

TCVN

TIÊU CHUẨN VIỆT NAM

**VẬT LIỆU KIM LOẠI
THỬ ĐỘ CỨNG VICKERS
PHẦN 2: KIỂM ĐỊNH VÀ HIỆU CHUẨN MÁY THỬ**

HÀ NỘI

Vật liệu kim loại – Thử độ cứng Vickers –

Phần 2 : Kiểm định và hiệu chuẩn máy thử

Metallic materials – Vickers hardness test -

Part 2 : Verification and calibration of testing machines

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định phương pháp kiểm định máy thử độ cứng Vickers phù hợp với TCVN 258-1.

Tiêu chuẩn này qui định phương pháp kiểm định trực tiếp để kiểm tra các chức năng chính của máy thử và phương pháp kiểm định gián tiếp thích hợp để kiểm tra toàn bộ máy thử. Phương pháp kiểm định gián tiếp có thể được sử dụng để kiểm tra định kỳ hàng ngày hoạt động của máy trong khi vận hành.

Nếu máy thử độ cứng này cũng được dùng để thử độ cứng theo các phương pháp khác, thì nó phải được kiểm định riêng cho từng phương pháp.

Tiêu chuẩn này cũng áp dụng cho máy thử độ cứng xách tay.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu dưới đây là rất cần thiết đối với việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với tài liệu có ghi năm công bố, áp dụng phiên bản được nêu. Đối với tài liệu không có năm công bố, áp dụng phiên bản mới nhất (kể cả các sửa đổi).

TCVN 258-1 : 2007 (ISO 6507-1 : 2005) Vật liệu kim loại – Thử độ cứng Vickers – Phần 1 : Phương pháp thử.

TCVN 258-3 : 2007 (ISO 6507-3 : 2005) Vật liệu kim loại – Thử độ cứng Vickers – Phần 3 : Hiệu chuẩn tấm chuẩn.

ISO 376: 2004 Metallic materials – Calibration of force-proving instruments used for the verification of uniaxial testing machines (Vật liệu kim loại – Hiệu chuẩn các dụng cụ thử lực dùng để kiểm định máy thử đồng trục).

ISO 3878 *Hardmetals – Vickers hardness test*. Hợp kim cứng – Thử độ cứng Vickers.

3 Điều kiện chung

Máy thử độ cứng Vickers trước khi kiểm định phải được kiểm tra để đảm bảo rằng máy được lắp đặt hoàn chỉnh theo hướng dẫn của người sản xuất:

Đặc biệt máy thử phải được kiểm tra để đảm bảo rằng:

- a) trục giữ mũi thử có thể trượt nhẹ nhàng theo đúng dẫn hướng;
- b) bộ phận giữ mũi thử được lắp chắc chắn trong trục giữ;
- c) khi đặt và bỏ lực thử không được giật cục hoặc rung sao cho việc đọc số đo không bị ảnh hưởng;
- d) nếu thiết bị đo được gắn liền với máy thử
 - sự thay đổi từ khi bỏ lực thử sang chế độ đo không làm ảnh hưởng đến kết quả đo (số đọc);
 - sự chiếu sáng không làm ảnh hưởng đến kết quả đo;
 - cố gắng đảm bảo sao cho tâm của vết lõm nằm ở tâm của trường nhìn.

Thiết bị chiếu sáng của kính hiển vi đo phải tạo ra sự chiếu sáng đồng đều trên toàn bộ trường quan sát và có độ tương phản lớn nhất giữa vết lõm và các bề mặt bao quanh.

4 Kiểm định trực tiếp

4.1 Qui định chung

4.1.1 Kiểm định trực tiếp phải tiến hành ở nhiệt độ $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Nếu việc kiểm định được thực hiện ngoài khoảng nhiệt độ đó, thì phải ghi điều này trong báo cáo kiểm định.

4.1.2 Các dụng cụ dùng để kiểm định và hiệu chuẩn phải được liên kết với chuẩn quốc gia.

4.1.3 Kiểm định trực tiếp bao gồm:

- a) kiểm định lực thử;
- b) kiểm định mũi thử;
- c) kiểm định thiết bị đo;
- d) kiểm định chu trình thử.

4.2 Kiểm định lực thử

4.2.1 Phải đo từng lực thử sử dụng trong phạm vi đo của máy thử. Khi có thể, phải đo ở không ít hơn ba vị trí của trục giữ mũi được đặt cách đều nhau trong phạm vi dịch chuyển của nó trong khi thử.

4.2.2 Phải đo ba lần đối với mỗi lực thử tại từng vị trí của trục giữ. Ngay trước khi tiến hành mỗi phép đo, trục giữ phải chuyển động trong cùng một chiều giống như trong khi thử nghiệm.

4.2.3 Lực thử phải được đo bằng một trong hai phương pháp sau:

- bằng lực kế cấp 1 của ISO 376 : 2004, hoặc
- bằng phương pháp cân bằng lực, có độ chính xác đến $\pm 0,2 \%$, bằng các quả cân đã được hiệu chuẩn hoặc phương pháp khác có độ chính xác tương đương.

4.2.4 Từng kết quả đo của lực thử phải nằm trong dung sai trị số danh nghĩa của lực thử cho trong Bảng 1.

Bảng 1

Khoảng lực thử, F N	Dung sai %
$F \geq 1,961$	$\pm 1,0$
$0,098\ 07 \leq F < 1,961$	$\pm 1,5$

4.3 Kiểm định mũi thử

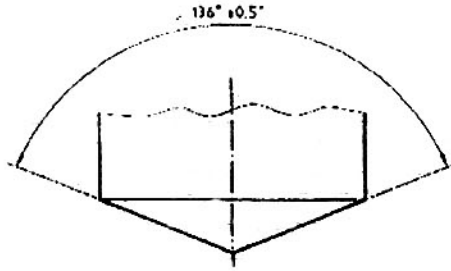
4.3.1 Bốn mặt của mũi thử kim cương hình tháp đáy vuông phải được đánh bóng và không được có khuyết tật bề mặt.

4.3.2 Kiểm định hình dạng mũi thử bằng cách đo trực tiếp hoặc bằng cách đo hình chiếu của nó trên màn hình.

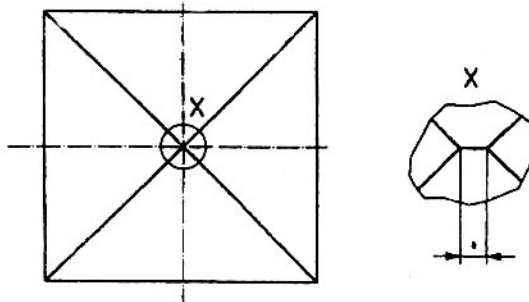
4.3.3 Góc giữa hai mặt đối diện tại đỉnh của hình tháp kim cương phải là $136^\circ \pm 0,5^\circ$ (xem Hình 1).

CHÚ THÍCH : Góc giữa các mặt đối diện cũng có thể được xác định bằng góc nhị diện của hai mặt bên, giá trị này là $148,11^\circ \pm 0,76^\circ$.

4.3.4 Góc giữa đường trục của hình tháp kim cương và đường trục của giá giữ mũi thử (vuông góc với bề mặt tiếp xúc) phải nhỏ hơn $0,50^\circ$. Bốn mặt phải cắt nhau tại một điểm; chiều dài cho phép lớn nhất của đường giao nhau giữa hai mặt đối diện cho trong Bảng 2 (xem Hình 2).



Hình 1 - Góc của hình tháp kim cương



CHÚ DẪN:

a - Chiều dài đường nối liền

Hình 2 - Cạnh giao nhau của hai mặt đối diện đỉnh của mũi thử

Bảng 2

Khoảng lực thử, F N	Chiều dài cho phép lớn nhất của cạnh giao nhau, a mm
$F \geq 49,03$	0,002
$1,961 \leq F < 49,03$	0,001
$0,09807 \leq F < 1,961$	0,0005

4.4 Kiểm định thiết bị đo

4.4.1 Độ phân giải của thiết bị phụ thuộc vào kích thước vết lõm nhỏ nhất cần phải đo.

Thang đo của thiết bị đo phải được chia sao cho đánh giá được đường chéo vết lõm (d) phù hợp với Bảng 3.

Bảng 3

Chiều dài đường chéo, d mm	Độ phân giải của thiết bị đo	Sai số cho phép lớn nhất
$d \leq 0,040$	0,0002 mm	0,0004 mm
$0,040 < d \leq 0,200$	0,5 % d	1 % d
$d > 0,200$	0,001 mm	0,002 mm

CHÚ THÍCH: Kích thước đường chéo vết lõm sẽ xác định độ phóng đại của thiết bị đo với điều kiện :
 $V_{xd} \geq 14$ mm.
 Khi đường chéo $d < 0,035$ mm điều kiện này sẽ không thực hiện được nhưng, độ phóng đại tối thiểu là 400 lần.

Độ phân giải của thiết bị đo của máy thử độ cứng Vickers của hợp kim cứng theo qui định của ISO 3878.

4.4.2 Thiết bị đo phải được kiểm định bằng các phép đo được thực hiện trên micromet vật kính tại ít nhất năm đoạn trên từng phạm vi làm việc.

Sai số cho phép lớn nhất không được vượt quá trị số cho trong Bảng 3.

4.5 Kiểm định chu trình thử

Chu trình thử phải phù hợp với TCVN 258-1 và sai lệch thời gian $\pm 1,0$ s.

5 Kiểm định gián tiếp

5.1 Kiểm định gián tiếp phải được tiến hành ở nhiệt độ (23 ± 5) °C bằng tấm chuẩn đã được hiệu chuẩn phù hợp với TCVN 258-3. Nếu việc kiểm định được tiến hành ở ngoài khoảng nhiệt độ đó thì phải ghi điều này vào báo cáo kiểm định.

5.2 Trên từng tấm chuẩn, phải đo vết lõm chuẩn. Đối với từng tấm chuẩn, sự sai khác của giá trị đường chéo trung bình đo được và giá trị đường chéo trung bình được chứng nhận không được vượt quá sai số cho phép lớn nhất cho trong Bảng 3.

5.3 Máy thử phải được kiểm định tại từng lực thử được sử dụng. Đối với từng lực thử, phải chọn hai tấm chuẩn khác nhau từ các khoảng độ cứng khác nhau được qui định dưới đây. Phải chọn tấm chuẩn sao cho ít nhất có một tấm chuẩn ở trong khoảng độ cứng được sử dụng để kiểm định.

- ≤ 225 HV
- 400 HV đến 600 HV
- > 700 HV

5.4 Khi kiểm định máy thử chỉ sử dụng một lực thử, phải dùng ba tấm chuẩn, mỗi tấm ở một khoảng đo theo qui định ở 5.2.

5.5 Trên từng tấm chuẩn phải tạo thành và đo năm vết lõm. Phép thử được tiến hành theo TCVN 258-1.

5.6 Đối với mục đích đặc biệt, có thể chỉ kiểm định máy thử ở một giá trị độ cứng, xấp xỉ với độ cứng của phép thử được tiến hành.

5.7 Đối với từng tấm chuẩn, d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 là các giá trị trung bình cộng của chiều dài hai đường chéo vết lõm được xếp theo thứ tự lớn dần và

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5} \quad (1)$$

5.8 Độ lặp lại của máy thử trong từng điều kiện kiểm định được xác định bằng hiệu số

$$r = d_5 - d_1 \quad (2)$$

Độ lặp lại, được thể hiện như là phần trăm của \bar{d} , được tính như sau:

$$r_{rel} = 100 \times \frac{d_5 - d_1}{\bar{d}} \quad (3)$$

Độ lặp lại của máy thử được kiểm định được coi là đạt yêu cầu nếu nó thoả mãn các điều kiện cho trong Bảng 4.

Bảng 4

Độ cứng của tấm chuẩn	Độ lặp lại của máy thử, max						
	$r_{rel}, \%$			rHV^b			
	HV 5 đến HV 100	HV 0,2 đến < HV 5	< HV 0,2	HV 5 đến HV 100		HV 0,2 đến < HV 5	
			Độ cứng của tấm chuẩn	HV	Độ cứng của tấm chuẩn	HV	
≤ 225 HV	3,0 ^a	6,0 ^a	9,0 ^a	100	6	100	12
				200	12	200	24
> 225 HV	2,0 ^a	4,0 ^a	5,0 ^a	250	10	250	20
				350	14	350	28
				600	24	600	48
				750	30	750	60

^a hoặc 0,001 mm, lấy giá trị lớn hơn.
^b HV: Độ cứng Vickers.

5.9 Sai số của máy thử trong điều kiện kiểm định được thể hiện bằng hiệu số

$$E = \bar{H} - H_c \quad (4)$$

trong đó

$$\bar{H} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{5} \quad (5)$$

trong đó

H_1, H_2, H_3, H_4, H_5 là độ cứng tương ứng với d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 ;

H_c là độ cứng qui định của tấm chuẩn được sử dụng.

Sai số phần trăm E_{rel} được tính theo công thức sau:

$$E_{rel} = 100 \times \frac{\bar{H} - H_c}{H_c} \quad (6)$$

Sai số lớn nhất của máy thử, tính bằng phần trăm giá trị độ cứng qui định của tấm chuẩn, không được vượt quá trị số cho trong Bảng 5.

Bảng 5

Ký hiệu độ cứng	Sai số phần trăm cho phép lớn nhất của máy thử độ cứng															
	Độ cứng, HV															
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1500
HV 0,01																
HV 0,015	10															
HV 0,02	8															
HV 0,025	8	10														
HV 0,05	6	8	9	10												
HV 0,1	5	6	7	8	8	9	10	10	11							
HV 0,2		4		6		8		9		10	11	11	12	12		
HV 0,3		4		5		6		7		8	9	10	10	11	11	
HV 0,5		3		5		5		6		6	7	7	8	8	9	11
HV 1		3		4		4		4		5	5	5	6	6	6	8
HV 2		3		3		3		4		4	4	4	4	5	5	6
HV 3		3		3		3		3		3	4	4	4	4	4	5
HV5		3		3		3		3		3	3	3	3	3	4	4
HV 10		3		3		3		3		3	3	3	3	3	3	3
HV 20		3		3		3		3		3	3	3	3	3	3	3
HV 30		3		3		2		2		2	2	2	2	2	2	2
HV 50		3		3		2		2		2	2	2	2	2	2	2
Hv 100				3		2		2		2	2	2	2	2	2	2

CHÚ THÍCH 1 : Trị số không có khi chiều dài đường chéo vết lõm nhỏ hơn 0,020 mm.

CHÚ THÍCH 2 : Đối với trị số trung gian, sai số cho phép lớn nhất có thể nhận được bằng phép nội suy.

CHÚ THÍCH 3 : Trị số cho máy thử độ cứng tế vi trên cơ sở sai số cho phép lớn nhất là 0,001 mm hoặc 2 % của chiều dài trung bình vết lõm, chọn trị số nào lớn hơn.

5.10 Xác định độ không đảm bảo đo của kết quả hiệu chuẩn máy thử độ cứng cho trong Phụ lục B.

6 Chu kỳ giữa những lần kiểm định

Các yêu cầu đối với kiểm định trực tiếp máy thử độ cứng cho trong Bảng 6.

Kiểm định gián tiếp phải được thực hiện ít nhất 12 tháng một lần và sau khi kiểm định trực tiếp.

Bảng 6 – Kiểm định trực tiếp máy thử độ cứng

Yêu cầu kiểm định	Lực	Hệ thống đo	Chu trình thử	Mũi thử ^a
Trước khi thực hiện phép thử đầu tiên	x	x	x	x
Sau khi tháo dỡ và lắp đặt lại, nếu lực, hệ thống đo hoặc chu trình thử bị ảnh hưởng	x	x	x	
Kiểm định gián tiếp không đạt ^b	x	x	x	
Kiểm định gián tiếp quá 14 tháng	x	x	x	
<p>^a Ngoài ra nên kiểm định trực tiếp mũi thử sau hai năm sử dụng.</p> <p>^b Kiểm định trực tiếp các thông số này có thể tiến hành liên tục (trừ khi máy đã đạt khi kiểm định trực tiếp) và không được yêu cầu nếu có thể chứng minh (nghĩa là bằng phép thử với mũi thử chuẩn) rằng mũi thử là nguyên nhân không đạt.</p>				

7 Báo cáo kiểm định / chứng chỉ hiệu chuẩn

Báo cáo kiểm định / chứng chỉ hiệu chuẩn phải bao gồm các thông tin sau:

- viện dẫn số hiệu tiêu chuẩn này, TCVN 258-2 : 2007;
- phương pháp kiểm định (trực tiếp và / hoặc gián tiếp);
- số liệu nhận biết của máy thử độ cứng;
- phương tiện để kiểm định (tấm chuẩn, lực kế đàn hồi ...);
- lực thử được kiểm định;
- hiệu chuẩn nhiệt độ kiểm định;
- kết quả đạt được;
- ngày tháng năm hiệu chuẩn và chứng nhận của cơ quan kiểm định;
- độ không đảm bảo đo của kết quả kiểm định.

Phụ lục A

(tham khảo)

Chú ý đối với mũi thử kim cương

Kinh nghiệm đã chỉ ra rằng có nhiều mũi thử ban đầu thoả mãn song có thể bị hư hỏng sau khi sử dụng một thời gian tương đối ngắn. Đó là do các vết nứt nhỏ, lỗ rỗ hoặc các khuyết tật khác trên bề mặt. Nếu các khuyết tật đó được phát hiện đúng lúc, kịp thời, nhiều mũi thử có thể được sửa chữa bằng cách mài lại. nếu không, bất kỳ khuyết tật nhỏ nào trên bề mặt cũng nhanh chóng trở nên xấu hơn và làm cho mũi thử không sử dụng được nữa.

Do đó:

- phải kiểm soát trạng thái của mũi thử bằng kiểm tra bề mặt của vết lõm trên tấm chuẩn hàng ngày khi sử dụng máy thử bằng mắt thường;
- việc kiểm định của mũi thử sẽ không còn giá trị khi mũi thử có khuyết tật;
- phải kiểm định lại các mũi thử sau khi mài lại hoặc sửa chữa.

Phụ lục B

(tham khảo)

Độ không đảm bảo đo của kết quả hiệu chuẩn máy thử độ cứng

Sơ đồ dẫn xuất chuẩn đo lường cần để xác định và phân chia các thang độ cứng theo Hình D.1 trong TCVN 258-1 : 2007.

B.1 Hiệu chuẩn trực tiếp máy thử độ cứng**B.1.1 Hiệu chuẩn lực thử**

Độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn tương đối tổng hợp của việc hiệu chuẩn lực thử được tính theo công thức sau:

$$u_F = \sqrt{u_{FRS}^2 + u_{FHTM}^2} \quad (B.1)$$

trong đó:

u_{FRS} là độ không đảm bảo đo tương đối của bộ chuyển đổi lực (từ chứng nhận hiệu chuẩn);

u_{FHTM} là độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn tương đối của lực thử do máy thử tạo ra.

Độ không đảm bảo đo của dụng cụ chuẩn, bộ chuyển đổi lực được chỉ ra trong chứng chỉ hiệu chuẩn tương ứng. Các tác nhân ảnh hưởng như là

- phụ thuộc nhiệt độ;
- độ ổn định lâu dài;
- sai lệch của phép nội suy.

cần được xem xét đối với việc áp dụng tới hạn. Tùy theo kết cấu của bộ chuyển đổi lực, vị trí quay của bộ chuyển đổi lực, so với trục của của mũi thử máy thử độ cứng phải được xem xét.

VÍ DỤ:

Độ không đảm bảo đo của bộ chuyển đổi lực (từ chứng nhận hiệu chuẩn) $u_{FRS} = 0,12 \% (k=2)$

Giá trị hiệu chuẩn của bộ chuyển đổi lực $F_{RS} = 294,2 \text{ N}$

Bảng B.1 – Kết quả hiệu chuẩn lực thử

Số vị trí độ cao đối với việc kiểm định lực thử	Loại 1	Loại 2	Loại 3	Giá trị trung bình	Sai lệch tương đối	Độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn tương đối
	F_1 N	F_2 N	F_3 N	\bar{F} N	ΔF_{rel} %	u_{FHTM} %
1	294,7	294,9	294,5	294,7	0,17	0,04
2	293,9	294,5	294,6	294,3	0,03	0,07
3	293,1	294,0	293,7	293,6	0,20	0,09

trong đó

$$\Delta F_{rel} = \frac{F_{RS} - \bar{F}}{\bar{F}} \quad (B.2)$$

$$u_{FHTM} = \frac{s_{Fi}}{\bar{F}} \cdot \frac{1}{\sqrt{n}}, (n=3) \quad (B.3)$$

s_{Fi} là sai lệch chuẩn của giá trị lực thử chỉ thị ở vị trí độ cao i -th.

Trong Bảng B.2 sử dụng giá trị lớn nhất của u_{FHTM} trong Bảng B.1

Bảng B.2 – Tính độ không đảm bảo đo của lực thử

Đại lượng	Giá trị ước lượng	Giá trị giới hạn tương đối	Kiểu phân bố	Độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn tương đối $u(x_i)$	Hệ số độ nhạy	Sự cung cấp độ không đảm bảo đo tương đối $u_{rel}(H)$
X_i	x_i	a_i			c_i	
u_{FRS}	294,2 N		Thông thường	$6,0 \times 10^{-4}$	1	$6,0 \times 10^{-4}$
u_{FHTM}	0,06 N		Thông thường	$9,0 \times 10^{-4}$	1	$9,0 \times 10^{-4}$
Độ không đảm bảo tiêu chuẩn tổng hợp tương đối u_F						$1,08 \times 10^{-3}$
Độ không đảm bảo đo mở rộng tương đối U_F ($k=2$)						$2,2 \times 10^{-3}$

Bảng B.3 – Tính sai số tương đối lớn nhất của lực thử

kể cả độ không đảm bảo đo của dụng cụ chuẩn

Sai số tương đối của lực thử	Độ không đảm bảo đo tương đối mở rộng của lực thử	Sai số tương đối lớn nhất của lực thử kể cả độ không đảm bảo đo của dụng cụ chuẩn
ΔF_{rel} %	U_F %	ΔF_{max} %
0,20	0,22	0,42

Trong Bảng B.3, ΔF_{max} được tính như sau:

$$\Delta F_{\max} = |\Delta F_{\text{rel}}| + U_L \quad (\text{B.4})$$

Kết quả của ví dụ có nghĩa là sai số của lực thử, kể cả độ không đảm bảo đo của dụng cụ chuẩn quy định trong 4.2 lên đến $\pm 1,0 \%$ là tuân theo yêu cầu.

B.1.2 Hiệu chuẩn hệ thống đo độ sâu

Độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn tương đối tổng hợp của dụng cụ chuẩn đối với hệ thống đo độ sâu được tính như sau:

$$u_L = \sqrt{u_{LRS}^2 + u_{ms}^2 + u_{LHTM}^2} \quad (\text{B.5})$$

trong đó:

- u_{LRS} là độ không đảm bảo đo tương đối của thiết bị hiệu chuẩn độ sâu (tiêu chuẩn viện dẫn) của chúng chỉ hiệu chuẩn đối với $k = 1$;
- u_{ms} là độ không đảm bảo đo tương đối theo khả năng phân giải của hệ thống đo;
- u_{LHTM} là độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn tương đối của máy thử độ cứng.

Độ không đảm bảo đo của dụng cụ chuẩn đối với hệ thống đo độ sâu, thiết bị hiệu chuẩn độ sâu được chỉ ra trong chứng chỉ hiệu chuẩn tương ứng. Các tác nhân ảnh hưởng như là:

- phụ thuộc nhiệt độ;
- độ ổn định lâu dài;
- phép nội suy sai lệch.

không gây ra các ảnh hưởng chủ yếu đến độ không đảm bảo đo của thiết bị hiệu chuẩn độ sâu.

Ví dụ:

Độ không đảm bảo đo của thiết bị đo độ sâu :

$$U_{LRS} = 0,0005 \text{ mm } (k = 2)$$

Khả năng phân giải của hệ thống đo :

$$\delta_{ms} = 0,1 \text{ } \mu\text{m}$$

Bảng B.4 – Kết quả hiệu chuẩn của hệ thống đo độ sâu

Giá trị chỉ thị của hệ thống đo độ sâu L_{RS} mm	Kiểu 1 L_1 mm	Kiểu 2 L_2 mm	Kiểu 3 L_3 mm	Giá trị trung bình \bar{L} mm	Sai số tương đối $\Delta L_{\%}$ %	Độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn tương đối u_{LHTM} %
0,05	0,050 0	0,050 0	0,050 1	0,050 1	0,07	0,07
0,10	0,100 2	0,100 0	0,100 1	0,100 1	0,10	0,06
0,20	0,200 1	0,199 9	0,200 1	0,200 0	0,02	0,03
0,30	0,299 7	0,300 1	0,300 1	0,300 0	-0,01	0,04
0,40	0,400 2	0,400 1	0,400 3	0,400 2	0,05	0,01

trong đó:

$$u_{LHTM} = \frac{s_L}{L} \cdot \frac{1}{\sqrt{n}}, (n=3) \tag{B.6}$$

$$\Delta L_{\%} = \frac{\bar{L} - L_{RS}}{L_{RS}} \tag{B.7}$$

s_L là sai số tiêu chuẩn của giá trị độ dài chỉ dẫn đối với giá trị chỉ dẫn i -th của micromet.

Bảng B.5 – Tính độ không đảm bảo đo của hệ thống đo

Đại lượng X_i	Giá trị ước lượng x_i	Giá trị qui định a_i	Kiểu phân bố	Độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn tương đối $u(x_i)$	Hệ số độ nhạy c_i	Sự cung cấp độ không đảm bảo đo tương đối $u_i(H)$
u_{LRS}	0,40 mm	0,5 μ m	Thông thường	$1,0 \times 10^{-4}$	1	$1,0 \times 10^{-4}$
u_{ms}	0 mm	0,1 μ m	Hình chữ nhật	$0,7 \times 10^{-4}$	1	$0,7 \times 10^{-4}$
u_{LHTM}	0		Thông thường	$6,7 \times 10^{-4}$	1	$6,7 \times 10^{-4}$
Độ không đảm bảo tiêu chuẩn tổng hợp tương đối u_L % (liên quan tới $L_{RS} = 0,4$ mm)						0,07
Độ không đảm bảo đo mở rộng tương đối U_L ($k = 2$), %						0,14

Bảng B.6 – Tính sự sai lệch tương đối tối đa của hệ thống đo, bao gồm cả độ không đảm bảo đo của dụng cụ đo chiều dài chuẩn

Chiều dài thử	Sai khác tương đối của hệ thống đo	Độ không đảm bảo đo tương đối mở rộng	Sai lệch tương đối tối đa của hệ thống đo, bao gồm cả độ không đảm bảo đo của dụng cụ đo chiều dài chuẩn
L_{RS} mm	ΔL_{rel} %	U_L %	ΔL_{max} %
0,40 mm	0,10	0,14	0,24

Trong Bảng B.6 :

$$\Delta L_{max} = |\Delta L_{rel}| + U_L \quad (B.8)$$

Kết quả của ví dụ có nghĩa là sai số của hệ thống đo, kể cả độ không đảm bảo đo của dụng cụ đo chuẩn độ đã được quy định trong 4.4 lên đến $\pm 0,5\%$ là đạt yêu cầu.

B.1.3 Kiểm định mũi thử

Mũi thử bao gồm bi thử và đầu giữ bi thử không thể kiểm định và/ hoặc hiệu chuẩn tại chỗ được. Phải có chứng chỉ hiệu chuẩn còn hiệu lực của phòng thử nghiệm được công nhận bao gồm sai lệch hình học của mũi thử (xem 4.3).

B.1.4 Kiểm định chu trình thử

Trong 4.5, sai số cho phép đối với mỗi phần của chu trình thử được quy định là $\pm 0,5$ s. Còn khi đo bằng dụng cụ đo thời gian thông thường (đồng hồ bấm giây), độ không đảm bảo đo có thể được chỉ thị là 0,1 s. Cho nên việc quy định độ không đảm bảo đo là không cần thiết.

B.2 Kiểm định gián tiếp máy thử độ cứng

Bằng cách kiểm định gián tiếp với tám chuẩn độ cứng, toàn bộ chức năng của máy thử độ cứng được kiểm tra và xác định độ lặp lại cũng như là sai lệch của máy thử độ cứng so với độ cứng thực. Độ không đảm bảo đo của kiểm định gián tiếp máy thử độ cứng theo công thức sau:

$$u_{HIM} = \sqrt{u_{CRM}^2 + u_{CRM-D}^2 + u_H^2 + u_{ms}^2} \quad (B.9)$$

trong đó:

- u_{CRM} là độ không đảm bảo hiệu chuẩn của tám chuẩn độ cứng theo chứng chỉ hiệu chuẩn đối với $k = 1$;
- u_{CRM-D} là sự thay đổi độ cứng của tám chuẩn độ cứng kể từ khi hiệu chuẩn lần cuối do sai lệch (không đáng kể đối với việc sử dụng tám chuẩn độ cứng theo tiêu chuẩn);
- u_{ms} là độ không đảm bảo đo do độ phân giải của máy thử độ cứng.

TCVN 258-2 : 2007

VÍ DỤ:

Tấm chuẩn độ cứng

$$H_{CRM} = (400,0 \pm 5,0) \text{ HV30}$$

Độ không đảm bảo đo của tấm chuẩn độ cứng $u_{CRM} = \pm 0,5 \text{ HV30}$

Độ phân giải của máy thử độ cứng

$$\delta_{ms} = 0,1 \mu\text{m}$$

Bảng B.7 – Kết quả kiểm định gián tiếp

Số vết lõm	Đường chéo vết lõm đo được d_i mm	Giá trị độ cứng đo được H_i HV ^a
1	0,371 6 _{min}	402,9 _{max}
2	0,372 4	401,1
3	0,372 8 _{max}	400,3 _{min}
4	0,371 9	402,2
5	0,372 2	401,5
Giá trị trung bình \bar{H}	0,372 2	401,6
Sai lệch chuẩn s_H		0,99

^a HV: Độ cứng Vickers.

$$\bar{b} = \bar{H} - H_{CRM} \tag{B.10}$$

$$\bar{b} = 401,6 - 400,0 = 1,6 \text{ HV}$$

$$u_H = \frac{t \cdot s_H}{\sqrt{n}} \tag{B.11}$$

Khi $t = 1,15$, $n = 5$ và $s_H = 0,99 \text{ HV}$ thì:

$$u_H = 0,51 \text{ HV}$$

B.3 Thành phần độ không đảm bảo đo

Bảng B.8 – Thành phần độ không đảm bảo đo

Đại lượng X_i	Giá trị ước lượng x_i	Độ không đảm bảo đo chuẩn $u(x_i)$	Kiểu phân bố	Hệ số độ nhạy c_i	Sự phân bố độ không đảm bảo đo $u_i(H)$
u_{CRM}	400 HV ^b	2,50 HV	Bình thường	1,0	2,50 HV
u_H	0 HV	0,51 HV	Bình thường	1,0	0,51 HV
u_{ms}	0 HV	0,000 03 mm	Hình chữ nhật	2 145,1 ^a	0,06 HV
u_{CRM-D}	0 HV	0 HV	Hình tam giác	1,0	0 HV
Độ không đảm bảo đo tổng hợp u_{HTM}					2,55 HV
Độ không đảm bảo đo mở rộng $U_{HTM} (k = 2)$					5,1 HV
^a $c = \partial H / \partial d = 2(H/d)$ với $H = 400$ HV30 và $d = 0,372$ 9 mm.					
^b HV : Độ cứng VICKERS.					

Bảng B.9 – Sai số lớn nhất của máy thử độ cứng kể cả độ không đảm bảo đo

Độ cứng đo được trên máy thử độ cứng	Độ không đảm bảo đo mở rộng	Sai số của máy thử độ cứng khi hiệu chuẩn với tám chuẩn	Sai số lớn nhất của máy thử độ cứng kể cả độ không đảm bảo đo
H HV	U_{HTM} HV	\bar{b} HV	ΔH_{HTMmax} HV
401,6 HV30	5,1	1,6	6,7
HV: Độ cứng Vickers			

$$\bar{b} = \bar{H} - H_{crm} \quad (B.12)$$

Trong Bảng B.9:

$$\Delta H_{HTMmax} = U_{HTM} + |\bar{b}| = 5,1 + 1,6 = 6,7 \text{ HV}$$

Kết quả của ví dụ trên có nghĩa là sai số giới hạn cho phép của máy thử, kể cả độ không đảm bảo đo của máy thử qui định trong Điều 5 đến $\pm 2\%$ ($\Delta H_{HTMmax} / H = 1,7\%$) là đạt.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] Sawla A. *Uncertainty of measurement in the verification and calibration of the force measuring systems of testing machines*. Proceedings of The Asia- Pacific symposium on measurement of force, mass and torque (APMF), Tsukuba, Japan, November 2000.
 - [2] Wehrstedt A., Partkowszky I. *News in the field of standardization about verification and calibration of material testing machines*, May 2001, EMPA Academy 2001.
 - [3] GABAUER W. *Manual codes of practice for the determination of uncertainties in mechanical tests on metallic materials, The estimation of uncertainties in hardness measurements*, Project, No. STM4- CT97- 2165, UNCERT COP 14: 2000.
 - [4] POLZIN, T., SCHWENK D. *Method for Uncertainty Determination of Hardness Testing; PC file for Determination*, *Materialprüfung* 44, (2002), 3, pp. 64- 71.
-