

**ĐLVN 302 : 2016**

**NHIỆT KẾ ĐIỆN TRỞ PLATIN CHUẨN  
QUY TRÌNH HIỆU CHUẨN BẰNG PHƯƠNG PHÁP  
ĐIỂM CHUẨN**

*Reference platinum resistance thermometers  
Calibration procedure by defining fixed points*

**HÀ NỘI - 2016**

**Lời nói đầu:**

ĐLVN 302 : 2016 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 hiệu chuẩn bằng phương pháp điểm chuẩn

*Reference platinum resistance thermometers*  
*Calibration procedure by defining fixed points*

### 1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình hiệu chuẩn bằng phương pháp điểm chuẩn, các loại nhiệt kế điện trở platin chuẩn có phạm vi đo nhiệt độ từ - 38,8344 °C đến 419,527 °C và độ chính xác/độ không đảm bảo đo  $\leq 0,010$  °C dùng để hiệu chuẩn các loại nhiệt kế (trừ nhiệt kế y học điện tử bức xạ hồng ngoại đo tai).

### 2 Giải thích từ ngữ

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

**2.1** Nhiệt kế điện trở platin chuẩn (sau đây gọi tắt là nhiệt kế chuẩn): Loại nhiệt kế có độ chính xác cao, thân dài, vỏ bảo vệ thường là thủy tinh hoặc kim loại chịu nhiệt, đầu đo là dây platin tinh khiết, có điện trở danh định 25  $\Omega$  hoặc 100  $\Omega$  ở 0 °C.

**2.2** Đầu đo của nhiệt kế chuẩn: Dây platin tinh khiết, có tính chất thay đổi điện trở khi nhiệt độ thay đổi, được cuốn khoảng 50 mm trên khung đỡ làm bằng vật liệu cách điện, cách nhiệt.

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

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

**2.5** Ống bảo vệ nhiệt kế chuẩn: Là ống làm từ thủy tinh trung tính chịu nhiệt hoặc kim loại, bọc ngoài nhiệt kế chuẩn để bảo vệ đầu đo và dây dẫn trong.

**2.6** Các đầu nối của nhiệt kế chuẩn: Gồm 4 đầu dẹt, mạ đồng hoặc vàng để tiếp xúc tốt với các đầu nối của thiết bị đo, chia thành 2 đầu dòng và 2 đầu áp, thường ký hiệu C1P1C2P2; AABB; CcTt hoặc phân theo màu, phù hợp với quy định quốc tế.

### 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 qui trình
<b>1</b>	<b>Kiểm tra bên ngoài</b>	<b>7.1</b>
<b>2</b>	<b>Kiểm tra kỹ thuật</b>	<b>7.2</b>
2.1	Kiểm tra điện trở cách điện	7.2.1
2.2	Kiểm tra độ ổn định	7.2.2
<b>3</b>	<b>Kiểm tra đo lường</b>	<b>7.3</b>

#### 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 cho điều, mục của qui trình
<b>1</b>	<b>Chuẩn đo lường</b>		
1.1	Điểm ba của thủy ngân	- Nhiệt độ: -38,8344 °C - U = 0,0006 °C (k = 2)	7.3
1.2	Điểm ba của nước tinh khiết	- Nhiệt độ: 0,01 °C - U = 0,0005 °C (k = 2)	7.3
1.3	Điểm nóng chảy của Gallium	- Nhiệt độ: 29,7646 °C - U = 0,0006 °C (k = 2)	7.3
1.4	Điểm đông đặc của thiếc	- Nhiệt độ: 231,928 °C - U = 0,0006 °C (k = 2)	7.3
1.5	Điểm đông đặc của kẽm	- Nhiệt độ: 419,527 °C - U = 0,0009 °C (k = 2)	7.3
1.6	Thiết bị đo điện trở chuẩn	- Dải đo: 0 ÷ 400 Ω - Độ chính xác: ≤ 0,00001 %.	7.3
1.7	Điện trở chuẩn ngoài	- Giá trị điện trở phù hợp với nhiệt kế cần hiệu chuẩn - Độ chính xác ≤ 0,0001 %	7.3
<b>2</b>	<b>Phương tiện phụ</b>		
2.1	Hệ thống giá lắp nhiệt kế điện trở Platin chuẩn		7.3
2.2	Lò ủ nhiệt	Dải đo max ≥ 420 °C	7.2

<b>TT</b>	<b>Tên phương tiện dùng để hiệu chuẩn</b>	<b>Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản</b>	<b>Áp dụng cho điều, mục của qui trình</b>
2.3	Megomet	- Phạm vi hoạt động: (0 ÷ 500) VDC - Dải đo max > 5000 MΩ;	7.3
2.4	Còn tinh khiết, găng tay, giẻ lau vệ sinh.		7.2, 7.3

## **5 Điều kiện hiệu chuẩn**

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

- Nhiệt độ:  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;
- Độ ẩm:  $\leq 70 \%RH$ ;
- Điện áp nguồn cung cấp phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật.

## **6 Chuẩn bị hiệu chuẩn**

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

- Làm vệ sinh sạch sẽ nhiệt kế điện trở chuẩn cần hiệu chuẩn;
- Tiến hành tái tạo các điểm chuẩn:
  - + điểm ba của nước;
  - + điểm đông đặc của kẽm;
  - + điểm đông đặc của thiếc;
  - + điểm nóng chảy của galium;
  - + điểm ba của thủy ngân.
- Chuẩn bị thiết bị đo điện trở chuẩn.
- Chuẩn bị điện trở chuẩn.

## **7 Tiến hành hiệu chuẩn**

### **7.1 Kiểm tra bên ngoài**

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

**7.1.1** Nhiệt kế cần hiệu chuẩn có đầy đủ ký, mã hiệu, nước sản xuất, tài liệu kỹ thuật kèm theo.

**7.1.2** Nhiệt kế cần hiệu chuẩn không bị nứt, vỡ, móp méo vỏ bảo vệ.

### **7.2 Kiểm tra kỹ thuật**

## ĐLVN 302 : 2016

### 7.2.1 Kiểm tra điện trở cách điện

7.2.1.1 Điện trở cách điện của nhiệt kế được đo bằng megomet. Khi đo một cực của megomet nối với vỏ bảo vệ, cực còn lại được nối với dây dẫn của nhiệt kế.

7.2.1.2 Điện trở cách điện của nhiệt kế phải phù hợp với đặc trưng kỹ thuật của nhà sản xuất.

### 7.2.2 Kiểm tra độ ổn định

Nhiệt kế cần hiệu chuẩn được đánh giá độ ổn định tại điểm ba của nước trước và sau khi ủ tại nhiệt độ cao nhất trong dải nhiệt độ hiệu chuẩn. Trình tự kiểm tra như sau:

- Đo giá trị điện trở của nhiệt kế cần hiệu chuẩn tại điểm ba của nước:  $R_{TPW0}$ ;
  - Ủ nhiệt kế cần hiệu chuẩn trong lò ủ khoảng 4 giờ tại nhiệt độ 450 °C;
- Sau khi ủ, rút nhiệt kế cần hiệu chuẩn ra làm nguội tự nhiên ở nhiệt độ phòng.
- Đo lại giá trị điện trở của nhiệt kế cần hiệu chuẩn tại điểm ba của nước:  $R_{TPW1}$
  - Hiệu giá trị nhiệt độ trước và sau khi ủ ( $\Delta t$ ) phải thoả mãn:
    - + Đối với nhiệt kế 25  $\Omega$ :  $\Delta t \leq 0,0005$  °C;
    - + Đối với nhiệt kế 100  $\Omega$ :  $\Delta t \leq 0,005$  °C.

$$\text{Với: } \Delta t = \frac{R_{TPW0} - R_{TPW1}}{c} \quad (1)$$

Trong đó: c: Hệ số độ nhạy của nhiệt kế cần hiệu chuẩn, ( $\Omega/^\circ\text{C}$ )

- Nếu không thoả mãn các giá trị trên, nhiệt kế cần hiệu chuẩn phải ủ lại. Sau 3 lần ủ vẫn không đạt, dừng hiệu chuẩn và thông báo cho khách hàng.

## 7.3 Kiểm tra đo lường

Nhiệt kế cần hiệu 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 Trong dải nhiệt độ hiệu chuẩn (-38,8344 ÷ 29,7646) °C, nhiệt kế cần hiệu chuẩn được hiệu chuẩn tại 03 điểm chuẩn: điểm ba của thủy ngân (TPHg); điểm ba của nước (TPW) và điểm nóng chảy của gali (MPGa). Sai lệch giữa  $W(T_{90})$  và hàm chuẩn  $W_r(T_{90})$  được xác định bởi công thức :

$$\Delta W_5 = W(T_{90}) - W_r(T_{90}) = a_5 [W(T_{90}) - 1] + b_5 [W(T_{90}) - 1]^2 \quad (2)$$

Trong đó:

-  $W(T_{90}) = R(T_{90})/R_{TPW}$ : Tỷ số điện trở tại điểm chuẩn thủy ngân và gali với điểm ba của nước của nhiệt kế cần hiệu chuẩn, được đo ngay sau khi đo tại điểm chuẩn thủy ngân và gali.

-  $W_r(T_{90})$ : Hàm chuẩn của điểm chuẩn:

+ Trong dải 13,8033 K đến 273,16 K:

$$W_r(T_{90}) = \exp \left\{ A_0 + \sum_{i=1}^{12} A_i \left[ \frac{\ln \left( \frac{T_{90}}{273,16 \text{ K}} + 1,5 \right)}{1,5} \right]^i \right\} \quad (3)$$

+ Trong dải 0 °C đến 961,8 °C:

$$W_r(T_{90}) = C_0 + \sum_{i=1}^9 C_i \left[ \frac{T_{90} - 754,15}{481} \right]^i \quad (4)$$

-  $a_5, b_5$ : Các hệ số hiệu chuẩn, được tính từ phương trình (2), sau khi đã hiệu chuẩn nhiệt kế tại các điểm chuẩn và xác định các giá trị hàm  $W(\text{TPHg})$  và  $W(\text{MPGa})$ .

- Hàm ngược chuẩn để tính nhiệt độ, với sai số 0,1 mK có dạng:

$$\frac{T_{90}(\text{°C})}{273,16 \text{ K}} = \sum_{i=0}^{15} B_i \left[ \frac{W_r(T_{90})^{1/6} - 0,65}{0,35} \right]^i \quad (5)$$

Với các hệ số  $A_i = A_0, A_1, A_2, \dots, A_{12}$  và  $B_i = B_0, B_1, B_2, \dots, B_{15}$  tra theo bảng chuẩn của Thang ITS – 90 (xem phụ lục 3).

7.3.1.2 Trong dải nhiệt độ hiệu chuẩn (0,01 ÷ 419,527) °C, nhiệt kế cần hiệu chuẩn được hiệu chuẩn tại 04 điểm chuẩn: điểm đông đặc của kẽm (FPZn); điểm đông đặc của thiếc (FPSn); điểm nóng chảy gali (MPGa) và điểm ba của nước (TPW). Sai lệch giữa  $W(T_{90})$  và hàm chuẩn  $W_r(T_{90})$  được xác định bởi công thức:

$$\Delta W_8 = W(T_{90}) - W_r(T_{90}) = a_8 [W(T_{90}) - 1] + b_8 [W(T_{90}) - 1]^2 \quad (6)$$

-  $a_8, b_8$ : Các hệ số hiệu chuẩn, được tính từ phương trình (6), sau khi đã hiệu chuẩn nhiệt kế tại các điểm chuẩn và xác định các giá trị hàm  $W(\text{FPZn})$  và  $W(\text{FPSn})$ .

- Hàm ngược chuẩn để tính nhiệt độ, với sai số 0,08 mK có dạng:

$$T_{90}(\text{°C}) - 273,16 = \sum_{i=0}^9 D_i \left[ \frac{W_r(T_{90}) - 2,64}{1,64} \right]^i \quad (7)$$

Với các hệ số  $C_i = C_0, C_1, C_2, \dots, C_9$  và  $D_i = D_0, D_1, D_2, \dots, D_9$  tra theo bảng chuẩn của Thang ITS – 90 (xem phụ lục 3).

7.3.1.3 Đo các giá trị tỉ số điện trở  $r = R(T_{90})/R_s$ , (với  $R_s$  là giá trị của điện trở chuẩn ngoài) của nhiệt kế cần hiệu chuẩn trên thiết bị đo tỉ số điện trở tại các điểm chuẩn với 2 dòng đo  $i_1 = 1 \text{ mA}$  và  $i_2 = i_1 \sqrt{2} \text{ mA}$ , sau khi chắc chắn nhiệt độ tại các điểm chuẩn đã ổn định.

## ĐLVN 302 : 2016

### 7.3.2 Quy trình đo:

- Trình tự đo các giá trị điện trở tại các điểm chuẩn  $R(T_{90}) = r \times R_s$  như sau:

$$R_{FPZn} \rightarrow R_{TPW2} \rightarrow R_{FPSn} \rightarrow R_{TPW3} \rightarrow R_{MPGa} \rightarrow R_{TPW4} \rightarrow R_{TPHg} \rightarrow R_{TPW5}$$

Trong đó:  $R_{TPW2}$ ,  $R_{TPW3}$ ,  $R_{TPW4}$ ,  $R_{TPW5}$  là các giá trị điện trở của nhiệt kế cần hiệu chuẩn tại điểm ba của nước ngay sau khi đo tại điểm chuẩn của kẽm, thiếc, gali và thủy ngân.

- Tại mỗi điểm chuẩn, đo ít nhất 30 giá trị (mỗi giá trị đo cách nhau 10 giây) sau khi nhiệt độ cân bằng pha đã ổn định.
- Trước khi đo tại điểm ba của nước, nhiệt kế cần hiệu chuẩn phải được làm lạnh trước trong bình 0 °C khoảng 20 phút; trước khi đo tại các điểm kẽm, thiếc, gali và thủy ngân, nhiệt kế cần hiệu chuẩn phải được gia nhiệt hoặc làm lạnh sơ bộ trong 30 phút ở nhiệt độ gần với nhiệt độ các điểm chuẩn tương ứng.
- Giá trị điện trở đo tại điểm ba của nước sau cùng  $R_{TPW5}$  được lấy là giá trị của nhiệt kế cần hiệu chuẩn tại điểm ba của nước.
- Trong suốt quá trình hiệu chuẩn, chỉ sử dụng 01 điện trở chuẩn ngoài làm điện trở chuẩn.
- Sau khi đo xong, bảo quản nhiệt kế cần hiệu chuẩn ở vị trí thẳng đứng trong nhiệt độ phòng.

### 7.3.3 Tính toán kết quả đo

- Tính các giá trị điện trở trung bình, độ lệch chuẩn của nhiệt kế cần hiệu chuẩn tại các điểm hiệu chuẩn.
- Tính giá trị các hàm  $W(\text{điểm chuẩn})$  của nhiệt kế cần hiệu chuẩn tại các điểm chuẩn theo công thức:

$$W(\text{điểm chuẩn}) = R(\text{điểm chuẩn})/R(TPW_i), \quad (8)$$

Với giá trị  $R(TPW_i)$  là giá trị điện trở trung bình đo được của nhiệt kế cần hiệu chuẩn tại các điểm ba của nước ngay sau khi đo mỗi điểm chuẩn.

- Tính giá trị điện trở trung bình tại mỗi điểm chuẩn của nhiệt kế cần hiệu chuẩn đối với dòng  $i_0 = 0$  mA. Giá trị này được xác định từ các giá trị điện trở  $R_1, R_2$  khi đo dòng  $i_1$  và  $i_2$  theo công thức:

$$R_0(\text{điểm chuẩn}) = 2R_1 - R_2 \quad (9)$$

- Sau khi hiệu chuẩn, nhiệt kế cần hiệu chuẩn phải thỏa mãn 1 trong các điều kiện sau:

$$W(+29,7646 \text{ } ^\circ\text{C}) \geq 1,11807$$

hoặc 
$$W(-38,8344 \text{ } ^\circ\text{C}) \leq 0,844235$$



Nếu không thỏa mãn, nhiệt kế cần hiệu chuẩn không đạt yêu cầu, dùng hiệu chuẩn.

- Tính các hệ số  $a_5, b_5$  hoặc  $a_8, b_8$  trong các phương trình (2, 6).
- Căn cứ vào các phương trình (2, 5, 6 và 7) để lập bảng số liệu quan hệ giữa nhiệt độ ( $t_{90}/^{\circ}\text{C}$ ) hoặc ( $T_{90} /\text{K}$ ) với điện trở  $R(t)$  hoặc  $W(t)$  và hệ số nhạy ( $dr/dt$ ) hoặc ( $dw/dt$ ).
- Kết quả hiệu chuẩn bao gồm độ ổn định, các hệ số xác định  $a_i, b_i$ , giá trị điện trở trung bình đo tại các điểm chuẩn, bảng số liệu quan hệ nhiệt độ - điện trở trong toàn dải nhiệt độ hiệu chuẩn và ước lượng độ không đảm bảo đo của phép hiệu chuẩn tại các điểm chuẩn.

### **8 Ước lượng độ không đảm bảo đo**

Độ không đảm bảo đo (ĐKĐBĐ) của phép hiệu chuẩn nhiệt kế điện trở chuẩn được tính toán từ các sai số ảnh hưởng đến các phép đo nhiệt độ khi hiệu chuẩn, được chia thành hai loại: độ không đảm bảo đo của tổ hợp chuẩn và độ không đảm bảo đo của nhiệt kế điện trở cần hiệu chuẩn.

ĐKĐBĐ được tính cho toàn dải đo với mức tin cậy  $P = 95 \%$  và hệ số phủ  $k = 2$ .

#### **8.1 Độ không đảm bảo đo của tổ hợp chuẩn: $u_{ch}$**

Độ không đảm bảo đo của tổ hợp chuẩn gồm các thành phần sau:

- ĐKĐBĐ do điểm chuẩn:  $u_{ch1}$
- ĐKĐBĐ do độ trôi của điểm chuẩn:  $u_{ch2}$
- ĐKĐBĐ do cầu đo điện trở:  $u_{ch3}$
- ĐKĐBĐ do điện trở chuẩn ngoài:  $u_{ch4}$
- ĐKĐBĐ do bình điều nhiệt duy trì điện trở chuẩn:  $u_{ch5}$

Độ không đảm bảo đo chuẩn tổng hợp của tổ hợp chuẩn:

$$u_{ch} = \sqrt{u_{ch1}^2 + u_{ch2}^2 + u_{ch3}^2 + u_{ch4}^2 + u_{ch5}^2} \quad (10)$$

#### **8.2 Độ không đảm bảo đo của nhiệt kế cần hiệu chuẩn: $u_{bk}$**

Độ không đảm bảo đo của nhiệt kế cần hiệu chuẩn gồm các thành phần sau:

- ĐKĐBĐ do độ tản mạn kết quả đo của nhiệt kế cần hiệu chuẩn:  $u_{bk1}$
- ĐKĐBĐ do sai lệch từ phương trình nội suy:  $u_{bk2}$
- ĐKĐBĐ do chiều sâu nhúng của nhiệt kế cần hiệu chuẩn:  $u_{bk3}$
- ĐKĐBĐ do hiệu ứng tự nung nóng của nhiệt kế:  $u_{bk4}$
- ĐKĐBĐ do độ ổn định của nhiệt kế tại điểm ba của nước:  $u_{bk5}$

Độ không đảm bảo đo chuẩn tổng hợp của nhiệt kế cần hiệu chuẩn:

$$u_{bk} = \sqrt{u_{bk1}^2 + u_{bk2}^2 + u_{bk3}^2 + u_{bk4}^2 + u_{bk5}^2} \quad (11)$$

**8.3 Độ không đảm bảo đo tổng hợp:  $u_C$**

$$u_C = \sqrt{u_{ch}^2 + u_{bk}^2} \quad (12)$$

**8.4 Độ không đảm bảo đo mở rộng:  $U_{95}$**

Tính với mức độ tin cậy 95 %; hệ số phủ  $k = 2$ :

$$U_{95} = 2 \times u_C \quad (13)$$

Thành phần này sẽ được đưa vào chứng nhận hiệu chuẩn của nguồn vật đen cần hiệu chuẩn.

*Bảng tổng hợp các nguồn gây nên độ không đảm bảo đo*

TT	Nguồn gốc gây nên độ không đảm bảo đo	ĐKĐBĐ loại	Phân bố
<b>1</b>	<b>ĐKĐBĐ của tổ hợp chuẩn, <math>u_{ch}</math></b>		
1.1	ĐKĐBĐ do điểm chuẩn nhiệt độ, $u_{ch1}$	B	Chuẩn
1.2	ĐKĐBĐ do độ trôi của điểm chuẩn, $u_{ch2}$	B	Chữ nhật
1.3	ĐKĐBĐ do cầu đo điện trở chuẩn, $u_{ch3}$	B	Chuẩn
1.4	ĐKĐBĐ do điện trở chuẩn ngoài, $u_{ch4}$	B	Chuẩn
1.5	ĐKĐBĐ do bình điều nhiệt duy trì điện trở chuẩn, $u_{ch5}$	B	Chữ nhật
<b>2</b>	<b>ĐKĐBĐ của nhiệt kế cần hiệu chuẩn, <math>u_{bk}</math></b>		
2.1	ĐKĐBĐ do độ tản mạn kết quả đo của nhiệt kế cần hiệu chuẩn, $u_{bk1}$	A	Chuẩn
2.2	ĐKĐBĐ do sai lệch từ phương trình nội suy, $u_{bk2}$	A	Chuẩn
2.3	ĐKĐBĐ do chiều sâu nhúng của nhiệt kế cần hiệu chuẩn, $u_{bk3}$	B	Chữ nhật
2.4	ĐKĐBĐ do hiệu ứng tự nung nóng của nhiệt kế, $u_{bk3}$	B	Chữ nhật
2.5	ĐKĐBĐ do độ ổn định của nhiệt kế tại điểm ba của nước, $u_{bk5}$	B	Chữ nhật
	<b>ĐKĐBĐ tổng hợp, <math>u_C</math></b>		Chuẩn
	<b>ĐKĐBĐ mở rộng, <math>U_{95}</math></b>		Chuẩn

*Ghi chú: Hướng dẫn tính toán độ không đảm bảo đo xem trong phụ lục 2.*

## **9 Xử lý chung**

**9.1** Nhiệt kế điện trở platin chuẩn sau khi hiệu chuẩn nếu đạt các yêu cầu kỹ thuật và  $U \leq 0,010$  °C thì được cấp chứng chỉ hiệu chuẩn (tem hiệu chuẩn, dấu hiệu chuẩn, giấy chứng nhận hiệu chuẩn...) theo quy định.

**9.2** Nhiệt kế điện trở platin chuẩn sau khi hiệu chuẩn nếu không đạt một trong các yêu cầu trên thì không cấp chứng chỉ hiệu chuẩn mới và xoá dấu hiệu chuẩn cũ (nếu có).

**9.3** Chu kỳ hiệu chuẩn của nhiệt kế điện trở platin chuẩn là 12 tháng.

Tên cơ quan hiệu chuẩn  
.....

**BIÊN BẢN HIỆU CHUẨN**  
Số: .....

Tên chuẩn/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: .....

Người thực hiện: ..... Ngày thực hiện: .....

Địa điểm thực hiện: .....

**KẾT QUẢ HIỆU CHUẨN**

1 Kiểm tra bên ngoài:     Đạt                                     Không đạt

2 Kiểm tra kỹ thuật:     Đạt                                     Không đạt

3 Kiểm tra đo lường:

Điểm chuẩn	Số đọc của nhiệt kế cần hiệu chuẩn ( $\Omega$ ), $i_1 = 1 \text{ mA}$			Số đọc của nhiệt kế cần hiệu chuẩn ( $\Omega$ ), $i_2 = 1,414 \text{ mA}$		
	Lần đọc thứ 1	....	Lần đọc thứ n	Lần đọc thứ 1	....	Lần đọc thứ n
TPW0						
TPW1						
<b>FPZn</b>						
TPW2						
<b>FPSn</b>						
TPW3						
<b>MPGa</b>						
TPW4						
<b>TPHg</b>						
TPW5						
<b>W(Ga) =</b>						

Độ không đảm bảo đo lớn nhất của phép hiệu chuẩn là  $U_{95} = \dots \text{ } ^\circ\text{C}$  (95 % C.L.;  $k = 2$ ).

4 Kết luận: .....

Người soát lại

Người thực hiện

## HƯỚNG DẪN TÍNH TOÁN ĐỘ KHÔNG ĐẢM BẢO ĐO

### 1 Độ không đảm bảo đo của tổ hợp chuẩn: $u_{ch}$

#### 1.1 ĐKĐBĐ do các điểm chuẩn nhiệt độ: $u_{ch1}$

Thành phần này được lấy từ giấy chứng nhận của các điểm chuẩn, được tính theo công thức:

$$u_{ch1} = \frac{U_{95.FP}}{2} \quad (1)$$

#### 1.2 ĐKĐBĐ do độ trôi của các điểm chuẩn: $u_{ch2}$

Thành phần này tính toán dựa trên độ trôi lâu dài của các điểm chuẩn sử dụng, lấy từ số liệu của nhà sản xuất các điểm chuẩn, được tính theo công thức:

$$u_{ch2} = \frac{\Delta t}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

#### 1.3 ĐKĐBĐ do do cầu đo điện trở: $u_{ch3}$

Thành phần này được lấy từ giấy chứng nhận của cầu đo, được tính theo công thức:

$$u_{ch3} = \frac{R_{cd} \times U_{95.cd}}{2c} \quad (3)$$

Trong đó:

$R_{cd}$ : Giá trị điện trở danh định của cuộn điện trở chuẩn;

$c$ : Hệ số độ nhạy của nhiệt kế cần hiệu chuẩn, đơn vị ( $\Omega/^\circ\text{C}$ ).

#### 1.4 ĐKĐBĐ do điện trở chuẩn ngoài: $u_{ch4}$

Thành phần này được lấy từ giấy chứng nhận của điện trở chuẩn, được tính theo công thức:

$$u_{ch4} = \frac{R_{dt} \times U_{95.dt}}{2c} \quad (4)$$

Trong đó:  $R_{dt}$ : Giá trị điện trở danh định của cuộn điện trở chuẩn.

#### 1.5 ĐKĐBĐ do bình điều nhiệt duy trì điện trở chuẩn: $u_{ch5}$

Thành phần này được tính từ tổ hợp hai thành phần độ không đảm bảo đo của thiết bị theo độ ổn định  $\delta_{od}$  và độ đồng đều  $\delta_{dd}$  của bình điều nhiệt duy trì điện trở chuẩn, được tính theo công thức:

$$u_{ch5} = \sqrt{\frac{\delta_{od}^2 + \delta_{dd}^2}{3}} \quad (5)$$

Độ không đảm bảo đo chuẩn tổng hợp của tổ hợp chuẩn:  $u_{ch}$

$$u_{ch} = \sqrt{u_{ch1}^2 + u_{ch2}^2 + u_{ch3}^2 + u_{ch4}^2 + u_{ch5}^2} \quad (6)$$

## 2 Độ không đảm bảo đo của nhiệt kế cần hiệu chuẩn: $u_{bk}$

### 2.1 ĐKĐBĐ do độ tản mạn kết quả đo của nhiệt kế cần hiệu chuẩn: $u_{bk1}$

$$u_{bk1} = \sqrt{\sum_{j=1}^N \frac{S_j^2}{n}} \quad (7)$$

Trong đó:

S là độ lệch chuẩn của nhiệt kế cần hiệu chuẩn, tính cho n lần đọc, được tính theo công thức:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n-1}} \quad (8)$$

Với: N: Số điểm nhiệt độ hiệu chuẩn;

n: Số lần đọc tại mỗi điểm;

$t_i$ : Giá trị nhiệt độ ở lần đọc thứ i của nhiệt kế cần hiệu chuẩn;

$\bar{t}$ : Nhiệt độ trung bình tại điểm kiểm tra của nhiệt kế cần hiệu chuẩn.

### 2.2 ĐKĐBĐ do sai lệch từ phương trình nội suy: $u_{bk2}$

Thành phần này được lấy từ kết quả tính toán trong phương trình nội suy, và bằng giá trị độ lệch tại mỗi điểm đo so với phương trình tính toán, ta có:

$$u_{bk2} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N \Delta t_j^2}{N-h}} \quad (9)$$

Trong đó:

$\Delta t_j$ : Giá trị sai lệch nhiệt độ tại điểm kiểm tra thứ j;

N: Số điểm đo;

h: Số các hệ số của phương trình nội suy.

### 2.3 ĐKĐBĐ do chiều sâu nhúng của nhiệt kế: $u_{bk3}$

Thành phần này được ước tính theo công thức:

$$u_{bk3} = \frac{dh \times k}{\sqrt{3}} \quad (10)$$

Trong đó:

dh: chiều sâu nhúng, m

k: hiệu chỉnh nhiệt độ theo chiều sâu nhúng, mK/m

### 2.4 ĐKĐBĐ do hiệu ứng tự nung nóng của nhiệt kế: $u_{bk4}$

Thành phần được tính toán dựa theo độ chênh lệch của giá trị đo  $R_1$  tại dòng điện  $i_1 = 1\text{mA}$  và  $R_2$  tại dòng điện  $i_2 = i_1 \sqrt{2}$  mA, được tính theo công thức:

$$u_{bk4} = \frac{\Delta R}{c \times \sqrt{3}} \quad (11)$$

Với:  $\Delta R = R_2 - R_1$

2.5 ĐKĐBĐ do độ ổn định của nhiệt kế tại điểm ba của nước:  $u_{bk5}$

Thành phần này được tính toán theo độ chênh lệch giá trị đo điểm ba của nước tại lần đo đầu ( $R_{TPW0}$ ) và cuối ( $R_{TPW5}$ ) của quá trình hiệu chuẩn, và tính theo công thức:

$$u_{bk5} = \frac{\Delta R}{c \times 2\sqrt{3}} \quad (12)$$

Trong đó:  $\Delta R = R_{TPW0} - R_{TPW5}$

Độ không đảm bảo đo chuẩn tổng hợp của nhiệt kế cần hiệu chuẩn:

$$u_{bk} = \sqrt{u_{bk1}^2 + u_{bk2}^2 + u_{bk3}^2 + u_{bk4}^2 + u_{bk5}^2} \quad (13)$$

**3 Độ không đảm bảo tổng hợp:  $u_C$**

$$u_C = \sqrt{u_{ch}^2 + u_{bk}^2} \quad (14)$$

**Độ không đảm bảo mở rộng:  $U_{95}$**  (với mức độ tin cậy 95 %, hệ số phủ  $k = 2$ )

$$U_{95} = 2 \times u_C \quad (15)$$

**Các hệ số phương trình nội suy  $A_i$ ,  $B_i$ ,  $C_i$ ,  $D_i$  theo Thang ITS - 90**

A0	-2,13534729	B0	0,183324722
A1	3,18324720	B1	0,240975303
A2	-1,80143597	B2	0,209108771
A3	0,71727204	B3	0,190439972
A4	0,50344027	B4	0,142648498
A5	-0,61899395	B5	0,077993465
A6	-0,05332322	B6	0,012475611
A7	0,28021362	B7	-0,032267127
A8	0,10715224	B8	-0,075291522
A9	-0,29302865	B9	-0,056470670
A10	0,04459872	B10	0,076201285
A11	0,11868632	B11	0,123893204
A12	-0,05248134	B12	-0,029201193
		B13	-0,091173542
		B14	0,001317696
		B15	0,026025526
$C_0$	2.78157254	$D_0$	439.932854
$C_1$	1.64650916	$D_1$	472.418020
$C_2$	-0.13714390	$D_2$	37.684494
$C_3$	-0.00649767	$D_3$	7.472018
$C_4$	-0.00234444	$D_4$	2.920828
$C_5$	0.00511868	$D_5$	0.005174
$C_6$	0.00187982	$D_6$	-0.963864
$C_7$	-0.00204472	$D_7$	-0.188732
$C_8$	-0.00046122	$D_8$	0.191203
$C_9$	0.00045724	$D_9$	0.049025



**Hệ số chiều sâu nhúng theo Thang nhiệt độ ITS – 90**

<b>Điểm chuẩn</b>	<b>Nhiệt độ (<math>t_{90}</math>, °C)</b>	<b>Ảnh hưởng chiều sâu nhúng, k1 (mK/m)</b>
TPHg	-38,8344	+7,1
TPW	+0,01	-0,73
MPGa	+29,7646	-1,2
FPSn	+231,928	+2,2
FPZn	+419,527	+2,7