

ĐLVN 303 : 2016

**NHIỆT KẾ THỦY TINH – THỦY NGÂN CHUẨN
QUY TRÌNH HIỆU CHUẨN**

Reference mercury-in-glass thermometers

Calibration procedure

HÀ NỘI - 2016

Lời nói đầu:

ĐLVN 303 : 2016 thay thế ĐLVN 197 : 2009.

ĐLVN 303 : 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 thủy tinh – thủy ngân chuẩn Quy trình hiệu chuẩn

Reference mercury- in-glass thermometers Calibration procedure

1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình hiệu chuẩn các loại nhiệt kế thủy tinh – thủy ngân chuẩn kiểu nhúng toàn phần, trong phạm vi đo từ - 40 °C đến 420 °C, giá trị độ chia không lớn hơn 0,5 °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 thủy tinh – thủy ngân: Là nhiệt kế đo nhiệt độ trực tiếp, hoạt động dựa trên nguyên lý giãn nở của thủy ngân theo nhiệt độ. Cấu tạo của nhiệt kế gồm có bầu chứa thủy ngân, ống mao quản, bầu chứa phụ, thang chia độ. Thân nhiệt kế làm bằng thủy tinh chịu nhiệt.

2.2 Nhiệt kế thủy tinh – thủy ngân nhúng toàn phần: Là nhiệt kế khi hiệu chuẩn hoặc sử dụng phải nhúng nhiệt kế vào môi trường đo đến ngang bằng mức nhiệt độ chỉ thị của nhiệt kế.

2.3 Hệ số giãn nở biểu kiến: Là hệ số giãn nở nhiệt tương đối của thủy ngân đối với thủy tinh làm nhiệt kế.

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 quy trình
1	Kiểm tra bên ngoài	7.1
2	Kiểm tra đo lường	7.2

4 Phương tiện hiệu chuẩn

Các phương tiện dùng để hiệu chuẩn được nêu trong 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 nhiệt kế cần hiệu chuẩn phải thỏa mãn tỉ số truyền chuẩn $\leq 1/3$)		
	Nhiệt kế chuẩn	- Phạm vi đo : Phù hợp với phạm vi hiệu chuẩn. - $U \leq 0,01$ °C.	7.3
2	Phương tiện đo		
	Các bình điều nhiệt chất lỏng	- Phạm vi đo phù hợp với dải nhiệt độ của nhiệt kế cần hiệu chuẩn - Độ ổn định và độ đồng đều: $\leq 0,01$ °C.	7.3
3	Phương tiện phụ		
	Kẹp gỗ, giấy lau sạch, còn 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 tổ hợp chuẩn thỏa mãn điều kiện như trong bảng 2.
- Làm vệ sinh sạch nhiệt kế cần hiệu chuẩn, chuẩn bị các dụng cụ để gá lắp nhiệt kế chuẩn và nhiệt kế cần hiệu chuẩn.

7 Tiến hành hiệu chuẩn

7.1 Kiểm tra bên ngoài

Phải kiểm tra bên ngoài nhiệt kế cần hiệu chuẩn theo các yêu cầu sau đây:

- Bầu nhiệt kế phải bóng, nhẵn, không có khuyết tật. Bên trong bầu phải sạch, không có bọt khí, vật lạ và những thiếu sót khác;
- Thân nhiệt kế phải trong suốt, mặt ngoài phải trơn nhẵn, không bị xước, nứt vỡ và không có bọt khí làm ảnh hưởng đến việc đọc số chỉ;
- Ống mao quản phải thẳng, trơn nhẵn, đồng đều cho phép nhìn rõ cột chất lỏng. Cột chất lỏng không bị đứt đoạn, chất lỏng không được bám dính trên ống mao quản.
- Thang đo:
 - + Các vạch chia của thang đo phải cách đều nhau và vuông góc với mao quản, các vạch được đánh số phải dài hơn các vạch khác.
 - + Vạch, số phải được khắc hoặc in rõ nét và không thể tẩy xóa được;
 - + Bảng thang đo (với nhiệt kế có chứa bảng thang đo) phải được gắn chắc vào thân nhiệt kế và được giữ cố định với mao quản sao cho thang đo và mao quản không được xô dịch tương đối với nhau.
- Trên thân của nhiệt kế cần hiệu chuẩn thân đặc hoặc trên bảng thang đo của nhiệt kế phải có các chữ, ký hiệu, nhãn hiệu sau đây:
 - + Ký hiệu chia độ: °C;
 - + Tên hoặc nhãn hiệu của nhà sản xuất, số sản xuất.

Các nhiệt kế cần hiệu chuẩn không đáp ứng các yêu cầu của kiểm tra bên ngoài, không kiểm tra tiếp.

7.2 Kiểm tra đo lường

Nhiệt kế thủy tinh - thủy ngân chuẩn được kiểm tra đo lường theo trình tự, nội dung, phương pháp và các yêu cầu sau đây:

7.2.1 Quy định chung

- Kiểm tra đo lường nhiệt kế cần hiệu chuẩn được thực hiện bằng phương pháp so sánh. Số chỉ của nhiệt kế cần hiệu chuẩn được so sánh với giá trị nhiệt độ “thực” được thể hiện bằng tổ hợp chuẩn nhiệt độ quy định tại mục 4 tại mỗi điểm kiểm tra.
- Các điểm nhiệt độ kiểm tra phải cách đều nhau. Khoảng cách giữa hai điểm nhiệt độ liền kề không được lớn hơn 100 giá trị độ chia nhỏ nhất của nhiệt kế. Số điểm nhiệt độ kiểm tra không ít hơn 3.
- Các nhiệt kế cần hiệu chuẩn phải đặt thẳng đứng trong phòng thí nghiệm ít nhất 24 giờ trước khi kiểm tra đo lường.
- Trình tự kiểm tra tại các điểm như sau:

Với các điểm kiểm tra thấp hơn 0 °C (nhiệt độ âm)

 - + Kiểm tra tại điểm 0 °C (nếu nhiệt kế có vạch 0 °C);

ĐLVN 303 : 2016

+ Lần lượt thực hiện kiểm tra tại các điểm nhiệt độ cao nhất đến điểm nhiệt độ thấp nhất;

Với các điểm kiểm tra cao hơn 0 °C (nhiệt độ dương)

+ Kiểm tra tại điểm 0 °C (nếu nhiệt kế có vạch 0 °C);

+ Lần lượt thực hiện kiểm tra tại các điểm nhiệt độ thấp nhất đến điểm nhiệt độ cao nhất;

- Khi nhúng nhiệt kế cần hiệu chuẩn vào trong thiết bị tạo môi trường nhiệt độ kiểm tra phải tuân theo quy định sau:

+ Các nhiệt kế phải ở vị trí thẳng đứng;

+ Nhiệt kế phải được nhúng đến vạch kiểm tra, cho phép nhô lên trên mặt thoáng không quá 3 vạch chia.

- Trình tự đọc số chỉ theo quy định dưới đây:

Nhiệt kế chuẩn → N₁ → N₂ → N₃ → N_N → Nhiệt kế chuẩn.

Trong đó: N₁, N₂, N₃...N_N là nhiệt kế cần hiệu chuẩn. Quá trình đọc số chỉ từ nhiệt kế chuẩn đến nhiệt kế N_n trở về đến nhiệt kế chuẩn là một lượt đọc. Số lượt đọc tại mỗi điểm kiểm tra không nhỏ hơn 5.

- Số chỉ của nhiệt kế tại các điểm kiểm tra được đọc khi nhiệt độ của thiết bị tạo môi trường nhiệt độ đã ổn định sau ít nhất 10 phút. Khi đọc số chỉ của nhiệt kế phải điều chỉnh hệ thống đọc bằng kính phóng đại sao cho nhìn rõ vạch chia và cột chất lỏng, đường ngắm phải vuông góc với cột chất lỏng và ngang bằng với mặt thoáng của cột chất lỏng.

7.2.2 Tiến hành kiểm tra

- Kiểm tra điểm 0 °C

+ Nhúng nhiệt kế thủy tinh – thủy ngân cần hiệu chuẩn và nhiệt kế chuẩn vào điểm 0 °C;

+ Tiến hành đọc và ghi số chỉ của các nhiệt kế khi nhiệt độ đã ổn định.

- Kiểm tra các điểm trên 0 °C (hoặc dưới 0 °C)

+ Đặt nhiệt độ của bình điều nhiệt tương ứng điểm kiểm tra thấp nhất (hoặc cao nhất);

+ Khi nhiệt độ đã ổn định đọc và ghi số chỉ của các nhiệt kế theo trình tự như mục 7.2.1 ở trên.

- Lần lượt đặt nhiệt độ của bình điều nhiệt tương ứng với điểm kiểm tra tiếp theo cho đến điểm kiểm tra cuối cùng. Trình tự và cách đo lặp lại như mục trên;

- Sau khi hiệu chuẩn xong điểm kiểm tra cuối cùng, đo lại giá trị của nhiệt kế cần hiệu chuẩn tại điểm 0 °C hoặc điểm có đánh số ở giữa khoảng thang đo;

- Khi kiểm tra xong, tất cả các nhiệt kế được lấy ra khỏi thiết bị tạo môi trường nhiệt độ và đặt trong phòng thí nghiệm ở vị trí thẳng đứng theo chiều làm việc.

7.2.3 Xác định sai số:

- Sai số của nhiệt kế thủy tinh chất lỏng chuẩn tại mỗi điểm kiểm tra được tính theo công thức:

$$\Delta t = (\bar{t}_{ch} + \delta t_{ch}) - \bar{t}_{bk} \tag{1}$$

Trong đó:

\bar{t}_{ch} : Nhiệt độ trung bình của nhiệt kế chuẩn tại mỗi điểm kiểm tra;

\bar{t}_{bk} : Số đọc trung bình của các nhiệt kế cần hiệu chuẩn tại mỗi điểm kiểm tra;

δt_{ch} : là số hiệu chỉnh số đọc của nhiệt kế chuẩn cho trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn.

8 Ước lượng độ không đảm bảo đo

Độ không đảm bảo đo (ĐKĐBĐ) của phép hiệu chuẩn nhiệt kế thủy tinh – thủy ngân 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 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 nhiệt kế chuẩn: u_{ch1}
- ĐKĐBĐ do nhiệt kế chuẩn: u_{ch2}
- ĐKĐBĐ do môi trường tạo nhiệt độ: u_{ch3}

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

$$u_{ch} = \sqrt{u_{ch1}^2 + u_{ch2}^2 + u_{ch3}^2} \tag{2}$$

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 tán mạn kết quả đo của nhiệt kế cần hiệu chuẩn: u_{bk1}
- ĐKĐBĐ do độ hồi sai của nhiệt kế cần hiệu chuẩn: u_{bk2}
- ĐKĐBĐ do độ phân giải (tính theo giá trị độ chia nhỏ nhất) của nhiệt kế cần hiệu chuẩn: u_{bk3}

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

$$u_{bk} = \sqrt{u_{bk1}^2 + u_{bk2}^2 + u_{bk3}^2} \tag{3}$$

8.3 Độ không đảm bảo đo tổng hợp: u_c

ĐLVN 303 : 2016

$$u_C = \sqrt{u_{ch}^2 + u_{bk}^2} \quad (4)$$

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

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

$$U_{95} = 2 \times u_C \quad (5)$$

Thành phần này sẽ được đưa vào giấy chứng nhận hiệu chuẩn của nhiệt kế cân 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 nhiệt kế chuẩn, u_{ch1}	A	Chuẩn
1.2	ĐKĐBĐ do nhiệt kế chuẩn, u_{ch2}	B	Chuẩn
1.3	ĐKĐBĐ do môi trường tạo nhiệt độ, u_{ch3}	B	Chữ nhật
2	ĐKĐBĐ của nhiệt kế cân hiệu chuẩn, u_{bk}		
2.1	ĐKĐBĐ do độ tản mạn kết quả đo của nhiệt kế cân hiệu chuẩn, u_{bk1}	A	Chuẩn
2.2	ĐKĐBĐ do hồi sai của nhiệt kế cân hiệu chuẩn, u_{bk2}	B	Chữ nhật
2.3	ĐKĐBĐ do độ phân giải (tính theo giá trị độ chia nhỏ nhất) của nhiệt kế cân hiệu chuẩn, 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 thủy tinh - thủy ngân chuẩn sau khi hiệu chuẩn nếu đảm bảo sai số cho phép trong phụ lục 3 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 thủy tinh - thủy ngân chuẩn sau khi hiệu chuẩn nếu không đảm bảo sai số cho phép trong phụ lục 3 thì không cấp chứng chỉ hiệu chuẩn mới và xóa dấu hiệu chuẩn cũ (nếu có).

9.3 Chu kỳ hiệu chuẩn của nhiệt kế thủy tinh - thủy ngân chuẩn là 24 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:

Nhiệt độ chuẩn (°C)	Nhiệt độ chỉ thị (°C)	Số hiệu chính (°C)	Độ KDB đo (°C)

Độ không đảm bảo đo của kết quả hiệu chuẩn, khi áp dụng số hiệu chính cho trong bảng trên, không vượt quá°C (tính với mức tin cậy 95 % với hệ số phủ $k = 2$).

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 nhiệt kế chuẩn: u_{ch1}

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

Trong đó:

$S_{nkc,j}$ là độ lệch chuẩn của nhiệt kế chuẩn, tính cho n lần đọc, được tính theo công thức:

$$S_{nkc,j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_{nkc,i} - \overline{t_{nkc}})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Với: N : Số điểm nhiệt độ kiểm tra;

n : Số lần đọc tại mỗi điểm, N ;

$t_{nkc,i}$: Lần đọc thứ i của nhiệt kế chuẩn;

$\overline{t_{nkc}}$: Nhiệt độ trung bình tại điểm kiểm tra của nhiệt kế chuẩn.

1.2 ĐKĐBĐ do nhiệt kế chuẩn: u_{ch2}

Thành phần này được lấy từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn của nhiệt kế 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, được tính theo công thức:

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

1.3 Độ không đảm bảo đo của môi trường tạo nhiệt độ: u_{ch3}

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:

$$u_{ch3} = \sqrt{\frac{\delta_{od}^2 + \delta_{dd}^2}{3}} \quad (4)$$

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

$$u_{ch} = \sqrt{u_{ch1}^2 + u_{ch2}^2 + u_{ch3}^2} \quad (5)$$

2 Độ không đảm bảo đo của nhiệt kế thủy tinh – thủy ngân chuẩn: u_{bk}

2.1 ĐKĐBĐ do độ tản mạn kết quả đo của nhiệt kế thủy tinh - thủy ngân chuẩn: u_{bk1}

$$u_{bk1} = \sqrt{\sum_{j=1}^N \frac{S_{nk,j}^2}{n}} \quad (6)$$

Trong đó:

$S_{nk,j}$ là độ lệch chuẩn của nhiệt kế thủy tinh – thủy ngân chuẩn, tính cho n lần đọc, theo công thức:

$$S_{nk,j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_{nk,i} - \bar{t}_{nk})^2}{n-1}} \quad (7)$$

Trong đó:

$t_{nk,i}$: Lần đọc thứ i của nhiệt kế thủy tinh - thủy ngân chuẩn;

\bar{t}_{nk} : Nhiệt độ trung bình tại điểm kiểm tra của nhiệt kế thủy tinh - thủy ngân chuẩn.

2.2 ĐKĐBĐ do độ hồi sai của nhiệt kế cần hiệu chuẩn: u_{bk2}

Thành phần này được tính từ sai lệch nhiệt độ tại điểm 0 °C hoặc điểm giữa thang đo, khi kiểm tra lại tại các điểm này, sau khi hiệu chuẩn. Được tính theo công thức:

$$u_{bk2} = \frac{\Delta_{hs}}{\sqrt{3}} \quad (8)$$

Trong đó: Δ_{hs} là sai lệch nhiệt độ.

2.3 Độ không đảm bảo đo tính theo giá trị độ chia nhỏ nhất của nhiệt kế cần hiệu chuẩn:

u_{bk3}

Thành phần này tính theo khả năng đọc điểm kiểm tra của nhiệt kế cần hiệu chuẩn qua thiết bị quang học (có độ phóng đại không nhỏ hơn 4), tính theo công thức:

$$u_{bk3} = \frac{A \times d}{\sqrt{3}} \quad (9)$$

Trong đó:

d : độ chia nhỏ nhất của nhiệt kế cần hiệu chuẩn;

A : khả năng phân biệt giá trị độ chia nhỏ nhất.

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

$$u_{bk} = \sqrt{u_{bk1}^2 + u_{bk2}^2 + u_{bk3}^2} \quad (10)$$

3 Độ không đảm bảo tổng hợp: u_C

$$u_C = \sqrt{u_{ch}^2 + u_{bk}^2} \quad (11)$$

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

$$U_{95} = 2 \times u_C \quad (12)$$

**SAI SỐ CHO PHÉP VÀ ĐỘ KHÔNG ĐẢM BẢO ĐO
CỦA NHIỆT KẾ THỦY TINH CHẤT LỎNG NHÚNG TOÀN PHẦN**

Phạm vi đo (°C)	Loại nhiệt kế	Độ chia nhỏ nhất (°C)	Sai số cho phép (°C)
-35 ÷ 0	Thủy ngân	0,5	0,5
-35 ÷ 0	Thủy ngân	0,2	0,4
-56 ÷ 0	Thủy ngân thallium	0,5	0,5
-56 ÷ 0	Thủy ngân thallium	0,2	0,4
0 ÷ 150	Thủy ngân	0,5	0,5
0 ÷ 150	Thủy ngân	0,2	0,4
0 ÷ 100	Thủy ngân	0,1	0,3
0 ÷ 100	Thủy ngân	0,5	0,5
100 ÷ 300	Thủy ngân	0,5	1,0
0 ÷ 100	Thủy ngân	0,2	0,4
100 ÷ 200	Thủy ngân	0,2	0,5
0 ÷ 300	Thủy ngân	0,5	2,0
300 ÷ 500	Thủy ngân	0,5	4,0