

ĐLVN 244 : 2011

**NGUỒN VẬT ĐEN CHUẨN NHIỆT ĐỘ THẤP
QUY TRÌNH KIỂM ĐỊNH**

*Reference low temperature black body source
Methods and means of verification*

HÀ NỘI - 2011

Lời nói đầu:

ĐL VN 244 : 2011 do Ban kỹ thuật đo lường TC 11 “Phương tiện đo nhiệt độ và các đại lượng liên quan” biên soạn. Viện Đo lường Việt Nam đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng ban hành.

Nguồn vật đen chuẩn nhiệt độ thấp – Quy trình kiểm định

Reference low temperature black body source – Methods and means of verification

1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình kiểm định nguồn vật đen chuẩn nhiệt độ thấp dùng để kiểm định nhiệt kế bức xạ hồng ngoại đo nhiệt độ tai cơ thể người (sau đây gọi tắt là nhiệt kế đo tai), có phạm vi đo ít nhất trong khoảng nhiệt độ từ 35 °C đến 42 °C, sai số không vượt quá 0,05 °C (bao gồm cả độ không đảm bảo đo mở rộng của phép kiểm định).

Văn bản này không áp dụng để kiểm định các loại nguồn vật đen chuẩn khác.

2 Giải thích từ ngữ

Các từ ngữ trong văn bản này được hiểu như sau:

2.1 Nguồn vật đen chuẩn nhiệt độ thấp (sau đây gọi tắt là nguồn vật đen chuẩn): Thiết bị bình điều nhiệt dùng nước tinh khiết có khoang vật đen nhúng chìm hoàn toàn (theo chiều đứng hoặc ngang) dùng để kiểm định các loại nhiệt kế đo tai, có hệ thống đo – điều khiển nhiệt độ và thiết bị phụ trợ làm đồng đều và ổn định nhiệt độ của nước bên trong.

2.2 Nhiệt kế y học bức xạ hồng ngoại đo nhiệt độ tai cơ thể người (nhiệt kế đo tai): Nhiệt kế y học kiểu đo không tiếp xúc, đo nhiệt độ màng nhĩ tai cơ thể người theo nguyên lý bức xạ nhiệt hồng ngoại (thuộc dải sóng điện từ, có chiều dài bước sóng khoảng từ 9 μm đến 10 μm), có cơ cấu cực đại. Cấu tạo bao gồm đầu đo nhiệt độ gắn chặt với phần chỉ thị.

2.3 Khoang vật đen: Bộ phận cơ bản của nguồn vật đen chuẩn, coi là nguồn bức xạ tuyệt đối, phát ra nhiệt độ bức xạ và có hệ số bức xạ $\varepsilon \approx 1$.

2.4 Độ phát xạ (độ bức xạ, hệ số bức xạ, hệ số độ đen): Tỉ số giữa cường độ bức xạ của một vật với cường độ bức xạ của vật đen tuyệt đối ở cùng nhiệt độ.

2.5 Nhiệt độ bức xạ: Nhiệt độ của nguồn vật đen chuẩn được quy ước là nhiệt độ bức xạ từ vật cần đo, đối với vật đen thực, nhiệt độ bức xạ thường thấp hơn nhiệt độ thực.

3 Các phép kiểm định

Phải lần lượt tiến hành các phép kiểm định ghi trong bảng 1.

Bảng 1

TT	Tên phép kiểm định	Theo điều, mục của ĐLVN	Chế độ kiểm định		
			Ban đầu	Định kỳ	Bất thường
1	Kiểm tra bên ngoài	7.1	+	+	+
2	Kiểm tra đo lường	7.2	+	+	+

4 Phương tiện kiểm định

Bảng 2

TT	Tên phương tiện dùng để kiểm định	Đặc trưng kỹ thuật và đo lường	Áp dụng cho điều, mục của QTKĐ
1	Chuẩn đo lường		
1.1	Nhiệt kế điện trở platin chuẩn	- Phạm vi đo từ 30 °C đến 50 °C ; - Độ không đảm bảo đo mở rộng không vượt quá 0,01 °C.	7.2
1.2	Thiết bị chỉ thị nhiệt độ chuẩn	- Phạm vi đo nhiệt độ phù hợp với nhiệt kế điện trở platin chuẩn ; - Độ không đảm bảo đo mở rộng không vượt quá 0,008 °C.	7.2
1.3	Nhiệt kế bức xạ chuẩn	- Phạm vi đo ít nhất trong dải từ 35 °C đến 42 °C ; - Độ phân dải : 0,01 °C ; - Dải bước sóng làm việc ít nhất từ 8 μm đến 12 μm ; - Trường đo < 90 ° ; - Hệ số bức xạ : ε = 1,0 ; - Độ không đảm bảo đo mở rộng không vượt quá 0,015 °C.	7.2
2	Phương tiện phụ		
2.2	Găng tay bảo hộ, khăn bông sạch		7.1
2.3	Các thiết bị quan trắc môi trường	Đã được kiểm định/hiệu chuẩn	5.3

* Ghi chú: Độ không đảm bảo đo của tổ hợp chuẩn đo lường trong mục 1 ở bảng trên, không vượt quá 0,02 °C và được dẫn xuất theo Thang nhiệt độ ITS – 90 hoặc được kiểm định theo sơ đồ kiểm định chuẩn.

5 Điều kiện kiểm định

Khi tiến hành kiểm định phải đảm bảo các điều kiện sau đây:

5.1 Có hệ thống chiếu sáng đảm bảo cho việc kiểm tra và đọc số chỉ của nhiệt kế chuẩn và nguồn vật đen chuẩn định.

5.2 Có hệ thống quan trắc môi trường, theo dõi nhiệt độ, độ ẩm tại nơi kiểm định.

5.3 Đảm bảo các điều kiện về nhiệt độ, độ ẩm phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của các thiết bị chuẩn và nguồn vật đen chuẩn định, hoặc phải thoả mãn điều kiện tiêu chuẩn sau:

- Nhiệt độ: $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;

- Độ ẩm tương đối: $(50 \pm 20)\text{ \%RH}$.

5.4 Các nguồn vật đen chuẩn phải có hướng dẫn sử dụng hoặc các chỉ dẫn cần thiết của nhà sản xuất.

6 Chuẩn bị kiểm định

Trước khi tiến hành kiểm định phải thực hiện các công việc chuẩn bị sau đây:

6.1 Lựa chọn tổ hợp chuẩn thoả mãn điều kiện độ không đảm bảo đo như trong bảng 2.

6.2 Làm vệ sinh sạch nguồn vật đen chuẩn, chuẩn bị các thiết bị phụ như trong mục 4.2. Kiểm tra hoạt động bình thường của nguồn vật đen chuẩn theo đúng hướng dẫn sử dụng thiết bị. Đặt nguồn vật đen chuẩn ở vị trí tránh các luồng không khí tác động trực tiếp.

6.3 Chuẩn bị các thiết bị phụ để gá lắp và đọc giá trị của nhiệt kế chuẩn và các chỉ thị trên nguồn vật đen chuẩn. Nhúng nhiệt kế platin chuẩn sát đến đầu chóp nón của khoang vật đen trong bình điều nhiệt, chú ý không để đầu nhiệt kế chạm vào khoang vật đen.

6.4 Vận hành hệ thống thiết bị chuẩn và nguồn vật đen chuẩn theo đúng hướng dẫn sử dụng, đặt nhiệt độ nguồn vật đen chuẩn ở điểm kiểm định đầu tiên.

7 Tiến hành kiểm định

7.1 Kiểm tra bên ngoài

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

7.1.1 Nguồn vật đen chuẩn phải có đầy đủ ký, mã hiệu, nước sản xuất, tài liệu kỹ thuật và chứng nhận hiệu chuẩn hoặc chứng nhận kiểm định, chứng nhận chất lượng kèm theo (nếu có).

ĐLVN 244 : 2011

7.1.2 Đưa chỉ thị của nguồn vật đen chuẩn về thang chia độ theo độ Celsius ($^{\circ}\text{C}$);

7.1.3 Phạm vi đo tối thiểu của nguồn vật đen chuẩn phải từ 35°C đến 42°C

7.1.4 Các số, tín hiệu, chỉ thị, chỉ báo phải rõ ràng, không mất nét hoặc gây nhầm lẫn cho việc đọc.

7.1.5 Nguồn vật đen chuẩn không thoả mãn các yêu cầu kiểm tra bên ngoài không được kiểm tra tiếp.

7.2 Kiểm tra đo lường

Nguồn vật đen chuẩn được kiểm tra đo lường theo trình tự, nội dung, phương pháp và yêu cầu sau đây:

7.2.1 Quy định chung

7.2.1.1 Các điểm kiểm tra:

a) Trong dải nhiệt độ kiểm định, Nguồn vật đen chuẩn được kiểm định tại 03 điểm, từ nhiệt độ thấp đến nhiệt độ cao (từ điểm 1 đến điểm 3):

Điểm 1: $(35,5^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C})$,

Điểm 2: $(37,0^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C})$,

Điểm 3: $(41,5^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C})$,

b) Tại mỗi điểm kiểm tra, khi nhiệt độ đã ổn định, đọc ít nhất 10 giá trị đối với nguồn vật đen chuẩn và nhiệt kế điện trở platin chuẩn, trình tự đọc như sau:

(chuẩn) \longrightarrow (bị kiểm) \longrightarrow (chuẩn) \longrightarrow (bị kiểm) \longrightarrow (chuẩn).....

c) Tại mỗi điểm kiểm tra, sau khi thực hiện các phép đo trong mục b), dùng nhiệt kế bức xạ chuẩn, đặt hệ số bức xạ $\varepsilon = 1,0$; đo nhiệt độ bức xạ trong khoang vật đen, lấy ba giá trị ổn định.

d) Giá trị tại mỗi điểm kiểm tra của nguồn vật đen chuẩn và của các nhiệt kế chuẩn là giá trị trung bình của các lần đọc số chỉ.

e) Sai số của nguồn vật đen chuẩn là hiệu số chỉ nhiệt độ trung bình của nguồn vật đen chuẩn và của nhiệt kế điện trở platin chuẩn, tính theo công thức:

$$\Delta t = t_{tb}(\text{bị kiểm}) - t_{tb}(\text{chuẩn}).$$

7.2.1.2 Trình tự tiến hành kiểm tra tại một điểm:

a) Vận hành tổ hợp chuẩn và nguồn vật đen chuẩn theo đúng hướng dẫn sử dụng; đặt điểm nhiệt độ kiểm tra đầu tiên trên nguồn vật đen chuẩn.

b) Khi nhiệt kế điện trở platin chuẩn chỉ nhiệt độ ổn định (tức là khi nhiệt độ bình điều nhiệt và khoang vật đen ổn định), đọc và ghi số chỉ của các nhiệt kế theo trình tự như mục b), c) và d) ở trên.

c) Lần lượt đặt nhiệt độ của nguồn vật đen chuẩn tương ứng với điểm kiểm tra thứ 2 và điểm kiểm tra thứ 3. Trình tự và cách đo lặp lại như mục trên.

d) Sau khi đo, ghi các giá trị nhiệt độ trung bình của nguồn vật đen chuẩn, của nhiệt kế điện trở platin chuẩn và của nhiệt kế bức xạ chuẩn; tính sai số tại các điểm kiểm tra theo mục e) ở trên.

e) Tính hệ số bức xạ của khoang vật đen:

- Hệ số bức xạ tại mỗi điểm kiểm tra tính theo công thức:

$$\varepsilon_{\lambda} = \exp[(C_2 \cdot (T_{bx} - T_{th}) / (\lambda \cdot T_{bx} \cdot T_{th}))]$$

Trong đó: $C_2 = 14387,69 \mu\text{m.K}$: hằng số Planck thứ 2,

$\lambda = 9,25 \mu\text{m}$: chiều dài bước sóng hiệu dụng trung bình trong dải nhiệt độ kiểm định,

T_{bx} : nhiệt độ trung bình của nhiệt kế bức xạ chuẩn đo tại điểm kiểm tra [K],

T_{th} : nhiệt độ trung bình của nhiệt kế điện trở platin chuẩn đo tại điểm kiểm tra [K],

- Hệ số bức xạ của khoang vật đen là hệ số bức xạ nhỏ nhất được tính tại các điểm kiểm tra.

- Hệ số bức xạ của khoang vật đen không được nhỏ hơn 0,9995.

7.2.3 Sai số của nguồn vật đen chuẩn bao gồm sai số lớn nhất tại các điểm kiểm tra và độ không đảm bảo đo mở rộng không vượt quá $0,05^{\circ}\text{C}$.

8 Đánh giá độ không đảm bảo đo của phép kiểm định

Độ không đảm bảo đo của kết quả kiểm định nguồn vật đen chuẩn, phát sinh do nhiều yếu tố gây sai số từ tổ hợp chuẩn để kiểm định và từ nguồn vật đen chuẩn. Các thành phần độ không đảm bảo đo được quy về 2 thành phần: độ không đảm bảo đo chuẩn loại A và độ không đảm bảo đo chuẩn loại B, độ không đảm bảo đo được tính cho toàn dải đo với mức tin cậy $P = 95 \% \text{ C.L.}$ và hệ số phủ $k = 2$.

8.1 Độ không đảm bảo đo chuẩn loại A (u_A), gồm 2 thành phần sau:

8.1.1 Độ không đảm bảo đo theo độ tản mạn của số đọc nhiệt kế chuẩn: u_{A-1}

ĐLVN 244 : 2011

Thành phần này được tính toán theo giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của nhiệt kế chuẩn tại các điểm kiểm tra, tính theo công thức:

$$u_{A-1} = \sqrt{(u_{A-SPRT}^2 + u_{A-NKBX}^2)},$$

Trong đó: u_{A-SPRT} : độ không đảm bảo đo chuẩn loại A của nhiệt kế điện trở platin chuẩn,

u_{A-NKBX} : độ không đảm bảo đo chuẩn loại A của nhiệt kế bức xạ chuẩn,

Các độ không đảm bảo đo chuẩn loại A: u_{A-SPRT} và u_{A-NKBX} trong công thức trên tính theo giá trị trung bình và độ lệch chuẩn như sau:

- Giá trị trung bình tại mỗi điểm kiểm tra, tính theo công thức:

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$$

- Tính độ lệch chuẩn s_{ij} :

$$s_{ij} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{(n-1)}}$$

Trong đó: n là số lần đo tại mỗi điểm kiểm tra, $i = 1, 2, 3 \dots n$

t_i là những giá trị nhiệt độ của nhiệt kế điện trở platin chuẩn ($n = 10$) và nhiệt kế bức xạ chuẩn ($n=3$) đo tại lần đo thứ i ,

s_{ij} là độ lệch chuẩn của điểm kiểm tra thứ j .

- Tính độ lệch chuẩn lũy tích s_t từ các độ lệch chuẩn:

$$s_t = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N s_{ij}^2}$$

Trong đó: N là số các điểm nhiệt độ kiểm tra, $j = 1, 2, 3$,

- Độ không đảm bảo đo chuẩn loại A theo độ tản mạn số đọc của nhiệt kế platin chuẩn và nhiệt kế bức xạ chuẩn, tính theo công thức:

$$u_{A-SPRY ; NKBX} = \frac{s_t}{\sqrt{n}}$$

8.1.2 Độ không đảm bảo đo theo độ tản mạn số đọc của nguồn vật đen chuẩn: u_{A-2}

Thành phần này được tính toán theo giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của nguồn vật đen chuẩn tại các điểm kiểm tra, công thức tính toán tương tự như trên.

8.1.3 Độ không đảm bảo đo chuẩn loại A: u_A

Tính toán theo công thức:

$$u_A = \sqrt{(u_{A-1}^2 + u_{A-2}^2)}$$

8.2 Độ không đảm bảo đo chuẩn loại B (u_B) gồm các thành phần sau:

8.2.1 Độ không đảm bảo đo của nhiệt kế chuẩn: u_{B-1}

Thành phần này được tính toán từ độ không đảm bảo mở rộng $U_{exp.}$ của nhiệt kế điện trở platin chuẩn và nhiệt kế bức xạ chuẩn, tính toán theo công thức:

$$u_{B-1} = \sqrt{(U_{exp.SPRT} / 2)^2 + (U_{exp.NKBX} / 2)^2}$$

8.2.2 Độ không đảm bảo đo theo độ trôi hàng năm của nhiệt kế chuẩn: u_{B-2}

Thành phần này được tính toán từ độ trôi hàng năm của nhiệt kế chuẩn (nhiệt kế điện trở platin chuẩn và nhiệt kế bức xạ chuẩn), tính theo công thức:

$$u_{B-2} = \Delta_{trôi,nk} / \sqrt{3}$$

Trong đó: $\pm \Delta_{trôi,nk}$ là độ trôi hàng năm của nhiệt kế chuẩn.

8.2.3 Độ không đảm bảo đo của thiết bị chỉ thị nhiệt độ chuẩn: u_{B-3}

Thành phần này được tính toán theo độ không đảm bảo đo mở rộng của thiết bị chỉ thị nhiệt độ chuẩn, tính theo công thức:

$$u_{B-3} = U_{exp.} / 2$$

8.2.4 Độ không đảm bảo đo theo độ trôi hàng năm của thiết bị chỉ thị nhiệt độ chuẩn: u_{B-4}

Thành phần này được tính toán từ độ trôi hàng năm của thiết bị chỉ thị nhiệt độ chuẩn, tính theo công thức:

$$u_{B-4} = \Delta_{trôi,chithi} / \sqrt{3}$$

Trong đó: $\pm \Delta_{trôi,chithi}$ là độ trôi hàng năm của thiết bị chỉ thị nhiệt độ chuẩn.

8.2.5 Độ không đảm bảo đo của bình điều nhiệt nước của nguồn vật đen chuẩn: u_{B-5}

Thành phần này được tính toán theo độ ổn định ($\pm \Delta_{od}$) và độ đồng đều ($\pm \Delta_{dd}$) của bình điều nhiệt nước chứa khoang vật đen, tính theo công thức:

$$u_{B-5} = \sqrt{(u_{od}^2 + u_{dd}^2)}$$

Trong đó: u_{od}, u_{dd} là các độ không đảm bảo đo theo độ ổn định và độ đồng đều, tính theo công thức:

$$u_{od} = \Delta_{od} / \sqrt{3}; \quad u_{dd} = \Delta_{dd} / \sqrt{3}$$

ĐLVN 244 : 2011

8.2.6 Độ không đảm bảo đo, tính từ sai lệch giữa nhiệt độ thực T_{th} do bởi nhiệt kế điện trở platin chuẩn với nhiệt độ bức xạ của khoang vật đen T_{bx} đo bằng nhiệt kế bức xạ chuẩn: u_{B-6}

Thành phần này được tính từ sai lệch lớn nhất tại các điểm kiểm tra, tính theo công thức:

$$u_{B-6} = \Delta_{\max} / (2\sqrt{3})$$

Trong đó: $\Delta_{\max} = (T_{bx} - T_{th})_{\max}$ là sai lệch nhiệt độ lớn nhất tính tại các điểm nhiệt độ kiểm tra theo mục 7.2.1.2 e).

8.2.7 Độ không đảm bảo đo tính theo độ phân giải nhỏ nhất của chỉ thị nguồn vật đen chuẩn : u_{B-7}

Thành phần này được tính từ $\frac{1}{2}$ độ phân giải nhỏ nhất, tính theo công thức:

$$u_{B-7} = A / (2\sqrt{3})$$

Trong đó: A: độ phân giải nhỏ nhất của chỉ thị.

8.2.8 Độ không đảm bảo đo chuẩn loại B: u_B

Tính toán theo công thức:

$$u_B = \sqrt{\sum_{i=1}^7 u_{B-i}^2}$$

8.3 Độ không đảm bảo đo liên hợp: u_C

Thành phần này tính từ độ không đảm bảo đo chuẩn loại A và loại B ở trên, tính theo công thức:

$$u_C = \sqrt{(u_A^2 + u_B^2)}$$

8.4 Độ không đảm bảo đo mở rộng: U_{exp} .

Thành phần này bằng tích độ không đảm bảo đo liên hợp u_C nhân với hệ số phủ $k=2$, tính ứng với độ tin cậy $P = 95 \% \text{ C.L.}$

$$U_{\text{exp}} = 2 \cdot u_C.$$

8.5 Bảng các thành phần độ không đảm bảo đo khi kiểm định nguồn vật đen chuẩn theo phương pháp so sánh (tính cho toàn dải đo) – bảng 3:

Bảng 3

Nguồn gây ra độ không đảm bảo đo	Nguồn tính toán	Phân bố	Loại
I. Độ không đảm bảo loại A: u_A			
1.1 Độ tán mạn kết quả đo của nhiệt kế chuẩn, u_{A-1}	Số liệu đo được	Chuẩn	A
1.2 Độ tán mạn kết quả đo của nguồn vật đen chuẩn, u_{A-2}	Số liệu đo được	Chuẩn	A
2. Độ không đảm bảo loại B: u_B			
2.1 Nhiệt kế chuẩn, u_{B-1}	Chứng nhận	Chuẩn	B
2.2 Độ trôi của nhiệt kế chuẩn, u_{B-2}	Chứng nhận	Chữ nhật	B
2.3 Thiết bị chỉ thị nhiệt độ chuẩn, u_{B-3}	Chứng nhận	Chuẩn	B
2.4 Độ trôi của thiết bị chỉ thị nhiệt độ chuẩn, u_{B-4}	Chứng nhận	Chữ nhật	B
2.5 Bình điều nhiệt của nguồn vật đen chuẩn, u_{B-5}	Chứng nhận	Chữ nhật	B
2.6 Sai lệch nhiệt độ thực và bức xạ, u_{B-6}	Số liệu đo được	Chữ nhật	B
2.7 Độ phân giải nhỏ nhất, u_{B-7}	Số liệu tính toán	Chữ nhật	B
3. Độ không đảm bảo chuẩn liên hợp, u_C	$(u_A^2 + u_B^2)^{1/2}$	Chuẩn	
4. Độ không đảm bảo đo mở rộng, $U_{95} (k = 2)$	$k \cdot u_C$	Chuẩn	95% C.L

9 Xử lý chung

9.1 Nguồn vật đen chuẩn đạt các yêu cầu quy định của quy trình kiểm định này thì được:

- Cấp giấy chứng nhận kiểm định theo đúng mẫu quy định.
- Dán tem kiểm định tại vị trí thích hợp trên thiết bị.

9.2 Nguồn vật đen chuẩn không đạt một trong các yêu cầu quy định của quy trình kiểm định này thì không thực hiện mục 9.1 và xoá tem kiểm định cũ (nếu có).

9.3 Chu kỳ kiểm định của nguồn vật đen chuẩn là: 1 năm.

Tên cơ quan kiểm định
.....

BIÊN BẢN KIỂM ĐỊNH
Số

Tên chuẩn đo lường:
Kiểu : Số :
Cơ sở sản xuất : Năm sản xuất :
Đặc trưng kỹ thuật :
Nơi sử dụng :
Phương pháp thực hiện :
Chuẩn, thiết bị chính được sử dụng :
Điều kiện môi trường :
Người thực hiện :
Ngày thực hiện :

KẾT QUẢ

1 Kiểm tra bên ngoài: Đạt: Không đạt:

2. Kiểm tra đo lường:

2.1 Số liệu và kết quả:

Điểm nhiệt độ kiểm tra (°C)	Số đọc của nhiệt kế điện trở platin chuẩn (°C)	Số đọc của nguồn chuẩn vật đen (°C)	Số đọc của nhiệt kế bức xạ chuẩn (°C)	Sai số (°C)
1	2	3	4	(3)-(2)
35,5				
37,0				
41,5				

2.2 Hệ số bức xạ của khoang vật đen: $\epsilon = \dots\dots$

Đạt: Không đạt:

3 Kết luận:

Người soát lại

Kiểm định viên