tiêu chuẩn này không được chấp nhận.

Nồng độ và phân bố cỡ hạt sol khí phải không đổi trong các giới hạn thử nghiệm trong suốt thời gian thử nghiệm. Chi tiết về sự tạo ra của sol khí cho phép thử được đề cập trong các phần khác của TCVN 11487 (ISO 29463). Đối với phép thử nghiệm sự rò rỉ và thử nghiệm hiệu suất của phin lọc, đường kính hạt trung bình của sol khí thử nghiệm phải tương ứng với phần lớn cỡ hạt thấu qua (MPP) vật liệu lọc.

7.5 Phương pháp thử – Nguyên tắc

7.5.1 Phương pháp thử đối với vật liệu lọc dạng tấm phẳng

Đường hiệu suất từng phần của mẫu vật liệu lọc dạng tấm phẳng được xác định trong điều kiện mới (vật liệu được nhà sản xuất vật liệu cung cấp) và trong điều kiện phóng điện (xem TCVN 11487-5:2016 (ISO 29463-5:2011), Phụ lục C). Nếu các phép đo này cho thấy rằng vật liệu lọc có điện tích đáng kể, thì phin lọc phải được phân loại dựa theo hiệu suất tấm phẳng đã phóng điện hoặc các phép đo sự thấu qua theo TCVN 11487-5:2016 (ISO 29463-5:2011), Phụ lục C.

Từ đường hiệu suất từng phần đã tạo ra bằng cách này, phải xác định cỡ hạt thấu qua nhiều nhất (MPPS).

7.5.1.1 Mẫu thử

Quy trình thử nghiệm yêu cầu ít nhất năm mẫu dạng tấm phẳng của vật liệu lọc mà tạo nên các phin lọc.

Mẫu thử phải không có các nếp gấp, nếp nhăn, lỗ và những bất thường khác. Các mẫu thử phải có kích thước tối thiểu là 200 mm x 200 mm.

7.5.1.2 Thiết bị, dụng cụ thử nghiệm

Bố trí thiết bị thử nghiệm như trong Hình 1. Giàn mẫu thử được mô tả theo TCVN 11487-3 (ISO 29463-3). Các thiết bị đo riêng biệt và các dụng cụ đo khác được mô tả trong TCVN 11487-2 (ISO 29463-2). Sol khí được tạo ra trong bình tạo sol khí, sau đó cho đi qua bộ ổn định (ví dụ: để làm bay hơi dung môi) và được trung hòa điện tích, trước khi được mang đi trộn với không khí không có bụi vào bộ lắp ráp vật liệu lọc thử nghiệm.

Các điểm lấy mẫu được định vị trước và sau phin lọc từ bộ lắp ráp vật liệu lọc thử nghiệm, từ đó một phần của dòng khí được đi trực tiếp đến bộ đếm hạt. Điểm lấy mẫu trước phin lọc được nối với bộ pha loãng có tỷ lệ đã biết để giảm nồng độ cao của hạt xuống đến dải đo thực tế của máy đếm hạt.

Khi sử dụng phương pháp đếm số lượng tổng (CPC), thì tính đến cả việc sử dụng các máy phân tích linh độ điện vi sai khác nhau (DMA) trước khi sử dụng bộ trung hòa điện tích sol khí để tách phần (gần như) đơn phân tán của cỡ hạt đã yêu cầu ra khỏi sol khí đa phân tán ban đầu.

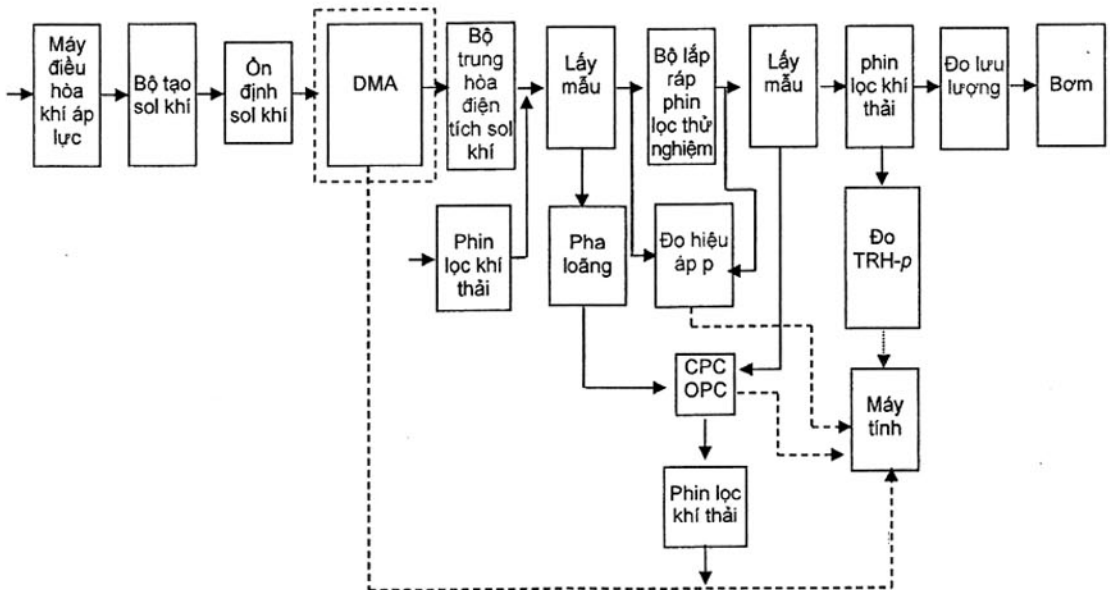
Nếu sử dụng phương pháp đếm có phân tích cỡ hạt (OPC), thì sự phân bố cỡ hạt sol khí đa phân tán có thể được đo trước và sau mẫu vật thử.

Thay vì sử dụng máy đếm hạt đơn lẻ để đo không khí chưa lọc và đã lọc liên tiếp, cũng cho phép sử dụng hai máy đếm hạt có thiết kế quang học như nhau (chiều dài bước sóng của nguồn ánh sáng, góc tán xạ ánh sáng, v.v...) đồng thời cho cả hai phép đo. Khi sử dụng hai máy đếm hạt, hai máy đếm này phải tương đương nhau bằng cách đo cùng sol khí để hiệu chỉnh mọi chênh lệch về phản hồi. Các OPC của cùng một kiểu loại có thể cho các phản hồi khác nhau.

Sau khi lấy mẫu sau phin lọc, sol khí thử nghiệm được trực tiếp đi qua phin lọc khí thải và được hút ra bằng bơm. Thiết bị được hoàn chỉnh bởi các dụng cụ để đo (và quy định) lưu lượng thể tích khí và áp suất vi sai qua phin lọc trong phép thử.

Các dữ liệu đo được ghi lại và được đánh giá bằng máy tính.

Thiết bị thử nghiệm cũng có thể vận hành ở chế độ quá áp. Trong trường hợp này, không cần đến bơm hút và không khí trộn được cung cấp từ đường khí nén. Nếu muốn, việc đo và điều chỉnh lưu lượng thể tích không khí sau đó có thể được vận hành ở trước phin lọc.



Hình 1 – Bố trí thiết bị để thử nghiệm vật liệu lọc

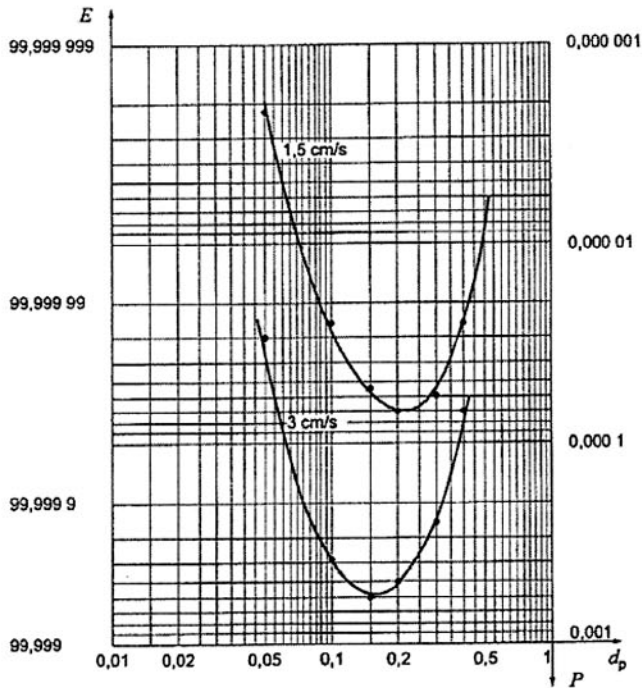
7.5.1.3 Quy trình đo

Tính năng của vật liệu lọc được xác định bằng cách thử nghiệm mẫu vòng có diện tích tiếp xúc 100 cm² ở vận tốc bề mặt của vật liệu lọc danh nghĩa. Chi tiết về các phép đo được mô tả trong TCVN 11487-3 (ISO 29463-3). Để thiết lập đường cong sự thấu qua so với cỡ hạt, thì phải xác định được các giá trị thấu qua của ít nhất sáu điểm có kích thước xấp xỉ với khoảng cách đều theo logarit.

Đối với phép đo này, sử dụng sol khí thử nghiệm hạt gần như đơn phân tán từ DMA có các giá trị trung bình thích hợp với đường kính hạt và các nồng độ của hạt được xác định ở trước và sau phin lọc của mẫu thử nghiệm. Ngoài ra, sự phân bố cỡ hạt sol khí đa phân tán có thể được xác định bằng mẫu thử trước và sau phin lọc OPC tại ít nhất sáu loại cỡ hạt. Trong mỗi trường hợp, phải đảm bảo rằng dải đo của máy đếm hạt và các dải cỡ hạt được tạo thành kể cả giá trị nhỏ nhất của đường hiệu suất (MPPS).

7.5.1.4 Đánh giá các kết quả thử nghiệm

Phải vẽ đường cong hiệu suất cỡ hạt so với cỡ hạt thấu qua từ các phép đo của năm mẫu thử nghiệm (xem ví dụ Hình 2) từ đó xác định vị trí và giá trị của hiệu suất nhỏ nhất.



Hình 2 – Hiệu suất cỡ hạt, E , và sự thấu qua, P , của vật liệu lọc ULPA như hàm của đường kính hạt, d_p , đối với hai vận tốc vật liệu lọc khác nhau – Ví dụ

Các giá trị trung bình số học phải được xác định cho:

- Hiệu suất nhỏ nhất,
- Cỡ hạt tại hiệu suất nhỏ nhất (MPPS),

– Chênh lệch áp suất.

Sau đó, phải sử dụng cỡ hạt tại MPPS như là cỡ hạt trung bình của sol khí thử nghiệm trong phép thử rò rỉ phần tử lọc (xem 7.5.2) và trong phép thử hiệu suất (xem 7.5.3).

7.5.2 Phương pháp xác định rò rỉ của các phần tử lọc – Phương pháp quét

Phép thử rò rỉ dùng để thử các phần tử lọc của nhóm U và nhóm H đối với sự thấu qua cục bộ và sự không có rò rỉ, tương ứng (xem Bảng 1). Phương pháp tham chiếu và cơ sở cho phép thử này là phương pháp quét đếm hạt như đã mô tả trong TCVN 11487-4 (ISO 29463-4).

Các phần tử lọc của nhóm H phải được thử rò rỉ bằng cách sử dụng một trong năm phương pháp thử rò rỉ đã mô tả trong TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011): phương pháp quét tham chiếu, thử rò rỉ mạch dầu, phép thử rò rỉ quét phin lọc sol khí bằng đo quang, phép thử rò rỉ PSL, hoặc phép thử rò rỉ hiệu suất hạt từ 0,3 μm đến 0,5 μm . [TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011) Phụ lục A, Phụ lục B, Phụ lục E, Phụ lục F]. phin lọc nhóm U phải được thử rò rỉ chỉ sử dụng phương pháp quét MPPS, theo TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011). Tất cả các phép thử rò rỉ phải được thực hiện tại lưu lượng thể tích khí danh định của phần tử lọc đã thử nghiệm.

Đối với phin lọc nhóm H có hình dạng phin lọc mà tạo ra dòng khí hỗn loạn cao (ví dụ khoảng trống hoặc phin lọc hình trụ) đối với phin lọc mà phương pháp quét tham chiếu không thể áp dụng được, thử nghiệm sự rò rỉ có thể áp dụng hai phương pháp thay phiên: phép thử rò rỉ mạch dầu [TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011) Phụ lục A] hoặc phép thử rò rỉ hiệu suất hạt từ 0,3 μm đến 0,5 μm [TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011) Phụ lục F]. Đối với phin lọc nhóm U có cấu trúc tương tự (ví dụ khoảng trống hoặc phin lọc hình trụ), phương pháp thay phiên có thể không có đủ ảnh hưởng để đo giới hạn thấu qua cục bộ đã quy định trong Bảng 1. Do đó, thử nghiệm rò rỉ cho phin lọc nhóm U bằng các phương pháp thay phiên, phải được ghi: "đã thử nghiệm rò rỉ thay phiên, phương pháp A hoặc phương pháp F" lên nhãn và báo cáo thử nghiệm, để chỉ thị rõ ràng rằng tiêu chí phép thử rò rỉ đã được áp dụng chặt chẽ.

7.5.2.1 Mẫu vật thử

Đối với thử nghiệm rò rỉ, yêu cầu phần tử lọc có thể được làm kín trong giàn phép thử và phải theo hướng dòng khí theo các yêu cầu cuối cùng.

7.5.2.2 Thiết bị, dụng cụ thử

Bố trí của từng hợp phần riêng rẽ của thiết bị thử đối với phép thử quét được nêu trong Hình 3. Khí thử đã lọc sơ bộ được hút bằng quạt và đi qua phin lọc thứ cấp (xem 7.2). Lưu lượng thể tích khí được đo bằng thiết bị đo lưu lượng thể tích khí đã tiêu chuẩn hóa theo TCVN 8113-1 (ISO 5167-1), hoặc mọi thiết bị đo lưu lượng thể tích khác mà có thể đã hiệu chuẩn, và phải được giữ cố định bằng bộ kiểm soát lưu lượng. Sol khí đã trung hòa với cỡ hạt trung bình tương ứng với MPPS của vật liệu lọc và tại vận tốc bề mặt danh nghĩa của phần tử lọc được đưa vào và được phân bố đồng đều ở trước phin lọc. Một hoặc nhiều đầu đo mẫu di động được cung cấp sau phin lọc cho phép đi qua toàn bộ bề mặt.

Các phép đo đếm hạt trước và sau phin lọc được thực hiện bằng OPC hoặc DMPS [xem TCVN 11487-2 (ISO 29463-2)] có pha loãng và không pha loãng.

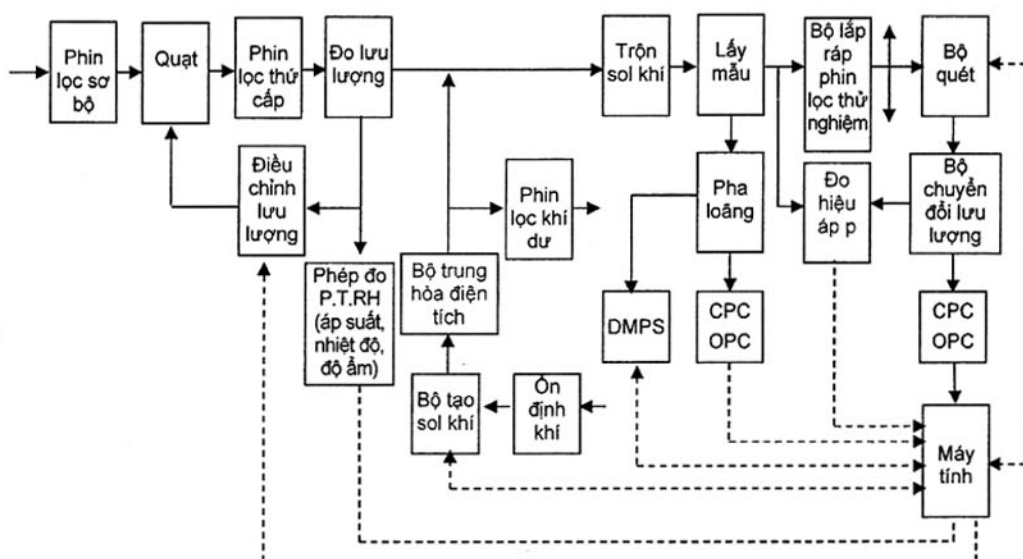
7.5.2.3 Quy trình đo

Thực hiện thử nghiệm rò rỉ tại lưu lượng khí danh nghĩa của phin lọc. Sol khí thử nghiệm được đưa vào đồng đều ở phía trước của phin lọc. Nồng độ sau phin lọc được lấy mẫu bằng đầu đo lấy mẫu đi ngang qua bề mặt di động của phin lọc tại tốc độ đã định. Nồng độ hạt được so sánh bằng nồng độ hạt ở trước phin lọc và nồng độ hạt thấu qua cục bộ tại từng địa điểm chuyển động của đầu đo. Trong khi vận hành quét, toàn bộ bề mặt của phần tử lọc phải bao gồm các vạch chồng nhau.

7.5.2.4 Đánh giá các kết quả thử nghiệm

Sử dụng các thông số thử nghiệm của phép thử rò rỉ [xem TCVN 11487-4 (ISO 29463-4)] và giá trị cục bộ cho phép của hiệu suất (xem Bảng 1), và có tính đến các quan hệ thống kê [TCVN 11487-2 (ISO 29463-2)], có thể tính giá trị giới hạn đối với tốc độ đếm hạt mà chỉ thị sự rò rỉ.

Nếu giá trị giới hạn đối với tốc độ đếm hạt không bị vượt quá tại mọi điểm trên bề mặt phin lọc, thì phin lọc đã đạt phép thử rò rỉ và được xem xét là không có rò rỉ.



Hình 3 – Bố trí thiết bị thử nghiệm rò rỉ

7.5.3 Phương pháp thử để xác định hiệu suất của phần tử lọc

Hiệu suất tổng thể của phần tử lọc hoàn chỉnh được xác định bằng cách đo nồng độ hạt trung bình ở phía trước và phía sau phin lọc có các đầu lấy mẫu tĩnh. Đối với tất cả các loại phin lọc, các phép đo được thực hiện với các hạt rời rạc và máy đếm hạt. Đối với các phin lọc nhóm H như đã nêu ở trên, thì có thể sử dụng các phương pháp thử nghiệm khác do nhà cung cấp và khách hàng tự thỏa thuận như được nêu trong các Phụ lục A, Phụ lục B và phụ lục C của TCVN 11487-5:2016 (ISO 29463-5:2011).

7.5.3.1 Mẫu vật thử nghiệm

Mẫu vật thử nghiệm được sử dụng phải được thử về rò rỉ và phải không có rò rỉ theo 7.5.2.

7.5.3.2 Thiết bị, dụng cụ thử nghiệm

Phép thử để xác định hiệu suất tổng thể của phần tử lọc phải được tiến hành bằng cách sử dụng thiết bị thử như trong Hình 4. Phần tử trước phin lọc của hệ thống được sử dụng trong thiết lập phép thử hiệu suất là sơ đồ tương tự như thiết bị thử nghiệm được sử dụng để thử rò rỉ và được nêu trong TCVN 11487-5 (ISO 29463-5). Bộ lắp ráp phin lọc thử nghiệm được lắp ráp tiếp theo buồng lưu lượng, buồng trộn sol khí sau phin lọc đồng đều trên toàn bộ tiết diện ngang của buồng. Một lỗ lấy mẫu tĩnh được cung cấp phía sau phin lọc cho phép đo hạt. Không khí được thải ra qua một phin lọc khí thải.

Quy trình thử nghiệm được mô tả chi tiết trong TCVN 11487-5 (ISO 29463-5). Phương pháp phép đo riêng lẻ được mô tả trong TCVN 11487-2 (ISO 29463-2).

7.5.3.3 Quy trình đo

Phần tử lọc phải chịu được lưu lượng thể tích không khí danh nghĩa với cùng loại sol khí khi được sử dụng cho phép thử rò rỉ. Nồng độ hạt phải được đo ở phía trước và sau phin lọc của phần tử lọc đang được thử. Bao gồm cả sơ đồ pha loãng ở phía trước phin lọc để điều chỉnh nồng độ cần đo bằng các máy đếm hạt (xem TCVN 11487-2 ISO 29463-2). Đo áp suất vi sai qua phần tử lọc trước khi sol khí thử nghiệm đi vào phin lọc.

7.5.3.3.1 Đánh giá kết quả thử nghiệm

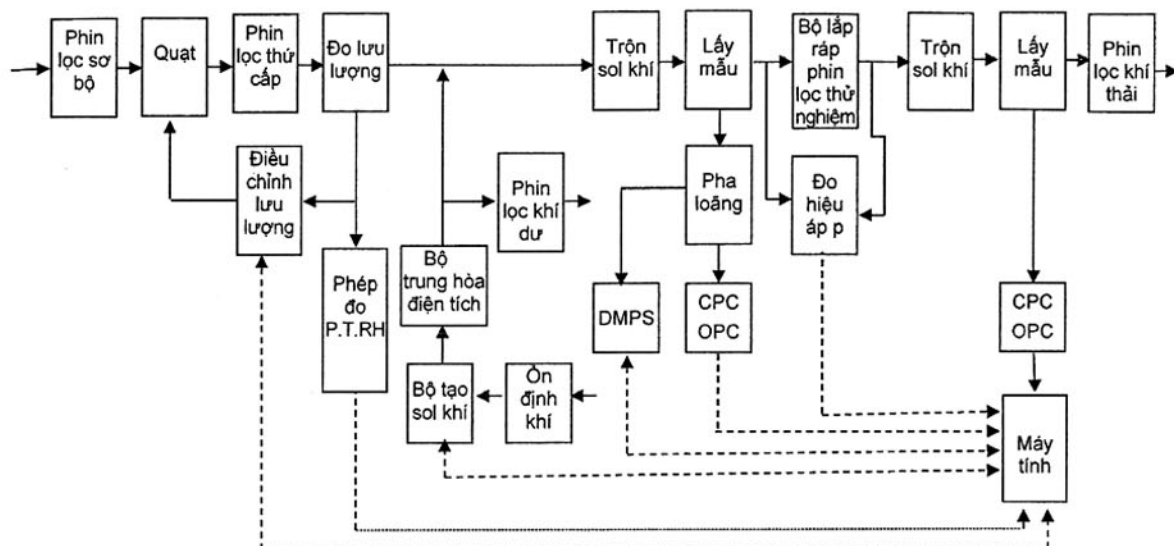
Hiệu suất tổng thể phải được tính từ nồng độ hạt đo được trên phía trước và sau phin lọc của phần tử lọc đang được thử nghiệm [xem TCVN 11487-2 (ISO 29463-2) và TCVN 11487-5 (ISO 29463-5)].

7.5.4 Lưu ý

Dựa vào các giá trị đã xác định cho hiệu suất tổng và cho phin lọc của nhóm H và nhóm U về hiệu suất cục bộ (nghĩa là không có các rò rỉ liên quan), các phần tử lọc phải được gắn vào phin lọc phân loại theo 6.5. Việc phân loại này chỉ có hiệu lực nếu các điều kiện thử đã cố định và quy trình thử phù hợp.

Trong cả ba bước thực hiện đã nêu trong 7.5.1, 7.5.2 và 7.5.3, cho phép sử dụng sol khí đơn phân tán hoặc sol khí đa phân tán. Phương pháp đếm hạt có thể được sử dụng làm phương pháp đếm tổng số (CPC) hoặc phương pháp liên quan đến phân tích cỡ hạt (OPC).

Khi các phương pháp đếm hạt tổng số không có thông tin về cỡ hạt, thì chỉ có thể sử dụng chúng để xác định hiệu suất trong 7.5.1 với các sol khí đơn phân tán có cỡ hạt đã biết.



Hình 4 – Bố trí các thiết bị thử hiệu suất sử dụng phương pháp đo tĩnh

Đối với việc xác định hiệu suất tối thiểu của vật liệu lọc dạng tấm phẳng (7.5.1), thì phương pháp thử nghiệm sử dụng sol khí thử nghiệm đơn phân tán phải được xem như là phương pháp thử nghiệm tham chiếu. Phải tiến hành cẩn trọng để có sự tương quan với phương pháp thử nghiệm tham chiếu nếu sử dụng sol khí đa phân tán trong các bước 7.5.2 và 7.5.3.

Để thử nghiệm quá trình sản xuất, nhà sản xuất phin lọc có thể sử dụng số liệu từ nhà cung cấp vật liệu lọc, thay vì tự thử nghiệm, miễn là các số liệu hoàn toàn có thể truy nguyên nguồn gốc và được lập hồ sơ và các phép thử nghiệm được thực hiện đầy đủ theo quy định trong TCVN 11487 (ISO 29463) (tất cả các phần) và đặc biệt trong TCVN 11487-3 (ISO 29463-3).

Tuy nhiên, trong mọi trường hợp cần nhận thức rằng nhà sản xuất phin lọc phải chịu trách nhiệm về đảm bảo tính đúng đắn phù hợp với tiêu chuẩn này, khả năng truy nguyên nguồn gốc và lập hồ sơ về dữ liệu. Điều này có thể được thực hiện bằng cách duy trì hệ thống quản lý chất lượng, ví dụ TCVN ISO 9000, kể cả các thử nghiệm của nhà cung cấp và thường xuyên sử dụng phép đo của bên thứ ba để kiểm tra chéo hoặc đánh giá xác nhận các dữ liệu của nhà cung cấp phin lọc. Việc kiểm tra chéo dữ liệu vật liệu lọc phải được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp thống kê đã được chấp nhận, phương pháp này có thể bỏ qua quy trình như đã mô tả trong TCVN 7790-1 (ISO 2859-1) hoặc mọi phương pháp thay phiên tương đương.

8 Đánh giá phin lọc, lập tài liệu và báo cáo thử nghiệm

Phin lọc EPA, HEPA hoặc ULPA đã thử nghiệm đầy đủ theo quy định trong tiêu chuẩn này phải được chỉ định phân loại phin lọc theo Bảng 1 dựa trên hiệu suất tổng thể (sự thấu qua) như đã xác định theo

TCVN 11487-1:2016

7.5.3 và đối với phin lọc nhóm H và nhóm U, các yêu cầu bổ sung về hiệu suất cục bộ, nghĩa là không có rò rỉ liên quan, được xác định theo 7.5.2.

Kết quả thử nghiệm phải được lập thành tài liệu trong thử nghiệm chứng nhận hoặc báo cáo thử nghiệm. Báo cáo thử nghiệm phải cung cấp đầy đủ thông tin về đối tượng đã thử nghiệm (vật liệu lọc hoặc phin lọc), các thông số thử nghiệm, ví dụ lưu lượng thể tích không khí, phương pháp thử nghiệm, sol khí và hạt (bụi) hoặc dụng cụ lấy mẫu sol khí (máy đếm hạt) đã sử dụng và các kết quả thử nghiệm.

Các yêu cầu chi tiết về báo cáo thử nghiệm phụ thuộc vào kiểu phép thử và có thể tìm thấy trong các phần tương ứng của TCVN 11487 (ISO 29463), trong Điều 11 của TCVN 11487-3:2016 (ISO 29463-3:2011) đối với thử nghiệm vật liệu lọc; trong Điều 9 của TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011) đối với phép thử rò rỉ của phần tử lọc và trong Điều 10 của TCVN 11487-5:2016 (ISO 29463-5:2011) đối với phép thử hiệu suất phần tử lọc.

Báo cáo thử nghiệm về vật liệu lọc theo TCVN 11487-3 (ISO 29463-3), nghĩa là để sử dụng nội bộ và phải theo biểu mẫu tài liệu đảm bảo chất lượng của công ty. Báo cáo thử nghiệm các phần tử lọc của phin lọc nhóm H và nhóm U phải được lập thành tài liệu mà thường được cung cấp với phin lọc đó. Trong báo cáo thử nghiệm về phin lọc nhóm H và nhóm U, nên kết hợp thông tin đã yêu cầu trong TCVN 11487-4 (ISO 29463-4) và TCVN 11487-5 (ISO 29463-5) và đưa ra báo cáo thử nghiệm kết hợp với tất cả các thông tin được yêu cầu.

9 Ghi nhãn

9.1 Phin lọc phải được ghi nhãn với các chi tiết nhận biết kiểu loại sau đây:

- a) Tên, nhãn thương mại hoặc các cách nhận dạng khác của nhà sản xuất;
- b) Kiểu loại và số serial của phin lọc;
- c) Số hiệu tiêu chuẩn này;
- d) Loại phin lọc (xem Bảng 1), bao gồm cả ghi nhãn nếu sử dụng phương pháp khác với quy định trong TCVN 11487-4 (ISO 29463-4) để quét rò rỉ;
- e) Lưu lượng thể tích không khí danh nghĩa dựa vào đó để phân loại phin lọc;
- f) Giá trị lấy mẫu áp suất vi sai mà tại đó phin lọc được phân loại.

9.2 Ghi nhãn hướng dòng khí đi qua phin lọc phải được ghi lại để chỉ hướng lắp đặt đúng (ví dụ: với "TOP", "hướng dòng chảy" hoặc biểu tượng mũi tên).

9.3 Nhãn phải nhìn thấy rõ và càng bền càng tốt.

Phụ lục A

(Tham khảo)

Lọc các hạt nano

Sol khí nano được tạo ra từ các hạt có một hoặc nhiều kích thước nhỏ hơn hoặc bằng 100 nm. Có nhiều sự quan tâm xung quanh các hạt nano vì ở cấp độ nano sẽ có tính chất vật lý rất khác với khi ở kích thước lớn hơn. Tuy nhiên, hiện đang có những vấn đề liên quan đến các hạt với kích thước nano nhân tạo thoát ra vật liệu, cả trong nhà và ngoài trời, gây ảnh hưởng xấu tới sức khỏe. Các vấn đề an toàn hiện nay chưa được hiểu rõ và chưa được đánh giá đầy đủ.

Vi độ sạch của vật liệu bên trong thường được đảm bảo bằng các hệ thống lọc, việc lọc hạt nano là chủ đề quan trọng trong việc xây dựng các tiêu chuẩn thử nghiệm lọc và các ứng dụng của chúng. Lý thuyết việc bẫy các hạt bằng phin lọc sợi tạo ra đường thấu qua được biết đến với cỡ hạt MPPS phân biệt. Hiệu suất của phin lọc là ở mức tối thiểu hoặc sự thấu qua phin lọc là tối đa đối với MPPS và cao hơn ở tất cả các cỡ hạt khác, cả hạt lớn hơn và nhỏ hơn MPPS. Đối với vật liệu sợi thủy tinh hiện điển hình của phin lọc nhóm H và nhóm U, thì MPPS nằm trong khoảng từ 120 nm đến 250 nm. Thực tế cho thấy lý thuyết về bẫy các hạt có thể không đúng với các hạt nano, nghĩa là sự thấu qua ở các cỡ hạt này tăng thay vì giảm khi cỡ hạt bị giảm. Nghiên cứu của Pui *et al.* [41][51][61] cho thấy rằng đường cong của sự thấu qua là hợp lệ cho cỡ hạt đến 5 nm. Nghiên cứu cho thấy rằng việc thử nghiệm và phân loại phin lọc tại MPPS hoặc gần MPPS tiếp tục tạo ra tính năng của trường hợp xấu nhất và việc phân loại an toàn nhất, thậm chí đến cỡ hạt nano. Do đó, quy trình và hệ thống phân loại theo quy định trong bộ TCVN 11487 (ISO 29463) (tất cả các phần) là hợp lệ đối với phin lọc sử dụng cho các hạt nano. Các phin lọc này cho hiệu suất/tính năng lọc cao hơn ở MPPS mà tại đó phin lọc được đánh giá và phân loại. Do đó, các phin lọc nhóm H và nhóm U được phân loại theo bộ TCVN 11487 (ISO 29463) (tất cả các phần) có hiệu suất để loại bỏ hạt nano bằng hoặc tốt hơn so với những phin lọc được đo các hạt MPPS theo bộ TCVN 11487 (ISO 29463) (tất cả các phần).

Cần lưu ý rằng, trong khi các phin lọc được thảo luận trong bộ TCVN 11487 (ISO 29463) (tất cả các phần) cho các hiệu suất cao hơn về lọc hạt nano, thì hiệu suất thực tế của phin lọc đối với hạt nano có cỡ hạt cụ thể lại phụ thuộc vào thiết bị đo cỡ hạt và không phải các quy trình trong bộ TCVN 11487 (ISO 29463) (tất cả các phần). Các thiết bị đo và phương pháp hiện hành có khả năng phát hiện các hạt nano là phổ biến trong nghiên cứu hơn so với thực tế trên thị trường, chủ yếu là vì lý do kinh tế. Các thảo luận về các thiết bị này và chất lượng của chúng không bao gồm trong bộ TCVN 11487 (ISO 29463).

Phụ lục B

(Tham khảo)

Tóm tắt các phương pháp phân loại và thử nghiệm

Bảng B.1 – Tổng quan các phương pháp thử nghiệm và phân loại

Loại phin lọc (số lượng) Nhóm phin lọc (ký tự)	Giới hạn của giá trị toàn bộ ^a		Giới hạn của giá trị nội bộ ^b		Quy trình thử nghiệm							
	Hiệu suất %	Thấu qua %	Hiệu suất %	Thấu qua %	Thử nghiệm hiệu suất toàn bộ		Thử nghiệm hiệu suất nội bộ (Phép thử rò rỉ)					
ISO 15 E	≥ 95	≤ 5	–	–	X ^c	X ^c	Phin lọc nhóm E không thể và không phải thử nghiệm sự rò rỉ đối với mục đích phân loại					
ISO 20 E	≥ 99	≤ 1	–	–	X ^c	X ^c						
ISO 25 E	≥ 99,5	≤ 0,5	–	–	X ^c	X ^c						
ISO 30 E	≥ 99,90	≤ 0,1	–	–	X ^c	X ^c	X	X	X	X ^e	X	X
ISO 35 H	≥ 99,95	≤ 0,05	≥ 99,75	≤ 0,25	X ^d	X ^d	X	X	X	X ^e	–	–
ISO 40 H	≥ 99,99	≤ 0,01	≥ 99,95	≤ 0,05	X ^d	X ^d	X	X	X	X ^e	–	–
ISO 45 H	≥ 99,995	≤ 0,005	≥ 99,975	≤ 0,025	X ^d	X ^d	X	–	–	X ^e	–	–
ISO 50 U	≥ 99,999	≤ 0,001	≥ 99,995	≤ 0,005	X ^d	X ^d	X	–	–	X ^e	–	–
ISO 55 U	≥ 99,9995	≤ 0,0005	≥ 99,9975	≤ 0,0025	X ^d	X ^d	X	–	–	X ^e	–	–
ISO 60 U	≥ 99,9999	≤ 0,0001	≥ 99,9995	≤ 0,0005	X ^d	X ^d	X	–	–	X ^e	–	–
ISO 65 U	≥ 99,99995	≤ 0,00005	≥ 99,99975	≤ 0,00025	X ^d	X ^d	X	–	–	X ^e	–	–
ISO 70 U	≥ 99,99999	≤ 0,00001	≥ 99,9999	≤ 0,0001	X ^d	X ^d	X	–	–	X ^e	–	–
ISO 75 U	≥ 99,999995	≤ 0,000005	≥ 99,9999	≤ 0,0001	X ^d	X ^d	X	–	–	X ^e	–	–
^a Xem Bảng 1. ^b Giá trị thấu qua nội bộ thấp hơn giá trị thấu qua được nêu trong Bảng 1 có thể được đồng thuận giữa nhà cung cấp và khách hàng ^c Phương pháp thử nghiệm hiệu suất thống kê có thể được áp dụng như đã nêu trong TCVN 11487-5:2016 (ISO 29463-5:2011), 4.2 ^d Thử nghiệm hiệu suất áp dụng cho từng phin lọc riêng lẻ như TCVN 11487-5:2016 (ISO 29463-5:2011), Điều 8. ^e Lưu ý phải thực hiện phương thức thử nghiệm và phân loại như cách mà phin lọc được thử nghiệm theo TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011), Phụ lục E.					TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011), Thử nghiệm với đầu đo có thể di chuyển	TCVN 11487-5:2016 (ISO 29463-5:2011), Thử nghiệm với đầu đo tĩnh	TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011), Phụ lục C Thử nghiệm quyết (Tham chiếu)	TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011), Phụ lục A Thử nghiệm rò rỉ mạch dầu	TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011), Phụ lục B Thử nghiệm quét bằng quang kế	TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011), Phụ lục E Thử nghiệm rò rỉ PSL	TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011), Phụ lục F Thử nghiệm rò rỉ kích thước hạt từ 0,3 μm đến 0,5 μm	TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011), Phụ lục G Thử nghiệm quang kế toàn bộ

TCVN 14887-1:2016

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 7790-1 (ISO 2859-1), *Quy trình lấy mẫu để kiểm tra định tính – Phần 1: Chương trình lấy mẫu được xác định theo giới hạn chất lượng chấp nhận (AQL) để kiểm tra từng lô.*
- [2] TCVN ISO 9000, *Hệ thống quản lý chất lượng – Cơ sở và từ vựng.*
- [3] TCVN 8664-3 (ISO 14644-3), *Phòng sạch và môi trường kiểm soát liên quan – Phần 3: Phương pháp thử.*
- [4] KIM, S.C., HARRINGTON, M. and Pui, D.Y.H., Experimental Study of Nanoparticle Penetration through Commercial Filter Media, *J. Nanoparticle Research*, 9, pp. 117-125, 2007
- [5] WANG, J., CHEN, D.R. and Pui, D.Y.H., Modeling of Filtration Efficiency of Nanoparticles in Standard Filter Media, *J. Nanoparticle Research*, 9, pp. 109-115
- [6] JAPUNTICH, D.A., FRANKLIN, L.M., Pui, D.Y.H., KUEHN, T.H., KIM, S.C. and VINER, A.S., A comparison of two nano-sized particle air filtration tests in the diameter range of 10 to 400 nanometers, *J. Nanoparticle Research*, 9, pp. 93-107
- [7] EN 1822-1, *High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA)— Part 1: Classification, performance testing and marking*
- [8] EN 1822-2, *High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA) — Part 2: Aerosol production, measuring equipment, particle counting statistics*
- [9] EN 1822-3, *High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA) — Part 3: Testing flat sheet filter media*
- [10] EN 1822-4, *High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA) — Part 4: Determining leakage of filter elements (scan method)*
- [11] EN 1822-5, *High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA)— Part 5: Determining the efficiency of filter elements*
- [12] IESTRPCC001, *HEPA and ULPA Filters*, Inst, of Env. Science and Technology, Arlington Hts, IL, USA
- [13] IEST RP CC 007, *Testing ULPA filters*, Inst, of Env. Science and Technology, Arlington Hts, IL, USA
- [14] 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
- [15] IEST RPCC 021, *Testing HEPA and ULPA Media*, Inst, of Env. Science and Technology, Arlington Hts, IL, USA
- [16] IEST RPCC 034, *Leak Testing HEPA and ULPA filters*, Inst, of Env. Science and Technology, Arlington Hts, IL, USA
- [17] US Military Standard 282, *Filter Units, Protective Clothing, Gas-Mask Components And Related Products: Performance — Test Methods.*