

Nhiệt kế điện trở platin công nghiệp - Quy trình hiệu chuẩn

Industrial platinum resistance thermometers - Methods and means of calibration

1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình hiệu chuẩn nhiệt kế điện trở platin công nghiệp (IPRT) trong phạm vi nhiệt độ từ - 40 °C đến + 650 °C với sai số không vượt quá $\pm (0,3 + 0,005|t|)$ °C.

Văn bản này không áp dụng để hiệu chuẩn các loại nhiệt kế điện trở khác.

2 Các phép hiệu chuẩn

Phải lần lượt tiến hành các phép hiệu chuẩn ghi trong bảng sau:

TT	Tên phép hiệu chuẩn	Theo điều mục của QTHC
1	Kiểm tra bên ngoài	5.1
2	Kiểm tra điện trở cách điện	5.2
3	Kiểm tra đo lường + Xác định quan hệ điện trở - nhiệt độ của nhiệt kế + Xác định độ hồi trễ của nhiệt kế	5.3 5.3.3 5.3.4
4	Xử lý kết quả hiệu chuẩn	5.4
5	Tính toán độ không đảm bảo đo	5.5

3 Phương tiện hiệu chuẩn

3.1 Phương tiện chuẩn

3.1.1 Bình điểm 0 °C có độ không đảm bảo đo không lớn hơn 0,05 °C.

3.1.2 Nhiệt kế chuẩn có phạm vi đo phù hợp với phạm vi nhiệt độ cần hiệu chuẩn, có độ không đảm bảo đo không lớn hơn 0,03 °C và đã được hiệu chuẩn theo thang nhiệt độ ITS-90.

ĐLVN 125 : 2003

3.1.3 Thiết bị đo điện trở có độ không đảm bảo đo không lớn hơn 50 ppm.

3.1.4 Các thiết bị tạo môi trường nhiệt độ (bình điều nhiệt/ lò hiệu chuẩn) có phạm vi nhiệt độ làm việc phù hợp với dải nhiệt độ cần hiệu chuẩn.

3.2 Phương tiện phụ

3.2.1 Megômmet 500 V.

3.2.2 Hệ thống gas lắp nhiệt kế theo đúng yêu cầu kỹ thuật.

4 Điều kiện hiệu chuẩn

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

- Nhiệt độ môi trường: $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- Độ ẩm môi trường: không lớn hơn 50 % RH.

5 Tiến hành hiệu chuẩn

5.1 Kiểm tra bên ngoài

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

5.1.1 Ký, nhãn hiệu ghi trên nhiệt kế phải rõ ràng, bao gồm: loại nhiệt kế; phạm vi đo; cấp, độ chính xác; cơ sở sản xuất, số sản xuất, ...

5.1.2 Vỏ bảo vệ không được có những hư hỏng nhìn thấy như bẹp, vỡ, gãy, ...

5.1.3 Các đầu dây nối phải bảo đảm cho việc nối dây chắc chắn, an toàn và tiếp xúc tốt.

5.1.4 Đối với các nhiệt kế được tháo vỏ bảo vệ, khi tháo vỏ, các bộ phận bên trong không được có những hư hỏng nhìn thấy.

5.2 Kiểm tra điện trở cách điện

5.2.1 Khi kiểm tra điện trở cách điện (giữa vỏ bảo vệ bằng kim loại và phần cảm nhiệt) của nhiệt kế điện trở, các đầu nối dây của nhiệt kế phải được nối lại với nhau bằng một sợi dây dẫn.

5.2.2 Điện trở cách điện của nhiệt kế được đo bằng megômmet. Khi đo một cực của megômmet nối với vỏ bảo vệ, cực còn lại được nối với dây dẫn đã nối với các đầu nối dây của nhiệt kế.

5.2.3 Điện trở cách điện của nhiệt kế không được nhỏ hơn 2 MΩ.

5.3 Kiểm tra đo lường

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

5.3.1 Quy định chung

5.3.1.1 Phương pháp hiệu chuẩn nhiệt kế điện trở công nghiệp được thực hiện bằng cách đo giá trị điện trở của nhiệt kế tại các điểm nhiệt độ được thể hiện bằng hệ thống chuẩn nhiệt độ quy định tại mục 3.1.

5.3.1.2 Nội dung của phép hiệu chuẩn nhiệt kế điện trở là thiết lập quan hệ điện trở - nhiệt độ của nhiệt kế.

5.3.1.3 Các điểm nhiệt độ hiệu chuẩn là các điểm nhiệt độ cách đều nhau từ điểm thấp nhất đến điểm cao nhất trong dải nhiệt độ cần hiệu chuẩn. Số điểm nhiệt độ hiệu chuẩn 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.

5.3.1.4 Số lần đo tại mỗi điểm nhiệt độ hiệu chuẩn không ít hơn 5.

5.3.2 Chuẩn bị kiểm tra

5.3.2.1 Chuẩn bị bình điểm 0 °C

5.3.2.2 Lắp ráp, vận hành hệ thống chuẩn nhiệt độ:

- Đưa các thiết bị vào hoạt động theo đúng hướng dẫn sử dụng;
- Chuẩn bị hệ thống giá lắp nhiệt kế chuẩn và nhiệt kế cần hiệu chuẩn vào bình điểm 0 °C/ bình điều nhiệt / lò hiệu chuẩn.

5.3.2.3 Nối các nhiệt kế điện trở vào thiết bị đo điện trở.

5.3.3 Xác định quan hệ nhiệt độ - điện trở của nhiệt kế điện trở

5.3.3.1 Nhúng nhiệt kế cần hiệu chuẩn vào bình điểm 0 °C, đo và ghi giá trị điện trở R (0 °C) của nhiệt kế tại 0 °C.

5.3.3.2 Đặt nhiệt độ của thiết bị tạo môi trường nhiệt độ tại giá trị ứng với điểm nhiệt độ hiệu chuẩn thấp nhất.

ĐLVN 125 : 2003

5.3.3.3 Nhúng nhiệt kế cần hiệu chuẩn vào thiết bị tạo môi trường nhiệt độ đã đặt nhiệt độ ứng với điểm nhiệt độ hiệu chuẩn thấp nhất, đọc và ghi các giá trị đo được của nhiệt kế cần hiệu chuẩn và nhiệt kế chuẩn. Trình tự đọc theo quy định:

Nhiệt kế chuẩn → Nhiệt kế cần hiệu chuẩn → Nhiệt kế chuẩn → ...

5.3.3.4 Lần lượt xác định giá trị điện trở của nhiệt kế cần hiệu chuẩn như mục 5.3.3.3 tại các điểm nhiệt độ hiệu chuẩn đã quy định tại mục 5.3.1.3 theo chiều tăng của nhiệt độ.

5.3.4 Xác định độ hồi trễ của nhiệt kế

5.3.4.1 Đặt nhiệt độ của thiết bị tạo môi trường nhiệt độ ứng với điểm nhiệt độ hiệu chuẩn ở khoảng giữa dải nhiệt độ cần hiệu chuẩn t_g .

5.3.4.2 Nhúng nhiệt kế điện trở vào thiết bị tạo môi trường nhiệt độ, đo và ghi giá trị điện trở $R_2(t_g)$ của nhiệt kế.

Ghi chú: Với phạm vi đo đến 250 °C có thể xác định độ hồi trễ tại điểm 0 °C.

5.4 Tính toán kết quả đo

5.4.1 Tính giá trị trung bình của các giá trị đo tại mục 5.3.3 và mục 5.3.4.

5.4.2 Tính các giá trị nhiệt độ thực theo giá trị trung bình đo được của nhiệt kế chuẩn.

5.4.3 Tính toán các hệ số của hàm quan hệ điện trở - nhiệt độ theo phương pháp bình phương tối thiểu từ các giá trị điện trở đo được tại các điểm nhiệt độ hiệu chuẩn:

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

Với $C = 0$ khi $t > 0$ °C.

5.4.4 Tính độ lệch giữa hàm $R(t)$ đã tính toán và hàm chuẩn $R_N(t)$:

$$\Delta R(t) = R(t) - R_N(t)$$

Giá trị độ lệch nhiệt độ $\Delta t = \Delta R(t) / d_R$ không được vượt quá độ chính xác của nhiệt kế.

Trong đó: d_R : độ nhạy nhiệt điện trở của nhiệt kế, [$\Omega / ^\circ\text{C}$].

5.4.5 Tính độ hồi trễ của nhiệt kế: là hiệu giá trị điện trở của nhiệt kế $R(t_g)$ đo được trước và sau khi hiệu chuẩn tại điểm nhiệt độ hiệu chuẩn cao nhất.

$$\Delta R(t_g) = R_1(t_g) - R_2(t_g)$$

5.5 Tính toán độ không đảm bảo đo

5.5.1 Độ không đảm bảo đo của nhiệt kế điện trở công nghiệp đã được hiệu chuẩn phát sinh do nhiều yếu tố gây sai số và được quy về 6 thành phần độ không đảm bảo đo, mỗi thành phần đều được ước tính ở cùng mức độ tin cậy 95% với hệ số phủ $k = 2$.

a - Độ không đảm bảo đo của nhiệt kế chuẩn: u_1 (loại B);

b - Độ không đảm bảo đo của thiết bị đo điện trở: u_2 (loại B);

c - Độ không đảm bảo đo của thiết bị tạo môi trường nhiệt độ: u_3 (loại B);

d - Độ không đảm bảo đo do độ hồi trễ của nhiệt kế: u_4 (loại B);

e - Độ không đảm bảo đo do độ tản mạn của các kết quả đo: u_5 (loại A);

f - Độ không đảm bảo đo do sự sai lệch giữa giá trị điện trở đo được và giá trị điện trở tính toán theo phương pháp bình phương tối thiểu tại các điểm nhiệt độ hiệu chuẩn: u_6 (loại A).

5.5.2 Mỗi thành phần đều đã được quy đổi theo đơn vị °C; theo đó độ không đảm bảo đo chuẩn liên hợp của nhiệt kế điện trở đã được hiệu chuẩn được tính như sau:

$$u = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2 + u_6^2}$$

5.5.3 Độ không đảm bảo mở rộng:

$$U = k \cdot u_c$$

Tính toán chi tiết độ không đảm bảo đo xem trong phụ lục 1.

6 Xử lý chung

6.1 Nhiệt kế điện trở platin công nghiệp sau khi hiệu chuẩn được dán tem, cấp giấy chứng nhận hiệu chuẩn kèm theo thông báo kết quả hiệu chuẩn.

6.2 Chu kỳ hiệu chuẩn của nhiệt kế điện trở platin công nghiệp được khuyến nghị là 01 năm.

HƯỚNG DẪN TÍNH TOÁN ĐỘ KHÔNG ĐẢM BẢO ĐO

A- Độ không đảm bảo đo thành phần

a- Độ không đảm bảo đo của nhiệt kế chuẩn: u_1 (loại B)

Thành phần này được lấy từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn của nhiệt kế chuẩn và được tính như sau:

$$u_1 = U_{ch}/k \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Trong đó:

U_{ch} : độ không đảm bảo mở rộng của nhiệt kế chuẩn;

k : hệ số phủ lấy từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn của nhiệt kế chuẩn.

b - Độ không đảm bảo đo của thiết bị đo điện trở: u_2 (loại B)

Độ không đảm bảo đo này bao gồm hai thành phần:

- Độ không đảm bảo đo của điện trở chuẩn;

- Độ không đảm bảo đo của thiết bị đo.

* Độ không đảm bảo đo của điện trở chuẩn u_{dt}

Thành phần này được lấy từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn của điện trở chuẩn và được tính như sau:

$$u_{dt} = \frac{U_{dt} \times R_N}{k}$$

Trong đó:

U_{dt} : độ không đảm bảo mở rộng của điện trở chuẩn;

R_N : giá trị điện trở của điện trở chuẩn;

k : hệ số phủ lấy từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn của điện trở chuẩn.

* Độ không đảm bảo đo của thiết bị đo U_{tb}

Thành phần này được lấy từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn của thiết bị đo điện trở và được tính như sau:

$$u_{tb} = \frac{U_{tb} \times R(t_{max})}{k}$$

Trong đó:

U_{tb} : độ không đảm bảo mở rộng của thiết bị đo điện trở;

$R(t_{max})$: giá trị điện trở đo lớn nhất;

k : hệ số phủ lấy từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn của thiết bị đo điện trở.

* Độ không đảm bảo đo của thiết bị đo điện trở

$$u_2 = \sqrt{u_{dt}^2 + u_{tb}^2} \quad [\Omega]$$

$$u_2 = \frac{\sqrt{u_{dt}^2 + u_{tb}^2}}{d_R} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Trong đó: d_R : độ nhạy nhiệt điện trở của nhiệt kế điện trở, [$\Omega/^{\circ}\text{C}$]

Ghi chú: Thành phần này được tính cho cả nhiệt kế chuẩn khi dùng chuẩn là nhiệt kế điện trở chuẩn.

c - Độ không đảm bảo đo của thiết bị tạo môi trường nhiệt độ: u_3 (Loại B)

$$u_3 = \sqrt{\left(\frac{\delta t_1}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{\delta t_2}{\sqrt{3}}\right)^2} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Trong đó:

δt_1 : độ ổn định của thiết bị tạo môi trường nhiệt độ;

δt_2 : độ đồng đều của thiết bị tạo môi trường nhiệt độ.

d - Độ không đảm bảo đo do độ hồi trễ của nhiệt kế: u_4 (Loại B)

Thành phần này được ước tính theo độ hồi trễ $\Delta R(t_g)$ của nhiệt kế tính tại mục 5.4.5. Đánh giá theo phân số xác suất dạng hình chữ nhật, ta có độ không đảm bảo chuẩn là:

$$u_4 = \frac{\Delta R(t_g)}{2\sqrt{3}} \quad [\Omega]$$

$$u_4 = \frac{\Delta R(t_g)}{2\sqrt{3} \times d_N} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

e- Độ không đảm bảo do độ tán mạn của các kết quả đo: u_5 (loại A)

Thành phần này được tính toán từ các phép đo điện trở trong quá trình hiệu chuẩn và được đánh giá theo phân bố Student với mức tin cậy 95%

- Độ lệch chuẩn:

$$s(R(t_j)) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i(t_j) - \overline{R(t_j)})^2}{(n-1)}}$$

Trong đó:

n : số lần đo tại mỗi điểm nhiệt độ hiệu chuẩn;

$R_i(t_j)$: giá trị đo thứ i tại điểm nhiệt độ hiệu chuẩn thứ j ;

$\overline{R(t_j)}$: giá trị đo trung bình tại điểm nhiệt độ hiệu chuẩn thứ j .

- Độ lệch chuẩn lũy tích:

$$S = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m s^2(R(t_j))}$$

Trong đó: m là số các điểm nhiệt độ hiệu chuẩn

- Độ không đảm bảo chuẩn:

$$u_5 = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad [\Omega]$$

$$u_5 = \frac{S}{\sqrt{n} \times d_R} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

f- Độ không đảm bảo do do sự sai lệch giữa giá trị điện trở đo được và giá trị điện trở tính toán theo phương pháp bình phương tối thiểu tại các điểm nhiệt độ hiệu chuẩn (phương pháp tính): u_6 (loại A)

Thành phần này được tính toán từ độ tán mạn của các giá trị đo so với đường cong của hàm quan hệ đã tính toán theo mục 5.4.3

$$x_j = \overline{R(t_j)} - R(0^{\circ}\text{C}) [1 + At + Bt^2 + C(t_j - 100)t_j^3]$$

- Tổng bình phương của độ tán mạn tại các điểm nhiệt độ hiệu chuẩn:

$$X^2 = \sum_{j=1}^m x_j^2$$

- Độ lệch chuẩn so với đường cong tính toán:

$$S = \sqrt{\frac{X^2}{m - \rho}}$$

Trong đó: ρ là số các hệ số của hàm quan hệ

- Độ không đảm bảo chuẩn:

$$u_6 = S \quad [\Omega]$$

$$u_6 = S / d_N \quad [^\circ\text{C}]$$

B Độ không đảm bảo chuẩn tổng hợp:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2 + u_6^2} \quad [^\circ\text{C}]$$

C Độ không đảm bảo mở rộng:

$$U = k \times u_c \quad [^\circ\text{C}]$$

Với hệ số phủ $k = 2$ ứng với mức độ tin cậy 95 %.

TT	Nguồn gốc gây ra độ không đảm bảo	Phân bố	Loại đánh giá
1	Nhiệt kế chuẩn	Chuẩn	B
2	Thiết bị đo điện trở	Chuẩn	B
3	Thiết bị tạo môi trường nhiệt độ	Chữ nhật	B
4	Độ ổn định của nhiệt kế	Chữ nhật	B
5	Độ tản mạn của các kết quả đo	Chuẩn	A
6	Phương pháp tính	Chuẩn	A

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:

Số liệu và kết quả:

+ Kiểm tra điện trở cách điện:

+ Kiểm tra đo lường:

Điểm nhiệt độ hiệu chuẩn (°C)	Số đọc của chuẩn nhiệt độ (°C)	Giá trị trung bình (°C)	Số đọc giá trị điện trở của nhiệt kế điện trở (Ω)	Giá trị trung bình (Ω)
0				
t ₁				
t ₂				
...				
t _g				
...				
t				
t _g (lần 2)				

Người soát lại

Người thực hiện

BẢNG PHÂN BỐ STUDENT

Giá trị hệ số phủ k ứng với mức tin cậy P(%) và số bậc tự do v.

P(%) v	68,27	90,00	95,00	95,45	99,00	99,73
1	1,84	6,31	12,7	14,0	63,7	236
2	1,32	2,92	4,30	4,53	9,92	19,2
3	1,20	2,35	3,18	3,31	5,84	9,22
4	1,14	2,13	2,78	2,87	4,60	6,62
5	1,11	2,02	2,57	2,65	4,03	5,51
6	1,09	1,94	2,45	2,52	3,71	4,90
7	1,08	1,89	2,36	2,43	3,50	4,53
8	1,07	1,86	2,31	2,37	3,36	4,28
9	1,06	1,83	2,26	2,32	3,25	4,09
10	1,05	1,81	2,23	2,28	3,17	3,96
11	1,05	1,80	2,20	2,25	3,11	3,85
12	1,04	1,78	2,18	2,23	3,05	3,76
13	1,04	1,77	2,16	2,21	3,01	3,69
14	1,04	1,76	2,14	2,20	2,98	3,64
15	1,03	1,75	2,13	2,18	2,95	3,59
16	1,03	1,75	2,12	2,17	2,92	3,54
17	1,03	1,74	2,11	2,16	2,90	3,51
18	1,03	1,73	2,10	2,15	2,88	3,48
19	1,03	1,73	2,09	2,14	2,86	3,45
20	1,03	1,72	2,09	2,13	2,85	3,42
50	1,01	1,68	2,01	2,05	2,68	3,16
100	1,01	1,66	1,98	2,03	2,63	3,08
∞	1,00	1,65	1,96	2,00	2,58	3,00