

Đ**L****V****N** 283 : 2015

**THƯỚC VẠCH CHUẨN
QUY TRÌNH HIỆU CHUẨN**

Standard line scales - Calibration procedure

HÀ NỘI - 2015

Lời nói đầu:

ĐLVN 283 : 2015 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 vạch chuẩn - Quy trình hiệu chuẩn

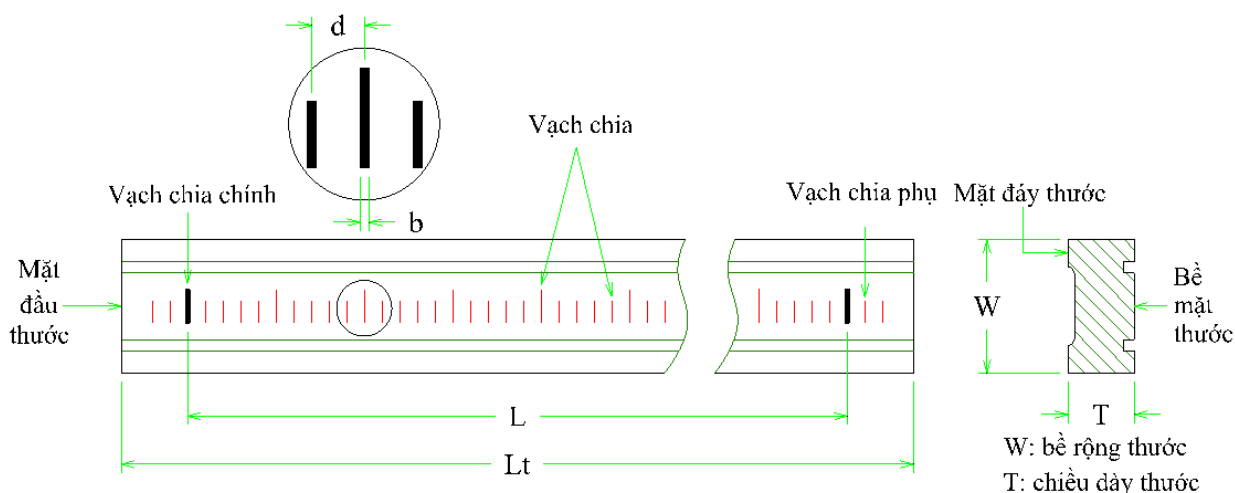
Standard line scale - Calibration procedure

1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình hiệu chuẩn thước vạch chuẩn (sau đây gọi tắt là thước vạch) có phạm vi đo tới 2000 mm, dùng để kiểm định ban đầu thước cuộn cấp chính xác 1, 2, 3.

2 Giải thích từ ngữ

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



Hình 1. Thước vạch chuẩn

2.1 Vạch chia (graduation lines) là tập hợp các vạch được in, khắc ... đánh dấu trên thước.

2.2 Vạch chia chính (main graduation lines) là hai vạch chia thể hiện chiều dài danh nghĩa của thước.

2.3 Vạch chia phụ (extra graduation lines) là một số vạch chia nằm ngoài hai vạch chia chính.

2.4 Chiều dài tổng (total length, ký hiệu L_t) là chiều dài lớn nhất của thước được giới hạn bởi hai mặt đầu thước.

2.5 Chiều dài danh nghĩa (nominal length, ký hiệu L) là giá trị đo lớn nhất của thước.

2.6 Phạm vi đo (measuring range) gồm tập hợp các giá trị đo mà thước thể hiện với sai số nằm trong giới hạn cho phép. Giá trị đo này được xác định bằng khoảng cách giữa đường tâm của hai vạch chia.

ĐLVN 283 : 2015

2.7 Giá trị độ chia (graduation, ký hiệu d) là giá trị thể hiện bởi hai vạch chia cạnh nhau.

2.8 Bề rộng vạch chia (graduation lines thickness, ký hiệu b) là kích thước xác định bởi hai đường biên của vạch.

3 Các phép hiệu chuẩn

Phải lần lượt tiến hành các phép hiệu chuẩn ghi trong bảng 1.

Bảng 1. Các phép hiệu chuẩn

TT	Tên phép hiệu chuẩn	Theo điều mục của quy trình
1	Kiểm tra bên ngoài	7.1
2	Kiểm tra kỹ thuật	7.2
2.1	Kiểm tra bề rộng vạch chia	7.2.1
2.2	Kiểm tra độ phẳng bề mặt thước	7.2.2
3	Kiểm tra đo lường	7.3
3.1	Xác định vị trí kiểm	7.3.1
3.2	Phương pháp đo	7.3.2
3.3	Xác định sai số	7.3.3

4 Phương tiện hiệu chuẩn

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

Bảng 2. Phương tiện hiệu chuẩn

TT	Tên phương tiện dùng để hiệu chuẩn	Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản	Áp dụng cho điều mục của quy trình
1	Chuẩn đo lường		
	Thước vạch chuẩn hoặc thiết bị hiệu chuẩn thước vạch chuyên dụng.	Độ không đảm bảo đo $U: \leq (10 + 10 \times L)$ μm với L tính bằng mét	7.3
2	Phương tiện đo khác		
2.1	Phương tiện đo độ phẳng	Phạm vi làm việc lớn hơn chiều dài của thước. Sai số đo độ phẳng: $\leq 0,01$ mm	7.2
2.2	Dụng cụ quang học	Độ phóng đại: ≥ 50 X Giá trị độ chia: $\leq 0,01$ mm	7.2

TT	Tên phương tiện dùng để hiệu chuẩn	Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản	Áp dụng cho điều mục của quy trình
2.3	Nhiệt ẩm kế	Phạm vi đo: (10 ÷ 30) °C & (30 ÷ 70) %RH Giá trị độ chia: ≤ 1 °C, ≤ 1 %RH	7.3
2.4	Nhiệt kế tiếp xúc	Phạm vi đo: (18 ÷ 22) °C Giá trị độ chia: ≤ 0,1 °C	7.3

5 Điều kiện hiệu chuẩn

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

- Nhiệt độ: (20 ± 2) °C.
- Độ ẩm: (40 ÷ 60) %RH.

6 Chuẩn bị hiệu chuẩn

Trước khi tiến hành hiệu chuẩn, thước vạch và chuẩn phải được vệ sinh sạch và đặt cạnh nhau trong phòng đo tối thiểu 06 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:

- Thước vạch phải là một thanh liền, không nối ghép, không bị nứt gãy, mặt thước không bị khuyết tật hoặc hoen rỉ nhiều làm ảnh hưởng đến kết quả đo.
- Vạch chia phải rõ ràng, đều nét, thẳng và vuông góc với trục đo. Chữ số và các ký hiệu, số hiệu của nhà sản xuất phải được ghi khắc đầy đủ.

7.2 Kiểm tra kỹ thuật

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

7.2.1 Kiểm tra bề rộng vạch chia

Dùng dụng cụ quang học có độ phóng đại và độ chính xác phù hợp quan sát các vạch chia và đo bề rộng của ít nhất 10 vạch chia ở các vị trí đầu, giữa và cuối thước.

Xác định bề rộng nhỏ nhất, lớn nhất và trung bình từ các giá trị đo được.

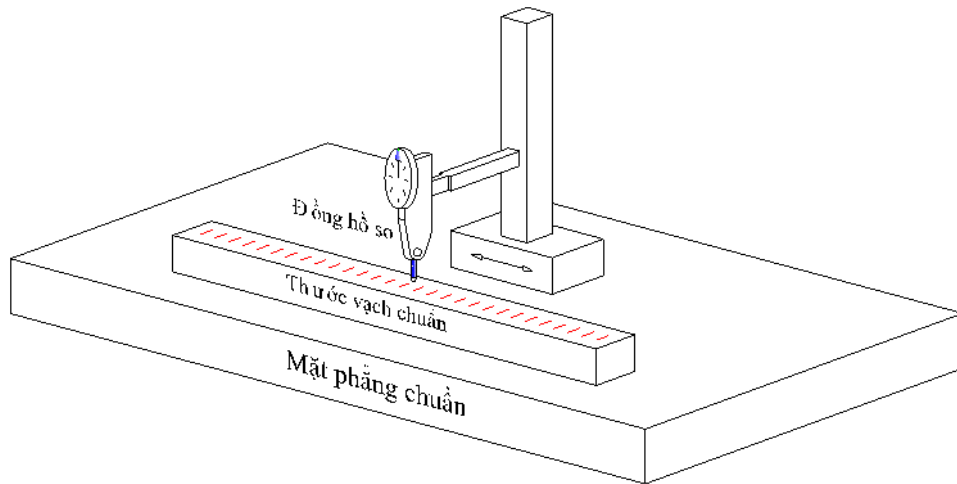
Yêu cầu giá trị bé nhất không được nhỏ hơn 70 % giá trị lớn nhất.

Bề rộng trung bình của vạch chia không được lớn hơn 0,12 mm.

7.2.2 Kiểm tra độ phẳng bề mặt thước

Thước vạch cần được kiểm tra độ phẳng trên bề mặt ghi khắc vạch chia hay còn gọi là mặt trên của thước. Độ phẳng được đánh giá bằng mặt phẳng chuẩn hoặc sóng trượt chuẩn và đồng hồ so (hình 2).

Độ phẳng bề mặt thước vạch chuẩn không lớn hơn 0,10 mm.



Hình 2. Phương pháp kiểm độ phẳng của thước vạch

7.3 Kiểm tra đo lường

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

7.3.1 Xác định vị trí kiểm

Thước vạch được kiểm tại các vạch chia khác nhau lần lượt từ vạch chia chính đầu thước tới vạch chia chính cuối thước, cụ thể như sau:

Dãy 1:

Kiểm tại các vạch chia thể hiện các giá trị danh nghĩa sau: [0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10] mm.

Dãy 2:

Kiểm tại các vạch chia thể hiện các giá trị danh nghĩa sau: [0; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100] mm.

Dãy 3:

Kiểm tại các vạch chia thể hiện các giá trị danh nghĩa sau: [0; 50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500] mm.

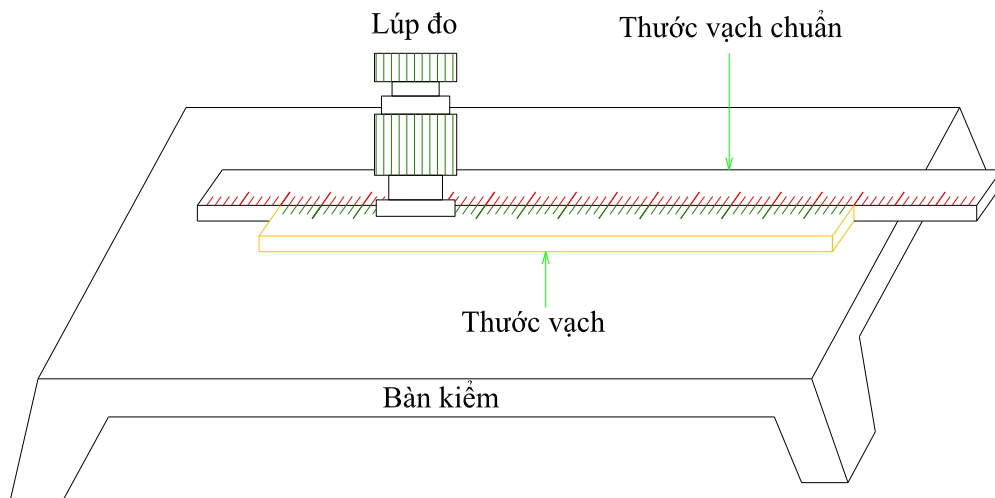
Dãy 4:

Kiểm tại các vạch chia thể hiện các giá trị danh nghĩa sau: [0; 500; 600; 700; 800; 900; 1000; 1100; 1200; 1300; 1400; 1500; 1600; 1700; 1800; 1900; 2000] mm.

7.3.2 Phương pháp đo

Sử dụng thiết bị chuyên dụng đo thước vạch hoặc thước vạch chuẩn để đo và xác định sai số tại các vị trí kiểm nói trên.

Phải quan trắc và ghi lại nhiệt độ, độ ẩm của phòng đo; nhiệt độ của thước vạch được hiệu chuẩn và chuẩn trong tại thời điểm bắt đầu và kết thúc quá trình đo.



Hình 3. Phương pháp xác định sai số của thước vạch

7.3.3 Xác định sai số

Sai số của thước được tính bằng công thức:

$$\delta_i = l_i - l_{ic} \tag{1}$$

Trong đó: δ_i : sai số của thước vạch tại vị trí kiểm thứ i ($i = 1, 2, 3$);

l_i : là vị trí kiểm trên thước được hiệu chuẩn;

l_{ic} : là giá trị đọc được bởi chuẩn.

Ví dụ tại vị trí kiểm 1000 mm, giá trị đọc được bởi chuẩn là 999,995 mm thì sai số là:

$$\delta_{1000} = 1000 \text{ mm} - 999,995 \text{ mm} = + 0,005 \text{ mm}$$

Sai số cho phép của thước vạch chuẩn để kiểm định thước cuộn không được vượt quá sai lệch lớn nhất cho phép sau:

$$\text{MPE} = (0,015 + 0,015 \times l) \text{ mm} \tag{2}$$

Với l là chiều dài đo.

8 Ước lượng độ không đảm bảo đo

Độ không đảm bảo đo của phép hiệu chuẩn thước vạch 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 bề rộng vạch chia (u_2).

8.3 Độ không đảm bảo đo do trực thước chuẩn và trực thước được hiệu chuẩn không song song (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 thước chuẩn và thước vạch (u_5).

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

Độ không đảm bảo đo chuẩn tổng hợp: u_c

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2 + u_6^2} \quad (3)$$

Độ không đảm bảo đo mở rộng: $U = 2 \times u_c$

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

Ghi chú: Hướng dẫn tính toán cụ thể các thành phần độ không đảm bảo đo trong phụ lục 3.

9 Xử lý chung

9.1 Thước vạch chuẩn sau khi hiệu chuẩn nếu đạt các yêu cầu kỹ thuật và tổng sai số với độ không đảm bảo đo tại từng vị trí kiểm không vượt quá sai số cho phép lớn nhất tại vị trí kiểm đó thì được cấp chứng chỉ hiệu chuẩn (tem hiệu chuẩn, giấy chứng nhận hiệu chuẩn,...) theo quy định.

9.2 Thước vạch 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 vạch chuẩn là 12 tháng.

YÊU CẦU KỸ THUẬT VÀ ĐO LƯỜNG

1 Vật liệu

Thước vạch chuẩn được chế tạo từ các vật liệu đồng chất, ít biến đổi cấu trúc trong thời gian dài, có tính chống ăn mòn cao.

Khuyến cáo sử dụng những vật liệu chế tạo thước vạch trong bảng 1.

Bảng 1. Vật liệu chế tạo thước vạch chuẩn

TT	Vật liệu	Hệ số giãn nở nhiệt ($\times 10^{-6}/K$)
1	Hợp kim Invar (FeNi36)	$1,2 \pm 0,5$
2	Hợp kim thép FeNi42	$5,3 \pm 0,5$
3	Hợp kim thép	$11,0 \pm 1,0$
4	Thủy tinh quang học	$9,5 \pm 1,5$
5	Thủy tinh Quartz (Fused quartz)	$1,0 \pm 0,5$
6	Zerodur	$0,05 \pm 0,10$

2 Kích thước

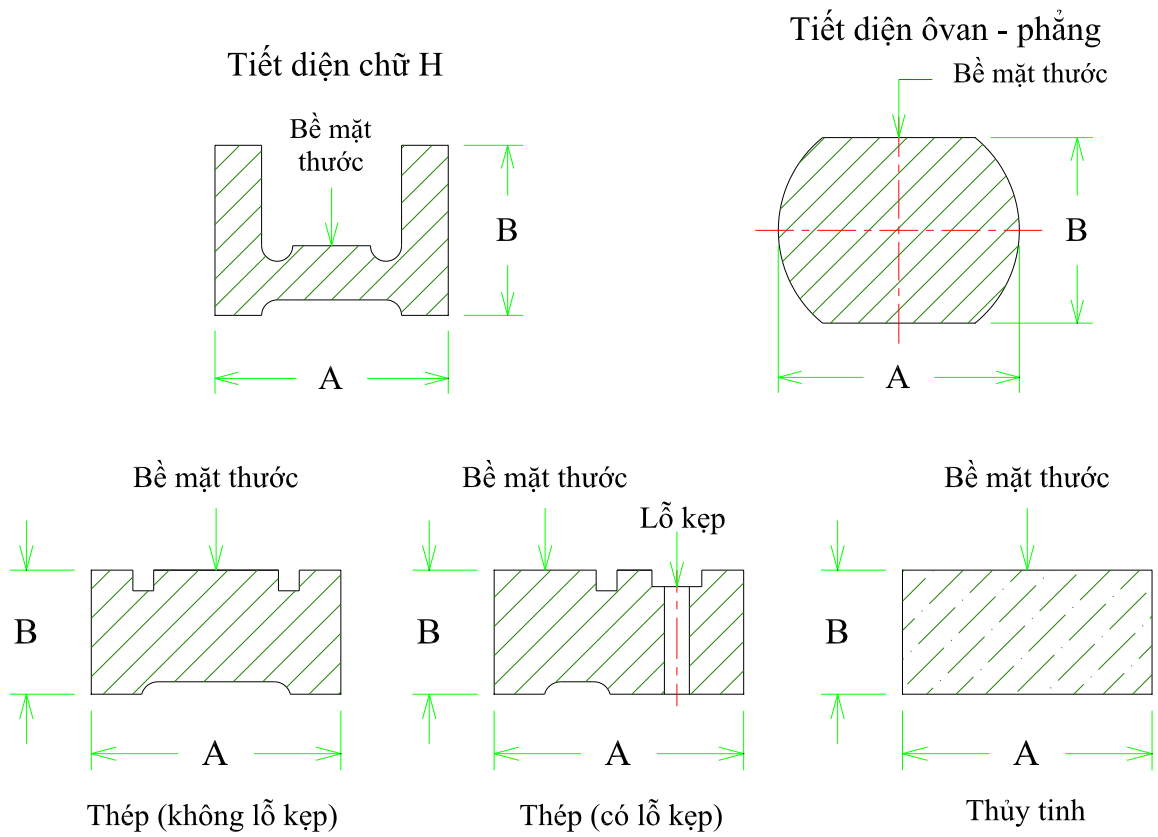
Phạm vi đo và chiều dài tổng của thước được khuyến cáo chế tạo theo các kích thước trong bảng 2.

Bảng 2: Chiều dài thước

Chiều dài danh nghĩa (mm)	100	150	200	250	300	400	500	600	750	800	1000	1200	1500	2000
Chiều dài tổng của thước (mm)	120	170	220	280	330	430	530	640	790	840	1040	1250	1550	2050

3 Hình dạng và tiết diện thước

Hình dạng của thước thường được chế tạo theo các kiểu trong hình 1 với kích thước tương ứng trong bảng 3.



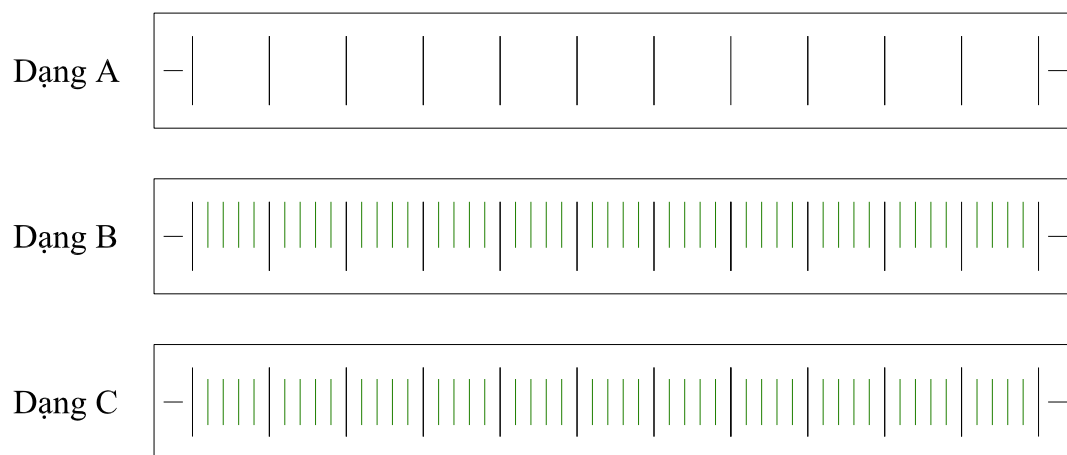
Hình 1. Hình dạng mặt cắt

Bảng 3. Kích thước mặt cắt thước

Vật liệu	Dạng mặt cắt		Kích thước (mm)	
			A	B
Kim loại	Tiết diện chữ H		30	22
	Tiết diện ovan - phẳng		22	18
			31	28
	Tiết diện hình chữ nhật	Có lỗ kẹp	20	10
			24	10
			43	18
		Không lỗ kẹp	20	10
			22	10
24			10	
Thủy tinh	Tiết diện hình chữ nhật		10	10
			16	10
			20	10
			30	15

4 Dạng vạch chia

Có 03 dạng in khắc vạch chia trên bề mặt thước như sau:



Hình 2. Các dạng vạch chia

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 : Phạm vi đo:

Giá trị độ chia:

Độ chính xác:

Cơ sở sử dụng:

Phương pháp thực hiện:

Chuẩn, thiết bị chính được sử dụng:

Điều kiện môi trường:

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

Độ ẩm:%RH

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:

2.1 Kiểm tra bề rộng vạch chia

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

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

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

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

$b_{\min} > 70\% b_{\max}$: Đạt Không đạt

$b_{\text{avg}} < 0,12 \text{ mm}$: Đạt Không đạt

2.2 Kiểm tra độ phẳng bề mặt

Độ phẳng bề mặt thước: $\Delta_f = \dots\dots\dots$ mm

$\Delta_f < 0,10$ mm : Đạt Không đạt

3 Kiểm tra đo lường

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

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

Chênh lệch nhiệt độ: $\Delta t_{tm} = (|t_{std} - t_{meas}|)$ °C = $\dots\dots\dots$ °C.

3.1 Xác định sai số của thước

Vị trí kiểm (mm)	Giá trị đo được (mm)	Sai số (μ m)	Vị trí kiểm (mm)	Giá trị đo được (mm)	Sai số (μ m)	Vị trí kiểm (mm)	Giá trị đo được (mm)	Sai số (μ m)	Vị trí kiểm (mm)	Giá trị đo được (mm)	Sai số (μ m)	Vị trí kiểm (mm)	Giá trị đo được (mm)	Sai số (μ m)
0			0			0			0			1100		
1			10			50			100			1200		
2			20			100			200			1300		
3			30			150			300			1400		
4			40			200			400			1500		
5			50			250			500			1600		
6			60			300			600			1700		
7			70			350			700			1800		
8			80			400			800			1900		
9			90			450			900			2000		
10			100			500			1000			-		

Sai số < MPE : Đạt Không đạt

3.2 Đánh giá độ không đảm bảo đo

Độ không đảm bảo đo mở rộng: $U = k \times u_c$ với $k = 2$; $P \approx 95\%$.

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 chuẩn (u_1)

Thành phần độ không đảm bảo đo 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 bề rộng vạch chia (u_2)

Thành phần độ không đảm bảo đo này ước lượng có phân bố dạng tam giác, được xác định từ bề rộng vạch chia lớn nhất b_{\max} đo được:

$$u_2 = \frac{b_{\max}}{2\sqrt{6}} \quad (2)$$

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 toàn bộ 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:

$$\delta = \frac{\varepsilon^2}{l} \quad (3)$$

Với l là chiều dài đo

Chọn phân bố hình chữ nhật:
$$u_3 = \frac{\delta}{\sqrt{3}} \quad (4)$$

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)

Nhiệt độ môi trường trong quá trình hiệu chuẩn được ghi lại các giá trị nhỏ nhất (t_{\min}) và lớn nhất (t_{\max}). Gọi sai lệch nhiệt độ trung bình (t_{avg}) tính từ 2 giá trị trên với nhiệt độ chuẩn 20°C là $\Delta t_{20^\circ\text{C}}$.

$$t_{\text{avg}} = (t_{\max} + t_{\min})/2$$

$$\Delta t_{20^\circ\text{C}} = t_{\text{avg}} - 20^\circ\text{C}$$

Gọi hệ số giãn nở nhiệt thước chuẩn là: α_0 .

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

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

$$u_4 = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \Delta t_{20^\circ\text{C}} \times (\alpha - \alpha_0) \times 1 \quad (5)$$

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

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

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

$$u_5 = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \Delta t_m \times \frac{(\alpha + \alpha_0)}{2} \times 1 \quad (6)$$

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

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

$$u_6 = \frac{a}{\sqrt{3}} \times 10^{-6} \times \Delta t_m \times 1 \quad (7)$$

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

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2 + u_6^2} \quad (8)$$

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

$$U = 2 \times u_c \quad (9)$$