

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 9238:2012**

**ISO 14164:1999**

Xuất bản lần 1

**PHÁT THẢI NGUỒN TĨNH –  
XÁC ĐỊNH LƯU LƯỢNG THỂ TÍCH DÒNG KHÍ TRONG  
CÁC ỐNG DẪN KHÍ – PHƯƠNG PHÁP ĐO TỰ ĐỘNG**

*Stationary source emissions –  
Determination of volume flowrate of gas streams in ducts – Automated method*

**HÀ NỘI – 2012**

**Lời nói đầu**

**TCVN 9238:2012** hoàn toàn tương đương với ISO 14164:1999.

**TCVN 9238:2012** do Tổng cục Môi trường biên soạn, Bộ Tài nguyên và Môi trường đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

## Phát thải nguồn tĩnh – Xác định lưu lượng thể tích dòng khí trong các ống dẫn khí – Phương pháp đo tự động

*Stationary source emissions – Determination of volume flowrate of gas streams in ducts – Automated method*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này mô tả các nguyên lý hoạt động và các đặc tính tính năng quan trọng nhất của các hệ thống tự động đo lưu lượng để xác định lưu lượng thể tích trong các ống dẫn khí của nguồn tĩnh.

Các quy trình để xác định đặc tính tính năng của các hệ thống tự động đo thể tích dòng cũng được nêu trong tiêu chuẩn này.

Các đặc tính tính năng là nói chung và không được giới hạn cho những nguyên lý đo cụ thể hoặc hệ thống thiết bị nào.

CHÚ THÍCH: Những hệ thống đo có tính thương mại sử dụng các nguyên lý hoạt động được mô tả và phù hợp với tiêu chuẩn này đang sẵn có trên thị trường

### 2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 6500:1999 (ISO 6879:1995), *Chất lượng không khí – Những đặc tính và khái niệm liên quan đến các phương pháp đo chất lượng không khí.*

TCVN 5976:1995 (ISO 7935:1992), *Khí thải nguồn tĩnh – Xác định nồng độ khối lượng của lưu huỳnh dioxide (SO<sub>2</sub>) – Đặc tính của các phương pháp đo tự động.*

TCVN 5977:2009 (ISO 9096:1992), *Phát thải nguồn tĩnh – Xác định nồng độ và lưu lượng vật liệu hạt trong các ống dẫn khí – Phương pháp khối lượng thủ công.*

TCVN 6751:2000 (ISO 9196:1994), *Chất lượng không khí – Xác định đặc tính tính năng của các Phương pháp đo.*

## **TCVN 9238:2012**

ISO 10155:1995 *Stationary source emissions – Automated monitoring of mass concentrations of particles – Performance characteristics, test methods and specifications (Phát thải nguồn tĩnh – Quan trắc tự động nồng độ khối lượng bụi – Các đặc tính tính năng, phương pháp thử và qui định kỹ thuật).*

ISO 10780:1994 *Air quality – Stationary source emissions – Measurement of velocity and volume rate of flow of gas streams in ducts (Chất lượng không khí – Phát thải nguồn tĩnh – Các phép đo vận tốc và thể tích của dòng khí trong các ống dẫn khí).*

TCVN 6501:1999 (ISO 10849:1996), *Sự phát thải của nguồn tĩnh – Xác định nồng độ khối lượng của các oxit nitơ – Đặc tính của các hệ thống đo tự động.*

TCVN 8712:2011 (ISO 12039:2001), *Sự phát thải của nguồn tĩnh – Xác định cacbon monoxit, cacbon dioxide và oxy – Đặc tính tính năng và hiệu chuẩn các hệ thống đo tự động.*

### **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

Các thuật ngữ và định nghĩa sau được áp dụng cho tiêu chuẩn này.

#### **3.1**

**Hệ thống đo dòng tự động (automated flow measuring system)**

##### **AMS**

Hệ thống mà có thể gắn vào một ống dẫn khí để đo và ghi liên tục lưu lượng thể tích của một khí.

#### **3.2**

**Máy phân tích (analyser)**

Bộ phận của một AMS đo các thông số được dùng để tính lưu lượng thể tích của khí.

#### **3.3**

**Ống dẫn khí (duct)**

Ống khói hoặc đoạn ống ra cuối cùng trên một quá trình tĩnh, được dùng để phát tán khí của quá trình còn lưu lại.

#### **3.4**

**Phép đo so sánh (comparative measurements)**

Các phép đo lưu lượng thể tích khí trong ống dẫn khí do AMS thực hiện và được so sánh với lưu lượng thể tích được đo đồng thời trong cùng một đường ống dẫn khí theo ISO 10780.

#### **3.5**

**Phương pháp so sánh (comparative method)**

Phương pháp để xác định lưu lượng thể tích khí trong một ống dẫn khí theo ISO 10780.

**CHÚ THÍCH:** Do mục đích của phép thử so sánh là để chứng tỏ rằng AMS đang đo thu được ước lượng đúng của lưu lượng thể tích trong ống dẫn khí, nên phương pháp so sánh là cần thiết để đo khái quát lưu lượng thể tích của toàn bộ ống dẫn khí. AMS không thể được dùng như phương pháp so sánh vì tất cả AMS được dùng để

đo lưu lượng thể tích chỉ đo tốc độ trong một diện tích nhỏ của ống dẫn khí và rồi sau đó ngoại suy phép đo này để thu được lưu lượng thể tích trong ống dẫn khí đó.

### 3.6

#### Độ lệch chuẩn (standard deviation)

$s_A$

Số đo độ chính xác làm việc của AMS được lắp đặt.

CHÚ THÍCH 1: Độ lệch chuẩn được dẫn suất ra bằng sử dụng những khác biệt giữa các cặp giá trị lưu lượng thể tích thu được bằng thử nghiệm so sánh của AMS theo ISO 10780 trên cơ sở là số lượng đủ về thống kê của các phép đo so sánh được lấy suốt quãng thời gian vận hành tự động (xem Phụ lục A). Giá trị  $s_A$  được thể hiện như là một hàm số của phạm vi toàn thang đo của AMS và được tính trên giả thiết rằng  $s_A$  là ước lượng của độ chính xác của một tập hợp phân bố chuẩn của phép đo.

CHÚ THÍCH 2: Khi có thể, phương pháp so sánh cần đo phần lưu lượng khí như nhau như AMS.

CHÚ THÍCH 3: Không thể xác định trực tiếp độ lệch chuẩn của AMS trong phòng thí nghiệm, do ống gió không tái lập được một cách bình thường tất cả các tính chất của các khí ống khói và không lặp lại được tất cả những điều kiện đo có thể. Đó là lý do mà độ lệch chuẩn được xác định sau khi AMS đã được lắp đặt trong ống dẫn khí. Áp dụng phương pháp so sánh kết hợp với phép thử sai số hệ thống (xem A.4.2.3) đảm bảo là AMS đã có được độ đúng thỏa mãn.

CHÚ THÍCH 4: Bỏ sung cho sai số ngẫu nhiên,  $s_A$  còn bao hàm ảnh hưởng của biến động vị trí chỗ như các thay đổi trong nhiệt độ dòng khí, dao động trong công suất điện được cấp đến AMS và trôi điểm không và thang đo ảnh hưởng đến độ chính xác tổng thể của AMS. Nó cũng gồm cả độ lệch chuẩn của phương pháp so sánh.  $s_A$  là một ước lượng của giá trị giới hạn trên đối với độ chính xác của AMS.

CHÚ THÍCH 5: Quy trình trong tiêu chuẩn này là phù hợp để tìm độ không đảm bảo của dữ liệu thu được từ AMS, vì độ lệch chuẩn của các giá trị đo được của phương pháp so sánh,  $s_C$ , là nhỏ hơn đáng kể so với độ lệch chuẩn,  $s_D$ , của chênh lệch giữa các cặp giá trị đo được.

### 3.7

#### Giai đoạn vận hành tự động (period of unattended operation)

Giai đoạn vận hành đưa ra các giá trị đặc tính tính năng của thiết bị có thể được bảo đảm để duy trì ở 95 % xác suất mà không cần trông coi hoặc điều chỉnh.

[TCVN 6500:1999]

CHÚ THÍCH: Đối với các phương tiện quan trắc dài hạn, yêu cầu vận hành tự động tối thiểu bảy ngày.

### 3.8

#### Thời gian đáp ứng (response time)

Thời gian cần để AMS hiển thị 90 % giá trị hiệu chuẩn mức cao ở hệ thống thu nhận dữ liệu, bắt đầu từ thời gian khởi động của chu kỳ hiệu chuẩn mức cao.

CHÚ THÍCH: Thời gian đáp ứng có thể được xác định hoặc là trong phòng thí nghiệm hoặc là sau khi AMS được lắp đặt.

3.9

**Sự phát thải nguồn tĩnh (stationary source emission)**

Khí do một nhà máy hay do một quá trình tĩnh phát thải ra và được vận chuyển đến một ống dẫn khí để phân tán vào khí quyển.

3.10

**Hiệu chuẩn (calibration)**

<của AMS> Cài đặt và kiểm tra AMS được lắp đặt trước khi xác định đặc tính tính năng của AMS hoặc trước khi bắt đầu phép đo lưu lượng thể tích.

3.11

**Hàm hiệu chuẩn (calibration function)**

Hiệu chỉnh phạm vi thang đo của AMS giữa lưu lượng thể tích của ống dẫn khí khi đo được bằng AMS được lắp đặt và khi đo được theo lưu lượng chuẩn.

CHÚ THÍCH 1: ISO 10780 là ví dụ của một tiêu chuẩn về lưu lượng chuẩn.

CHÚ THÍCH 2: Hàm hiệu chuẩn không tuyến tính được chấp nhận, miễn là độ không tuyến tính này được bù trừ (cân bằng) trong đầu ra của AMS.

3.12

**Độ tuyến tính (linearity)**

Số đo độ phù hợp giữa các phép đo của phương pháp so sánh ISO 10780 và AMS khi sai lệch giữa AMS và phương pháp so sánh gặp nhau qua một dãy các lưu lượng thể tích là phụ thuộc theo sự hội qui tuyến tính.

3.13

**Khoảng đo (span)**

Khoảng khác biệt giữa đầu ra (số đọc) của AMS đối với một lưu lượng đã biết và lưu lượng bằng không (zero).

3.14

**Trôi điểm không (zero drift)**

Thay đổi ở đầu ra của AMS qua suốt một quãng thời gian được ấn định khi chịu một tốc độ dòng không thay đổi bằng không (zero).

3.15

**Trôi khoảng đo (span drift)**

Thay đổi ở đầu ra của AMS qua suốt một quãng thời gian được ấn định khi chịu một tốc độ dòng không thay đổi gần bằng giá trị thang đo.

## 3.16

## Vị trí của AMS (AMS location)

Điểm trong ống dẫn khí nơi AMS được lắp đặt.

## 4 Những nguyên lý đo của AMS có sẵn trên thị trường

### 4.1 Khái quát

Phần lớn AMS có sẵn trên thị trường vận hành theo một trong ba nguyên lý sau đây: vi sai áp suất, tốc độ mất nhiệt, hoặc thay đổi trong tốc độ của sóng âm. Mô tả ngắn gọn của từng loại AMS thông dụng và những ưu khuyết điểm của từng loại được trình bày dưới đây.

Trước khi lựa chọn một loại AMS cụ thể để lắp đặt, những đặc tính tổng quan về dòng cần được thiết lập ở vị trí trong ống dẫn khí nơi mà AMS được lắp đặt (xem A.2 trong Phụ lục A). Hệ thống AMS đo lưu lượng thể tích không được dùng trong ống dẫn khí có dòng khí không đồng nhất, không đối xứng, cuộn xoáy và/hoặc phân tầng.

### 4.2 Các hệ thống cảm biến vi sai áp suất

#### 4.2.1 Phương pháp ống Pitot đơn

ISO 10780 là phương pháp chuẩn thủ công để đo tốc độ và thể tích dòng trong các ống dẫn khí, sử dụng các ống Pitot, là cách thức truyền thống được dùng để xác định lưu lượng trong ống dẫn khí. Có sẵn hàng loạt các ống Pitot, nhưng các ống Pitot Loại-S và Loại-L được quy định trong ISO 10780 là những loại được dùng cho phần nhiều các phép đo lưu lượng trong ống dẫn khí. Một số AMS dựa trên ống Pitot lắp ghép thiết bị đơn giản ghi liên tục vi sai áp suất và nhiệt độ ống khói, một hệ thống rút gọn dữ liệu tự động như là một bộ ghi dữ liệu hoặc một máy tính, và ống Pitot cho được phép đo liên tục về tốc độ dòng.

Các ống Pitot sử dụng nhiệt độ của dòng khí và khác biệt trong áp suất đo được tại hai hay nhiều điểm trên bề mặt ống Pitot để xác định tốc độ của dòng khí tại các điểm riêng rẽ đi ngang qua thiết diện của ống dẫn khí. Tốc độ thể tích dòng sau đó được xác định bằng cách nhân tốc độ trung bình đi ngang qua thiết diện với diện tích của thiết diện đó.

Những hệ thống này là đơn giản và tương đối rẻ để lắp đặt, vận hành và bảo dưỡng, nhưng chịu cùng các sai số như các ống Pitot được mô tả trong Điều 6 của ISO 10780:1994. Ví dụ, ngoại trừ có các cản trở đặc biệt, ống Pitot có thể cho các kết quả sai số khi được dùng để đo các dòng khí có bất cứ những điều kiện nào sau đây:

- a) Số Reynolds nhỏ hơn 1200;
- b) Vận tốc dòng nhỏ hơn 5 m/s hoặc lớn hơn 50 m/s;
- c) Dòng xoáy tự hoặc tạo góc;

## TCVN 9238:2012

- d) Dao động áp suất bất thường; và
- e) Nồng độ bụi và/hoặc sol khí cao.

Có thể tránh được hai trường hợp sau thường bằng cách giữ cho ống Pitot không rung và bằng cách thỉnh thoảng súc thổi ống Pitot ngược trở lại. Các dao động của áp suất dòng khí có thể được cân bằng bằng cách dùng một thiết bị hãm trong hệ thống.

### 4.2.2 Phương pháp ống Pitot nhiều điểm (MPPT)

Phương pháp MPPT là một hình thức cải biến của ống Pitot; có ba hay nhiều hơn các khe hở (lỗ thông) trong một ống, được đặt tại các điểm nằm ngang qua trung tâm của các diện tích bằng nhau của mặt cắt ống khói. Các khe hở hướng vào hướng của dòng khí cho áp suất tác động trung bình ngang qua đường kính ống khói, trong khi đó các khe hở hướng xa khỏi hướng của dòng khí cho áp suất trung bình của dòng rẽ. Một tấm ngăn trong trung tâm của ống Pitot tách hai chuỗi áp suất này của ống Pitot. Áp suất trung bình của dòng tác động và áp suất trung bình của dòng rẽ được so sánh bằng sử dụng máy biến năng áp suất điện hoặc thiết bị cảm biến áp suất vi sai. Vì các vị trí của khe hở là khác nhau ở từng lắp đặt, do đó kích thước ống khói cần được qui định cẩn thận trước khi MPPT được lắp đặt.

Các hệ thống AMS dựa trên phương pháp MPPT chịu cùng các hạn chế như các hệ thống AMS ống Pitot đơn. Các hệ thống này có thể cũng cho các phép đo có sai số khi tốc độ thay đổi ngang qua ống dẫn khí. Các kết quả sai số đó do các dòng thứ cấp trong MPPT làm ảnh hưởng đến các vi sai áp suất trung bình đo được.

### 4.3 Hệ thống cảm biến nhiệt độ

Các hệ thống này thường được nói đến như là phong tốc kế nhiệt, vận hành theo hiện tượng là một khí chảy thành dòng có thể làm mát một vật bị nóng. Hệ thống được sử dụng rộng rãi nhất là dùng hai bộ cảm biến khối lượng dòng đối lưu nhiệt; một bộ trong đó được làm nóng và bộ còn lại được duy trì ở nhiệt độ xung quanh. Cả hai cảm biến được lồng vào trong dòng khí. Vi sai nhiệt độ (được đo theo điện áp hoặc dòng) giữa hai cảm biến được dùng để xác định tốc độ dòng của dòng khí.

Nói chung, hiện nay sử dụng hai loại cơ bản của cảm biến khối lượng dòng đối lưu nhiệt: cảm biến công suất không đổi (CP) và cảm biến nhiệt độ không đổi (CT). Hệ thống dựa trên CP không được sử dụng rộng rãi vì:

- a) Chậm đáp ứng với những thay đổi trong tốc độ và nhiệt độ;
- b) Không có điểm "không-zero" ổn định; và
- c) Có phạm vi cân bằng nhiệt độ bị giới hạn.

Vì những hạn chế trên, đa phần các hệ thống AMS vi sai nhiệt sử dụng phương pháp CT. Trong hệ thống này một dòng kiểm soát hồi lưu ở trạng thái rắn được dùng để duy trì bộ cảm biến được làm nóng ở nhiệt độ không đổi. Dòng cần để duy trì nhiệt độ này được đo và chuyển đổi thành đơn vị dòng



khối lượng dựa trên các tính toán sử dụng những tính chất vận chuyển của dòng khí. Những hệ thống dựa theo CT có sự đáp ứng nhanh hơn với các thay đổi tốc độ so với các hệ thống CP, vì trong hệ thống dựa theo CT chỉ có bề mặt phía ngoài của bộ cảm biến nóng là phụ thuộc vào tính trơ nhiệt, nghĩa là ở trung tâm thì nhiệt độ không đổi. Hệ thống dựa theo CT thường có thời gian đáp ứng là 5 giây hoặc nhỏ hơn.

AMS dựa trên vi sai nhiệt độ có được các ưu điểm sau đây: đầu ra tín hiệu điện mức cao; chính xác ở tốc độ các dòng khí rất thấp; các bộ phận không di chuyển; độ lặp lại tốt từ 0 °C đến 450 °C. Tuy nhiên đầu ra của bộ cảm biến là không tuyến tính, và cần phải điều chỉnh AMS đã được nhà sản xuất hiệu chuẩn sau khi nó được lắp đặt để cân bằng các chênh lệch giữa tính chất của dòng khí thực tế và dòng khí được tạo ra trong ống gió của nhà sản xuất tại nhà máy. Sự chỉnh lý này nói chung được thực hiện bằng sử dụng một trong các ống Pitot mô tả trong ISO 10780.

AMS dựa theo bộ cảm biến nhiệt không thể được sử dụng trong các ống dẫn khí khi có mặt các giọt chất lỏng ngưng tụ trong dòng khí, hoặc không dùng được trong các trường hợp khi vectơ tốc độ của dòng khí chênh lệch hơn 10° so với trục ban đầu của ống dẫn khí. Bụi tích tụ bao phủ lên bộ cảm biến hoặc han rỉ cũng có thể gây sai số đo đáng kể.

Nhà cung cấp AMS dựa trên bộ cảm biến nhiệt khuyến nghị nói chung việc lắp đặt và vận hành AMS tối thiểu trong bảy ngày trước khi thử để điều chỉnh AMS. Điều này để cho các bộ cảm biến của AMS và điện tử có thời gian cân bằng với điều kiện trong ống dẫn khí

Đa phần các AMS này sử dụng nhiều bộ cảm biến đặt vào các điểm đã xác định trước trong ống dẫn khí để cho tốc độ trung bình của dòng khí. Tốc độ trung bình này được nhân với thiết diện mặt cắt ống khói để thu được lưu lượng thể tích dòng của khí trong ống dẫn. Do mỗi bộ cảm biến thực hiện một phép đo độc lập, hệ thống nhiều bộ cảm biến có thể được sử dụng để quan trắc sự phân bố của dòng khí đi ngang qua mặt cắt của ống dẫn khí.

#### 4.4 Hệ thống dựa trên âm thanh

Những hệ thống này xác định tốc độ dòng bằng cách so sánh thời gian để một xung âm đi trong hướng chung của dòng khí với thời gian cần để một xung âm tương tự đi dọc cùng đường đi theo hướng ngược lại. Trong loại này của AMS, hai bộ thu phát được đặt đối diện nhau trên ống khói và bù trừ tại một góc đã biết. Trong từng bộ thu phát, một máy biến năng áp điện truyền các xung siêu âm đến bộ thu phát đối diện. Từng máy biến năng chuyển đổi các tín hiệu điện thành các tín hiệu âm và các tín hiệu âm thành các tín hiệu điện. Tốc độ tại điểm xung âm đi qua ống khói phụ thuộc vào xung đi cùng hay đi ngược lại dòng khí.

Vì loại AMS này truyền xung âm đi qua ống khói, điều quan trọng là khẳng định rằng không có các cản trở mà sẽ làm gián đoạn đường đi của các xung đi qua ống khói. Để có độ chính xác cao nhất, một điều nữa cũng quan trọng là đặt AMS tại điểm không có rung động ở thành ống khói và đảm bảo là cửa sổ quang học vẫn giữ sạch. Tuy nhiên, nếu sử dụng sục không khí để giữ cho các bộ thu phát được

## TCVN 9238:2012

sạch thì cần phải hiệu chỉnh cẩn thận tín hiệu phản hồi của AMS đối với mọi ảnh hưởng của việc sục không khí đến tốc độ khí ở gần các bộ thu phát.

Các hệ thống này có các ưu điểm sau đây: phép đo không xâm nhập, không có các bộ phận di chuyển, các bộ phận tiếp cận được dễ dàng và độ chính xác ổn định suốt một phạm vi rộng của tốc độ dòng.

### 5 Các đặc tính tính năng bằng số và tính áp dụng của chúng

Bảng 1 cho các đặc tính tính năng đối với các hệ thống đo dòng tự động. Các đặc tính tính năng này đã được rút ra từ các thử nghiệm được làm với các AMS có bán sẵn trên thị trường có ứng dụng một trong ba nguyên lý hoạt động đã mô tả ở trên.

Khi được đo theo phương pháp cho trong Phụ lục A, AMS được đánh giá cần phải cho ra các kết quả phù hợp với các tiêu chí chỉ ra ở Bảng 1.

**Bảng 1 — Những đặc tính tính năng chính của các hệ thống đo dòng liên tục**

Các đặc tính tính năng	Giá trị bằng số	Các phương pháp thử xem ở Phụ lục A
Độ lệch chuẩn, $s_A$	$\leq 5 \% ^a$	A.4
Sai số hệ thống	$\leq 3 \% ^b$	A.5

CHÚ THÍCH 1: Bảng B.1 trong Phụ lục B cho các đặc tính tính năng phụ mà có thể dùng như là hướng dẫn để tạo thuận lợi cho việc thỏa mãn các quy định tính năng cho trong Bảng 1.

CHÚ THÍCH 2: Khi được hiệu chỉnh cho các sai số hệ thống đã biết, đầu ra của AMS được giả thiết là nằm ở giữa khoảng có chứa giá trị thực của lưu lượng thể tích với 95 % mức không đảm bảo thống kê. Sự chênh lệch hoặc giữa giới hạn trên hoặc giới hạn dưới của khoảng này với giá trị được hiệu chỉnh của AMS được gọi là độ không đảm bảo trong phép đo.

<sup>a</sup> Được tính như là giá trị tuyệt đối (100 %)( $s_A$ ) được chia cho phạm vi toàn thang đo của AMS.

<sup>b</sup> Được tính như là giá trị tuyệt đối (100 %)(chênh lệch trung bình) được chia cho phạm vi toàn thang đo của AMS.

### 6 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm cần bao gồm thông tin sau đây:

- Tham chiếu đến tiêu chuẩn này;
- Phân định đầy đủ tất cả các điều kiện lấy mẫu và đo;

## **Phụ lục A**

(tham khảo)

### **Xác định các đặc tính tính năng chính**

#### **A.1 Phạm vi**

Phụ lục A mô tả phương pháp xác định các đặc tính tính năng chính của hệ thống đo tự động (AMS). Thời gian đáp ứng có thể được xác định trong phòng thí nghiệm. Tuy nhiên, độ lệch chuẩn được xác định như là hàm số của các điều kiện của quá trình sau khi AMS được lắp đặt trong ống dẫn khí tại nhà máy. Độ lệch chuẩn được xác định bằng cách so sánh lưu lượng thể tích tính được (được dự đoán) bằng AMS với lưu lượng thể tích đo được thực tế trong ống dẫn khí trong cùng một quãng thời gian bằng phương pháp so sánh. Dữ liệu thu được dùng để xác định các đặc tính tính năng xác định ra trong Bảng 1.

Các đặc tính tính năng chính được thiết lập sau khi lắp đặt AMS cần được thẩm định lại theo tình huống thay đổi trong vận hành nhà máy mà có thể làm ảnh hưởng đến tính năng của AMS.

Trừ khi có các chỉ định khác trong Phụ lục này, các giá trị tính bằng số của các đặc tính tính năng đối với các hệ thống đo dòng tự động cần được xác định cho AMS hoàn chỉnh, kể cả thiết bị được yêu cầu để lấy mẫu, phân tích, đo và đưa ra liên tục số liệu ghi lại lâu dài của lưu lượng thể tích dòng.

AMS cần đưa ra quy trình (quy trình thủ công được chấp nhận) để lập và kiểm tra độ chính xác của hiệu chuẩn AMS được lắp đặt trên toàn phạm vi khoảng đo của chúng. Quy trình này cần mở rộng từ cảm biến đo dòng trở đi và kể cả hệ thống thu nhận dữ liệu. Quy trình cần để cho AMS cứ mỗi 24 giờ được kiểm tra một lần tại hai mức: (1) giữa 0 % và 20 % giá trị thang đo, và (2) giữa 60 % và 80 % giá trị thang đo. Nhà chế tạo AMS cũng cần cung cấp một danh mục bằng văn bản về các bộ phận cấu thành của AMS mà không được kiểm tra bằng quy trình hiệu chuẩn.

#### **A.2 Lựa chọn và lắp đặt AMS**

##### **A.2.1 Xem xét tổng thể**

Sự lựa chọn AMS, vị trí AMS sẽ được lắp đặt và vị trí nơi các mẫu của phép thử so sánh sẽ được xác định là các hoạt động liên quan lẫn nhau. Trước khi quyết định mua AMS nào, loại phải điều khiển được toàn bộ đặc trưng của dòng trong ống dẫn khí tại các vị trí dự kiến. Tất cả các hệ thống đo dòng liên tục đo tốc độ chỉ trong một phần nhỏ của ống dẫn và sử dụng giá trị đó cùng với kích thước của ống dẫn để có được một ước lượng về lưu lượng thể tích toàn bộ trong ống dẫn khí. Do đó, điều quan trọng để lựa chọn AMS nào sẽ cho phép đo tốc độ dòng đại diện cho toàn bộ lưu lượng thể tích của ống dẫn khí. Một điều quan trọng nữa là lựa chọn một vị trí trong ống dẫn khí mà tại đó phương pháp so sánh sẽ xác định chính xác tổng thể dòng và toàn bộ lưu lượng cho ống dẫn khí.

AMS cần được lắp đặt tại một nơi trong ống dẫn khí mà vừa dễ tiếp cận được và vừa giảm thiểu được các ảnh hưởng của sự ngưng tụ, bao bọc, ăn mòn, làm nghẹt và các điều kiện khác có thể tác động bất lợi cho tính năng của AMS. Như đã thảo luận tại Điều 4 của tiêu chuẩn này, nguyên lý vận hành và các bộ phận của một AMS ảnh hưởng đến mức độ mà AMS duy trì độ chính xác ở các điều kiện không lý tưởng và lưu lượng dòng thấp, cả khi AMS chịu dòng khí chứa các giọt nước nhỏ, nồng độ bụi cao, có sự phân tầng trong nhiệt độ hoặc trong dòng khí, các khí ăn mòn, thâm nhập không khí, v.v.

Sự phân tầng có thể tồn tại trong một ống dẫn khí khi không có dòng cuộn xoáy. Sự phân tầng có thể do không khí lọt vào trong ống khói vì không hoàn toàn kín, sự kết hợp của hai hay nhiều hơn các dòng khí của quá trình, chênh lệch nhiệt độ, v.v. Sự phân tầng có thể thay đổi như một hàm số của các điều kiện của quá trình. Vì tải lượng của quá trình hoặc các điều kiện khác thay đổi, toàn bộ tốc độ dòng khí có thể thay đổi tùy theo hoặc rất mạnh.

Để tránh sự phân tầng, cần lựa chọn vị trí đo đủ xa mọi điểm rò rỉ không khí hoặc nơi các dòng khí kết hợp với nhau sao cho các dòng khí không giống nhau được trộn đều. Trong các ống dẫn khí hình tròn và hình vuông, AMS cần được lắp cách xa ít nhất năm lần đường kính thủy lực phía dưới đặc tính tính năng chính và năm lần đường kính thủy lực phía trên mọi cản trở dòng. Đường kính thủy lực được tính bằng cách nhân diện tích mặt cắt ống dẫn với bốn và chia đại lượng nhận được cho chu vi ống dẫn.

#### **A.2.2 Xác định tính khả dĩ chấp nhận được của các vị trí lắp đặt dự kiến và thử nghiệm so sánh**

Xác định lưu lượng thể tích tại từng vị trí của ống dẫn khí sử dụng ISO 10780 hoặc TCVN 5977 (ISO 9096). TCVN 5977 (ISO 9096) chính xác hơn ISO 10870 vì tiêu chuẩn này gồm các quy trình để xác định ảnh hưởng của thành phần phân tử, mật độ, nhiệt độ và hàm lượng ẩm của dòng khí. Các quy trình này nêu trong các Điều 5, 8 và 10 của TCVN 5977 (ISO 9096). Tuy nhiên, nếu thành phần dòng khí gần xấp xỉ không khí xung quanh hoặc nếu các thông số này được biết từ các thử nghiệm trước, thì quy trình được đơn giản hóa mô tả trong ISO 10780 là đủ chính xác và có thể được sử dụng để xác định tốc độ dòng và tổng quan dòng. Đặc tính hóa này cần bao trùm toàn phạm vi tốc độ dòng mà AMS gặp phải trong hoạt động thường nhật.

##### **A.2.2.2 Kiểm tra sự hiện hữu của dòng cuộn xoáy**

Kiểm tra sự hiện hữu của dòng cuộn xoáy như mô tả trong Phụ lục C của ISO 10780:1994.

Dòng cuộn xoáy tồn tại nếu góc xoáy lệch hơn  $\pm 10^\circ$  so với hướng tại chỗ của dòng song song với trục của ống dẫn ở bất cứ điểm nào trong mặt phẳng của phép đo. Nếu xuất hiện các điều kiện của dòng cuộn xoáy hoặc các điều kiện của khí hoặc dòng không mong muốn khác, hoặc vị trí thay thế cần được chọn hoặc mô hình dòng cần được chỉnh thẳng bằng cách lắp các vật cản hoặc các thiết bị chỉnh thẳng dòng khác. Phụ lục D của ISO 10870:1994 mô tả phương pháp để chỉnh thẳng dòng cuộn xoáy.

##### **A.2.2.3 Kiểm tra sự hiện hữu của dòng bị phân tầng**

Kiểm tra sự hiện hữu của dòng bị phân tầng như sau đây:

## TCVN 9238:2012

Sử dụng một ống Pitot hoặc thiết bị đo dòng khác ngang qua ống dẫn khí sao cho để thu được các phép đo dòng tại các điểm lấy mẫu như ISO 10870 quy định. Khi tiến hành kiểm tra sự phân tầng, cần một phép lấy mẫu liên tục tại một điểm riêng lẻ trong toàn bộ quãng thời gian lấy mẫu. Dữ liệu thu được có thể được dùng để xác định nếu tốc độ thay đổi như là một hàm số của thời gian cũng như không gian. Nếu vận tốc thay đổi tại điểm này trong suốt quãng thời gian lấy mẫu, thì dữ liệu thu được ngang qua ống dẫn sẽ khó để diễn giải.

Tính toán sự có mặt của sự phân tầng tại từng điểm lấy mẫu như sau:

$$\% \text{ Phân tầng tại điểm } i = \frac{(v_i - v_{av}) \times 100}{v_{av}}$$

Trong đó:

$v_i$  là tốc độ tại điểm  $i$ ;

$v_{av}$  là trung bình của tất cả các phép đo tốc độ.

Dòng trong mặt phẳng lấy mẫu bị phân tầng nếu % sự phân tầng tại bất cứ một điểm nào là lớn hơn 10 % như được tính ở trên.

### A.2.3 Lựa chọn các vị trí lắp đặt và lấy mẫu phép thử so sánh.

Dựa trên thử nghiệm tốc độ dòng trên đây và thông tin cho trong A.2.1 của tiêu chuẩn này, chọn AMS thích hợp nhất, vị trí ống khói trong đó AMS được lắp đặt và vị trí ống khói trong đó các mẫu của phép thử so sánh sẽ được lấy.

## A.3 Lắp đặt và hiệu chuẩn AMS

Lắp và hiệu chuẩn AMS phù hợp theo các hướng dẫn của nhà chế tạo. Lập phạm vi thang đo của AMS tại 120 % giá trị dòng cao nhất mà AMS sẽ chạm phải trong ống dẫn khí.

### A.4 Xác định độ lệch chuẩn, $s_A$

Sau khi AMS được lắp đặt đã được hiệu chuẩn, xác định độ lệch chuẩn,  $s_A$ , như một hàm số của các điều kiện vận hành thông thường của nhà máy. Tối thiểu ba lưu lượng dòng khí (hoặc các mức đơn vị vận hành) cần được sử dụng. Ví dụ, các mức vận hành này có thể là a) mức vận hành ổn định và an toàn tối thiểu, b) 90 % hoặc hơn của mức vận hành thông thường tối đa, và c) ở mức vận hành bình thường hoặc ở mức trung gian cách nhau bằng nhau nếu mức vận hành bình thường là trong phạm vi 10 % của a) hoặc b) trên đây.

Độ lệch chuẩn cần thể hiện ít nhất mười phép đo so sánh tại mỗi mức vận hành. Các phép đo này có thể được thực hiện tại bất cứ quãng thời gian nào ít nhất một giờ ngoài giai đoạn bảo trì của quá trình vận hành tự động. Nói một cách lý tưởng, những phép đo này cần được thực hiện trong suốt giai đoạn bảo trì và mỗi phép đo gồm ít nhất một giai đoạn thời gian 30 phút.

So sánh kết quả của AMS với kết quả thu được bằng sử dụng phương pháp so sánh. Số đọc lưu lượng thể tích của AMS tương ứng theo quãng thời gian trong đó từng phép đo so sánh (phương pháp chuẩn) đã được thực hiện, có thể thu được bằng phép tích phân liên tục của tín hiệu hệ thống đo qua suốt quãng thời gian thử.

Sử dụng công thức sau đây để tính độ lệch chuẩn,  $s_A$ , của AMS tại từng mức vận hành:

$$s_A = \sqrt{s_D^2 - s_C^2}$$

Giá trị của  $s_D$ , tính bằng mét khối trên giây, được cho theo công thức sau:

$$s_D = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[ \sum_{i=1}^n z_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n z_i \right)^2 \right]}$$

Trong đó

- $s_A$  là độ lệch chuẩn của AMS được thử nghiệm (được xác định trong 3.6), tính bằng mét khối trên giây;
- $s_C$  là độ lệch chuẩn của phương pháp so sánh, tính bằng mét khối trên giây;
- $s_D$  được tính từ chênh lệch trong các cặp giá trị đo được theo công thức tính độ lệch chuẩn, tính bằng mét khối trên giây;
- $z_i = x_i - y_i$  là chênh lệch trong các cặp giá trị đo được, tính bằng mét khối trên giây;
- $x_i$  là lưu lượng thể tích của khí được xác định bằng phương pháp so sánh chuẩn, tính bằng mét khối trên giây;
- $y_i$  là lưu lượng thể tích của khí được xác định bằng AMS được thử nghiệm, tính bằng mét khối trên giây;
- $n$  là số phép xác định ở mỗi mức vận hành của nhà máy.

Nếu AMS được lắp đặt trong một vị trí không thỏa mãn những tiêu chí này, nhưng vẫn đạt được các quy định tính năng của tiêu chuẩn này, thì vị trí đó có thể được chấp nhận, số liệu ghi lâu dài cần chú thích rằng AMS được lắp đặt ở một vị trí không thỏa mãn tất cả các quy định của tiêu chuẩn này.

### A.5 Xác định độ lệch chuẩn của phương pháp so sánh

Nếu ISO 10780 hoặc TCVN 5977 (ISO 9096) được sử dụng như là phương pháp so sánh, thì độ lệch chuẩn,  $s_A$  cho một phép xác định lưu lượng thể tích hoàn chỉnh có thể được coi là 3 %. Tuy nhiên để có độ chính xác cao nhất trong xác định  $s_A$ , cần phải xác định độ lệch chuẩn của phương pháp so sánh tại vị trí thử nghiệm so sánh được thực hiện, bằng cách sử dụng hai ống Pitot giống hệt nhau và đo đồng thời tốc độ dòng tại cùng các điểm trong ống dẫn khí. Sự so sánh này có thể được thực hiện hoặc là khi thực hiện các phép đo dòng sơ bộ hoặc là khi  $s_A$  đang được xác định.

Các phép đo này cần chứa các tốc độ gặp phải trong xác định  $s_A$ . Ít nhất 9 phép đo so sánh cần được thực hiện tại từng điểm lấy mẫu tốc độ. Các ống Pitot sẽ không gây cản trở lẫn nhau, nếu chúng nằm trong cùng mặt phẳng lấy mẫu và khoảng cách giữa các bên của chúng ít nhất là 3 cm đối với ống Pitot loại S và 5 cm đối với ống Pitot loại L.

Phương pháp khác thực hiện đo tốc độ dòng tại điểm lấy mẫu trước tiên với một ống Pitot rồi sau đó với một ống Pitot khác, và tiếp tục quá trình này cho đến khi ít nhất 9 phép đo tốc độ dòng đã nhận được tại điểm lấy mẫu đó cho từng ống Pitot.

Độ lệch chuẩn  $s_C$  của phương pháp so sánh lúc đó có thể được tính theo công thức sau:

$$s_C = \sqrt{\sum_{i=1}^m (v_{1i} - v_{2i})^2 / n}$$

Trong đó:

$v_{1i}, v_{2i}$  là tốc độ dòng xác định được tại cùng điểm lấy mẫu do hai ống Pitot giống nhau thực hiện;

$n$  là số các phép đo so sánh tại điểm lấy mẫu đó và ở tốc độ đó.

### A.6 Xác định sai số hệ thống

Kiểm tra nếu có sai số hệ thống đáng kể, tính độ chênh lệch trung bình,  $z$ , cho từng mức vận hành như sau:

$$z = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)$$

Sai số hệ thống là có mặt nếu:

$$|z| \geq 2 \frac{s_D}{\sqrt{n}}$$

Nếu có sai số hệ thống, và nếu vượt quá 3 % phạm vi đo của AMS thì nguyên nhân của sai số cần được xác định và loại trừ, và phép thử độ lệch chuẩn được lặp lại để xác định nếu sai số hệ thống đã được loại trừ.

CHÚ THÍCH: Quy trình trong tiêu chuẩn này là phù hợp để tìm độ không đảm bảo của dữ liệu từ AMS, cũng như độ lệch chuẩn của các giá trị đo được của phương pháp so sánh,  $s_C$ , nhỏ hơn đáng kể so với độ lệch chuẩn của chênh lệch giữa các cặp phép đo thử nghiệm.

## Phụ lục B

(tham khảo)

## Các đặc tính tính năng phụ

## B.1 Phạm vi

Các đặc tính tính năng và các giá trị bằng số trong Bảng B.1 được coi như hướng dẫn để tạo thuận lợi cho việc thỏa mãn các đặc tính tính năng cho trong Bảng 1. Các đặc tính tính năng mô tả trong Bảng B.1 cần phải được nhà chế tạo AMS xác định qua các phép thử của phòng thí nghiệm và các kết quả của các phép thử này được lập thành tài liệu trong chứng chỉ về sự phù hợp kèm theo AMS khi được phân phối cho người sử dụng.

Bảng B.1 — Các đặc tính tính năng phụ

Đặc tính tính năng	Giá trị số	Phương pháp thử (xem Phụ lục B)
Độ tuyến tính	$\leq \pm 3\%$ <sup>a</sup>	B.2.1
Trôi điểm "không"	$\leq \pm 3\%$ <sup>a,b</sup>	A.5.1
Trôi thang đo	$\leq \pm 3\%$ <sup>a,b</sup>	A.5.1
Thời gian đáp ứng	$\leq 10$ s	
<sup>a</sup> Phần trăm của toàn thang đo <sup>b</sup> Cần phải thực hiện trong giai đoạn vận hành tự động (giai đoạn vận hành tự động được khuyến nghị tối thiểu là 7 ngày)		

## B.2 Xác định các đặc tính tính năng phụ

## B.2.1 Kiểm tra độ tuyến tính

Nếu AMS đưa ra hoặc dự tính đưa ra phản hồi hiệu chuẩn không tuyến tính, thì xác định đường cong hiệu chuẩn trong ống gió, tại ít nhất 7 điểm thử tốc độ bao trùm hết phạm vi đo của AMS. Đối với phân tích so sánh, tốc độ dòng thực tế trong ống gió cần phải được đo như qui định trong ISO 10780.

Những kết quả từ phương pháp so sánh được so sánh với các kết quả do AMS ghi được đồng thời, và phép hồi quy tuyến tính được thực hiện theo các chênh lệch.

## B.2.2 Đánh giá trôi điểm không và trôi khoảng đo

Lắp đặt AMS vào ống dẫn khí và các điểm không và khoảng đo như hướng dẫn của nhà chế tạo. Để AMS vận hành theo chế độ thường nhật trong ít nhất là bằng thời gian tối thiểu do nhà sản xuất quy định trước khi thực hiện bất cứ điều chỉnh nào với lập khoảng đo và lập điểm không.



## TCVN 9238:2012

Sau khi các thao tác lập khoảng đo và lập điểm không được hoàn thành, đo sự thay đổi ở các điểm đã lập làm khoảng đo và lập làm điểm không ít nhất bảy khoảng thời gian 24 giờ không gối nhau theo hướng dẫn của nhà chế tạo. Nếu cần, các điểm đã lập làm khoảng đo và lập làm điểm không có thể được điều chỉnh trước khi bắt đầu từng phép thử độ trôi 24 giờ. Đến chừng mực có thể, các kiểm tra điểm không và khoảng đo này cần bao quát hết toàn bộ AMS (nghĩa là từ bộ cảm biến cho đến hệ thu nhận dữ liệu).

Xác định sự thay đổi ở các điểm đã lập làm khoảng đo và lập làm điểm không cho từng khoảng thời gian 24 h. Thể hiện từng chênh lệch về khoảng đo của AMS bằng cách chia từng chênh lệch cho khoảng đo và nhân giá trị thu được với 100 %. AMS thỏa mãn các qui định về đặc tính tính năng của trôi điểm không và trôi thang đo của tiêu chuẩn này nếu thay đổi ở lập điểm không và lập thang đo là nhỏ hơn hoặc bằng 3 % của thang đo lập cho khoảng thời gian 24 h.

Nếu tính năng của AMS không thỏa mãn được một hoặc cả hai phép thử trôi này, thì nguyên nhân của sự sai lỗi này cần được xác định và có hành động chỉnh sửa trước khi lập lại phép thử trôi điểm không và trôi thang đo.

Tiếp tục tiến hành các kiểm tra thang đo và điểm không 24 giờ tận đến khi bảy phép đo liên tiếp về trôi điểm không và trôi thang đo thỏa mãn các quy định tính năng của tiêu chuẩn này là không được chấp nhận.

### B.2.3 Xác định thời gian đáp ứng

Đặt cảm biến tốc độ của AMS vào phần thử của ống gió. Lập một tốc độ dòng giữa 30 m/s và 45 m/s trong ống gió và ghi lại thời điểm bắt đầu. Ghi lại thời gian cần để AMS phản ứng với 90 % của tốc độ sau cùng đo được trong ống gió khi được xác định từ một thiết bị dòng chuẩn đã được hiệu chuẩn, ví dụ như một ống Pitot. Lập lại phép thử nhiều hơn bốn lần và tính trung bình các kết quả. Thời gian đáp ứng là trung bình của năm lần thử.

### B.2.4 Xác định giới hạn phát hiện dưới

Giới hạn phát hiện dưới của AMS có thể bị ảnh hưởng bởi các đặc tính của dòng khí trong ống dẫn khí. Thêm vào đó, giới hạn phát hiện dưới đối với hầu hết AMS là thấp hơn so với giới hạn phát hiện dưới dùng trong ISO 10780 (5 m/s). Vì những lý do đó tiêu chuẩn này không quy định giới hạn phát hiện dưới cho AMS. Nhà chế tạo AMS được kỳ vọng quy định ra giới hạn phát hiện dưới cho AMS. Giới hạn phát hiện dưới này và quy trình dùng để xác định nó cần phải được đưa vào trong hồ sơ kèm theo với AMS.

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] Federal Ministry for the Environment. Nature conservation and Nuclear Safety, 1988. *Air pollution control manual of continuous emission monitoring*. Born, Germany;
  - [2] Federal Ministry of the Interior, Born, Germany, 1995. *Guidelines for suitability testing, installation and maintenance of measuring devices for the determination of the waste gas volume flow used for continuous emission measurements*. Cictlar Letter of the Ministry 9.1.1995 GMBI pp. 52-54.
  - [3] U.S Environment Protection Agency. 1991. Section 3.12 of Part 75, *Continuous emission monitoring (Acid rain program — Proposed requirements)*. Federal Register, Volume 56, pp 63291, 1991.
  - [4] U.S Environment Protection Agency. 1991. Appendix E of *Performance specifications and specification test procedures for monitoring system for effluent stream gas volumetric rate*. U.S. Code of Federal Regulations, Title 40. Part 52. Appendix E.
  - [5] U.S Environment Protection Agency. 1991. *Specifications test procedures for continuous emission rate monitoring system in stationary sources*. U.S. Code of Federal Regulations, Title 40. Part 60. Appendix B.
-