

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11487-4:2016

ISO 29463-4:2011

Xuất bản lần 1

**PHIN LỌC HIỆU SUẤT CAO VÀ
VẬT LIỆU LỌC ĐỂ LOẠI BỎ HẠT TRONG KHÔNG KHÍ -
PHẦN 4: PHÉP THỬ XÁC ĐỊNH RÒ RỈ CỦA CÁC PHẦN TỬ
LỌC - PHƯƠNG PHÁP QUÉT**

*High-efficiency filters and filter media for removing particles in air -
Part 4: Test method for determining leakage of filter elements-Scan method*

HÀ NỘI - 2016

Lời nói đầu

TCVN 11487-4:2016 hoàn toàn tương đương với ISO 29463-4:2011;

TCVN 11487-4:2016 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 xác định rò rỉ của các phan tử lọc – Phương pháp quét.
- TCVN 11487-5 (ISO 29463-5), Phần 5: Phương pháp thử đối với các phan 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 nhãn 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 4: Phép thử xác định rò rỉ của các phần tử lọc - Phương pháp quét

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

Part 4: Test method for determining leakage of filter elements – Scan method

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định quy trình thử nghiệm của “phương pháp quét” được coi là phương pháp tham chiếu, để xác định rò rỉ của các phần tử lọc. Tiêu chuẩn này được áp dụng cho phin lọc phân loại trong khoảng phân loại từ ISO 35 H đến ISO 75 U. Tiêu chuẩn này cũng mô tả các phương pháp chuẩn khác, phương pháp thử rò rỉ mạch dầu (xem Phụ lục A) và phương pháp thử rò rỉ đo quang (xem Phụ lục B), có thể áp dụng cho các loại phin lọc HEPA từ ISO 35 H đến ISO 45 H và phép thử rò rỉ với sol khí PSL thể rắn (xem Phụ lục E). 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 11487-5 (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 các thiết bị chênh áp gắn vào các đường ống có tiết diện tròn chảy đầy – Phần 1: Nguyên lý chung và yêu cầu.*

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, thử tính năng và ghi nhãn.*

TCVN 11487-4:2016

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 hạt trong không khí – Phần 3: Thử nghiệm vật liệu lọc dạng tấm phẳng.*

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 phần tử lọc.*

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

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong 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 11487-5 (ISO 29463-5), ISO 29464 và các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1

Khoảng thời gian lấy mẫu (sampling duration)

Khoảng thời gian mà các hạt trong mẫu được đếm trước và sau phin lọc.

3.2

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: Bằng cách sử dụng máy đếm hạt nhân ngưng tụ.

3.3

Phương pháp đếm hạt và 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 theo cỡ hạt.

VÍ DỤ: Sử dụng máy đếm hạt quang học.

3.4

Lưu lượng hạt (particle flow rate)

Số lượng hạt mà được đo hoặc số lượng hạt mà dòng hạt đi qua một thiết diện (mặt cắt ngang) đã quy định trên đơn vị thời gian.

3.5

Phân bố dòng hạt (particle flow distribution)

Sự phân bố dòng hạt trên một mặt phẳng vuông góc với hướng của dòng.

3.6

Quang kế sol khí (aerosol photometer)

Thiết bị đo nồng độ khối lượng hạt trong không khí bằng tán xạ ánh sáng, trong đó có sử dụng buồng quang học tán xạ ánh sáng ở phía trước để thực hiện phép đo.

4 Nguyên tắc

Đối với hầu hết các ứng dụng phin lọc hiệu suất cao, điều cơ bản là phin lọc không bị rò rỉ. Phép thử rò rỉ tham chiếu dùng để thử nghiệm phin từ lọc đối với các giá trị thấu qua cục bộ và xác định xem nó vượt quá mức cho phép [xem TCVN 11487-1 (ISO 29463-1)] hay không. Đối với phin lọc nhóm H, các phương pháp thay thế cho phương pháp quét chuẩn tham chiếu đưa ra phép xác định rò rỉ phin lọc tương đương và được mô tả như phương pháp thay phiên trong các Phụ lục A, Phụ lục B, Phụ lục E và Phụ lục F. Mặc dù không được coi là tương đương, nhưng phương pháp đếm hạt sử dụng PSL từ 0,3 μm đến 0,5 μm như đã nêu trong Phụ lục F có thể được sử dụng thay cho phương pháp mạch dầu (xem Phụ lục A).

Đối với thử nghiệm rò rỉ, phin lọc thử nghiệm được lắp vào bộ lắp ráp và được dùng dòng khí thử tương ứng với lưu lượng không khí danh nghĩa. Sau khi đo áp suất vi sai ở lưu lượng dòng không khí danh nghĩa, phin lọc được tẩy sạch và sol khí thử nghiệm được tạo ra từ thiết bị tạo sol khí, được trộn dọc theo ống trộn với không khí thử nghiệm đã chuẩn bị, do đó hỗn hợp khí trải đồng nhất trên toàn bộ mặt cắt ngang của đường ống.

Lưu lượng hạt về phía sau phin lọc thử nghiệm là nhỏ hơn so với tốc độ dòng hạt đến trước phin lọc qua hệ số thấu qua trung bình.

Sự không đồng đều trong sản xuất vật liệu lọc hoặc rò rỉ dẫn đến sự biến đổi của lưu lượng hạt trên toàn bộ diện tích bề mặt phin lọc. Hơn nữa, rò rỉ tại các vùng biên và trong các thành phần của phin lọc thử nghiệm (chất làm kín, khung phin lọc, việc làm kín bộ lắp ráp phin lọc) có thể dẫn đến tăng lưu lượng hạt cục bộ ở phía sau phin lọc thử nghiệm.

Đối với phép thử rò rỉ, sự phân bố lưu lượng hạt phải được xác định ở phía sau phin lọc để kiểm tra xem các giá trị giới hạn có bị vượt quá hay không. Tọa độ của các điểm này phải được ghi lại.

Các vạch quét cũng phải bao trùm diện tích của khung lọc, các góc, các chất làm kín giữa khung lọc và miếng đệm, sao cho khả năng rò rỉ trong các diện tích này có thể phát hiện được. Tốt nhất là quét phin lọc đối với sự rò rỉ bằng miếng đệm đầu tiên đã được lắp và ở cùng một điểm lắp ráp và hướng dòng không khí theo hướng mà thiết bị được lắp đặt tại chỗ.

TCVN 11487-4:2016

Để đo sự phân bố lưu lượng hạt sau phin lọc, phải sử dụng đầu đo có hình dạng đã định ở phía sau phin lọc để lấy lưu lượng hạt đã quy định khi lấy mẫu. Từ lưu lượng thành phần này, lưu lượng thể tích mẫu đi thẳng tới máy đếm hạt, trong đó các phép đếm hạt và biểu thị kết quả là một hàm theo thời gian. Trong quá trình thử nghiệm, đầu đo di chuyển với tốc độ đã định trong vạch tiếp giáp hoặc các vạch chồng nhau mà không có phần trống (xem C.3.2 và C.3.3) tới gần phía sau phin lọc của phần tử lọc. Thời gian đo đối với sự phân bố lưu lượng hạt sau phin lọc có thể được rút ngắn bằng cách sử dụng một vài hệ thống đo (bộ tách dòng từng phần/máy đếm hạt) vận hành song song.

Vị trí rò rỉ được xác định bằng phép đo tọa độ của đầu đo, lưu lượng đầu đo đã định và phép đo lưu lượng hạt trong các khoảng thời gian đủ ngắn. Trong bước thử nghiệm tiếp theo, sử dụng đầu đo tính để đo sự thấu qua cục bộ tại điểm đo.

Phải luôn sử dụng các hạt MPPS để tiến hành phép thử rò rỉ [xem TCVN 11487-3 (ISO 29463-3)], trừ các phin lọc có vật liệu lọc màng theo Phụ lục E. Sự phân bố cỡ hạt sol khí có thể được kiểm tra bằng cách sử dụng hệ thống phân tích cỡ hạt (ví dụ, máy phân tích cỡ hạt linh độ vi sai DMPS).

Việc thử nghiệm rò rỉ có thể được tiến hành bằng cách sử dụng sol khí thử nghiệm đơn phân tán hoặc đa phân tán. Phải đảm bảo rằng đường kính hạt trung bình tương ứng với đường kính hạt có cỡ hạt thấu qua nhiều nhất (MPPS) tại vật liệu lọc có hiệu suất tối thiểu.

Khi thử nghiệm với sol khí đơn phân tán, phương pháp đếm tổng số hạt có thể được sử dụng với máy đếm hạt ngưng tụ (CPC) hoặc máy đếm hạt quang học (OPC, ví dụ: máy đếm hạt laser).

Khi sử dụng sol khí đa phân tán, phải sử dụng máy đếm hạt quang học để đếm hạt và đo sự phân bố cỡ hạt của chúng.

5 Phin lọc thử nghiệm

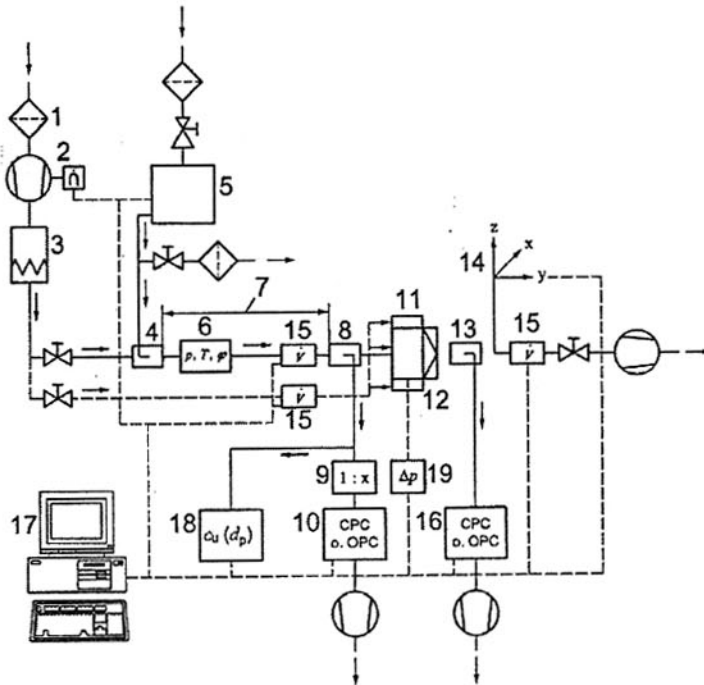
Phin lọc thử nghiệm phải được sử dụng để thử nghiệm sự rò rỉ mà không biểu thị mọi dấu hiệu hư hỏng hoặc bất thường khác và có thể được gắn kín vào đúng vị trí và phải theo lưu lượng không khí phù hợp như đúng các yêu cầu. Nhiệt độ của phin lọc thử nghiệm trong quá trình thử phải tương ứng với nhiệt độ của không khí thử nghiệm. Phần tử lọc thử nghiệm phải được xử lý cẩn thận và phải ghi nhãn rõ ràng và bền với các chi tiết sau đây:

- a) Tên của phần tử lọc thử nghiệm;
- b) Phía trước của phần tử lọc.

6 Thiết bị, dụng cụ thử nghiệm

6.1 Cấu hình thiết bị, dụng cụ thử nghiệm

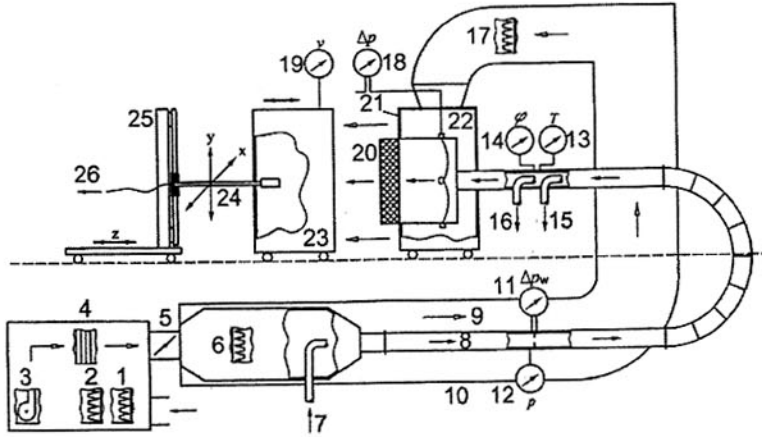
Hình 1 đưa ra cấu hình thiết bị thử nghiệm. Cách bố trí này là hợp lệ đối với các phép thử bằng sol khí đơn phân tán hoặc sol khí đa phân tán. Chỉ có những khác biệt duy nhất giữa hai sol khí này là kỹ thuật được sử dụng để đo hạt và cách tạo ra sol khí.

**CHÚ DẪN:**

- 1 Phin lọc sơ bộ cho không khí thử nghiệm
- 2 Quạt với bộ điều tốc
- 3 Bộ tán nhiệt không khí
- 4 Lối vào sol khí vào đường ống
- 5 Bộ tạo sol khí với sự ổn định nguồn không khí và bộ tiết lưu sol khí
- 6 Đo áp suất khí quyển, nhiệt độ và độ ẩm tương đối
- 7 Phần trộn về trước phin lọc
- 8 Điểm lấy mẫu để đếm hạt trước phin lọc
- 9 Hệ thống pha loãng (tùy chọn)
- 10 Máy đếm hạt, trước phin lọc
- 11 Vỏ bao dòng không khí (tùy chọn)
- 12 Phin lọc thử nghiệm
- 13 Điểm lấy mẫu và tách lưu lượng thành phần, sau phin lọc
- 14 Hệ thống di động đối với đầu đo
- 15 Đo lưu lượng thể tích
- 16 Máy đếm hạt, sau phin lọc
- 17 Máy tính để kiểm soát và lưu trữ dữ liệu
- 18 Hệ thống đo để kiểm tra sol khí thử nghiệm
- 19 Đo áp suất vi sai

Hình 1 – Sơ đồ thiết bị thử nghiệm

Ví dụ về khung thử nghiệm không có thiết bị đo hạt được nêu trong Hình 2.



CHÚ DẪN:

- 1 Phin lọc bụi thô
- 2 Phin lọc bụi mịn
- 3 Quạt
- 4 Bộ tản nhiệt không khí
- 5 Van gió điều chỉnh phép thử nghiệm và điều chỉnh không khí bao quanh
- 6 Phin lọc không khí hiệu suất cao cho không khí thử nghiệm
- 7 Lối vào sol khí trong ống dẫn
- 8 Dòng không khí thử nghiệm
- 9 Dòng không khí bao quanh
- 10 Bộ đo áp suất hiệu quả
- 11 Áp suất vi sai
- 12 Áp suất khí quyển
- 13 Đo nhiệt độ
- 14 Âm kế
- 15 Điểm lấy mẫu để phân tích cỡ hạt
- 16 Điểm lấy mẫu, trước phin lọc
- 17 Phin lọc không khí hiệu suất cao cho không khí bao quanh
- 18 Đo độ giảm áp
- 19 Đo tốc độ không khí bao quanh
- 20 Phin lọc thử nghiệm
- 21 Bộ hiệu chỉnh dòng không khí bao quanh
- 22 Lắp ráp phin lọc
- 23 Lưới chắn (được nối với bộ lắp ráp phin lọc trong quá trình thử nghiệm)
- 24 Cán đầu đo di chuyển với đầu đo lấy mẫu sau phin lọc
- 25 Hệ thống đầu đo di chuyển
- 26 Điểm lấy mẫu sau phin lọc

Hình 2 – Ống dẫn cho thử nghiệm theo phương pháp quét

Các chi tiết cơ bản đối với việc tạo và trung hòa điện tích sol khí, cùng với các chi tiết của các kiểu thiết bị phù hợp và mô tả chi tiết các dụng cụ đo cần cho thử nghiệm, được nêu trong TCVN 11487-2 (ISO 29463-2).

6.2 Ống thử nghiệm

6.2.1 Ổn định không khí thử nghiệm

Thiết bị ổn định không khí thử nghiệm có bộ phận cần thiết để làm ổn định dòng không khí thử nghiệm (xem Điều 7).

Dòng không khí thử nghiệm phải được chuẩn bị sao cho phù hợp với quy định trong Điều 7 và không vượt quá các giá trị giới hạn quy định trong quá trình thử nghiệm hiệu suất.

6.2.2 Điều chỉnh lưu lượng thể tích

Điều chỉnh lưu lượng thể tích có thể được thực hiện theo cách thích hợp (ví dụ: thay đổi tốc độ quạt hoặc dùng bộ van) để tạo ra lưu lượng thể tích có độ tái lập $\pm 3\%$. Sau đó, lưu lượng thể tích danh nghĩa phải được duy trì trong dải này trong suốt quá trình thử nghiệm.

6.2.3 Đo lưu lượng thể tích

Lưu lượng thể tích phải được đo bằng phương pháp chuẩn hoặc phương pháp hiệu chuẩn (ví dụ: đo độ giảm áp sử dụng thiết bị giảm chấn đã chuẩn hóa như tám tiết lưu, vòi phun, ống Venturi theo TCVN 8113-1 (ISO 5167-1)).

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

6.2.4 Ống trộn sol khí

Đầu vào sol khí và ống trộn (xem ví dụ trong Hình 2) phải được cấu tạo sao cho nồng độ sol khí đo được tại các điểm riêng lẻ của mặt cắt ngang ống dẫn ngay trước phin lọc thử nghiệm không lệch lớn hơn 10 % so với giá trị trung bình thu được từ ít nhất 10 điểm đo trải đều trên mặt cắt ngang của ống dẫn.

6.2.5 Bộ lắp ráp phin lọc thử nghiệm

Bộ lắp ráp phin lọc thử nghiệm phải đảm bảo rằng phin lọc thử nghiệm có thể được làm kín và phải theo lưu lượng không khí phù hợp với yêu cầu. Bộ lắp ráp phin lọc thử nghiệm phải không làm cản trở bất cứ phần diện tích vật liệu lọc nào của phin lọc.

Nên sử dụng phương pháp quét để thử nghiệm sự rò rỉ của phin lọc trong cùng một địa điểm lắp đặt và hướng dòng không khí như khi chúng được lắp đặt tại chỗ.

6.2.6 Các điểm đo chênh áp

Các điểm đo áp suất phải được bố trí sao cho giá trị chênh lệch trung bình giữa áp suất tĩnh trong dòng không khí trước phin lọc và áp suất của không khí xung quanh có thể đo được. Mặt phẳng của các phép đo áp suất phải được định vị được trong một vùng của dòng khí đồng đều.

Trong các ống dẫn thử nghiệm tròn hoặc vuông, các lỗ tròn có đường kính từ 1 mm đến 2 mm đối với phép đo áp suất phải được khoan ở giữa các thành đường ống, vuông góc với hướng của dòng khí. Bốn lỗ đo phải được kết nối với nhau bằng một ống tròn.

6.2.7 Lấy mẫu trước phin lọc

Các mẫu được lấy trước phin lọc bằng một hoặc nhiều đầu đo lấy mẫu ở phía trước của phin lọc thử nghiệm. Đường kính đầu đo phải được chọn sao cho tại vận tốc dòng trung bình, các điều kiện đẳng tốc liên quan tại lưu lượng thể tích của mẫu. Sai số lấy mẫu mà phát sinh do vận tốc dòng cao hơn hoặc thấp hơn trong ống dẫn có thể được bỏ qua do cỡ hạt trong sol khí thử nghiệm. Ống nối với máy đếm hạt phải càng ngắn càng tốt.

Việc lấy mẫu phải đại diện, nghĩa là nồng độ sol khí được đo từ mẫu phải không được sai lệch lớn hơn 10 % so với giá trị trung bình được xác định theo 6.2.4.

Các nồng độ sol khí trung bình đã xác định tại các điểm lấy mẫu trước và sau phin lọc mà không có phin lọc thử nghiệm phải không được sai khác so với điểm lấy mẫu khác lớn hơn 5 % .

6.2.8 Sàng lọc

Phía sau phin lọc của phin lọc thử nghiệm phải được sàng lọc hoàn toàn các tạp chất có trong không khí bao quanh. Ngoài ra, để phát hiện và định vị chính xác vị trí rò rỉ trong các cạnh của phin lọc, trong miếng đệm, khung phin lọc hoặc chất làm kín, thì các hạt phát ra trong các phần này phải được quét đi ra khỏi phần mà được phủ bằng cách quét. Điều này có thể đạt được, ví dụ, nếu mặt ngoài của khung lọc được bao bọc bằng dòng không khí không chứa hạt theo hướng sau phin lọc.

Các vạch quét cũng phải bao gồm diện tích khung lọc, các góc và chất làm kín giữa khung lọc và miếng đệm sao cho có thể phát hiện khả năng rò rỉ trong diện tích này. Việc đánh giá xác nhận không gian thử nghiệm phải được thực hiện để kiểm tra xác nhận sự rò rỉ trong các vùng này được phát hiện có cùng xác suất và độ nhạy như sự rò rỉ môi trường, được đặt ở giữa phin lọc.

6.3 Bộ quét

Ngoài thử nghiệm tự động về sự rò rỉ, phương pháp quét thủ công cũng được sử dụng, miễn là tuân thủ các thông số quan trọng nhất đối với quy trình thử nghiệm.

Tuy nhiên, khi các đầu đo được di chuyển thủ công, không thể tránh được sự không đều, vì di chuyển trên bề mặt phin lọc không thể đều và nhẵn. Kết quả là các đánh giá định lượng thường chỉ có thể đạt đến một mức độ giới hạn. Ngoài ra, rất tốn thời gian dành cho sự ghi chép các tọa độ của sự rò rỉ và đặc biệt là để đánh giá sự đếm hạt.

Phần còn lại trong 6.3 mô tả thiết bị quét tự động.

6.3.1 Lấy mẫu – Sau phin lọc

Các điều kiện lấy mẫu ảnh hưởng đến độ phân giải cục bộ cho việc xác định sự phân bố lưu lượng hạt phía sau phin lọc. Để đảm bảo tính so sánh của các phép đo về giá trị thấu qua cục bộ, việc lấy mẫu phải được tiến hành trong điều kiện chuẩn hóa.

Dạng hình học của lỗ đầu đo có thể là hình chữ nhật hoặc hình vuông. Mối quan hệ giữa các mặt của đầu đo hình chữ nhật phải không được vượt quá 15 đến 1. Diện tích lối vào của đầu đo phải là

$9 \text{ cm}^2 \pm 1 \text{ cm}^2$. Lưu lượng thể tích trong đầu đo phải được chọn sao cho tốc độ tại lỗ đầu đo không sai lệch quá 25 % so với vận tốc bề mặt của phin lọc (xem C.5).

Nếu đầu đo có lỗ hình chữ nhật, thì khoảng thời gian đo có thể được rút ngắn bằng cách sử dụng nhiều đầu đo cạnh nhau (cho nhiều máy đếm hạt).

Đầu đo phải được đặt ở khoảng cách từ 10 mm đến 50 mm tính từ bề mặt sau phin lọc của phần tử lọc.

Đối với phin lọc có cấu trúc đặc biệt và vận tốc bề mặt rất cao, cho phép nới rộng các yêu cầu về kích thước đã qui định ở đây. Tuy nhiên, chỉ có thể đạt tới việc xác định hiệu suất cục bộ với nội dung trong tiêu chuẩn này.

Phương pháp thử nghiệm thay thế bằng quang kế sol khí được nêu trong Phụ lục B.

6.3.2 Cán đầu đo

Đầu đo lưu lượng từng phần ở phía sau phin lọc phải được cố định vào cán đầu đo có thể di chuyển. Cán đầu đo này phải được thiết kế sao cho không chỉ cán mà bộ gá đầu đo đã sản xuất để di chuyển cán cũng không làm xáo trộn dòng không khí gần phin lọc.

6.3.3 Ống vận chuyển sol khí

Các ống vận chuyển sol khí sau phin lọc phải dẫn các hạt vào buồng đo của máy đếm hạt ít trì hoãn nhất có thể và không bị hao hụt. Do đó, tất cả các đường vận chuyển này càng ngắn càng tốt và không có những khúc uốn hẹp. Chúng phải được làm bằng vật liệu dẫn điện và có bề mặt trơn nhẵn, bề mặt này không tạo ra hạt.

6.3.4 Bộ gá đầu đo để di chuyển đầu đo

Những bộ gá đầu đo này bao gồm truyền động, hướng dẫn và điều khiển để di chuyển cán đầu đo vuông góc với hướng dòng khí với tốc độ đầu đo không đổi.

Tốc độ của đầu đo có thể được chọn và phải không được vượt quá mức tối đa là 10 cm/s (xem C.6). Trong quá trình chạy, tốc độ không được phép lệch khỏi giá trị đã đặt quá 10 %.

Các quy định phù hợp cũng phải được thực hiện để đo địa điểm của đầu đo trong các tọa độ X, Y và Z trong thời gian chạy của đầu đo và cũng để định vị lại đầu đo qua nơi rò rỉ xác định được trong quá trình chạy đầu đo. Độ chính xác của việc định vị lại cho bất kỳ điểm nào trong mặt cắt sau phin lọc của phin lọc thử nghiệm phải nhỏ nhất là 1 mm.

6.4 Tạo sol khí và các kỹ thuật đo

6.4.1 Khái quát

Đối với sol khí thử nghiệm đa phân tán, các thông số vận hành của máy tạo sol khí phải được điều chỉnh để tạo sol khí thử nghiệm có đường kính trung bình không lệch hơn $\pm 50 \%$ so với MPPS đối với vật liệu lọc dạng tấm phẳng. Đối với sol khí thử nghiệm đơn phân tán, các thông số vận hành của máy

TCVN 11487-4:2016

tạo sol khí phải được điều chỉnh để tạo sol khí thử nghiệm có đường kính trung bình không lệch hơn 10 % so với MPPS đối với vật liệu lọc dạng tấm phẳng.

Có thể thiết lập giá trị trung bình của phân bố số lượng sol khí thử nghiệm trong khoảng $\pm 10\%$.

Tốc độ tạo hạt của máy tạo sol khí phải được điều chỉnh theo lưu lượng thử nghiệm và theo hiệu suất lọc sao cho tốc độ đếm phía trước và sau phin lọc nằm trong các giới hạn trùng hợp ngẫu nhiên của các máy đếm và cao hơn đáng kể so với tốc độ đếm "zero" của các thiết bị.

Sự phân bố số lượng của sol khí thử nghiệm có thể được xác định bằng cách sử dụng một hệ thống phân tích cỡ hạt phù hợp (ví dụ: DMPS) hoặc bằng máy đếm hạt laser phù hợp cho các mục đích phép thử nghiệm này. Sai số giới hạn của phương pháp đo được sử dụng để xác định giá trị trung bình phải không được vượt quá $\pm 10\%$ so với giá trị đo được.

Số lượng các hạt đếm được phía trước và sau phin lọc phải đủ lớn để cung cấp kết quả có ý nghĩa thống kê mà nồng độ không vượt quá giới hạn trùng hợp ngẫu nhiên của máy đếm hạt trước phin lọc. Nếu nồng độ số lượng trước phin lọc vượt quá giới hạn của máy đếm hạt (trong chế độ đếm), thì phải bật hệ thống pha loãng giữa điểm lấy mẫu và máy đếm.

Nồng độ tối đa có thể đo được cũng có thể bị giới hạn bởi tốc độ xử lý tối đa của các điện tử đánh giá bằng thiết bị thử nghiệm. Độ không đảm bảo đo có liên quan trong việc xác định lưu lượng thể tích mẫu và khoảng thời gian đo cũng có thể ảnh hưởng đến phép đo nồng độ. Kết quả cho nồng độ hạt, bao gồm tất cả các nguồn sai số tại giao diện về khả năng phản hồi bằng việc ghi lại của thiết bị, phải không được lệch nhiều hơn 10 % so với giá trị đúng.

Lưu lượng hạt phải được ghi lại tại các khoảng thời gian (các khoảng đếm Δt_i) mà ít nhất tương ứng với thời gian thực hiện bởi đầu đo đi qua hết chiều rộng của miệng đầu đo (a_p). Các đặc tính truyền dẫn của máy đếm hạt và điện tử đánh giá phải đáp ứng các yêu cầu này. Độ không đảm bảo trong phép xác định các khoảng thời gian đếm phải nhỏ hơn 10 %.

6.4.2 Cấu hình thử nghiệm với sol khí thử nghiệm đơn phân tán

Vì lý do kỹ thuật, sự phân bố cỡ hạt được tạo ra bằng máy tạo sol khí thường là gần như đơn phân tán.

Khi sử dụng sol khí đơn phân tán để thử nghiệm rò rỉ của phần tử lọc, có thể sử dụng hoặc máy đếm hạt quang học hoặc máy đếm hạt nhân ngưng tụ để xác định nồng độ số hạt.

Khi sử dụng máy đếm hạt nhân ngưng tụ, phải đảm bảo rằng sol khí thử nghiệm không tạo ra một lượng có thể nhận biết đáng kể các cỡ hạt nhỏ hơn rất nhiều so với MPPS. Các hạt như vậy, ví dụ: có thể được tạo ra bằng máy tạo sol khí mà không còn làm việc tốt nữa, cũng được đếm bằng máy đếm hạt ngưng tụ và có thể dẫn đến sai số đáng kể trong việc xác định hiệu suất cục bộ. Vì vậy, khi sử dụng máy đếm hạt ngưng tụ, sự phân bố số lượng các sol khí thử nghiệm phải được xác định bằng quy trình đo trải dài trên khắp dải từ giới hạn dưới của máy đếm hạt ngưng tụ đến dải cỡ hạt khoảng 1 μm . Sự phân bố hình học được xác định phải $\leq 1,5$ (gần như đơn phân tán).

6.4.3 Cấu hình thử nghiệm với sol khí thử nghiệm đa phân tán

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

Dài đo của máy đếm hạt quang học được sử dụng trong thử nghiệm hiệu suất phải tuân thủ các yêu cầu sau:

- a) Dài đo phải bao trùm dài 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, theo Hình 4, dài I của TCVN 11487-5 (ISO 29463-5:2011).
- b) Sự phân bố của các loại cỡ hạt phải sao cho giới hạn của loại một, C_L , tuân theo điều kiện: $\frac{S_{MPPS}}{2} < C_L \leq \frac{S_{MPPS}}{1,5}$ [Hình 4, dài IIa của TCVN 11487-5 (ISO 29463-5:2011)].
- c) Giới hạn loại tiếp theo phải là: $1,5 \times S_{MPPS} \leq C_L < 2 \times S_{MPPS}$ [Hình 4, dài IIb của TCVN 11487-5 (ISO 29463-5: 2011)].

Tất cả các loại phin lọc ở giữa hai giới hạn này được đánh giá để xác định hiệu suất. Không có yêu cầu về số lượng tối thiểu của các loại trong dải này, do đó trong trường hợp hiếm gặp các điều kiện từ a) đến c) có thể được đáp ứng bởi chỉ một loại cỡ hạt.

7 Không khí thử nghiệm

Không khí thử nghiệm phải được chuẩn bị trước khi trộn với sol khí thử nghiệm. Độ sạch của không khí thử nghiệm (nồng độ hạt $< 352\ 000$ hạt/m³) phải được bảo đảm bằng cách lọc sơ bộ thích hợp (ví dụ: sử dụng phin lọc bụi thô và lọc bụi mịn và phin lọc bụi không khí hiệu suất cao có sẵn trên thị trường).

Nhiệt độ và độ ẩm tương đối của không khí thử nghiệm trong ống dẫn thử nghiệm phải được đo ở trước phin lọc và có thể phải thích nghi để đáp ứng các yêu cầu sau đây, sử dụng hệ thống tản nhiệt không khí:

- Nhiệt độ: (23 ± 5) °C;
- Độ ẩm tương đối: < 75 %.

8 Quy trình

8.1 Khái quát

Trước khi bắt đầu thử nghiệm quét, các thông số thử nghiệm phải được xác định hoặc được tính, nếu điều này chưa được thực hiện cho các phép thử trước đó và phải thực hiện những điều chỉnh thích hợp.

TCVN 11487-4:2016

Trên cơ sở kích thước của phin lọc và đầu đo, các thông số sau đây của vạch đầu đo phải được xác định:

- Khoảng cách lỗ giữa đầu đo và phần tử lọc (10 mm đến 50 mm, xem 6.3.1);
- Tốc độ của đầu đo (xác định theo C.6);
- Số lượng và vị trí các điểm đặt đầu đo.

Các thông số thử nghiệm khác phải được xác định dựa trên lưu lượng thể tích không khí danh nghĩa và sự thấu qua dự kiến của phin lọc thử nghiệm. Thông số thử nghiệm bổ sung là nồng độ sol khí ở trước phin lọc, lưu lượng thể tích trong đầu đo, tốc độ của đầu đo và giá trị tín hiệu về tốc độ đếm. Các thông số phải được xác định theo Phụ lục C và thực hiện các điều chỉnh cho các thiết bị, dụng cụ thử nghiệm. Một ví dụ về phép xác định này được nêu trong Phụ lục D.

Trước khi bắt đầu phép thử với các thông số thử nghiệm mới cần xác định, sự tương tác của các thông số thử nghiệm phải được kiểm tra cũng như khả năng nhận ra các giá trị giới hạn về sự rò rỉ. Có thể sử dụng những phin lọc tham chiếu đã xác định rò rỉ cho mục đích này.

Không phải bắt đầu thử nghiệm cho đến khi chứng minh được đã phát hiện đầy đủ các rò rỉ.

8.2 Kiểm tra ban đầu

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

- Sự sẵn sàng vận hành của thiết bị đo:
 - Thời gian chờ sau khi bật máy quy định bởi nhà sản xuất thiết bị phải được tuân thủ.
 - Các máy đếm hạt nhân ngưng tụ phải được làm đầy dịch vận hành.
 - Nếu nhà sản xuất thiết bị khuyến nghị kiểm tra định kỳ thêm trước khi tiến hành đo, thì các kiểm tra này cũng phải được tiến hành.
- Tốc độ đếm "zero" của máy đếm hạt:
 - Phép đo tốc độ đếm "zero" của máy đếm hạt có thể được tiến hành bằng cách sử dụng không khí đã lọc.
- Giá trị "zero" của thiết bị thử nghiệm:
 - Phép thử này được tiến hành bằng cách sử dụng phin lọc tham chiếu với máy tạo sol khí đã tắt.
 - Nếu lưu lượng hạt được đo về phía sau phin lọc hoặc giá trị cục bộ hoặc giá trị trung bình cao hơn đáng kể so với giá trị "zero" dài hạn của thiết bị thì phải loại bỏ nguyên nhân trước khi tiếp tục phép thử.
- Nhiệt độ, độ ẩm tương đối và độ sạch của không khí thử nghiệm:
 - Các thông số này sẽ được kiểm tra để đảm bảo rằng chúng tuân thủ các quy định kỹ thuật trong Điều 7. Có thể tiến hành hiệu chỉnh thích hợp để đạt được các quy định kỹ thuật trong Điều 7, khi áp dụng.

8.3 Khởi động máy tạo sol khí

Khi khởi động máy tạo sol khí, phần tử lọc ở chế độ dừng phải được lắp đặt đúng chỗ trong 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 bật thích hợp, nồng độ hạt và sự phân bố cỡ hạt của sol khí thử nghiệm phải được kiểm tra để đảm bảo tuân thủ các yêu cầu đã quy định trong 6.4.

8.4 Chuẩn bị phin lọc thử nghiệm

8.4.1 Lắp phin lọc thử nghiệm

phin lọc thử nghiệm phải được xử lý theo cách sao cho đảm bảo không bị hư hỏng. Phin lọc phải được lắp đặt thích hợp, được hướng về hướng của dòng không khí đã thiết kế và không có rò rỉ trong bộ lắp ráp phin lọc thử nghiệm.

Vị trí của phin lọc thử nghiệm trong bộ lắp ráp phải được ghi lại để cho phép xác định vị trí rò rỉ bất kỳ sau các phép thử. Nên quét các phin lọc để phát hiện các rò rỉ bằng miếng đệm ban đầu đã lắp và trong cùng một vị trí lắp cũng như hướng của dòng không khí như khi chúng được lắp đặt vào tại chỗ.

8.4.2 Thổi sạch phin lọc thử nghiệm

Để giảm sự phát thải của các hạt từ chính phin lọc thử nghiệm và để cân bằng nhiệt độ của phin lọc thử nghiệm với không khí thử nghiệm, phin lọc thử nghiệm phải được thổi sạch bằng không khí thử nghiệm trong một khoảng thời gian thích hợp ở lưu lượng thể tích danh nghĩa.

Nếu cần, các hạt phát thải ra từ phin lọc thử nghiệm phải được đo bằng phép thử nghiệm quét ở lưu lượng danh nghĩa mà không có sự tạo ra sol khí thử nghiệm. Nếu tốc độ đếm hạt sau phin lọc đã ghi lại là cao hơn cực bộ hoặc nồng độ trung bình của không khí sau phin lọc cao hơn đáng kể so với giá trị "zero" (xem 8.2) đối với phin lọc tham chiếu thiết bị, thì phin lọc thử nghiệm phải được thổi sạch thêm một thời gian và sau đó đo lại phát thải các hạt.

Không được bắt đầu thử nghiệm cho đến khi sự phát thải hạt không vượt quá đáng kể so với giá trị "zero" đối với phin lọc tham chiếu thiết bị.

8.5 Thử nghiệm

8.5.1 Đo áp suất vi sai

Áp suất vi sai qua phin lọc thử nghiệm phải được đo trong trạng thái không tải (tạo hạt sơ bộ) ở lưu lượng thể tích danh nghĩa sử dụng không khí thử nghiệm. Lưu lượng thể tích phải tương ứng với lưu lượng thể tích danh nghĩa có khả năng tái lập $\pm 3\%$. Các phép đo phải được thực hiện khi đạt được trạng thái vận hành ổn định.

8.5.2 Thử nghiệm với sol khí thử nghiệm đơn phân tán

Trong ống trộn, không khí thử nghiệm được trộn với sol khí thử nghiệm, sol khí này có đường kính trung bình tương ứng với cỡ hạt thấu qua nhiều nhất (độ lệch 10 %, xem 6.4).

TCVN 11487-4:2016

Lưu lượng thể tích được xác định, có tính đến tỷ lệ đưa vào bởi máy tạo sol khí và được điều chỉnh theo lưu lượng thể tích danh nghĩa $\pm 3\%$. Các phép đo phải bắt đầu ngay khi hệ thống đã đạt đến trạng thái vận hành ổn định.

Đầu đo sau phin lọc được di chuyển theo một chương trình vạch quét. Các tọa độ của nơi đặt trên phin lọc thử nghiệm mà tại đó giá trị tín hiệu bằng hoặc vượt quá phải được ghi lại. Tổng số hạt đếm được trong toàn bộ diện tích đi qua phải được tính và thời gian đếm đối với phần này của chương trình sẽ được đo.

Nồng độ sol khí phía sau phin lọc có thể được đo liên tục hoặc không liên tục, sử dụng máy đếm hạt chuyên dụng hoặc bật máy đếm hạt phía sau phin lọc. Phải chú ý không kéo dài phép thử làm cho phin lọc thử nghiệm bị quá tải bởi sol khí.

8.5.3 Thử nghiệm với sol khí thử nghiệm đa phân tán

Phép thử này phải được tiến hành theo cách tương tự với 8.5.2, sử dụng sol khí thử nghiệm đa phân tán có đường kính trung bình phải không lệch quá $\pm 50\%$ so với MPPS (xem 6.4).

Trong phép thử sử dụng sol khí thử nghiệm đa phân tán, trái ngược với phép thử với sol khí thử nghiệm đơn phân tán, cả số lượng tổng số và phân bố cỡ hạt sol khí phải được đo bằng máy đếm hạt quang học. Để xác định hiệu suất (sự thấu qua), các nồng độ trước và sau phin lọc phải được sử dụng

cho tất cả các kênh cỡ hạt mà nằm hoàn toàn trong dải hoặc một phần trong dải từ $\frac{S_{MPPS}}{1,5}$ đến $1,5 \times S_{MPPS}$ (xem 6.4.3).

8.5.4 Thử nghiệm rò rỉ – thấu qua cục bộ

Nếu giá trị tín hiệu không bị vượt quá trong thời gian chạy đầu đo, thì phin lọc được phân loại là không bị rò rỉ. Nếu các giá trị tín hiệu bị vượt quá, thì có dấu hiệu cho thấy giá trị giới hạn về thấu qua cục bộ có thể bị vượt quá tại vị trí này. Nếu cần kiểm tra sự thấu qua cục bộ, thì phải quay đầu đo lại các tọa độ mà tại tọa độ đó các giá trị tín hiệu đã đạt được trong phép thử nghiệm quét. Mục đích là để tìm ra điểm có tốc độ đếm tối đa. Tốc độ đếm phải được đo tại đó bằng đầu đo tĩnh. Nồng độ của sol khí trước phin lọc cũng phải được đo liên tục hoặc không liên tục.

Do sự phân tán thống kê của số hạt phía trước và sau phin lọc, những hạt đã được dự kiến, nên giá trị thống kê tối đa của sự thấu qua cục bộ được xác định (xem Điều 9). Nếu giá trị tối đa này cao hơn giá trị giới hạn đối với loại phin lọc của phin lọc thử nghiệm như đã quy định trong TCVN 11487-1 (ISO 29463-1), khi đó phin lọc thử nghiệm không thể được phân loại là không bị rò rỉ. Nếu tất cả các giá trị tối đa về sự thấu qua cục bộ thấp hơn giá trị giới hạn, thì phin lọc được phân loại là không bị rò rỉ.

Phin lọc có thể được sửa chữa, nếu cần, và sau đó phải được thử lại. Tất cả các sửa chữa (kể cả do nhà sản xuất phin lọc thực hiện) không làm trở ngại hoặc hạn chế nhiều hơn $0,5\%$ diện tích bề mặt phin lọc (không tính khung) và chiều dài tối đa của mỗi lần sửa chữa phải không được quá $3,0\text{ cm}$. Tiêu chí sửa chữa thay thế có thể được thoả thuận giữa nhà cung cấp và khách hàng, trừ khi có quy định khác.

9 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm về phép thử rò rỉ của phần tử lọc ít nhất phải gồm các thông tin sau:

a) Đối tượng thử nghiệm:

- 1) Tên, bộ phận và số xê ri của phin lọc,
- 2) Kích thước tổng thể của phin lọc,
- 3) Vị trí lắp đặt phin lọc (đếm trước hoặc sau phin lọc);

b) Thông số thử nghiệm:

- 1) Nhiệt độ và độ ẩm tương đối của không khí thử nghiệm,
- 2) Lưu lượng thể tích danh nghĩa và lưu lượng thể tích không khí thử nghiệm của phin lọc,
- 3) MPPS của vật liệu lọc tại vận tốc trung bình tương ứng [xem TCVN 11487-3 (ISO 29463-3)],
- 4) Máy tạo sol khí (tên gọi và số bộ phận),
- 5) Sol khí thử nghiệm (chất, đường kính trung bình, độ lệch chuẩn hình học),
- 6) Công bố sol khí thay thế: "Trong trường hợp sol khí thể rắn (ví dụ: PSL) được sử dụng, thì phải đáp ứng các yêu cầu của Phụ lục E",
- 7) Máy đếm hạt, trước và sau phin lọc (tên loại và số phần và cỡ hạt được sử dụng (trong trường hợp OPC),
- 8) Hệ thống pha loãng đối với máy đếm hạt trước phin lọc (tên loại và số phần),
- 9) Đầu đo lấy mẫu sau phin lọc (dạng hình học, dòng không khí lấy mẫu),
- 10) Rò rỉ tham chiếu và thiết lập giá trị tín hiệu (giá trị giới hạn có liên quan chỉ thị có rò rỉ);

c) Kết quả thử nghiệm:

- 1) Áp suất vi sai trung bình qua phin lọc ở lưu lượng thể tích không khí thử nghiệm,
- 2) Nồng độ hạt trung bình ở trước và sau phin lọc,
- 3) Khẳng định không có sự rò rỉ (có tính đến sự thấu qua rò rỉ tham chiếu).

10 Bảo dưỡng và kiểm tra các thiết bị dụng cụ thử nghiệm

Tất cả các thành phần và các dụng cụ đo của thiết bị thử nghiệm phải được bảo dưỡng định kỳ, kiểm tra và hiệu chuẩn. Việc bảo dưỡng và kiểm tra cần thiết được liệt kê trong Bảng 1 và được tiến hành ít nhất một lần trong thời hạn đã quy định. Trong trường hợp có nhiều loạn cần đến việc bảo dưỡng hoặc sau khi thay đổi lớn hoặc sửa chữa lại, thì cần tiến hành ngay việc thử nghiệm và hiệu chuẩn thích hợp.

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

TCVN 11487-4:2016

Việc bảo dưỡng và kiểm tra thiết bị thử nghiệm là để tránh các giá trị giới hạn cho phép bị vượt quá đối với các độ lệch đo lường của thiết bị đo.

Các sai số giới hạn tối đa được quy định trong TCVN 11487-2 (ISO 29463-2) đối với thiết bị đo áp dụng cho giao diện của chuỗi đo tại thiết bị thử nghiệm, mà chịu trách nhiệm về kết quả đo ghi được. Để tránh sai lệch quá mức của phép đo phát sinh giữa hai lần thử nghiệm, phải sử dụng phin lọc tham chiếu. Phin lọc tham chiếu phải được thay thế thường xuyên để tránh bị thay đổi do nạp sol khí. Phải ghi lại các kết quả thử nghiệm với phin lọc tham chiếu. Phép đo phải được thực hiện với độ lệch hiệu chỉnh khi kết quả của sự thấu qua sai lệch lớn hơn 30 % và kết quả độ giảm áp sai lệch lớn hơn 10 % so với các giá trị trung bình toán học của phép thử so sánh.

Các chu kỳ bảo dưỡng, xem xét kiểm tra và hiệu chuẩn cần thiết có thể bị ảnh hưởng bởi bản chất của thiết bị thử nghiệm và sự vận hành của phép thử. Cần lưu ý các vấn đề đã nêu khi quyết định chu kỳ kiểm tra, bảo dưỡng.

Bảng 1 – Các khoảng thời gian bảo dưỡng và kiểm tra đối với các thành phần của thiết bị thử nghiệm

Thành phần	Kiểu và tần suất bảo dưỡng/ kiểm tra
Hệ thống chuẩn bị không khí thử nghiệm; thử nghiệm ống dẫn không khí của hệ thống phin lọc không khí thử nghiệm	Hàng năm, hoặc – Khi giảm áp suất tối đa đạt được, hoặc – Khi có rò rỉ
Đường dẫn sol khí đi vào dụng cụ đo	Vệ sinh hàng năm hoặc trước mọi thay đổi chất sol khí
Máy đo lưu lượng thể tích	Hàng năm
Độ lặp lại của việc điều chỉnh lưu lượng thể tích thử nghiệm với các sức cản tham chiếu	Hàng năm
Độ kín không khí của các phần thiết bị ở áp suất thấp	Khi tốc độ đếm "zero" của máy đếm hạt không đạt yêu cầu; hoặc hàng năm
Độ kín không khí của các đường đo áp suất	Hàng năm
Độ kín không khí của các đường vận chuyển sol khí	Hàng năm
Thiết bị đo lưu lượng thể tích trong đầu đo	Hàng năm
Bản ghi nồng độ hạt trong diện tích đi qua	Hàng năm
Thất thoát sol khí ở hai phía ngược dòng và sau phin lọc	Hàng năm
Tọa độ đo của hệ thống quét	Hàng năm
Tốc độ đo của hệ thống quét	Hàng năm
Kiểm tra thiết bị bằng phin lọc tham chiếu	Hàng năm

Phụ lục A

(Quy định)

Phép thử rò rỉ mạch dầu

Phép thử rò rỉ dùng để kiểm tra xác nhận rằng các phần tử lọc không có rò rỉ, có nghĩa là các giá trị thấu qua cục bộ lớn hơn mức giới hạn cho phép [xem TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011), Bảng 1]. Phép thử rò rỉ mạch dầu có thể được tiến hành như một phương pháp thử nghiệm rò rỉ thay thế cho phin lọc nhóm H. Tuy nhiên, tài liệu tham khảo về phép thử rò rỉ này, có thể xem phương pháp quét số đếm hạt như đã mô tả trong nội dung chính của tiêu chuẩn này. Phép thử rò rỉ mạch dầu cũng được chấp nhận như một quy trình thử nghiệm về hình dạng phin lọc mà các phương pháp quét không áp dụng được (ví dụ: các phần tử lọc có khung hình chữ V hoặc phin lọc hình trụ). Để áp dụng đúng phương pháp này, xem Bảng 2 của TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011).

Phép thử rò rỉ mạch dầu là phương pháp thử định tính mà không có sự rò rỉ được quan sát trực quan. Vì vậy, cần tiến hành đào tạo thường xuyên cho các nhân viên thử nghiệm và để kiểm tra xác nhận độ nhạy của quy trình và phương pháp tại các khoảng thời gian đều đặn bằng cách sử dụng các phần tử lọc tham chiếu có các rò rỉ đã xác định rõ, được đặc trưng bởi phương pháp thử nghiệm quét tham chiếu. Sự thấu qua cục bộ của rò rỉ trong các phần tử lọc tham chiếu phải ở trong các giá trị giới hạn đối với loại phin lọc đã định trong Bảng 1 của TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011) và gấp đôi giá trị giới hạn tương ứng tối đa.

Trong thiết lập phép thử, phin lọc phải chịu dòng sol khí giọt dầu đa phân tán với tốc độ khoảng 1,3 cm/s (42 m³/m²h), mà có thể được thay đổi để tối ưu hóa quy trình. Phin lọc phải được đặt nằm ngang trên một miệng một khuếch tán hoặc một hộp. Bộ lắp ráp phin lọc thử nghiệm phải đảm bảo rằng phin lọc thử nghiệm phải kín và chịu được dòng phù hợp với các yêu cầu và phải không cản trở bất kỳ phần nào của mặt cắt ngang phin lọc.

Sol khí thử nghiệm đa phân tán phải được tạo ra bằng cách phun sương từ một chất sol khí thể lỏng phù hợp với 4.1 của TCVN 11487-2:2016 (ISO 29463-2:2011). Giá trị trung bình của đường kính hạt phải nằm trong khoảng từ 0,3 µm đến 1,0 µm. Nồng độ khối lượng phải là 1,5 g/m³, được xác định bằng phương pháp trọng lực.

Phía sau phin lọc phải được chiếu sáng từ trên xuống theo phương thẳng đứng bằng ánh sáng huỳnh quang trắng ($\geq 4\ 000\ K$) hoặc đèn halogen. Độ sáng của đèn phải $> 1\ 000\ Lx$ tại mặt phẳng làm việc. Xung quanh phin lọc phải tối và phòng quan sát phải có màu đen. Các dòng không khí không kiểm soát được từ môi trường xung quanh phải được sàng lọc ra.

Trong những điều kiện này, sự rò rỉ có thể được nhận biết từ mạch dầu có thể nhìn thấy rõ mà sự xuất hiện do rò rỉ. Nếu không thể nhìn thấy mạch dầu, thì phin lọc đến loại ISO 45 H là không có rò rỉ phù hợp với các giá trị giới hạn rò rỉ đã định trong Bảng 1 của TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011).

TCVN 11487-4:2016

Vị trí và độ sáng của đèn có thể được thích ứng theo cảm nhận chủ quan của người kiểm tra bằng cách sử dụng các phần tử lọc tham chiếu với rò rỉ đã định rõ được đặc trưng bằng phương pháp quét thử nghiệm. Khuyến nghị rằng phin lọc tham chiếu được sử dụng với rò rỉ đã định rõ trong vật liệu, ở các góc khung và trong vật liệu, gắn với chất làm kín.

Báo cáo thử nghiệm của phép thử mạch dầu phải gồm ít nhất như sau:

- Các chi tiết của phin lọc thử nghiệm (loại, kích thước, số nhận dạng, dữ liệu kỹ thuật danh nghĩa);
- Các chi tiết về các thông số thử nghiệm (vận tốc dòng, sol khí thử nghiệm, đường kính hạt trung bình và nồng độ khối lượng của sol khí thử nghiệm);
- Người thực hiện thử nghiệm và ngày thử nghiệm;
- Kết quả thử nghiệm (khẳng định sự không có sự rò rỉ).

Trên báo cáo thử nghiệm phải nêu rõ rằng phin lọc đã được thử bằng phương pháp thử theo Phụ lục A.

Phụ lục B

(Quy định)

Phương pháp thử nghiệm quét phin lọc bằng đo quang kế sol khí

B.1 Đặt vấn đề

Phép thử rò rỉ này là để xác minh rằng các phin lọc không có rò rỉ. Phép thử quét quang kế sol khí có thể được tiến hành như phương pháp thử nghiệm rò rỉ thay thế cho phin lọc nhóm H. Sử dụng các quang kế sol khí để thử rò rỉ của các phin lọc HEPA và ULPA đối với một số ngành công nghiệp lọc. Việc sử dụng quang kế sol khí để nhà máy thực hiện phép thử quét do nhà máy có thể cung cấp môi trường gần giống như thiết bị được sử dụng trong các tình huống thử nghiệm rò rỉ phin lọc HEPA và ULPA *in-situ*.

B.2 Yêu cầu chung

Điều thiết lập cơ sở cho việc lựa chọn các điều kiện để thực hiện phép thử rò rỉ của phin lọc với quang kế sol khí. Việc chọn các điều kiện thử nghiệm cụ thể là vấn đề thỏa thuận giữa nhà cung cấp với khách hàng. Thỏa thuận này cần quy định như sau:

- Quang kế sol khí đang được sử dụng và thời gian đáp ứng của nó không đổi;
- Vận tốc dòng không khí đầu ra của phin lọc, mà tại đó phép thử rò rỉ được thực hiện; trừ khi có quy định khác, vận tốc dòng không khí đầu ra là $(0,45 \pm 0,05)$ m/s;
- Vật liệu kiểm chứng và phương pháp tạo sol khí;
- Thấu qua sự rò rỉ tiêu chuẩn được ấn định (xem Bảng 1 của TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011));
- Tốc độ quét tối đa: tốc độ quét tối đa khi sử dụng đầu đo hình vuông không được vượt quá 3 m/min (5 cm/s), trừ khi có quy định khác. Với đầu đo hình chữ nhật, tốc độ quét diện tích tối đa không được vượt quá 0,093 m²/min, trừ khi có quy định khác.

Phụ lục này cung cấp phương pháp xác định kích thước lối vào của đầu đo lấy mẫu, liên quan tốc độ quét tuyến tính, hằng số thời gian đáp ứng của quang kế, kích thước lối vào của đầu đo lấy mẫu thấu qua, sự rò rỉ tiêu chuẩn đã thiết kế và ngưỡng mà tại đó chỉ thị sự rò rỉ có thể có trong quá trình quét.

Quy trình thử này là một phương pháp tiêu chuẩn công nghiệp để định ra các khiếm khuyết trong phin lọc hoặc các hệ thống lọc.

CHÚ THÍCH: Như đã trình bày trong tiêu chuẩn này, quy trình đã được cải biên để tính toán cho thời gian đáp ứng của quang kế và cho các đầu đo hình chữ nhật.

Phép thử này đưa ra các kết quả định tính và định lượng trong việc nhận dạng các rò rỉ. Phép thử này có thể dễ dàng được tái lập. Việc tạo ra nồng độ phù hợp của sol khí chất lỏng để kiểm chứng với hầu

TCVN 11487-4:2016

hết các hệ thống không phải là khó. Nồng độ khoảng từ 10 $\mu\text{g/L}$ đến 90 $\mu\text{g/L}$ không khí là kiểm chứng hợp lý.

THẬN TRỌNG – Khi hệ thống thử nghiệm hoặc thiết bị làm sạch không khí được bố trí trong môi trường không sạch, hoặc trong phòng sạch một phần, thì sol khí từ không gian xung quanh có thể gây nhiễu các phép thử rò rỉ.

B.3 Máy móc và thiết bị dụng cụ

B.3.1 Máy tạo sol khí vòi phun Laskin hoặc nguồn sol khí khác phù hợp với quang kế sol khí.

B.3.2 Máy tạo sol khí đa nhiệt, tạo ra sol khí thể lỏng bằng quá trình ngưng tụ bay hơi khi không có hạt nhân được kiểm soát.

Sự phân bố cỡ hạt và đường kính trung bình khối lượng (MMD) của sol khí tạo ra bằng máy phát nhiệt thường nhỏ hơn so với sự phân bố cỡ hạt và đường kính trung bình của sol khí tạo ra bằng vòi phun Laskin.

B.3.3 Quang kế sol khí, có hệ thống đọc logarit hoặc tuyến tính (xem định nghĩa trong 3.6), với lưu lượng mẫu 28,3 L/min và thời gian đáp ứng ổn định đã biết.

B.3.4 Đầu đo lấy mẫu, có lối vào hình vuông hoặc hình chữ nhật, có vận tốc dòng khí lối vào khoảng $\pm 10\%$ vận tốc dòng không khí lối ra trung bình của phin lọc được quét khi vận hành ở lưu lượng mẫu của quang kế. (Xem ví dụ về cấu hình trong Hình 2).

Kích thước, D_p , của độ mở lối vào đầu đo song song với hướng quét không được nhỏ hơn 6 mm. Kích thước, W_p , của độ mở lối vào đầu đo vuông góc với hướng quét được xác định từ lưu lượng mẫu. Phần chuyển tiếp của đầu đo, phần từ giữa lối vào và nối với ống dẫn cần có chiều dài tổng thể, T_L , ít nhất là bằng với kích thước tối đa, W_p , của lối vào đầu đo.

B.4 Quy trình

B.4.1 Nguyên tắc

Thử nghiệm này được thực hiện bằng cách đưa sol khí kiểm chứng đã quy định trước phin lọc và tìm kiếm rò rỉ bằng quét phía sau phin lọc của phin lọc với đầu đo quang kế.

B.4.2 Kích thước lối vào đầu đo lấy mẫu

Kích thước lối vào đầu đo lấy mẫu, a_p , song song với hướng quét, cần được tính từ lưu lượng mẫu của quang kế và vận tốc dòng khí tại lối ra của phin lọc, sao cho vận tốc không khí tại lối vào của đầu đo xấp xỉ vận tốc trung bình dòng khí tại lối ra của phin lọc khoảng $\pm 10\%$, theo Công thức (B.1).

$$a_p = \frac{F_a}{V.W_p} \quad (\text{B.1})$$

Trong đó:

F_a là lưu lượng trong quang kế;

V là vận tốc dòng không khí trung bình tại đầu ra của phin lọc;

W_p là kích thước đầu đo vuông góc với hướng quét.

Tốc độ quét tuyến tính liên quan đến tốc độ quét diện tích như được nêu theo Công thức (B.2):

$$S_r = \frac{A_r}{W_p} \quad (\text{B.2})$$

Trong đó:

S_r là tốc độ quét tuyến tính, tính bằng cm/s;

A_r là tốc độ quét.

B.4.3 Lắp đặt

B.4.3.1 Vận tốc dòng không khí thiết kế cần được thiết lập và xác nhận định dạng trước khi thực hiện phép thử này.

B.4.3.2 Sol khí cần được đưa vào không khí cung cấp cho phin lọc hoặc những phin lọc trong phép thử theo cách sao cho có nồng độ kiểm chứng đồng đều trên toàn bộ bề mặt của từng phin lọc. Sự tiếp xúc tối thiểu của phin lọc với sol khí.

B.4.3.3 Cần kiểm tra xác nhận sự đồng đều của sol khí kiểm chứng phù hợp với 6.2.4.

B.4.3.4 Nồng độ của sol khí kiểm chứng cần được đo tại vị trí lấy mẫu đại diện trước phin lọc, sử dụng quang kế có độ nhạy được điều chỉnh đến đường nền 100 µg/L theo hướng dẫn của nhà sản xuất hoặc theo đường hiệu chuẩn. Cần thu được số đọc từ 10 % đến 90 % (tương ứng với 10 µg/L đến 90 µg/L không khí) trên quang kế với nồng độ kiểm chứng chính xác. Nồng độ trước phin lọc phải ổn định theo khoảng thời gian, mà trong khoảng thời gian đó bốn số đọc liên tiếp cách nhau 1 min nằm trong khoảng 15 % trung bình của các số đọc.

- Nếu một mẫu đại diện trước phin lọc không có sẵn, xem Phụ lục H.
- Nếu số đọc cao, có thể cần giảm nồng độ của sol khí kiểm chứng để giới hạn sự tiếp xúc của phin lọc thử nghiệm với vật liệu kiểm chứng. Ngược lại, nếu số đọc thấp, cần tăng số lượng sol khí để duy trì độ nhạy đối với các rò rỉ nhỏ.
- Sau khi thu được số đọc chính xác, điều chỉnh độ nhạy của quang kế, độ khuếch đại hoặc biên độ đối với số đọc 100 % hoặc thang đo đầy đủ trong khi lấy mẫu sol khí trước phin lọc.

B.4.3.5 Toàn bộ bề mặt của từng phin lọc cần được quét về rò rỉ, sử dụng vạch chồng sát nhau của đầu đo và di chuyển đầu đo với tốc độ không vượt quá tốc độ quét tối đa.

Đồng thời quét chu vi của từng phin lọc để định vị các rò rỉ trong sự liên kết giữa bao gói phin lọc và khung và để định vị trí rò rỉ tại nơi gắn kín giữa khung và kết cấu phụ trợ. Trong quá trình quét cần để đầu đo cách vật liệu lọc khoảng 25 mm.

B.4.3.6 Các rò rỉ có thể xảy ra trong khi quét được chỉ thị qua tín hiệu phản ứng của quang kế bằng hoặc lớn hơn so với phản ứng thấu qua. Độ thấu qua tối đa, P_m , được chỉ thị khi đầu đo được quét qua rò rỉ có kích thước của rò rỉ được chỉ định, được tính theo Công thức (B.3):

$$P_m = L_s \left[1 - \exp\left(\frac{-a_p}{S_r T_c}\right) \right] \quad (\text{B.3})$$

Trong đó:

L_s là độ thấu qua rò rỉ chuẩn của một rò rỉ chỉ định, được biểu thị bằng tỷ lệ nồng độ trước phin lọc, ví dụ: 0,01 % = 0,000 1;

a_p là kích thước đầu đo song song với hướng quét, tính bằng cm;

S_r là tốc độ quét tuyến tính tối đa, tính bằng cm/s;

T_c là hằng số thời gian đáp ứng của quang kế được sử dụng để quét (nghĩa là lắp đặt như nhau, đường ống giống nhau v.v...).

Nếu giá trị P_m tính được nhỏ hơn ba lần độ nhạy tối thiểu của quang kế, hoặc nếu P_m nhỏ hơn 0,1 lần L_s , khi đó cần chọn tốc độ quét tối đa chậm hơn, S_r và để tính giá trị P_m mới.

Nếu người vận hành quan sát đồng hồ đo trong quá trình quét để phát hiện rò rỉ, thì bất kỳ chỉ thị nào của đồng hồ đo bằng hoặc lớn hơn P_m được coi là có chỉ thị rò rỉ. Nếu lắp đặt báo động được sử dụng để báo hiệu cho người vận hành hoặc hệ thống quét tự động, khi đó mức đồng hồ cần được đặt ở giá trị P_m . Bất kỳ chỉ thị rò rỉ bằng hoặc lớn hơn P_m cũng có nguyên nhân là thời gian lưu lại trên đầu đo tại địa điểm rò rỉ lâu. Kích thước và địa điểm của rò rỉ được nhận dạng bằng vị trí của đầu đo mà có số đọc duy trì tối đa trên quang kế.

Nếu không tuân thủ các quy trình về P_m , thì kết quả thường là các rò rỉ gần với kích thước rò rỉ đã chỉ định bị bỏ qua trong khi các rò rỉ lớn hơn vẫn được phát hiện.

Cần lưu ý rằng không để phin lọc tiếp xúc với sol khí thử nghiệm trong thời gian kéo dài.

B.5 Tiêu chí rò rỉ – Chấp nhận đối với phép thử quét phin lọc đo quang kế sol khí

Xem Bảng 1 trong TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011) về giá trị thấu qua cục bộ. Các yêu cầu tích hợp phin lọc thay thế là vấn đề cần thỏa thuận giữa nhà cung cấp và khách hàng.

B.6 Sửa chữa đối với phin lọc thử nghiệm quét

Kích thước của sửa chữa cần được giới hạn như sau.

- a) Sử dụng vật liệu có thể chấp nhận được để áp dụng.
- b) Tổng tất cả các sửa chữa (bao gồm cả sửa chữa được thực hiện bởi nhà sản xuất phin lọc) phải không được chặn hoặc hạn chế quá 0,5 % diện tích bề mặt lọc (không bao gồm khung) và chiều dài tối đa của mỗi lần sửa chữa không được vượt quá 3,0 cm. Tiêu chí sửa chữa thay thế có thể được thỏa thuận khác giữa nhà cung cấp và khách hàng.
- c) Sau khi sửa chữa hoàn tất, kiểm tra rò rỉ ở lân cận vùng sửa chữa. Sửa chữa rò rỉ phin lọc có thể được thực hiện bằng các quy trình được chấp nhận đối với nhà cung cấp và khách hàng.

B.7 Báo cáo

Đối với phin lọc nhóm H, kích thước rò rỉ chỉ định là giá trị thấu qua cục bộ được nêu trong Bảng 1 của TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011), trừ khi có quy định khác. Báo cáo tất cả các rò rỉ có số đọc tính vượt quá như sau:

- a) Đối với quang kế số đọc tuyến tính, số đọc lớn hơn giá trị thấu qua cục bộ của nồng độ sol khí trước phin lọc phù hợp với Bảng 1 của TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011) hoặc có thỏa thuận khác;
- b) Đối với quang kế số đọc logarit, số đọc lớn hơn giá trị thấu qua cục bộ trên dụng cụ đo với thang đo đọc trực tiếp hoặc đọc tương đương trên đường hiệu chuẩn của thiết bị phù hợp với Bảng 1 của TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011) hoặc khi có thỏa thuận khác;
- c) Đối với phin lọc nhóm U, xem Bảng 1 của TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011) đối với các giá trị khác.

Phụ lục C

(Quy định)

Xác định các thông số thử nghiệm

Trước khi bắt đầu phép thử, các thông số thử phải được tính trên cơ sở các điều kiện biên đã quy định và dữ liệu của phin lọc thử nghiệm. Việc tính toán có thể dẫn đến các thông số mà không thể đạt được, nếu cần, phải tiến hành quá trình tính lặp lại với sự thay đổi dữ liệu đầu vào.

Tất cả các giá trị đã cho về số hạt và nồng độ số lượng liên quan đến dải cỡ hạt bao trùm sol khí thử nghiệm đơn phân tán hoặc dải cỡ hạt được sử dụng để xác định hiệu suất phin lọc với sol khí đa phân tán (xem 8.5.3).

C.1 Các điều kiện biên

Các điều kiện biên sau đây được áp dụng:

Mặt cắt ngang lỗ đầu đo $A_p = 9 \text{ cm}^2 \pm 1 \text{ cm}^2$

Số hạt tối thiểu cho một tín hiệu rò rỉ $N_{\min,95\%} = 5$

(giới hạn dưới của khoảng tin cậy 95 %)

Giá trị số hạt được dự kiến sẽ vượt qua rò rỉ: $N_{\min,\text{leak}} = 10$

Số hạt tối thiểu về phía sau phin lọc để xác định hiệu suất $N_{\min,\text{abs}} = 100$

Tốc độ di chuyển đầu đo: $u_p < 10 \text{ cm/s}$

C.2 Dữ liệu phin lọc thử nghiệm

Các dữ liệu sau đây về phin lọc thử nghiệm phải được xem xét khi xác định các thông số thử nghiệm.

Loại phin lọc phù hợp với TCVN 11487-1 (ISO 29463-1), được đặc trưng bởi các giá trị giới hạn sau đây về sự thấu qua:

– Giá trị tổng thể: $P_{\text{class},i}$

– Giá trị cục bộ: $P_{\text{class},i}$

– Tốc độ lưu lượng thể tích danh nghĩa: \dot{V} ;

– Diện tích bề mặt phin lọc: A_d .

C.3 Dữ liệu về thiết bị

C.3.1 Máy đếm hạt

Các dữ liệu máy đếm sau đây liên quan đến các máy đếm hạt được áp dụng:

- Lưu lượng thể tích lấy mẫu: \dot{V}_s ;
- Nồng độ tối đa: $C_{\max,ci}$;
- Số lượng máy đếm hoạt động song song: M .

Thay vì tốc độ đếm "zero" của máy đếm [xem TCVN 11487-2 (ISO 29463-2)], ở đây phải biết tốc độ đếm "zero" của toàn bộ hệ thống phía sau phin lọc. Tốc độ đếm của máy đếm sau phin lọc được xác định với phin lọc thử nghiệm tại chỗ và khi tắt máy tạo sol khí. Tốc độ đếm "zero" của thiết bị thử nghiệm bao gồm cả tạp chất trong không khí thử nghiệm và có thể giải phóng hạt.

Tốc độ đếm tối thiểu (dòng hạt) của máy đếm về phía sau phin lọc được xác định từ tốc độ đếm "zero" của máy đếm theo Công thức (C.1):

$$N_{\min,c} = 10 \cdot N_{\text{zero}} \quad (\text{C1})$$

Trong đó:

$N_{\min,c}$ là tốc độ đếm tối thiểu của máy đếm hạt sau phin lọc;

N_{zero} là tốc độ đếm "zero" của hệ thống ở phía sau phin lọc.

C.3.2 Đầu đo lấy mẫu sau phin lọc

Các đầu đo được sử dụng có thể có mặt cắt hình tròn hoặc hình chữ nhật. Đường kính hoặc chiều dài các cạnh được chọn phải cho diện tích mặt cắt quy định của đầu đo (xem C.1). Tỷ lệ chiều dài các cạnh đối với đầu đo hình chữ nhật không được vượt quá 15:1 (xem 6.3.1).

Việc sử dụng các đầu đo với mặt cắt ngang hình tròn sẽ gặp phải một số vấn đề. Ví dụ, thời gian đi qua vị trí rò rỉ phụ thuộc vào vị trí rò rỉ liên quan đến đầu đo, do đó việc phát hiện rò rỉ đáng tin cậy không thể được đảm bảo khi không có sự trùng lặp ngẫu nhiên giữa các lần chạy qua. Đối với đầu đo hình tròn, sự chòng chéo của 20 % đường kính đầu đo thường dẫn đến các con số hợp lý đối với a_p .

Đối với các đầu đo với mặt cắt ngang hình chữ nhật, cần xét đến một số vấn đề sau đây. Tuy nhiên, việc tính toán được áp dụng theo cách tương tự như với đầu đo hình tròn.

Kích thước đầu đo được quy định như sau:

- Chiều dài bên trong theo hướng quét: a_p ;
- Chiều dài bên trong vuông góc với hướng quét: w_p .

C.3.3 Hệ số thất thoát

Tốc độ đếm tối thiểu về rò rỉ đã quy định trong C.1 cũng phải đạt được nếu rò rỉ ở cạnh của đường đo. Do đó, dự kiến tốc độ đếm trung bình, N_{\min} , đối với rò rỉ tại tâm của đường đo là cao hơn, như Công thức (C.2).

$$N_{\min} = \frac{N_{\min, \text{leak}}}{k_b} \quad (\text{C.2})$$

Trong đó:

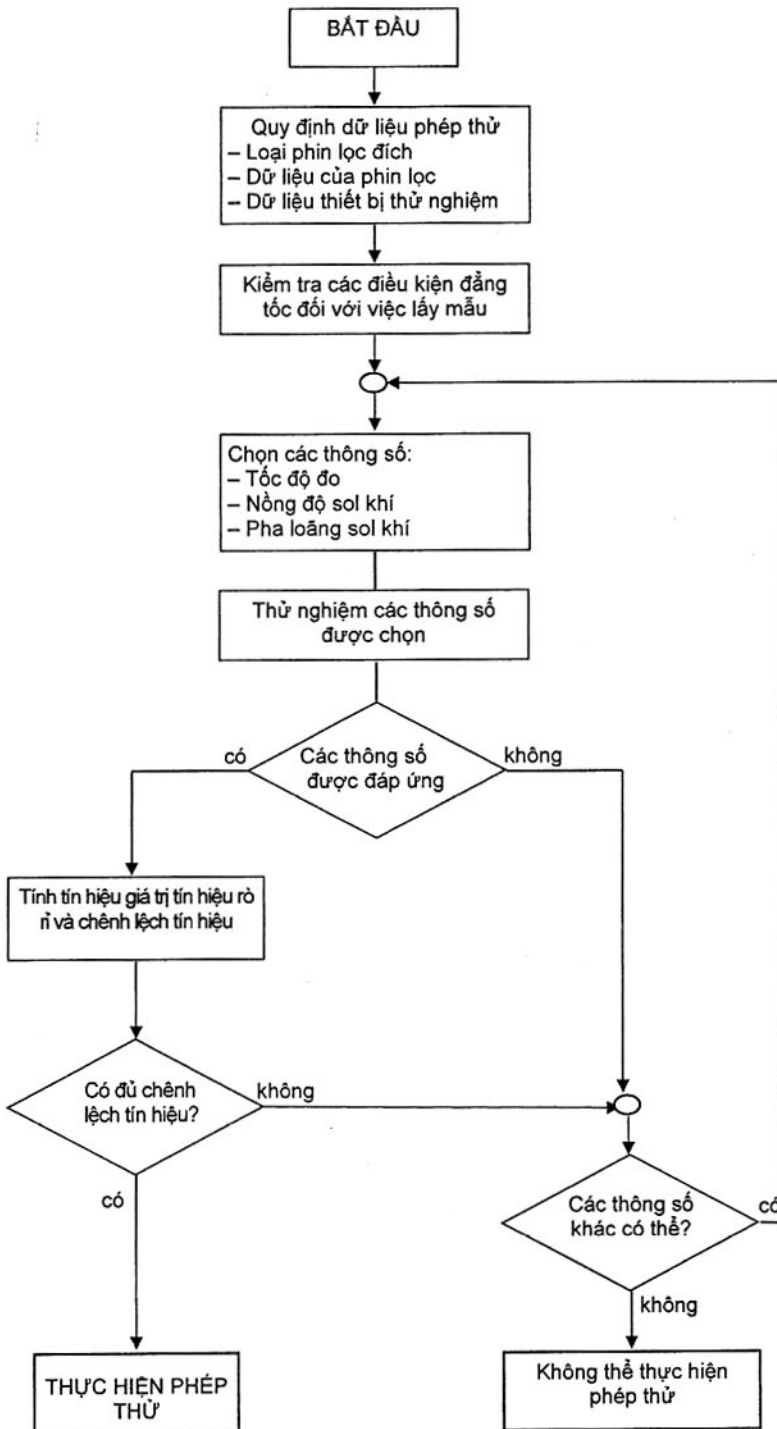
$N_{\min, leak}$ là số hạt tối thiểu dự kiến đối với rò rỉ;

k_b là hệ số thất thoát rò rỉ ở các mép đường đo.

Trong trường hợp các đường đo chạm nhau nhưng không chồng lên nhau, thì hệ số thất thoát có thể là $k_b = 0,5$. Trong trường hợp này, tốc độ đếm tối thiểu cho một rò rỉ $N_{\min} = 20$. Khi chồng lên nhau, thì giá trị hệ số thất thoát có thể tăng lên. Trong trường hợp nghi ngờ, nên xác định thực nghiệm hệ số thất thoát bằng đầu đo tĩnh.

C.4 Trình tự các bước tính toán

Hình C.1 đưa ra sơ đồ về cách tính các thông số thử nghiệm. Điều này cho thấy rõ ràng rằng nếu các thông số không phù hợp với các yêu cầu hoặc chênh lệch tín hiệu không đủ (xem C.9.2), khi đó cần thay đổi các thông số ban đầu cho đến khi kết quả cho phép thực hiện phép thử.



Hình C.1 – Sơ đồ xác định các thông số thử nghiệm

C.5 Kiểm tra lấy mẫu đẳng tốc

Tốc độ không khí trung bình, w_p , trong đầu đo được tính từ lưu lượng trong đầu đo và diện tích mặt cắt ngang như được nêu Công thức (C.3):

$$\bar{w}_p = \frac{V_p}{A_p} \quad (C.3)$$

Trong đó:

V_p là lưu lượng thể tích trong đầu đo;

A_p là mặt cắt ngang của đầu đo.

Giá trị \bar{w}_p tính được phải so sánh được với tốc độ không khí trung bình \bar{w}_d so với diện tích đi qua sau phin lọc. Độ lệch giữa hai tốc độ không được vượt quá 25 % (xem 6.3.1).

Nếu lưu lượng của đầu đo thay đổi, khi đó tốc độ (speed) trong đầu đo có thể điều chỉnh theo tốc độ trong diện tích đi qua.

C.6 Chọn tốc độ đầu đo

Tốc độ di chuyển đầu đo có thể được chọn đến 10 cm/s.

Có thể tính thời gian, t_{leak} đầu đo đi ngang qua rò rỉ sử dụng tốc độ đo đã chọn, u_p , theo Công thức (C.4):

$$t_{leak} = \frac{a_p}{u_p} \quad (C.4)$$

Trong đó:

a_p là chiều rộng của miệng đầu đo theo hướng quét;

u_p là tốc độ của đầu đo.

Có thể xác định tổng thời gian quét, $t_{p,tot}$, trong khi thử nghiệm quét.

Tốc độ đếm phải được xác định ít nhất trong các khoảng thời gian (khoảng thời gian đếm Δt_i) tương ứng với thời gian đầu đo đi qua chiều rộng, a_p , của miệng đo. Các đặc tính truyền dẫn của máy đếm hạt và điện tử đánh giá phải đáp ứng các yêu cầu này. Độ không đảm bảo trong việc xác định khoảng thời gian đếm phải nhỏ hơn 10 %.

Nếu có rò rỉ xảy ra ở mép đầu đo tại thời điểm bắt đầu khoảng thời gian đếm, khi đó tất cả các hạt đi qua chỗ rò rỉ trong khoảng thời gian này được ghi lại. Tuy nhiên, nếu ví dụ như có sự rò rỉ ở giữa khoảng thời gian đầu đo đi qua, thì số đếm rò rỉ được trải đều trên hai khoảng thời gian đếm. Do đó, nên kết hợp hai khoảng thời gian đếm gần nhau để đánh giá.

Để khoanh vùng rò rỉ, cần biết thời gian trễ, t_{delay} , của sol khí theo Công thức (C.5):

$$t_{\text{delay}} \leq \frac{a_p}{u_p} \quad (\text{C.5})$$

Trong đó:

u_p là tốc độ của đầu đo;

a_p là chiều rộng miệng đo theo hướng chuyển động.

C.7 Nồng độ sol khí tối thiểu

Nồng độ sol khí tối thiểu là giá trị tối đa cho phép quy định trong các Công thức từ (C.6) đến (C.9).

Nồng độ sol khí tối thiểu, $c_{u,\min}$, để nhận biết rò rỉ phải đáp ứng điều kiện trong Công thức (C.6):

$$c_{u,\min} \geq \frac{N_{\min}}{P_{\text{class},i} \cdot t_{\text{leak}} \cdot V_s} \quad (\text{C.6})$$

Trong đó:

N_{\min} là tốc độ đếm tối thiểu cho rò rỉ tại giữa đầu đo;

$P_{\text{class},i}$ là giá trị giới hạn đối với sự thấu qua cục bộ của loại phin lọc;

t_{leak} là thời gian tiêu tốn do đầu đo trên rò rỉ;

V_s là lưu lượng lấy mẫu.

Nồng độ sol khí tối thiểu, $c_{u,\min}$, cần để đảm bảo tốc độ đếm tối thiểu đã yêu cầu trong các máy đếm hạt sau phin lọc phải đáp ứng điều kiện nêu trong Công thức (C.7):

$$c_{u,\min} \geq \frac{l}{P_{\text{eff},i}} \cdot \dot{N}_{\min,c} \cdot \frac{l}{V_s} \quad (\text{C.7})$$

Trong đó:

$P_{\text{eff},i}$ là giá trị hiệu suất thấu qua tổng thể;

$\dot{N}_{\min,c}$ là tốc độ đếm tối thiểu đối với máy đếm hạt;

V_s là lưu lượng lấy mẫu.

Vì giá trị hiệu suất thấu qua của phin lọc thử nghiệm, $P_{\text{eff},i}$, có thể thấp hơn đáng kể so với giá trị giới hạn thấu qua cục bộ, $P_{\text{class},i}$, nên cần sử dụng giá trị hiệu suất đối với Công thức (C.7). Nếu giá trị hiệu suất chưa được biết từ các phép đo trước đó, thì phải dự toán hoặc được xác định bằng cách đo.

Ngoài ra các điều kiện biên đối với nồng độ sol khí tối thiểu, $c_{u,\min}$, để đạt $N_{\min,abs}$ phía sau phin lọc được cung cấp cùng với các máy đếm hạt. Đối với máy đếm sau phin lọc, điều kiện này được đưa ra trong Công thức (C.8):

$$c_{u,\min} \geq \frac{l}{P_{\text{eff},i}} \cdot \frac{N_{\text{min,abs}}}{V_s} \cdot \frac{l}{t_{p,\text{tot}}} \quad (\text{C.8})$$

Trong đó:

- $P_{\text{eff},i}$ là giá trị hiệu suất thấu qua tổng thể;
- $N_{\text{min,abs}}$ là 100 [= số hạt tối thiểu (xem C.1)];
- V_s là lưu lượng lấy mẫu;
- $t_{p,\text{tot}}$ là tổng thời gian quét của đầu đo.

Nồng độ sol khí tối thiểu, $c_{u,\min}$, để đạt được $N_{\text{min,abs}}$ trước phin lọc là điều kiện được đưa ra trong Công thức (C.9):

$$c_{u,\min} \geq k_D \cdot \frac{N_{\text{min,abs}}}{V_s} \cdot \frac{l}{t_{p,u}} \quad (\text{C.9})$$

Trong đó:

- k_D là hệ số pha loãng, trước phin lọc;
- $N_{\text{min,abs}}$ là 100 [= số hạt tối thiểu (xem C.1)];
- V_s là lưu lượng lấy mẫu;
- $t_{p,u}$ là thời gian lấy mẫu trước phin lọc.

C.8 Nồng độ sol khí tối đa

Có ba điều kiện biên đối với nồng độ sol khí tối đa như được đưa ra trong Công thức từ (C.10) đến (C.12) và cần được kiểm tra riêng rẽ. Trong trường hợp này, nồng độ tổng hợp thấp nhất cho nồng độ sol khí cao nhất.

Để tránh thay đổi sự phân bố cỡ hạt sol khí thử nghiệm do đông tụ, thì nồng độ tối đa, $c_{u,\max}$ theo Công thức (C.10) không được vượt quá:

$$c_{u,\max} \leq 10^7 \cdot \text{cm}^{-3} \quad (\text{C.10})$$

Nồng độ tối đa, $c_{u,\max}$, có thể đo được bằng máy đếm hạt cho hai điều kiện biên.

Đối với các máy đếm phía sau phin lọc, điều kiện như trong Công thức (C.11):

$$c_{u,\max} \leq \frac{c_{\text{max,c}}}{P_{\text{max,l}}} \quad (\text{C.11})$$

Trong đó:

- $c_{\text{max,c}}$ là nồng độ tối đa có thể đo được bằng máy đếm hạt phía sau phin lọc;

$P_{max,l}$ là sự thấu qua cục bộ tối đa có thể đo được, phải được quy định và bằng hoặc lớn hơn $P_{class,l}$.

Tương ứng, đối với nồng độ tối đa, $c_{u,max}$, đối với máy đếm trước phin lọc, thì điều kiện được đưa ra trong Công thức (C.12):

$$c_{u,max} \leq c_{max,c} \cdot k_D \quad (C.12)$$

Trong đó:

$c_{max,c}$ là nồng độ tối đa có thể đo được bằng máy đếm hạt ở trước phin lọc;

k_D là hệ số pha loãng ở vị trí trước phin lọc.

C.9 Tín hiệu rò rỉ

C.9.1 Giá trị hiệu suất

Số lượng hạt dự kiến tối thiểu, $N_{min,em}$, đối với tốc độ đếm khi đầu đo qua rò rỉ ở giữa đường đo được tính theo Công thức (C.13):

$$N_{min,em} = c_u \cdot P_{class,l} \cdot V_s \cdot t_{leak} \quad (C.13)$$

Trong đó:

c_u là nồng độ đo được trước phin lọc;

$P_{class,l}$ giá trị giới hạn thấu qua cục bộ;

V_s là lưu lượng lấy mẫu;

t_{leak} là thời gian đầu đo đi qua rò rỉ.

Đối với sự rò rỉ ở các mép đường, thì số lượng hạt tối thiểu dự kiến, $N_{min,eb}$, được tính bằng Công thức (C.14):

$$N_{min,eb} = N_{min,em} \cdot k_b \quad (C.14)$$

Trong đó:

$N_{min,em}$ là số lượng hạt tối thiểu dự kiến đối với rò rỉ ở giữa đường đo;

k_b là hệ số thất thoát đối với rò rỉ ở mép đường đo.

Giá trị tối thiểu thống kê đối với mức tin cậy 95 % của $N_{min,eb}$ được xác định phù hợp với TCVN 11487-2 (ISO 29463-2) và $N_{min,eb,95\%}$. Khi giá trị này được đạt được, thiết bị phải báo cáo là có sự rò rỉ (giá trị tín hiệu rò rỉ).

C.9.2 Chênh lệch tín hiệu

Thuật ngữ chênh lệch tín hiệu đề cập đến sự chênh lệch giữa giá trị tín hiệu rò rỉ và tín hiệu tổng hợp từ tốc độ dòng hạt đối với phần của phin lọc không có rò rỉ.

TCVN 11487-4:2016

Giá trị trung bình dự kiến đối với số hạt, N_{em} , khi đầu đo đi qua một phần của phin lọc có sự thấu qua tương ứng chính xác với giá trị giới hạn của loại phin lọc được cho bởi Công thức (C.15):

$$N_{em} = c_u \cdot P_{class,i} \cdot V_s \cdot t_{leak} \quad (C.15)$$

Trong đó:

c_u là nồng độ số lượng trước phin lọc thử nghiệm;

$P_{class,i}$ là giá trị thấu qua toàn bộ;

V_s là lưu lượng lấy mẫu;

t_{leak} là thời gian đầu đo đi qua chỗ rò rỉ.

Giá trị thống kê tối đa về mức tin cậy 95 % của N_{em} được xác định phù hợp với TCVN 11487-2 (ISO 29463-2) và $N_{em,95\%}$ ¹.

Chênh lệch tín hiệu, S , được xác định theo Công thức (C.16):

$$S = N_{min,eb,95\%} - N_{em,95\%} \quad (C.16)$$

Trong đó:

$N_{min,eb,95\%}$ là giá trị giới hạn dưới của mức tin cậy 95 % đối với tốc độ đếm tối thiểu khi đi qua chỗ rò rỉ tại cạnh của đường đo;

$N_{em,95\%}$ là giá trị giới hạn trên của mức tin cậy 95 % đối với tốc độ đếm dự kiến khi đi qua một phần của phin lọc không bị rò rỉ có giá trị thấu qua nằm chính xác trong giới hạn của loại phin lọc.

Giá trị S dương có thể được coi là chênh lệch tín hiệu đầy đủ. Nếu giá trị S là âm, thì số lượng tín hiệu rò rỉ giả bị tăng có thể có trong phép thử quét.

Các thông số thử nghiệm điển hình đối với phin lọc loại ISO 45 H được tóm tắt trong Phụ lục D.

¹ Vì tốc độ đếm được tính từ nồng độ hạt là giá trị được kỳ vọng thực tế, dải sai số phải được sử dụng thay cho mức độ tin cậy nêu trong TCVN 11487-2:2016 (ISO 29463-2:2011). Mặc dù các giá trị số học cho mức tin cậy và dải sai số này là khác nhau, để đơn giản hóa thì mức tin cậy vẫn được sử dụng ở đây.

Phụ lục D

(Tham khảo)

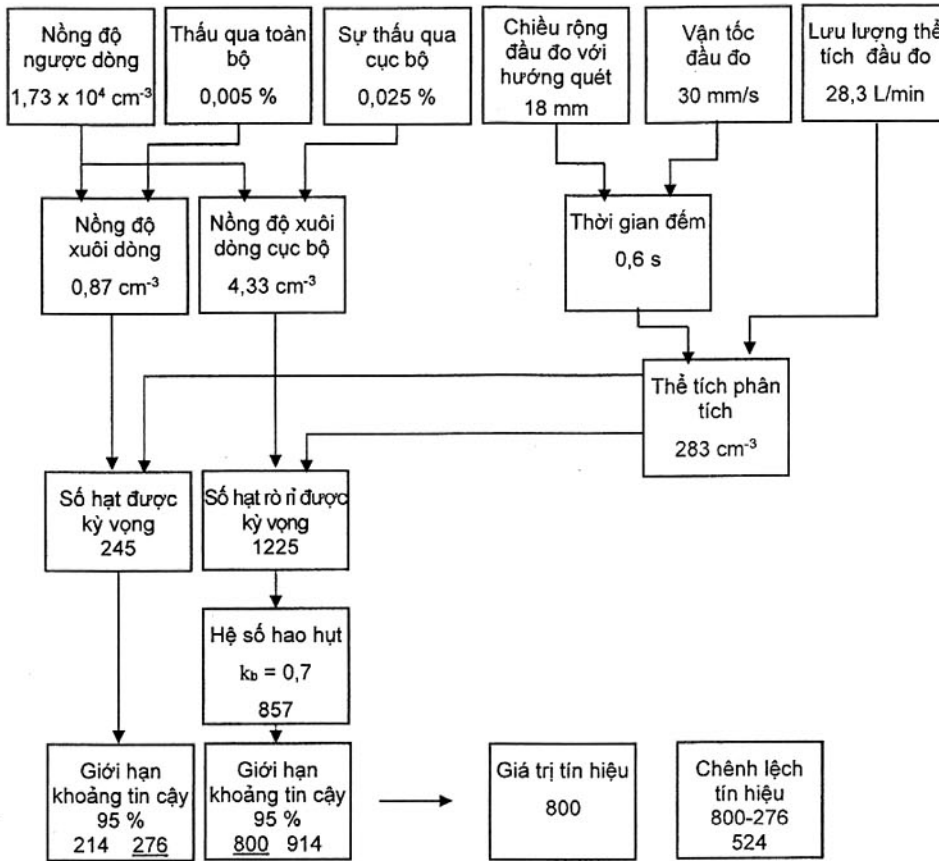
Ví dụ về ứng dụng đánh giá

Các thông số thử nghiệm điển hình đối với phin lọc loại ISO 45 H được tóm tắt trong Bảng D.1.

Bảng D.1 – Các thông số thí nghiệm điển hình đối với phin lọc loại ISO 45 H

Thông số	Ký hiệu	Giá trị
Dữ liệu về phin lọc thử nghiệm		
Loại phin lọc	—	ISO 45 H
Giá trị giới hạn về sự thấu qua tổng thể	$P_{class,i}$	0,005 %
Giá trị giới hạn về sự thấu qua cục bộ	$P_{class,i}$	0,025 %
Kích thước của phần tử lọc	—	1 220 mm x 610 mm x 78 mm
Kích thước gói gấp	—	1 190 mm x 580 mm
Lưu lượng thể tích danh nghĩa	\dot{V}	1 205 m ³ /h
Tốc độ đi qua		0,485 m/s
Nồng độ hạt:		
Trước phin lọc		1,73 x 10 ⁴ cm ³
Sau phin lọc, tổng thể		0,87 cm ³
Sau phin lọc, cục bộ		4,33 cm ³
Lấy mẫu sau phin lọc:		
Kích thước miệng đầu đo	$a_p \times b_p$	18 mm x 50 mm
Lưu lượng thể tích trong đầu đo	\dot{V}_p	28,3 L/min
Tốc độ không khí trung bình trong đầu đo	\bar{w}_p	0,524 m/s
Tốc độ đầu đo	u_p	30 mm/s
Thời gian đầu đo đi qua rò rỉ	t_{leak}	0,6 s
Thể tích phân tích	—	283 cm ³
Số lượng hạt dự kiến trên khoảng thời gian Δt_i		
Không rò rỉ	N_{em}	245
Có rò rỉ	$N_{min,em}$	1 225
Có rò rỉ; hệ số hao hụt, $k_b = 0,7$	$N_{min,eb}$	857
Giá trị giới hạn từ thống kê Poisson		
Số lượng hạt tối đa không có rò rỉ	$N_{em,95\%}$	276
Số lượng hạt tối thiểu có rò rỉ	$N_{min,eb,95\%}$	800
Giá trị tín hiệu	$N_{min,eb,95\%}$	800
Chênh lệch tín hiệu.	S	524

Mối quan hệ giữa các thông số thử nghiệm riêng rẽ và việc xác định giá trị tín hiệu với chênh lệch tín hiệu được thể hiện ở dạng đồ thị trong Hình D.1



Hình D.1 – Xác định giá trị tín hiệu và tín hiệu khác nhau từ các thông số thử nghiệm đối với phin lọc loại ISO 45 H

Trong Bảng D.2, các thông số thử nghiệm quan trọng nhất của phin lọc loại ISO 35 H đến ISO 75 U được so sánh.

**Bảng D.2 – So sánh các thông số thử nghiệm quan trọng nhất đối với phin lọc
loại ISO 35 H đến loại ISO 75 U.**

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Loại phin lọc					
			ISO 35 H	ISO 40 H	ISO 45 H	ISO 55 U	ISO 65 U	ISO 75 U
Giá trị giới hạn đối với sự thấu qua tổng thể	$P_{class,i}$		0,05	—	0,005	0,000 5	0,000 05	0,000 005
Giá trị giới hạn đối với sự thấu qua cục bộ	$P_{class,l}$		0,25	—	0,025	0,002 5	0,000 25	0,000 1
Nồng độ hạt trước phin lọc	c_u	cm ⁻³	4,40 x 10 ³	—	1,73 x 10 ⁴	3,31 x 10 ⁴	8,41 x 10 ⁴	1,54 x 10 ⁵
Tốc độ đầu đo	u_p	mm/s	30	—	30	30	12	12
Thời gian đếm	Δt_i	s	0,6	—	0,6	0,6	1,5	1,5
Thể tích được phân tích	—	cm ³	283	—	283	283	708	708
Số lượng hạt dự kiến								
Không rò rỉ	N_{em}	—	623	—	245	47	30	5
Có rò rỉ	$N_{min,em}$	—	3113	—	1 225	234	149	109
Không rò rỉ, $k_b = 0,7^a$	$N_{min,eb}$	—	2179	—	857	164	104	76
Số lượng hạt tối đa không rò rỉ	$N_{em,95\%}$	—	672	—	276	60	43	12
Số lượng hạt tối thiểu có rò rỉ	$N_{min,eb,95\%}$	—	2 086	—	800	139	84	59
Giá trị tín hiệu	$N_{min,eb,95\%}$	—	2 086	—	800	139	84	59
Chênh lệch tín hiệu	S	—	1413	—	524	79	41	47
Nồng độ sol khí tối thiểu	$c_{u,min}$	cm ⁻³	1,55 x 10 ²	—	1,98 x 10 ²	1,98 x 10 ³	8,48 x 10 ³	8,48 x 10 ⁴
Nồng độ sol khí tối đa	$c_{u,max}$	cm ⁻³	5,30 x 10 ³	—	2,12 x 10 ⁴	2,12 x 10 ⁵	4,55 x 10 ⁵	4,55 x 10 ⁵
^a Đối với rò rỉ tại mép đường đo, $k_b = 0,7$.								

Phụ lục E

(Tham khảo)

Phép thử rò rỉ với sol khí PSL thể rắn

E.1 Đặt vấn đề

Đặc biệt trong ngành công nghiệp bán dẫn và ngành công nghiệp không gian, cùng với các ngành khác, chất lỏng giống như dầu có thể được coi là một nguy cơ tiềm ẩn và do đó, có thể không được phép để thử nghiệm phin lọc nhóm H và nhóm U, để sử dụng trong các phòng sạch trong các ngành công nghiệp. Các hạt thể lỏng được thu thập và tích lũy trong phin lọc trong khi thử nghiệm và cuối cùng có thể thải khí trong quá trình vận hành của phin lọc. Khí thải này có thể ảnh hưởng đến quá trình sản xuất. Việc sử dụng các hạt thể lỏng trong quá trình kiểm tra rò rỉ phin lọc với vật liệu lọc màng PTFE cũng có thể không thích hợp, vì những tính chất vật chất cụ thể của vật liệu lọc này.

Tất cả các phương pháp chuẩn để thử nghiệm rò rỉ và thử nghiệm hiệu suất và phân loại theo TCVN 11487 (ISO 29463) (tất cả các phần) được dựa trên việc sử dụng các hạt thể lỏng như sol khí thử (DEHS, PAO, dầu paraffin). Việc sử dụng các hạt thể lỏng như DEHS là dễ dàng và cho kết quả tái lập. Các sol khí thử nghiệm sử dụng ảnh hưởng lên tất cả các nội dung quy định của bộ TCVN 11487 (ISO 29463) (tất cả các phần): tất cả các thiết bị, dụng cụ thử nghiệm, các thống kê, kết quả thử nghiệm và phân loại. Do đó, sol khí thử nghiệm dạng lỏng không thể chỉ đơn giản là được thay thế bằng sol khí thể rắn mà không ảnh hưởng lớn trên tất cả các khía cạnh của kết quả thử nghiệm và phân loại phin lọc.

Do đó, phụ lục này được tạo ra để mô tả phép thử rò rỉ thay thế và phương pháp phân loại đối với phin lọc mà cần thử nghiệm với các hạt thể rắn. Phụ lục này định nghĩa phép thử rò rỉ thay thế (phương pháp quét) với sol khí PSL thể rắn. Tuy nhiên, việc xác định hiệu suất và phân loại vẫn theo TCVN 11487-1 (ISO 29463-1), sử dụng phương pháp thử nghiệm tham chiếu với sol khí DEHS thể lỏng.

E.2 Khái quát

Nếu sử dụng sol khí thử nghiệm thể rắn như PSL cho quy trình quét, hiệu suất được tính từ nồng độ hạt trung bình trước và sau phin lọc, không được sử dụng để phân loại phin lọc theo TCVN 11487-1 (ISO 29463-1). Giá trị này đối với hiệu suất tổng thể sẽ không phù hợp với hiệu suất xác định được với sol khí tham chiếu DEHS thể lỏng, do hiệu ứng tĩnh điện.

Sol khí PSL có thể là sol khí MPPS, cỡ hạt sol khí đơn phân tán 0,14 μm hoặc sol khí PSL đa phân tán (90 % nồng độ hạt phải nhỏ hơn 0,3 μm), vì cỡ hạt sol khí không ảnh hưởng đáng kể đến kết quả của phép thử rò rỉ.

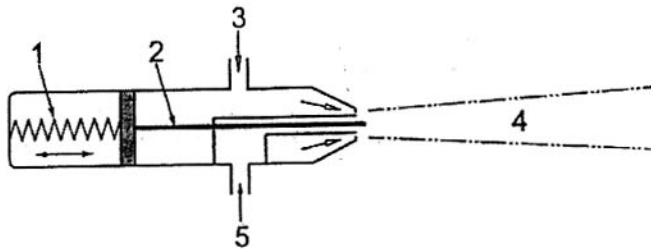
Quy trình quét với sol khí thử nghiệm thể rắn chỉ được sử dụng cho việc xác minh không có rò rỉ trong phin lọc. Chúng được coi là các giá trị biên, tương ứng với các giá trị về sự thấu qua rò rỉ tối đa theo Bảng 1 của TCVN 11487-1:2016 (ISO 29463-1:2011) cho mỗi loại phin lọc.

Để phân loại phin lọc, cần lấy ra một lượng đại diện của các phin lọc từ cùng một lô sản xuất cùng để thử nghiệm hiệu suất phù hợp với TCVN 11487-5 (ISO 29463-5) (phương pháp thử tham chiếu với sol khí DEHS). Những phin lọc này đề cập đến hiệu suất và phân loại tiếp theo theo TCVN 11487-1 (ISO 29463-1) cho toàn bộ lô hàng. Sau đó, tất cả phin lọc khác chỉ thử rò rỉ PSL theo phụ lục này. Các quy định kỹ thuật và dữ liệu thử nghiệm (kích thước phin lọc và thiết kế, dòng không khí thử nghiệm v.v...) của phin lọc tham chiếu (đã được thử nghiệm DEHS) và phin lọc thử nghiệm PSL phải hoàn toàn giống nhau.

E.3 Quy trình

Để thử nghiệm rò rỉ PSL theo phụ lục này, thiết bị và quy trình thử nghiệm đối với sol khí DEHS nêu trong phần chính của tiêu chuẩn này có thể được sử dụng. Chỉ trừ việc áp dụng cho các kiểu và cách sử dụng của máy tạo sol khí, là sẽ khác nhau do sol khí PSL. Nhiệm vụ chính là đạt được các mức nồng độ đủ đối với hạt PSL trong không khí trước phin lọc, trong trường hợp các hạt PSL, yêu cầu thiết bị tạo sol khí đặc biệt.

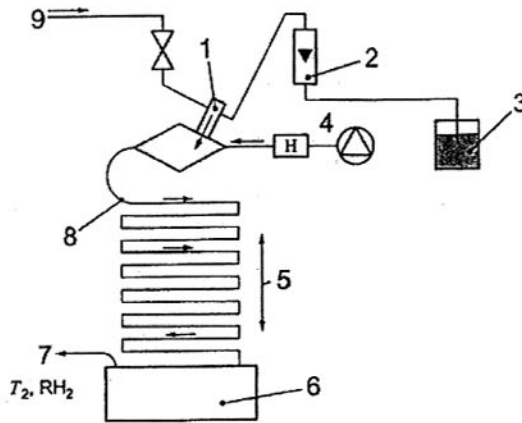
Hình E.1 và Hình E.2 đưa ra các ví dụ về thiết kế cụ thể của một máy tạo hạt PSL-sản lượng cao, hoạt động với nhũ tương PSL-nước, với vòi phun và một phần làm khô tương ứng.



CHÚ DẪN:

- 1 Lò xo
- 2 Mũi
- 3 Không khí nén tại áp suất P
- 4 Các giọt sol khí
- 5 Chốt lỏng

Hình E.1 – Vòi phun 1

**CHÚ DẪN:**

- 1 Vòi phun 1
- 2 Lưu lượng kế
- 3 Huyền phù thể rắn
- 4 Bộ gia nhiệt và quạt
- 5 Phần làm mát và ngưng tụ, ống 100 mm bằng nhôm, chiều dài ống khoảng 25 m
- 6 Bẫy nước
- 7 Đầu ra sol khí
- 8 Điểm đo T_1
- 9 Không khí nén sạch

Hình E.2 – Thiết kế máy tạo PSL

E.3.1 Mô tả thiết kế

Vòi phun 1 phun dung dịch lỏng (hạt PSL với nước sạch) với sự hỗ trợ của không khí nén sạch áp suất, P đi vào buồng. Buồng này được cung cấp không khí nóng HEPA đã lọc ở nhiệt độ T_1 để có được sự phân bố nhanh và bốc hơi nước. Không khí nóng được tạo ra bằng bộ gia nhiệt có điều chỉnh và quạt với lưu lượng không khí từ 40 m³/h đến 50 m³/h. Không khí sau đó đi qua phần làm mát/ngưng tụ, trong đó nhiệt độ không khí giảm đến T_2 và độ ẩm tới độ ẩm tương đối, RH. Bẫy nước (thùng chứa) lấy hết nước dư từ bộ phận làm mát và giảm nguy cơ nước tràn vào hệ thống thử nghiệm.

E.3.2 Khuyến nghị lắp đặt vận hành

Áp dụng như sau:

- a) T_1 100 °C đến 175 °C;
- b) P 100 kPa đến 500 kPa (1 bar đến 5 bar);
- c) q 5 mL/min đến 25 mL/min;

- d) T_2 20 °C đến 23 °C (tốt nhất là bằng hoặc thấp hơn nhiệt độ không khí thử nghiệm);
- e) RH > 0 %.

E.4 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm, ngoài các yêu cầu quy định trong Điều 9, phải có thêm các thông tin sau:

- a) Thông báo rằng phin lọc đã được thử nghiệm rò rỉ sử dụng phương pháp thử phù hợp với phụ lục này và hiệu suất thử nghiệm dựa trên cơ sở thống kê;
- b) Sol khí thử nghiệm được sử dụng (ví dụ PSL thể rắn);
- c) Máy tạo sol khí được sử dụng;
- d) Thông báo rằng nồng độ hạt PSL trung bình không thể được sử dụng để phân loại phin lọc.

Phụ lục F

(Tham khảo)

Phép thử rò rỉ hiệu suất cỡ hạt từ 0,3 μm đến 0,5 μm

F.1 Khái quát chung

Vì phép thử rò rỉ mạch dầu (Phụ lục A) là phép thử trực quan, các kết quả phát hiện rò rỉ có thể khác nhau giữa những người thực hiện phép thử hoặc có thể khác nhau giữa thời điểm bắt đầu và thời điểm kết thúc của người thực hiện. Mục đích của phép thử nêu trong phụ lục này là để phát hiện các rò rỉ tự động bằng cách đo hiệu suất tổng thể trong dải cỡ hạt khoảng từ 0,3 μm đến 0,5 μm .

F.2 Khái quát

Phương pháp đo hiệu suất này sử dụng máy đếm hạt trong kênh có cỡ hạt từ 0,3 μm đến 0,5 μm đối với phin lọc loại ISO 35 H về rò rỉ để thay thế thử nghiệm rò rỉ mạch dầu (Phụ lục A). Phép thử hiệu suất rò rỉ cỡ hạt từ 0,3 μm đến 0,5 μm có thể được sử dụng như một quy trình tham chiếu cho phin lọc loại ISO 35 H với dòng chảy rối mà không thể thử nghiệm quét được vì hình dạng của chúng (ví dụ như phin lọc dạng khối chữ V hoặc phin lọc hình trụ).

Từ phép tính lý thuyết đối với rò rỉ được xác định trước, phin lọc loại ISO 35 H với hiệu suất MPPS cục bộ 99,75 %, thì hiệu suất tổng thể tại cỡ hạt 0,3 μm đến 0,5 μm phải cao hơn 99,9996 %.

F.3 Quy trình

Đối với việc phân loại theo TCVN 11487-1 (ISO 29463-1), những phin lọc này được đặt vào bộ phận đo hiệu suất MPPS toàn phần, ví dụ: theo TCVN 11487-5 (ISO 29463-5). Phép thử hiệu suất cỡ hạt từ 0,3 μm đến 0,5 μm có thể được thực hiện cùng thời điểm và trong cùng điều kiện, sử dụng kênh cỡ hạt tương ứng của máy đếm hạt. Điều cơ bản là cần có sự phân bố tốt sol khí trước phin lọc và có sự pha trộn tốt của không khí sau phin lọc của phin lọc để thực hiện phép thử này.

Nếu sử dụng sol khí đa phân tán, thì về cơ bản giống như dùng để đo hiệu suất MPPS tổng thể theo TCVN 11487-5 (ISO 29463-5). Tuy nhiên, phép thử hiệu suất rò rỉ sử dụng cỡ hạt từ 0,3 μm đến 0,5 μm , cần có đủ cỡ hạt từ 0,3 μm đến 0,5 μm trước phin lọc. Do đó, sol khí đơn phân tán là không phù hợp. Để có phép đo chính xác, cần lấy mẫu nhiều hơn 10 hạt trong dải cỡ hạt từ 0,3 μm đến 0,5 μm sau phin lọc của phin lọc. Vì vậy cần phải có tối thiểu 2 500 000 hạt trong dải kích thước từ 0,3 μm đến 0,5 μm trước phin lọc trên mỗi khoảng thời gian lấy mẫu.

F.4 Tiêu chí rò rỉ

Đối với các lớp loại ISO 35 H (hiệu suất MPPS cục bộ > 99,75 %), thì hiệu suất tổng thể đối với dải kích thước từ 0,3 μm đến 0,5 μm phải > 99,9996 %.

F.5 Kiểm tra xác nhận các quy trình thử

Cần kiểm tra xác nhận độ nhạy và độ chính xác của quy trình tại các khoảng thời gian đều đặn sử dụng phin lọc tham chiếu với rò rỉ được xác định rõ được đặc trưng bằng phương pháp thử quét rò rỉ. Sự thấu qua cục bộ của các rò rỉ này không được vượt quá giá trị giới hạn quy định đối với cái lọc loại H ISO 35 quá hai lần. Để xác minh đầy đủ sự phân bố sol khí trước phin lọc và hiệu quả của sự pha trộn của không khí sau phin lọc của phin lọc, quy trình cũng phải được kiểm tra định kỳ sử dụng phin lọc tham chiếu với rò rỉ đã được xác định rõ trong một góc khung và ở gần khung/chất làm kín. Những phin lọc này có thể được đặc trưng bằng phép thử rò rỉ mạch dầu. Tuy nhiên, những rò rỉ này không được vượt quá giá trị giới hạn quy định cho phin lọc loại H ISO 35 hai lần. Tốt nhất, phin lọc này có dạng hình vuông để chúng có thể được xoay 90° và phép đo có thể được lặp lại bốn lần. Sự phân bố sol khí và sự pha trộn sau phin lọc tốt là điều cần thiết để nhận biết những phin lọc có rò rỉ theo các tiêu chí đã cho.

F.6 Báo cáo

Bất cứ loại phin lọc ISO 35 nào được thử nghiệm rò rỉ sử dụng phép thử hiệu suất rò rỉ trong dải cỡ hạt từ 0,3 μm đến 0,5 μm , thì phải được ghi lại trên phin lọc và trong các báo cáo thử nghiệm (ví dụ như ghi rõ là "rò rỉ đã được thử nghiệm phù hợp với Phụ lục F của TCVN 11487-4:2016 (ISO 29463-4:2011)". Trong báo cáo thử nghiệm, cần ghi rõ hiệu suất thực tế được đo tại dải cỡ hạt từ 0,3 μm đến 0,5 μm .

Phụ lục G

(Tham khảo)

Tính toán kiểm chứng bằng sol khí

Phụ lục này đưa ra phương pháp xác định nồng độ gần đúng của kiểm chứng bằng sol khí thử nghiệm. Phương pháp này chỉ có thể được sử dụng khi thực tế không thu được mẫu trước phin lọc đại diện. Phương pháp này có thể dẫn đến hiểu biết thiếu chính xác nồng độ trước phin lọc và đưa ra quyết định kích thước của rò rỉ kém chính xác. Nồng độ sol khí được tính từ năng suất của máy tạo sol khí đã biết trước và dòng khí qua thiết bị làm sạch không khí đã biết trước. Các giá trị được cung cấp cho năng suất vòi phun Laskin điển hình khi sử dụng DOP. Các máy tạo sol khí khác hoặc vật liệu khác có thể được sử dụng nếu đã có sẵn thông tin đầu ra tương tự.

G.1 Phép tính khi đã biết năng suất đi vào thể tích dòng không khí

G.1.1 Các giá trị sau đây đã biết:

a) Năng suất của máy tạo sol khí:

- 1) C_1 được biểu thị bằng microgam trên lít hoặc số lượng trên lít trên vòi phun, khi được xả vào dòng chảy Q_1 biểu thị bằng mét khối trên phút,
- 2) N , số lượng vòi phun được sử dụng.

b) Dòng không khí đi qua thiết bị làm sạch không khí Q_2 tính bằng mét khối trên phút.

G.1.2 Nồng độ, C_2 , tính bằng microgam trên lít hoặc số lượng trên lít trên mỗi vòi phun khi được xả vào dòng chảy Q_2 sử dụng N vòi phun được tính theo Công thức (G.1):

$$C_2 = NC_1 \left(\frac{Q_1}{Q_2} \right) \quad (G.1)$$

G.1.3 Nếu sử dụng quang kế, thì phải chỉnh sao cho thể hiện toàn bộ thang đo C_2 tính bằng microgam trên lít, sử dụng dữ liệu hiệu chuẩn từ nhà sản xuất máy quang kế sol khí.

G.2 Phép tính khi đã biết năng suất trên một đơn vị thời gian

G.2.1 Các giá trị sau đây đã biết:

a) Năng suất của máy tạo sol khí:

- 1) E tính bằng microgam trên phút hoặc số lượng trên phút trên mỗi vòi phun,
- 2) N , số lượng vòi phun được sử dụng;

b) Dòng không khí đi qua thiết bị làm sạch không khí Q_2 tính bằng mét khối trên phút.

G.2.2 Nồng độ, C_2 , tính bằng microgam trên lít hoặc số lượng trên lít trên mỗi vòi phun khi được phóng vào dòng chảy Q_2 , sử dụng N vòi phun theo Công thức (G.2):

$$C_2 = \frac{NE}{1000Q_2} \quad (G.2)$$

Trong đó "1000" là hệ số chuyển đổi mét khối sang lít.

G.2.3 Nếu sử dụng quang kế, thì phải chỉnh sao cho thể hiện toàn bộ thang đo C_2 tính bằng microgam trên lít, sử dụng dữ liệu hiệu chuẩn từ nhà sản xuất quang kế.

G.3 Ví dụ về sử dụng vòi phun Laskin và quang kế sol khí

G.3.1 Các sol khí trong ví dụ này được tạo ra bằng thiết bị vòi phun Laskin sử dụng hai vòi phun vận hành ở áp suất 138 kPa với DOP. Các chất lỏng khác có thể cho kết quả khác nhau. Nồng độ xấp xỉ 10 $\mu\text{g/L}$ không khí được tạo ra trong dòng 38 m^3/min . Nguồn khí nén có khả năng cung cấp 75 L/min không khí (thể tích ở các điều kiện tiêu chuẩn) tại 138 kPa là cần thiết cho mỗi vòi phun Laskin. Nồng độ này tương đương với khoảng 3×10^7 giọt trên mỗi lít không khí.

G.3.2 Các giá trị sau đây đã được biết:

a) Năng suất của máy tạo sol khí:

- 1) C_1 10 $\mu\text{g/L}$ trên vòi phun khi được xả vào dòng chảy Q_1 mét khối trên phút,
- 2) Q_1 38 m^3/min ,
- 3) N sử dụng hai vòi phun;

b) Dòng không khí đi qua thiết bị làm sạch không khí $Q_2 = 56 \text{ m}^3/\text{min}$.

G.3.3 Việc tính toán thực hiện theo Công thức (G.3):

$$C = 2.10 \left(\frac{38}{56} \right) \approx 14 \mu\text{g/L} \quad (G.3)$$

Điều chỉnh quang kế sol khí sao cho toàn bộ thang đo thể hiện $\sim 14 \mu\text{g/L}$ sử dụng dữ liệu hiệu chuẩn từ nhà sản xuất quang kế sol khí.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] WEPFER, R., Characterisation of HEPA and ULPA filters by proposed new European test methods, *Filtration & Separation*, pp. 545-550, 1995
 - [2] EN 1822-1, *High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA) – Part 1: Classification, performance testing and marking*
 - [3] EN 1822-2, *High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA) –Part 2: Sol khí production, measuring equipment, particle counting statistics*
 - [4] EN 1822-3, *High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA) – Part 3: Testing flat sheet filter media*
 - [5] EN 1822-4, *High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA) – Part 4: Determining leakage of filter elements (scan method)*
 - [6] EN 1822-5, *High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA) – Part 5: Determining the efficiency of filter elements*
 - [7] IESTRPCC001, *HEPA and ULPA Filters*, Inst, of Env. Science and Technology, Arlington Hts, IL, USA
 - [8] IEST RP CC 007, *Testing ULPA filters*, Inst, of Env. Science and Technology, Arlington Hts, IL, USA
 - [9] 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
 - [10] IEST RPCC 021, *Testing HEPA and ULPA Media*, Inst, of Env. Science and Technology, Arlington Hts, IL, USA
 - [11] IEST RPCC 034, *Leak Testing HEPA and ULPA filters*, Inst, of Env. Science and Technology, Arlington Hts, IL, USA
 - [12] ISO 14644-3, *Cleanrooms and associated controlled environments — Part 3: Test methods*
 - [13] US Military Standard 282, *Filter Units, Protective Clothing, Gas-Mask Components And Related Products: Performance – Test Methods.*
-