

ĐLVN 309 : 2016

**CHUẨN DUNG TÍCH KHÍ KIỂU CHUÔNG
QUY TRÌNH HIỆU CHUẨN**

Bell prover standard- Calibration procedure

HÀ NỘI - 2016

Lời nói đầu:

ĐLVN 309 : 2016 thay thế ĐLVN 194 : 2009.

ĐLVN 309 : 2016 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.

Chuẩn dung tích khí kiểu chuông - Quy trình hiệu chuẩn

Bell prover standard – Calibration procedure

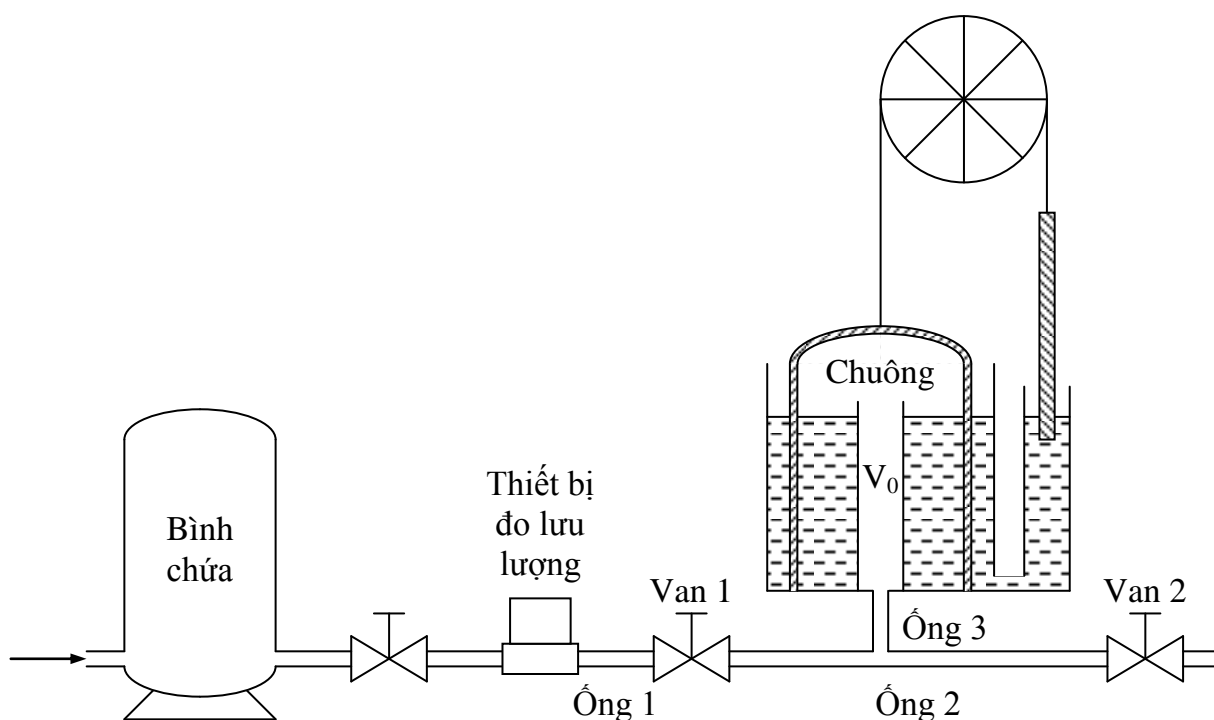
1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình hiệu chuẩn cho các chuẩn dung tích khí kiểu chuông có độ không đảm bảo đo 0,1 %, 0,2 %, 0,5 % dùng để kiểm định đồng hồ đo khí có cấp chính xác $\geq 0,3$.

2 Giải thích từ ngữ

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

2.1 Chuẩn lưu lượng khí kiểu chuông là hệ thống đo đếm thể tích khí chảy vào hệ thống, trong đó thể tích khí được xác định bởi khoảng không gian thay đổi do sự dịch chuyển của chuông khí (bao gồm các chi tiết từ van 1 đến 2 hình 1).



Hình 1. Sơ đồ hệ thống chuẩn lưu lượng khí kiểu chuông

ĐLVN 309 : 2016

2.2 Chuông khí là thiết bị đưa ra được độ thay đổi của thể tích tương ứng với một phạm vi dịch chuyển nhất định - Vị trí bắt đầu là vị trí của hệ thống chuẩn mà tại đó bắt đầu quá trình thu nhập dữ liệu khí nạp vào chuông khí (hay khí xả từ chuông khí).

2.3 Vị trí bắt đầu là vị trí của hệ thống chuẩn mà tại đó bắt đầu quá trình thu nhập dữ liệu khí nạp vào chuông khí (hay khí xả từ chuông khí).

2.4 Vị trí kết thúc là vị trí của hệ thống chuẩn mà tại đó kết thúc quá trình thu nhập dữ liệu khí nạp vào chuông khí (hay khí xả từ chuông khí).

2.5 Diện tích làm việc (S, m^2) là diện tích bên trong phần hình trụ của chuông khí.

2.6 Độ dịch chuyển (L_S, m) là khoảng cách mà chuông khí dịch chuyển được từ vị trí bắt đầu đến vị trí kết thúc.

2.7 Thể tích chứa ban đầu (V_L, L) là thể tích bên trong của hệ thống được giới hạn từ chuông khí đến thiết bị đo lưu lượng tại vị trí bắt đầu.

2.8 Thể tích kiểm soát (V_C, L) là thể tích bên trong chuông khí được kiểm soát bằng diện tích làm việc và độ dịch chuyển của chuông khí.

2.9 UCC: Giá trị thứ nguyên của độ không đảm bảo đo.

2.10 ĐKĐBĐ: Độ không đảm bảo đo.

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
3.1	Kiểm tra độ kín	7.3.1
3.2	Xác định thể tích đo của chuông khí	7.3.2
3.2.1	Xác định đường kính của chuông khí	7.3.2.1
3.2.2	Xác định diện tích làm việc của chuông khí	7.3.2.2
3.2.3	Xác định thể tích khí vào chuông khí	7.3.2.3

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
1	Chuẩn đo lường		
1.1	Thước Pitape đo chu vi	Giá trị độ chia 0,1 mm	7.3
1.2	Thước đo hành trình dịch chuyển	Phạm vi đo phù hợp phạm vi dịch chuyển của chuông ĐKĐBĐ ≤ 0,01 mm	7.3
1.3	Thiết bị đo dày tôn	Giá trị độ chia 0,01 mm	7.3
2	Phương tiện đo		
	Thước cặp	Giá trị độ chia 0,05 mm	7.3
3	Phương tiện đo phụ		
3.1	Nhiệt kế	Phạm vi đo: (0 ÷ 50) °C Sai số lớn nhất: ± 1 °C	5
3.2	Ẩm kế	(20 ÷ 95) %RH Sai số lớn nhất: ± 5 %RH	5
3.3	Baromet	Phạm vi đo: (96 ÷ 106) kPa Sai số lớn nhất: ± 1 kPa	5

5 Điều kiện hiệu chuẩn

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

- Địa điểm làm việc phải sạch sẽ, thoáng mát.
- Nhiệt độ: (20 ÷ 30) °C. Sự thay đổi của nhiệt độ không vượt quá ± 2 °C.
- Áp suất: (96 ÷ 108) kPa. Sự thay đổi của áp suất không vượt quá ± 1 kPa.
- Độ ẩm không khí: (40 ÷ 85) %RH. Sự thay đổi của độ ẩm không vượt quá ± 5 %RH.

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 12 giờ trong khoảng (20 ÷ 30) °C.
- Bảo dưỡng, tra dầu mỡ các trục dẫn hướng, trục đỡ pu ly của chuẩn lưu lượng khí kiểu chuông.
- Vệ sinh, lau chùi sạch sẽ chuông khí.
- Vận hành chuẩn lưu lượng khí kiểu chuông 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:

- Mỗi chuẩn dung tích khí kiểu chuông phải có các thông số sau được thể hiện trên nhãn mác:
 - + 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} .
- Mỗi chuẩn dung tích khí kiểu chuông phải có các tài liệu cung cấp các thông tin sau:
 - + Một bản mô tả chuẩn dung tích khí kiểu chuông gồm có đặc tính kỹ thuật và nguyên lý hoạt động;
 - + Một bản vẽ giới thiệu tổng quan chuẩn dung tích khí kiểu chuông: sơ đồ khối, sơ đồ kết nối;
 - + Một bản vẽ mô tả kích thước hình học chiếm chỗ của chuẩn dung tích khí kiểu chuông;
 - + Hướng dẫn vận hành, bảo dưỡng.
- Lớp vỏ ngoài của quả chuông chuẩn phải nhẵn, bóng, đồng đều, không bị cào xước.
- Trục dẫn hướng của chuẩn dung tích khí kiểu chuông phải nhẵn, bóng, không bị cào xước.
- Chuẩn dung tích khí kiểu chuông trong quá trình vận hành không phát ra tiếng động lạ và không có hiện tượng gián đoạn rõ rệt.
- Chất lỏng dung làm kín chuông khí không được rò rỉ ra ngoài.
- Các đầu ghép nối với các thiết bị khác phải theo đúng tiêu chuẩn.
- Đơn vị đo lường của chuẩn dung tích khí kiểu chuông là L và L/h.
- Chuẩn dung tích khí kiểu chuông phải có bộ chỉ thị thể tích đo được, lưu lượng đang vận hành.
- Chuẩn dung tích khí kiểu chuông phải có bộ chỉ thị nhiệt độ và áp suất trong quả chuông chuẩn.

7.2 Kiểm tra kỹ thuật

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

Chuẩn dung tích khí kiểu chuông phải có các thiết bị đo nhiệt độ, áp suất và thời gian. Các thiết bị đo này phải được hiệu chuẩn bởi các phòng hiệu chuẩn có năng lực trước không quá 3 tháng và thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Thiết bị đo nhiệt độ phải có phạm vi đo phù hợp với được phạm vi nhiệt độ làm việc của chuẩn dung tích khí kiểu chuông, $\text{ĐKĐBĐ} \leq 0,05 \text{ }^\circ\text{C}$;
- Thiết bị đo áp suất trong chuông khí phải có phạm vi đo phù hợp với phạm vi áp suất làm việc của chuẩn dung tích khí kiểu chuông, $\text{ĐKĐBĐ} \leq 0,04 \%$;
- Thiết bị đo chiều dài dịch chuyển của chuông khí phải có phạm vi đo phủ kín chiều dài dịch chuyển của chuông, $\text{ĐKĐBĐ} \leq 0,1 \text{ mm}$.

7.3 Kiểm tra đo lường

Chuẩn dung tích khí kiểu chuông được kiểm tra đo lường theo trình tự nội dung, phương pháp và yêu cầu sau:

7.3.1 Kiểm tra độ kín

Việc kiểm tra độ kín được tiến hành theo phương pháp sau:

- Thiết lập quả chuông ở vị trí cao nhất trong phạm vi của hành trình dịch chuyển.
- Đặt lượng tải trọng đủ tạo một áp suất lớn hơn 50 mbar trong chuông.
- Đọc và ghi lại giá trị vị trí thiết lập H_1 , mm.
- Sau tối thiểu 12 giờ đọc và ghi lại giá trị mới H_2 , mm.
- Tính độ rò rỉ theo công thức:

$$Q_r = \frac{(H_1 - H_2) \cdot S}{t_{ri}} \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

Trong đó:

Q_r : Độ rò rỉ, L/h;

t_{ri} : Thời gian đo, h;

S : Diện tích làm việc của chuông, m^2 .

Chuẩn dung tích khí kiểu chuông phải đảm bảo độ rò rỉ không vượt quá các giá trị tới hạn. Giá trị tới hạn là giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị sau:

- 0,05 % lưu lượng nhỏ nhất;
- 0,00001 m^3/h .

7.3.2 Xác định thể tích đo của chuông khí

7.3.2.1 Xác định đường kính của chuông khí

Đường kính của chuông khí (D , m) được xác định theo công thức (tính trung bình):

$$D = \frac{C}{\pi} - 2 \cdot lc \quad (2)$$

Trong đó:

C : Chu vi ngoài của chuông khí, m;

lc : Độ dày thành tôn, m.

ĐLVN 309 : 2016

a) Xác định chu vi ngoài chuông khí

Chia chuông khí thành n cao độ theo suốt chiều cao chuông (L_s), n không nhỏ hơn 10.

Sử dụng thước Pitape đo chu vi của chuông khí.

Chu vi ngoài của chuông khí được xác định theo công thức:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n} \quad (3)$$

Trong đó: C_i : chu vi tại cao độ thứ i , mm

b) Xác định độ dày thành tôn

Chia chuông khí thành k đường sinh theo suốt đường tròn chuông (C), $k \geq 10$.

Sử dụng thước đo độ dày thành tôn.

Độ dày thành tôn được xác định theo công thức:

$$l = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{k} \quad (4)$$

Trong đó: l_i : Độ dày thành tôn tại cao độ thứ i , mm

7.3.2.2 Xác định diện tích làm việc của chuông khí

Diện tích làm việc của chuông khí (S , m^2) được xác định theo công thức:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (5)$$

7.3.2.3 Xác định thể tích khí vào chuông khí

Thể tích khí vào chuông được xác định ít nhất tại 3 điểm lưu lượng: $(0,9 \div 1)Q_{\max}$, $(0,45 \div 0,55)Q_{\max}$, $(1 \div 1,1)Q_{\min}$. Tại mỗi điểm lưu lượng thực hiện đo ít nhất 5 lần.

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 vào chuông khí;

Bước 4: Đóng van và xác định giá trị thể tích khí chỉ thị trên V_d , m^3 , đọc giá trị dịch chuyển của chuông khí bằng thước đo hành trình dịch chuyển L_s , m.

Bước 5: Lặp lại ít nhất 5 lần các bước từ 2 đến 4.

Thể tích khí đi vào chuông khí (V_C , m^3) được xác định theo công thức:

$$V_C = V_{in} - V_{ad} + V_{level} \quad (6)$$

Trong đó:

V_{in} : Thể tích bên trong của chuông khí tại điều kiện nhiệt độ $20^\circ C$, m^3 ;

V_{ad} : Độ dính ướt của chất lỏng lên thành chuông, m^3 ;

V_{level} : Độ thay đổi của mực chất lỏng, m^3 .

Các giá trị V_{in} , V_{ad} , V_{level} lần lượt được xác định theo các mục dưới đây:

a) Xác định thể tích bên trong của chuông khí

Thể tích bên trong của chuông khí (V_{in} , L) được xác định theo công thức:

$$V_{\text{in}} = S \cdot L_S \quad (7)$$

Trong đó: L_S : độ dịch chuyển của chuông khí, m.

b) Xác định độ dính ướt

Độ dính ướt của chất lỏng lên thành chuông (V_{ad} , L) được xác định theo công thức:

$$V_{\text{ad}} = \frac{2 \cdot \pi}{3} \cdot \sqrt{\frac{v \cdot L_S}{g \cdot t}} \cdot L_S \cdot D \quad (8)$$

Trong đó:

V_{ad} : độ dính ướt của chất lỏng lên thành chuông, L;

v : độ nhớt động học của chất lỏng, m^2/s ;

t : thời gian, s;

g : là gia tốc trọng trường, m/s^2 .

Độ nhớt động học của chất lỏng được xác định từ số liệu của nhà cung cấp.

c) Xác định độ thay đổi của mực chất lỏng

Độ thay đổi của mực chất lỏng (V_{level} , L) được xác định theo công thức:

$$V_{\text{level}} = L_S \cdot (S_1 - S_{dt}) = L_S \cdot \left(C \cdot 1 - \frac{\pi \cdot D_{dt}^2}{4} \right) \quad (9)$$

Trong đó:

S_1 : diện tích chiếm chỗ của thành chuông, m^2 ;

S_{dt} : diện tích chiếm chỗ của quả đối trọng, m^2 ;

D_{dt} : đường kính của quả đối trọng, m.

Đường kính của quả đối trọng được xác định theo công thức sau:

$$D_{dt} = \frac{\sum_{i=1}^{n_d} D_{dti}}{n_d}; \quad (10)$$

Trong đó:

D_{dti} : đường kính của quả đối trọng đo bằng thước cặp tại điểm thứ i , m;

n_d : số điểm đo đường kính quả đối trọng.

7.3.2.4 Yêu cầu độ lệch thể tích khí

a) Xác định độ lệch tương đối thể tích khí

Độ lệch tương đối giữa thể tích khí (tại điều kiện tiêu chuẩn) vào chuông với thể tích khí chỉ thị của chuông, ΔV (%) được tính theo công thức:

ĐLVN 309 : 2016

$$\Delta V = \frac{V_d - V_c}{V_c} \cdot 100 \quad (11)$$

Trong đó:

V_c : thể tích khí đi vào chuông xác định được tại ĐKTC, m^3 ;

V_d : chỉ thị thể tích trên chuông tại ĐKTC, m^3 ;

b) Yêu cầu độ lệch tương đối thể tích khí

- ΔV không được vượt quá $\frac{1}{2}$ UCC;

- Sai lệch giữa các lần xác định ΔV không được vượt quá $\frac{1}{4}$ UCC.

8 Ước lượng độ không đảm bảo đo

8.1 Mô hình tính toán

Mô hình tính toán của ĐKĐBĐ được triển khai từ công thức (6).

8.2 Các thành phần ĐKĐBĐ

8.2.1 ĐKĐBĐ khi xác định thể tích bên trong chuông khí, u_{V_m} (m^3) được xác định theo hướng dẫn tại mục 1, phụ lục 2.

8.2.2 ĐKĐBĐ khi xác định độ dính ướt, $u_{V_{ad}}$ (m^3) được xác định theo hướng dẫn tại mục 2, phụ lục 2.

8.2.3 ĐKĐBĐ khi xác định độ thay đổi của mực chất lỏng, $u_{V_{level}}$ (m^3) được xác định theo hướng dẫn tại mục 3, phụ lục 2.

Độ không đảm bảo chuẩn tổng hợp, u_c

Độ không đảm bảo đo chuẩn tổng hợp được xác định theo công thức:

$$u_{V_c} = \sqrt{u_{V_{in}}^2 + u_{V_{ad}}^2 + u_{V_{level}}^2} \quad (12)$$

Độ không đảm bảo đo mở rộng, U

Độ không đảm bảo đo mở rộng được xác định theo công thức:

$$U = k \cdot u_c$$

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 %.

8.3 Yêu cầu về ĐKĐBĐ

- Đối với chuẩn lưu lượng khí kiểu chuông có UCC 0,1 thì $U \leq 0,05$ %.

- Đối với chuẩn lưu lượng khí kiểu chuông có UCC 0,2 thì $U \leq 0,1$ %.

- Đối với chuẩn lưu lượng khí kiểu chuông có UCC 0,5 thì $U \leq 0,2$ %.

9 Xử lý chung

9.1 Chuẩn dung tích khí kiểu chuông sau khi hiệu chuẩn nếu đạt các yêu cầu trong mục 7 và 8 thì được cấp chứng chỉ hiệu chuẩn (tem hiệu chuẩn, dấu hiệu chuẩn, giấy chứng nhận hiệu chuẩn...) theo quy định.

9.2 Chuẩn dung tích khí kiểu chuông sau khi hiệu chuẩn nếu không đạt các yêu cầu trong mục 7 và 8 thì không cấp chứng chỉ hiệu chuẩn mới và xóa dấu hiệu chuẩn cũ (nếu có).

9.3 Chu kỳ hiệu chuẩn của chuẩn dung tích khí kiểu chuông là 12 tháng.

Độ nhớt của chất lỏng:

$$v = \dots\dots\dots 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$v_{\min} = \dots\dots\dots 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$v_{\max} = \dots\dots\dots 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

3.1 Đo chu vi và độ dày thành tôn

Điểm đo	Chu vi, mm						Độ dày thành tôn, mm				
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5	C_i	Lần 1	Lần 2	Lần 3	l_i	
01											
02											
03											
04											
05											
06											
07											
08											
09											
10											
	$C, \text{ mm} =$							$l, \text{ mm} =$			

3.2 Đo đường kính quả dọi trọng

Điểm đo	Lần 1	Lần 2	D_{dti}
01			
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			
09			
10			
	$D_{dt} =$		

3.3 Đo thể tích chuông

Điểm đo	S (m ²)	L _s (m)	t (s)	V _{in} (m ³)	V _{ad} (m ³)	V _{level} (m ³)	V _c (m ³)
01							
02							
03							
04							
05							

4 Kết luận:

Người soát lại

Người thực hiện

HƯỚNG DẪN XÁC ĐỊNH CÁC THÀNH PHẦN ĐKĐBB

1 ĐKĐBB khi xác định thể tích bên trong chuông khí, $u_{V_{in}}$

Từ công thức (7) ta có:

$$u_{V_{in}} = \sqrt{u_{L_S}^2 \cdot S^2 + u_S^2 \cdot L_S^2} \quad (1)$$

Trong đó:

u_{L_S} : độ không đảm bảo khi đo dịch chuyển L_S của chuông khí, m;

u_S : độ không đảm bảo khi đo diện tích làm việc S của chuông khí, m^2 .

$$u_S = \sqrt{u_D^2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot D}{2}\right)^2} \quad (2)$$

$$u_D = \sqrt{\frac{1}{\pi^2} \cdot u_{cn}^2 + 4 \cdot u_1^2} \quad (3)$$

u_{cn} : độ không đảm bảo khi đo chu vi ngoài của chuông khí, m;

u_1 : độ không đảm bảo khi đo độ dày thành tôn, m.

Độ không đảm bảo khi đo dịch chuyển của chuông khí được xác định theo công thức:

$$u_{L_S} = \sqrt{\frac{\Delta_{L_S}^2}{3} + u_{dc}^2 + \frac{d_{dc}^2}{12}} \quad (4)$$

Trong đó:

Δ_{L_S} : sai số của thiết bị đo dịch chuyển khi đo L_S (xác định từ giấy chứng nhận), m;

u_{dc} : độ không đảm bảo của thiết bị đo dịch chuyển khi đo L_S (xác định từ giấy chứng nhận), m;

d_{dc} : độ phân giải của bộ phận đo dịch chuyển, m.

Độ không đảm bảo khi đo chu vi ngoài của chuông khí được xác định theo công thức:

$$u_C = \sqrt{\frac{\Delta_C^2}{3} + u_{cv}^2 + \frac{d_{cv}^2}{12} + \frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C)^2}{n \cdot (n-1)}} \quad (5)$$

Trong đó:

Δ_C : sai số của thước Pitape khi đo C (xác định từ giấy chứng nhận), m;

u_{cv} : độ không đảm bảo của thước Pitape khi đo C (xác định từ giấy chứng nhận), m;

d_{dc} : độ phân giải của thước Pitape, m.

Độ không đảm bảo khi đo độ dày thành tôn được xác định theo công thức:

$$u_1 = \sqrt{\frac{\Delta_l^2}{3} + u_{day}^2 + \frac{d_{day}^2}{12} + \frac{\sum_{i=1}^n (l_i - l)^2}{n \cdot (n-1)}} \quad (6)$$

Trong đó:

Δ_l : sai số của thiết bị đo độ dày khi đo l (xác định từ giấy chứng nhận), m;

u_{day} : độ không đảm bảo của thiết bị đo độ dày khi đo l (xác định từ giấy chứng nhận), m;

d_{day} : độ phân giải của thiết bị đo độ dày, m.

2 ĐKĐBĐ khi xác định độ dính ướt, $u_{V_{ad}}$

Từ công thức (8), coi gia tốc trọng trường g là hằng số, ta có:

$$u_{V_{ad}} = \sqrt{u_{L_s}^2 \cdot c_{bL_s}^2 + u_D^2 \cdot c_{bD}^2 + u_t^2 \cdot c_{bt}^2 + u_v^2 \cdot c_{bv}^2} \quad (7)$$

Trong đó:

u_t : độ không đảm bảo khi đo thời gian t, s;

$$u_t = \sqrt{\left(\frac{u_{tg} \cdot t}{100}\right)^2 + \frac{2 \cdot d_{tg}^2}{12}} \quad (8)$$

Với: u_{tg} : độ không đảm bảo đo tương đối của thiết bị đo thời gian, %;

d_{tg} : độ phân giải của thiết bị đo thời gian, s;

u_v : độ không đảm bảo đo của độ nhớt động học chất lỏng, m^2/s ;

$$c_{bL_s} = \pi \cdot \sqrt{\frac{v}{g} \cdot \frac{D}{t}} \cdot \sqrt{L_s} \quad (9)$$

$$c_{bD} = \frac{2 \cdot \pi}{3} \cdot \sqrt{\frac{v \cdot L_s}{g \cdot t}} \cdot L_s \quad (10)$$

$$c_{bt} = -\frac{\pi}{3} \cdot \sqrt{\frac{v \cdot L_s}{g \cdot t}} \cdot L_s \cdot D \cdot \frac{1}{t} \quad (11)$$

$$c_{bv} = \frac{\pi}{3} \cdot \sqrt{\frac{L_s}{g \cdot t \cdot v}} \cdot L_s \cdot D \quad (12)$$

Độ không đảm bảo đo của độ nhớt động học của chất lỏng u_v được xác định từ số liệu của nhà cung cấp. Khi không có đầy đủ số liệu cho phép sử dụng công thức:

$$u_v = \frac{(v_{\max} - v_{\min})}{2\sqrt{3}} \quad (13)$$

Trong đó: v_{\max} , v_{\min} : giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của độ nhớt động học.

3 ĐKĐBĐ khi xác định độ thay đổi của mực chất lỏng, $u_{V_{level}}$

Từ công thức (9) ta có:

$$u_{V_{level}} = \sqrt{u_{L_s}^2 \cdot c_{cL_s}^2 + u_{c_n}^2 \cdot c_{c_{c_n}}^2 + u_1^2 \cdot c_{c_1}^2 + u_{D_{dt}}^2 \cdot c_{c_{D_{dt}}}^2} \quad (14)$$

Trong đó:

$u_{D_{dt}}$: độ không đảm bảo khi đo đường kính quả đối trọng D_{dt} , m;

$$u_{D_{dt}} = \sqrt{\Delta_{D_{dt}}^2 + u_{dt}^2 + \frac{d_{dt}^2}{12} + \frac{\sum_{i=1}^{n_d} (D_{dti} - D_{dt})^2}{n_d \cdot (n_d - 1)}} \quad (15)$$

Với: $\Delta_{D_{dt}}$: sai số của thước cặp khi đo D_{dt} (xác định từ giấy chứng nhận), m;

u_{dt} : độ không đảm bảo của thước cặp khi đo D_{dt} (xác định từ giấy chứng nhận), m;

d_{dt} : độ phân giải của thước cặp, m;

$$c_{cL_s} = C \cdot l - \frac{\pi \cdot D_{dt}^2}{4} \quad (16)$$

$$c_{c_{cn}} = L_s \cdot l \quad (17)$$

$$c_{cl} = L_s \cdot C \quad (18)$$

$$c_{cD_{dt}} = -\frac{\pi \cdot D_{dt}}{2} \quad (19)$$