

ĐLVN 20 : 2019

**NHIỆT KẾ THỦY TINH – CHẤT LỎNG
QUY TRÌNH KIỂM ĐỊNH**

Liquid-in-glass thermometers – Verification procedure

SOÁT XÉT LẦN 3

HÀ NỘI - 2019

Lời nói đầu:

ĐLVN 20 : 2019 thay thế ĐLVN 20 : 2017.

ĐLVN 20 : 2019 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 - chất lỏng - Quy trình kiểm định

Liquid-in-glass thermometers – Verification procedure

1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình kiểm định ban đầu và kiểm định định kỳ các loại nhiệt kế thủy tinh - chất lỏng nhúng toàn phần hoặc một phần (sau đây gọi là nhiệt kế bị kiểm) có phạm vi đo từ $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ đến $420\text{ }^{\circ}\text{C}$, giá trị độ chia không lớn hơn $2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Văn bản kỹ thuật này không áp dụng để kiểm định các nhiệt kế thủy tinh - chất lỏng loại đặc biệt, như:

- Nhiệt kế thủy tinh - chất lỏng đo hiệu nhiệt độ;
- Nhiệt kế thủy tinh - chất lỏng có cơ cấu cực đại;
- Nhiệt kế thủy tinh - chất lỏng có cơ cấu cực tiểu;
- Nhiệt kế thủy tinh - chất lỏng đo trong môi trường áp suất cao;
- Nhiệt kế thủy tinh - chất lỏng nhúng hoàn toàn.

2 Giải thích từ ngữ

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

2.1 Nhiệt kế thủy tinh - chất lỏng là nhiệt kế đo nhiệt độ, nguyên lý hoạt động dựa trên sự giãn nở của chất lỏng theo nhiệt độ. Cấu tạo của nhiệt kế gồm có bầu chứa chất lỏng dẫn nở, ống mao quản, bầu chứa phụ, thang chia độ. Thân nhiệt kế làm bằng thủy tinh chịu nhiệt, chất lỏng nhiệt kế thường là thủy ngân hoặc chất lỏng hữu cơ.

2.2 Nhiệt kế thủy tinh - chất lỏng nhúng toàn phần là nhiệt kế khi kiểm định hoặc sử dụng phải nhúng nhiệt kế vào môi trường đo đến ngang bằng mức nhiệt độ chỉ thị.

2.3 Nhiệt kế thủy tinh - chất lỏng nhúng một phần là nhiệt kế khi kiểm định hoặc sử dụng phải nhúng nhiệt kế vào môi trường đo đến ngang mức nhúng được quy định trên thân nhiệt kế hoặc cho trong chứng chỉ hiệu chuẩn / kiểm định.

2.4 Nhiệt kế phụ thân ngắn là nhiệt kế thủy tinh – thủy ngân dùng để đo nhiệt độ trung bình của cột chất lỏng lộ ra ngoài khi kiểm định nhiệt kế thủy tinh - chất lỏng nhúng một phần.

2.5 Nhiệt kế thủy tinh – chất lỏng thân đặc là nhiệt kế thân chứa ống mao quản thành dày có khắc vạch thang đo trực tiếp trên đó.

ĐLVN 20 : 2019

2.6 Nhiệt kế thủy tinh – chất lỏng có bảng thang đo bên trong là nhiệt kế mà ống mao quản và thang đo là hai bộ phận độc lập. Thang chia được khắc trên tấm thủy tinh phẳng, trắng đục, ống mao quản được cố định trên đó. Cả hai đặt trong ống thủy tinh lớn.

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 đo lường	7.2			
2.1	Qui định chung	7.2.1	+	+	-
2.2	Tiến hành kiểm tra	7.2.2	+	+	-
2.3	Xác định sai số	7.2.3	+	+	-

4 Phương tiện kiểm định

Các phương tiện dùng để kiểm định được nêu trong bảng 2.

Bảng 2

TT	Tên phương tiện dùng để kiểm định	Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản	Áp dụng cho điều mục của quy trình
1	Chuẩn đo lường		
	Nhiệt kế chuẩn	- Phạm vi đo phù hợp với phạm vi của nhiệt kế bị kiểm, - Độ không đảm bảo đo mở rộng không lớn hơn 0,5 °C	7.2
2	Phương tiện đo khác		
2.1	Các bình điều nhiệt chất lỏng	- Phạm vi đo phù hợp với phạm vi kiểm định - Độ ổn định không lớn hơn: $\pm 0,05$ °C. - Độ đồng đều không lớn hơn: $\pm 0,05$ °C.	7.2

TT	Tên phương tiện dùng để kiểm định	Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản	Áp dụng cho điều mục của quy trình
2.2	Nhiệt kế phụ thân ngắn	- Phạm vi đo (0 ÷ 100) °C, - Giá trị độ chia không lớn hơn 0,2 °C	7.2
3	Phương tiện phụ		
3.1	Kính phóng đại	- Độ phóng đại không nhỏ hơn 4X	7.2
3.2	Dụng cụ gá lắp, giấy lau sạch, cồn tinh khiết, đồng hồ thời gian		7.1; 7.2

Ghi chú:

Độ không đảm bảo đo mở rộng ($k = 2$; $P = 95 \% C.L.$) của tổ hợp chuẩn và phương tiện đo so với nhiệt kế cần kiểm định phải thỏa mãn tỉ số truyền chuẩn $\leq 1/3$.

5 Điều kiện kiểm định

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

- Nhiệt độ: $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- Độ ẩm không khí: $\leq 70 \% \text{RH}$.

6 Chuẩn bị kiểm định

Trước khi tiến hành kiểm định 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 bị kiểm, chuẩn bị các dụng cụ để gá lắp nhiệt kế chuẩn và nhiệt kế bị kiểm.

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** Bầu nhiệt kế bị kiểm không có bọt khí, vật lạ;
- 7.1.2** Thân nhiệt kế bị kiểm 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;
- 7.1.3** Ống mao quản phải trong suốt cho phép nhìn rõ cột chất lỏng. Cột chất lỏng không bị đứt đoạn, chất lỏng không được bám dính trên ống mao quản.
- 7.1.4** Thang đo:

ĐLVN 20 : 2019

- a. Vạch, số phải được khắc hoặc in rõ nét và không thể tẩy xóa được;
- b. Bảng thang đo (với nhiệt kế có chứa bảng thang đo) không được xô dịch tương đối với ống mao quản.

7.1.5 Trên thân của nhiệt kế thân đặc hoặc trên bảng thang đo của nhiệt kế phải có các chữ, ký hiệu, nhãn hiệu sau đây:

- a. Ký hiệu chia độ: °C
- b. Tên hoặc nhãn hiệu của nhà sản xuất, số sản xuất;
- c. Kiểu nhúng.

7.1.6 Nhiệt kế bị kiểm không đáp ứng một trong các yêu cầu của kiểm tra bên ngoài, bị loại bỏ, không kiểm tra tiếp.

7.2 Kiểm tra đo lường

Nhiệt kế thủy tinh chất lỏng được kiểm tra đo lường theo trình tự nội dung, phương pháp và yêu cầu sau đây:

7.2.1 Quy định chung

- a. Nhiệt kế bị kiểm được kiểm tra đo lường bằng phương pháp so sánh. Tại mỗi điểm nhiệt độ kiểm tra, giá trị nhiệt độ của nhiệt kế bị kiểm được so sánh với giá trị nhiệt độ của nhiệt kế chuẩn quy định tại mục 4.
- b. 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 bị kiểm. Số điểm nhiệt độ kiểm tra không ít hơn 3.
- c. Các nhiệt kế bị kiểm phải đặt thẳng đứng trong phòng thí nghiệm ít nhất 24 giờ trước khi kiểm tra đo lường.
- d. 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);
 - + 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;
- e. Khi nhúng nhiệt kế bị kiểm vào bình điều nhiệt phải tuân theo quy định sau:
 - Các nhiệt kế phải đặt theo phương thẳng đứng;
 - Nhiệt kế phải được nhúng đến vạch kiểm tra, cho phép nhô lên trên mặt thoáng không quá 3 vạch chia.

f. Trình tự đọc số chỉ theo quy định dưới đây:

Nhiệt kế chuẩn $\rightarrow N_1 \rightarrow N_2 \rightarrow N_3 \dots \rightarrow N_N \rightarrow$ Nhiệt kế chuẩn.

Trong đó: $N_1, N_2, N_3 \dots N_N$ là nhiệt kế bị kiểm. Quá trình đọc số chỉ từ nhiệt kế chuẩn đến nhiệt kế bị kiểm N_N trở về đến nhiệt kế chuẩn là một lượt đọc. Số lượt đọc tại mỗi điểm nhiệt độ kiểm tra không nhỏ hơn 5.

g. Số chỉ của nhiệt kế bị kiểm tại các điểm nhiệt độ kiểm tra được đọc khi nhiệt độ của bình điều nhiệt đã ổn định sau ít nhất 10 phút. Khi đọc số chỉ của nhiệt kế bị kiểm 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

a. Kiểm tra điểm 0 °C (nếu có điểm 0 °C)

- Nhúng nhiệt kế bị kiểm 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.

b. Kiểm tra các điểm nhiệt độ khác

- Đặt nhiệt độ của bình điều nhiệt tương ứng điểm nhiệt độ 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.

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

d. Sau khi kiểm định xong điểm nhiệt độ kiểm tra cuối cùng, đo lại giá trị của nhiệt kế bị kiểm tại điểm 0 °C hoặc điểm nhiệt độ có đánh số ở giữa khoảng thang đo;

7.2.3 Xác định sai số

a. Sai số tại mỗi điểm nhiệt độ kiểm tra, được tính theo công thức:

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

Trong đó:

- \bar{t}_{bk} : Giá trị trung bình của nhiệt kế bị kiểm tại các điểm nhiệt độ kiểm tra;
- \bar{t}_{ch} : Giá trị trung bình của nhiệt kế chuẩn tại các điểm nhiệt độ kiểm tra;
- δt_{ch} : Hiệu chỉnh số đọc của nhiệt kế chuẩn, cho trong chứng chỉ hiệu chuẩn (nếu có);
- δt_{bk} : là số hiệu chỉnh phần cột chất lỏng lộ ra ngoài cho số đọc của nhiệt kế bị kiểm kiểu nhúng một phần được tính như sau:

ĐLVN 20 : 2019

$$\delta t_{bk} = k_{bk} \times n \times (\bar{t}_1 - \bar{t}_2) \quad (2)$$

Trong đó:

n: Số độ chia tương ứng với chiều dài phần cột chất lỏng lộ ra ngoài bao gồm cả phần không chia độ;

k_{bk} : Hệ số giãn nở tương đối của chất lỏng so với thủy tinh (xem bảng 3, bảng 4 phụ lục 2);

\bar{t}_1 : Nhiệt độ trung bình của cột chất lỏng lộ ra ngoài ghi trên thân nhiệt kế bị kiểm hoặc cho trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn / kiểm định.

\bar{t}_2 : Nhiệt độ trung bình của cột chất lỏng lộ ra ngoài đo được bằng nhiệt kế phụ trong quá trình kiểm định.

b. Sai số tại mỗi điểm nhiệt độ kiểm tra không được vượt quá sai số cho phép của nhiệt kế (xem bảng 1 và 2 của phụ lục 2).

8 Xử lý chung

8.1 Nhiệt kế thủy tinh chất lỏng 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. Tem kiểm định được dán tại vị trí thích hợp trên thân nhiệt kế và không ảnh hưởng đến việc sử dụng.

8.2 Nhiệt kế thủy tinh chất lỏng sau khi kiểm định nếu không đạt một trong các yêu cầu quy định của quy trình kiểm định này thì không được cấp chứng chỉ kiểm định và xoá dấu kiểm định cũ (nếu có).

8.3 Chu kỳ kiểm định của nhiệt kế thủy tinh - chất lỏng là: 24 tháng.

Tên cơ quan kiểm định
.....

BIÊN BẢN KIỂM ĐỊNH
Số:

Tên phương tiện đo:.....
 Kiểu:.....Số:.....
 Cơ sở sản xuất:..... Năm sản xuất:.....
 Đặc trưng kỹ thuật:

 Phương pháp thực hiện:.....
 Cơ sở sử dụng:.....
 Điều kiện môi trường:
 Nhiệt độ:..... Độ ẩm:
 Chế độ kiểm định:
 Người thực hiện:.....
 Ngày thực hiện :.....
 Địa điểm thực hiện :.....

KẾT QUẢ KIỂM ĐỊNH

1 Kiểm tra bên ngoài: Đạt Không đạt

2 Kiểm tra đo lường:

Số liệu và kết quả:

Đơn vị tính: °C

Điểm kiểm tra	Lượt đọc	Nhiệt kế bị kiểm		Nhiệt kế phụ		Nhiệt kế chuẩn			Δt
		t_{bk}	\bar{t}_{bk}	t_2	\bar{t}_2	t_{ch}	\bar{t}_{ch}	δt_{ch}	
t_1	1								
	2								
	3								
	n								
t_2	1								
	2								
	3								
	n								
t_3	1								
	2								
	3								

Điểm kiểm tra	Lượt đọc	Nhiệt kế bị kiểm		Nhiệt kế phụ		Nhiệt kế chuẩn			Δt
		t_{bk}	\bar{t}_{bk}	t_2	\bar{t}_2	t_{ch}	\bar{t}_{ch}	δt_{ch}	
	n								
t_m	1								
	2								
	3								
	n								

Đạt:

Không đạt:

4 Kết luận:

Người soát lại

Người thực hiện

Bảng 1: Sai số cho phép của nhiệt kế thủy tinh - chất lỏng nhúng toàn phần

Phạm vi đo (°C)	Loại nhiệt kế	Giá trị độ chia (°C)	Sai số cho phép (°C)
Nhiệt kế nhiệt độ thấp			
-35 ÷ 0	Thủy ngân	1,0 hoặc 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
-200 ÷ 0	Chất lỏng hữu cơ	1,0	2,0
Nhiệt kế chia độ đến 150 °C			
0 ÷ 150	Thủy ngân	1,0 hoặc 0,5	0,5
0 ÷ 150	Thủy ngân	0,2	0,4
0 ÷ 100	Thủy ngân	0,1	0,3
Nhiệt kế chia độ đến 300 °C			
0 ÷ 100	Thủy ngân	1,0 hoặc 0,5	0,5
Trên 100 ÷ 300	Thủy ngân	1,0 hoặc 0,5	1,0
0 ÷ 100	Thủy ngân	0,2	0,4
Trên 100 ÷ 200	Thủy ngân	0,2	0,5
Nhiệt kế chia độ trên 300 °C			
0 ÷ 300	Thủy ngân	2,0	2,0
Trên 300 ÷ 500	Thủy ngân	2,0	4,0
0 ÷ 300	Thủy ngân	1,0 ÷ 0,5	2,0
Trên 300 ÷ 500	Thủy ngân	1,0 ÷ 0,5	4,0

Bảng 2: Sai số cho phép của nhiệt kế thủy tinh – chất lỏng nhúng một phần

Phạm vi đo (°C)	Loại nhiệt kế	Giá trị độ chia (°C)	Sai số cho phép (°C)*
Nhiệt kế nhiệt độ thấp			
-35 ÷ 0	Thủy ngân	1,0 hoặc 0,5	0,5
-56 ÷ 0	Thủy ngân thallium	1,0 hoặc 0,5	0,5
-90 ÷ 0	Chất lỏng hữu cơ	1,0	3,0
Nhiệt kế chia độ đến 150 °C			
0 ÷ 150	Thủy ngân	1,0 hoặc 0,5	1,0
Nhiệt kế chia độ đến 300 °C			
0 ÷ 100	Thủy ngân	1,0	1,0
Trên 100 ÷ 300	Thủy ngân	1,5	1,5
Nhiệt kế chia độ trên 300 °C			
0 ÷ 300	Thủy ngân	2,0 ÷ 1,0	2,5
Trên 300 ÷ 500	Thủy ngân	2,0 ÷ 1,0	5,0

* Trong thực tế, có nhiệt kế nhúng một phần mà giá trị độ chia nhỏ hơn độ chia cho trong bảng 2, sai lệch cho phép giống các nhiệt kế có độ chia 0,5 °C.

Bảng 3: Hệ số dẫn nở tương đối của nhiệt kế thủy tinh – thủy ngân

Nhiệt độ	Thủy tinh Jena 16 ^{III}	Thủy tinh 2955 ^{III} và 59 ^{III}	Thủy tinh Super	Thủy tinh thạch anh
(°C)	(°C ⁻¹)	(°C ⁻¹)	(°C ⁻¹)	(°C ⁻¹)
-50	0,000157	0,000163	0,000171	0,000181
0	0,000158	0,000164	0,000172	0,000181
50	0,000158	0,000164	0,000172	0,000181
100	0,000159	0,000165	0,000173	0,000182
150	0,000160	0,000166	0,000174	0,000184
200	0,000161	0,000168	0,000176	0,000186
250	0,000163	0,000170	0,000179	0,000189
300	0,000166	0,000173	0,000182	0,000193
350	0,000170	0,000177	0,000186	0,000197
400	0,000175	0,000182	0,000191	0,000203
450		0,000189	0,000197	0,000209
500			0,000204	0,000216
600			0,000222	0,000234
700				0,000254

Bảng 4: Hệ số dẫn nở tương đối của nhiệt kế thủy tinh - chất lỏng hữu cơ

Nhiệt độ	Chất lỏng		
	Phentan	Rượu Etilen	Tôluenxilon
	Loại thủy tinh		
	Jena 16 ^{III}	2955 ^{III} và 59 ^{III}	Thủy tinh Supe và thủy tinh thạch anh
(⁰ C)	(⁰ C ⁻¹)	(⁰ C ⁻¹)	(⁰ C ⁻¹)
- 180	0,0009		
- 160	0,0009		
- 120	0,0009		
- 110	0,0010		
- 100	0,0010		
- 80	0,0010	0,0009	0,0010
- 60	0,0011	0,0009	0,0010
- 40	0,0012	0,0010	0,0010
- 20	0,0013	0,0010	0,0010
0	0,0014	0,0010	0,0010
20	0,0015	0,0011	0,0010
40		0,0011	0,0011
60		0,0012	0,0011