

ĐLVN 301 : 2016

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

*Reference platinum resistance thermometers
Calibration procedure by comparison techniques*

HÀ NỘI - 2016

Lời nói đầu:

ĐLVN 301 : 2016 thay thế ĐLVN 250 : 2012.

ĐLVN 301 : 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 so sánh

*Reference platinum resistance thermometers
Calibration procedure by comparison techniques*

1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình hiệu chuẩn bằng phương pháp so sánh, các loại nhiệt kế điện trở platin chuẩn (sau đây ký hiệu là UUT) có phạm vi đo trong khoảng nhiệt độ từ - 40 °C đến 420 °C và độ chính xác/độ không đảm bảo đo ≤ 50 mK (0,05 °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 Ω hoặc 100 Ω 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 det, 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 mẫu, phù hợp với quy định quốc tế.

2.7 Điện trở danh định: Giá trị điện trở của nhiệt kế chuẩn ở 0 °C hoặc ở 0,01 °C.

2.8 Dòng danh định: Giá trị dòng điện dòng danh định là 1 mA đối với loại nhiệt kế chuẩn có điện trở 25 Ω và 100 Ω (ở 0 °C).

ĐLVN 301 : 2016

2.9 Điện trở chuẩn ngoài: Các cuộn điện trở chính xác cao đặt trong bình điều nhiệt hoặc ngoài không khí, thường có giá trị 25 Ω , 100 Ω , 300 Ω sử dụng với dòng xoay chiều (AC) hoặc một chiều (DC), dùng để so sánh với điện trở của nhiệt kế chuẩn.

2.10 Thiết bị đo điện trở: Dùng cầu đo điện trở hoặc đo tỉ số điện trở của nhiệt kế chuẩn với điện trở chuẩn ngoài hoặc điện trở chuẩn trong, có độ chính xác cao.

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
1	Kiểm tra bên ngoài	7.1
2	Kiểm tra kỹ thuật	7.2
2.1	Kiểm tra điện trở cách điện	7.2.1
2.2	Kiểm tra độ ổn định	7.2.2
3	Kiểm tra đo lường	7.3

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
1	Chuẩn đo lường (độ không đảm bảo đo của tổ hợp chuẩn và phương tiện đo so với UUT phải thỏa mãn tỉ số truyền chuẩn $\leq 1/3$)		
1.1	Nhiệt kế điện trở platin chuẩn (STD)	- Phạm vi đo : Phù hợp với phạm vi hiệu chuẩn - $U \leq 0,01$ °C, ($k = 2$)	7.3
1.2	Thiết bị chỉ thị nhiệt độ chuẩn	- Phạm vi đo : Phù hợp với phạm vi đo của nhiệt kế platin chuẩn - $U \leq 0,002$ %, ($k = 2$)	7.3
1.3	Thiết bị đo điện trở chuẩn	- Phạm vi đo (0 ÷ 400) Ω - $U \leq 0,0006$ %, ($k = 2$)	7.3

TT	Tên phương tiện dùng để hiệu chuẩn	Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản	Áp dụng cho điều, mục của qui trình
2	Phương tiện đo		
2.1	Các bình điều nhiệt chất lỏng	- Phạm vi đo phù hợp với dải nhiệt độ của UUT. - Độ ổn định và độ đồng đều: $\leq 0,01$ °C.	7.3
3	Phương tiện phụ		
3.1	Lò ủ UUT	Dải nhiệt độ làm việc phù hợp với UUT	7.2
3.2	Megomet	- Phạm vi hoạt động : (0 ÷ 500) VDC - Dải đo Max > 5000 MΩ;	7.1
3.3	Kẹp gỗ, giấy lau sạch, cồn tinh khiết		7.1; 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 ± 5) °C;
- Độ ẩm: ≤ 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:

- Lựa chọn chuẩn đo lường và phương tiện đo thoả mãn điều kiện như trong mục 1, 2 bảng 2.
- Làm vệ sinh UUT, chuẩn bị các thiết bị phụ như trong mục 3 bảng 2.

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 UUT cần có ký, mã hiệu, nước sản xuất. tài liệu kỹ thuật kèm theo.
- 7.1.2 UUT không bị nứt, vỡ, móp méo vỏ bảo vệ.

7.2 Kiểm tra kỹ thuật

7.2.1 Kiểm tra điện trở cách điện

ĐLVN 301 : 2016

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

Trước khi tiến hành hiệu chuẩn, UUT 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 dải hiệu chuẩn. Trình tự kiểm tra như sau:

7.2.2.1 Đo giá trị điện trở R_{01} của UUT tại điểm 0 °C hoặc điểm ba của nước.

7.2.2.2 Ủ UUT trong lò ủ khoảng 4 giờ với nhiệt độ 450 °C:

Sau khi ủ, rút UUT ra làm nguội tự nhiên ở nhiệt độ phòng.

7.2.2.3 Đo lại giá trị điện trở R_{02} của UUT tại điểm 0 °C hoặc điểm ba của nước.

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

$$\Delta t = \frac{R_{01} - R_{02}}{c} \leq 0,010 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1)$$

Trong đó: c : Hệ số độ nhạy của UUT, đơn vị ($\Omega/^\circ\text{C}$).

7.2.3 Nếu không thoả mãn các giá trị trên, UUT 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

UUT 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 Phép hiệu chuẩn được thực hiện bằng cách đo giá trị điện trở của UUT tại các điểm kiểm tra được xác định bằng hệ thống chuẩn quy định trong mục 4.

7.3.1.2 Nội dung của phép hiệu chuẩn là thiết lập quan hệ hàm điện trở - nhiệt độ của UUT.

7.3.1.3 Các điểm kiểm tra là các điểm nhiệt độ cách đều nhau trong dải nhiệt độ hiệu chuẩn (phạm vi đo của UUT). Số điểm kiểm tra phụ thuộc vào số các hệ số của hàm quan hệ điện trở - nhiệt độ và không ít hơn 8 điểm. Số giá trị đo tại mỗi điểm kiểm tra không ít hơn 5.

7.3.2 Chuẩn bị kiểm tra:

7.3.2.1 Chuẩn bị điểm 0 °C

7.3.2.2 Lắp ráp, vận hành hệ thống chuẩn đo lường:

- Đưa các thiết bị vào hoạt động theo đúng hướng dẫn sử dụng;

- Chuẩn bị hệ thống giá lắp STD và UUT vào bình điều nhiệt.

7.3.2.3 Nối các nhiệt kế (chuẩn và cần hiệu chuẩn) vào thiết bị đo điện trở;

7.3.3 Xác định quan hệ nhiệt độ - điện trở của UUT:

7.3.3.1 Đo giá trị điện trở R_0 hoặc R_{TPW} của nhiệt kế tại điểm $0\text{ }^\circ\text{C}$.

7.3.3.2 Đặt nhiệt độ của bình điều nhiệt tại giá trị nhiệt độ cần hiệu chuẩn đầu tiên.

7.3.3.3 Nhúng STD và UUT vào bình điều nhiệt đã đặt nhiệt độ ứng với điểm nhiệt độ đầu tiên, chiều sâu nhúng của các nhiệt kế phải lớn hơn hoặc bằng 15 lần đường kính của đầu đo. Sau khi nhiệt độ đã ổn định sau khoảng 10 phút, đo và ghi các giá trị điện trở của UUT và STD.

7.3.3.4 Lần lượt xác định giá trị điện trở của UUT như mục 7.3.3.3 tại các điểm nhiệt độ đã quy định tại mục 7.3.1.3 theo chiều tăng của nhiệt độ cho đến điểm nhiệt độ cuối cùng.

7.3.4 Xác định độ hồi trễ của UUT:

7.3.4.1 Đặt nhiệt độ của bình điều nhiệt ứng với điểm nhiệt độ ở khoảng giữa dải nhiệt độ cần hiệu chuẩn hoặc tại $0\text{ }^\circ\text{C}$, đo và ghi giá trị điện trở R_2 của UUT.

7.3.4.2 Độ hồi trễ được tính theo công thức:

$$\delta R = R_1 - R_2 \quad (2)$$

Với R_1 là giá trị điện trở đo được của UUT khi hiệu chuẩn tại điểm nhiệt độ tương ứng điểm nhiệt độ tính độ hồi trễ.

7.4 Xử lý kết quả hiệu chuẩn

7.4.1 Tính giá trị trung bình của các giá trị điện trở đo tại mục 7.3 của nhiệt kế chuẩn và UUT.

7.4.2 Tính các giá trị nhiệt độ thực theo giá trị điện trở trung bình đo được của STD.

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

$$R_t = R_0 [1 + At + Bt^2 + C(t - 100)t^3] \quad (3)$$

Với $C = 0$ khi $t > 0\text{ }^\circ\text{C}$.

7.4.4 Tính độ sai lệch giữa hàm R_t đã tính toán và hàm chuẩn R_{Nt} :

$$\Delta R = R_t - R_{Nt} \quad (4)$$

Giá trị sai lệch nhiệt độ $\Delta t = c \times \Delta R_t$ không được vượt quá sai số của UUT.

7.4.5 Tính độ tự nung nóng của UUT: Là hiệu giá trị điện trở của UUT đo được tại điểm $0\text{ }^\circ\text{C}$ với dòng $i_1 = 1\text{ mA}$ (R_{i1}) và $i_2 = i_1 \sqrt{2}\text{ mA}$ (R_{i2})

$$\Delta R = R_{i1} - R_{i2} \quad (5)$$

8 Ước lượng độ không đảm bảo đo

Độ không đảm bảo đo (ĐKĐBĐ) của phép hiệu chuẩn nhiệt kế điện trở 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 độ tán mạn kết quả đo của STD: u_{ch1}
- ĐKĐBĐ do STD: u_{ch2}
- ĐKĐBĐ do bộ chỉ thị nhiệt độ chuẩn: u_{ch3}
- ĐKĐBĐ do độ trôi của STD: u_{ch4}
- ĐKĐBĐ do độ ổn định và đồng đều của bình điều nhiệt: u_{ch5}
- ĐKĐBĐ do cầu đo điện trở chuẩn: u_{ch6}

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

$$u_{ch} = \sqrt{u_{ch1}^2 + u_{ch2}^2 + u_{ch3}^2 + u_{ch4}^2 + u_{ch5}^2 + u_{ch6}^2} \quad (6)$$

8.2 Độ không đảm bảo đo của UUT: u_{bk}

Độ không đảm bảo đo của UUT gồm các thành phần sau:

- ĐKĐBĐ do độ tán mạn kết quả đo của UUT: u_{bk1}
- ĐKĐBĐ do sai lệch từ phương trình nội suy: u_{bk2}
- ĐKĐBĐ do độ hồi trễ của UUT: u_{bk3}
- ĐKĐBĐ do hiệu ứng tự nung nóng: u_{bk4}

Độ không đảm bảo đo chuẩn tổng hợp của UUT:

$$u_{bk} = \sqrt{u_{bk1}^2 + u_{bk2}^2 + u_{bk3}^2 + u_{bk4}^2} \quad (7)$$

8.3 Độ không đảm bảo đo tổng hợp: u_C

$$u_C = \sqrt{u_{ch}^2 + u_{bk}^2} \quad (8)$$

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

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

$$U_{95} = 2 \times u_C \quad (9)$$

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
1	ĐKĐBĐ của tổ hợp chuẩn, u_{ch}		
1.1	ĐKĐBĐ do độ tản mạn kết quả đo của STD, u_{ch1}	A	Chuẩn
1.2	ĐKĐBĐ do STD, u_{ch2}	B	Chuẩn
1.3	ĐKĐBĐ do bộ chỉ thị nhiệt độ chuẩn, u_{ch3}	B	Chuẩn
1.4	ĐKĐBĐ do độ trôi của STD, u_{ch4}	B	Chữ nhật
1.5	ĐKĐBĐ do độ ổn định và đồng đều của bình điều nhiệt, u_{ch5}	B	Chữ nhật
1.6	ĐKĐBĐ do cầu đo điện trở chuẩn, u_{ch6}	B	Chuẩn
2	ĐKĐBĐ của UUT, u_{bk}		
2.1	ĐKĐBĐ do độ tản mạn kết quả đo của UUT, u_{bk1}	A	Chuẩn
2.2	ĐKĐBĐ do sai lệch từ phương trình nội suy, u_{bk2}	A	Chuẩn
2.3	ĐKĐBĐ do độ hồi trễ của UUT, u_{bk3}	B	Chữ nhật
2.4	ĐKĐBĐ do hiệu ứng tự nung nóng, u_{bk3}	B	Chữ nhật
	ĐKĐBĐ tổng hợp, u_C		Chuẩn
	ĐKĐBĐ mở rộng, U_{95}		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 $U \leq 0,050$ °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 kiểm tra (°C)	Số đọc của STD (Ω), $i_1 = 1 \text{ mA}$			Số đọc trung bình của UUT (Ω), $i_1 = 1 \text{ mA}$		
	Lần đọc thứ 1	Lần đọc thứ n	Lần đọc thứ 1	Lần đọc thứ n
Độ hồi trễ:						
Độ tự nung nóng:						

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 độ tản mạn kết quả đo của STD: u_{ch1}

$$u_{ch1} = \sqrt{\sum_{j=1}^N \frac{S_j^2}{n}} \quad (1)$$

Trong đó: S là độ lệch chuẩn của STD, tính cho n lần đọc, được tính theo công thức:

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

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 STD;

\bar{t} : Nhiệt độ trung bình tại điểm kiểm tra của STD.

1.2 ĐKĐBĐ do STD: u_{ch2}

Thành phần này được lấy từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn của STD, tính từ độ không đảm bảo đo mở rộng $U_{95.sprt}$ (theo mức độ tin cậy chất lượng $P = 95\%$ và hệ số phủ $k = 2$) được cho trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn, được tính theo công thức:

$$u_{ch2} = \frac{U_{95.sprt}}{2} \quad (3)$$

1.3 ĐKĐBĐ do bộ chỉ thị nhiệt độ chuẩn: u_{ch3}

Thành phần này được lấy từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn của cầu đo/chỉ thị chuẩn, tính từ độ không đảm bảo đo mở rộng $U_{95.chithi}$ (theo mức độ tin cậy chất lượng $P = 95\%$ và hệ số phủ $k = 2$) được cho trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn, được tính theo công thức:

$$u_{ch3} = \frac{U_{95.chithi}}{2} \quad (4)$$

1. ĐKĐBĐ do độ trôi của STD: u_{ch4}

$$u_{ch4} = \frac{\delta_{troi}}{\sqrt{3}} \quad (5)$$

Với δ_{troi} là độ trôi hàng năm của STD.

Độ không đảm bảo tính từ sổ tay kỹ thuật hoặc đặc trưng kỹ thuật của loại STD.

1.5 ĐKĐBĐ do độ ổn định và đồng đều của bình điều nhiệt: 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 δ_{od} và độ đồng đều δ_{dd} của bình điều nhiệt, được tính theo công thức:

$$u_{ch5} = \sqrt{\frac{\delta_{od}^2 + \delta_{dd}^2}{3}} \quad (6)$$

1.6 ĐKĐBĐ do cầu đo điện trở chuẩn: u_{ch6}

Thành phần này được lấy từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn của cầu đo tỷ số điện trở chuẩn, tính từ độ không đảm bảo đo mở rộng U_{95} (%), (theo mức độ tin cậy chất lượng $P = 95\%$ và hệ số phủ $k = 2$) được cho trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn, tính theo công thức:

$$u_{ch6} = \frac{r \times U_{95} \times R_{std}}{2c} \quad (7)$$

Trong đó:

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

c : Hệ số độ nhạy của UUT, đơn vị ($\Omega/^\circ C$);

r : Giá trị tỷ số điện trở tại điểm kiểm tra;

Trường hợp thiết bị đo điện trở chuẩn có sử dụng điện trở ngoài thì thành phần độ không đảm bảo đo của điện trở chuẩn được tính như sau:

- ĐKĐBĐ do điện trở chuẩn: u_{td}

Thành phần này được lấy từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn của điện trở chuẩn, tính từ độ không đảm bảo đo mở rộng $U_{95,dt}$ (%), (theo mức độ tin cậy chất lượng $P = 95\%$ và hệ số phủ $k = 2$) được cho trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn, tính theo công thức:

$$u_{td} = \frac{R_{std} \times U_{95,dt}}{2c} \quad (8)$$

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

- ĐKĐBĐ do bình duy trì điện trở chuẩn: u_{bdt}

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

$$u_{bdt} = \sqrt{\frac{\delta_{od}^2 + \delta_{dd}^2}{3}} \quad (9)$$

$$\text{ĐKĐBĐ do cầu đo điện trở chuẩn: } u_{ch6} = \sqrt{\left(\frac{r \times U_{95} \times R_{std}}{2c}\right)^2 + u_{dt}^2 + u_{bdt}^2} \quad (10)$$

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

$$u_{ch} = \sqrt{u_{ch1}^2 + u_{ch2}^2 + u_{ch3}^2 + u_{ch4}^2 + u_{ch5}^2 + u_{ch6}^2} \quad (11)$$

2 Độ không đảm bảo đo của UUT: u_{bk}

2.1 ĐKĐBĐ do độ tản mạn kết quả đo của UUT: u_{bk1}

$$u_{bk1} = \sqrt{\sum_{j=1}^N \frac{S_j^2}{n}} \quad (12)$$

Trong đó:

S là độ lệch chuẩn của UUT, tính cho n lần đọc, được tính theo công thức:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n-1}} \quad (13)$$

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 UUT;

\bar{t} : Nhiệt độ trung bình tại điểm kiểm tra của UUT.

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

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

$$\Delta R_t = R_t - R_{Nt} \quad (14)$$

Giá trị sai lệch nhiệt độ: $\Delta t = c \times \Delta R_t$ không được vượt quá sai số của UUT.

Độ không đảm bảo đo do sai lệch từ phương trình nội suy: u_{bk2}

$$u_{bk2} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N \Delta t_j^2}{N-h}} \quad (15)$$

Trong đó:

Δt_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 độ hồi trễ của UUT: u_{bk3}

Độ không đảm bảo tính theo độ hồi trễ của UUT tại điểm 0 °C hoặc điểm kiểm tra giữa dải đo trước và sau phép hiệu chuẩn:

$$u_{bk3} = \frac{\delta R}{c \times 2\sqrt{3}} \quad (16)$$

Trong đó: δR là độ hồi trễ của UUT, (Ω).

2.4 ĐKĐBĐ do hiệu ứng tự nung nóng: u_{bk4}

Độ không đảm bảo đo được tính theo 2 dòng $i_1 = 1 \text{ mA}$ và $i_2 = i_1\sqrt{2} \text{ mA}$, các giá trị điện trở của nhiệt kế đo tại điểm kiểm tra theo 2 dòng này được quy về dòng 0 mA theo công thức :

$$R_0 = R_1 - i_1^2 \times \frac{R_2 - R_1}{i_2^2 - i_1^2} \text{ mA} \quad (17)$$

Trong đó: R_1, R_2 là các giá trị điện trở của UUT đo tại dòng i_1 và i_2 Với $i_1 = 1 \text{ mA}$ và $i_2 = i_1\sqrt{2} \text{ mA}$, ta có: $R_0 = 2R_1 - R_2$.

Độ không đảm bảo đo u_{bk4} được tính theo công thức:

$$u_{bk4} = \frac{\Delta R}{c \times \sqrt{3}} \quad (18)$$

Với: $\Delta R = R_2 - R_1$

Độ không đảm bảo đo chuẩn tổng hợp của UUT: u_{bk}

$$u_{bk} = \sqrt{u_{bk1}^2 + u_{bk2}^2 + u_{bk3}^2 + u_{bk4}^2} \quad (19)$$

3 Độ không đảm bảo tổng hợp: u_C

$$u_C = \sqrt{u_{ch}^2 + u_{bk}^2} \quad (20)$$

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

$$U_{95} = 2 \times u_C \quad (21)$$