

Quả cân cấp chính xác F_1 , F_2 và M_1 - Quy trình hiệu chuẩn

Weights of classes F_1 , F_2 and M_1 - Methods and means of calibration

1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định phương pháp và phương tiện hiệu chuẩn quả cân hoặc bộ quả cân cấp chính xác F_1 , F_2 và M_1 có khối lượng danh định từ 1mg đến 2000 kg, có hình dạng hình học và các yêu cầu kỹ thuật khác phù hợp với Khuyến nghị quốc tế OIML R111-2 và các Văn bản kỹ thuật đo lường Việt nam ĐLVN 50 : 1999, ĐLVN 47 : 1999.

3 Các phép hiệu chuẩn

Phải lần lượt tiến hành các phép hiệu chuẩn cho trong bảng 1.

Bảng 1

TT	Tên phép hiệu chuẩn	Theo điều nào của QTHC	Quả cân cấp chính xác		
			F_1	F_2	M_1
1	Kiểm tra bên ngoài và kiểm tra kỹ thuật - Đơn vị đo - Khối lượng danh định - Hình dạng hình học - Kết cấu - Vật liệu - Từ tính - Khối lượng riêng - Tình trạng bề mặt - Ghi nhãn - Hộp đựng quả cân	7.1	+	+	+
2	Kiểm tra đo lường -Lựa chọn phương pháp kiểm tra + Theo sơ đồ + So sánh trực tiếp	7.2	+	+	-
			+	+	+

-Lựa chọn phương pháp so sánh			+	+	+
-Lựa chọn số phép cân lặp			+	+	+
-Tiến hành so sánh			+	+	+
-Tính toán và công bố kết quả hiệu chuẩn			+	+	+

ĐLVN 99 : 2002

3 Thuật ngữ, định nghĩa và ký hiệu

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

3.1.1 Hiệu chuẩn

Tập hợp các thao tác trong điều kiện qui định để thiết lập mối liên quan giữa các giá trị của đại lượng cần hiệu chuẩn được chỉ thị bởi phương tiện đo, hệ thống đo hoặc được thể hiện bằng vật đo hoặc mẫu chuẩn và các giá trị tương ứng thể hiện bằng chuẩn.

3.1.2 Quả cân kiểm tra

Một hoặc một số quả cân chuẩn có giá trị khối lượng đã biết trước được dùng trong quá trình kiểm tra thống kê nhằm thực hiện một phép kiểm về quá trình đo và chuẩn, để đảm bảo rằng chuẩn, kết quả so sánh và quá trình hiệu chuẩn nằm trong các giới hạn thống kê chấp thuận.

3.1.3 Phép so sánh

Phép đo trên cơ sở sự so sánh giữa giá trị của đại lượng cần đo và giá trị của một đại lượng đã biết.

Phép so sánh khối lượng là phép đo chênh lệch khối lượng giữa vật cân với khối lượng của quả cân chuẩn đã biết trước.

3.1.4 Khối lượng riêng (ρ) của quả cân

Tỉ số giữa khối lượng (m) của quả cân chia cho thể tích (V) của nó và được thể hiện bằng công thức:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

3.1.5 Sơ đồ cân

Là tập hợp các phép so sánh khối lượng của nhóm (không ít hơn 3) các quả cân trong đó có ít nhất 1 quả cân chuẩn.

3.1.6 Khối lượng quy ước

Khối lượng quy ước của một vật là khối lượng của một vật qui ước có khối lượng riêng 8000 kg/m^3 cân bằng với vật đó trong không khí ở nhiệt độ $20 \text{ }^\circ\text{C}$ với khối lượng riêng của không khí là $1,2 \text{ kg/m}^3$.

3.1.7 Quả cân chuẩn

Quả cân được dùng để tái tạo hoặc cung cấp một giá trị khối lượng đã biết.

3.1.8 Quả cân hiệu chuẩn

Quả cân được đưa vào hiệu chuẩn nhằm xác định giá trị khối lượng.

ĐLVN 99 : 2002

3.1.9 Bậc tự do

Số bậc tự do của một sơ đồ hiệu chuẩn bằng số phép so sánh trừ số quả cân tham gia vào sơ đồ và cộng với số điều kiện biên đã biết trước.

3.1.10 Quả nhậy

Quả cân có khối lượng nhỏ dùng để xác định độ nhậy của cân chuẩn.

3.2 Ký hiệu

m_r :	kg	Khối lượng thực của quả chuẩn
m_{cr} :	kg	Khối lượng qui ước của quả cân chuẩn
U_r :	mg	Độ không đảm bảo đo của m_{cr}
ρ_r :	kg/m ³	Khối lượng riêng của quả cân chuẩn
$U \rho_r$:	kg/m ³	Độ không đảm bảo đo của giá trị $U \rho_r$
α_r :	t ⁻¹	Hệ số giãn nở nhiệt của quả cân chuẩn
m_{ct} :	kg	Khối lượng qui ước của quả cân hiệu chuẩn
U_t :	mg	Độ không đảm bảo đo của m_{ct}
ρ_t :	kg/m ³	Khối lượng riêng của quả cân hiệu chuẩn
$U \rho_t$:		Hệ số phủ tương ứng với $U \rho_t$
α_t :	t ⁻¹	Hệ số giãn nở nhiệt của quả cân hiệu chuẩn
m_{cs} :	kg	Khối lượng qui ước của quả nhậy
U_{ms} :	mg	Độ không đảm bảo đo của m_{cs}
ρ_s :	kg/m ³	Khối lượng riêng của quả nhậy
$U \rho_s$:		Độ không đảm bảo đo của giá trị $U \rho_s$
Max:		Mức cân lớn nhất của cân chuẩn
d:		Giá trị độ chia nhỏ nhất của cân chuẩn
U_{ba}	mg	Độ không đảm bảo đo của cân chuẩn (k=1)

4 Phương tiện và điều kiện hiệu chuẩn

4.1 Phương tiện hiệu chuẩn

4.1.1 Quả cân chuẩn

Quả cân chuẩn được dùng làm chuẩn cho các phép hiệu chuẩn phải được dẫn xuất từ quả cân chuẩn quốc gia 1 kg.

Quả cân chuẩn (hoặc bộ quả cân chuẩn) phải có cấp chính xác cao hơn cấp chính xác của quả cân hiệu chuẩn.

Quả cân chuẩn (hoặc bộ quả cân chuẩn) cũng phải được cân bằng nhiệt với môi trường không khí nơi hiệu chuẩn đúng theo yêu cầu đối với quả cân hiệu chuẩn.

ĐLVN 99 : 2002

4.1. 2 Cân chuẩn

Cân chuẩn dùng để hiệu chuẩn phải có các đặc trưng đo lường đã được xác định trước. Đặc biệt, độ lệch chuẩn (s) của cân chuẩn tại mức kiểm phải đảm bảo:

$$s \leq \frac{1}{5} L_w$$

Trong đó: L_w : độ lệch cho phép lớn nhất của quả cân hiệu chuẩn

4.1.3 Các thiết bị phụ

Các thiết bị phụ (nhiệt kế, ẩm kế, baromet□) dùng trong quá trình hiệu chuẩn phải có độ phân giải, độ chính xác□ đảm bảo các yêu cầu về điều kiện môi trường đề ra trong mục 4. 2.1

4.1.4 Các dụng cụ phụ khác

Các dụng cụ phụ khác dùng trong quá trình hiệu chuẩn (panh, đĩa, khay đựng quả cân□) phải là các dụng cụ chuyên dùng, không được tạo ra vết xước, vết bẩn hoặc bám bụi, bám các vật lạ lên bề mặt quả cân.

4. 2 Điều kiện hiệu chuẩn

4.2.1 Điều kiện môi trường

Nhiệt độ môi trường không khí (t) nơi tiến hành hiệu chuẩn phải đảm bảo nằm trong khoảng (18 °C - 27 °C).

Độ biến thiên nhiệt độ (δ_t) trong quá trình hiệu chuẩn phải đảm bảo yêu cầu nêu ra trong bảng 2.

Bảng 2

Cấp chính xác	δ_t
F ₁	± 1,5 °C/h và ± 2 °C/12h
F ₂	± 2 °C/h và ± 3,5 °C/12h

Độ ẩm tương đối của không khí (RH) nơi tiến hành hiệu chuẩn phải đảm bảo nằm trong giới hạn: 40 % - 60 %.

Độ biến thiên độ ẩm tương đối (δ_{RH}) trong quá trình hiệu chuẩn phải đảm bảo yêu cầu nêu ra trong bảng 3.

ĐLVN 99 : 2002

Bảng 3

Cấp chính xác	δ_{RH}
F_1, F_2	$\pm 15 \%/4h$

4.2.2 Phòng hiệu chuẩn phải đủ sáng; xa các nguồn sinh nhiệt, sinh gió, tạo rung động□

4.2.3 Quả cân hiệu chuẩn

- Việc vệ sinh bề mặt quả cân phải được tiến hành bằng chổi mềm;

- Quá trình vệ sinh bề mặt quả cân phải đảm bảo không gây ra sự thay đổi các thuộc tính bề mặt quả cân (tạo vết xước, vết bẩn□) do các dụng cụ gấp hoặc di chuyển quả cân, thẩm thấu hoá chất lên bề mặt quả cân (từ dụng cụ làm sạch □);

- Quả cân hiệu chuẩn phải được cân bằng nhiệt với môi trường hiệu chuẩn. Quá trình cân bằng nhiệt phụ thuộc vào khối lượng danh định của quả cân, cấp chính xác và chênh lệch nhiệt độ ban đầu (Δt) giữa quả cân hiệu chuẩn và môi trường hiệu chuẩn. Thời gian tối thiểu (Δh) để thực hiện quá trình này được quy định trong bảng 4.

Bảng 4

Δt	Khối lượng danh định	Δh (h)	
		Cấp chính xác F_1	Cấp chính xác F_2
$\pm 20 \text{ }^\circ\text{C}$	$\geq 10 \text{ kg}$	12	06
	1 kg; 2 kg; 5 kg	06	03
	100 g; 200 g; 500 g	03	02
	$\leq 50 \text{ g}$	01	01
$\pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$	$\geq 10 \text{ kg}$	06	03
	1 kg; 2 kg; 5 kg	02	01
	100 g; 200 g; 500 g	02	01
	$\leq 50 \text{ g}$	01	01

$\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\geq 10\text{ kg}$	01	0,5
	1 kg; 2 kg; 5 kg	01	0,5
	$< 1\text{ kg}$	0,5	0,5

ĐLVN 99 : 2002

5 Yêu cầu kỹ thuật

5.1 Đơn vị đo lường

Kilôgam (kg) là đơn vị đo khối lượng, ngoài ra còn một số ước thập phân thường dùng của kilôgam là:

- Miligam (mg): $1\text{ mg} = (1/1000)\text{ g} = (1/10^6)\text{ kg}$
- Gam (g) : $1\text{ g} = (1/1000)\text{ kg}$

5.2 Khối lượng danh định

Khối lượng danh định của quả cân phải bằng $1 \times 10^n\text{ kg}$, hoặc $2 \times 10^n\text{ kg}$, hoặc 5×10^n , với n là số nguyên dương hoặc số nguyên âm, hoặc bằng 0.

Khối lượng danh định của các quả cân trong một bộ quả cân phải tuân theo một trong các dãy số như sau:

- $(1; 1; 2; 5) \times 10^n\text{ kg};$ $(1; 1; 1; 2; 5) \times 10^n\text{ kg};$
 - $(1; 2; 2; 5) \times 10^n\text{ kg};$ $(1; 1; 2; 2; 5) \times 10^n\text{ kg},$
- trong đó n là số nguyên dương, hoặc số nguyên âm, hoặc '0'.

5.3 Hình dạng hình học

Các quả cân trong cùng một bộ quả phải có hình dạng hình học như nhau, loại trừ các quả cân có khối lượng danh định nhỏ hơn hoặc bằng 1gam. Hình dạng và kích thước các quả cân này phải tuân thủ theo qui định OIML R111-2.

Các quả cân có khối lượng danh định nhỏ hơn hoặc bằng 1 gam phải có dạng tấm phẳng hình đa giác hoặc dạng dây. Hình dạng hình học, kích thước của các quả cân này phải thể hiện khối lượng danh định của chúng và phải tuân thủ theo quy định của OIML R111-2.

5.4 Kết cấu

- Các quả cân cấp chính xác F_1, F_2 có khối lượng danh định từ 1 g đến 50 kg được phép làm từ một khối vật liệu đồng nhất hoặc một số khối vật liệu khác nhau lắp ghép với nhau;

Các quả cân này được phép có hốc điều chỉnh. Tuy nhiên, thể tích của hốc điều chỉnh không được lớn hơn 1/5 thể tích của quả cân tương ứng;

- Quả cân cấp chính xác M_1 :
 - + Quả cân có khối lượng danh định lớn hơn hoặc bằng 100g phải có hốc điều chỉnh;
 - + Quả cân 20 gam, 50 gam được phép có hốc điều chỉnh;
 - + Quả cân 1 gam đến 10 gam không có hốc điều chỉnh.

- Đối với quả cân mới sản xuất có hốc điều chỉnh, sau khi điều chỉnh khối lượng lần đầu, hốc điều chỉnh phải còn trống 1/3 thể tích.

ĐLVN 99 : 2002

5.5 Vật liệu

Quả cân phải được làm từ vật liệu chống ăn mòn. Vật liệu làm quả cân phải đảm bảo trong điều kiện và mục đích sử dụng bình thường, sự thay đổi khối lượng của quả cân là nhỏ so với sai số cho phép lớn nhất, có thể bỏ qua.

Các quả cân cấp chính xác F_1 , F_2 phải được làm bằng thép không rỉ, bằng đồng hoặc các vật liệu tương đương.

Các quả cân M_1 có khối lượng danh định lớn hơn hoặc bằng 5 kg được phép làm bằng gang đúc.

Khối lượng riêng của các loại vật liệu chế tạo quả cân được đề ra ở phụ lục 1.

5.6 Từ tính

5.6.1 Độ từ hoá

Độ từ hoá của vật liệu chế tạo quả cân được quy định theo cấp chính xác của quả cân và không được vượt quá giá trị cho trong bảng 5.

Bảng 5

Cấp chính xác	F_1	F_2	M_1
Độ từ hoá lớn nhất, $\mu_0 M$ (μT)	30	100	300

5.6.2 Độ thấm từ

Độ thấm từ của vật liệu chế tạo quả cân được quy định theo cấp chính xác của quả cân và không được vượt quá giá trị cho trong bảng 6.

Bảng 6

Khối lượng danh định	Độ thấm từ κ với cấp chính xác		
	F_1	F_2	M_1
$\geq 100g$	0,07	0,21	-
$< 100g$	0,25	0,75	-

$\leq 1g$	1,2	-	-
-----------	-----	---	---

5.7 Khối lượng riêng

Khối lượng riêng của vật liệu chế tạo quả cân ρ được qui định theo cấp chính xác, khối lượng danh định và phải nằm trong giới hạn giữa giá trị ρ_{\min} và ρ_{\max} cho trong bảng 7.

ĐLVN 99 : 2002

Bảng 7

TT	Khối lượng danh định	Giá trị khối lượng riêng nhỏ nhất ρ_{\min} và lớn nhất ρ_{\max} (kg/m ³)		
		F ₁	F ₂	Cấp CX M ₁
1	>50kg	-	-	4,4
2	100 g đến 50 kg	7,39□8,73	6,4□10,7	4,4
3	50 g	7,27□8,89	6,0□12,0	4,0
4	20 g	6,6□10,1	4,8□24,0	2,6
5	10 g	6,0□12,0	>4.0	2,0
6	5 g	5,3□16,0	3,0	-
7	2 g	4,0	2,2	-
8	1 g	3,0	-	-
9	500 mg	2,2	-	-
10	≤ 200 mg	-	-	-

5.8 Tình trạng bề mặt

- Bề mặt quả cân phải đảm bảo trong điều kiện sử dụng theo quy định sự thay đổi khối lượng là nhỏ so với độ lệch cho phép lớn nhất tương ứng với cấp chính xác của quả cân, có thể bỏ qua.
- Bề mặt quả cân phải nhẵn, không có các vết xước;
- Giá trị độ nhám bề mặt quả cân phải nhỏ hơn giá trị cho trong bảng 8.

Bảng 8

Cấp chính xác	F ₁	F ₂
R _z (μm)	25	5
R _a (μm)	0,4	1

5.9 Ghi nhận

- Các quả cân có khối lượng danh định lớn hơn hoặc bằng 1g phải được ghi khắc chỉ số khối lượng danh định, phải đảm bảo chất lượng bề mặt và độ ổn định khối lượng của quả cân;
- Chỉ số khối lượng danh định của quả cân phải được lấy:

- + Đơn vị kilogam đối với các quả cân 1 kg và lớn hơn;
- + Đơn vị gam đối với các quả cân từ 1 g đến 500 g.

- Các quả cân có khối lượng danh định như nhau trong cùng một hộp quả cân phải được phân biệt với nhau bằng một chữ số; một hoặc hai dấu sao (*), hoặc dấu chấm (.) trên bề mặt quả cân. Riêng các quả cân dạng dây có khối lượng danh định như nhau được phân biệt bằng một hoặc hai móc;

ĐLVN 99 : 2002

- Các quả cân F_1 không được ghi khắc ký hiệu cấp chính xác;
- Các quả cân F_2 (1 g-50 kg) phải được ghi khắc ký hiệu cấp chính xác “F” cùng với chỉ số khối lượng danh định;
- Các quả cân cấp chính xác M_1 được ghi khắc chỉ số khối lượng danh định và ký hiệu cấp chính xác “ M_1 ” hoặc “M” như các hình vẽ A.1 đến A.5, phụ lục A, Khuyến nghị quốc tế OIML R111-2.

5.10 Hộp đựng quả cân

- Quả cân (bộ quả cân) hiệu chuẩn phải được đặt trong hộp gỗ, hộp nhựa □ với các hốc đựng riêng biệt;
- Hộp đựng quả cân phải đảm bảo ngăn chặn được hư hại quả cân do va đập và rung động;
- Trên nắp hộp đựng quả cân hiệu chuẩn phải ghi khắc cấp chính xác của quả cân;
- Các quả cân trong cùng một hộp phải cùng cấp chính xác;
- Các quả cân cấp chính xác M_1 có khối lượng danh định lớn hơn hoặc bằng 5 kg được phép để rời.

6 Yêu cầu đo lường

6.1 Độ lệch cho phép lớn nhất của quả cân được quy định theo cấp chính xác và khối lượng danh định của quả cân cho trong bảng 9.

Bảng 9

TT	Khối lượng danh định	Độ lệch cho phép lớn nhất (mg)		
		F_1	F_2	M_1
1	2	3	4	5
1	2 000kg	10 000	33 000	100 000
2	1 000kg	5 000	16 000	50 000
3	500kg	2 500	8 000	25 000

4	200kg	1 000	3 000	10 000
5	100kg	500	1 600	5 000
4	50kg	250	800	2 500
5	20 kg	100	300	1000
6	10 kg	50	160	500

ĐLVN 99 : 2002

1	2	3	4	5
7	5 kg	25	80	250
8	2 kg	10	30	100
9	1 kg	5	16	50
10	500 g	2,500	8	25
11	200 g	1,000	3	10
12	100 g	0,500	1,600	5
13	50 g	0,300	1,000	3
14	20 g	0,250	0,800	2,500
15	10 g	0,200	0,600	2,000
16	5 g	0,160	0,500	1,600
17	2 g	0,120	0,400	1,200
18	1 g	0,100	0,300	1,000
19	500 mg	0,080	0,250	0,800
20	200 mg	0,060	0,200	0,600
21	100 mg	0,050	0,160	0,500
22	50 mg	0,040	0,120	0,400
23	20 mg	0,030	0,100	0,300
24	10 mg	0,025	0,080	0,250
25	5 mg	0,020	0,060	0,200
26	2 mg	0,020	0,060	0,200
27	1 mg	0,020	0,060	0,200

6.2 Mỗi quả cân hiệu chuẩn, độ không đảm bảo đo U với mức tin cậy P = 95,45 % của giá trị khối lượng quy ước không được vượt quá (1/3) độ lệch cho phép lớn nhất tương ứng cấp chính xác của nó.

7 Tiến hành hiệu chuẩn

7.1 Kiểm tra bên ngoài và kiểm tra kỹ thuật

- Kiểm tra sự phù hợp giữa các yêu cầu kỹ thuật đề ra từ mục 5.5 đến 5.8, với các thông số kỹ thuật của quả cân hiệu chuẩn từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn (lần trước đó) và các tài liệu kỹ thuật khác (catalogo, giấy chứng nhận kiểm tra xuất xưởng của nhà sản xuất) đi kèm. Trường hợp cần thiết và được sự đồng ý của khách hàng, tiến hành thử các chỉ tiêu kỹ thuật này tại các phòng thử nghiệm được công nhận;

ĐLVN 99 : 2002

- Bằng mắt kiểm tra quả cân hiệu chuẩn theo các yêu cầu kỹ thuật đề ra từ mục 5.1 đến 5.4 và 5.9 đến 5.10;

- Các quả cân cấp chính xác F_1 , F_2 , M_1 thường không ghi trị số khối lượng riêng. Trong những trường hợp như vậy, bằng mắt kiểm tra xác định vật liệu của quả cân và áp dụng các trị số khối lượng riêng tương ứng đề ra trong Phụ lục 1.

7.2 Kiểm tra đo lường

a - Việc kiểm tra đo lường với quả cân (bộ quả cân) hiệu chuẩn cấp chính xác F_1 , F_2 được tiến hành theo một trong 2 phương pháp:

- Phương pháp sơ đồ: để hiệu chuẩn một bộ quả cân với một quả cân chuẩn (ĐLVN 98 : 2002)

- Phương pháp so sánh trực tiếp.

b - Quả cân (bộ quả cân) hiệu chuẩn cấp chính xác M_1 được kiểm tra đo lường theo phương pháp so sánh trực tiếp.

Trình tự hiệu chuẩn quả cân (bộ quả cân) theo phương pháp so sánh trực tiếp gồm các bước như sau:

- Lựa chọn phương pháp so sánh;
- Lựa chọn số phép cân lập;
- Tiến hành các phép cân lập;
- Tính toán và công bố kết quả hiệu chuẩn.

7.2.1 Lựa chọn phương pháp so sánh

7.2.1.1 Phương pháp so sánh kiểu ABBA

Phương pháp so sánh kiểu ABBA được dùng cho các phép so sánh với độ chính xác cao, loại trừ độ trôi của cân chuẩn theo thời gian hiệu chuẩn.

Trong phương pháp này, phải tiến hành 04 phép cân theo thứ tự cho trong bảng 10.

Bảng 10

TT	Phép cân	Chỉ thị	Chênh lệch
1	A	A ₁	$\{(B_1-A_1) + (B_2-A_2)\} * \{r/ B_2-B_1 \}/2$
2	B	B ₁	
3	B+r	B ₂	
4	A+r	A ₂	

Trong đó:

A: quả cân chuẩn;

B : quả cân hiệu chuẩn;

r : quả nhậy ($m_s \sim 10$ d và $m_s \geq 10$ mg; cùng cấp chính xác của quả cân chuẩn).

ĐLVN 99 : 2002

7.2.1.2 Phương pháp so sánh kiểu ABA

Phương pháp so sánh kiểu ABA được dùng cho các phép so sánh với độ chính xác cao, loại trừ độ trôi của cân chuẩn theo thời gian hiệu chuẩn.

Trong phương pháp này, phải tiến hành 03 phép cân theo thứ tự cho trong bảng 11.

Bảng 11

TT	Phép cân	Chỉ thị	Chênh lệch
1	A	A ₁	$\{(B_1-A_1) + (B_1-A_2)\}/2$
2	B	B ₁	
3	A	A ₂	

Phương pháp này được dùng chủ yếu để hiệu chuẩn các quả cân cấp chính xác M₁.

7.2.2 Lựa chọn số phép cân lặp

Số phép cân lặp của từng phép so sánh trong sơ đồ hiệu chuẩn các quả cân cấp chính xác F₁, F₂ và M₁ được chọn theo độ lặp lại cân chuẩn, theo yêu cầu về giá trị độ không đảm bảo đo U của kết quả hiệu chuẩn và không được nhỏ hơn các giá trị nêu trong bảng 12.

Bảng 12

TT	Cấp chính xác	F ₁	F ₂	M ₁
1	Phương pháp so sánh ABBA	1	1	-
2	Phương pháp so sánh ABA	2	1	1

7.2.3 Tiến hành các phép cân lặp

a - Với các bộ quả cân F₁, F₂ được kiểm tra đo lường theo phương pháp sơ đồ, phải tiến hành các phép so sánh theo sơ đồ như trình tự đã nêu trong mục 7. 2.1 của ĐLVN 98 : 2002 “Quả cân cấp chính xác E₁, E₂- Quy trình hiệu chuẩn”.

b - Với quả cân (bộ quả cân) được kiểm tra đo lường theo phương pháp so sánh trực tiếp, phải tiến hành các phép hiệu chuẩn theo trình tự sau:

- Ghi các thông số sau đây vào ô tương ứng của biên bản hiệu chuẩn:

- Tên quả cân (bộ quả cân) hiệu chuẩn;
 - + Khối lượng danh định;
 - + Cấp chính xác;
 - + Sản xuất tại;
 - + Số;
 - + Năm sản xuất.

ĐLVN 99 : 2002

- Quả cân chuẩn sử dụng:
 - + Tên;
 - + Sản xuất tại;
 - + Kiểu;
 - + Ký hiệu;
 - + Khối lượng danh định.

- Tên cân chuẩn được sử dụng
 - + Kiểu cân chuẩn;
 - + Sản xuất tại.

- Phương pháp so sánh;
- Số phép cân lặp;
- Đơn vị đề nghị hiệu chuẩn;
- Đơn vị sử dụng;
- Địa điểm sử dụng;
- Ngày hiệu chuẩn;
- Hiệu chuẩn viên;
- Địa điểm hiệu chuẩn.

- Ghi vào các ô tương ứng trong Biên bản hiệu chuẩn các thông số kỹ thuật:

- m_{cr} ; U_r ; ρ_r ; $U\rho_r$ của quả cân chuẩn;
- ρ_t ; $U\rho_t$ của quả cân hiệu chuẩn;
- m_{ch} của quả kiểm tra;
- m_{cs} ; U_s ; ρ_s ; $U\rho_{ss}$ của quả nhậy;
- Max ; d của cân chuẩn.

- Lần lượt tiến hành các phép so sánh với số phép cân lặp đảm bảo yêu cầu đề ra ở mục 7. 2. 2.

- Trước mỗi phép cân lập, phải đọc chỉ số từ các thiết bị phụ trợ và ghi các thông số môi trường không khí (nhiệt độ t , độ ẩm tương đối h , áp suất p) tại nơi hiệu chuẩn vào ô tương ứng trong Biên bản hiệu chuẩn.
- Sau khi kết thúc một phép cân lập, kết quả cân được ghi vào vào ô tương ứng trong Biên bản hiệu chuẩn.

7. 2.4 Tính toán, xử lý kết quả

- Việc tính toán, xử lý kết quả hiệu chuẩn quả cân (bộ quả cân) cấp chính xác F_1 , F_2 và M_1 được xây dựng trên cơ sở:
 - + Phương pháp bình phương nhỏ nhất (phụ lục 2);
 - + Ước lượng độ không đảm bảo đo giá trị khối lượng qui ước của quả cân hiệu chuẩn (phụ lục 3).

ĐLVN 99 : 2002

- Kết quả hiệu chuẩn quả cân (bộ quả cân) phải được công bố trong Giấy chứng nhận hiệu chuẩn đi kèm với ít nhất các thông tin sau:
 - + Giá trị khối lượng qui ước m_c ;
 - + Độ không đảm bảo đo mở rộng U của các giá trị m_c ;
 - + Hệ số phủ k ;
 của từng quả cân hiệu chuẩn.

8 Xử lý chung

8.1 Quả cân (bộ quả cân) sau khi hiệu chuẩn được cấp giấy chứng nhận hiệu chuẩn kèm theo thông báo kết quả hiệu chuẩn.

8.2 Chu kỳ hiệu chuẩn: một năm

**KHỐI LƯỢNG RIÊNG CỦA CÁC LOẠI VẬT LIỆU
THƯỜNG DÙNG CHẾ TẠO QUẢ CÂN**

Vật liệu	Khối lượng riêng (kg/m³)	Độ không đảm bảo đo U (kg/m³) với k=2
Platin	21400	± 150
Hợp kim Ni- Bạc	8600	± 170
Đồng	8400	± 170

Thép không rỉ	7950	± 140
Thép các bon	7700	± 200
Gang	7800	± 200
Gang trắng	7700	± 400
Gang xám	7100	± 600
Nhôm	2700	± 130

PHỤ LỤC 2

PHƯƠNG PHÁP BÌNH PHƯƠNG NHỎ NHẤT

A. Tính độ lệch trung bình khối giá trị khối lượng danh định của quả cân hiệu chuẩn

Tại phép so sánh, sau khi tiến hành n phép cân lập theo điều 7.2.3, cần phải xác định giá trị trung bình của các kết quả cân đã nhận được. Giá trị trung bình được tính theo công thức:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Trong đó: X_i : Kết quả của phép cân lập thứ i (i=1, □, n)

B. Độ lệch chuẩn s của giá trị trung bình \bar{X} theo phương pháp bình phương nhỏ nhất được tính theo công thức:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Với bậc tự do bằng (n-1)

PHỤ LỤC 3

ƯỚC LƯỢNG ĐỘ KHÔNG ĐẢM BẢO ĐO GIÁ TRỊ KHỐI LƯỢNG QUI ƯỚC CỦA QUẢ CÂN HIỆU CHUẨN

Phương trình toán cho các phép hiệu chuẩn khối lượng quả cân như sau:

$$m_t - \rho_a \cdot V_t \cdot [1 + (t - 20) \cdot \alpha_t] = m_r - \rho_a \cdot V_r \cdot [1 + (t - 20) \cdot \alpha_r] + L$$

$$\longrightarrow m_t = m_r - \rho_a \cdot \{V_r \cdot [1 + (t - 20) \cdot \alpha_r] - V_t \cdot [1 + (t - 20) \cdot \alpha_t]\} + L$$

Theo ISO/GUM TAG4, độ không đảm bảo đo của kết quả hiệu chuẩn bao gồm hai phần chính:

1. Loại A:

Các thành phần độ không đảm bảo đo của một kết quả hiệu chuẩn được xác định từ quá trình đo lặp.

Trong quá trình hiệu chuẩn như trình bày ở trên, thành phần độ không đảm bảo đo u_1 (phụ lục 4) thuộc loại A.

$$u_1 = \sqrt{\frac{s^2}{n}}$$

2. Loại B:

- Độ không đảm bảo đo của quả cân chuẩn được tính theo công thức:

$$u(m_{cr}) = \frac{U}{k}$$

U: Độ không đảm bảo đo của quả cân chuẩn (lấy theo Giấy chứng nhận)

k: Hệ số phủ (theo giấy chứng nhận; thường k=2)

Trường hợp chỉ có giấy chứng nhận kiểm định cho quả cân chuẩn, độ không đảm bảo đo của quả cân chuẩn được tính theo công thức:

$$u(m_{cr}) = \frac{\delta_m}{\sqrt{3}}$$

δ_m : Độ lệch cho phép lớn nhất của quả cân chuẩn (bảng 9)

- Độ không đảm bảo đo sức đẩy không khí (u_b) được tính theo công thức:

$$u_b^2 = \left[m_{cr} \frac{(\rho_r - \rho_t)}{\rho_r \rho_t} \right]^2 + m_{cr} (\rho_a - \rho_0)^2 \frac{u^2 \rho_t}{\rho_t^4} - m_{cr} (\rho_a - \rho_0) [(\rho_a - \rho_0) + 2(\rho_{a1} - \rho_0)] \frac{u_{pr}^2}{\rho_r^4}$$

Trong đó:

ρ_a : khối lượng riêng không khí

ρ_{a1} : khối lượng riêng không khí trong quá trình hiệu chuẩn quả cân chuẩn

ρ_0 : khối lượng riêng không khí ở điều kiện tiêu chuẩn (t=20° C)

$\rho_0 = 1,2 \text{ kg/m}^3$

- Với các quả cân hiệu chuẩn cấp chính xác M₁, độ không đảm bảo đo của sức đẩy không khí là nhỏ, có thể bỏ qua;

- Với các quả cân hiệu chuẩn cấp chính xác F₁, F₂, khối lượng riêng của vật liệu quả cân ρ và độ không đảm bảo đo của giá trị khối lượng riêng $u\rho$ lấy trong phụ lục 1.

- Độ không đảm bảo đo của cân chuẩn
- + Độ không đảm bảo đo do độ nhạy của cân chuẩn được tính theo công thức:

$$u_s^2 = (\Delta m_c)^2 \left[\frac{u^2(m_s)}{m_s^2} + \frac{u^2(\Delta I_s)}{\Delta I_s^2} \right]$$

ΔI_s : thay đổi số chỉ của cân chuẩn khi thử độ nhạy;

$u(\Delta I_s)$: Độ không đảm bảo đo của ΔI_s ;

$\bar{\Delta m}_c$: Chênh lệch khối lượng trung bình giữa quả cân hiệu chuẩn và quả cân chuẩn.

+ Độ không đảm bảo đo do độ chia (u_d) của cân chuẩn được tính theo công thức:

$$u_d = \left(\frac{d/2}{\sqrt{3}} \right) \cdot \sqrt{2}$$

d: Giá trị độ chia của cân chuẩn

+ Độ không đảm bảo đo do độ lệch tâm của tải (u_E) được tính theo công thức:

$$u_E = \frac{\frac{d_1}{2} \cdot D}{2 \cdot \sqrt{3}}$$

Trong đó:

D: chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của các phép thử tải trọng lệch tâm (được tiến hành theo OIML R76-2);

d_1 : khoảng cách giữa tâm các quả cân;

d_2 : khoảng cách từ tâm đĩa cân đến tâm của một góc thử.

+ Độ không đảm bảo đo do ảnh hưởng của từ trường $u_{ma}(\bar{\Delta m})$:

Với các quả cân đảm bảo yêu cầu về từ tính (điều 5.6), độ không đảm bảo đo do ảnh hưởng của từ trường $u_{ma}(\bar{\Delta m})$ là nhỏ, cho phép bỏ qua.

+ Độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn tổng hợp $u_{ba}(\bar{\Delta m})$ của cân chuẩn:

$$u_{ba}(\bar{\Delta m}) = \sqrt{u_s^2(\bar{\Delta m}) + u_b^2(\bar{\Delta m}) + u_E^2(\bar{\Delta m}) + u_{ma}^2(\bar{\Delta m})}$$

3. Độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn tổng hợp $u_c(m_{ct})$ của giá trị khối lượng quả cân hiệu chuẩn được tính theo công thức:

$$u_c(m_{ct}) = \sqrt{u_1^2(\bar{\Delta m}_{ct}) + u^2(\bar{\Delta m}_{cr}) + u_b^2(\bar{\Delta m}_{ct}) + u_{ba}^2(\bar{\Delta m}_{ct})}$$

4. Độ không đảm bảo mở rộng của giá trị khối lượng quả cân hiệu chuẩn $U(m_{ct})$ được tính theo công thức:

$$U(m_{ct}) = k \cdot u_c(m_{ct})$$

k: Hệ số phủ

Hệ số k thường được lấy bằng 2; tuy nhiên, khi phép cân lập nhỏ hơn 10 và

$u_1 > \frac{1}{2} \cdot u_c(\Delta m_{ct})$, hệ số k phải được tính trên cơ sở phân bố t với độ tin cậy P=95,5% và bậc tự do hiệu dụng v_{eff} (bảng 13).

Hệ số v_{eff} được tính theo công thức Welch-Satterhwaite:

$$\gamma_{eff} = (n-1) \cdot \frac{u_{ct}^4(m_{ct})}{u_1^4(\bar{\Delta m})}$$

với điều kiện, các thành phần độ không đảm bảo đo loại B được ước lượng với bậc tự do bằng vô cùng (∞).

Bảng 13

Hệ số phủ k tương ứng với các bậc tự do hiệu dụng v_{eff}

v_{eff}	1	2	3	4	5	6	8	10	20	∞
k	13,97	4,53	3,31	2,87	2,65	2,52	2,37	2,28	2,13	2,0

PHỤ LỤC 4

Tên cơ quan hiệu chuẩn

BIÊN BẢN HIỆU CHUẨN
Số:

Tên phương tiện đo.....□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□.

Kiểu:.....Số:.....

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

Đặc trưng kỹ thuật:.....

.....

Cơ sở sử dụng:.....

Phương pháp thực hiện:.....

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

.....
Điều kiện môi trường:

Nhiệt độ:.....Độ ẩm:

Người thực hiện:.....

Ngày thực hiện :.....

Địa điểm thực hiện :.....

Số liệu và kết quả :

I Kiểm tra bên ngoài và kiểm tra kỹ thuật:

II Kiểm tra đo lường:

1 Lựa chọn phương pháp so sánh

Phương pháp so sánh	ABBA	ABA
Lựa chọn		

Đánh dấu (x) vào ô tương ứng với phương án được lựa chọn.

2 Lựa chọn số phép cân lập (n):

Số phép cân lập được lựa chọn *	Số phép cân lập nhỏ nhất cho phép**	Ghi chú

(*): Ghi số phép cân lập tiến hành

(**): Ghi số liệu qui định theo điều 7.2.2

3. Kết quả các phép so sánh:

3.1 Theo phương pháp ABBA:

Quả cân chuẩn					
Quả cân hiệu chuẩn					
Thời gian	Bắt đầu:		Kết thúc:		
Ngày		tháng		năm	

a. Số liệu các phép cân lập

T/T	t (°C)	h (%)	p (mmHg)	A	B	B	A	Xi (*)

1								
2								
n								
							Trung bình:	
							s=	

\bar{t}		\bar{RH}		\bar{P}	
δt		δRH		δp	

b. Số liệu từ hồ sơ kỹ thuật các quả cân

Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị	Hệ số k
m_{cr} :		g	U_r		g	
m_r :		g				
m_{cs} :		g	$U_{ms} =$		g	
ρ_r :		g/cm ³	$U_{\rho r} =$			
ρ_s :		g/cm ³	$U_{\rho s} =$		g/cm ³	
ρ_t :		g/cm ³	$U_{\rho t} =$		g/cm ³	
α_r :		t ⁻¹				
α_t :		t ⁻¹				

c. Tính khối lượng riêng không khí

Công thức:			1. CIPM 81/91	2. NBS		
Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị	Hệ số k
$\rho_a =$		g/cm ³	$u(\rho_a) =$			
$u_{ba} =$		g				

d. Kết quả tính toán, xử lý số liệu

Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
$m_{ct} =$		g	$L_m =$		mg
$u_t =$		μg			

3.2 Theo phương pháp ABA:

Quả cân chuẩn					
Quả cân hiệu chuẩn					
Thời gian	Bắt đầu:		Kết thúc:		
Ngày		tháng		năm	

a. Số liệu các phép cân lập

T/T	t (°C)	h (%)	p (mmHg)	A	B	A	Xi(*)
1							
2							
n							
						Trung bình:	
						s=	

\bar{t}		\bar{RH}		\bar{P}	
δt		δRH		δp	

b. Số liệu từ hồ sơ kỹ thuật các quả cân

Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị	Hệ số k
m_{cr} :		g	U_r		g	
m_r :		g				
m_{cs} :		g	$U_{ms} =$		g	
ρ_r :		g/cm ³	$U_{\rho r} =$			
ρ_s :		g/cm ³	$U_{\rho s} =$		g/cm ³	
ρ_t :		g/cm ³	$U_{\rho t} =$		g/cm ³	
α_r :		t ⁻¹				
α_t :		t ⁻²				

c. Tính khối lượng riêng không khí

Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
Công thức:			1. CIPM 81/91	2. NBS	
$\rho_a =$		g/cm ³	$u(\rho_a) =$		g/cm ³
$u_{ba} =$		g			

d. Kết quả tính toán, xử lý số liệu

Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
$m_{ct} =$		g	$L_m =$		mg
$u_t =$		μg			

IV Kết quả hiệu chuẩn:

TT	Quả cân	Khối lượng qui ước (kg)	Độ lệch (mg)	U(μg) (k=2)
1				
2				

n				

V Kết luận

Người soát lại

Người thực hiện