

Đ**L****V****N** 266 : 2020

**THƯỚC CUỘN CHUẨN
QUY TRÌNH HIỆU CHUẨN**

Standard measuring tapes – Calibration procedure

SOÁT XÉT LẦN 1

HÀ NỘI - 2020

Lời nói đầu

ĐLVN 266 : 2020 thay thế cho ĐLVN 266 : 2015.

ĐLVN 266 : 2020 do Ban kỹ thuật Đo lường TC 7 "Phương tiện đo độ dài 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.

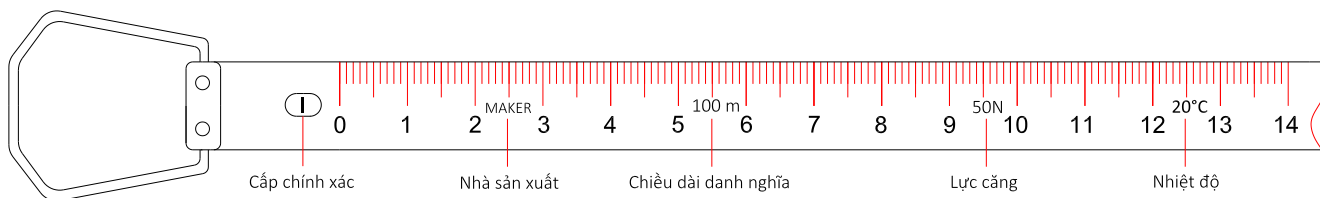
Thước cuộn chuẩn - Quy trình hiệu chuẩn

Standard measuring tapes – Calibration procedure

1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình hiệu chuẩn cho thước cuộn chuẩn có phạm vi đo đến 100 m dùng để kiểm định thước cuộn cấp chính xác II, III.

2 Giải thích từ ngữ



Hình 1: Thước cuộn chuẩn

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

2.1 Chiều dài đo (Measuring length, ký hiệu: L_m)

Chiều dài đo giữa hai vạch chia của thước cuộn được xác định bằng khoảng cách giữa hai đường tâm của hai vạch chia đó.

2.2 Chiều dài danh nghĩa (Nominal length, ký hiệu: L)

Chiều dài danh nghĩa của thước cuộn là chiều dài đo lớn nhất của thước; nó được xác định bằng khoảng cách giữa đường tâm của vạch chia "0" và đường tâm của vạch chia có nghĩa cuối cùng. Giá trị này được ghi khắc trên bề mặt thước hoặc vị trí khác theo quy định của nhà sản xuất.

2.3 Giá trị độ chia (Graduation, ký hiệu: i)

Giá trị độ chia của thước cuộn là giá trị thể hiện qua khoảng cách giữa hai vạch chia liên tiếp nhau.

2.4 Vạch chia (Graduation lines)

Vạch chia là tập hợp các vạch được in, khắc ... đánh dấu trên thước.

2.5 Bề rộng vạch chia (Graduation lines thickness, ký hiệu b)

Bề rộng vạch chia là kích thước xác định bởi hai đường biên của vạch.

ĐLVN 266 : 2020

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 ĐLVN
1	Kiểm tra bên ngoài	7.1
2	Kiểm tra kỹ thuật	7.2
3	Kiểm tra đo lường	7.3

4 Phương tiện hiệu chuẩn

Các phương tiện đo dùng để hiệu chuẩn thước cuộn được nêu trong bảng 2.

Bảng 2

TT	Tên phương tiện hiệu chuẩn	Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản	Điều mục áp dụng
1	Chuẩn đo lường		
	Thước vạch chuẩn hoặc thiết bị hiệu chuẩn thước cuộn chuyên dụng (sau đây gọi là thiết bị hiệu chuẩn)	Phạm vi đo ≥ 1000 mm Độ không đảm bảo đo: $U \leq (0,03 + 0,03 \times L)$ mm Với L tính bằng mét.	7.3
2	Phương tiện đo khác		
2.1	Nhiệt ẩm kế	Phạm vi đo: phù hợp với điều kiện hiệu chuẩn trong mục 5. Độ chính xác: $\leq 1^\circ\text{C}$; $\leq 5\% \text{RH}$	7.3
2.2	02 nhiệt kế tiếp xúc	Phạm vi đo: phù hợp với điều kiện hiệu chuẩn trong mục 5. Giá trị độ chia: $\leq 0,1^\circ\text{C}$. Độ chính xác: $\leq 0,2^\circ\text{C}$	7.3
2.3	Phương tiện đo bề rộng vạch chia	Phạm vi đo: ≥ 1 mm Độ phóng đại: $\geq 10X$ Giá trị độ chia: $\leq 0,05$ mm Độ chính xác: $\leq 0,1$ mm	

TT	Tên phương tiện hiệu chuẩn	Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản	Điều mục áp dụng
3	Phương tiện phụ trợ		
3.1	Quả cân <i>hoặc</i> dụng cụ tạo lực căng tương đương	Bộ 05 quả : 1 kg, 2 kg, 5 kg, 10 kg. Cấp chính xác M ₂	7.3

5 Điều kiện hiệu chuẩn

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

- Nhiệt độ: $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$; thay đổi lớn nhất không quá $\pm 0,5 ^\circ\text{C}$ trong 2 giờ.
- Độ ẩm: $(50 \pm 10) \% \text{RH}$; thay đổi lớn nhất không quá $\pm 5 \% \text{RH}$ trong 2 giờ.

6 Chuẩn bị hiệu chuẩn

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

- Thước cuộn phải được làm sạch, đặt trong phòng hiệu chuẩn với thời gian ít nhất hai giờ để ổn định nhiệt độ.

7 Tiến hành hiệu chuẩn

7.1 Kiểm tra bên ngoài

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

- Trên thước cuộn phải có các thông tin tối thiểu sau: phạm vi đo, cấp chính xác; kiểu của thước và tên cơ sở sản xuất.
- Bề mặt của thước cuộn phải sạch, nhẵn, không bị rỉ (đối với thước bằng kim loại), không có vết xước sâu ảnh hưởng đến việc đọc số.
- Quan sát bằng mắt thường khi trải thước cuộn lên mặt phẳng, hai mép của thước phải thẳng và song song với nhau.
- Bộ phận cuộn của thước phải hoạt động bình thường, chuyển động cuộn dễ dàng, không có hiện tượng kẹt có thể gây hư hỏng thước.
- Các chữ số ghi khắc, in trên thước phải rõ ràng, dễ đọc và bền; khó tẩy xóa được.

7.2 Kiểm tra kỹ thuật

Phải kiểm tra kỹ thuật theo các yêu cầu sau đây:

- *Chiều dài danh nghĩa* của thước cuộn chuẩn phải là bội số của 0,5 m đối với các thước từ 0,5 m đến 15 m. Với các thước có phạm vi đo từ 15 m đến 100 m thì phải là bội số của 5 m.
- *Giá trị độ chia* của thước cuộn chuẩn phải có giá trị là 0,5 mm hoặc 1 mm.

ĐLVN 266 : 2020

- *Vạch chia* của thước khi quan sát bằng mắt thường phải thẳng, đều và vuông góc với mép thước. Vạch chia được ghi, khắc hay in ... dưới dạng bền, không tẩy xóa được).
- Nếu thước cuộn chuẩn cần hiệu chuẩn khi kiểm tra kỹ thuật không đạt yêu cầu thì không tiến hành kiểm tra đo lường.

7.3 Kiểm tra đo lường

Thước cuộn chuẩn được kiểm tra đo lường theo trình tự nội dung, phương pháp và yêu cầu sau đây:

7.3.1 Yêu cầu

7.3.1.1. Bề rộng vạch chia

Bề rộng trung bình vạch chia của thước cuộn chuẩn không được lớn hơn $0,2\text{ mm}$ đối với các vạch chia đơn vị milimet (mm); $0,5\text{ mm}$ đối với các vạch chia đơn vị centimet (cm) và decimet (dm). Giá trị nhỏ nhất của bề rộng vạch chia không được nhỏ hơn 70% giá trị lớn nhất của bề rộng vạch chia.

7.3.1.2 Sai số của thước cuộn chuẩn

Sai số cho phép lớn nhất (MPE) của thước cuộn chuẩn được tính bằng công thức:

$$\text{MPE} = (0,1 + 0,1 \times L_m) \text{ mm} \quad (1)$$

Ví dụ: Thước cuộn 100 m có sai số lớn nhất cho phép tại chiều dài đo lớn nhất 100 m là $\text{MPE}_{(100\text{ m})} = (0,1 + 0,1 \times 100) \text{ mm} = 10,1 \text{ mm}$.

7.3.2 Trình tự kiểm tra

7.3.2.1 Kiểm tra bề rộng vạch chia

Đo trực tiếp bằng thiết bị hiệu chuẩn hoặc dùng lupa đo/dụng cụ quang học có giá trị độ chia $\leq 0,05\text{ mm}$ và độ phóng đại phù hợp đo bề rộng của ít nhất 10 vạch chia ở các vị trí đầu, giữa và cuối thước. Xác định các giá trị nhỏ nhất, lớn nhất và trung bình từ các kết quả đo được. Yêu cầu giá trị nhỏ nhất không được nhỏ hơn 70% giá trị lớn nhất và bề rộng trung bình vạch chia đáp ứng yêu cầu trong mục 7.3.1.1.

Thực hiện kiểm tra đối với cả 3 vạch chia: *milimet (mm)*; *centimet (cm)* và *decimet (dm)*.

7.3.2.2 Xác định sai số của thước

Thước cuộn chuẩn cần hiệu chuẩn được căng cho thẳng và phẳng trên mặt phẳng (thí dụ trên băng máy của phương tiện hiệu chuẩn hoặc trên bàn chuẩn). Thước được kéo căng bằng một lực theo chỉ dẫn riêng của nhà sản xuất thước; nếu không có thì tuân theo quy định sau:

- Đối với các loại thước cuộn làm bằng sợi thủy tinh hoặc vật liệu tương tự, lực kéo cần thiết: $F \approx 20\text{ N}$ (dùng quả cân 2 kg).
- Đối với các loại thước cuộn bằng thép (hoặc vật liệu tương đương):

- + Nếu phạm vi đo $L < 10$ m: lực kéo cần thiết $F \approx 10$ N (dùng quả cân 1 kg hoặc dụng cụ tạo lực căng tương đương);
- + $10 \text{ m} \leq L < 30$ m: lực kéo cần thiết $F \approx 50$ N (dùng quả cân 5 kg hoặc dụng cụ tạo lực căng tương đương)
- + $30 \text{ m} \leq L \leq 100$ m dùng lực kéo $F \approx 100$ N (dùng quả cân 10 kg hoặc dụng cụ tạo lực căng tương đương).

Ghi chú: Lực căng nói trên áp dụng cho trường hợp trải dài và kéo căng toàn bộ chiều dài của thước cuộn trên mặt phẳng. Nếu chỉ căng một phần thước thì sử dụng lực căng tương ứng với thước cuộn có chiều dài tương đương với phần chiều dài được căng đó.

- Đặt thước cuộn chuẩn ở vị trí đo cho đến khi nhiệt độ của thước và thước vạch chuẩn (hoặc băng máy của thiết bị hiệu chuẩn) không chênh lệch quá 1°C .
- Nếu phạm vi đo của chuẩn lớn hơn phạm vi đo của thước cuộn được hiệu chuẩn, thước được kiểm trực tiếp tại các vị trí 0 ; 1/5 ; 2/5; 3/5; 4/5 và 5/5 chiều dài của thước. Sai số tại từng vị trí kiểm được ghi vào biên bản hiệu chuẩn.
- Trong trường hợp phạm vi đo của chuẩn nhỏ hơn phạm vi đo của thước cuộn được hiệu chuẩn, sai số của các vị trí kiểm nói trên được xác định qua sai số từng phần trong từng lượt kiểm theo phạm vi đo của chuẩn. Độ không đảm bảo đo trong trường hợp này phải tính thêm thành phần độ không đảm bảo đo do sai số khi xác định đường tâm của vạch chia trong từng lần đo kiểm.
- Nếu thước cuộn và thang thước của thiết bị hiệu chuẩn (hoặc thước vạch chuẩn) không cùng vật liệu thì phải tính số hiệu chỉnh kết quả đo theo hệ số giãn nở nhiệt theo công thức sau:

$$\Delta L_\alpha = (\alpha - \alpha_0) \times \Delta t_{m20^\circ\text{C}} \times L_m \quad (2)$$

Trong đó:

- ΔL_α : số hiệu chỉnh theo hệ số giãn nở nhiệt.
- α_0 : hệ số giãn nở nhiệt của thang thước thiết bị hiệu chuẩn / thước vạch chuẩn.
- α : hệ số giãn nở nhiệt của thước cuộn được hiệu chuẩn.
- $\Delta t_{m20^\circ\text{C}}$: chênh lệch nhiệt độ trung bình của chuẩn và thước cuộn so với nhiệt độ tiêu chuẩn 20°C .

Sai số E của thước cuộn cần hiệu chuẩn được tính như sau:

$$E = \Delta L_m + \Delta L_s + \Delta L_\alpha \quad (3)$$

Trong đó:

- ΔL_m : sai số tại vị trí kiểm khi so với thiết bị hiệu chuẩn.
- ΔL_s : số hiệu chỉnh thang thước của thiết bị hiệu chuẩn.
- ΔL_α : số hiệu chỉnh theo hệ số giãn nở nhiệt.

ĐLVN 266 : 2020

Sai số tại vị trí kiểm ΔL_m được tính như sau:

$$\Delta L_m = L_m - L_{cal} \quad (4)$$

Với L_{cal} là giá trị đọc được trên thiết bị hiệu chuẩn chưa bao gồm số hiệu chính.

8 Đánh giá độ không đảm bảo đo

Độ không đảm bảo đo của phép hiệu chuẩn thước cuộn chuẩn được tính toán từ các yếu tố ảnh hưởng tới sai số đo tại từng vị trí kiểm trên thước, gồm:

8.1 Độ không đảm bảo đo của chuẩn (u_1);

8.2 Độ không đảm bảo đo của việc xác định đường tâm vạch chia (u_2);

8.3 Độ không đảm bảo đo do sự không song song giữa chuẩn và thước (u_3);

8.4 Độ không đảm bảo đo do sai số của nhiệt độ trung bình khi hiệu chuẩn khác 20°C và sự khác nhau về hệ số giãn nở nhiệt giữa chuẩn và thước (u_4);

8.5 Độ không đảm bảo đo do sai số của chênh lệch nhiệt độ giữa chuẩn và thước cuộn (u_5);

8.6 Độ không đảm bảo đo do sai số của hệ số giãn nở nhiệt (u_6).

Độ không đảm bảo đo tổng hợp: u_c

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2 + u_6^2} \quad (5)$$

Độ không đảm bảo đo mở rộng:

được tính với mức tin cậy $P \approx 95\%$ và hệ số phủ $k = 2$

$$U = 2 \times u_c \quad (6)$$

Ghi chú: Hướng dẫn tính toán cụ thể các thành phần độ không đảm bảo đo trong phụ lục 2.

9 Xử lý chung

9.1 Thước cuộn chuẩn sau khi hiệu chuẩn nếu đạt các yêu cầu trong mục 7 và tổng trị tuyệt đối sai số $|E|$ với độ không đảm bảo đo U tại từng vị trí kiểm không vượt quá sai số cho phép lớn nhất MPE tại vị trí kiểm đó ($|E|/L \leq MPE$) thì được cấp chứng chỉ hiệu chuẩn (tem hiệu chuẩn, giấy chứng nhận hiệu chuẩn,...) theo quy định.

9.2 Thước cuộn chuẩn sau khi hiệu chuẩn nếu không đạt một trong các yêu cầu trên thì không cấp chứng chỉ hiệu chuẩn mới và xóa dấu hiệu chuẩn cũ (nếu có).

9.3 Chu kỳ hiệu chuẩn của thước cuộn chuẩn là 12 tháng.

Tên cơ quan hiệu chuẩn

.....

BIÊN BẢN HIỆU CHUẨN

Số :

Tên chuẩn/phương tiện đo: **Thước cuộn chuẩn**

Kiểu:..... Số:.....

Cơ sở sản xuất: Năm sản xuất:

Đặc trưng kỹ thuật :

Phạm vi đo :

Giá trị độ chia :

Độ chính xác :

Cơ sở sử dụng:

Phương pháp thực hiện: ĐLVN 266

Chuẩn, thiết bị chính được sử dụng:

Điều kiện môi trường:

Nhiệt độ: $t_{\min} = \dots\dots\dots$ °C, $t_{\max} = \dots\dots\dots$ °C, $t_{\text{avg}} = \dots\dots\dots$ °C. Độ ẩm:

Người thực hiện:..... Ngày thực hiện:

Địa điểm thực hiện:

KẾT QUẢ HIỆU CHUẨN

1. Kiểm tra bên ngoài

Đạt Không đạt

Ghi chú khác:

2. Kiểm tra kỹ thuật

Đạt Không đạt

Ghi chú khác:

3. Kiểm tra đo lường

Nhiệt độ của chuẩn: $t_{\text{std}} = \dots\dots\dots$ °C.

Nhiệt độ của thước cuộn được hiệu chuẩn: $t_{\text{meas}} = \dots\dots\dots$ °C.

Nhiệt độ trung bình: $t_{\text{mavg}} = (t_{\text{std}} + t_{\text{meas}})/2 = \dots\dots\dots$ °C.

Chênh lệch nhiệt độ trung bình so với nhiệt độ tiêu chuẩn: $\Delta_{t_{m20^\circ\text{C}}} = (t_{\text{mavg}} - 20^\circ\text{C}) = \dots\dots\dots$ °C.

3.1. Kiểm tra bề rộng vạch chia

3.1.1. Vạch chia mm

Vạch chia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bề rộng vạch chia b_1 (mm)										

Bề rộng vạch chia nhỏ nhất: $b_{1min} = \dots$

Bề rộng vạch chia lớn nhất: $b_{1max} = \dots$

Bề rộng trung bình của vạch chia: $b_{1avg} = \dots$

- $b_{1min} \geq 70\% b_{1max}$: Đạt Không đạt
- $b_{1avg} \leq 0,20 \text{ mm}$: Đạt Không đạt

3.1.2. Vạch chia cm

Vạch chia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bề rộng vạch chia b_2 (mm)										

Bề rộng vạch chia nhỏ nhất: $b_{2min} = \dots$

Bề rộng vạch chia lớn nhất: $b_{2max} = \dots$

Bề rộng trung bình của vạch chia: $b_{2avg} = \dots$

- $b_{2min} \geq 70\% b_{2max}$: Đạt Không đạt
- $b_{2avg} \leq 0,50 \text{ mm}$: Đạt Không đạt

3.1.3. Vạch chia dm

Vạch chia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bề rộng vạch chia b_3 (mm)										

Bề rộng vạch chia nhỏ nhất: $b_{3min} = \dots$

Bề rộng vạch chia lớn nhất: $b_{3max} = \dots$

Bề rộng trung bình của vạch chia: $b_{3avg} = \dots$

- $b_{3min} \geq 70\% b_{3max}$: Đạt Không đạt
- $b_{3avg} \leq 0,50 \text{ mm}$: Đạt Không đạt

3.2. Xác định sai số của thước và độ không đảm bảo đo

Vị trí kiểm tra trên thước cuộn L_m (....)	Giá trị chỉ thị trên chuẩn L_{cal} (...)	Sai số ΔL_m (mm)	Số hiệu chính của chuẩn ΔL_s (mm)	Số hiệu chính ΔL_α (mm)	Sai số tổng E (mm)	Độ không đảm bảo đo U (mm)	$ E + U$ (mm)	MPE (mm)

• $MPE = (0,1 + 0,1 \times L_m) \text{ mm}$

4. Kết luận

Thước cuộn chuẩn đạt / không đạt yêu cầu kỹ thuật về đo lường để làm chuẩn kiểm định thước cuộn cấp chính xác II, III.

Người soát lại

Người thực hiện

HƯỚNG DẪN TÍNH TOÁN ĐỘ KHÔNG ĐẢM BẢO ĐO

1 Độ không đảm bảo đo của chuẩn (u_1)

Thành phần độ không đảm bảo đo của chuẩn này được xác định từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn. Nó được xác định từ độ không đảm bảo đo mở rộng U_1 với mức độ tin cậy P và hệ số phủ k :

$$u_1 = \frac{U_1}{k} \quad (1)$$

2 Độ không đảm bảo đo của việc xác định đường tâm của vạch chia (u_2)

Đường tâm vạch chia của thước được hiệu chuẩn xác định qua đường tâm của dụng cụ quang học hoặc vạch chia trên thước chuẩn. Thành phần này bao gồm hai thành phần u_{dA} và u_{dR} :

$$u_2 = \sqrt{u_{dA}^2 + u_{dR}^2} \quad (2)$$

Trong đó:

- u_{dA} : là thành phần độ không đảm bảo đo loại A được xác định thông qua quan trắc n phép đo được xác định như sau:

$$u_{dA} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (3)$$

Với: x_i : Kết quả quan trắc phép đo thứ i .

\bar{x} : Giá trị trung bình của n lần quan trắc.

n : Số lần quan trắc đường tâm vạch chia (tối thiểu 10 lần)

Ghi chú: Phép quan trắc được tiến hành với cả 3 loại vạch đơn vị mm , cm và dm . Chọn giá trị lớn nhất trong đó.

- u_{dR} : là thành phần độ không đảm bảo đo đo phụ thuộc vào giá trị độ chia của lúp đo xác định tâm vạch chia của thước cuộn.

$$u_{dR} = \frac{R}{2\sqrt{3}} \quad (4)$$

với R là giá trị độ chia của lúp đo.

3 Độ không đảm bảo đo do độ không song song giữa thước chuẩn và thước được hiệu chuẩn (u_3)

Gọi ε là độ lệch trên chiều dài danh nghĩa của thước được hiệu chuẩn, giá trị này được ước lượng qua dụng cụ quang học. Sai số Abbe tại từng vị trí kiểm được tính như sau:

$$\delta = \frac{\varepsilon^2}{L_m} \quad (5)$$

Với l là chiều dài đo

Chọn phân bố hình chữ nhật:

$$u_3 = \frac{\delta}{\sqrt{3}} \quad (6)$$

Nếu thước cuộn được kiểm từng phần thì độ không đảm bảo đo được tính riêng rẽ cho từng lượt đo kiểm.

4 Độ không đảm bảo đo do chênh lệch nhiệt độ trung bình của chuẩn và thước cuộn với nhiệt độ tiêu chuẩn 20°C; và sự khác nhau về hệ số giãn nở nhiệt giữa chuẩn và thước cuộn (u_4)

Gọi nhiệt độ của chuẩn và thước khi đo lần lượt là t_{std} ; t_{meas} . Gọi sai lệch nhiệt độ trung bình t_{mavg} tính từ 2 giá trị trên với nhiệt độ tiêu chuẩn 20°C là $\Delta t_{m20^\circ C}$.

$$t_{mavg} = (t_{std} + t_{meas})/2$$

$$\Delta t_{m20^\circ C} = t_{mavg} - 20^\circ C$$

Gọi hệ số giãn nở nhiệt của chuẩn (thang thước của chuẩn) là: α_o .

sGọi hệ số giãn nở nhiệt thước cuộn được hiệu chuẩn là: α .

Thành phần độ không đảm bảo đo này được tính như sau:

$$u_4 = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \Delta t_{m20^\circ C} \times |\alpha - \alpha_o| \times L_m \quad (7)$$

Các hệ số giãn nở nhiệt này được cung cấp bởi nhà sản xuất thước, nếu không thì có thể tra trong các sổ tay vật liệu. Thí dụ:

- Thang thước thủy tinh của thiết bị hiệu chuẩn: $\alpha_o = (8,5 \pm 1) \times 10^{-6} / K$.
- Thước cuộn thép carbon: $\alpha = (11,5 \pm 1) \times 10^{-6} / K$.
- Thước cuộn sợi thủy tinh: $\alpha = (5,5 \pm 1) \times 10^{-6} / K$.
- Thước cuộn hợp kim invar: $\alpha = (1,2 \times 10^{-6} \pm 0,1) / K$.

5 Độ không đảm bảo đo do chênh lệch nhiệt độ giữa chuẩn và thước cuộn (u_5)

Gọi chênh lệch nhiệt độ này là Δt_m , thành phần này được tính như sau:

$$u_5 = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \Delta t_m \times \left(\frac{\alpha + \alpha_o}{2} \right) \times L_m \quad (8)$$

6 Độ không đảm bảo đo do sai số của hệ số giãn nở nhiệt (u_6)

Gọi độ chính xác hệ số giãn nở nhiệt vật liệu là $\pm a \times 10^{-6}/K$; ví dụ hệ số giãn nở của vật liệu thép là $(11,5 \pm 1,0) \times 10^{-6}/K$, độ không đảm bảo đo được tính như sau với phân bố hình chữ nhật :

$$u_6 = \frac{a}{\sqrt{3}} \times 10^{-6} \times \Delta t_m \times L_m \quad (9)$$

Nếu không có thông tin chính xác, có thể chấp nhận giá trị $a = 10 \% \times \alpha$

Độ không đảm bảo tổng hợp: u_c

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2 + u_6^2} \quad (10)$$

Độ không đảm bảo mở rộng U ($P \approx 95\%$, $k = 2$)

$$U = 2 \times u_c \quad (11)$$