

**TCVN 5887-2 : 2008**

**ISO 4545-2 : 2005**

Xuất bản lần 1

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

*Metallic materials – Knoop hardness test –*

*Part 2: Verification and calibration of testing machines*

**HÀ NỘI - 2008**



## Lời nói đầu

TCVN 5887-2 : 2008 hoàn toàn tương đương với ISO 4545-2 : 2005.

TCVN 5887-2 : 2008 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 164 *Thử cơ lý kim loại* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

TCVN 5887 *Vật liệu kim loại - Thử độ cứng Knoop* bao gồm bốn phần sau:

TCVN 5887-1 : 2008 (ISO 4545-1 : 2005) - Phần 1 : Phương pháp thử;

TCVN 5887-2 : 2008 (ISO 4545-2 : 2005) - Phần 2 : Kiểm định và hiệu chuẩn máy thử;

TCVN 5887-3 : 2008 (ISO 4545-3 : 2005) - Phần 3 : Hiệu chuẩn tấm chuẩn;

TCVN 5887-4 : 2008 (ISO 4545-4 : 2005) - Phần 4 : Bảng các giá trị độ cứng.



## Vật liệu kim loại - Thử độ cứng Knoop - Phần 2: Kiểm định và hiệu chuẩn máy thử

*Metallic materials – Knoop 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 Knoop cho vật liệu kim loại phù hợp với TCVN 5887-1. Tiêu chuẩn này bao gồm lực thử từ 0,09807 N đến 19,614 N. Phương pháp này chỉ nên sử dụng cho vết lõm có đường chéo lớn hơn hoặc bằng 0,020 mm.

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.

### 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 (bao gồm cả các sửa đổi).

TCVN 5887-1: 2008 (ISO 4545-1: 2005), Vật liệu kim loại - Thử độ cứng Knoop - Phần 1: Phương pháp thử;

TCVN 5887-3: 2008 (ISO 4545-3: 2005), Vật liệu kim loại - Thử độ cứng Knoop - Phần 3: Hiệu chuẩn tám chuẩn;

## **TCVN 5887-2 : 2008**

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 một trục).

### **3 Điều kiện chung**

Trước khi kiểm định máy thử độ cứng Knoop phải được kiểm tra để đảm bảo rằng máy được lắp đặt đúng theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

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

- a) giá giữ mũi thử có thể di chuyển tự do mà không có bất kỳ sự va chạm nào hoặc vượt quá phạm vi hoạt động;
- b) mũi thử được lắp chắc chắn trên giá;
- c) khi đặt và bỏ lực thử không gây ra giật cục hoặc rung sao cho việc đọc số đo không bị ảnh hưởng;
- d) thiết bị đo được gắn liền với máy thử:
  - sự thay đổi từ chế độ đặt và bỏ lực thử sang chế độ đo không gây ảnh hưởng đến kết quả đo (số đọc);
  - sự chiếu sáng không làm ảnh hưởng đến kết quả đo;
  - tâm của vết lõm nằm ở gần tâm của trường nhìn.

### **4 Kiểm định trực tiếp**

#### **4.1 Qui định chung**

**4.1.1** Kiểm định trực tiếp phải được tiến hành ở nhiệt độ  $(23 \pm 5)$  °C. Nếu việc kiểm định được tiến hành ở ngoài khoảng nhiệt độ này thì phải được ghi 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) hiệu chuẩn lực thử;
- b) kiểm định mũi thử;
- c) hiệu chuẩn thiết bị đo;
- d) kiểm định chu trình thử.

#### **4.2 Hiệu chuẩn lực thử**

**4.2.1** Phải đo từng lực thử sử dụng trong phạm vi đo của máy thử (xem Bảng 2 của TCVN 5887-1: 2008).

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

- bằng lực kế kiểu đòn hồi cấp 1 theo 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.

**4.2.3** Phải đo ba lần đối với mỗi lực thử. Ngay trước khi tiến hành mỗi phép đo, mũi thử phải di chuyển theo phương giống như trong khi thử nghiệm. Tất cả các trị số đọc phải nằm trong miền dung sai được qui định trong Bảng 1.

**Bảng 1- Dung sai lực thử**

Lực thử, $F$ N	Dung sai %
$0,098\ 07 \leq F < 1,961$	$\pm 1,5$
$1,961 \leq F \leq 19,614$	$\pm 1,0$

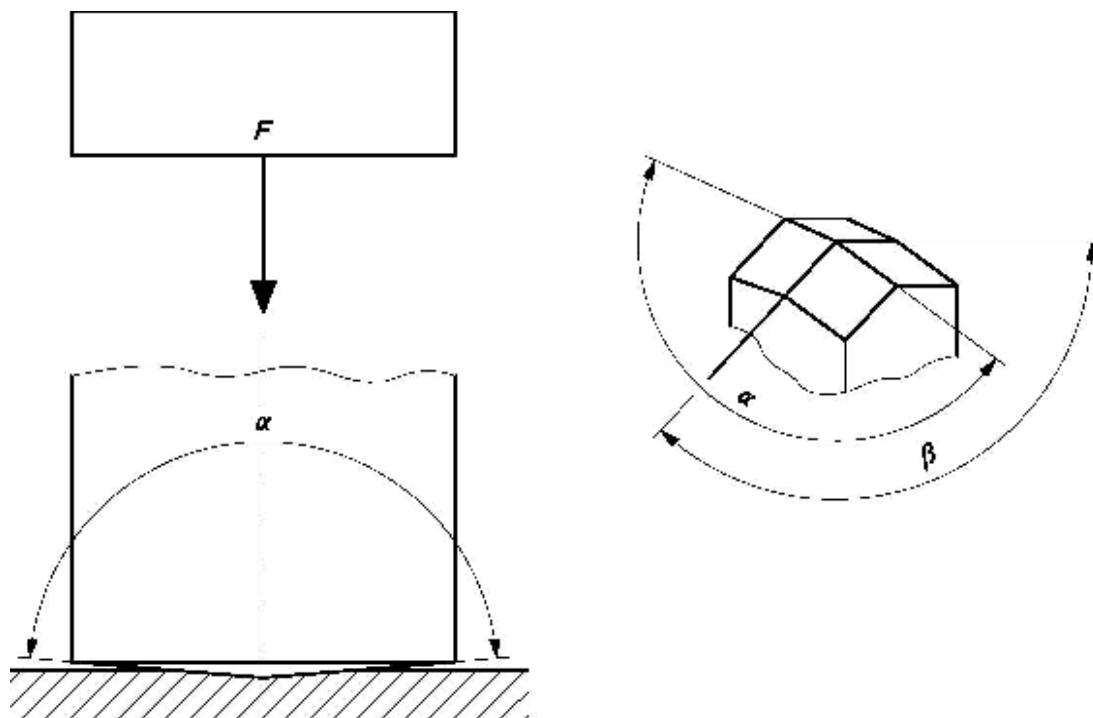
### 4.3 Kiểm định mũi thử

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

**4.3.2** Kiểm định hình dạng mũi thử có thể được thực hiện bằng cách đo trực tiếp hoặc đo quang học. Thiết bị được sử dụng cho kiểm định phải có độ chính xác tới  $\pm 0,07^\circ$ .

**4.3.3** Góc  $\alpha$  giữa hai mặt đối diện tại đỉnh của mũi thử kim cương hình tháp phải là  $(172,5 \pm 0,1)^\circ$  (xem Hình 1).

**4.3.4** Góc  $\beta$  giữa hai mặt đối diện tại đỉnh của mũi thử kim cương hình tháp phải là  $(130 \pm 1,0)^\circ$  (xem Hình 1).



**Hình 1 – Nguyên lý thử và hình dạng mũi thử**

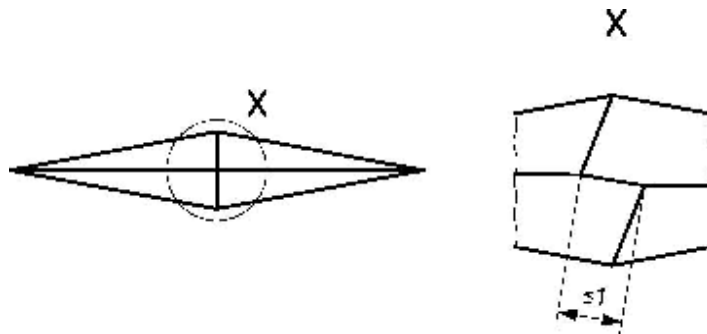
**4.3.5** Hằng số mũi thử  $c$  (xem TCVN 5887-1: 2008, Bảng 1) phải nằm trong khoảng sai khác 1 % so với giá trị lý tưởng 0,07028, ( $0,06958 \leq c \leq 0,07098$ ).

CHÚ THÍCH Để đạt được miền dung sai cho hằng số mũi thử  $c$ , giá trị của góc  $\alpha$  và/hoặc góc  $\beta$  nên được giữ đúng trong miền dung sai cho ở trên.

**4.3.6** Góc giữa đường trục của mũi thử kim cương hình tháp và đường trục của giá giữ mũi thử (vuông góc với bề mặt tiếp xúc) phải trong phạm vi  $\pm 0,5^\circ$ .

**4.3.7** Bốn mặt phải giao nhau tại một điểm chung. Chiều dài cho phép lớn nhất của đường giao nhau giữa hai mặt đối diện phải nhỏ hơn 1,0  $\mu\text{m}$  (xem Hình 2).

CHÚ THÍCH Đối với vết lõm nhỏ hơn 0,020 mm, chiều dài cho phép lớn nhất của đường giao nhau phải nhỏ hơn tương ứng theo tỷ lệ. Đường giao nhau có thể được xác định bằng việc đo một vết lõm.



**Hình 2 - Cận giao nhau của hai mặt đối diện tại đỉnh mũi thử (minh hoạ)**

**4.4 Hiệu chuẩn thiết bị đo**

**4.4.1** Thiết bị đo đường chéo dài của vết lõm phải được hiệu chuẩn tại mỗi độ khuếch đại được sử dụng dựa trên một thang chia chính xác (micromet vật kính) hoặc thiết bị có độ chính xác tương đương. Sai số của thang đo phải trong giới hạn độ không đảm bảo là 0,1  $\mu\text{m}$  hoặc 0,05 %.

**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.

**4.4.3** Sai số cho phép lớn nhất của thiết bị đo phải là  $\pm 0,5\%$  hoặc 0,4  $\mu\text{m}$ , lấy giá trị nào lớn hơn. Nếu cần thiết, có thể sử dụng hệ số hiệu chuẩn để tuân thủ dung sai này.

**4.5 Kiểm định chu trình thử**

Chu trình thử phải phù hợp với chu trình thử trong TCVN 5887-1 và phải được tính thời gian với độ không đảm bảo là 1 s.



## 5 Kiểm định gián tiếp

**5.1** Kiểm định gián tiếp phải được tiến hành ở nhiệt độ  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$  bằng tấm chuẩn đã được hiệu chuẩn phù hợp với TCVN 5887-3. Nếu việc kiểm định được tiến hành ở ngoài khoảng nhiệt độ này thì phải được ghi trong báo cáo kiểm định.

**5.2** Đo vết lõm chuẩn trên từng tấm chuẩn. Đối với từng tấm chuẩn, độ chênh lệch giữa giá trị trung bình đo được và giá trị đường chéo dài được chứng nhận không được vượt quá 0,5 % và 0,4  $\mu\text{m}$ .

**5.3** Khi kiểm định máy thử sử dụng nhiều giá trị lực thử, tất cả các lực thử được sử dụng phải được chọn lựa. Phải sử dụng lực thử nhỏ nhất và lực thử kia được chọn trong số một nửa các lực lớn. Đối với mỗi lực thử được chọn lựa, hai tấm chuẩn khác nhau phải được chọn trong khoảng đo của máy được sử dụng. Tỉ số giữa các giá trị độ cứng của hai tấm chuẩn phải bằng hoặc lớn hơn 2.

**5.4** Khi kiểm định máy thử độ cứng chỉ sử dụng một lực thử, phải sử dụng ba tấm chuẩn, được phân bố đều trên khoảng đo của máy.

**5.5** Trên từng tấm chuẩn, phải tạo thành và đo năm vết lõm. Phép thử phải được tiến hành theo TCVN 5887-1.

**5.6** Đối với từng tấm chuẩn,  $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5$  là các giá trị của các đường chéo vết lõm đo được, được sắp xếp theo thứ tự tăng dần về độ lớn, và

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

**5.7** Độ lặp lại của máy thử,  $r$ , trong từng điều kiện kiểm định được tính bằng:

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

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

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

Độ lặp lại của máy thử đạt yêu cầu nếu  $r \leq 0,001 \text{ mm}$ . Nếu  $r > 0,001 \text{ mm}$ , độ lặp lại của máy thử được coi là đạt yêu cầu khi  $r_{\text{rel}}$  nhỏ hơn hoặc bằng phần trăm cho trong Bảng 2.

**Bảng 2 – Phần trăm độ lặp lại**

Dải độ cứng của tấm thử đã chuẩn hoá	Lực thử N	$r_{\text{rel}}$ cho phép lớn nhất %
$100 \leq \text{HK} \leq 250$	$0,098\ 07 \leq F \leq 4,903$	9
$250 < \text{HK} \leq 650$		5
$\text{HK} > 650$		4
$100 \leq \text{HK} \leq 250$	$4,903 < F \leq 19,614$	8
$250 < \text{HK} \leq 650$		5
$\text{HK} > 650$		4
HK: Độ cứng Knoop		

## TCVN 5887-2 : 2008

**5.8** Sai số,  $E$ , của máy thử dưới điều kiện kiểm định riêng được tính bằng công thức sau:

$$E = \bar{d} - d_c \quad (4)$$

Sai số phần trăm,  $E_{rel}$ , được tính bằng công thức sau:

$$E_{rel} = 100 \frac{\bar{d} - d_c}{d_c} \quad (5)$$

Trong đó  $d_c$  là chiều dài đường chéo trung bình được chứng nhận gián tiếp cho tấm chuẩn, tính bằng milimét.

Sai số của máy thử đạt yêu cầu nếu  $E \leq \pm 0,0005$  mm. Nếu  $E > 0,0005$  mm, sai số của máy thử được coi là đạt yêu cầu khi  $E_{rel} \leq \pm 2$  %.

**5.9** Sự xác định độ không đảm bảo đo của kết quả hiệu chuẩn máy thử độ cứng được cho trong Phụ lục B.

## 6 Chu kỳ kiểm định

Các yêu cầu đối với kiểm định trực tiếp máy thử độ cứng cho trong Bảng 3.

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

**Bảng 3 - Kiểm định trực tiếp máy thử độ cứng**

Yêu cầu kiểm định	Lực	Thiết bị đo	Chu trình thử	Mũi thử <sup>a</sup>
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 <sup>b</sup>	x	x	x	
Kiểm định gián tiếp quá 14 tháng	x	x	x	

<sup>a</sup> Ngoài ra nên kiểm định trực tiếp mũi thử sau hai năm sử dụng.

<sup>b</sup> 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.

## 7 Báo cáo kiểm định/chứng nhận hiệu chuẩn

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

- a) viện dẫn tiêu chuẩn này, TCVN 5887-2;
- b) phương pháp kiểm định (trực tiếp và/hoặc gián tiếp);
- c) số liệu nhận biết máy thử độ cứng;
- d) phương tiện để kiểm định (tám chuẩn, lực kế kiểu đàn hồi,...);
- e) lực thử được sử dụng;
- f) giá trị độ cứng của tám chuẩn đã chuẩn hoá được sử dụng;
- g) nhiệt độ kiểm định, nếu nằm ngoài phạm vi được quy định trong Điều 4;
- h) kết quả đạt được;
- i) ngày tháng năm kiểm định và chứng nhận của cơ quan kiểm định;
- j) độ không đảm bảo của kết quả kiểm định.

## Phụ lục A

(tham khảo)

### Những lưu 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 bằng mắt thường bề mặt của vết lõm trên tấm chuẩn hàng ngày khi sử dụng máy thử ;
- việc kiểm định của mũi thử sẽ không còn giá trị khi mũi thử có khuyết tật;
- mũi thử đã được mài lại hoặc sửa chữa khác phải đáp ứng tất cả các yêu cầu trong 4.3.

## Phụ lục B

(tham khảo)

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

Sơ đồ chuỗi đo cần để xác định và phân chia các thang độ cứng theo Hình B.1 trong TCVN 5887-1: 2008.

#### B.1 Hiệu chuẩn trực tiếp máy thử độ cứng

##### B.1.1 Hiệu chuẩn lực thử

Độ không đảm bảo 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 chỉ hiệu chuẩn);

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

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

- sự phụ thuộc nhiệt độ,
- độ ổn định lâu dài, và
- 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 mũi thử máy thử độ cứng phải được xem xét.

VÍ DỤ

Độ không đảm bảo đo của bộ chuyển đổi lực (từ chứng chỉ hiệu chuẩn):  $u_{FRS} = 0,24 \% (k = 2)$

Giá trị hiệu chuẩn của bộ chuyển đổi lực  $F_{RS} = 9,8067 \text{ N}$

**Bảng B.1 - Kết quả hiệu chuẩn lực thử**

Số vị trí độ cao đối với hiệu chuẩn lực thử	Loạt 1, $F_1$ N	Loạt 2, $F_2$ N	Loạt 3, $F_3$ N	Giá trị trung bình $\bar{F}$ , N	Sai lệch tương đối $\Delta F_{rel}$ , %	Độ không đảm bảo đo chuẩn tương đối $u_{FHTM}$ , %
1	9,809	9,815	9,822	9,815	0,08	0,04

Trong đó

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

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

$s_{F_i}$  là độ lệch chuẩn của giá trị lực thử chỉ thị ở vị trí độ cao thứ  $i$

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

Giá trị $X_i$	Giá trị ước lượng $x_i$	Giá trị giới hạn tương đối $a_i$	Kiểu phân bố	Độ không đảm bảo đo chuẩn tương đối $u(x_i)$	Hệ số độ nhạy $c_i$	Thành phần độ không đảm bảo tương đối $u_i(H)$
$u_{FRS}$	294,2 N		chuẩn	$1,2 \times 10^{-3}$	1	$1,2 \times 10^{-3}$
$u_{FHTM}$			chuẩn	$4,0 \times 10^{-4}$	1	$4,0 \times 10^{-4}$
Độ không đảm bảo chuẩn tổng hợp tương đối $u(F)$						$1,26 \times 10^{-3}$
Độ không đảm bảo đo mở rộng tương đối $U(F)$ ( $k = 2$ )						$2,5 \times 10^{-3}$

**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 lệch tương đối của lực thử $\Delta F_{rel}$ , %	Độ không đảm bảo đo tương đối mở rộng của lực thử $U_F$ , %	Sai lệch tương đối lớn nhất của lực thử kể cả độ không đảm bảo đo của dụng cụ chuẩn $\Delta F_{max}$ , %
0,08	0,25	0,33

Trong đó

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

Kết quả ví dụ có nghĩa là sai lệch của lực thử, bao gồm độ không đảm bảo đo của dụng cụ chuẩn qui định trong 4.2.3 lên đến  $\pm 1,0$  % là đạt yêu cầu.

### B.1.2 Hiệu chuẩn hệ thống đo quang học

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

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

trong đó:

$u_{LRS}$  là độ không đảm bảo đo tương đối của trục vi thị kính (tiêu chuẩn viện dẫn) từ chứng 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 chuẩn tương đối của máy thử độ cứng.

Độ không đảm bảo đo của trắc vi thị kính dụng cụ chuẩn đối với hệ thống đo quang học được chỉ ra trong chứng chỉ hiệu chuẩn tương ứng. Các tác nhân ảnh hưởng như là:

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

không gây ra các ảnh hưởng chủ yếu đến độ không đảm bảo đo trắc vi thị kính.

VÍ DỤ:

Độ không đảm bảo đo của trắc vi thị kính :  $U_{LRS} = 0,0005 \text{ mm } (k = 2)$

Độ phân giải của thiết bị đo  $\delta_{ms} = 0.1 \text{ } \mu\text{m}$

**Bảng B.4 - Kết quả hiệu chuẩn của hệ thống đo**

Giá trị chỉ thị của trắc vi thị kính $L_{RS}$ , mm	Loại 1, $L_1$ mm	Loại 2, $L_2$ mm	Loại 3, $L_3$ mm	Giá trị trung bình, $\bar{L}$ mm	Sai lệch tương đối $\Delta L_{rel}$ , %	Độ không đảm bảo đo chuẩn tương đối $u_{LHTM}$ , %
0,05	0,050 1	0,050 0	0,050 1	0,050 1	0,13	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 5	0,200 1	0,199 9	-0,05	0,10
0,30	0,299 7	0,300 1	0,300 1	0,300 0	-0,01	0,01
0,40	0,400 2	0,400 9	0,400 7	0,400 6	0,15	0,05

trong đó:

$$u_{LHTM} = \frac{s_{L_i}}{L} \cdot \frac{1}{\sqrt{n}}, (n = 3) \quad (\text{B.6})$$

$$\Delta L_{rel} = \frac{\bar{L} - L_{RS}}{L_{RS}} \quad (\text{B.7})$$

$s_{L_i}$  là độ lệch chuẩn của giá trị chỉ thị chiều dài đối với giá trị chỉ thị thứ  $i$  của trắc vi thị kính.

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 giới hạn $a_i$	Kiểu phân bố	Độ không đảm bảo đo chuẩn tương đối $u(x_i)$	Hệ số độ nhạy $c_i$	Thành phần độ không đảm bảo tương đối $u_i(H)$
$u_{LRS\ rel}$	0,40 mm		Chuẩn	$6,25 \times 10^{-4}$	1	$6,25 \times 10^{-4}$
$u_{ms\ rel}$		$3,5 \times 10^{-4}$	Hình chữ nhật	$0,7 \times 10^{-4}$	1	$0,7 \times 10^{-4}$
$u_{LHTM}$	0,40 mm		Chuẩn	$10,0 \times 10^{-4}$	1	$10,0 \times 10^{-4}$
Độ không đảm bảo đo tổng hợp tương đối $u_L$ , %						0,12
Độ không đảm bảo đo mở rộng tương đối $U_L$ ( $k=2$ ), %						0,24

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

Chiều dài thử $L_{RS}$	Sai lệch tương đối của hệ thống đo $\Delta L_{rel}$ , %	Độ không đảm bảo đo tương đối mở rộng $U_L$ , %	Sai lệch tương đối lớn nhất của hệ thống đo, bao gồm độ không đảm bảo đo của dụng cụ đo chiều dài chuẩn $\Delta L_{max}$ , %
0,40 mm	0,15	0,24	0,39

Trong đó

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

Kết quả của ví dụ có nghĩa là sai lệch của hệ thống đo, bao gồm độ không đảm bảo đo của dụng cụ đo độ dài chuẩn qui định trong 4.4.3 lên đến  $\pm 0,5$  % là đạt yêu cầu.

### B.1.3 Kiểm định mũi thử

Mũi thử bao gồm đỉnh và đầu giữ mũi thử không thể được kiểm định 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 4.4, sai số cho phép đối với mỗi phần của chu trình thử được qui 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 qui định độ không đảm bảo đo là không cần thiết.



## B.2 Kiểm định gián tiếp máy thử độ cứng

CHÚ THÍCH Trong phụ lục này chỉ số “CRM (Vật liệu chuẩn được chứng nhận)” có nghĩa là, phù hợp với định nghĩa của tiêu chuẩn thử độ cứng, “Tám chuẩn 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:

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

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);
- $u_H$  là độ không đảm bảo chuẩn của máy thử độ cứng khi đo CRM;
- $u_{ms}$  là độ không đảm bảo do độ phân giải của máy thử độ cứng.

### VÍ DỤ

Độ cứng của tám chuẩn độ cứng  $H_{CRM} = (802,7 \pm 12,0) \text{ HK1}$

Độ không đảm bảo đo của tám chuẩn độ cứng  $u_{CRM} = \pm 12,0 \text{ HK1}$

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, $d$ mm	Giá trị độ cứng tính được, $H$ HK <sup>a</sup>
1	0,133 2	802,0
2	0,133 3	800,8
3	0,133 5 <sub>max</sub>	798,4 <sub>min</sub>
4	0,133 0 <sub>min</sub>	804,4 <sub>max</sub>
5	0,133 1	803,2
Giá trị trung bình $\bar{H}$	0,133 2	801,7
Sai lệch chuẩn $s_H$		2,3

<sup>a</sup> HK: Độ cứng Knoop

$$\begin{aligned} \bar{b} &= \bar{H} - H_{CRM} \\ &= 801,7 - 802,7 = -1,0 \text{ HK} \end{aligned} \quad (B.10)$$

$$u_H = \frac{t \cdot s_H}{\sqrt{n}} \quad (B.11)$$

Khi  $t = 1,4$ ,  $n = 5$  và  $s_H = 2,3 \text{ HK}$  thì:

$$u_H = 1,18 \text{ HK}$$

### 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 $c_i$	Thành phần độ không đảm bảo $u_i(H)$
$u_{CRM}$	402,7 HK	6,0 HK	Chuẩn	1,0	6,0 HK
$u_H$	0 HK	1,18 HK	Chuẩn	1,0	1,18 HK
$u_{ms}$	0 HK	0,000 029 mm	Hình chữ nhật	4 284,6a	0,00 HK
$u_{CMR-D}$	0 HK	0 HK	Hình tam giác	1,0	0 HK
Độ không đảm bảo đo tổng hợp $u_{HTM}$					6,12 HK
Độ không đảm bảo đo mở rộng $U_{HTM}$ (k =2)					12,2 HK
HK: Độ cứng Knoop					
<sup>a</sup> $c = \partial H / \partial d = 2 (H/d)$ cho H = 801,7 HK1 và d = 0,1331 mm					

**Bảng B.9 – Sai số lớn nhất của máy thử độ cứng bao gồm độ không đảm bảo đo**

Độ cứng đo được trên máy thử độ cứng $H$ HK	Độ không đảm bảo đo mở rộng $U_{HTM}$ HK	Sai số của máy thử khi hiệu chuẩn bằng tám chuẩn $ \bar{b} $ HK	Sai số lớn nhất của máy thử bao gồm độ không đảm bảo đo $\Delta H_{HTMmax}$ HK
801,7 HK1	12,2	1,0	13,2
HK: Độ cứng Knoop			

trong đó

$$\bar{b} = \bar{H} - H_{CRM} \tag{B.12}$$

$$\Delta H_{HTMmax} = U_{HTM} + \Delta H_{HTM} = 12,2 + 1,0 = 13,2 \text{ HK}$$

Kết quả của ví dụ có nghĩa là sai lệch cho phép của máy thử, bao gồm độ không đảm bảo đo của máy thử được quy định trong 5.8 lên đến  $\pm 2\%$  là đạt yêu cầu.

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] A. SAWLA: 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 (*Độ không đảm bảo đo trong phép kiểm định và hiệu chuẩn hệ thống đo lực của máy thử, biên bản lưu của hội nghị khoa học Châu Á – Thái Bình Dương về đo lực, khối lượng và mômen*).
- [2] A. WEHRSTEDT, I. PATKOVSKY: News in the field of standardization about verification and calibration of materials testing machines, May 2001, EMPA Academy 2001 (*Thông tin trong lĩnh vực tiêu chuẩn hoá về kiểm định và hiệu chuẩn máy thử vật liệu*).
- [3] W. GABAUER: Manual codes of practice for the determination of uncertainties in mechanical tests on metallic materials, The estimation of uncertainties in hardness measurements, Project No. SMT4-CT97-2165, UNCERT COP 14: 2000 (*Quy tắc thực hành bằng tay để xác định độ không đảm bảo trong phép thử cơ học về vật liệu kim loại, sự ước lượng độ không đảm bảo trong phép đo độ cứng*).
- [4] T. POLZIN, D. SCHWENK: Method for Uncertainty Determination of Hardness Testing; PC File for Determination, Materialprüfung **44** (2002) 3, pp. 64-71 (*Phương pháp xác định độ không đảm bảo của phép thử độ cứng*).
-