

**Đ****L****V****N** 348 : 2021

**ĐỒNG HỒ CHUẨN ĐO KHÍ  
QUY TRÌNH HIỆU CHUẨN**

*Gas flow master meter - Calibration procedure*

**HÀ NỘI - 2021**

**Lời nói đầu:**

ĐLVN 348 : 2021 do Ban kỹ thuật đo lường TC 8 “Đo các đại lượng chất lỏng” biên soạn, Viện Đo lường Việt Nam đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng ban hành.

## Đồng hồ chuẩn đo khí - Quy trình hiệu chuẩn

### *Gas flow master meter – Calibration procedure*

#### 1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình hiệu chuẩn cho các đồng hồ chuẩn đo khí có cấp chính xác 0,2; 0,3 và 0,5 dùng để kiểm định đồng hồ đo khí.

#### 2 Giải thích từ ngữ

Trong văn bản này, các từ ngữ dưới đây được hiểu như sau:

**2.1** Đồng hồ chuẩn đo khí (sau đây gọi tắt là đồng hồ) là đồng hồ đo khí có cấp chính xác: 0,2; 0,3 và 0,5 hoạt động theo nguyên lý thể tích hoặc khối lượng.

**2.2** Chuẩn lưu lượng khí là hệ thống thiết bị chuẩn có chỉ thị khối lượng hoặc thể tích của chất khí tại điều kiện tiêu chuẩn.

**2.3** Điều kiện tiêu chuẩn (ĐKTC) là điều kiện mà tại đó có áp suất tiêu chuẩn ( $P_0 = 101,325$  kPa), nhiệt độ tiêu chuẩn ( $T_0 = 293,15$  K).

**2.4** ĐKĐBĐ: Độ không đảm bảo đo tương đối.

**2.5** ACC: Cấp chính xác.

**2.6** RES: Giá trị độ chia nhỏ nhất của đồng hồ

**2.7** MF: Hệ số hiệu chuẩn của đồng hồ

**2.8**  $\Delta$ MF: Chênh lệch của hai hệ số hiệu chuẩn tại 2 điểm lưu lượng liên tiếp.

#### 3 Các phép hiệu chuẩn

Phải lần lượt tiến hành các phép hiệu chuẩn ghi trong Bảng 1.

*Bảng 1*

TT	Tên phép hiệu chuẩn	Theo điều, mục của quy trình
1	Kiểm tra bên ngoài	7.1
2	Kiểm tra kỹ thuật	7.2
3	Kiểm tra đo lường	7.3

#### 4 Phương tiện hiệu chuẩn

Các phương tiện dùng để hiệu chuẩn được nêu trong Bảng 2.

Bảng 2

TT	Tên phương tiện dùng để hiệu chuẩn	Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản	Áp dụng theo điều mục của quy trình
<b>1</b>	<b>Chuẩn đo lường</b>		
1.1	Chuẩn lưu lượng khí	Phạm vi đo phù hợp với đồng hồ Phải có chỉ thị thể tích tổng tại điều kiện tiêu chuẩn hoặc khối lượng khí qua chuẩn ĐKĐBĐ phải thỏa mãn yêu cầu sau đây: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\leq 0,1\%</math> với đồng hồ cấp chính xác 0,2</li> <li>• <math>\leq 0,15\%</math> với đồng hồ cấp chính xác 0,3</li> <li>• <math>\leq 0,2\%</math> với đồng hồ cấp chính xác 0,5</li> </ul>	7.3
1.2	Áp kế	Phạm vi đo: phù hợp phạm vi hoạt động của đồng hồ ĐKĐBĐ $\leq 0,04\%$	7.3
1.3	Nhiệt kế	Phạm vi đo: $(0 \div 50)^\circ\text{C}$ ; Giá trị độ chia: $\leq 0,1^\circ\text{C}$ ĐKĐBĐ $\leq 0,1^\circ\text{C}$	7.3
<b>2</b>	<b>Phương tiện đo khác</b>		
2.1	Nhiệt kế	Phạm vi đo: $(0 \div 50)^\circ\text{C}$ Sai số lớn nhất: $\pm 1^\circ\text{C}$	5
2.2	Ẩm kế	Phạm vi đo: $(20 \div 95)\% \text{RH}$ Sai số lớn nhất: $\pm 5\% \text{RH}$	5
2.3	Baromet	Phạm vi đo: $(96 \div 106) \text{kPa}$ Sai số lớn nhất: $\pm 1 \text{kPa}$	5

## 5 Điều kiện hiệu chuẩn

Khi tiến hành hiệu chuẩn, phải đảm bảo các điều kiện sau đây:

**5.1** Địa điểm làm việc phải sạch sẽ, thoáng mát, không có chất ăn mòn hóa học, không có các nguồn gây biến đổi lớn về nhiệt môi trường và nhiệt độ chất khí hiệu chuẩn, không gây rung động trong quá trình làm việc.

**5.2** Đồng hồ chuẩn phải được lắp đặt vào hệ thống theo đúng tài liệu hướng dẫn của nhà sản xuất. Các gioăng đệm không được lún vào phần trong của ống dẫn.

**5.3** Đoạn ống thẳng phía trước và phía sau của đồng hồ chuẩn phải có chiều dài không nhỏ hơn các giá trị quy định trong tài liệu hướng dẫn của nhà sản xuất và phải có cùng đường kính danh định với đồng hồ chuẩn.

**5.4** Quá trình hiệu chuẩn phải được tiến hành ở điều kiện môi trường:

- Nhiệt độ môi trường trong phạm vi  $(20 \div 30)$  °C. Sự thay đổi của nhiệt độ môi trường không được vượt quá  $\pm 2$  °C trong quá trình hiệu chuẩn.
- Áp suất khí quyển phải nằm trong phạm vi  $(96 \div 108)$  kPa. Sự thay đổi của áp suất khí quyển không được vượt quá  $\pm 1$  kPa trong quá trình hiệu chuẩn.
- Độ ẩm không khí phải nằm trong phạm vi  $(40 \div 85)$  %RH. Sự thay đổi của độ ẩm không khí không được vượt quá  $\pm 5$  %RH trong quá trình hiệu chuẩn.

**5.5** Chất khí dùng để hiệu chuẩn là không khí khô có độ ẩm nhỏ hơn 40 % trừ khi nhà sản xuất có qui định về loại chất khí sử dụng cho đồng hồ. Chất khí hiệu chuẩn phải được làm sạch, tách ẩm bằng máy hút ẩm chuyên dùng và ổn định nhiệt độ trước khi đưa vào hệ thống hiệu chuẩn.

## **6 Chuẩn bị hiệu chuẩn**

Trước khi tiến hành hiệu chuẩn phải thực hiện công việc sau:

- Phương tiện cần hiệu chuẩn và các phương tiện hiệu chuẩn phải được ổn định nhiệt độ không ít hơn 4 h trong khoảng  $(20 \div 30)$  °C.
- Vận hành đồng hồ tại lưu lượng lớn nhất tối thiểu 3 lần.

## **7 Tiến hành hiệu chuẩn**

### **7.1 Kiểm tra bên ngoài**

Phải kiểm tra bên ngoài theo các yêu cầu sau đây:

- Trên vỏ đồng hồ phải thể hiện các thông số sau:
  - + Nhãn hiệu hoặc tên thương mại của nhà sản xuất;
  - + Số và năm chế tạo;
  - + Lưu lượng lớn nhất,  $Q_{\max}$ ;
  - + Lưu lượng nhỏ nhất,  $Q_{\min}$ ;
  - + Áp suất làm việc;
  - + Nhiệt độ làm việc.
- Đồng hồ phải có bộ chỉ thị thể tích hoặc khối lượng đo được.

### **7.2 Kiểm tra kỹ thuật**

Phải kiểm tra kỹ thuật theo các yêu cầu sau đây:

- Vận hành bơm và mở hệ thống van để chất khí chảy qua đồng hồ vào hệ thống chuẩn lưu lượng trong vòng 90 s tại lưu lượng lớn nhất.
- Hệ thống công nghệ phải đảm bảo các yêu cầu sau:
  - + Có khả năng cung cấp liên tục chất khí;

## **ĐLVN 348 : 2021**

- + Khí không bị rò rỉ và chảy hoàn toàn vào hệ thống chuẩn;
- + Có khả năng điều chỉnh lưu lượng trong phạm vi lưu lượng của đồng hồ, độ ổn định lưu lượng không thay đổi quá 0,5 %.
- + Có khả năng điều chỉnh áp suất và nhiệt độ trong phạm vi hoạt động của đồng hồ, độ ổn định áp suất hay nhiệt độ không thay đổi quá 0,1 % giá trị hoạt động.

### **7.3 Kiểm tra đo lường**

Đồng hồ được kiểm tra đo lường theo trình tự nội dung, phương pháp và yêu cầu sau:

#### **7.3.1 Quy định chung**

- Trước khi bắt đầu kiểm định, đồng hồ phải được vận hành thử ở lưu lượng lớn nhất với lượng khí chảy qua đồng hồ lớn hơn 3000 lần RES.

Lượng khí hiệu chuẩn tối thiểu tại các điểm lưu lượng khi xác định sai số không nhỏ hơn 500 lần R.E.S. Đối với phép xác định sai số tại  $Q_{\min}$  có thể giảm thể tích khí hiệu chuẩn, nhưng không được nhỏ hơn 100 lần R.E.S/A.C.C.

- Thời gian thực hiện mỗi phép đo không nhỏ hơn thời gian đo nhỏ nhất cho phép của chuẩn. Trong trường hợp không có quy định về thời gian nhỏ nhất cho phép thì thời gian thực hiện mỗi phép đo không nhỏ hơn 90 s.

- Đồng hồ phải được hiệu chuẩn ít nhất tại 3 điểm lưu lượng sau:  $(0,9 \div 1)Q_{\max}$ ,  $(0,45 \div 0,55)Q_{\max}$ ,  $(1 \div 1,1)Q_{\min}$ , tại mỗi điểm thực hiện đo ít nhất 5 lần.

#### **7.3.2 Quá trình đo**

Tại mỗi lưu lượng kiểm tra, tiến hành quá trình đo như sau:

Bước 1: Điều chỉnh lưu lượng cần hiệu chuẩn qua van xả;

Bước 2: Chuyển hệ thống chuẩn về trạng thái bắt đầu;

Bước 3: Chuyển dòng lưu lượng cho chất khí chảy qua đồng hồ vào hệ thống chuẩn;

Bước 4: Với đồng hồ kiểu thể tích, trong suốt quá trình đo phải đọc tối thiểu 3 giá trị áp suất  $P_i$  (kPa) và nhiệt độ  $T_i$  (K) tại đồng hồ, với  $i$  ( $i \geq 3$ ) là số lần đọc trong khoảng thời gian này;

Bước 5: Đóng van và xác định giá trị lượng chỉ thị trên hệ thống chuẩn  $M_c$  (kg) hoặc  $V_c$  tại đồng hồ  $M_d$  (kg) hoặc  $V_d$ ;

Bước 6: Lặp lại ít nhất 5 lần các bước từ 2 đến 5.

Các giá trị đo được ghi vào biên bản ở phụ lục 1.

**7.3.3 Tính toán hệ số hiệu chuẩn MF**

Hệ số hiệu chuẩn MF được xác định tại nhiều điểm lưu lượng. Tại mỗi điểm lưu lượng được tính bằng giá trị trung bình hệ số hiệu chuẩn của các lần đo (j) tại điểm lưu lượng đó.

$$MF = \frac{\sum_{j=1}^n MF_j}{n} \tag{1}$$

Trong đó:

MF<sub>j</sub>: Hệ số hiệu chuẩn của mỗi lần đo j tại điểm lưu lượng (j ≥ 5);  
 n: số lần đo;

MF<sub>j</sub> được tính toán như sau:

Với đồng hồ chỉ thị kiểu thể tích:

$$MF_j = \frac{V_{cj,TC}}{V_{dj,TC}} = \frac{V_{cj,TC}}{V_{dj} \frac{P_j T_{TC}}{T_j P_{TC}}} = \frac{101,325}{293,15} \cdot \frac{\bar{T}_j}{P_j} \cdot \frac{V_{cj,TC}}{V_{dj}} \cdot \frac{Z_j}{Z_0} \tag{2}$$

Trong đó:

V<sub>cj,TC</sub>: Chỉ thị thể tích khí lần đo thứ j của hệ thống chuẩn tại ĐKTC, [L];

V<sub>d</sub>: Chỉ thị thể tích lần đo thứ j trên đồng hồ, [L];

Z<sub>j</sub>, Z<sub>0</sub>: Hệ số nén của chất khí ở điều kiện đo thứ j và tại điều kiện tiêu chuẩn, được xác định theo “P5.4-V05.G-04- Xác định khối lượng riêng của không khí khô” hoặc theo tài liệu “Gas property Equations for NIST Fluid Flow Gas Flow Measurement Calibration services, Jonh D.Wright”, chúng được coi bằng 1 nếu áp suất của tại đồng hồ không lớn hơn 300 kPa;

$\bar{T}_j$ : Nhiệt độ trung bình tại đồng hồ trong thời gian hiệu chuẩn của lần đo thứ j được xác định theo công thức, [K];

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^{n_q} T_i}{n_q} \tag{3}$$

$\bar{P}_j$ : Áp suất trung bình tại đồng hồ trong thời gian hiệu chuẩn của lần thứ j được xác định theo công thức, [kPa].

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{n_q} P_i}{n_q} \tag{4}$$

Trong đó:  $n_q$ : số lần đọc giá trị nhiệt độ, áp suất.

Với đồng hồ đo chỉ thị khối lượng:

$$MF_j = \frac{M_{cj}}{M_{dj}} \quad (5)$$

Trong đó:

$M_{cj}$ : Chỉ thị khối lượng khí lần đo thứ j của hệ thống chuẩn, [kg];

$M_{dj}$ : Chỉ thị khối lượng lần đo thứ j trên đồng hồ, [kg].

## **8 Ước lượng độ không đảm bảo đo**

Độ không đảm bảo của toàn bộ quá trình xác định hệ số đồng hồ chuẩn được dựa trên sự phân tích các nguồn gây nên sai số chủ yếu là các nguồn có tính chất ngẫu nhiên của các phép đo và tính toán trung gian. Các độ không đảm bảo thành phần được xác định, tổng hợp thành độ không đảm bảo tổng hợp gắn với giá trị trung bình của hệ số đồng hồ chuẩn và cuối cùng thông báo dưới dạng độ không đảm bảo đo mở rộng với xác suất tin cậy  $P = 95 \%$ .

### **8.1 Mô hình tính toán**

Mô hình tính toán của hệ số hiệu chuẩn MF của đồng hồ chuẩn được triển khai từ công thức (2) cho đồng hồ chuẩn kiểu thể tích và công thức (5) cho đồng hồ chuẩn kiểu khối lượng.

### **8.2 Các thành phần ĐKĐBĐ**

8.2.1 ĐKĐBĐ của chuẩn,  $u_{ch}$  [%] được lấy từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn của chuẩn.

8.2.2 ĐKĐBĐ do ảnh hưởng của độ phân giải,  $u_{pg}$  [%], được xác định theo hướng dẫn tại Mục 1, Phụ lục 2.

8.2.3 ĐKĐBĐ của phép đo nhiệt độ,  $u_T$  [%] được xác định theo hướng dẫn tại Mục 2, Phụ lục 2.

8.2.4 ĐKĐBĐ của phép đo áp suất trung bình,  $u_P$  [%], được xác định theo hướng dẫn tại Mục 3, Phụ lục 2.

8.2.5 ĐKĐBĐ của phép xác định tỷ số hệ số nén,  $u_Z$  [%], được xác định theo hướng dẫn tại Mục 4, Phụ lục 2.

8.2.6 ĐKĐBĐ loại A,  $u_A$  [%] được xác định theo hướng dẫn tại Mục 5, Phụ lục 2.

**8.3 Độ không đảm bảo chuẩn tổng hợp,  $u_C$**

ĐKĐBĐ chuẩn tổng hợp tương đối của hệ số đồng hồ chỉ thị thể tích xác định cho mỗi điểm lưu lượng hiệu chuẩn được tính theo công thức:

$$u_C = \sqrt{u_{ch}^2 + u_{pg}^2 + u_T^2 + u_P^2 + u_Z^2 + u_A^2} \tag{6}$$

ĐKĐBĐ tổng hợp tương đối của hệ số đồng hồ chỉ thị khối lượng xác định cho mỗi điểm lưu lượng hiệu chuẩn được tính theo công thức:

$$u_C = \sqrt{u_{ch}^2 + u_{pg}^2 + u_A^2} \tag{7}$$

**8.4 Độ không đảm bảo đo mở rộng, U**

Độ không đảm bảo đo mở rộng được xác định cho mỗi lưu lượng kiểm tra theo công thức:

$$U = k \cdot u_C \tag{8}$$

*Trong đó:* U: Độ không đảm bảo đo mở rộng, [%];

k: hệ số phủ, k = 2 ứng với xác suất tin cậy xấp xỉ 95 %.

**9 Xử lý chung**

**9.1** Đồng hồ chuẩn đo khí sau khi hiệu chuẩn nếu thỏa mãn yêu cầu trong Bảng 3 thì được cấp chứng chỉ hiệu chuẩn (tem hiệu chuẩn, giấy chứng nhận hiệu chuẩn,...) theo quy định.

*Bảng 3*

Kết quả hiệu chuẩn	Cấp chính xác		
	0,2	0,3	0,5
$\Delta MF$	$\leq 0,00075$	$\leq 0,001$	$\leq 0,002$
U	$\leq 0,15 \%$	$\leq 0,2 \%$	$\leq 0,3 \%$

**9.2** Đồng hồ chuẩn đo khí sau khi hiệu chuẩn nếu có U hoặc  $\Delta MF$  vượt quá giá trị trong mục 9.1 thì không cấp chứng chỉ hiệu chuẩn mới và xóa dấu hiệu chuẩn cũ (nếu có).

**9.3** Chu kỳ hiệu chuẩn của đồng hồ chuẩn đo khí là 12 tháng.

Tên cơ quan hiệu chuẩn  
.....

**BIÊN BẢN HIỆU CHUẨN**  
Số: .....

Tên chuẩn/phương tiện đo: .....

Kiểu: ..... Số: .....

Cơ sở sản xuất: ..... Năm sản xuất: .....

Đặc trưng kỹ thuật: .....

Cơ sở sử dụng: .....

Số phiếu nhận mẫu: ..... Ngày: .....

Phương pháp thực hiện: .....

Chuẩn, thiết bị chính được sử dụng: .....

Nhiệt độ làm việc: ..... °C      Áp suất làm việc: .....

Ngày thực hiện: .....

Địa điểm thực hiện: .....

**KẾT QUẢ HIỆU CHUẨN**

1. Kiểm tra bên ngoài:       Đạt       Không đạt

2. Kiểm tra kỹ thuật:       Đạt       Không đạt

3. Kiểm tra đo lường:

Với đồng hồ kiểu thể tích:

Lưu lượng hiệu chuẩn	Tại đồng hồ						Tại chuẩn
	Nhiệt độ, $T_i$ (K)			Áp suất, $P_i$ (kPa)		Lượng khí $V_{đj}$ (L)	Lượng khí $V_{cj,TC}$ (L)

Với đồng hồ kiểu khối lượng:

Lưu lượng hiệu chuẩn	Tại đồng hồ	Tại chuẩn
	Khối lượng $M_{cj}$ (kg)	Khối lượng $M_{cj}$ (kg)

4 Kết luận: .....

Người soát lại

Người thực hiện

## HƯỚNG DẪN XÁC ĐỊNH CÁC THÀNH PHẦN ĐKĐBB

### 1 ĐKĐBB do ảnh hưởng của độ phân giải, $u_{pg}$

$$u_{pg} = \frac{a_{pg}}{2\sqrt{3} \cdot V_d} \cdot 100\% \quad (1)$$

Trong đó:  $a_{pg}$ : Độ phân giải của đồng hồ, [L hoặc kg];

Đối với đồng hồ có bộ phận chỉ thị kiểu thang đo, độ phân giải được xác định theo công thức:

$$a_{pg} = \frac{a_{read} \times d}{l_d} \quad (2)$$

Trong đó:

$a_{read}$ : khả năng phân biệt của mắt người, mm;

$d$ : Giá trị độ chia của thang đo, [L hoặc kg];

$l_d$ : Chiều dài độ chia của thang đo, mm;

Trường hợp sử dụng các thiết bị tăng khả năng đọc như kính lúp, .v.v. thì khả năng phân biệt của mắt người  $a_{read} = 0,5$  mm; trong trường hợp dùng mắt bình thường  $a_{read} = 1$  mm.

Đối với đồng hồ điện tử thì  $a_{pg} = d$ .

### 2 ĐKĐBB nhiệt độ trung bình tại đồng hồ

Độ không đảm bảo khi đo nhiệt độ  $\bar{T}$  được xác định theo công thức:

$$u_{\bar{T}} = \frac{\sqrt{u_T^2 + \frac{d_T^2}{12} + \frac{\sum_{i=1}^{n_q} (T_i - \bar{T})^2}{n_q \cdot (n_q - 1)}}}{\bar{T}} \cdot 100 \% \quad (3)$$

Trong đó:

$u_T$ : độ không đảm bảo đo của thiết bị đo nhiệt độ khí, lấy từ giấy chứng nhận thiết bị đo nhiệt độ, [K];

$d_T$ : độ phân giải của thiết bị đo nhiệt độ khí, [K];

### 3 ĐKĐBB của phép đo áp suất khí trung bình tại đồng hồ

Độ không đảm bảo khi đo áp suất  $\bar{P}$  được xác định theo công thức:

$$u_{\bar{P}} = \frac{\sqrt{u_P^2 + \frac{d_P^2}{12} + \frac{\sum_{i=1}^{n_q} (P_i - \bar{P})^2}{n_q \cdot (n_q - 1)}}}{\bar{P}} \cdot 100 \% \quad (4)$$

Trong đó:

$u_p$  : độ không đảm bảo đo của thiết bị đo áp suất khí, lấy từ giấy chứng nhận thiết bị đo áp suất, [kPa];

$d_p$  : độ phân giải của thiết bị đo áp suất khí, [kPa].

#### 4 ĐKĐBĐ của phép đánh giá hệ số nén của chất khí $Z_j$

Hệ số nén của chất khí tại điều kiện áp suất và nhiệt độ hiệu chuẩn được tính toán theo vòng lặp với khối lượng riêng phân tử gam chất khí theo công thức sau:

$$Z = 1 + B \cdot \rho_n + C \cdot \rho_n^2 \quad (5)$$

Trong đó:

B: hệ số thực nghiệm phụ thuộc vào chất khí sử dụng, [cm<sup>3</sup>/mol];

C: hệ số thực nghiệm phụ thuộc vào chất khí sử dụng, [cm<sup>3</sup>/mol<sup>2</sup>];

$\rho_n$ : khối lượng riêng phân tử gam của chất khí, [mol/cm<sup>3</sup>].

$$\rho_n = \frac{\bar{P}}{R \cdot T \cdot Z} \cdot 10^{-6} \quad (6)$$

ĐKĐBĐ khi xác định hệ số nén của chất khí được tổng hợp từ các nguồn sau:

- ĐKĐBĐ khi xác định hệ số nén theo công thức (5);
- ĐKĐBĐ của bản thân công thức (5).

Theo tài liệu công bố của NIST thì ĐKĐBĐ của công thức (5) vào khoảng  $1 \cdot 10^{-4}$ . Qua tính toán thì ĐKĐBĐ khi xác định hệ số nén theo công thức (5) vào khoảng  $1 \cdot 10^{-6}$  rất nhỏ so với ĐKĐBĐ của công thức (5). Vì vậy, ta có thể coi ĐKĐBĐ khi xác định hệ số nén của chất khí là  $1 \cdot 10^{-4}$ .

#### 5 ĐKĐBĐ loại A của đồng hồ, $u_A$

$$u_A = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (MF_j - MF)^2}{n \cdot (n-1) \cdot MF^2}} \cdot 100 \% \quad (7)$$

Trong đó:  $MF_j$ : hệ số hiệu chuẩn MF của đồng hồ tại lần đo thứ j.