

## Vật liệu kim loại – Thử độ cứng Brinell –

### Phần 2: Kiểm định và hiệu chuẩn máy thử

*Metallic materials – Brinell hardness test –*

*Part 2: Verification and calibration of testing machines*

#### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định phương pháp kiểm định và hiệu chuẩn máy thử dùng để xác định độ cứng Brinell phù hợp với TCVN 256 -1 (ISO 6506-1).

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

Nếu máy thử cũng được sử dụng cho các phương pháp thử độ cứng khác, 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 viện dẫn dưới đây rất cần thiết đối với việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với tài liệu có năm ban hành, sử dụng tài liệu được nêu. Đối với tài liệu không có năm ban hành; áp dụng phiên bản mới nhất kể cả các sửa đổi.

TCVN 256-1:2006 (ISO 6506-1:2005) Vật liệu kim loại – Thử độ cứng Brinell – Phần 1: Phương pháp thử.

TCVN 256 -3 (ISO 6506-3) Vật liệu kim loại – Thử độ cứng Brinell – Phần 3: Hiệu chuẩn tám chuẩn.

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

ISO 376 Vật liệu kim loại – Hiệu chuẩn các dụng cụ thử lực dùng để kiểm định máy thử một trục (*Metallic materials – Calibration of force-proving instruments used for verification of uniaxial – Testing machines*)

### **3 Các điều kiện chung**

Trước khi máy thử độ cứng Brinell được kiểm định, máy thử phải được kiểm tra để đảm bảo rằng chúng được lắp đặt chính xác phù hợp với hướng dẫn của người sản xuất.

Đặc biệt máy thử phải được kiểm tra :

- a) trục giữ bi thử chuyển động nhẹ nhàng theo đúng dẫn hướng;
- b) bộ phận giữ bi với bi thử (kiểm định phù hợp với 4.3) được đặt chắc chắn trong trục giữ;
- c) khi đặt và bỏ lực thử không được đột ngột, dao động hoặc quá nhanh sao cho việc đọc số đo không bị ảnh hưởng;
- d) đối với dụng cụ đo gắn trên máy thử:
  - việc đọc số đo không bị ảnh hưởng bởi việc chuyển trạng thái tải sang trạng thái đo;
  - việc đọc không bị ảnh hưởng bởi ánh sáng trường nhìn;
  - tâm của vết lõm ở trung tâm của vùng quan sát, nếu cần thiết.

### **4 Kiểm định trực tiếp**

#### **4.1 Yêu cầu chung**

**4.1.1** Kiểm định trực tiếp được 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) hiệu chuẩn lực thử;
- b) kiểm định bi thử;
- c) hiệu chuẩn dụng cụ đo;
- d) kiểm định chu trình thử.

#### **4.2 Hiệu chuẩn lực thử**

**4.2.1** Phải đo từng lực thử trong phạm vi làm việc của máy thử. Khi có thể phải đo tại không ít hơn 4 vị trí khác nhau trong phạm vi chuyển động của trục giữ bi.

**4.2.2** Phải đo 3 lần đối với mỗi lực thử tại một vị trí của trục giữ bi. Ngay trước khi tiến hành mỗi phép đo, trục giữ bi phải chuyển động trong cùng một hướng giống như trong khi thử nghiệm.

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

- bằng dụng cụ đo lực phù hợp với cấp 1 của ISO 376:2004, hoặc

- bằng cân bằng lại lực, độ chính xác  $\pm 0,2 \%$ , bằng cách dùng khối lượng chuẩn hoặc bằng phương pháp khác có cùng độ chính xác.

4.2.4 Mỗi phép đo lực phải nằm trong khoảng  $\pm 1,0 \%$  lực thử danh nghĩa, như định nghĩa trong TCVN 256-1 (ISO 6506-1).

### 4.3 Kiểm định mũi thử

4.3.1 Mũi thử bao gồm bi thử và đầu giữ bi thử. Việc kiểm định này chỉ áp dụng cho bi thử.

4.3.2 Bi được chọn ngẫu nhiên trong lô thử để kiểm định kích thước và độ cứng của bi thử. Bi thử để kiểm định độ cứng phải bị loại bỏ.

4.3.3 Bi thử phải được đánh bóng nhẵn và không có khuyết tật bề mặt.

4.3.4 Người sử dụng hoặc phải đo bi thử để đảm bảo chúng đạt các yêu cầu dưới đây, hoặc phải nhặt được các bi thử đã được kiểm định của người cung ứng xác nhận rằng chúng đạt các điều kiện dưới đây.

4.3.4.1 Đường kính được xác định bằng giá trị trung bình từ không ít hơn 3 giá trị đơn của đường kính được đo tại các vị trí khác nhau trên bi thử. Không có giá trị nào được sai lệch so với đường kính danh nghĩa lớn hơn dung sai cho trong Bảng 1.

**Bảng 1 – Dung sai của đường kính bi thử khác nhau**

Kích thước tính bằng milimét

| Đường kính bi thử | Dung sai    |
|-------------------|-------------|
| 10                | $\pm 0,005$ |
| 5                 | $\pm 0,004$ |
| 2,5               | $\pm 0,003$ |
| 1                 | $\pm 0,003$ |

4.3.4.2 Tính chất của bi hợp kim cứng như sau:

a) Độ cứng: Độ cứng phải không nhỏ hơn 1500 HV, khi xác định sử dụng lực thử nhỏ nhất là 4 903 phù hợp với TCVN 258-1. Bi hợp kim cứng được thử trực tiếp trên bề mặt cầu hoặc mặt cắt của bi thử trên mặt trong của bi.

b) Khối lượng riêng:  $\rho = (14,8 \pm 0,2) \text{ g/cm}^3$ .

Kiến nghị thành phần hoá học như sau:

- cacbit vonfram (WC)                      còn lại
- tổng các bit khác                            2,0 %

## TCVN 256-2 : 2006

- coban (Co) 5,0 % đến 7,0 %

### 4.4 Hiệu chuẩn dụng cụ đo (hệ thống đo)

4.4.1 Thang đo của dụng cụ đo phải đảm bảo đo được đường kính vết lõm chính xác đến  $\pm 0,5\%$ .

4.4.2 Dụng cụ đo phải được kiểm định bằng các phép đo được thực hiện trên micromet tăng tại ít nhất năm đoạn trên từng phạm vi làm việc. Sai số lớn nhất của từng khoảng làm việc không được vượt quá 0,5 %.

4.4.3 Khi đo diện tích vết lõm, sai lệch lớn nhất không được vượt quá 1 %.

4.4.4 Kính hiển vi dùng tay được hiệu chuẩn theo tiêu chuẩn này và theo dung sai của người chế tạo.

### 4.5 Kiểm định chu trình thử

Chu trình thử phải phù hợp với chu trình thử qui định trong TCVN 256-1 (ISO 6506-1) và thời gian sai lệch (với độ không đảm bảo đo) nhỏ hơn  $\pm 1,0$  s.

## 5 Kiểm định gián tiếp

5.1 Kiểm định gián tiếp phải được tiến hành ở nhiệt độ  $(23 \pm 5)$  °C bằng tấm chuẩn đã được hiệu chuẩn phù hợp với TCVN 256-3 (ISO 6506-3). Nếu việc kiểm định được tiến hành ngoài khoảng nhiệt độ đó, thì phải ghi điều này vào báo cáo kiểm định.

Bề mặt thử và bề mặt đáy của tấm chuẩn và bề mặt của mũi thử không được có các chất bẩn (chất phụ) hoặc sản phẩm ăn mòn.

5.2 Trên mỗi tấm chuẩn phải đo các vết lõm chuẩn. Đối với từng tấm chuẩn sai lệch giữa giá trị đường kính trung bình đo được và đường kính trung bình được chứng nhận không được vượt quá 0,5 %.

5.3 Máy thử phải được kiểm định đối với mỗi lực thử và kích thước của bi thử được sử dụng. Đối với mỗi lực thử, phải chọn ít nhất hai tấm chuẩn trong khoảng độ cứng sau:

- $\leq 200$  HBW;
- $300 \leq \text{HBW} \leq 400$ ;
- $\geq 500$  HBW.

Nếu có thể, hai tấm chuẩn phải được lấy từ các khoảng độ cứng khác nhau.

CHÚ THÍCH: Khi phép thử độ cứng đang nói đến không thể đạt được khoảng độ cứng cao hơn được xác định trong khoảng nêu trên (đối với  $0,102 \times F/D^2 = 5$  hoặc 10), việc kiểm định có thể được tiến hành chỉ với một tấm chuẩn từ khoảng độ cứng thấp hơn.

5.4 Ở mỗi tấm chuẩn, phải phân bố đều 5 vết lõm trên bề mặt thử và đo. Phép thử phải được thực hiện phù hợp với TCVN 256-1 (ISO 6506-1).

5.5 Đối với mỗi tấm chuẩn,  $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5$  là trị số trung bình của số đo đường kính các vết lõm được sắp xếp theo thứ tự tăng dần và:

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

5.6 Độ lặp lại  $r$ , của máy thử trong điều kiện kiểm định riêng được tính như sau:

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

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

$$r_{rel} = 100 \times \frac{d_5 - d_1}{\bar{d}}, \text{ tính bằng \%} \quad (3)$$

5.7 Độ lặp lại của máy thử được coi là thoả mãn yêu cầu khi  $r_{rel}$  theo qui định trong Bảng 2.

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

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

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

$$E_{rel} = 100 \times \frac{\bar{H} - H_c}{H_c}, \text{ tính bằng \%} \quad (5)$$

trong đó

$\bar{H}$  là trị số độ cứng trung bình của năm lần đo

$H_c$  là độ cứng qui định (được chứng nhận) của tấm chuẩn.

Sai số của máy thử, được biểu thị như là phần trăm của độ cứng qui định của tấm chuẩn, không được vượt quá giá trị cho trong Bảng 2.

**Bảng 2 - Độ lặp lại và sai số của máy thử**

| Độ cứng của tấm chuẩn       | Độ lặp lại cho phép của máy thử | Sai số cho phép của máy thử, $E_{rel}$ |
|-----------------------------|---------------------------------|--|
| HBW                         | %                               | % của H                                |
| $\leq 125$                  | 3,0                             | $\pm 3,0$                              |
| $125 < \text{HBW} \leq 225$ | 2,5                             | $\pm 2,5$                              |
| $> 225$                     | 2,0                             | $\pm 2,0$                              |

5.9 Việc xác định độ không đảm bảo đo kết quả hiệu chuẩn của máy thử độ cứng cho trong Phụ lục A.

## 6 Thời gian giữa những lần kiểm định

Các yêu cầu đối với kiểm định trực tiếp 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 thử | Hệ thống đo | Chu trình thử | Mũi thử <sup>a</sup> |
|---|---------|-------------|---------------|----------------------|
| trước khi cài đặt để làm việc lần đầu   | x       | x           | x             | x                    |
| sau khi tháo rời và lắp đặt lại, nếu lực thử, 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 hơn 14 tháng về trước   | x       | x           | x             |                      |

<sup>a</sup> Bổ sung ,nếu có kiến nghị mũi thử phải kiểm định trực tiếp hai năm sau khi đưa vào sử dụng.

<sup>b</sup> Kiểm định trực tiếp các thông số này có thể thực hiện theo trình tự (trừ khi máy thử đã đạt kiểm định gián tiếp) và không có yêu cầu nếu có thể chứng minh được (ví dụ bằng phép thử với mũi thử đã được hiệu chuẩn) khi mũi thử là nguyên nhân không đạt yêu cầu.

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

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

- số hiệu của tiêu chuẩn này;
- phương pháp kiểm định (trực tiếp và/hoặc gián tiếp);
- số hiệu nhận biết của máy thử độ cứng;
- phương tiện để kiểm định (tám chuẩn, thiết bị thử đàn hồi v.v... );
- đường kính bi thử và lực thử;
- nhiệt độ kiểm định;
- kết quả đạt được;
- ngày tháng năm hiệu chuẩn và chứng nhận của cơ quan kiểm định;
- độ không đảm đo của kết quả kiểm định.

**Phụ lục A**  
(tham khảo)

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

Chuỗi phép đo cần thiết để xác định và phân chia thang đo độ cứng được chỉ ra trong Phụ lục 1 của TCVN 256-1 :2006 (ISO 6506-1:2005).

**A.1 Hiệu chuẩn trực tiếp máy thử độ cứng**

**A.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:

$$U_F = \sqrt{U_{FRS}^2 + U_{FHTM}^2} \quad (\text{A.1})$$

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;
- phép nội suy sai lệch.

cần được xem xét đối với việc áp dụng tới hạn. Tùy theo thiết kế của bộ chuyển đổi lực, vị trí quay của bộ chuyển đổi lực, liên quan tới 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  $F_{RS} = 1\ 839\ \text{N}$

Bảng A.1 – Kết quả hiệu chuẩn lực thử

| Số vị trí độ cao đối với việc kiểm định lực thử | Loại 1<br>$F_1$<br>N | Loại 2<br>$F_2$<br>N | Loại 3<br>$F_3$<br>N | Giá trị trung bình<br>$\bar{F}$<br>N | Sai lệch tương đối<br>$\Delta F_{rel}$<br>% | Độ không bảo do tiêu chuẩn tương đối<br>$u_{FHTM}$<br>% |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|---|---|
| 1   | 1835,0               | 1836,6               | 1837,9               | 1836,5                               | - 0,14                                      | 0,05  |
| 2   | 1834,3               | 1835,7               | 1837,5               | 1835,8                               | - 0,17                                      | 0,05  |
| 3   | 1832,2               | 1839,5               | 1834,1               | 1835,3                               | - 0,20                                      | 0,12  |

trong đó

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

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

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

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

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

| Đại lượng  | Giá trị ước lượng | Giá trị giới hạn tương đối | Kiểu phân bố | Độ không đảm bảo do tiêu chuẩn tương đối | Hệ số độ nhạy | Sự cung cấp độ không đảm bảo do tương đối |
|--|-------------------|----------------------------|--------------|--|---------------|---|
| $X_i$  | $x_i$             | $a_i$                      |              | $u(x_i)$                                 | $c_i$         | $u_{rel}(H)$                              |
| $u_{FRS}$  | 1839 N            |                            | Thông thường | $6,0 \times 10^{-4}$                     | 1             | $6,0 \times 10^{-4}$                      |
| $u_{FHTM}$   | 1839 N            |                            | Thông thường | $12,0 \times 10^{-4}$                    | 1             | $12,0 \times 10^{-4}$                     |
| Độ không đảm bảo tiêu chuẩn tổng hợp tương đối $u_F$ |                   |                            |              |  |               | $13,3 \times 10^{-4}$                     |
| Độ không đảm bảo mở rộng tương đối $U_F$ ( $k = 2$ ) |                   |                            |              |  |               | $2,7 \times 10^{-3}$                      |

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

kể cả độ không đảm bảo do của dụng cụ chuẩn

| Sai số tương đối của lực thử | Độ không đảm bảo tương đối mở rộng của lực thử | Sai số tương đối lớn nhất của lực thử kể cả độ không đảm bảo do của dụng cụ chuẩn |
|------------------------------|--|---|
| $\Delta F_{rel}$<br>%        | $U_F$<br>%                                     | $\Delta F_{max}$<br>%   |
| 0,20                         | 0,27   | 0,47  |



trong đó:

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

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.

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

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

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

trong đó:

$u_{LRS}$  là độ không đảm bảo đo tương đối của micromet (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 quang học, micromet, được chỉ ra trong chúng 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 micromet.

VÍ DỤ:

Độ không đảm bảo đo của micromet :  $u_{LRS} = 0,0005 \text{ mm } (k=2)$

Khả năng phân giải của hệ thống đo :  $\delta_{ms} = 0,1 \text{ } \mu\text{m}$

**Bảng A.4 – Kết quả hiệu chuẩn của hệ thống đo**

| Giá trị chỉ thị của panme<br>$L_{RS}$<br>mm | Kiểu 1<br>$L_1$<br>mm | Kiểu 2<br>$L_2$<br>mm | Kiểu 3<br>$L_3$<br>mm | Giá trị trung bình<br>$\bar{L}$<br>mm | Sai số tương đối<br>$\Delta L_{\text{rel}}$<br>% | Độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn tương đối<br>$u_{LHTM}$<br>% |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|---|
| 1,0   | 1,002                 | 1,003                 | 1,001                 | 1,002                                 | 0,20   | 0,06  |
| 2,0   | 2,001                 | 2,003                 | 2,001                 | 2,002                                 | 0,08   | 0,03  |
| 3,0   | 3,002                 | 3,002                 | 3,001                 | 3,002                                 | 0,06   | 0,01  |
| 4,0   | 4,001                 | 4,003                 | 4,002                 | 4,002                                 | 0,05   | 0,01  |

trong đó:

$$u_{LHTM} = \frac{s_{L_i}}{L} \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot (n = 3) \tag{A.6}$$

$$\Delta L_{rel} = \frac{\bar{L} - L_{RS}}{L_{RS}} \tag{A.7}$$

$s_{L_i}$  là sai số tiêu chuẩn của giá trị độ dài chỉ dẫn đối với giá trị chỉ dẫn  $i$ -th của micromet.

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

| Đại lượng  | Giá trị ước lượng | Giá trị qui định         | Kiểu phân bố  | Độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn tương đối | Hệ số độ nhạy | Sự cung cấp độ không đảm bảo đo tương đối |
|--|-------------------|--------------------------|---------------|--|---------------|---|
| $X_i$  | $x_i$             | $a_i$                    |               | $u(x_i)$                                 | $c_i$         | $u_i(H)$                                  |
| $u_{LRS}$  | 1,0 mm            |                          | Thông thường  | $2,5 \times 10^{-4}$                     | 1             | $2,5 \times 10^{-4}$                      |
| $u_{ms}$   | 1,0 mm            | $\pm 1,0 \times 10^{-4}$ | Hình chữ nhật | $2,9 \times 10^{-5}$                     | 1             | $2,9 \times 10^{-5}$                      |
| $u_{LHTM}$   | 1,0 mm            |                          | Thông thường  | $6,0 \times 10^{-4}$                     | 1             | $6,0 \times 10^{-4}$                      |
| Độ không đảm bảo tiêu chuẩn tổng hợp tương đối $u_F$ |                   |                          |               |  |               | 0,06                                      |
| Độ không đảm bảo mở rộng tương đối $U_L$ ( $k = 2$ ) |                   |                          |               |  |               | 0,13                                      |

**Bảng A.6 – Tính sai khác 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 khác tương đối tối đa của hệ thống đo, bao gồm cả độ không đảm bảo đo của dụng cụ đo chiều dài chuẩn |
|---------------|------------------------------------|---------------------------------------|--|
| $L_{RS}$      | $\Delta L_{rel}$<br>%              | $U_L$<br>%                            | $\Delta L_{max}$<br>%  |
| 1,0 mm        | 0,20                               | 0,13                                  | 0,33   |

trong đó:

$$\Delta L_{max} = |\Delta L_{rel}| + U_L \tag{A.8}$$

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

**A.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, tính chất cơ học và thành phần hoá học của mũi thử (xem 4.3).

**A.1.4 Kiểm định chu trình thử**

Trong 4.5, 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.

**A.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, theo định nghĩa của tiêu chuẩn thử độ cứng là "Tấm chuẩn độ cứng".

Bằng cách kiểm định gián tiếp với tấm chuẩn độ cứng, toàn bộ chức năng của máy thử độ cứng được kiểm tra và xác định được độ lặp lại 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:

$$U_{HTM} = \sqrt{U_{CRM}^2 + U_{CRM-D}^2 + U_H^2 + U_{ms}^2} \quad (A.9)$$

trong đó:

$U_{CRM}$  là độ không đảm bảo hiệu chuẩn của tấm chuẩn độ cứng theo chứng chỉ hiệu chuẩn đối với  $k = 1$ ;

$U_{CRM-D}$  là sự thay đổi độ cứng của tấm chuẩn độ cứng kể từ khi hiệu chuẩn lần cuối do sai lệch (không đáng kể đối với việc sử dụng tấm chuẩn độ cứng theo tiêu chuẩn);

$U_H$  là độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn của máy thử độ cứng khi đo CRM;

$U_{ms}$  là độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn do độ phân giải của máy thử độ cứng.

VÍ DỤ:

Tấm chuẩn độ cứng  $H_{CRM} = (100,0 \pm 1,0)$  HBW 2,5/187,5

Độ không đảm bảo đo của tấm chuẩn độ cứng  $U_{CRM} = 0,5$  HBW 2,5/187,5

Độ phân giải của máy thử độ cứng  $\delta_{ms} = 0,5 \mu\text{m}$

**Bảng A.7 – Kết quả kiểm định gián tiếp**

| Số                       | Đường kính vết lõm đo được, $d$<br>mm | Giá trị độ cứng tính toán, $H$<br>HBW <sup>a</sup> |
|--------------------------|---------------------------------------|--|
| 1                        | 1,462 <sub>min</sub>                  | 101,1 <sub>max</sub>                               |
| 2                        | 1,469                                 | 100,1  |
| 3                        | 1,472 <sub>max</sub>                  | 99,6 <sub>min</sub>                                |
| 4                        | 1,471                                 | 99,8   |
| 5                        | 1,468                                 | 100,3  |
| Giá trị trung bình, $H$  | 1,4684                                | 100,2  |
| Sai số tiêu chuẩn, $s_H$ |                                       | 0,60   |

<sup>a</sup> HBW: Độ cứng Brinell

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

$$\bar{b} = 100,2 - 100,0 = 0,2HBW$$

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

Khi  $t = 1,14$ ,  $n = 5$  và  $s_H = 0,60$  HBW thì:

$$u_H = 0,31 \text{ HBW}$$

**A.3 Thành phần độ không đảm bảo đo**

**Bảng A.8 – Thành phần độ không đảm bảo đo**

| Đại lượng  | Giá trị ước lượng | 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 $u_i(H)$ |
|--|-------------------|------------------------------------|---------------|---------------------|--------------------------------------|
| $u_{CRM}$  | 100,0 HBW         | 0,50 HBW                           | Bình thường   | 1,0                 | 0,50 HBW                             |
| $u_H$  | 0 HBW             | 0,31 HBW                           | Bình thường   | 1,0                 | 0,31 HBW                             |
| $u_{ms}$   | 0 HBW             | 0,000 14 mm                        | Hình chữ nhật | -152,2 HBW/mm *     | -0,02 HBW                            |
| $u_{CRM-D}$  | 0 HBW             | 0 HBW                              | Hình tam giác | 1,0                 | 0 HBW                                |
| Độ không đảm bảo đo tổng hợp $u_{HTM}$   |                   |                                    |               |                     | 0,59 HBW                             |
| Độ không đảm bảo đo mở rộng $U_{HTM} (k = 2)$  |                   |                                    |               |                     | 1,17 HBW                             |
| HBW: Độ cứng Brinell   |                   |                                    |               |                     |                                      |
| * Hệ số độ nhạy theo:  |                   |                                    |               |                     |                                      |
| $\frac{\partial H}{\partial d} = -\frac{H}{d} \cdot \frac{D + \sqrt{D^2 - d^2}}{\sqrt{D^2 - d^2}}$ |                   |                                    |               |                     | (A.12)                               |
| khi $H = 100,0$ HBW, $D = 2,5$ mm, $d = 1,469$ mm  |                   |                                    |               |                     |                                      |

**Bảng A.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 tấm chuẩn | Sai số lớn nhất của máy thử độ cứng kể cả độ không đảm bảo đo |
|--------------------------------------|-----------------------------|---|---|
| $H$                                  | $U_{HTM}$<br>HBW            | $\left  \frac{\bar{b}}{H} \right $<br>HBW               | $\Delta H_{HTMmax}$<br>HBW                                    |
| 100,2 HBW 2,5/187,5                  | 1,2                         | 0,2   | 1,4   |
| HBW: Độ cứng Brinell                 |                             |   |   |

Trong đó:

$$\Delta H_{HTM_{max}} = U_{HTM} + |\bar{b}| = 1,2 + 0,2 = 1,4 \text{ HBW} \quad (\text{A.13})$$

Kết quả của ví dụ trên có nghĩa là sai số giới hạn cho phép của máy thử, kể cả độ không đảm đo của máy thử qui định trong Điều 5 đến  $\pm 3$  HBW là đạt.

Thư mục

- [1] SAWLA, A. *Uncertainty of measurement in the verification and calibration of 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. and PATKOVSKY, I. *News in the field of standardization about verification and calibration of materials testing machines*, May 2001, EMPA Academy, 2001
  - [3] GABAUER, W. *Manual of codes of practice for the determination of uncertainties in mechanical tests on metallic materials, The estimation of uncertainties in hardness measurement*, Project No. STM4- CT97- 2165, UNCERT COP 14: 2000
  - [4] POLZIN, T and SCHWENK, D., *Method for Uncertainty Determination of Hardness Testing; PC file for Determination*, *Materialprüfung* 44, (2002), 3, pp. 64- 71
-