

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 7944 : 2008

ISO 2889 : 1975

Xuất bản lần 1

**AN TOÀN BỨC XẠ – CÁC NGUYÊN TẮC CHUNG VỀ
LẤY MẪU CHẤT PHÓNG XẠ TRONG KHÔNG KHÍ**

Radiation protection – General principles for sampling airborne radioactive materials

HÀ NỘI - 2008

Lời nói đầu

TCVN 7944 : 2008 hoàn toàn tương đương với ISO 2889 : 1975

TCVN 7944 : 2008 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn TCVN/ TC 85 "*Năng lượng hạt nhân*" biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

Nguy hiểm tiềm ẩn do việc hít thở các chất phóng xạ tồn tại trong không khí phải được đánh giá và kiểm soát thông qua các phép đo hàm lượng và đặc trưng của các nguyên tố phóng xạ trong không khí. Ở những khu vực nhân viên đang hoặc sẽ làm việc, phải xác định được hàm lượng phóng xạ trong không khí và so sánh với mức kiểm soát được áp dụng nhằm đảm bảo rằng nhân viên không bị chiếu xạ do nồng độ phóng xạ vượt quá mức an toàn. Bên cạnh đó cũng cần xác định các mức cần thiết cho việc thiết kế cải tiến thiết bị, cô lập nguồn nhiễm bẩn, kiểm soát thời gian chiếu, hay mang khẩu trang phù hợp.

Mục tiêu chính và quan trọng nhất của việc lấy mẫu là bảo vệ con người khỏi sự chiếu xạ quá mức do các chất phóng xạ tích lũy ở bên trong gây ra. Ngoài ra còn có các mục tiêu khác là:

- 1) Cung cấp tài liệu luận chứng về môi trường làm việc để chứng tỏ rằng các quy định đều được tuân thủ. Hồ sơ về các mức nhiễm xạ phải được lưu giữ cùng với những số liệu khác nhằm mục đích xác nhận hoặc bác bỏ việc đòi bồi thường của nhân viên hoặc những người khác bị thương do bức xạ;
- 2) Chú ý tới các thiết bị gây hư hỏng, những quy trình còn khiếm khuyết, hay những điều kiện khác dẫn đến sự mất kiểm soát đối với các chất ở dạng khí khi vận hành. Từ đó xác định hiệu quả của các biện pháp khắc phục;
- 3) Đo đạc sự phát thải các chất phóng xạ vào môi trường thông qua việc lấy mẫu ở gần điểm phát thải. Việc lấy mẫu chất thải sẽ hỗ trợ cho việc đánh giá và kiểm soát sự chiếu xạ đối với nhân viên tại cơ sở, nhưng các kết quả từ việc lấy mẫu thường có ý nghĩa quan trọng hơn ở việc đảm bảo rằng con người trong môi trường không bị chiếu xạ bởi những mức chất phóng xạ vượt quá các mức đã được thiết lập. Khi xảy ra sự cố, các mẫu thải được sử dụng để đánh giá hậu quả (có thể xảy ra) và xác định biện pháp khắc phục cần thiết. Trong một số trường hợp phải xác định nguyên nhân và hậu quả của những sự cố.

Việc lấy mẫu phải cho phép đo được tổng lượng chất nhiễm bẩn phóng xạ phát thải vào môi trường trong những khoảng thời gian khác nhau.

Những mục tiêu cụ thể sau đây cần phải đạt được khi lấy mẫu (theo khuyến cáo của nhóm chuyên gia)^[1]:

- 1) Phải tiến hành việc nghiên cứu chi tiết để xác định bản chất của các son khí trong các dạng môi trường làm việc khác nhau;
- 2) Các mức chung ở những nơi làm việc phải được đo và kiểm soát thường xuyên;
- 3) Cho phép thực hiện việc phát hiện nhanh những mức nhiễm bẩn cao trong quá trình phát thải do tai nạn; Ước tính mức độ hít vào của từng người.

An toàn bức xạ – Các nguyên tắc chung về lấy mẫu chất phóng xạ trong không khí

Radiation protection – General principles for sampling airborne radioactive materials

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra các nguyên tắc chung được áp dụng để nhận được các mẫu đại diện của các chất phóng xạ trong không khí và quy định các phương pháp và các loại vật liệu được sử dụng để lấy mẫu khí và hạt.

2 Lĩnh vực áp dụng

Các nguyên tắc chung này giới hạn trong việc thu gom mẫu; không bao gồm việc đo các chất phóng xạ thu gom được. Điều này không có nghĩa là việc đo và đánh giá mẫu không quan trọng bằng việc lấy mẫu. Mặc dù việc đo và đánh giá mẫu một cách chính xác là rất cần thiết, nhưng điều này chỉ có giá trị khi mẫu thu được phản ánh đúng các điều kiện cần phân tích.

Đối với việc hướng dẫn lấy mẫu các chất phóng xạ trong không khí ở các cơ sở có sử dụng chất phóng xạ, các nguyên tắc chung này còn bị hạn chế hơn nữa, đặc biệt nhấn mạnh đến sự cần thiết phải bảo vệ nhân viên bức xạ. Tuy nhiên nó bao gồm cả việc lấy mẫu khí thải trước hoặc ngay tại điểm phát thải từ cơ sở vào không khí. Mặc dù một số kỹ thuật lấy mẫu nhất định được loại trừ trong phạm vi của tiêu chuẩn này (như kỹ thuật lấy mẫu môi trường và không khí tự do), nhưng hầu hết các phương pháp nêu tại đây đều có thể áp dụng được trong tất cả các trường hợp.

Các nguyên tắc chung này không quan tâm đến việc sử dụng các thiết bị lấy mẫu khác nhau trong từng trường hợp cụ thể. Ví dụ nguyên tắc cụ thể và chi tiết đối với than củi để lấy mẫu iốt sẽ nằm ngoài phạm vi của tiêu chuẩn này.

3 Thuật ngữ định nghĩa

3.1

Chất hấp thụ (absorbent)

Chất hút vật chất thông qua nguyên lý khuếch tán, cho phép phần tử vật chất xâm nhập vào cấu trúc của chất hấp thụ rắn hoặc hòa tan trong chất hấp thụ lỏng. Nếu có phản ứng hóa học xảy ra trong quá trình hấp thụ thì quá trình đó được gọi là hấp thụ hóa học.

3.2

Chất hấp phụ (adsorbent)

Chất thường ở dạng rắn, giữ vật chất lại khi tiếp xúc với nó nhờ các lực phân tử có tầm tác dụng ngắn làm gắn kết chất bị hấp phụ lên bề mặt của chất hấp phụ.

3.3

Đường kính khí động (aerodynamic diameter)

Các hạt có cùng đường kính nhưng có mật độ khác nhau sẽ có vận tốc khác nhau. Hai hạt có mật độ khác nhau được gọi coi là có "đường kính khí động" tương đương nếu các mật độ và đường kính của chúng có mối tương quan sao cho vận tốc chúng bằng nhau hoặc bị tác động bởi lực phân tử khí bằng nhau. Vì các phép so sánh thường được thực hiện với các chất có mật độ đơn vị nên "đường kính khí động" là đường kính của khối cầu mật độ riêng có cùng vận tốc giống như của hạt cần khảo sát mà không cần để ý đến hình dạng.

3.4

Son khí (aerosol)

Các hạt rắn hoặc lỏng phát tán trong không khí hoặc trong các loại khí khác.

3.5

Bất đẳng động học (anisokinetic)

Điều kiện này xảy ra khi vận tốc của khí đi vào ống lấy mẫu hoặc thiết bị thu gom đặt trong luồng khí khác với vận tốc của luồng khí được lấy mẫu ở điểm đó.

3.6

Vùng hô hấp (breathing zone)

Vùng ở gần miệng và mũi của nhân viên mà không khí từ đó bị hút vào phổi khi đang làm việc. Không khí từ vùng này sẽ thực sự là không khí mà nhân viên hít phải khi đang làm việc dù là đứng, ngồi hay di chuyển.

3.7**Lưu giữ (burial)**

Việc đưa hạt vào trong chất làm màng lọc.

3.8**Hiệu suất thu mẫu (collection efficiency)**

Phần hạt bị phin lọc lưu giữ so với tổng lượng hạt ban đầu trong một thể tích không khí biết trước đi qua phin lọc.

3.9**Giọt nhỏ (droplet)**

Một lượng rất nhỏ chất lỏng ở dạng cầu.

3.10**Sự tác động (impaction)**

Quá trình một hạt hay giọt nhỏ bị văng ra khỏi luồng khí do va đập phải một vật thể nằm trong luồng khí.

3.11**Đẳng động học (isokinetic)**

Điều kiện này xảy ra khi vận tốc của không khí đi vào ống thu hoặc thiết bị thu gom được đặt trong luồng khí bằng với vận tốc của luồng khí được lấy mẫu ở điểm đó.

3.12**Bộ lọc màng (membrane filter)**

Thành phần làm màng lọc nói chung bao gồm màng hữu cơ rất mỏng có độ rỗng và thành phần được kiểm soát trong một khoảng được lựa chọn trước. (Các màng kim loại xốp rất mỏng cũng được dùng làm màng lọc.)

3.13**Máy đo phóng xạ (monitor)**

1) Dùng để đo thành phần phóng xạ dạng khí hoặc thành phần thô của chất phóng xạ một cách liên tục hoặc với tần suất cho phép thực hiện việc đánh giá nồng độ trong một khoảng thời gian nhất định.

2) Máy móc hay thiết bị sử dụng trong việc đo phóng xạ.

3.14**Hạt (particle)**

Một tập hợp các phân tử tạo nên khối rắn hoặc lỏng với kích cỡ nằm trong khoảng từ một vài đường kính phân tử đến vài phần chục milimet (vài trăm micrômet).

TCVN 7944 : 2008

3.15

Sự xuyên thấu (penetration)

Sự đi qua hoàn của chất phóng xạ khí suốt toàn màng lọc hay thiết bị thu gom khác .

3.16

Mức cho phép (permissible level)

(được sử dụng trong tiêu chuẩn này): Nồng độ chất khí đã được thiết lập làm mức hướng dẫn hay quy định của địa phương mà việc tuân thủ mức này sẽ hạn chế được lượng chất phóng xạ hít thở phải. Mức cho phép có thể khác nhau tùy thuộc vào bản chất của chất khí, khoảng thời gian chiếu xạ dự tính, và sự bảo vệ có được nhờ áo quần chuyên dụng hoặc các vật che chắn khác.

3.17

Đếm "trùng trùng giả" ("pseudo-coincidence" counting)

Phương pháp dùng để xác định nồng độ của các nguồn phát hạt α sống dài, ví dụ như plutonium hay các hợp chất của nó, được thu gom trên màng lọc với các nguồn phát α trong tự nhiên ví dụ như các sản phẩm phân rã của ^{222}Rn (radon) và ^{220}Rn (thoron). Đầu dò phát hiện và ghi nhận tín hiệu "trùng trùng giả" từ phân rã β của ^{214}Bi và con cháu của nó, phân rã ^{214}Po , từ đó có được chỉ số về lượng của ^{222}Rn có mặt. Các phân rã của ^{214}Po có thời gian bán rã 150 μs , do vậy phân rã bố mẹ-con cháu được xem và sử dụng như là "trùng trùng giả". Việc vận dụng tương tự cũng đúng cho phân rã từ ^{212}Bi về ^{212}Po . Chúng đều là các thành viên của chuỗi phân rã ^{220}Rn .

3.18

Mẫu đại diện (representative sample)

Một phần của môi trường được quan tâm, một hoặc nhiều thành phần được lấy từ môi trường này có cùng hàm lượng và đặc trưng như trong môi trường.

3.19

Máy làm sạch (scrubber)

Thiết bị cho phép chất khí và chất lỏng tiếp xúc để thực hiện việc di chuyển các chất khí, lỏng, hay rắn được mang trong chất khí đi vào luồng chất lỏng. Chất lỏng có thể là khối chất tĩnh mà chất khí bốc lên đi qua đó hay có thể được phun vào cột khí hay đi qua nhờ chất mang.

3.20

Mẫu "điểm" ("spot" sample)

Được lấy ngẫu nhiên, mẫu đơn lẻ được lấy từ luồng chất trong khoảng thời gian ngắn.

3.21**Dưới đẳng động học (sub-isokinetic)**

Điều kiện xảy ra khi vận tốc của khí đi vào ống lấy mẫu hoặc thiết bị thu gom được giữ trong luồng khí nhỏ hơn vận tốc của luồng khí đang được lấy mẫu ở điểm đó.

3.22**Trên đẳng động học (super-isokinetic)**

Điều kiện xảy ra khi vận tốc khí đi vào ống lấy mẫu hoặc thiết bị thu gom được giữ trong luồng khí lớn hơn vận tốc của luồng khí đang được lấy mẫu ở điểm đó.

3.23**Hơi (vapour)**

Dạng khí của các chất vốn là chất lỏng hoặc chất rắn ở nhiệt độ phòng, khác với các khí không ngưng đọng được (các chất hơi là các chất khí nhưng rộng hơn là được phát thải hoặc làm bay hơi từ các chất lỏng hoặc chất rắn).

3.24**Dễ bay hơi (volatile)**

khả năng xảy ra khi áp suất hơi cao ở nhiệt độ phòng.

4 Nguyên tắc**4.1 Các mẫu đại diện**

Mẫu phải đại diện cho cả luồng chất hoặc thể tích khí cần phân tích. "Mẫu đại diện" tiêu biểu cho nhiều lượng mẫu khác nhau.

4.1.1 Mẫu đại diện theo vị trí không gian**4.1.1.1 Lấy mẫu trong khu vực nhân viên làm việc**

Tốt nhất, mẫu phải được lấy từ một hoặc nhiều điểm nằm trong "vùng hô hấp" của nhân viên.^[2] Điểm lấy mẫu thực tế phải phải lấy gần với mũi và miệng nhân viên. Việc lấy mẫu thường xuyên trong trường hợp này là không khả thi và thường phải chấp nhận một số điều kiện. Trong nhiều trường hợp, có thể chấp nhận thiết bị lấy mẫu chạy bằng pin với thiết bị thu gom được đặt gần vùng hô hấp với điều kiện phải đủ nhạy, đồng thời phải thuận tiện và an toàn cho nhân viên, tránh việc nhân viên phải mang thêm thiết bị.

Để đơn giản, các mẫu khí thường được lấy nhờ các thiết bị lấy mẫu cố định. Do đó cần phải cẩn thận trong việc lựa chọn vị trí và số lượng thiết bị lấy mẫu trong một khu vực làm việc cho trước. Vị trí lấy mẫu

phải được lựa chọn sao cho càng gần vùng hít thở càng tốt mà không làm ảnh hưởng đến công việc và nhân viên. Việc lấy mẫu bằng các thiết bị lấy mẫu cố định phải chấp nhận nguyên tắc mẫu đại diện theo vị trí không gian của điểm lấy mẫu; tuy nhiên nếu việc chọn điểm lấy mẫu đúng và phù hợp với các thiết bị lấy mẫu trong vùng hô hấp thực tế thì có thể sử dụng thiết bị lấy mẫu cố định.

Các mẫu nhận được theo định kỳ từ các vị trí cố định sẽ cho biết những thay đổi chung về các nồng độ phóng xạ trong không khí, từ đó giúp xác định nguồn gây nhiễm bẩn phóng xạ. Khi bố trí hệ thống thông gió trong phòng để không khí trong phòng bị hút qua một hay một số ống dẫn, thì các thiết bị lấy mẫu được đặt ở lối thoát của ống thông gió trước khi qua phin lọc có thể cho giá trị nồng độ trung bình tổng cộng trong không khí tốt hơn, nhưng lại có thể không đại diện cho lượng khí thực được hít vào. Điều này càng đúng nếu nguồn là chỗ rò rỉ biệt lập trong phòng ở gần vùng hít thở, hoặc nếu các hạt được quan tâm có bán kính khí động lớn do chúng có xu hướng lắng đọng sau một quãng đường đi tương đối ngắn. Một số nghiên cứu cho thấy cần phải chú ý đến những vấn đề về lấy mẫu đại diện từ các thiết bị lấy mẫu.^[3, 4, 5, 6]

Các thiết bị lấy mẫu có thể được lắp đặt gần ngay trên đầu và ở trước mặt nhân viên hoặc cũng có thể được lắp đặt ở mặt trước của mũ đội đầu, hộp găng tay hoặc buồng được dùng để chứa chất phóng xạ cần xử lý. Phin lọc thiết bị thu gom thường được đặt theo mặt phẳng thẳng đứng để giảm khả năng thu gom những hạt lớn hơn do lắng đọng dưới tác dụng của trọng lực. Mặc dù nguyên tắc lấy mẫu đẳng động học không thực hiện với các thiết bị lấy mẫu khí cố định trong phòng, các hạt được quan tâm gần như luôn có kích thước đủ nhỏ để không làm ảnh hưởng tới các sai số do lấy mẫu bất đẳng động học.

Do vậy cần phải xem xét đến số lượng, vị trí và những yêu cầu về dịch chuyển của khối khí đối với các thiết bị lấy mẫu trong khi thiết kế thiết bị mà các chất phóng xạ được xử lý trong đó.

4.1.1.2 Lấy mẫu trong ống dẫn hoặc ống khói

Để lấy được các mẫu đại diện từ ống dẫn hoặc ống khói cần phải chú ý đến vị trí và số lượng ống đi vào và kết cấu của ống được sử dụng. Việc bố trí thiết bị thu gom trong luồng khí sẽ tốt hơn so với việc sử dụng các kênh phân phối nằm giữa các điểm lấy mẫu và thiết bị thu gom (xem 4.1.2). Một số khuyến cáo về kết cấu đầu dò và hướng dẫn đặt các điểm thải khí trong ống dẫn và ống khói được đề cập trong Phụ lục A.

Điểm lấy mẫu có thể chấp nhận được là điểm tương ứng với giá trị cực tiểu của năm lần đường kính ống dẫn (hoặc năm lần kích thước chính của ống dẫn hình chữ nhật) ở phía xuôi dòng sau những thay đổi đột ngột trong hướng đi của dòng hoặc những chuyển tiếp dễ nhận thấy. Mặc dù các hướng dẫn này thường có thể áp dụng được nhưng cũng cần lưu ý rằng các vận tốc ngang nên được tính đến để chắc chắn rằng dòng đã có đầy đủ các thành phần tại điểm lấy mẫu.

4.1.2 Mẫu đại diện, xét về thành phần vật lý và hóa học

4.1.2.1 Lấy mẫu không phân biệt kích thước hoặc loại hạt

Mẫu đại diện phải có cùng thành phần hóa phóng xạ và vật lý như của không khí mà nhân viên tiếp xúc trong vùng được lấy mẫu. Ngoài yêu cầu về vị trí không gian phù hợp còn có yêu cầu thiết bị lấy mẫu không phân loại theo kích thước hạt hay làm ảnh hưởng đến các tính chất vật lý và hóa học của các thành phần phóng xạ dạng khí. Yêu cầu này khó thực hiện được một cách hoàn hảo. Mẫu được đưa đến thiết bị thu gom qua bất kỳ kênh phân phối nào cũng có thể loại bỏ được những hạt lớn nhờ sự lắng đọng dưới tác dụng của trọng lực khi vận tốc dòng quá lớn, hoặc do tác động dòng chảy rối khi vận tốc dòng quá lớn. Mật độ của hạt trong không khí cũng đóng vai trò quan trọng trong việc phân loại theo kích cỡ hạt. Một số hướng dẫn tại Phụ lục B cho phép thực hiện các ước tính mất hạt trong các kênh lấy mẫu do lắng đọng dưới tác dụng của trọng lực và dòng chảy rối.

Mẫu nhận được bằng kênh phân phối hoặc thiết bị thu gom không phân biệt các hạt có kích cỡ khác nhau có thể được đánh giá chính xác mức độ phóng xạ chỉ sau khi biết được các tính chất vật lý và hóa học của chất khí thu nhận được. Trong những trường hợp cụ thể, cần thiết phải nghiên cứu riêng rẽ để xây dựng phân bố kích thước hạt và tính chất hóa học của chất dạng khí.

Những thay đổi về tính chất của các chất dạng khí phải được dự đoán trước theo những thay đổi trong các hoạt động tại cơ sở. Việc xác định đặc trưng của các thành phần khí phải được tiến hành tương đối thường xuyên để đảm bảo có được những thông tin quan trọng mang tính thống kê đặc trưng của chất dạng khí.

4.1.2.2 Lấy mẫu có phân biệt kích thước hạt

Do thông tin về phân bố kích thước hạt rất quan trọng để có thể đánh giá đúng các tác động chiếu xạ nên các thiết bị thu mẫu và thiết bị thu gom phải được thiết kế để nhận biết hai hay nhiều nhóm kích thước của chất dạng khí. Việc đo đạc phóng xạ cho mỗi nhóm kích thước sẽ cho phép xác định độ phóng xạ được lưu giữ riêng trong các phần khác nhau của đường hô hấp.⁷⁾ Mặc dù độ phân giải không cao nhưng các thiết bị này có thể phân biệt khá tốt tính phóng xạ của các hạt bị giữ lại trong phần trên của hệ hô hấp và các hạt có kích thước nhỏ hơn nhiều có thể đi vào các hốc của phổi. Các thiết bị lấy

⁷⁾ Nhóm nghiên cứu về Động học phổi của ủy ban số 1 của ủy ban quốc tế về bảo vệ chiếu xạ đã phát triển và khuyến cáo sử dụng mô hình lắng đọng bụi được sử dụng phụ thuộc vào thông tin về các kích cỡ hạt nhận được từ các mẫu khí.^[7] Khi phân bố kích thước hạt được biết thì sự lắng đọng thành phần ở mỗi vùng trong 3 vùng của hệ hô hấp có thể ước tính được nhờ mô hình này. Trong trường hợp số liệu về kích thước hạt không đầy đủ, trước đây ICRP đã khuyến cáo rằng các hạt hít thở phải được cho là 25% thở ra, 50% lắng đọng ở những phần trên của hệ hô hấp (và sau đó được nuốt xuống) và 25% đọng lại trong các lá phổi^[8]. Trong cả hai trường hợp đều cần phải biết một số chi tiết về các tính chất hóa lý của các hạt để ước tính tốc độ loại bỏ ở vùng lắng đọng.

mẫu này khá tốt. Trong trường hợp thiếu thông tin về kích cỡ hạt trong mẫu khí thì có thể sử dụng thiết bị này. Có thể tham khảo một số vấn đề này tại các tài liệu [3], [9], [10], [11], [12], [13].

4.1.2.3 Phân biệt kích cỡ hạt do lấy mẫu trong điều kiện bất đẳng động học

Phân bố kích thước hạt có thể khác nhau khi vận tốc của khí được lấy mẫu đi vào đầu dò mẫu (hoặc thiết bị thu gom, khi được đưa trực tiếp vào luồng khí cần lấy mẫu) khác biệt khá nhiều so với vận tốc của không khí trong luồng khí được lấy mẫu. Khi khí được lấy ra từ thiết bị lấy mẫu hoặc thiết bị thu gom đặt trong dòng khí có vận tốc nhỏ hơn nhiều so với vận tốc dòng khí thì các hạt lớn hơn sẽ được thu gom nhiều hơn. Ngược lại, khi vận tốc khí qua đầu dò hoặc thiết bị thu gom mẫu lớn hơn vận tốc dòng khí thì các hạt nhỏ hơn sẽ được thu gom nhiều hơn. Sự phân tách này phụ thuộc vào kích thước hạt, mật độ hạt, phân bố kích thước hạt cũng như sự khác biệt giữa vận tốc đẳng động học và vận tốc bất đẳng động học. Trừ trường hợp quá đặc biệt, các hạt có đường kính khí động nhỏ hơn 5 μm có thể đi theo dòng khí với sai số phân tách không lớn. Phụ lục C đưa ra các số liệu cho thấy sai số gây ra do bởi điều kiện lấy mẫu bất đẳng động học khác nhau. Tất nhiên kích thước và mật độ của các hạt được lấy mẫu phải được biết trước khi tính toán sai số này. Trong những hoạt động mà các kích thước hạt có thể thay đổi, đặc biệt là khi các hạt lớn hơn 5 μm được dự đoán trước, phải bố trí thiết bị lấy mẫu để cho phép dòng gần đẳng động học có thể đi vào đầu dò tại lối vào của thiết bị lấy mẫu hoặc đi qua thiết bị thu gom khi thiết bị thu gom đặt hướng vào dòng khí cần lấy mẫu. Do vậy có thể tránh được trường hợp lấy phải mẫu không đại diện gây ra bởi nguồn tiềm tàng.

4.1.2.4 Sai lệch mẫu do các phản ứng hóa học và các hiệu ứng có liên quan

Cần phải rất thận trọng khi lấy mẫu từ dòng khí nếu không khí có thể chứa các đồng vị phóng xạ ở dạng phản ứng hóa học được. Các loại hơi có thể phản ứng, ví dụ như iốt phóng xạ, có thể bị hấp thụ lên trên hoặc phản ứng với các chất có thể được dùng trong các kênh lấy mẫu, ví dụ như cao su, đồng và một số chất dẻo.

Tại một số thiết bị thu gom, ví dụ như bộ va chạm, bẫy trong chất lỏng có hiệu suất thay đổi tùy theo tính tan và kích thước của hạt. Sự cô đọng lại trên các bề mặt ở bên trong của các kênh lấy mẫu có thể tạo nên các túi và có tác dụng giống như những cái bẫy hoặc tạo các bề mặt ẩm ướt khiến chất được quan tâm có thể bám dính lên đó. Trong một số trường hợp đặc biệt, các bẫy và túi có thể giống như những máy lọc hiệu quả đối với chất phóng xạ đi qua chúng. Các kênh lấy mẫu cũng phải sạch bụi hay dầu mỡ vì chúng có thể dẫn đến khả năng lắng đọng nhiều hơn.

Khi không khí được lấy mẫu ở trạng thái gần bão hòa hơi nước thì có thể xảy ra sự lắng đọng trên thiết bị thu gom. Hơi ẩm quá cao có thể dẫn tới phá hỏng tác dụng của chất làm màng lọc lối đi của không khí bị bịt kín hoặc làm yếu đến mức chất làm màng lọc bị chảy hay bị phá vỡ. Khi xảy ra khả năng đưa

hơi ẩm vào thì các kênh lấy mẫu cần được làm nóng để ngăn ngừa sự kết đọng trong kênh nhằm đưa nhiệt độ thiết bị thu gom lên cao hơn điểm sương.

Tất cả các tương tác có thể có làm thay đổi chất lượng mẫu kể từ thời điểm mẫu được đưa vào thiết bị thu gom đều phải được xem xét cẩn thận. Phải biết trước dạng hóa học cũng như tính chất vật lý của các thành phần khí được lấy mẫu.

4.1.2.5 Chất lượng của các phương pháp và thiết bị lấy mẫu

Trong mỗi trường hợp, các phương pháp và thiết bị lấy mẫu được sử dụng phải được nghiên cứu và kiểm tra cẩn thận để chắc chắn rằng chúng sẽ vận hành theo dự định. Độ kín tổng thể và các phương pháp chung để lấy mẫu phải được xem xét kỹ.

4.2 Lập quy trình lấy mẫu

Việc xây dựng quy trình lấy mẫu do nhiều yếu tố tác động. Quy trình lấy mẫu bao gồm tần suất, khoảng thời gian và lượng thể tích mẫu. Trong hầu hết các trường hợp, khi lập kế hoạch ba yếu tố này phải nằm giữa các giá trị lý tưởng và phải có ý nghĩa cung cấp đủ thông tin để đánh giá an toàn vận hành cũng như có thể xác định được bằng kỹ thuật, có tính kinh tế và thuận tiện.

4.2.1 Độ nhạy và đo

Độ nhạy và độ chính xác của phương pháp phân tích hoặc đo đếm sẽ xác định thể tích khí nhỏ nhất cần được lấy mẫu để có được độ chính xác cần thiết và tính xác thực của các kết quả.

4.2.2 Mức cho phép ở vị trí lấy mẫu

Nồng độ có thể chấp nhận của các đồng vị phóng xạ mà ta quan tâm sẽ xác định thể tích tối thiểu cần lấy mẫu. Nếu có thể được, mẫu phải đủ lớn để cho phép xác định được giá trị một phần mười mức chấp nhận với độ tin cậy nhất định. Trong một số trường hợp, mẫu phải đủ lớn để cho phép đo có hiệu quả đối với các mức phóng xạ bằng hoặc nhỏ hơn mức môi trường (Xem 4.2.4).

4.2.3 Phân rã phóng xạ

Thời gian bán rã của đồng vị được đo là một thông tin quan trọng. Đối với những chất có thời gian bán rã ngắn thì khoảng thời gian lấy mẫu có thể ngắn cùng với thể tích mẫu lớn và đo nhanh. Một phương pháp thay thế khác là lấy mẫu cho đến khi chất phóng xạ thu gom được đạt đến trạng thái cân bằng. Ở thời điểm này, tốc độ phân rã bằng với tốc độ tích lũy. Việc đánh giá đòi hỏi phương pháp định tính phải được thực hiện trong hoặc ngay sau khi lấy mẫu. Với những chất có thời gian sống dài, có hoạt độ trong mỗi đơn vị khối lượng thấp, có thể phải lấy mẫu thể tích lớn để có được độ chính xác cần thiết khi sử dụng các phép phân tích đo lường phóng xạ.

4.2.4 Chất phóng xạ tự nhiên

Sự hiện diện của các chất phóng xạ tự nhiên có thời gian bán rã ngắn có thể làm lu mờ nhiều chất phóng xạ có thời gian sống dài tồn tại trong cùng môi trường. Do vậy cần phải có những khoảng thời gian trễ từ thời điểm thu mẫu đến thời điểm đo mẫu. Đo mẫu được lặp lại vào những thời điểm sau đó hay sử dụng những phương pháp đặc biệt khác, ví dụ như phân biệt năng lượng, đếm giả trùng phùng hoặc các phương pháp lấy mẫu phân biệt kích thước hạt như kỹ thuật phin lọc lựa chọn kích cỡ hạt và vòng đập hình khuyên.^[13, 14, 15, 16] (Xem 5.1.2.2).

4.2.5 Bản chất của hoạt động và quy trình

Bản chất của hoạt động liên quan đến chất phóng xạ có thể ảnh hưởng đến chương trình lấy mẫu. Đối với các hoạt động hay quy trình được thực hiện lần đầu tiên, cần phải lấy mẫu thường xuyên hơn và rộng hơn so với những hoạt động hay quy trình đã được thiết lập và xác nhận tốt từ trước. Khả năng phát thải chất phóng xạ và những hậu quả của sự nhiễm xạ không khí do sự cố phải được xem xét để xác định tần suất và quãng thời gian lấy mẫu.

Khi mục đích của việc lấy mẫu là xác định mức phát thải tổng cộng của các chất phóng xạ vào môi trường thì quy trình lấy mẫu phải được thiết kế để đảm bảo nhận được mẫu đầy đủ trong suốt quá trình phát thải do tai nạn. Trong điều kiện bình thường, việc lấy mẫu không liên tục và tương đối không thường xuyên có thể là đủ, nhưng khi cần phải tính đến sự lệch chuẩn hay tình huống tai nạn thì có thể cần thiết phải lấy mẫu liên tục. Phải dự đoán trước được các mức tương đối của hoạt độ phóng xạ có trong mẫu trong quá trình phát tán do tai nạn. Việc xem xét này có thể ảnh hưởng đến mức thể tích mẫu cần lấy trong những trường hợp không đúng chuẩn. Trong một số trường hợp, phải sử dụng hai hệ thống lấy mẫu riêng biệt để xác minh, một hệ thống để thu nhận mẫu đối với những phát tán ở mức cao không liên tục và hệ thống còn lại dùng cho đánh giá phát tán hàng ngày. Phương pháp thu gom cũng có thể khác đi để phục vụ cho hai mục đích trên.

Phải dự đoán các điều kiện bất thường theo sau tai nạn bức xạ nghiêm trọng trước khi yêu cầu lấy mẫu để đánh giá các mức chất phóng xạ dạng khí có trong một khu vực bị ảnh hưởng bởi tai nạn (ví dụ các mẫu đại diện lấy từ không khí bị nhiễm xạ sau tai nạn lò phản ứng). Việc lấy mẫu trong những điều kiện xấu phải được dự tính và phải thiết kế cho hệ thống các quy trình cần thiết.

5 Các phương pháp

Hai dạng chất phóng xạ nhiễm trong không khí là dạng hạt và dạng khí; các hạt có thể ở trạng thái rắn hoặc lỏng, mặc dù người ta thường cho rằng hạt là những phần tử rất nhỏ của chất rắn. Tùy thuộc vào việc áp dụng lấy mẫu đối với dạng khí hay dạng hạt mà ta sẽ có các phương pháp lấy mẫu chất phóng xạ khác nhau.

5.1 Chất dạng Hạt

5.1.1 Phân phối mẫu

Các nguyên tắc về loại bỏ phần đại diện của luồng chất ra khỏi một ống dẫn lớn đã được đề cập đến ở phần trên. Theo các nguyên tắc này, kênh lấy mẫu được sẽ dẫn mẫu đại diện đến thiết bị thu gom. Với những mẫu được lấy từ không khí, ví dụ từ không khí trong phòng, thì không cần đến các kênh lấy mẫu.

5.1.2 Thiết bị thu gom

Nhiều loại thiết bị thu gom khác nhau có thể sử dụng cho việc lấy mẫu chất phóng xạ dạng hạt. Có hai nhóm chính đó là:

- 1) các thiết bị thu gom hạt thô không phân biệt kích thước hạt;
- 2) các thiết bị thu gom hạt có phân biệt kích thước hạt.

5.1.2.1 Các thiết bị thu gom không phân biệt kích thước hạt

Việc đánh giá cẩn thận mức chiếu xạ của các hạt bụi khí đòi hỏi phải có thông tin về kích thước hạt và tính chất hóa học của chất. Thông tin này có thể được xác định trong quá trình lấy mẫu. Sau khi xác định đặc trưng của chất dạng khí bằng các nghiên cứu đặc biệt, có thể thực hiện việc thu gom hạt mà không cần phân biệt kích thước, với điều kiện việc đó không làm thay đổi nhiều khả năng nhiễm bẩn phóng xạ. Sau những khoảng thời gian nhất định và khi có bất kỳ thay đổi nào đã được dự đoán trước thì chất dạng khí phải được xác định đặc trưng về tính chất vật lý và hóa học. Quy trình này phải được thực hiện trong trường hợp xảy ra tai nạn vì khả năng thay đổi các tính chất chung của chất bản phóng xạ ở dạng khí và các mức nồng độ cao có thể dẫn tới mức nguy hiểm chiếu xạ lớn.

5.1.2.1.1 Thiết bị lọc

Việc lấy mẫu các hạt chất phóng xạ thường được thực hiện bằng phương pháp lọc khí. Người ta thích sử dụng các thiết bị lọc vì quy trình làm việc đơn giản và ít đòi hỏi về thiết bị. Chất làm màng lọc có khoảng đặc trưng làm việc rộng có nhiều ở dạng thương phẩm do đó người ta dễ dàng tìm được thiết bị lọc thích hợp với hầu hết các chương trình lấy mẫu khí. Việc thu gom các hạt bằng thiết bị lọc được thực hiện nhờ một hay nhiều cơ chế sau đây: Cản trở trực tiếp, va chạm, khuếch tán và hút tĩnh điện. Mặc dù các tính chất của các hạt, các thiết bị lọc và các điều kiện lấy mẫu sẽ xác định những yếu tố thu gom nào có thể dùng được, với hầu hết các thiết bị lọc thì các cơ chế va chạm và khuếch tán là những cơ chế nổi trội cần được xem xét. Sự thu gom theo cơ chế va chạm tăng theo kích thước và vận tốc của hạt trong khi đó cơ chế khuếch tán (chuyển động Braun) thích hợp hơn với những hạt rất nhỏ trong không khí có những vận tốc rất thấp.

TCVN 7944 : 2008

Với thiết bị lọc và vận tốc ban đầu cho trước thì có một kích thước hạt lý thuyết cho ta khả năng đi xuyên lớn nhất; các hạt lớn hơn hoặc nhỏ hơn kích thước này có thể bị bắt nhiều hơn. Hiệu suất lọc được các nhà sản xuất đưa ra thường được dựa trên những phép kiểm tra với các hạt xấp xỉ $0,3 \mu\text{m}$. Sơn khí có kích cỡ như vậy có thể lớn hơn từ 2 đến 5 lần kích cỡ của những sơn khí có khả năng đâm xuyên lớn nhất đối với một số môi trường và điều kiện dòng chảy nhất định. Các giá trị hiệu suất được đưa ra phải được xem như là những giá trị lý thuyết và trong những trường hợp đặc biệt, cần có thêm các phép đo hiệu suất. Vì các hiệu suất thu gom được xác định như vậy có thể khác với hiệu suất đối với sơn khí thực nên cần phải chú ý tới những sai số có thể có sinh ra từ nguồn này. Người ta không yêu cầu hiệu suất lọc đạt 100% nhưng cần phải biết hiệu suất ứng với kích thước hạt và lưu lượng dòng đã được lựa chọn; hoặc phải biết rằng hiệu suất sẽ bằng với hoặc lớn hơn một số giá trị hiệu suất nhỏ nhất chấp nhận được. Thông thường, nếu một thiết bị lọc được coi là có hiệu suất "cao", nghĩa là lớn hơn 99%, thì nó lại ít có khả năng nhạy với những thay đổi về kích thước hạt trong khi thiết bị lọc hiệu suất thấp lại có thể thực hiện được. Mặc dù các nhà thực nghiệm đưa ra nhiều giá trị hiệu suất khác nhau nhưng về cấp độ lớn thì cũng gần như nhau. Ngoài sự khác biệt về hiệu suất thu gom, chất làm màng lọc còn khác nhau về khả năng cản trở dòng khí, độ ẩm và khô, độ nhám bề mặt và mức độ dễ dàng trong việc lau chùi tẩy rửa hóa học. Các tính chất này có thể quan trọng hơn hoặc ít quan trọng hơn và khi áp dụng trong thực tế phải được xem xét cẩn thận trong việc lựa chọn chất làm màng lọc. Thường thì việc lựa chọn thiết bị lọc phải thể hiện sự dung hòa giữa các yếu tố này. Việc lựa chọn thường được thực hiện dựa trên năm loại thiết bị lọc: Xenlulôza, xenlulôza-amiăng, sợi thủy tinh, sợi tổng hợp và màng. Các đặc trưng của một số chất làm màng lọc điển hình được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1 – Hiệu suất thu gom và khả năng cản trở dòng chảy của các chất làm màng lọc lấy mẫu khí được lựa chọn¹⁾

Loại thiết bị lọc	Ký hiệu	Hiệu suất thu gom, % để lưu giữ 0,3 µm DOP				Khả năng cản trở dòng chảy, mmHg			
		Vận tốc, cm/s				Vận tốc, cm/s			
		10,7	26,7	53	106	35	53	71	106
Xenlulôza	Supplier A	64	72	84	98	24	36	48	72
	Supplier B	46	56	66	80	18	27	37	56
	Supplier C	62	74	86	98	23	40	48	81
Xenlulôza-amiăng	Supplier D	99,18	99,28	99,52	99,75	38	57	75	112
	Supplier E	96,6	98,2	99,2	99,8	44	64	87	127
Thủy tinh	Supplier F	99,968	99,932	99,952	99,978	20	30	40	61
	Supplier G	99,974	99,964	99,970	99,986	19	28	38	57
Màng	Supplier H (Kích thước lỗ 0,8 µm)	99,992	99,985	99,980	-	98	142	195	285
	Supplier G (Kích thước lỗ 5 µm)	88	88	92	95	56	84	117	190

5.1.2.1.1 Xenlulôzơ

Các thiết bị lọc xenlulôzơ là loại thông dụng trong hóa phân tích được làm từ bột xenlulôzơ đã tinh chế. Do vậy, các thiết bị lọc loại này có thành phần tro nhỏ và dễ dàng phân hủy bằng cách xử lý hóa học (các axit oxy hóa). Chúng có khả năng cản trở nhỏ đối với dòng khí nhưng có thể tăng sức cản dòng khí do có thêm các hạt bụi. Hiệu suất thu gom phụ thuộc vào vận tốc và các thiết bị này phải được làm việc ở vận tốc ứng với hiệu suất theo yêu cầu. Các vận tốc lớn được yêu cầu để hoạt động tốt nhất. Sự lưu giữ phần tử phóng xạ trong chất làm màng lọc có vai trò quan trọng, do vậy giấy xenlulôzơ không thích hợp lắm để dùng cho việc phát hiện các đồng vị phóng xạ phát ra hạt α bằng cách đếm trực tiếp.

Các thiết bị lọc làm từ xenlulôzơ bền vững và không dễ bị phá hủy khi sử dụng. Trong số năm nhóm thiết bị lọc thì đây là nhóm có chi phí rẻ nhất.

5.1.2.1.2 Xenlulôzơ-Amiăng

Khi cấu trúc khoáng ví dụ như amiăng được trộn với xenlulôzơ thì hiệu suất thu gom của thiết bị lọc sẽ được cải thiện và độ bền hóa học của chúng tốt hơn.

¹⁾ L.B. Lockhart, "Đặc tính của máy lọc khí sử dụng trong giám sát phóng xạ không khí", NRL Báo cáo số 6054, 20/3/1964.

TCVN 7944 : 2008

Vi thành phần amiăng có ý nghĩa quan trọng nên cần phải xử lý hóa học đặc biệt để làm sạch thiết bị lọc. Do vậy các thiết bị lọc xenlulôzơ-amiăng chỉ thường được sử dụng hạn chế trong các chương trình theo dõi không khí, vì trong đó không có sự phân tách hóa phóng xạ. Các thiết bị lọc không dễ bị phá hủy và được dùng rộng rãi trong việc lấy mẫu khí.

5.1.2.1.1.3 Sợi thủy tinh

Những tấm phin lọc làm bằng sợi thủy tinh nhỏ mịn có thể có hiệu suất thu gom cao và những mất mát do bị hấp thụ thấp hơn so với các thiết bị lọc xenlulôzơ-amiăng. Một đặc trưng nổi bật của các thiết bị lọc loại này là việc tăng hiệu suất ghi không làm tăng khả năng cản trở luồng khí. Các thiết bị lọc làm bằng thủy tinh có thể được sử dụng ở những nhiệt độ cao hơn các thiết bị lọc làm từ xenlulôzơ hoặc xenlulôzơ-amiăng. Yếu điểm chính của môi trường này là tính tương đối dễ gãy vỡ và chống chịu kém với axit flohiđric. Lợi thế của chúng là ở tính trơ hóa học vì khi cần loại bỏ, có thể hòa tan chất thu gom trong khi thiết bị lọc thì không.

Có thể tìm thấy những lượng nhỏ ^{40}K trong các thiết bị lọc làm bằng sợi thủy tinh. Với những mức nguồn phát xạ hạt α cực kỳ thấp cũng cần phải tính đến sự đóng góp từ nguồn này.

5.1.2.1.1.4 Sợi tổng hợp

Hiện nay có nhiều loại sợi hữu cơ khác nhau và chúng có thể được dùng cho các thiết bị lọc có các đặc trưng riêng được xác định bởi thành phần và đường kính của sợi. Cácbon florua, polypropylen, nilon và các loại sợi khác có thể ứng dụng làm chất làm màng lọc cho thiết bị lọc.

5.1.2.1.1.5 Thiết bị lọc màng

Các thiết bị lọc màng là chất gen khô xốp làm từ các loại ête xenlulôzơ, thường được sản xuất dưới dạng axêtat hoặc nitrat. Cấu trúc và kích thước lỗ rỗng có thể kiểm soát được bằng nhiều quy trình sản xuất. Các thiết bị lọc dạng thương phẩm hiện tại có các kích cỡ lỗ rỗng (đường kính) nằm trong khoảng từ 10 nm đến 10 μm . Các thiết bị lọc này có thể hòa tan hoàn toàn trong nhiều dung môi hữu cơ và có thể bị phân hủy dễ dàng bởi các axit ôxy hóa. Các thiết bị lọc với các đường kính lỗ rỗng nhỏ hơn micrômét có hiệu suất thu gom cao nhất trong số bốn dạng bề mặt thiết bị lọc vì thế những mất mát lưu giữ là nhỏ nhất. Vì tính dễ vỡ của các thiết bị lọc dạng màng nên chúng cần có sự hỗ trợ đặc biệt của bộ giữ thiết bị lọc và phải được sử dụng cẩn thận trong quá trình thay đổi mẫu. Nhược điểm chính của các thiết bị lọc loại này là sự cản trở dòng khí lớn. Để có được thể tích mẫu theo yêu cầu có thể phải cần thời gian lấy mẫu dài hoặc phải sử dụng đến những bộ đẩy khí có kiểu hay kích cỡ không thể có trong quy trình.

Những thiết bị lọc dạng màng lỗ rỗng lớn – có bán kính lỗ rỗng lớn hơn 1 μm - đạt được hiệu suất thu gom bề mặt cao so với các thiết bị lọc cỡ dưới micrômét nhưng cản trở dòng ít hơn nhiều. Khả năng hạt

đi xuyên qua các thiết bị lọc lỗ rỗng lớn cao hơn so với các thiết bị lọc làm từ xenlulôzơ-amiăng hoặc sợi thủy tinh. Tuy nhiên, các thiết bị lọc dạng màng có lỗ rỗng lớn lại rất thích hợp cho việc lấy mẫu các đồng vị phóng xạ phát ra hạt α vì hiệu suất thu gom thấp hơn đủ để các hạt được giữ lại không bị hấp thụ vào chất làm màng lọc.

5.1.2.1.1.6 Các thiết bị lọc làm bằng kim loại

Các thiết bị lọc hiện có là những màng rất mỏng làm bằng kim loại xốp. Do vậy chúng sẽ được sử dụng trong những ứng dụng rất đặc biệt; ví dụ như thiết bị lọc làm bằng bạc tinh khiết có thể được dùng để bẫy đồng thời các hạt và iốt phân tử.

5.1.2.1.1.7 Thiết bị có liên quan đến việc lấy mẫu bằng thiết bị lọc

5.1.2.1.1.7.1 Giá đỡ bộ lọc

Cái lọc cần phải có sự hỗ trợ của bộ giá đỡ được thiết kế tốt.

Các đặc trưng có trong thiết kế là:

- 1) Màng hoặc đĩa rỗng xốp hỗ trợ. Bề mặt tiếp xúc của thiết bị lọc phải trơn, phẳng và cách xa các bề mặt nhám và cạnh sắc. Trong một số trường hợp với những thiết bị lọc có diện tích nhỏ khi độ bền của chất làm màng lọc cho phép thì đĩa rỗng xốp hỗ trợ có thể bỏ đi được. Đây là trường hợp ngoại lệ chứ không phải là quy tắc chung.
- 2) Vòng gắn áp lực được thiết kế để ép đường vành đai của thiết bị lọc lên bộ phận hỗ trợ để đảm bảo sự kín khí. Có nhiều chất chịu lực khác nhau có thể sử dụng, như chất dẻo hoặc cao su. áp suất ở trên mỗi hàn phải đồng đều bằng cách sử dụng các thiết bị kẹp, cam được thiết kế phù hợp hoặc các cơ cấu kín chịu áp lực khác.
- 3) Bộ hỗ trợ thiết bị lọc phải đóng mở dễ dàng để việc thay mẫu được thuận tiện.
- 4) Chất làm bộ hỗ trợ thiết bị lọc phải chịu được sự ăn mòn trong không khí nơi mẫu được thu gom.
- 5) Bộ thu mẫu với thiết bị lọc được di chuyển liên tục hoặc gián đoạn yêu cầu phải có bộ hỗ trợ thiết bị lọc và cơ chế gắn kín phức tạp hơn. Các thiết kế thương mại phải được xem xét kỹ càng về toàn bộ phần gắn kín chất làm màng lọc, cơ cấu đẩy thiết bị lọc và sự linh hoạt.
- 6) Trong những trường hợp đặc biệt cần thiết phải cung cấp màn lưới đặt trước thiết bị lọc. Màn này sẽ thu gom mọi thứ từ các loại côn trùng, lá cây hay các mảnh nhỏ khác không đại diện cho son khí cần quan tâm.

5.1.2.1.1.7.2 Bộ đẩy khí

Các mẫu khí có thể được lấy ra từ thiết bị thu gom bằng nhiều loại bộ đẩy khí khác nhau. Yêu cầu quan trọng nhất của bộ đẩy khí là có thể cung cấp luồng khí cần thiết để thắng sự cản trở của hệ thống lấy mẫu. Các loại bơm hành trình dương ví dụ như bơm đẩy loại xoay hoặc loại pittông quay (loại bánh răng) đóng vai trò quan trọng vì chúng sẽ duy trì dòng chảy gần như không đổi ngay cả khi có những thay đổi áp suất đột ngột. Khi độ giảm áp suất trên thiết bị thu gom khá nhỏ thì nên dùng quạt ly tâm hoặc tuabin tốc độ cao. Loại bộ đẩy khí này phải được lựa chọn và sử dụng phụ thuộc đặc trưng giảm áp suất dòng của khối lấy mẫu. Do đặc trưng của thiết kế, các bộ đẩy khí này sẽ thay thế những thể tích khí lớn khi chạy tự do (thay đổi áp suất rất bé) nhưng dòng sẽ suy giảm mạnh khi bộ đẩy khí phải thắng chênh lệch áp suất. Sự chênh lệch áp suất tăng lên do bụi trong môi trường bít kín thiết bị lọc sẽ làm giảm nhanh dòng chảy.

Loại ống venturi, máy hút khí được dùng trong những ứng dụng đặc biệt. Ở những nơi không có điện, các cột trụ khí nén hoặc loại khí khác có thể được dùng để vận hành bộ lấy mẫu hút khí. Trong những ứng dụng mà chi phí sử dụng các máy bơm cơ học cao và gặp khó khăn trong bảo dưỡng, ví dụ như ở nơi các loại khí có khả năng gây ăn mòn cao, thì máy phun hơi được sử dụng để có được chênh lệch áp suất phục vụ cho việc lấy mẫu là rất phù hợp.

Trong những ứng dụng cần có bộ đẩy khí tự chứa, ví dụ như dùng cho việc lấy mẫu khí riêng lẻ, các máy bơm hành trình dương sử dụng ắc quy có khả năng nạp nhiều lần tỏ ra rất thích hợp.

Trong một cơ sở cần lấy mẫu ở nhiều vị trí dự tính trước thì một máy bơm chân không trung tâm được khuyến cáo thiết kế riêng biệt để dùng cho mục đích này. Hệ thống chân không phải có một bơm chân không và bộ tiếp nhận đủ lớn để có thể lấy mẫu ở mức thiết kế đồng thời từ tất cả các thiết bị thu gom mẫu có trong hệ thống.

Một vấn đề quan trọng là độ ổn ở vị trí làm việc phát sinh từ không khí và từ chính bộ đẩy khí. Do vậy cần phải chú ý đến những đặc trưng về tiếng ồn và các mức có thể cho phép ở nơi làm việc.

5.1.2.1.1.7.3 Thiết bị đo dòng

Lưu lượng dòng phải được đo để xác định nồng độ chất phóng xạ và đảm bảo rằng thiết bị thu gom được vận hành phù hợp với mức lưu lượng dòng theo thiết kế. Thiết bị đo dòng thường được dùng nhất là "lưu lượng kế kiểu phao", một thiết bị có khe có thể thay đổi. Các đồng hồ ống venturi, các lỗ cố định, máy đo gió dạng quay và các ống hở một đầu có thể được sử dụng trong những phạm vi nhất định. Bộ lấy tổng dòng, ví dụ như đồng hồ đo độ dịch chuyển, phù hợp khi các mức lấy mẫu thay đổi trong các quãng thời gian được dự tính trước. Tất cả các thiết bị phải được chuẩn đạt độ chính xác theo yêu cầu trong những điều kiện sử dụng có dùng thiết bị chuẩn.

Các thiết bị đo dòng trong mọi trường hợp đều có thể được đặt ở phía dưới dòng (vùng áp suất thấp hơn) của thiết bị thu gom. Với vị trí này, sự lắng đọng các hạt và hơi trong thiết bị đo dòng sẽ không làm giảm nồng độ biểu kiến và máy đo dòng phải được giữ thật sạch. Trong những trường hợp này, máy đo dòng sẽ đo không khí ở áp suất thấp hơn áp suất khí quyển. Việc hiệu chỉnh thích hợp đối với thể tích đi qua thiết bị thu gom do vậy có thể được yêu cầu thực hiện hoặc được tính đến trong khi chuẩn.

5.1.2.1.1.7.4 Kiểm soát lưu lượng

Trong quy trình phải tính đến việc hiệu chỉnh tốc độ lấy mẫu theo giá trị được yêu cầu. Trong hầu hết các trường hợp, để làm được điều này, người ta sử dụng van kiểm soát đặt trên đường thẳng nằm giữa bộ đẩy khí và thiết bị thu gom. Ngoài ra có thể cần đến một van rẽ nhánh nếu bộ đẩy khí hoạt động dưới mức quy định và cần có thêm không khí để làm nguội bơm. Van rẽ nhánh có thể điều khiển được bằng tay hoặc bằng van kiểm tra bóng với sức căng điều chỉnh được bằng lò xo.

Các lỗ được bố trí trên một trục thẳng ở phía xuôi dòng của thiết bị thu gom để cho dòng ổn định. Chênh lệch áp suất phải đảm bảo đủ để bộ đẩy khí tạo ra dòng chảy tới hạn qua lỗ.

Trong một số trường hợp, lưu lượng có thể được thay đổi và kiểm soát bằng cách thay đổi tốc độ bơm. Điều này có thể thực hiện được bằng cách điều chỉnh điện áp của động cơ loại phổ biến.

Sự tích lũy bụi trên thiết bị lọc trong suốt quá trình lấy mẫu làm giảm dòng đi qua thiết bị lọc. Mức độ giảm này phụ thuộc vào các đặc trưng của bộ đẩy khí và lượng bụi vào thiết bị lọc. Nếu sự gia tăng tích lũy bụi là tuyến tính với thời gian thì lưu lượng dòng có thể xác định bằng cách lấy trung bình các lưu lượng tại điểm đầu và điểm cuối trong quãng thời gian lấy mẫu. Người ta khuyến cáo sử dụng các bộ ghi và bộ lấy tổng lưu lượng dòng để thiết lập kích thước mẫu tổng cộng. Các bộ lấy tổng dòng đặc biệt hữu ích trong trường hợp thời gian lấy mẫu dài, trong thời gian đó dòng có thể thay đổi đáng kể. Trong nhiều trường hợp, người ta quan tâm đến dòng tổng cộng hơn lưu lượng dòng. Một ưu điểm nữa là khả năng ghi nhận dòng tổng cộng từ xa. Hiện đã có các bộ điều chỉnh dòng ổn định và thường có các van ổn định được lắp nối tiếp hoặc song song với dòng khí. Khi sự cản trở của thiết bị lọc tăng lên do bụi tích lũy lại thì van mở (hoặc đóng nếu lắp song song) để duy trì ổn định sức cản của hệ thống và dòng khí cho đến khi van đã được điều chỉnh hết cỡ và đạt đến điểm kết thúc thời gian kiểm soát. Các thiết bị này phải được xem xét sử dụng khi các dòng khí thay đổi tương đối nhiều theo thời gian.

5.1.2.1.2 Bộ lắng

5.1.2.1.2.1 Bộ lắng tĩnh điện

Bộ lắng tĩnh điện giúp loại bỏ hạt vật chất ra khỏi dòng khí đang di chuyển bằng cách tích điện cho các hạt có trong dòng và thu gom chúng trên một bề mặt được tích điện trái dấu. Các thiết bị thu gom dùng bộ lắng tĩnh điện được thiết kế tốt vận hành theo các khuyến cáo của nhà sản xuất có thể loại bỏ có

TCVN 7944 : 2008

hiệu quả các hạt gây nguy hiểm chiếu xạ đến con người. Điện áp và hình học thiết bị thu gom có thể được lựa chọn để đảm bảo sự loại bỏ gần như hoàn toàn tất cả các hạt được quan tâm. Hiện nay có thể tìm thấy trên thị trường một số bộ lắng tĩnh điện làm việc trong một dải rộng của dòng chất. Bộ lắng tĩnh điện có ưu điểm nổi bật là tích lũy mẫu không làm gia tăng độ cản trở dòng. Các mẫu có thể được đếm trực tiếp trên đĩa thu gom mà không cần (hoặc rất ít) phải hiệu chỉnh hiện tượng tự hấp thụ. Người ta thường chỉ áp dụng bộ lắng tĩnh điện này cho việc lấy mẫu khí phóng xạ đặc biệt với những khoảng thời gian ngắn, do bởi các yêu cầu về bảo dưỡng vận hành và vấn đề an toàn khi sử dụng điện áp cao. Tuy nhiên, chúng là một công cụ phụ trợ rất giá trị cho các quy trình theo dõi khí phóng xạ.

5.1.2.1.2.2 Bộ lắng nhiệt

Việc thu gom hạt bằng bộ lắng nhiệt phụ thuộc vào lực tác dụng lên hạt khi hạt đi qua vùng giữa một dây được nung nóng và thiết bị thu gom. Các bộ lắng nhiệt là hữu ích khi dùng để thu gom các hạt nhỏ hơn micrômet trong kiểm tra bằng kính hiển vi điện tử vì lưu lượng dòng cần lấy mẫu quá nhỏ, các bộ lắng nhiệt chỉ được ứng dụng trong việc lấy mẫu khí hàng ngày đối với các hạt phóng xạ.

5.1.2.1.2.3 Thiết bị liên quan dùng cho lấy mẫu sử dụng các bộ lắng

Đầu thu sử dụng bộ lắng tĩnh điện ở dạng đĩa hoặc tấm, thường bằng kim loại mỏng. Đối với bộ lắng nhiệt, thiết bị thu gom ở dạng đĩa nhỏ. Một hay nhiều lưới kính hiển vi điện tử cùng với các tấm phim thích hợp có thể được gắn trực tiếp bên dưới dây nóng.

Dòng khí thường được duy trì bằng bơm tổng gắn liền với thiết bị. Dòng chảy trong các thiết bị này ở trạng thái tới hạn và các phép đo dòng được thực hiện bằng cách sử dụng các phương pháp đã được đề cập trong 5.1.2.1.1.7.3. Cần phải tuân thủ các khuyến cáo của nhà sản xuất.

5.1.2.1.3 Bộ lắng trọng lực

Các bộ lắng trọng lực tồn tại ở dạng mở, các khay lấy mẫu thường được đặt ở phía xuôi dòng tính từ các điểm nguồn phát thải để xác định mức lắng đọng phóng xạ ở bề mặt. Khi sử dụng đủ lượng khay, có thể nhận được các thông tin cần thiết liên quan tới nhiễm xạ bề mặt. Tuy nhiên, các khay lấy mẫu không được sử dụng trực tiếp để xác định nồng độ khí tổng cộng của phóng xạ ở dạng hạt. Một loại thiết bị thu gom hạt tương tự được gọi là "tấm đón khí" có vỏ là một lớp chất dẻo được dàn ra trên một khung dây dùng để đo phóng xạ khí ở dạng hạt.

Nhược điểm của khay lấy mẫu dạng này là do gió trên bề mặt có thể thổi các hạt đã lắng đọng trước đó ở thiết bị thu gom. Có thể giảm mất mát này bằng cách sử dụng lớp dính, phủ lên khay bằng giấy hồ hoặc bằng cách sử dụng dung dịch nước-cồn. Tuy nhiên, chất dính phải chịu sự tác động của thời tiết nên thời gian làm việc của chúng bị giới hạn. Chất lỏng phải được bổ sung để bù vào lượng bay hơi.

5.1.2.1.4 Máy đo phóng xạ cá nhân

Các máy đo phóng xạ cá nhân cho phép các mẫu được lấy từ những vùng hô hấp của nhân viên. Các thiết bị này bao gồm một bộ lấy mẫu gắn ở ve áo và hoạt động nhờ pin gắn ở gần thắt lưng. Mẫu được thu gom trong những khoảng thời gian tương đối dài do tốc độ lấy mẫu thấp^[16].

5.1.2.2 Thiết bị thu gom hạt có phân biệt kích cỡ

Việc phân tách và thu gom các hạt thành từng khoảng kích thước khác nhau được thực hiện bằng bộ lấy mẫu sử dụng tính ì của các hạt và lắng đọng do trọng lực. Phân bố kích thước của những hạt rất nhỏ có thể được xác định bằng cách khuếch tán đến các thành ống do chuyển động Braun khi các hạt đi qua ống hoặc kênh. Vì hệ số khuếch tán của các hạt rất nhỏ nên phương pháp này chỉ được quan tâm đến khi các phân bố kích cỡ hạt bao gồm những hạt có kích thước nhỏ hơn 0,05 μm ^[14].

5.1.2.2.1 Bộ va chạm

Bộ va chạm hoạt động dựa trên nguyên tắc các hạt trong dòng khí đang di chuyển sẽ va chạm vào vật, ví dụ như một tấm chắn được đặt vuông góc với dòng khí với điều kiện là quán tính của các hạt đủ để thắng lực cuốn của dòng khí khi nó đi qua tấm chắn. Khi các hạt đang di chuyển đến tấm chắn thì các hạt nhỏ hơn được kéo vòng quanh tấm chắn do lực cuốn của dòng khí. Bằng cách thiết kế bộ va chạm với một loạt các vòi có kích thước giảm dần nhờ vậy mà có thể phân biệt được kích thước hạt của son khí. Các hạt quá nhỏ để có thể đập vào tấm chắn ở giai đoạn cuối cùng thì có thể được thu gom lại nhờ thiết bị lọc. Với thiết kế phù hợp có thể có được sự phân loại tốt với mát mát ở thành ống trong thiết bị thấp. Một số thiết bị lấy mẫu kiểu va chạm được đề cập trong các tài liệu tham khảo^{[18], [19], [20]}.

5.1.2.2.1.1 Bộ va chạm hình khuyên

Bộ va chạm hình khuyên là bộ va chạm một lần đặc biệt được gắn với thiết bị lấy mẫu thể tích lớn^[12]. Thiết bị này được thiết kế riêng cho việc thu gom các hạt phát xạ α có kích thước lớn, khối lượng riêng lớn hơn ví dụ như plutonium trong khi chỉ thu gom một phần các hạt bụi nhỏ hơn tồn tại đồng thời có mang các sản phẩm con cháu của radon và thoron. Mặc dù sự phân tách là không hoàn toàn nhưng thiết bị thu gom này cho phép đếm tức thời mẫu được thu gom mà không cần phải đợi từ 6 h đến 24 h để phóng xạ con cháu phân rã như phải làm với các mẫu thu được từ thiết bị lọc.

Kích cỡ của các hạt được thu gom phụ thuộc vào lưu lượng dòng chảy, thể tích của thiết bị lấy mẫu và sự điều chỉnh độ rộng khe. Cần thiết phải phủ bề mặt va chạm bằng chất dính để đảm bảo giữ lại hiệu quả những hạt có kích thước lớn.

Nếu bộ va chạm hình khuyên được dự định sử dụng thì cần phải nghiên cứu để xác định hiệu suất thu đối với các hạt được quan tâm trong khu vực lấy mẫu.

5.1.2.2.1.2 Bộ tiền thu trọng lực

Buồng lắng đọng có thể được sử dụng ở trên thiết bị thu gom để loại bỏ những hạt lớn bằng lắng đọng trọng lực. Phần lắng đọng được chia thành một số kênh nông nằm ngang có kích thước phù hợp sao cho các hạt có kích cỡ lớn hơn một số giá trị nhất định sẽ lắng đọng lên đáy của một trong số các kênh đo với tốc độ lấy mẫu theo thiết kế. Một phần lớn các hạt nhỏ hơn cũng sẽ bị giữ lại. Do vậy cần phải đánh giá thận trọng hiệu suất của thiết bị thu mẫu khi có ý định sử dụng chúng. Bộ tiền thu trọng lực được đề cập trong tài liệu tham khảo ^[9].

Khi đánh giá sơ bộ có sự tồn tại của nhiều hạt lớn và thiết bị thu gom không phân biệt kích thước hạt có thể phản ánh không đúng giá trị nồng độ hạt đã hít thở, cần sử dụng Bộ tiền thu gom trọng lực có phân biệt kích thước hạt.

5.1.2.2.2 Thiết bị ly tâm

Các thiết bị thu gom dựa trên đặc trưng quán tính của hạt đã được phát triển có thiết kế cho phép phân tách các hạt thành hai nhóm ^[3, 9, 10, 11, 12]. Phần thứ nhất bao gồm những hạt có kích thước lớn là những hạt sẽ bị giữ lại trong khoang mũi hoặc cuống phổi. Phần kích thước thứ hai bao gồm những hạt nhỏ hơn sẽ đi sâu vào trong phổi.

5.1.2.2.2.1 Thiết bị tiền thu gom kiểu quay

Giai đoạn đầu tiên là bộ tách kiểu quay thu nhỏ được bố trí để loại bỏ các hạt kích thước lớn khi vận hành ở mức dòng thiết kế. Trong giai đoạn thứ hai, thiết bị thu gom là thiết bị lọc.

5.1.2.2.2.2 Thiết bị hướng tâm

Máy hướng tâm phân tầng ^[21] phụ thuộc vào tác dụng phân tách khí động học các hạt có kích cỡ khác nhau. Máy hướng tâm cá nhân ^[13] dựa trên cơ sở giai đoạn đơn của máy hướng tâm phân tầng. Hai phần của son khí được thu gom bằng một tấm giấy lọc thủy tinh, các hạt lớn hơn tập trung trên vùng trung và các hạt nhỏ hơn nằm ở vòng xuyên bên ngoài.

5.2 Khí và hơi

Các khí và hơi phóng xạ thường là những chất gây nhiễm bản dạng khí quan trọng và việc lấy mẫu cũng như thu gom chúng yêu cầu phải có kỹ thuật và phương pháp khác với khi lấy mẫu hạt. Hai phương pháp tổng quát để lấy mẫu là:

- 1) Lấy mẫu bằng thiết bị thu gom lấy thành phần riêng lẻ từ dòng khí và giữ nó trong suốt quá trình lấy mẫu;
- 2) Lấy mẫu không tách và lưu giữ thành phần.

5.2.1 Lấy mẫu và thu gom các thành phần cụ thể

5.2.1.1 Khái quát

Việc lấy mẫu lựa chọn và thu gom các thành phần cụ thể yêu cầu phải có thông tin về các đặc trưng hóa học và vật lý của chất phóng xạ được quan tâm, kể cả những chất có thể gây nhiễu ví dụ như các hạt, khí không phóng xạ đi cùng (các axit, các chất hữu cơ, ...). Do có thể có nhiều sự kết hợp của các tính chất của các thành phần cần đo và các chất dạng khí đi kèm nên cần phải nghiên cứu việc lựa chọn thiết bị thu gom sao cho tối ưu. Khí và các thành phần hơi có thể hòa tan được trong nước, có thể phản ứng mạnh với một số dung dịch nhất định, hoặc hòa tan trong một số dung môi không có nước, hoặc bị giữ lại trên một số chất hấp thụ rắn nhất định hay các môi trường được chuẩn bị riêng biệt khác. Nói tóm lại, các mẫu được lấy liên tục, chứ không phải là các mẫu lấy ngẫu nhiên, thu được khi cần tách và lọc chọn thành phần. Các mức lấy mẫu phải được thiết lập để đảm bảo đủ độ nhạy cho phương pháp phân tích phóng xạ được lựa chọn và phải phù hợp với các đặc trưng hoạt động của thiết bị thu gom. Trong các mục dưới đây, các thiết bị thu gom quan trọng được xem xét tóm lược.

5.2.1.2 Chất hấp thụ rắn

5.2.1.2.1 Khái quát

Các đệm rắn kiểu hạt có thể được sử dụng làm thiết bị thu gom. Một số yếu tố cần phải được xem xét cẩn thận khi lựa chọn đệm hút thu. Điều quan trọng để ứng dụng thành công là:

- 1) Chất hấp thụ phải đặc trưng và dùng có hiệu quả đối với khí hoặc hơi phóng xạ, hoặc phương pháp đo khí hoặc hơi phóng xạ bị hấp thụ phải có khả năng đánh giá đối với tất cả các chất được hấp thụ.
- 2) Các chất không phóng xạ có mặt không tác động vào hoặc làm ảnh hưởng tới hiệu suất của chất hút thu. Hơi nước, bụi, các hợp chất hữu cơ, các loại axit và một số hợp chất hóa học khác có thể làm mất khả năng hoặc "đầu độc" tấm đệm. Các chất này phải được đánh giá và loại bỏ khỏi dòng chảy; hoặc mức lấy mẫu, thời gian và kích thước của tấm đệm phải được lựa chọn cẩn thận để giảm thiểu những nhiễu loạn.
- 3) Phương pháp đo độ phóng xạ cuối cùng của chất hấp thụ được sử dụng cũng phải được tính đến. Nếu khí hoặc hơi phóng xạ bị hấp thụ được đo bằng cách đặt toàn bộ tấm đệm lên trên tinh thể nhấp nháy, các vấn đề về hình học, độ nhạy và khả năng phân tích của hệ thống phải được tính đến. Nếu chất phóng xạ bị hấp thụ được tách rửa khỏi thiết bị thu gom hoặc loại bỏ bằng cách nung nóng thì chất lỏng thích hợp dùng để rửa, thể tích, mức độ, nhiệt độ phù hợp, ... phải được xác định.

TCVN 7944 : 2008

4) Nhiệt độ chất hấp thụ phải được thiết lập và duy trì trong suốt thời gian lấy mẫu. Đối với sự hấp thụ của một số chất khí phóng xạ thì cần thiết phải duy trì tấm hấp thụ ở nhiệt độ thấp. Một số chất hấp thụ thường xuyên được sử dụng phổ biến hơn cả được đề cập trong các nội dung sau.

5.2.1.2.2 Than

Than hoạt tính thường được sử dụng làm vỏ bọc hoặc tấm đệm dạng hạt, là chất hấp thụ có hiệu quả đối với các khí halogen, đặc biệt là iốt phóng xạ. Các hợp chất hữu cơ có chứa iốt cũng bị loại bỏ một cách hiệu quả bằng than được làm cho có khả năng hút thấm phù hợp; như vậy than cũng có thể được sử dụng làm thiết bị thu gom đối với các hợp chất hữu cơ của iốt. Độ ẩm cao cũng có thể làm giảm hiệu suất thu của than, đặc biệt là đối với các hợp chất hữu cơ halogen hóa. Những chất nhất định được đưa vào than đã được tìm thấy để nâng cao hiệu suất và khả năng giữ các hợp chất hữu cơ trong than, ví dụ như iốt metyn, và phải được sử dụng khi dự đoán có mặt iốt hữu cơ. Thời gian đi qua tấm đệm phải đủ dài để đảm bảo sự hút thấm hiệu quả [22]. Khả năng giữ hạt được tăng lên nếu than được giữ ở nhiệt độ thấp. Cần phải chú ý đến khả năng các hạt và các hợp chất hữu cơ không phóng xạ có mặt trong dòng chảy làm bít kín và/hoặc làm bão hòa vùng hoạt động của than. Có chứng cứ chứng tỏ rằng hiệu suất có thể giảm ở những mức iốt quá thấp.

Giấy lọc có chứa hạt than đôi khi được sử dụng làm thiết bị thu gom; tuy nhiên, giấy lọc và các môi trường tương tự thường được dùng cùng với đệm than dạng hạt tiếp sau đó để đảm bảo việc thu gom và giữ toàn bộ lượng iốt cả ở dạng cơ bản cũng như các hợp chất hữu cơ. Giấy thấm than có thể có hiệu suất thu gom thay đổi và phải được đánh giá trước khi sử dụng.

5.2.1.2.3 Lưới, màn và đệm kim loại

Lưới bạc hoặc đồng tinh khiết là ví dụ cho thiết bị thu gom được dùng để lấy hơi phóng xạ dạng khí. Một số (từ 3 đến 6) màn làm bằng dây bạc hoặc đồng với kích thước khe 149 μm sẽ loại bỏ có hiệu quả gần như 100% iốt phóng xạ ở dạng nguyên tố trong không khí. (Chúng không giữ các hợp chất hữu cơ của iốt). Các bề mặt phải được giữ sạch và không có dầu mỡ cũng như bị ăn mòn. Các màn này thường được đặt sau một phin lọc rỗng xốp mịn để loại bỏ các hạt và có phin lọc thấm than và đệm than hỗ trợ ở phía sau.

5.2.1.2.4 Silicagen

5.2.1.2.5 Gen silic điôxit cũng được dùng làm thiết bị thu gom, mặc dù không phổ biến như than. Nước trong không khí sẽ cạnh tranh với các thành phần khác và dần dần làm bão hòa tấm đệm. Các chất thu gom được có thể được đo ở ngay trên tấm đệm nếu năng lượng của tia gamma phát ra đủ lớn, hoặc chất bắn phóng xạ có thể được tẩy rửa bằng cách cho khí nóng hoặc dung môi thích hợp đi qua tấm đệm. Các lưu lượng khí phải được lựa chọn để cho phép có đủ thời gian khuếch tán đến và hấp thụ trên nền gen. Hơi nước có chứa tritium dưới dạng tritium ôxit có thể được thu gom bằng gen silic điôxit. Nước

được loại bỏ bằng cách sử dụng luồng khí khô, nóng, được cô đọng lại và việc đo đặc tritium được tiến hành bằng một trong một số các phương pháp. Các phương pháp thông dụng khác dùng để thu gom tritium ôxít là sử dụng bọt tạo bọt nước hoặc bẫy lạnh để cô đọng hơi nước.

5.2.1.3 Làm sạch khí

Các phản ứng hóa học đặc trưng hoặc tính hòa tan của chất lỏng có thể được sử dụng để loại bỏ các khí và hơi phóng xạ nhất định từ mẫu dòng khí. Cấu trúc của thiết bị lấy mẫu là buồng chứa chất lỏng phản ứng mà mẫu khí sẽ đi qua đó. Để loại bỏ có hiệu quả các thành phần khí, khí phải được phát tán dưới dạng bọt sử dụng đĩa phân phối xốp rỗng hoặc cổng vào khoan thủng. Việc bọc gói buồng hoặc cột bằng chất gốm trơ, hạt thủy tinh hoặc chất khác có diện tích bề mặt lớn đảm bảo sự tiếp xúc tốt và hiệu suất loại bỏ tối ưu. Các phần tử khí cũng sẽ bị loại bỏ khá hiệu quả, đặc biệt là nếu chúng hòa tan được và không nhỏ hơn cỡ micrômét. Các hạt được loại bỏ nhờ phin lọc đặt trước bẫy hóa lỏng.

Một ví dụ về thiết bị lấy mẫu bằng cách "rửa khí" là sử dụng dung dịch kiềm (NaOH hoặc KOH) để loại bỏ iốt phân tử ra khỏi luồng khí. Rutheni tetraôxít ở dạng khí cũng sẽ bị loại khỏi nhờ thiết bị rửa khí này. Hiệu suất của một cấu trúc, dung dịch và lưu lượng dòng cụ thể phải được xác định cho mỗi trường hợp. Những giá trị hiệu suất lớn hơn 99% đối với iốt phân tử ở trong chất kiềm phải đạt được dễ dàng.

5.2.1.4 Ngưng tụ

Các bẫy lạnh có thể được sử dụng để loại bỏ các thành phần phóng xạ dễ bay hơi. Mặc dù hiếm khi được sử dụng trong công việc lấy mẫu thông thường nhưng các bẫy lạnh có thể dùng trong những thí nghiệm nghiên cứu được xây dựng để xác định đặc trưng đầy đủ của các thành phần khí có trong dòng khí. Bẫy lạnh có thể có một ống hình chữ U được giữ trong buồng băng khô để bẫy các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi, hoặc có thể có các hệ thống bẫy lỏng-khí phức tạp hơn để bẫy các khí trơ như xenon và krypton. Hơi nước có trong đó có thể gây khó khăn trừ khi bị loại bỏ trong một thiết bị thu gom đặc biệt nằm ở phía trước bẫy hơi. Cần có bình cách nhiệt chứa khí hóa lỏng để giữ cho mẫu ở dưới điểm sôi trong quá trình vận chuyển đến phòng thí nghiệm để phân tích.

5.2.2 Lấy mẫu và thu gom không cần phân tách các thành phần cụ thể

Trong một số trường hợp, mẫu chất khí và tất cả các mẫu có chứa các thành phần phóng xạ có thể được đo để xác định khuynh hướng hoặc đo các mức chất phóng xạ khí. Mẫu có thể thu gom được bằng cách sử dụng buồng chân không cho phép mở ra được bằng van ở trong môi trường không khí cần lấy mẫu sau đó được khóa lại và đem về phòng thí nghiệm để đo tổng lượng phát phóng xạ. Cách khác để lấy mẫu, là mẫu có thể thu được bằng cách cho dòng chất đi qua buồng mẫu cho đến khi dòng khí mẫu thay thế hoàn toàn khí có sẵn trong bình, sau đó van vào và van ra được đóng lại.

TCVN 7944 : 2008

Buồng mẫu cho dòng chất đi qua có thể là buồng ion tạo dòng ion và ion của nó phản ánh độ phóng xạ tương đối của chất có trong chất khí. Cần phải cẩn thận để giữ cho chất khí ở trên điểm sương khi ở trong hệ lấy mẫu và buồng ion hóa. Chất bắn phóng xạ sẽ dần tích lũy trong buồng và được biểu hiện qua sự tăng dần giá trị đo đối với khí sạch ở trong buồng.

Các thiết bị lấy mẫu trong buồng cho dòng chất đi qua có thể được xem tương tự như các ống đếm tinh thể nhấp nháy dùng cho tia gamma hoặc các đầu dò khác được đặt gần hoặc đưa vào trong giếng nằm trong thành buồng. Sự tăng phóng nền do nhiễm bắn phóng xạ phải được tính đến trong các thiết bị lấy mẫu này và buồng phải được tẩy xạ để tránh các sai số từ nguồn này. Việc lọc trước đối với luồng chất khí sẽ giúp giữ cho buồng được sạch vì chỉ có các thành phần khí là cần đo.

Vì các chất phóng xạ thành phần được quan tâm đến không được thu gom và tập trung trong mẫu cho dòng chất đi qua hoặc lấy ngẫu nhiên nên độ nhạy phát hiện không cao có thể làm hạn chế hoặc ngăn cản việc sử dụng chúng. Mỗi một trường hợp sẽ phải được đánh giá riêng biệt để xác định tính khả thi của việc đo mẫu thô.

6 Xác nhận hiệu quả lấy mẫu

Việc lấy mẫu khí dựa trên việc áp dụng linh hoạt các nguyên tắc và phương pháp được đưa ra trong tiêu chuẩn này phải cho những thông tin cần thiết để đánh giá đúng và kiểm soát mức độ nguy hiểm chiếu xạ khí. Tuy nhiên, cần phải thận trọng kiểm tra lại tất cả các thông tin có thể tác động đến các kết quả nhận được từ việc lấy mẫu và giúp xác nhận các kết luận thu được từ việc lấy mẫu. Luận chứng cuối cùng về tính hiệu quả có được từ việc chứng tỏ rằng nhân viên trong những vùng được lấy mẫu tiếp tục phải chịu những tác động không lớn đến cơ thể từ các đồng vị phóng xạ được quan tâm. Các mức bài tiết qua phân và nước tiểu đối với các chất này hoặc các kết quả đếm toàn thân phải nhất quán với các kết quả lấy mẫu nếu việc lấy mẫu cho phép xác định đúng các chất phóng xạ hít thở phải. Các kết quả xét nghiệm sinh học định kỳ và các số đếm toàn thân phải được nghiên cứu cẩn thận để phát hiện chứng cứ chứng tỏ việc lấy mẫu có thể là không đại diện hoặc đầy đủ. Sự hiện diện của các đồng vị phóng xạ được quan tâm trong phân và nước tiểu ở mức cao phải được xem là chứng cứ chứng tỏ rằng việc lấy mẫu khí, phân tích và/hoặc việc xác định có thể có sai số hoặc nhân viên bị chiếu xạ theo cách khác ngoài hít thở. Việc xem xét cẩn thận các điều kiện trong mỗi trường hợp có thể phát hiện sự hiện diện của nguồn gây nhiễm xạ khí cần nghi vấn hoặc các mô hình dòng chảy đặc biệt đã khiến cho thiết bị lấy mẫu không tiếp cận được với không khí ở vùng hít thở thật sự. Ví dụ một trường hợp cần chú ý là một vật nằm trong buồng làm việc kín, chẳng hạn như hộp có gắng tay, có rò rỉ được cho là qua các gắng tay mà từ đó chất bắn khuếch tán hoặc được hướng nhiều đến vùng hít thở của nhân viên hơn là đến thiết bị lấy mẫu. Việc nghiên cứu cẩn thận về các khả năng phát thải bất thường này, có tính đến những dấu hiệu trong xét nghiệm sinh học lấy mẫu khí và số liệu đếm toàn thân, giúp phát hiện ra những nguồn phát sinh của các chất khí có thể bị bỏ sót.

Một cách tương ứng, các kết quả nhận được từ việc lấy mẫu ở ống khói hoặc nguồn phát thải khác từ cơ sở phải nhất quán với các kết quả thu được từ các mẫu khí lấy ở phía xuôi gió hoặc ở gần cơ sở. Mặc dù việc đo đạc trên các mẫu khí phải chịu những bất định lớn do các thay đổi khí tượng nhưng vẫn có thể khẳng định được tính xác thực của việc lấy mẫu bằng cách chứng tỏ rằng các giá trị nồng độ trong môi trường là phù hợp với các kết quả lấy mẫu dòng chất thải.

Phụ lục A

Hướng dẫn lấy mẫu từ ống dẫn và ống khói

A.1 Khái quát

Các mẫu hạt đại diện lấy từ các ống dẫn và ống khói lớn chỉ có thể được đảm bảo bằng việc lựa chọn cẩn thận vị trí lấy mẫu và chú ý đến thiết kế của đầu dò và bố trí thiết bị lấy mẫu. Ngay cả khi đã nhận biết đầy đủ các điều kiện cần phải biết để có được mẫu đại diện thì người có trách nhiệm thiết kế cũng phải hầu như luôn luôn đi đến sự dung hòa. Điều này thường là giữa việc lựa chọn địa điểm tốt nhất về phương diện kỹ thuật để lấy mẫu và khả năng tiếp cận. Điều này đặc biệt đúng khi lấy mẫu các chất phóng xạ từ các ống dẫn và ống khói vì trong nhiều trường hợp các mức bức xạ gần điểm lấy mẫu "tốt nhất" lại gặp trở ngại khi lắp đặt thiết bị lấy mẫu được thiết kế tốt ở điểm đó. Những trở ngại khác có thể gặp phải trong việc lựa chọn vị trí tốt nhất về mặt kỹ thuật. Trong khi có thể xác định rằng một mẫu đại diện đầy đủ chỉ có thể nhận được từ lối ra của một ống khói rất lớn thì những vấn đề trong thực tế thường đòi hỏi mẫu được lấy ở một điểm nằm trong ống khói chứ không phải ở lối ra.

Một khuyến cáo hiển nhiên là nên tránh việc dùng các kênh phân phối mẫu dài; mặc dù vậy để nhận được các mẫu cho phép việc đo đạc được thường xuyên hay liên tục các chất phóng xạ dạng hạt trong ống dẫn hoặc ống khói yêu cầu mẫu phải được lấy từ ống khói vào thiết bị thu gom có thể đánh giá một cách liên tục hoặc gián đoạn bằng đầu dò bức xạ. Khi có yêu cầu này thì cần đặc biệt chú ý trong việc đánh giá các sai số lấy mẫu có thể có.

Mặc dù luôn phải có những hiệu chỉnh trong mọi trường hợp nhưng những thông tin tốt nhất hiện có về những sai số trong việc lấy mẫu phải được sử dụng để giảm thiểu sai số và đi đến đánh giá về độ lớn có thể của sai số. Phụ lục này và các Phụ lục tiếp được dự định để hỗ trợ việc thiết kế các thiết bị lấy mẫu.

Một trong những vấn đề quan trọng nhất được nhấn mạnh trong các Phụ lục về các sai số lấy mẫu trong điều kiện đẳng động học và sai số lắng đọng trong các kênh lấy mẫu là kích thước hạt và mật độ chất phóng xạ trong dòng chảy. Phải luôn luôn biết hay thực hiện ước tính đúng các kích cỡ hạt hiện hữu hay được quan tâm trước khi có thể xác định mức độ dung hòa phải có trong thiết kế cho một thiết bị lấy mẫu. Việc bố trí lấy mẫu là rất khó thực hiện vào tất cả các thời điểm để đảm bảo có được mẫu đại diện có tất cả các kích cỡ hạt cùng với những yêu cầu về tần suất và độ nhạy thích hợp trong hầu hết các trường hợp. Khi cần có những dung hòa so với lý tưởng thì mức độ mẫu có thể có sai lệch phải được ước tính và xác định để xem có chấp nhận được hay không các dữ liệu nhận được trong một ứng dụng cụ thể.

Các yêu cầu đối với việc lấy mẫu phải được xác định và chỉ rõ sớm trong thiết kế của thiết bị mới. Điều này cực kỳ quan trọng và không thể thực hiện sơ sài. Việc thiếu sự đoán nhận trước về vấn đề này sẽ

luôn luôn đưa đến những sự dung hòa không thể chấp nhận được. Các yêu cầu lấy mẫu phải được xem trọng như bất kỳ công đoạn nào khác trong thiết kế thiết bị và phải được thực hiện đầy đủ.

Ở những bước đầu tiên trong việc thiết kế thiết bị mới, các dữ liệu về bản chất của các hạt được lấy mẫu và đặc trưng của dòng chảy trong mỗi ống dẫn hoặc ống khói có thể không được biết. Trong những trường hợp như vậy thì cần phải cung cấp những thông tin đầy đủ hơn về những thay đổi có thể có xảy ra trong quá trình hoạt động của cơ sở.

Trong trường hợp các ống dẫn hoặc các ống khói được lọc trước khi thải vào không khí thì điểm lấy mẫu phải được chọn ở phía phát thải của hệ thống lọc. Điều này đảm bảo rằng thiết bị lấy mẫu kiểm tra mẫu đại diện của chất được thải vào không khí.

A.2 Lựa chọn điểm lấy mẫu trong ống dẫn hoặc ống khói

Vị trí trong ống dẫn hoặc ống khói để lấy mẫu phải được lựa chọn sau khi có tính đến một vài yếu tố. Trong vùng ngay sau những chỗ uốn cong hoặc chuyển tiếp đột ngột thì các mô hình dòng chảy có thể bị sai lệch lớn. Các vị trí này phải nên tránh. Một số trường hợp phân tách hạt có thể xảy ra do kích thước nếu các hạt lớn hơn khoảng 5 μm do các hiệu ứng quán tính. Lý do thứ hai là việc thiết lập mức lấy mẫu đúng cho dòng đẳng động học (nếu được yêu cầu) ở những vị trí có thể gặp khó khăn do có các dòng ngang hoặc các chuyển động chiếm ưu thế khác của dòng do các chỗ chuyển tiếp hoặc uốn cong.

Hướng dẫn chung chỉ ra rằng khoảng cách từ chỗ chuyển tiếp hay gấp khúc đến điểm lấy mẫu tối thiểu phải là năm và nên là mười lần đường kính hoặc hơn nữa ở phía xuôi dòng. Trong một số trường hợp thì khoảng cách này là không đủ. Cần khuyến cáo rằng phân bố vận tốc được đo ở phần dự tính để khẳng định dòng đã phát triển đầy đủ và hòa trộn hoàn toàn. Đánh giá này là đặc biệt quan trọng khi phân bố được tạo ra bởi các ống nối dòng được lấy mẫu, đặc biệt là với những lưu lượng dòng nhỏ (hàng số Re thấp). Những dòng chảy tới hạn như vậy có thể đóng góp hạt vào dòng khí được lấy mẫu và cần một khoảng cách xuôi dòng khá lớn để phân bố đều các hạt này. Trong những trường hợp đặc biệt, ví dụ như khi một số dòng lớn đi vào một ống khói qua các lối khác nhau ở phần chân ống khói thì cần khéo léo đánh giá phân bố hạt ở điểm lấy mẫu trong ống dẫn hoặc ống khói trước khi lựa chọn lần cuối cùng điểm hay các điểm lấy mẫu từ dòng chảy. Việc lấy mẫu riêng lẻ do mỗi dòng đóng góp có thể cho kết quả đo tin cậy hơn đối với các chất hạt.

Nếu phải lựa chọn giữa việc lấy mẫu từ ống dẫn ngang và ống dẫn đứng thì nên chọn ống dẫn đứng. Nhờ vậy có thể tránh được sự phân lớp do lắng trọng lực.

Một yếu tố có thể dễ dàng bị bỏ quên là những thay đổi trong phẩm chất của các hạt và các khí được mang đi trong dòng khí khi di chuyển dọc theo đường đi. Các thay đổi có thể xảy ra do phản ứng giữa

TCVN 7944 : 2008

các khí để hình thành nên các hạt rắn; các hạt có thể là ẩm hoặc khô tùy theo nhiệt độ và độ ẩm; chúng có thể tích tụ lại nếu nồng độ đủ lớn (không nhiều khả năng trong hầu hết các trường hợp); các sản phẩm bào mòn bị nhiễm xạ từ các thành ống dẫn hoặc ống khói có thể đi vào dòng chảy; hoặc chất lắng đọng trước kia có thể bị vỡ ra và tham gia vào dòng khí. Khả năng xảy ra những vấn đề phức tạp như vậy phải được xem xét đến khi chọn vị trí lấy mẫu. Giải pháp chắc chắn là chọn điểm lấy mẫu ở vị trí càng xa càng tốt theo phía xuôi dòng. Trong trường hợp ống dẫn hoặc ống khói phát thải vào không khí thì trạm lấy mẫu phải nằm ở hoặc gần với điểm phát thải nếu các hiệu ứng này được dự đoán trước. Trong nhiều trường hợp, khả năng xảy ra những tình huống như thế có thể thấp.

A.3 Vị trí lấy mẫu trong tiết diện ngang của ống dẫn

A.3.1 Tiêu chí

Các tiêu chí về vị trí (hay các vị trí) mà mẫu được lấy đó là:

- 1) Thành phần hạt và khí đại diện ở điểm trong tiết diện ngang được lựa chọn hoặc các điểm thỏa mãn nằm trong tiết diện ngang được lấy mẫu đồng thời hoặc tuần tự để cho mẫu đại diện, trung bình;
- 2) Vận tốc và phân bố dòng trong ống dẫn ở tiết diện ngang được biết trước để có thể được lựa chọn mức lấy mẫu nhằm lấy mẫu gần đẳng động học đối với những hạt lớn khoảng từ 2 đến 5 μm (Xem Phụ lục C).

A.3.2 Điểm lấy mẫu trong tiết diện ngang để đảm bảo cho mẫu đại diện

Với một số chú ý trong lựa chọn điểm nằm trên ống dẫn hoặc ống khói làm lối vào để nhận được mẫu thì khả năng thành phần hạt không đồng đều ở tiết diện ngang bị giảm thiểu. Tuy nhiên, để đảm bảo chắc chắn hơn rằng mẫu có thành phần trung bình thì các mẫu thường phải được lấy từ một số điểm, số lượng tùy thuộc vào hình dạng và diện tích tiết diện ngang của ống dẫn. Với những ống dẫn có đường kính nhỏ hơn 20 cm (8 inches) thì một điểm lấy mẫu là đủ; một kiểu bố trí tốt hơn là hai điểm lấy mẫu, mỗi điểm ở điểm có vận tốc trung bình. (Xem mục nhỏ ở dưới.)

Bảng 2

Đường kính ống dẫn		Số điểm tối thiểu
mm	in-sơ	
50 đến 200	2 đến 8	1
201 đến 305	8 đến 12	2
306 đến 457	12 đến 18	3
458 đến 711	18 đến 28	4
712 đến 1 219	28 đến 48	5
1 220 và lớn hơn	48 và lớn hơn	6

Với những ống dẫn hoặc ống khói tròn lớn hơn thì số lượng tối thiểu các điểm phải như sau:

Mỗi điểm lấy mẫu trong các ống tròn phải được chỉnh tâm trong diện tích hình khuyên đều có kích thước bằng diện tích tiết diện ngang chia cho số lượng đầu dò. Các điểm lấy mẫu có thể nằm trên đường kính hay tốt hơn cả là dàn đều để nhận được các mẫu trên tiết diện toàn phần.

Các ống dẫn hình vuông và hình chữ nhật phải được lấy mẫu từ những điểm nằm trên tiết diện ngang tương ứng xấp xỉ về diện tích. Số lượng các điểm lấy mẫu như sau:

Bảng 3

Diện tích ống dẫn		Số lượng điểm được đề xuất
cm ²	ft ²	
Nhỏ hơn 465	Nhỏ hơn 0,5	1
930 đến 1 860	1 đến 2	4
1 860 đến 23 200	2 đến 25	6 đến 12
> 23 200	> 25	20

Số lượng điểm lấy mẫu được dùng có thể ít hơn nếu các nghiên cứu kỹ lưỡng trong những trường hợp cho trước cho thấy sự đồng đều về thành phần trong cả tiết diện ngang của ống dẫn. Một số khó khăn thực tế nảy sinh khi thiết kế hệ thống phân phối mẫu để lấy mẫu đồng thời ở nhiều điểm trên tiết diện ngang. Các yêu cầu về thể tích mẫu tổng cộng có thể nhỏ đến mức sự phân bố dòng tổng cộng này trên nhiều đầu dò có thể cho những đường kính lối vào đầu dò quá nhỏ để có được dòng gần đẳng động học. Với các ống dẫn trong đó dòng chảy từ điểm này đến điểm kia thay đổi nhiều thì lý tưởng

TCVN 7944 : 2008

nhất là duy trì các vận tốc khác nhau ở các lối vào của các điểm lấy mẫu. Nghiên cứu về phân bố vận tốc ở tiết diện ngang cho thấy rằng có thể xác định được những điểm trong tiết diện ngang để đặt các đầu dò có lưu lượng bằng nhau. Các đầu dò được định tâm ở những vùng có vận tốc bằng nhau có thể được đưa vào kênh phân phối thông thường để nhận được các mẫu phức hợp. Trong một số trường hợp cần có hai hoặc nhiều tập hợp đầu dò để lấy mẫu trên một tiết diện ngang một cách thích hợp, mỗi tập hợp đầu dò được nối với một kênh phân phối mẫu riêng.

Trong một số trường hợp cho thấy điểm ưu việt khi thiết kế hệ thống đầu dò lấy mẫu để thu gom mẫu có thể tích lớn hơn rất nhiều so với mức cần thiết cho phân tích. Một phần thích hợp sau đó được lấy ra từ kênh phân phối lớn mang mẫu khối. Tất cả các yêu cầu để nhận được mẫu đại diện thứ cấp từ mẫu khối phải được xác định. Hai giá trị lưu lượng dòng cần phải đo và những cơ hội mất mát hạt do lắng đọng tăng lên. Nói chung nên tránh việc dùng cơ chế lấy mẫu sơ cấp-thứ cấp.

Khi cần có các mẫu được lấy đồng thời để dùng cho các mục đích khác nhau thì việc sử dụng hệ thống lấy mẫu sơ cấp-thứ cấp là hợp lý. Một ví dụ là trường hợp ba mục tiêu cần đạt được từ các mẫu trên cơ sở liên tục:

- 1) Mẫu tổng hợp thể hiện một phần của chất tổng cộng có trong vòng 24 h hoặc lâu hơn;
- 2) Mẫu được lấy để theo dõi phóng xạ hạt liên tục hay gián đoạn;
- 3) Mẫu được lấy để đo chất phóng xạ bất thường đi qua ống dẫn, cả ở dạng khí và dạng hạt, ví dụ như đo tia gamma trực tiếp hoặc đo bằng buồng ion hóa trên một phần của dòng chảy.

A.3.3 Phân bố vận tốc và những hệ quả đối với việc lấy mẫu

Phân bố vận tốc theo mặt cắt ngang của ống dẫn hoặc ống khói nên được xác định thông qua vận tốc ngang trực tiếp ở phần được chọn để đặt điểm lấy mẫu. Phân bố vận tốc phải được xác định vì hai lý do. Một là để xác định mức lấy mẫu nhằm duy trì dòng đẳng động học cho đầu dò lấy mẫu được đưa vào một điểm cho trước trong ống dẫn hoặc ống khói. Hai là nhằm cung cấp thông tin cho phép dòng chất phóng xạ tổng cộng đi qua hệ thống được xác định từ mẫu thu nhận.

Nên biết vận tốc ngang trực tiếp. Tuy nhiên, vì các mục tiêu thiết kế mà các phân bố vận tốc được tính toán hoặc được lập thành bảng và vị trí ở đó có vận tốc trung bình trên tiết diện ngang là hữu ích. Một số dữ liệu được cung cấp ở đây giúp xác định điểm có lưu lượng trung bình và để cho thấy dạng của profin vận tốc.

A.3.3.1 Dòng chảy phân lớp trong ống dẫn được lấy mẫu

Với dòng chảy lớp ($Re \leq 2100$) trong các ống dẫn tròn, profin dòng là phân bố vận tốc dạng parabol, vận tốc cực đại đạt được ở trục của ống dẫn và vận tốc trung bình bằng một phần hai dòng ở đường

tâm. Vận tốc trung bình đạt được ở khoảng cách 0,7 lần bán kính tính từ trục của ống dẫn đến thành ống. Mẫu được lấy ra ở điểm này có vận tốc đi qua lối vào của đầu dò bằng với vận tốc trung bình ở trong ống dẫn sẽ cho mẫu phù hợp, giả thiết rằng các hạt và khí được phân bố đồng đều trong phần được lấy mẫu. Việc lấy mẫu trên đường tâm của các ống dẫn có đường kính nhỏ yêu cầu chỉ một đầu dò cũng đã đủ. Với những ống dẫn lớn hơn thì sau khi đã chứng tỏ được rằng vị trí đường tâm thể hiện vị trí trung bình của nồng độ chất dạng khí sẽ được lấy mẫu thì việc lấy mẫu trên đường tâm được luận chứng. Vận tốc lấy mẫu đẳng động học lớn gấp hai lần vận tốc trung bình khi lấy mẫu ở đường tâm trong những trường hợp dòng chảy phân lớp. Điều này có thể được khẳng định khi xác định vận tốc chuyển động ngang.

Trong Bảng 4, các giá trị vận tốc và lưu lượng được đưa ra ứng với $Re = 2\ 100$. ở trên những vận tốc và lưu lượng này, tồn tại dòng chảy rối.

Bảng 4

Lưu lượng dòng cực đại trong các ống dẫn tròn ở các điều kiện có phân lớp ($Re = 2\ 100$)

$$\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3 ; \quad \eta = 0,000\ 18\rho \quad Re = \frac{D_{up}}{\eta}$$

Đường kính trong của ống dẫn		Vận tốc trung bình để $Re = 2\ 100$		Lưu lượng dòng chảy	
cm	Inches	cm/s	ft/s	cm ³ /s	ft ³ /phút
7,6	3	41,5	1,36	1 880	3,99
12,6	5	25	0,82	3 117	6,61
15,2	6	20,8	0,68	3 773	8,00
20,3	8	15,5	0,51	5 015	10,63
25,4	10	12,4	0,41	6 282	13,32
30,5	12	10,3	0,34	7 525	15,95
40,6	16	7,8	0,26	10 100	21,40
50,8	20	6,2	0,20	12 620	26,77
61,0	24	5,2	0,17	15 140	32,09
76,0	30	4,1	0,13	18 820	39,91
91,2	36	3,4	0,11	22 470	47,64
101,6	40	3,1	0,10	24 800	52,59

TCVN 7944 : 2008

Với các ống dẫn hình vuông và hình chữ nhật, cần khuyến cáo rằng việc nghiên cứu profin vận tốc phải luôn được thực hiện để thiết lập mô hình phân bố dòng chảy. Điểm hoặc các điểm ở đó có lưu lượng dòng chảy trung bình có thể xác định được. Nếu ống dẫn có kích thước mà hai hay nhiều điểm thu mẫu được nêu trong A.3.2 thì các điểm thu mẫu nên được chọn ở gần những vị trí có vận tốc trung bình trên tiết diện ngang.

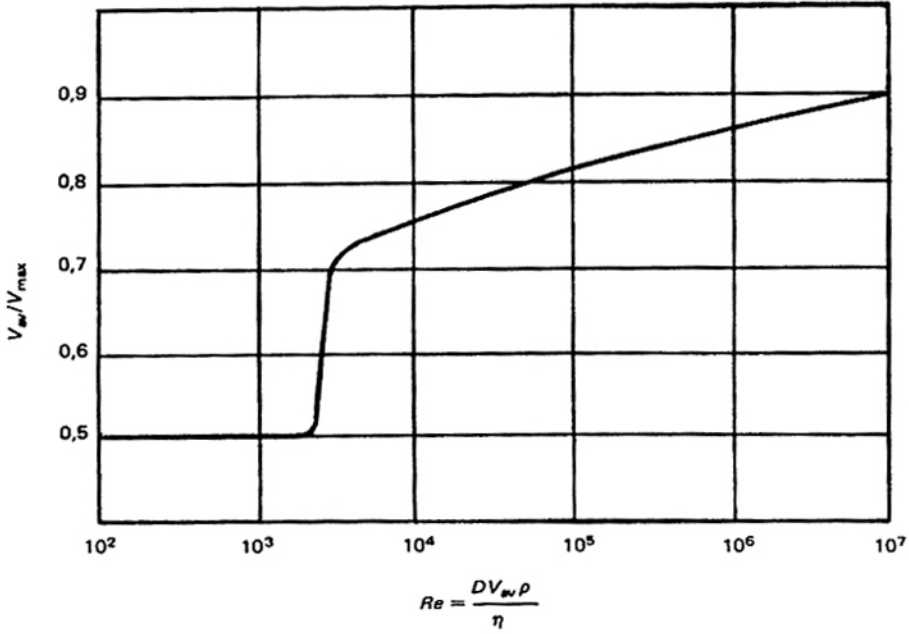
Với những ống dẫn lớn khi mà việc lấy mẫu đại diện đòi hỏi phải có một số điểm thu mẫu thì các điểm thu mẫu phải được lấy ở các điểm có cùng vận tốc cách đều tới mức có thể được. Do các điểm này không đại diện đầy đủ cho tiết diện ngang toàn phần của ống dẫn nên phải có các đầu dò bổ sung đặt trên các đường tại đó vận tốc tương đương. Mẫu riêng lẻ được lấy từ các đầu dò này.

A.3.3.2 Dòng chảy rối trong ống dẫn được lấy mẫu

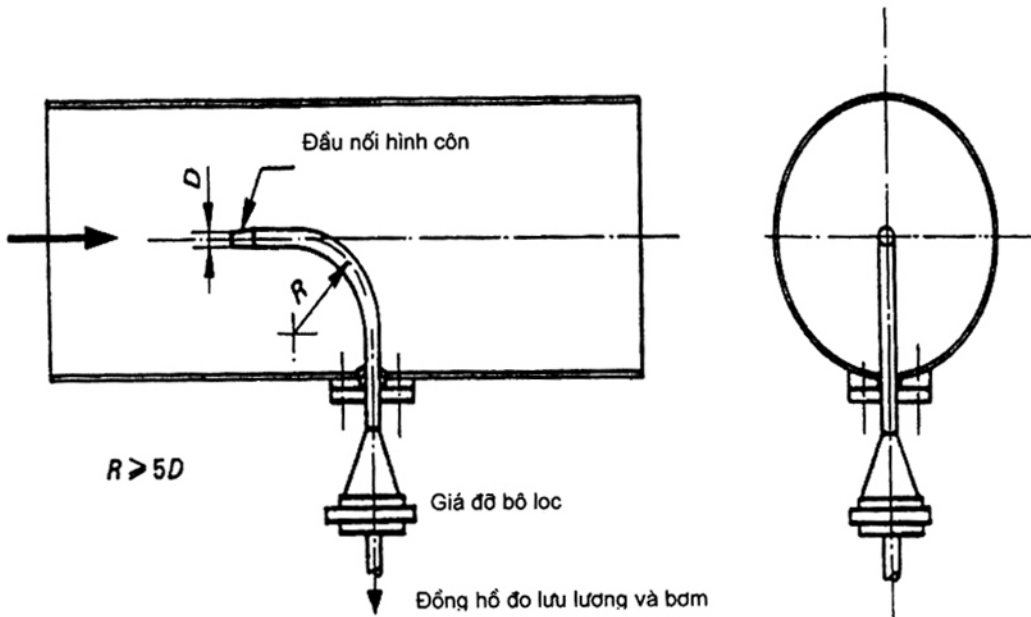
Một khi dòng chảy trở nên rối hơn thì vận tốc trở nên gần đồng đều trên tiết diện ngang của ống dẫn. Trường hợp này được thể hiện cho các ống dẫn tròn ở trong Hình 1.

A.3.4 Cấu hình đầu dò lấy mẫu

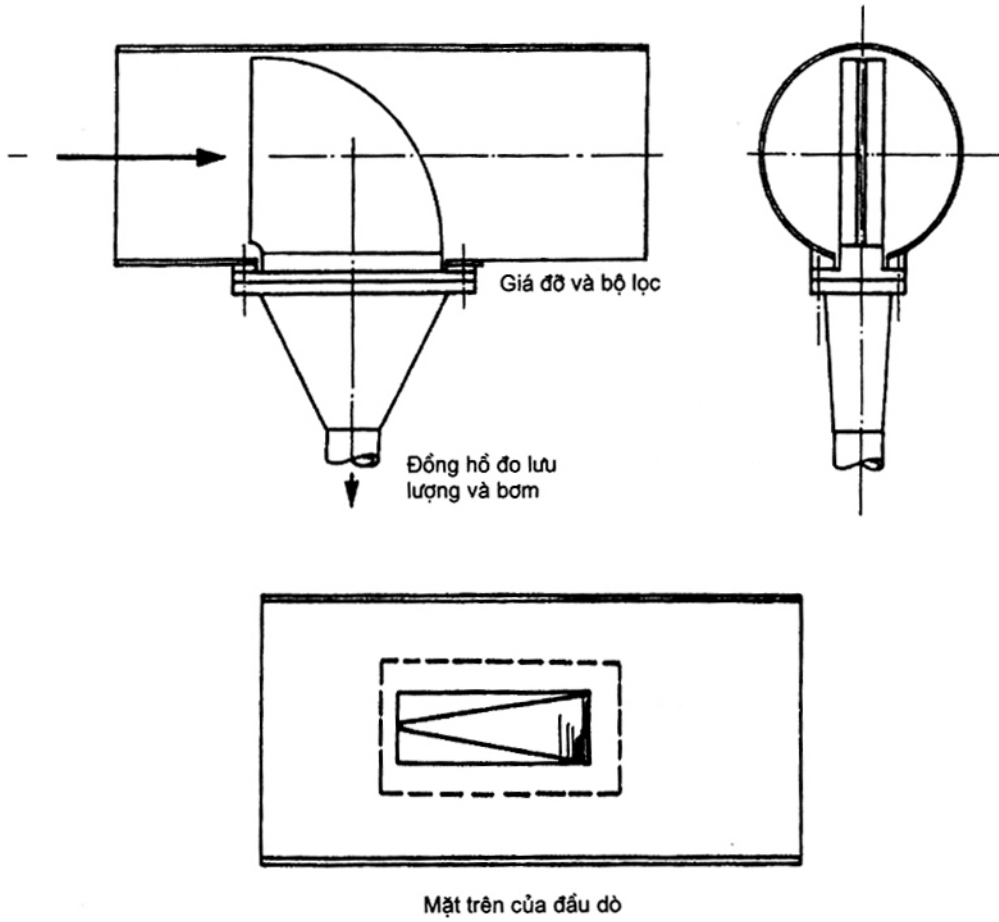
Các cấu hình đầu dò lấy mẫu không thể được chuẩn hóa ngay vì khoảng điều kiện thay đổi rộng mà chúng có thể gặp phải. Như đã đề cập, và được trình bày trong Phụ lục B, những mất mát do lắng đọng có thể đóng vai trò quan trọng trong một phạm vi rộng các mức lấy mẫu, kích thước hạt, lượng hơi ẩm và nhiều yếu tố khác. Xuất phát từ lý do này và việc thiếu những điều kiện xác định, đầu dò lấy mẫu luôn nên để thiết bị thu gom trực tiếp vào dòng chảy được lấy mẫu. Khi thiết bị thu gom phải đặt ở điểm nằm trên đường lấy mẫu thì cần phải tiến hành đánh giá những mất mát hạt ở trong hệ thống. Trong các bản vẽ phác họa dưới đây, các Hình 2, 3, 4 và 5, một số cấu trúc đầu dò được trình bày có thể được dùng trong các giới hạn như đã chỉ ra trước đây và cần biết rằng hiện tượng lắng đọng có thể đóng vai trò quan trọng trong những ứng dụng cụ thể. Đặc trưng chung của các đầu dò được trình bày ở đây là các quy trình để di chuyển chúng sẵn sàng cho việc thay thế, làm sạch hay đánh giá mất mát do lắng đọng. Đặc trưng chung thứ hai là phải tránh những thay đổi đột ngột về hướng dòng chảy do đó giảm thiểu va chạm do quán tính của các hạt. Không nên sử dụng các thiết kế đầu dò không kết hợp được cả hai đặc trưng này.



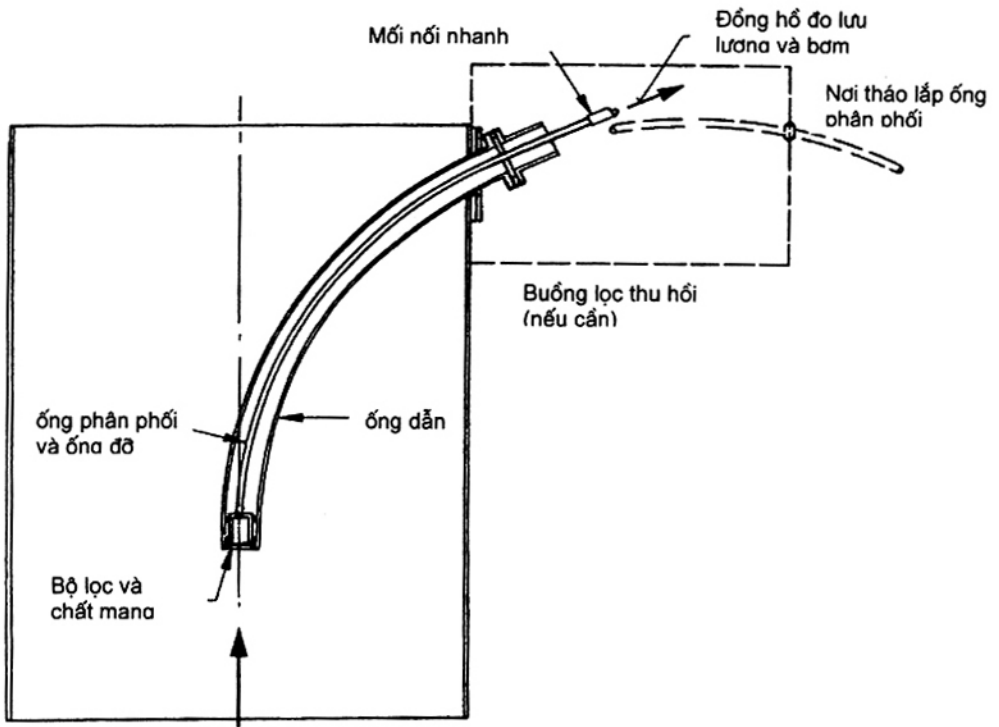
Hình 1 - Tỷ số vận tốc là hàm của chỉ số Reynold cho ống tròn^[1]



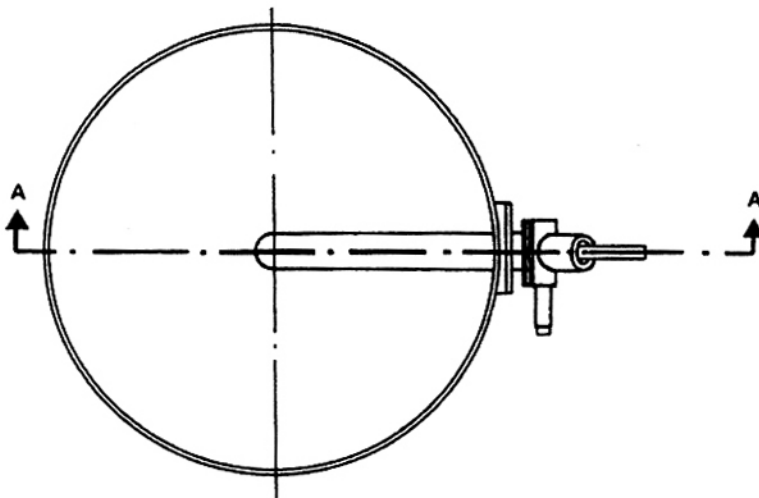
Hình 2 - Bộ lấy mẫu tròn đơn



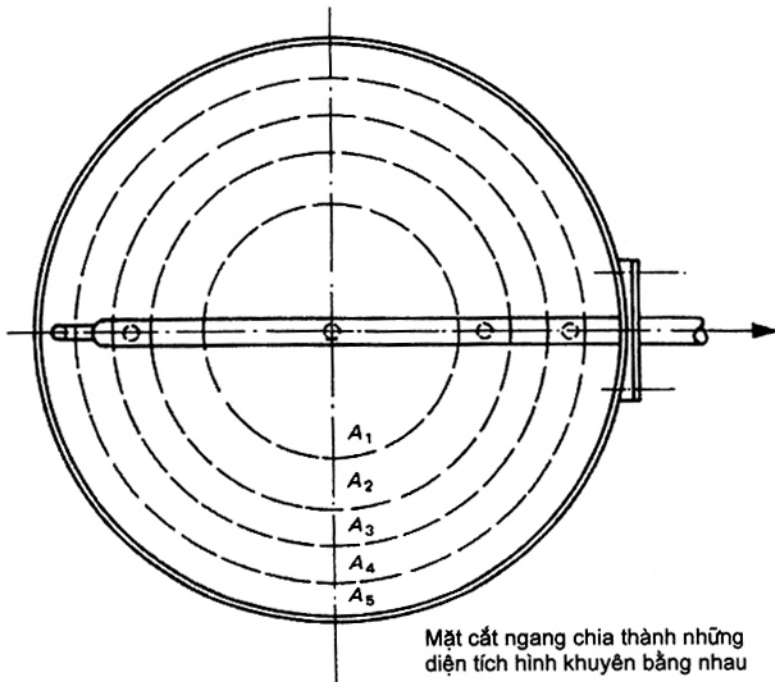
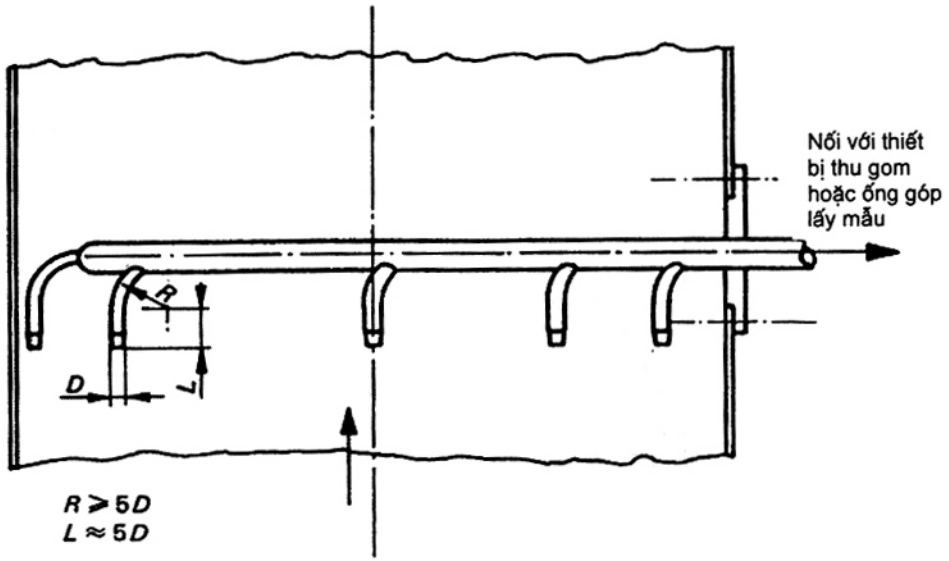
Hình 3 - Bộ lấy mẫu hình chữ nhật



Mặt cắt A-A



Hình 4 - Thiết bị lọc thu hồi được đầu dò đơn



Hình 5 - Thiết bị lấy mẫu nhiều đầu dùng cho ống dẫn hoặc ống khói kích thước lớn

Phụ lục B

Lắng đọng hạt trên kênh mẫu

B.1 Giới thiệu

Như đã đề cập trong 4.1.2, các mẫu có thể bị thay đổi thành phần khi mẫu nhận được bằng cách hút không khí có chứa hạt qua các kênh lấy mẫu. Cần khuyến cáo rằng nên tránh sử dụng các kênh lấy mẫu bất cứ khi nào có thể được và luôn giữ được độ dài nhỏ nhất khi phải dùng đến kênh lấy mẫu. Trong mọi trường hợp khi cần phải có các kênh phân phối mẫu thì cần phải đánh giá sự lắng đọng trong các kênh này.

Trong nhiều trường hợp, các cơ chế lắng đọng hạt trong các hệ thống vận chuyển các hạt không được hiểu biết đầy đủ và các dữ liệu lý thuyết, hay ngay cả các dữ liệu thực nghiệm, cũng không phù hợp. Tuy nhiên, có những dữ liệu thực nghiệm có thể sử dụng làm hướng dẫn để xác định mức độ các hạt sẽ lắng đọng trong những điều kiện khác nhau. Các cơ chế chính mà theo đó các hạt lắng đọng là lắng đọng do trọng lực và khuếch tán Braun khi dòng chảy lớp và lắng đọng do chảy rối khi dòng chảy rối. Mục đích của Phụ lục này là giới thiệu các số liệu có thể được sử dụng để ước tính phần hạt bị lắng đọng trong các kênh lấy mẫu trong những điều kiện khác nhau.

B.2 Lắng đọng do trọng lực

Các hạt được mang đi trong dòng khí chuyển động trong ống nằm ngang sẽ có khuynh hướng lắng đọng xuống đáy của ống do tác dụng của trọng lực. Các công thức nhận được và các thí nghiệm đã cho thấy rằng các công thức cho phép thực hiện những ước tính khả dĩ đối với sự loại bỏ bởi lắng đọng do trọng lực. Các công thức này chỉ áp dụng với dòng chảy phân lớp.^[1] Bảng 5 cho biết độ dài của các ống nằm ngang bằng một số lần đường kính mà trên đó 100% và 50% các hạt có kích thước cho trước sẽ lắng đọng khi dòng trung bình là 15 m/s (50 ft/s).

Độ dài để lắng 100% được cho bởi công thức

$$L_{100} = \frac{8rV_{av}}{3u_t} \quad (1)$$

Trong đó

L_{100} là độ dài để lắng đọng 100%, [cm];

r là bán kính của ống, [cm];

u_t là vận tốc lắng đọng cuối cùng, [cm/s];

V_{av} là vận tốc trung bình trong ống, [cm/s];

TCVN 7944 : 2008

Độ dài lắng đọng 50% là

$$L_{50} = 0,354 L_{100} \quad (2)$$

Có thể thấy rằng độ dài lắng đọng 50% hay 100% đều tỷ lệ thuận với bán kính ống và vận tốc trung bình, và tỷ lệ nghịch với vận tốc lắng đọng, u_t . Vận tốc lắng đọng có thể được tính theo định lý Stoke:

$$u_t = \frac{gd_p^2(\rho_p - \rho_g)}{18\eta} (K_m) \quad (3)$$

Trong đó

u_t tốc độ lắng đọng, đơn vị centimet trên giây [cm/s];

g hằng số hấp dẫn (980 cm/s²);

d_p đường kính của hạt, centimet [cm];

ρ_p mật độ của hạt, gam trên centimet khối [g/cm³];

ρ_g mật độ của khí, gam trên centimet khối [g/cm³];

η độ nhớt của khí (khoảng 0,000 18 g/cm.s);

K_m hệ số hiệu chỉnh Cunningham cho "hiệu ứng trượt".

Với

$$d_p = 2 \mu\text{m}, K_m = 1,075$$

$$d_p = 5 \mu\text{m}, K_m = 1,032$$

$$d_p = 10 \mu\text{m}, K_m = 1,016$$

Từ số liệu trong Bảng 5 ta có thể nội suy và ngoại suy để xác định trọng số tương đối của lắng đọng do trọng lực.

Bảng 5 - Độ dài ống nằm ngang để lắng đọng 100% và 50% do trọng lực

(Lưu lượng trung bình = 50 cm/s)

Đường kính hạt d_p	Đường kính trong của ống $2r$	Lưu lượng Q	Mật độ hạt						
			$\rho = 2$		$\rho = 5$		$\rho = 10$		
			L_{100}	L_{50}	L_{100}	L_{50}	L_{100}	L_{50}	
μm	cm	cm^3/s	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
2	1	39	2 563	907	1 026	363	511	181	
	2	157	5 126	1 815	2 052	726	1 027	366	
	4	628	10 252	3 629	4 102	1 452	2 051	726	
	6	1 413	15 378	5 444	6 154	2 178	3 076	1 089	
5	1	39	427	151	171	61	86	30	
	2	157	854	302	342	121	171	61	
	4	628	1 708	605	683	242	342	121	
	6	1 413	2 562	907	1 025	363	513	182	
10	1	39	108	38	43	15	22	8	
	2	157	217	77	87	31	43	16	
	4	628	434	154	174	62	87	31	
	6	1 413	651	230	260	92	130	46	

B.3 Khuếch tán Braun

Các hạt rất nhỏ có thể khuếch tán vào thành ống dẫn do chuyển động Braun. Các công thức cho phép ước tính sự lắng đọng do chuyển động khuếch tán Braun được cho bởi Townsend^[2], Gormly và Kennedy^[3] và DeMarcus^[4]. Phần hạt đi qua một ống có tiết diện ngang hình tròn mà không lắng đọng được tính theo công thức

$$F_p = 0,819 e^{-\alpha} + 0,097 5 e^{-6,1\alpha} + 0,032 5 e^{-16\alpha} \quad (4)$$

Trong đó

$$\alpha = \frac{3,66 \pi \Delta L}{Q}$$

Δ hằng số khuếch tán, [cm/s]

$$= \frac{2,4 \times 10^{-11}}{d_p} \left(1 + \frac{1,8 \times 10^{-5}}{d_p} \right) \text{ với không khí;}$$

L độ dài của ống dẫn, [cm];

Q lưu lượng, [cm³/s].

Công thức³⁾ được thỏa mãn khi F_p nhỏ hơn 0,78. Khi F_p lớn hơn 0,78,

$$F_p = 1 - 1,09 \alpha^{2/3} - 0,328 \alpha + 0,009 7 \alpha^{4/3} \quad (5)$$

Thomas⁶⁾ đã chứng minh rằng công thức bậc nhất dưới đây sẽ diễn tả chính xác phần đi qua ống trong những điều kiện dòng chảy phân lớp trên toàn bộ khoảng lắng đọng một phần :

$$F_p = 0,819 e^{-\alpha} + 0,097 e^{-6,1\alpha} + 0,032 e^{-15,6\alpha} + 0,027 e^{-33,6\alpha} + 0,025 e^{-205\alpha} \quad (6)$$

Nếu hằng số khuếch tán được biết thì các công thức có thể được sử dụng để ước tính sự lắng đọng trên các thành ống dẫn. Bảng 6 trình bày một số độ dài tính toán được của các ống trong đó 20, 50 và 75 % số hạt sẽ lắng đọng.

Sự lắng đọng không bị ảnh hưởng bởi đường kính ống vì với một lưu lượng cho trước, vận tốc dòng chảy qua ống bị giảm 1/4 khi tăng gấp đôi đường kính; nhưng ngay cả khi các hạt tiếp tục lắng đọng thì chúng cũng có thời gian dài hơn gấp bốn lần so với khuếch tán trên cùng độ dài của ống dẫn."

Kích thước hạt có ý nghĩa cực kỳ quan trọng. Những hạt rất nhỏ bị mất vào thành ống một cách nhanh chóng khi dòng khí di chuyển quá chậm. Các vận tốc phải được giữ ở mức đủ cao để tránh những mất mát đáng kể do khuếch tán Braun.

³⁾ Công thức xấp xỉ là $F_p = 1 - 5,25 (\pi \Delta L / 2Q)^{2/3}$. Xem T.A. Rich, "On the behavior of airborne particles," G.E. Co. Report 57GL13, để ngày 2 tháng 1 năm 1957, General Electric Company, Schenectady, New York.

" Không nên áp dụng các công thức trong những trường hợp mà độ dài của ống nhỏ hơn vài lần đường kính ống. Những trường hợp được tính ở trong bảng 6 là với độ dài ống ngắn hơn nhiều so với đường kính thực sự của ống lấy mẫu, hiếm khi thấy rằng sự lắng đọng sẽ rất cao ở những độ dài thực tế của ống, và với những kích thước hạt và lưu lượng dòng có trong bảng sẽ cho những độ dài rất ngắn để lắng đọng 20 %, 50 % và 75 %.

Bảng 6 - Độ dài ống trong đó 20, 50 và 75 % số hạt sẽ lắng đọng

Q	Độ dài (cm) lắng đọng								
	20 %			50 %			75 %		
cm ³ /s	0,001μm	0,01 μm	0,1 μm	0,001μm	0,01 μm	0,1 μm	0,001μm	0,01μm	0,1 μm
0,25	0,043	3,4	268	0,23	18	1 400	0,53	42	3 330
0,50	0,085	6,8	536	0,45	36	2 800	1,06	83	6 600
1	0,17	13,6	1 070	0,90	72	5 630	2,12	166	13 200
2	0,34	27	2 140	1,81	143	11 300	4,24	332	
5	0,85	68	5 280	4,5	358	28 150	10,6	830	
10	1,7	136	10 560	9,0	715	56 300	21,2	1 660	
20	3,4	272	21 120	18,1	1 430		42,4	3 320	
40	6,8	544		36,2	2 860		85	6 640	
100	17	1 360		90	7 150		212		
200	34	2 720		181	14 300		424		
400	68	5 440		362	28 600		848		

B.4 Lắng đọng do chảy rối

Các hạt được mang theo trong dòng chảy rối sẽ lắng đọng trên các thành ống dẫn ở mức độ lớn hơn hay nhỏ hơn tùy thuộc vào kích cỡ và mật độ hạt, vận tốc trung bình của không khí, đường kính và độ dài của ống dẫn. Công thức cho phép ước tính những mất mát do lắng đọng là:

$$\frac{C}{C_0} = e^{-[4KL / (V_{av} D)]} \quad (7)$$

và

$$L_{50} = \frac{0,693 V_{av} D}{4 K}$$

Trong đó

- C_0 nồng độ hạt ở một điểm ban đầu;
- C nồng độ hạt ở điểm được quan tâm ở phía xuôi dòng kể từ điểm ban đầu;
- L khoảng cách từ điểm ban đầu đến điểm cần quan tâm, đơn vị centimet (cm);
- D đường kính trong của kênh lấy mẫu, đơn vị centimet (cm);
- V_{av} vận tốc trung bình trong kênh lấy mẫu, đơn vị centimet trên giây (cm/s);
- K tốc độ lắng đọng, đơn vị centimet trên giây [cm/s];
- L_{50} độ dài lắng đọng 50%.

TCVN 7944 : 2008

Tốc độ lắng đọng K là hàm của một vài biến và được xác định cho một số tương đối ít trường hợp cụ thể. Việc tính toán lý thuyết cho đến nay vẫn chưa cho phép có được một công thức tổng quát để diễn tả mối quan hệ rõ rệt giữa K với tất cả các biến. Hai biến số quan trọng nhất là đường kính hạt và vận tốc trung bình trong ống dẫn. Mật độ hạt cũng quan trọng khi xác định sự lắng đọng. Việc xác định bằng thí nghiệm đối với K đã chứng minh sự phụ thuộc bậc cao của K vào vận tốc và kích thước hạt. Việc dự đoán những mất mát do lắng đọng phải chịu những bất định do những thay đổi nhỏ của vận tốc khí hoặc chất lượng hạt có thể tác động lớn đến hằng số lắng đọng. Những mất mát trên thành ống trong dòng chảy rối được ước tính trong Bảng 7 với một số điều kiện.

Các số liệu này có thể được dùng để ước tính những mất mát trên thành ống trong một tình huống cho trước. Cần phải nhớ rằng để có thể áp dụng được cho một dải các kích thước hạt thì sự suy giảm ứng với mỗi kích thước phải được xác định và tổng cộng mất mát thành phần tính được bằng việc nhân trọng số và lấy tổng.

Sự lắng đọng không tiếp tục tăng đến vô hạn giống như sự gia tăng vận tốc và kích thước hạt. Khi vận tốc lớn hơn một giá trị nào đó thì hạt sẽ lại hòa vào dòng chảy. Điểm bắt đầu tái hòa trộn là một hàm của kích thước hạt, mật độ hạt, đường kính ống và các đặc trưng bám dính của hạt và thành ống. Số liệu được cho trong Bảng 7 áp dụng cho các ống khô, sạch và trải rộng trên một dải các giá trị lưu lượng, kích thước hạt và các đường kính ống khi mà sự tái hòa trộn còn nhỏ. Trong vùng mà các giá trị được in đậm có thể có sự tái hòa trộn ở mức độ nhỏ làm cho sự lắng đọng ít hơn một chút so với các giá trị cho ở trong Bảng. Với những lưu lượng dòng lớn hơn thì với những giá trị đường kính được cho và các hạt cũng lớn hơn so với các giá trị được cho trong bảng thì sự tái hòa trộn mạnh mẽ có thể xảy ra; vì vậy, việc ngoại suy nằm ngoài những giá trị cho ở trong bảng không được luận chứng.

Hiện nay, thông tin về các thông số và những mối quan hệ kiểm soát sự tái hòa trộn còn thiếu, do vậy rất khó thực hiện được việc tiên đoán định lượng. Bất kỳ sự tái hòa trộn nào cũng làm giảm những mất mát do lắng đọng nhưng không được biết đầy đủ để các nhà thiết kế có thể sử dụng sự tái hòa trộn tăng cường nhằm giảm thiểu những mất mát trên thành ống dẫn.

Bảng 7 – Phần hạt đi vào bị lắng đọng trên kênh lấy mẫu thẳng đứng*

Đường kính hạt	Đường kính ống	Chỉ số Reynold của ống	Lưu lượng	Phần hạt lắng đọng											
				$\rho = 1$			$\rho = 4$			$\rho = 6$			$\rho = 8$		
				Độ dài ống (cm)			Độ dài ống (cm)			Độ dài ống (cm)			Độ dài ống (cm)		
μm	cm	Re	cm^3/s	200	500	2 000	200	500	2 000	200	500	2 000	200	500	2 000
1	0,5	4 000	241	Nhỏ hơn 0,01			Nhỏ hơn 0,01			0,01	0,01	0,05	0,01	0,02	0,09
	1,0	6 000	723							0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,04
	2,0	8 000	1 928							0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
	4,0	10 000	4 820							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,5	4 000	241	Nhỏ hơn 0,01			0,04	0,09	0,31	0,08	0,19	0,87	0,14	0,31	0,77
	1,0	6 000	723				0,01	0,04	0,14	0,04	0,08	0,29	0,06	0,14	0,45
	2,0	8 000	1 928				0,00	0,01	0,04	0,01	0,02	0,08	0,02	0,04	0,15
	4,0	10 000	4 820				0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	1,00	0,03
6	0,5	4 000	241	0,11	0,26		0,93	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0	1,0	1,0
	1,0	6 000	723	0,01	0,01		0,68	0,93	1,00	0,89	1,00	1,00	0,97	1,0	1,0
	2,0	8 000	1 928	0,01	0,00		0,25	0,51	0,94	0,45	0,77	0,99	0,62	0,91	0,99
	4,0	10 000	4 820	0,01	0,00		0,06	0,14	0,46	0,12	0,27	0,77	0,19	0,41	0,88
10	0,5	4 000	241	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	1,0	6 000	723	0,50	0,82		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	2,0	8 000	1 928	0,02	0,04		0,81	0,98	1,00	0,95	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00
	4,0	10 000	4 820	0,00	0,00		0,30	0,59	0,98	0,48	0,80	0,98	0,61	0,99	1,00

* Các giá trị cho trong bảng này là những giá trị phù hợp với sự tương quan được trình bày trong tài liệu tham khảo [5], ngoại trừ những hạt có mật độ 1 g/cm^3 (cột 5) được đo trực tiếp từ những lắng đọng của các hạt xanh uranium-mêtilen. (Số liệu không được xuất bản – Schwediman và Sehmén). Các ô nhập in đậm là những giá trị nhận được từ những điểm ngoại suy nằm ngoài lân cận khoảng các giá trị thí nghiệm ở đó sự tương quan đã được xác lập.

B.5 Lắng đọng ở những khúc gấp trong các kênh phân phối mẫu

Các mô hình dòng chảy ở những khúc gấp rất phức tạp, cả trong dòng chảy lớp và chảy rối và làm cho sự lắng đọng hạt lớn hơn so với ống thẳng có cùng một độ dài. Hiện chưa có đủ nghiên cứu lý thuyết và

TCVN 7944 : 2008

rất ít số liệu thí nghiệm để xác định một cách định lượng những mất mát do lắng đọng như là hàm của đường kính ống, bán kính cong, lưu lượng và kích thước hạt. Các số liệu sau đây tập trung vào tầm quan trọng của lắng đọng ở những chỗ gấp.

Hiện nay, các số liệu có được rất hạn chế. Như có thể dự đoán trước, sự lắng đọng tăng nhanh theo kích thước hạt và lưu lượng dòng chảy. Với một số ít các số liệu đo được trình bày ở trong Bảng 8 thì sự lắng đọng nhỏ hơn nhiều với bán kính dài hơn của ống cong ngoại trừ một điểm mà ở đó sự lắng đọng dường như cao bất thường.

Nên tránh những khúc gấp trong các kênh lấy mẫu nếu có thể được nhưng khi bắt buộc phải như vậy thì bán kính cong của khúc gấp phải càng dài càng tốt và lưu lượng dòng thiết kế qua bất kỳ kênh nào có khúc gấp cũng phải được giữ ở mức thấp. Khi có thể, thiết bị lấy mẫu phải cho phép sự loại bỏ bằng đầu dò để đánh giá những mất mát ở khúc gấp tại lối vào của đầu dò và cho phép làm sạch.

Bảng 8 - Phần hạt đi vào bị lắng đọng trong đường kính trong 1,01 cm của khúc quanh 90° trong ống nhôm⁽⁵⁾

Đường kính hạt	Mật độ hạt	Lưu lượng	Phần hạt lắng đọng ở khúc gấp 90°*	Phần hạt lắng đọng ở khúc gấp 90°**
μm	g/cm ³	cm ³ /s		
2	1,1	200	không	Không đo được
		400	"	"
		600	"	"
		800	"	"
		1 000	"	"
4	1,1	200	0,0	"
		400	0,0	"
		600	0,09	"
		800	0,20	"
		1 000	0,32	"
7,4	1,1	200	0,15	0,08
		400	0,31	0,14
		600	0,46	0,26
		800	0,58	0,44 ^{***}
		1 000	0,66	0,68 ^{***}

* Bán kính cong = 3,8 cm,

** Bán kính cong = 11 cm

*** Có lẽ cao.

B.6 Tài liệu tham khảo (Phụ lục B)

- [1] J.W. Thomas. "Gravity Settling of Particles in a Horizontal Tube," J. Air Pollut. Control Assoc., Quyển 8, trang 132 (1958).
- [2] J.S. Townsend. "The diffusion of ions into gases," Trans. R. Soc., 193-4, các trang 129-158 (1900).
- [3] P.G. Gormeley và M. Kennedy. "Diffusion from a Stream Flowing Through a Cylindrical Tube," Proc. R. Ir. Acad., 52-A, các trang 136-169 (1949).
- [4] W.C. DeMarcus và J.W. Thomas. "Theory of a Diffusion Battery," ORNL-1413 (16 tháng 10, 1952).
- [5] L.C. Schwediman, G.A. Sehmel và A.K. Postma. "Radioactive Particle Retention in Aerosol Transport Systems," Biên bản lưu của Hội nghị quốc tế về Ô nhiễm phóng xạ của Môi trường khí, Saclay, Pháp (Tháng 11 năm 1963, Quyển II, trang 373).
- [6] J.W. Thomas. "Particle loss in Sampling Conduits," trong Assessment of Airborne Radioactivity, Hội nghị chuyên đề của IAEA, Viên, các trang 701-702 (1967).

Phụ lục C

Sai số do lấy mẫu trong điều kiện bất đẳng động học

Thất bại trong việc lấy mẫu từ một dòng đang chảy ở cùng vận tốc giống như bên trong dòng sẽ dẫn đến việc lấy mẫu không đại diện. Nếu tốc độ lấy mẫu lớn hơn nhiều so với vận tốc dòng chảy cục bộ thì một phần lớn các hạt có kích thước nhỏ, chứ không phải là các hạt lớn, sẽ bị thu vào đầu dò. Nếu tốc độ lấy mẫu nhỏ hơn nhiều so với vận tốc dòng chảy thì những hạt lớn sẽ bị va đập vào đầu dò thu thập.

Mặc dù đã có các số liệu lý thuyết và thực nghiệm nhưng chưa có nghiên cứu nào đi sâu về những sai số này. Các số liệu hầu như hoàn toàn là thực nghiệm và thể hiện những kỹ thuật khác nhau sử dụng các hạt khác nhau. ảnh hưởng của hình dạng và kích thước đầu dò vẫn chưa được đánh giá đầy đủ.

Các sai số do tốc độ lấy mẫu trong điều kiện bất đẳng động học được cho trong Bảng 9, chúng thể hiện số liệu được kết hợp từ một số thí nghiệm được thực hiện đối với nhân viên.^[1]

Các hạt được sử dụng trong các nghiên cứu cho số liệu như được trình bày là bụi than, dibutylphthalate và các bào tử nấm. Tất cả chúng đều là những chất có mật độ tương đối thấp, nằm trong khoảng từ 1,3 đối với bụi than đến khoảng 1 hay nhỏ hơn một chút đối các bào tử. Do mật độ hạt làm gia tăng mạnh các hiệu ứng quán tính nên sai số lấy mẫu có thể là khá lớn so với các giá trị được cho trong bảng với một kích thước hạt cho trước. Cột cuối cùng của bảng cho biết giới hạn tỷ số nồng độ đối với những hạt rất lớn hoặc rất đậm đặc. Nếu vận tốc ở lối vào của đầu dò lấy mẫu chỉ bằng 50% vận tốc trong ống dẫn và tất cả các hạt lớn (hoặc đậm đặc) ở vùng thu của lối vào đầu dò bị va đập với đầu dò thì lượng hạt thu thập được sẽ nhiều hơn gấp hai lần. Tương tự như vậy, nếu vận tốc ở lối vào của đầu dò lấy mẫu lớn gấp hai lần vận tốc trong ống dẫn và quán tính của hạt cho phép các hạt đến được vùng thu của đầu dò là bị thu thập thì nồng độ nhận được chỉ bằng một nửa giá trị nồng độ thực.

Cần phải nhớ rằng các hạt được tạo ra bởi hầu hết các quá trình tự nhiên có khoảng kích thước hạt trải rộng và sai số lấy mẫu sẽ là tác động tổng hợp của tất cả các kích thước thực.

Bảng 9 – Tỷ số nồng độ xác định được với nồng độ thực của các hạt khi được lấy mẫu với những phần khác nhau và nhiều dòng đẳng động học^[1]

$\frac{U}{U_0} = \frac{\text{Vận tốc dòng vào đầu dò}}{\text{Vận tốc dòng trong ống}}$	$\frac{C}{C_0} = \frac{\text{Nồng độ xác định được trong mẫu}}{\text{Nồng độ thực}}$					Giới hạn của những hạt lớn
	$d_p = 4\mu\text{m}$	$d_p = 12\mu\text{m}$	$d_p = 17\mu\text{m}$	$d_p = 31\mu\text{m}$	$d_p = 37\mu\text{m}$	
0,5	1,06	1,14	1,20	1,33	1,46	2,00
0,6	1,03	1,09	1,13	1,23	1,41	1,67
0,7	1,02	1,05	1,08	1,14	1,32	1,44
0,8	1,01	1,02	1,04	1,06	1,16	1,25
0,9	1,00	1,01	1,01	1,03	1,07	1,11
1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,1	0,99	0,98	0,98	0,95	0,93	0,90
1,2	0,98	0,96	0,95	0,92	0,87	0,83
1,3	0,97	0,94	0,94	0,85	0,84	0,77
1,4	0,97	0,92	0,93	0,83	0,81	0,72
1,5	0,96	0,89	0,93	*	0,76	0,67
1,6	0,95	0,83	*	*	0,74	0,63
1,7	0,94	0,78	*	*	0,71	0,59
1,8	0,92	0,72	*	*	0,68	0,55
1,9	0,9	0,65	*	*	0,66	0,53
2,0	0,86	*	*	*	0,64	0,50

* Không nằm trong dải này

Tài liệu tham khảo (Phụ lục C)

- [1] H.L. Greene và W.R. Lane. *Particulate Clouds : Dusts, Smokes and Mists*, Lần xuất bản thứ nhất, trang 247, D. van Nostrand Co., Inc., Princeton, New Jersey.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] Recommendations of a Panel on Coordination of National Research in Aerosol Behavior, tổ chức ở Viên, Áo, từ 10-14 tháng 7 năm 1967, dưới sự bảo trợ của IAEA. Bài thuyết trình số 6.
- [2] L. Frittelli, A. Moccaldi, và S. Tagliati. "Representativeness, Statistic and Biological Significance of Airborn Radioactivity Sampling in the Working Environment." Italia, Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare, Rome (Safety and Protection) (1963) 33. (Các bản sao của ấn phẩm này hiện có ở dạng tiếng ý với một phần được dịch sang tiếng Anh.)
- [3] H.F. Schulte. "Personal Sampling and Multiple Stage Sampling – Interpretation of Results from Personal and Static Air Samplers," Biên bản lưu của Hội nghị chuyên đề về Các thiết bị liểu bức xạ, ủy ban năng lượng hạt nhân châu Âu, Stốc-khôm, từ 12-16 tháng 6 năm 1967.
- [4] G.H. Palmer. "Aerosol Studies and the Relevance of Air Sampling to Personal Exposure in a Plutonium Laboratory," được giới thiệu ở Hội nghị hàng năm của Hội vật lý y học, từ 14-17 tháng 6 năm 1965.
- [5] W.A. Langmead. "The objectives of Air Monitoring and the Interpretation of Air Sampling Results," Biên bản lưu của Hội nghị chuyên đề về Thiết bị liểu bức xạ, Cơ quan năng lượng hạt nhân châu Âu, Stốc-khôm, từ 12-16 tháng 6 năm 1967.
- [6] R.J. Sherwood. "On the Interpretation of Air Sampling for Radioactive Particles," Am. Ind. Hyg. Assoc. J., **27**, trang từ 98-109 (tháng Ba, Tư năm 1966).
- [7] Nhóm chuyên môn về động học phổi của ủy ban II của ủy ban quốc tế về Bảo vệ chiếu xạ, "Deposition and Retention Models for Internal Dosimetry of the Human Respiratory Tract," Vật lý y học, **12**, các trang từ 173-207 (năm 1966).
- [8] Báo cáo của ủy ban ICRP II, Vật lý y học, Tập 3 (1960).
- [9] M. Lippman và W.B. Harris. "Size Selective Samplers for Estimating 'Respirable' Dust Concentrations," Vật lý y học, **8**, các trang từ 155-162 (1962).
- [10] W.B. Harris và M. Eisenbud. "Dust Sampler which Simulates Upper and Lower Lung Deposition," AMA Arch. Of Ind. Hyg. và Occup. Med., Tập 8, các trang từ 446-452 (1953).
- [11] K.R. May và H.M. Druett. "The Pre-Impringer – A selective Aerosol Sampler," Br. J. of Ind. Med., **10**, trang 142 (1953).

- [12] E.C. Hyatt, H.F. Schulte, C.R. Jensen, R.N. Mitchell và G.H. Ferran. "A study of Two-Stage Air Samplers Designed to Simulate the Upper and Lower Respiratory Tract," Biên bản lưu của Hội nghị quốc tế về Sức khỏe nghề nghiệp, các trang từ 485-503 (1961).
- [13] W.A. Langmead và D.T. O'Connor. "The personal Cantrupeter – A Particle Size – Selective Personal Air Sampler," Ann. Occup. Hyg., Quyển 12, các trang từ 185-195 (1969).
- [14] G.W.C. Tait, "Determining Concentration of Airborne Plutonium Dust," Kỹ thuật hạt nhân, **14**, trang 53 (tháng 1, 1956).
- [15] F. Billard, Miribel, J. Pradel. "Contrôle de la Contamination Atmosphérique par 'Double Mandarin'," CEA N° 2085, Centre D'études Nucléaires de Saclay.
- [16] R.J. Sherwood và D.M.S. Greenhalgh. "A personal Air Sampler," Ann. Occup. Hyg., Quyển 2, các trang 127-132 (1960).
- [17] J.W. Thomas. "Distribution of Radioactivity on a Polydisperse Aerosol by the Diffusion Method," Vật lý y học, **12**, Quyển 6, các trang 765-768 (1966).
- [18] A.A. Andersen. "A Sampler for Respiratory Health Hazard Assessment." Am. Ind. Hyg. Assoc. J., **27**, các trang 160-165 (tháng Ba, Tư, 1966).
- [19] R.I. Mitchel và J.M. Pilcher. "Improved Cascade Impactor for Measuring Aerosol Particle Sizes," Ind. and Eng. Chem., Quyển 51, trang 1039 (tháng 9, 1959).
- [20] T.L. Mercer, M.I. Tillery, C.W. Ballew. "A Cascade Impactor Operating at Low Volumetric Flow Rates," Lovelace Foundation Report LF-4, 1962.
- [21] R.F. Houman và .V. Sherwood. "The Centripeter : A Device for Determining the Concentration and Size Distribution of Aerosols," Am. Ind. Hyg. Assoc. J., **26**, các trang 122-131 (1965).
- [22] D.A. Collins, L.R. Taylor, R. Taylor. "The Development of Impregnated Charcoal for Trapping Methyl Iodine at High Humidity," TRG Report 1300 (W) (1967).
-