

ĐLVN 250 : 2012

**NHIỆT KẾ ĐIỆN TRỞ PLATIN CHUẨN
QUY TRÌNH KIỂM ĐỊNH**

*Standard Platinum Resistance Thermometers
Verification procedures*

HÀ NỘI - 2012

Lời nói đầu:

ĐLVN 250 : 2012 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.

Nhiệt kế điện trở platin chuẩn – Quy trình kiểm định

Standard platinum resistance thermometers – Verification procedures

1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình kiểm định ban đầu, kiểm định định kỳ và kiểm định sau sửa chữa theo phương pháp so sánh các loại nhiệt kế điện trở platin chuẩn có điện trở danh định 25 Ω hoặc 100 Ω , có phạm vi đo nhiệt độ từ -40 $^{\circ}\text{C}$ đến 420 $^{\circ}\text{C}$ và độ chính xác (hoặc độ không đảm bảo đo) không vượt quá 0,05 $^{\circ}\text{C}$ (50 mK).

2 Thuật ngữ và định nghĩa

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

2.1 Nhiệt kế điện trở platin chuẩn được kiểm định (sau đây gọi tắt là nhiệt kế bị kiểm): là dụng cụ đo nhiệt độ có độ chính xác cao, vỏ bảo vệ thường là thủy tinh hoặc kim loại chịu nhiệt, đầu đo là dây platin có độ tinh khiết cao, có điện trở danh định 25 Ω hoặc 100 Ω .

2.2 Đầu đo của nhiệt kế điện trở: là dây platin có độ tinh khiết, có tính chất thay đổi điện trở khi nhiệt độ thay đổi, được cuốn trên khung đỡ làm từ vật liệu cách điện, cách nhiệt.

2.3 Dây dẫn trong: gồm 4 dây platin nằm trong vỏ bảo vệ, có độ tinh khiết như đầu đo của nhiệt kế, nối từ đầu đo đến đầu nối ngoài của nhiệt kế điện trở.

2.4 Dây dẫn ngoài: gồm 4 dây nối từ đầu nối ngoài của nhiệt kế điện trở đến đầu nối vào của thiết bị đo điện trở hoặc nhiệt độ.

2.5 Các đầu nối của nhiệt kế điện trở: gồm 4 đầu dây để đấu nối với thiết bị đo, chia thành 2 đầu dòng và 2 đầu áp, thường kí hiệu C1P1C2P2; AABB; CcTt hoặc phân theo màu, phù hợp với quy định quốc tế.

2.6 Điện trở danh định: là giá trị điện trở danh định của nhiệt kế điện trở ở 0 $^{\circ}\text{C}$.

2.7 Dòng điện danh định: là giá trị dòng điện danh định chạy qua nhiệt kế điện trở khi đo nhiệt độ; dòng danh định là 1 mA đối với loại nhiệt kế điện trở 25 Ω và 100 Ω (ở 0 $^{\circ}\text{C}$).

ĐLVN 250 : 2012

2.8 Điện trở chuẩn ngoài: là các cuộn điện trở chính xác cao đặt trong bình điều nhiệt hoặc ngoài không khí, thường có giá trị danh định 25 Ω , 100 Ω , hoặc 300 Ω sử dụng với dòng xoay chiều hoặc một chiều.

2.9 Thiết bị đo điện trở: là cầu đo điện trở hoặc cầu đo tỉ số điện trở.

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 quy trình	Chế độ kiểm định		
			Ban đầu	Định kỳ	Sau sửa chữa
1	Kiểm tra bên ngoài	7.1	+	+	+
2	Kiểm tra kỹ thuật	7.2	+	+	+
3	Kiểm tra đo lường	7.3	+	+	+

4 Phương tiện kiểm định

Phải sử dụng phương tiện kiểm định ghi trong Bảng 2.

Bảng 2

TT	Tên phương tiện kiểm định	Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản	Áp dụng cho điều, mục của quy trình
1	Chuẩn đo lường		
1.1	Nhiệt kế điện trở platin chuẩn	- Phạm vi đo từ -40 °C đến 420 °C - Độ không đảm bảo đo không lớn hơn 1/5 độ không đảm bảo đo của thiết bị kiểm định.	7.3
2	Phương tiện sử dụng cùng với chuẩn		
2.1	Thiết bị đo điện trở	- Phạm vi đo từ 0 Ω đến 400 k Ω - Độ không đảm bảo đo không lớn hơn 1 ppm (đối với điện trở ngoài) và không lớn hơn 6 ppm (đối với điện trở trong).	7.3

2.2	Điện trở chuẩn ngoài	- Giá trị điện trở phù hợp với nhiệt kế bị kiểm - Độ chính xác không lớn hơn 1 ppm	7.3
2.3	Các bình điều nhiệt chất lỏng	- Phạm vi làm việc phù hợp với phạm vi đo của nhiệt kế bị kiểm - Độ không đảm bảo đo không lớn hơn 0,01 °C.	7.3
2.4	Bình điểm 0 °C (hoặc bình điểm ba của nước)	- Độ chính xác (hoặc độ không đảm bảo đo) không lớn hơn 0,01 °C	7.3
3	Phương tiện phụ		
3.1	Lò ủ nhiệt kế bị kiểm	- Phạm vi làm việc phải phù hợp với phạm vi đo của nhiệt kế bị kiểm	7.2
3.2	Kẹp gỗ, giấy lau, cồn tinh khiết		7.1; 7.2, 7.3

5 Điều kiện kiểm định

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

5.1 Phải có hệ thống quan trắc môi trường: theo dõi nhiệt độ, độ ẩm tại nơi kiểm định.

5.2 Phải đảm bảo các điều kiện về nhiệt độ, độ ẩm phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của các thiết bị chuẩn và nhiệt kế bị kiểm, hoặc phải thoả mãn điều kiện sau:

- Nhiệt độ: $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- Độ ẩm không lớn hơn 60 %RH.

6 Chuẩn bị kiểm định

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

6.1 Làm sạch nhiệt kế bị kiểm, chuẩn bị các phương tiện phụ như trong mục 3 Bảng 2.

6.2 Chuẩn bị bình điểm 0 °C hoặc bình điểm ba của nước.

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 Nhiệt kế bị kiểm phải có đầy đủ ký, mã hiệu, nước sản xuất, và tài liệu kỹ thuật kèm theo.

7.1.2 Vỏ bảo vệ nhiệt kế bị kiểm không bị nứt, vỡ, bẹp. Đầu đo nhiệt kế không bị chập, đứt, các vòng dây cuốn phải tự do trên giá đỡ dây, dây nối trong không bị xoắn, chập vào nhau (đối với nhiệt kế bị kiểm có vỏ thuỷ tinh).

7.2 Kiểm tra kỹ thuật

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

7.2.1 Trước khi tiến hành kiểm định, nhiệt kế bị kiểm được đánh giá độ ổn định tại điểm 0 °C hoặc điểm ba của nước trước và sau khi ủ tại nhiệt độ cao nhất trong phạm vi đo. Trình tự kiểm tra như sau:

7.2.1.1 Đo giá trị điện trở (R_1) của nhiệt kế bị kiểm tại điểm 0 °C hoặc điểm ba của nước.

7.2.1.2 Ủ nhiệt kế bị kiểm trong lò ủ khoảng 4 giờ với nhiệt độ 450 °C:

Sau khi ủ, rút nhiệt kế bị kiểm ra làm nguội tự nhiên ở nhiệt độ phòng.

7.2.1.3 Đo lại giá trị điện trở (R_2) của nhiệt kế bị kiểm, như trong mục 7.2.1.1.

7.2.2 Hiệu giá trị nhiệt độ trước và sau khi ủ phải thoả mãn:

$$\Delta t = c_i \times (R_1 - R_2) \leq +0,003 \text{ } ^\circ\text{C} : \text{Đối với nhiệt kế bị kiểm vỏ thuỷ tinh,}$$

$$\Delta t = c_i \times (R_1 - R_2) \leq +0,010 \text{ } ^\circ\text{C} : \text{Đối với nhiệt kế bị kiểm vỏ kim loại.}$$

Ghi chú: c_i là độ nhạy nhiệt-điện của nhiệt kế bị kiểm.

7.2.3 Nếu không thoả mãn các giá trị trên, nhiệt kế bị kiểm phải ủ lại; trường hợp vẫn không đạt, dừng kiểm định.

7.3 Kiểm tra đo lường

Nhiệt kế điện trở platin chuẩn được kiểm tra đo lường theo trình tự, nội dung, phương pháp và yêu cầu sau đây:

7.3.1 Quy định chung:

7.3.1.1 Phương pháp kiểm định được thực hiện bằng cách đo giá trị điện trở của

nhật kế bị kiểm tại các điểm nhiệt độ (điểm kiểm tra) được thể hiện bằng hệ thống chuẩn quy định trong Bảng 2.

7.3.1.2 Nội dung của phép kiểm định là thiết lập hàm quan hệ điện trở - nhiệt độ (phương trình nội suy) của nhiệt kế bị kiểm.

7.3.1.3 Các điểm kiểm tra là các điểm nhiệt độ cách đều nhau trong dải nhiệt độ kiểm định (phạm vi đo của nhiệt kế bị kiểm). Số điểm kiểm tra phụ thuộc vào số các hệ số của hàm quan hệ điện trở - nhiệt độ và không ít hơn 4 điểm cho mỗi hệ số.

7.3.1.4 Số lần đo tại mỗi điểm nhiệt độ kiểm tra không ít hơn 5.

7.3.2 Tiến hành kiểm tra

7.3.2.1 Vận hành các phương tiện sử dụng cùng với chuẩn theo đúng hướng dẫn sử dụng.

7.3.2.2 Nối các nhiệt kế điện trở (chuẩn và bị kiểm) vào thiết bị đo điện trở.

7.3.2.3 Nhúng nhiệt kế bị kiểm vào bình điểm 0 °C, đo và ghi giá trị điện trở $R(0\text{ °C})$ của nhiệt kế tại 0 °C khi số chỉ của thiết bị đo đã ổn định. Việc đo tại điểm 0 °C được tiến hành với hai dòng $i_1 = 1\text{ mA}$ và $i_2 = \sqrt{2}\text{ mA}$.

7.3.2.4 Nhúng nhiệt kế chuẩn và bị kiểm vào bình điều nhiệt, đặt nhiệt độ của bình điều nhiệt ứng với điểm kiểm tra đầu tiên, sau khi nhiệt độ đã ổn định đo và ghi các giá trị nhiệt độ của nhiệt kế chuẩn và điện trở của nhiệt kế bị kiểm.

7.3.2.5 Tiếp tục tiến hành đo như mục 7.3.2.4 tại tất cả các điểm kiểm tra đã quy định tại mục 7.3.1.3 theo chiều tăng của nhiệt độ.

7.3.2.6 Sau khi đo xong tại điểm kiểm tra cuối cùng, tiến hành đo như mục 7.3.2.4 tại điểm kiểm tra ứng với khoảng giữa dải nhiệt độ kiểm định hoặc tại điểm 0 °C (đối với nhiệt kế có phạm vi đo đến 250 °C).

7.3.3 Tính toán kết quả kiểm định

7.3.3.1 Tính các giá trị trung bình của nhiệt kế chuẩn và nhiệt kế bị kiểm tại mục 7.3.2

7.3.3.2 Tính các hệ số a_5 , b_5 , a_8 , b_8 theo các phương trình nội suy của ITS-90 như sau:

$$\Delta W(T_{90}) = W(T_{90}) - W_r(T_{90}) = a_5[W(T_{90}) - 1] + b_5[W(T_{90}) - 1]^2$$

$$\Delta W(T_{90}) = W(T_{90}) - W_r(T_{90}) = a_8[W(T_{90}) - 1] + b_8[W(T_{90}) - 1]^2$$

ĐLVN 250 : 2012

hoặc các hệ số A, B, C theo phương trình nội suy Callendar – Van Dusen:

$$R(t) = R(0) [1 + At + Bt^2] \quad t \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$R(t) = R(0) [1 + At + Bt^2 + C(t - 100)t^3] \quad t < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

7.3.3.3 Tính độ tự nung nóng của nhiệt kế bị kiểm: là hiệu giá trị điện trở của nhiệt kế bị kiểm đo được tại $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ với dòng $i_1 = 1 \text{ mA}$ và dòng $i_2 = \sqrt{2} \text{ mA}$

$$\Delta R_{nn} = R(i_2) - R(i_1)$$

7.3.3.4 Tính độ hồi trễ của nhiệt kế bị kiểm: là hiệu giá trị điện trở của nhiệt kế bị kiểm đo được tại điểm kiểm tra ứng với khoảng giữa dải nhiệt độ kiểm định hoặc tại điểm $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ trong (R_{tr}) và sau khi kiểm định (R_s).

$$\Delta R_{ht} = R_{tr} - R_s$$

7.3.4 Đánh giá độ không đảm bảo đo

Độ không đảm bảo đo của kết quả kiểm định được ước lượng với hệ số phủ $k = 2$ và độ tin cậy 95%. Độ không đảm bảo đo phát sinh do nhiều yếu tố gây sai số và được quy về hai thành phần chính sau:

- Độ không đảm bảo đo chuẩn loại A (type A): u_A
- Độ không đảm bảo đo chuẩn loại B (type B): u_B

7.3.4.1 Độ không đảm bảo đo chuẩn loại A: u_A

Gồm 3 thành phần, được tính theo công thức:

$$u_A = (u_{1A}^2 + u_{2A}^2 + u_{3A}^2)^{1/2}$$

Trong đó:

- u_{1A} và u_{2A} là độ không đảm bảo đo do độ tán mạn của kết quả đo của nhiệt kế chuẩn và nhiệt kế bị kiểm; các độ không đảm bảo đo này tính theo độ lệch chuẩn lũy tích từ các điểm kiểm tra;
- u_{3A} là độ không đảm bảo đo do sai lệch làm khớp (sai lệch giữa các giá trị điện trở đo được với các giá trị điện trở tính toán theo phương trình nội suy của nhiệt kế bị kiểm)

7.3.4.2 Độ không đảm bảo đo chuẩn loại B: u_B

Gồm 8 thành phần, được tính theo công thức sau:

$$u_B = (u_{1B}^2 + u_{2B}^2 + u_{3B}^2 + u_{4B}^2 + u_{5B}^2 + u_{6B}^2 + u_{7B}^2)^{1/2}$$

Trong đó:

- u_{1B} là độ không đảm bảo đo của nhiệt kế chuẩn, thành phần này được tính từ độ không đảm bảo mở rộng U_{ch} của nhiệt kế chuẩn cho trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn:

$$u_{1B} = U_{ch}/2$$

- u_{2B} là độ không đảm bảo đo do độ trôi hàng năm Δt_{tr} của nhiệt kế chuẩn:

$$u_{2B} = \Delta t_{tr} / 2 \sqrt{3}$$

- u_{3B} là độ không đảm bảo đo của thiết bị đo điện trở, thành phần này tính từ độ không đảm bảo mở rộng / độ chính xác U_{tb} của thiết bị đo điện trở cho trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn (tính cả cho nhiệt kế chuẩn và nhiệt kế bị kiểm):

$$u_{3B} = c_i \times U_{tb} / 2$$

- u_{4B} là độ không đảm bảo đo của điện trở chuẩn ngoài, gồm thành phần u_{4B-1} tính theo độ không đảm bảo đo cho trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn và thành phần u_{4B-2} tính theo độ ổn định của bình điều nhiệt δt_{stab} và hệ số nhiệt điện trở α của điện trở chuẩn (thành phần này tính cả cho nhiệt kế chuẩn và nhiệt kế bị kiểm):

$$u_{4B} = (u_{4B-1}^2 + u_{4B-2}^2)^{1/2}$$

$$u_{4B} = c_i \times [(U_{dt}/2)^2 + (\alpha \times \delta t_{stab} / \sqrt{3})^2]^{1/2}$$

- u_{5B} là độ không đảm bảo đo của bình điều nhiệt, gồm thành phần u_{5B-1} tính theo độ ổn định δt_{od} và thành phần u_{5B-2} tính theo độ đồng đều δt_{dd} của bình điều nhiệt:

$$u_{5B} = (u_{5B-1}^2 + u_{5B-2}^2)^{1/2}$$

$$u_{5B} = [(\delta t_{od} / \sqrt{3})^2 + (\delta t_{dd} / \sqrt{3})^2]^{1/2}$$

- u_{6B} là độ không đảm bảo đo do độ hồi trễ ΔR_{ht} của nhiệt kế bị kiểm:

$$u_{6B} = c_i \times \Delta R_{ht} / 2 \sqrt{3}$$

- u_{7B} là độ không đảm bảo đo do hiệu ứng “tự nung nóng” của nhiệt kế bị kiểm:

$$u_{7B} = c_i \times \Delta R_{nn} / 2 \sqrt{3}$$

- u_{8B} là độ không đảm bảo đo của bình điểm 0 °C (hoặc bình điểm ba của nước), thành phần này được tính từ độ không đảm bảo đo mở rộng U_0 của điểm 0 °C (hoặc bình điểm ba của nước):

$$u_{8B} = U_0/2$$

ĐLVN 250 : 2012

7.3.4.3 Độ không đảm bảo đo chuẩn tổng hợp:

$$u_C = (u_A^2 + u_B^2)^{1/2}$$

7.3.4.4 Độ không đảm bảo đo mở rộng: $U = k.u_C = 2.u_C$

7.3.4.5 Các thành phần độ không đảm bảo đo được ghi trong Bảng 3.

Bảng 3

Số TT	Nguồn gốc gây ra độ không đảm bảo đo	Nguồn tính toán	Phân bố
1 Độ KĐB chuẩn loại A			
01	1.1 Độ tản mạn kết quả đo của nhiệt kế chuẩn, u_{1A}	Số liệu đo được	Chuẩn
02	1.2 Độ tản mạn kết quả đo của nhiệt kế bị kiểm, u_{2A}	Số liệu đo được.	Chuẩn
03	1.3 Sai lệch làm khớp, u_{3A}	Số liệu tính toán	Chuẩn
2 Độ KĐB chuẩn loại B			
04	2.1 Nhiệt kế chuẩn, u_{1B}	Chứng nhận	Chuẩn
05	2.2 Độ trôi của nhiệt kế chuẩn, u_{2B}	Chứng nhận	Chữ nhật
06	2.3 Thiết bị đo điện trở, u_{3B}	Chứng nhận	Chuẩn
07	2.4 Điện trở chuẩn, u_{4B}	Chứng nhận	Chuẩn
08	2.5 Bình điều nhiệt, u_{5B}	Chứng nhận	Chuẩn
09	2.6 Độ hồi trễ của nhiệt kế bị kiểm, u_{6B}	Số liệu đo được	Chữ nhật
10	2.7 Hiệu ứng tự nung nóng, u_{7B}	Số liệu đo được	Chữ nhật
11	2.8 Bình điểm 0°C (hoặc bình điểm ba của nước), u_{8B}	Chứng nhận	Chuẩn

7.3.4.6 Độ không đảm bảo đo của nhiệt kế bị kiểm phải thoả mãn yêu cầu quy định tại Bảng 4 phụ lục 2.

8 Xử lý chung

8.1 Nhiệt kế điện trở platin chuẩn sau khi kiểm định nếu đạt các yêu cầu quy định theo quy trình kiểm định này được cấp chứng chỉ kiểm định (tem kiểm định, dấu kiểm định, giấy chứng nhận kiểm định ...) theo quy định.

8.2 Nhiệt kế điện trở platin chuẩn sau khi kiểm định nếu không đạt một trong các yêu cầu quy định của quy trình kiểm định này thì không cấp chứng chỉ kiểm định mới và xóa dấu kiểm định cũ (nếu có).

8.3 Chu kỳ kiểm định của nhiệt kế điện trở platin chuẩn là: 01 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 kỹ thuật: Đạt: Không đạt:
3. Kiểm tra đo lường:

SỐ LIỆU VÀ KẾT QUẢ

Điểm kiểm tra (°C)	Số đọc trung bình của nhiệt kế chuẩn (°C)	Số đọc trung bình của nhiệt kế bị kiểm (Ω), $i_1 = 1 \text{ mA}$	Số đọc trung bình của nhiệt kế bị kiểm (Ω), $i_2 = \sqrt{2} \text{ mA}$
Độ hồi trễ:			
Độ tự nung nóng:			

* Độ không đảm bảo đo mở rộng của phép kiểm định là $U_{95} = \dots \text{ mK}$ (95 %C.L.; $k = 2$).

- Đạt: Không đạt:
4. Kết luận Đạt: Không đạt:

Người soát lại

Kiểm định viên

**ĐỘ CHÍNH XÁC/ĐỘ KHÔNG ĐẢM BẢO ĐO CHO PHÉP
CỦA CÁC LOẠI NHIỆT KẾ ĐIỆN TRỞ PLATIN CHUẨN**

Bảng 4

Phạm vi đo (°C)	Loại nhiệt kế	Độ nhạy (Ω/°C)	Độ ổn định (°C)	Độ chính xác/Độ không đảm bảo đo (°C)
(-40 ÷ 420)	25,5 Ω ± 0,5 Ω vỏ Thủy tinh	0,1	≤ 0,001	≤ 0,01
	25,5 Ω ± 0,5 Ω vỏ Kim loại	0,1	≤ 0,003	≤ 0,02
	100 Ω ± 1 Ω vỏ Kim loại	0,4	≤ 0,01	≤ 0,05

SƠ ĐỒ KIỂM ĐỊNH CHUẨN VÀ CÁC PHƯƠNG TIỆN ĐO NHIỆT ĐỘ

(Để tham khảo)

