

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN VIỆT NAM**

**TCVN 258-1:2007**

**VẬT LIỆU KIM LOẠI  
THỬ ĐỘ CỨNG VICKERS  
PHẦN 1: PHƯƠNG PHÁP THỬ**

**HÀ NỘI**

**Vật liệu kim loại – Thử độ cứng Vickers –****Phần 1 : Phương pháp thử***Metallic materials – Vickers hardness test -**Part 1: Test method***1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này qui định phương pháp thử độ cứng Vickers cho vật liệu kim loại với ba khoảng lực thử khác nhau (xem Bảng 1).

**Bảng 1 - Khoảng lực thử**

Khoảng lực thử, F N	Ký hiệu độ cứng	Tên gọi
$F \geq 49,03$	$\geq HV 5$	Thử độ cứng Vickers
$1,961 \leq F < 49,03$	HV 0,2 đến < HV 5	Thử độ cứng Vickers tải trọng thấp
$0,09807 \leq F < 1,961$	HV 0,01 đến < HV 0,2	Thử độ cứng tế vi Vickers

Thử độ cứng Vickers được qui định trong tiêu chuẩn này áp dụng cho chiều dài đường chéo vết lõm từ 0,020 mm đến 1,400 mm.

CHÚ THÍCH 1: Đối với đường chéo vết lõm nhỏ hơn 0,020 mm cần tính đến độ không đảm bảo đo lớn hơn.

CHÚ THÍCH 2: Thông thường, việc giảm lực thử làm tăng độ phân tán của kết quả đo, đặc biệt là đối với thử Vickers tải trọng thấp và thử độ cứng tế vi Vickers bởi vì sự hạn chế chủ yếu phát sinh khi đo đường chéo vết lõm. Đối với độ cứng tế vi Vickers, độ chính xác của việc xác định chiều dài trung bình đường chéo không chắc đã cao hơn  $\pm 0,001$  mm (xem thư mục tài liệu tham khảo [2] – [5]).

Đối với các vật liệu và sản phẩm đặc biệt có các tiêu chuẩn riêng.

TCVN 258-1 : 2007

## 2 Tài liệu viện dẫn

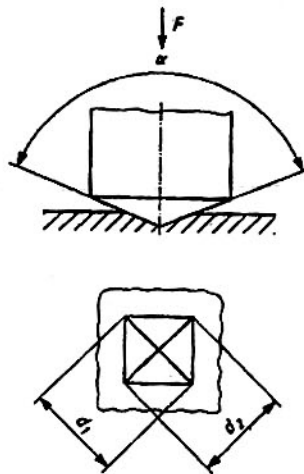
Các tài liệu dưới đây là rất cần thiết đối với việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với tài liệu có ghi năm công bố, áp dụng phiên bản được nêu. Đối với tài liệu không có năm công bố, áp dụng phiên bản mới nhất (kể cả các sửa đổi).

TCVN 258-2 : 2007 (ISO 6507-2 : 2005) Vật liệu kim loại – Thử độ cứng Vickers – Phần 2 : Kiểm định máy thử.

TCVN 258-4 : 2007 (ISO 6507-4 : 2005) Vật liệu kim loại – Thử độ cứng Vickers – Phần 4 : Bảng các giá trị độ cứng.

## 3 Nguyên tắc thử

Ấn mũi thử kim cương hình tháp đều có đáy vuông và góc giữa hai mặt đối diện tại đỉnh theo qui định lên bề mặt của mẫu thử, sau đó đo chiều dài đường chéo vết lõm trên bề mặt mẫu thử sau khi bỏ lực thử  $F$  (xem Hình 1).



Hình 1 - Nguyên tắc thử

Độ cứng Vickers tỷ lệ với tỷ số của lực thử trên diện tích mặt nghiêng của vết lõm hình tháp có góc ở đỉnh giống như góc ở đỉnh của mũi thử.

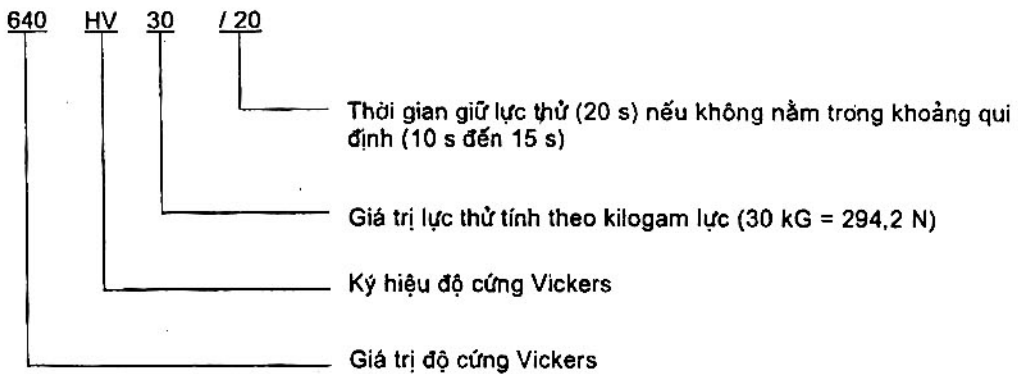
## 4 Ký hiệu và giải thích

4.1 Ký hiệu và giải thích theo Bảng 2 và Hình 1.

Bảng 2 – Ký hiệu và giải thích

Ký hiệu	Giải thích
$\alpha$	Góc giữa hai mặt đối diện tại đỉnh của mũi thử kim cương hình tháp ( $\alpha = 136^\circ$ )
$F$	Lực thử, tính bằng Niuton (N)
$d$	Giá trị trung bình cộng, tính bằng milimét, của chiều dài hai đường chéo $d_1$ và $d_2$ (xem Hình 1)
HV	$\text{Độ cứng Vickers} = \text{Hằng số} \times \frac{\text{Lực thử}}{\text{Diện tích bề mặt vết lõm}}$ $= 0,102 \frac{2 F \sin \frac{136^\circ}{2}}{d^2} \approx 0,1891 \frac{F}{d^2}$
CHÚ THÍCH: Hằng số = 0,102 $\approx$ 1/9,806 65 trong đó 9,806 65 là hệ số chuyển đổi từ kilogam lực sang Niuton.	

#### 4.2 Ví dụ ký hiệu độ cứng Vickers HV



## 5 Máy thử

5.1 Máy thử, có khả năng tạo được lực thử đã định trước hoặc trong phạm vi lực thử theo qui định, phù hợp với TCVN 258-2.

5.2 Mũi thử, kim cương hình tháp đều đáy vuông theo quy định của TCVN 258-2.

5.3 Thiết bị đo, theo qui định của TCVN 258-2.

CHÚ THÍCH: Qui trình để kiểm tra định kỳ máy thử độ cứng do người sử dụng thực hiện được nêu ở Phụ lục C.

## 6 Mẫu thử

6.1 Phép thử phải được tiến hành trên bề mặt nhẵn và phẳng, không có vảy oxit, các chất bẩn khác và đặc biệt là không có dầu mỡ, trừ khi có các yêu cầu khác trong tiêu chuẩn sản phẩm. Chất lượng bề mặt phải cho phép xác định chính xác chiều dài đường chéo vết lõm.

6.2 Việc chuẩn bị mẫu thử phải được tiến hành sao cho làm giảm đến mức thấp nhất mọi sự thay đổi độ cứng bề mặt ví dụ do nung nóng hoặc do gia công nguội.

Do chiều sâu vết lõm mũi thử độ cứng tế vi Vickers nhỏ, nên cần phải có các chú ý đặc biệt trong khi chuẩn bị mẫu. Nên sử dụng các phương pháp đánh bóng cơ học, đánh bóng bằng điện phân thích hợp với các thông số của vật liệu.

6.3 Chiều dày của mẫu thử hoặc của lớp bề mặt được thử độ cứng không được nhỏ hơn 1,5 lần đường chéo vết lõm (xem Phụ lục A).

Sau khi thử bề mặt dưới của mẫu thử không được có biến dạng nhìn thấy được.

6.4 Khi thử bề mặt cong, phải sử dụng các giá trị hiệu chỉnh trong Bảng B.1 đến Bảng B.6 của Phụ lục B.

6.5 Đối với mẫu thử có mặt cắt ngang nhỏ hoặc có hình dạng không bình thường, cần phải sử dụng một số giá đỡ phụ.

## 7 Qui trình thử

7.1 Thông thường, phép thử được tiến hành ở nhiệt độ từ 10 °C đến 35 °C. Phép thử được tiến hành trong điều kiện được kiểm soát phải được thực hiện ở nhiệt độ  $(23 \pm 5)$  °C.

7.2 Phải sử dụng các lực thử cho trong Bảng 3.

CHÚ THÍCH : Có thể sử dụng giá trị khác ví dụ HV 2,5 (24,52N )

Bảng 3 – Lực thử

Thử độ cứng *		Thử độ cứng lực thử nhỏ		Thử độ cứng tế vi	
Ký hiệu độ cứng	Lực thử danh nghĩa F N	Ký hiệu độ cứng	Lực thử danh nghĩa F N	Ký hiệu độ cứng	Lực thử danh nghĩa F N
HV 5	49,03	HV 0,2	1,961	HV 0,01	0,09807
HV 10	98,07	HV 0,3	2,942	HV 0,015	0,147
HV 20	196,1	HV 0,5	4,903	HV 0,02	0,1961
HV 30	294,2	HV 1	9,807	HV 0,025	0,2452
HV 50	490,3	HV 2	19,61	HV 0,05	0,4903
HV 100	980,7	HV 3	29,42	HV 0,1	0,9807

\* Có thể sử dụng lực thử danh nghĩa lớn hơn 980,7 N.

**7.3** Mẫu thử phải được đặt trên giá đỡ chắc chắn. Bề mặt giá đỡ phải sạch và không có tạp chất (vảy oxit, dầu mỡ, các chất bẩn khác....). Điều quan trọng là mẫu thử phải được đặt chắc chắn trên giá đỡ sao cho mẫu không thể bị xô dịch trong khi thử.

**7.4** Đưa mũi thử tiếp xúc với bề mặt thử và tác dụng lực thử thẳng góc tới bề mặt thử, không giật cục, không va đập hoặc rung động, cho tới khi lực thử đạt tới trị số quy định. Thời gian từ khi bắt đầu đặt lực đến khi đạt đủ lực thử nằm trong khoảng từ 2 s đến 8 s. Trường hợp thử độ cứng với lực thử nhỏ và thử độ cứng tế vi, thời gian này không được vượt quá 10 s. Trường hợp thử độ cứng với lực nhỏ và thử độ cứng tế vi, vận tốc tiếp cận của mũi thử không vượt quá 0,2 mm/s.

Đối với thử độ cứng tế vi, mũi thử phải tiếp cận với mẫu thử với vận tốc trong khoảng từ 15  $\mu\text{m/s}$  đến 70  $\mu\text{m/s}$ .

Thời gian duy trì lực thử phải từ 10 s đến 15 s, trừ các phép thử trên vật liệu có tính chất phụ thuộc vào thời gian thì khoảng thời gian này là không thích hợp. Đối với các phép thử này cho phép thời gian duy trì lớn hơn và thời gian duy trì lực này được qui định như là một phần của ký hiệu độ cứng (xem Ví dụ trong 4.2).

**7.5** Trong suốt thời gian thử, phải đảm bảo máy thử không bị va đập hoặc rung.

**7.6** Khoảng cách từ tâm vết lõm bất kỳ đến mép ngoài của mẫu thử không được nhỏ hơn 2,5 lần chiều dài đường chéo trung bình của vết lõm đối với thép, đồng, hợp kim đồng và không được nhỏ hơn 3 lần chiều dài đường chéo trung bình vết lõm đối với kim loại nhẹ, chì, thiếc và hợp kim của chúng.

## TCVN 258-1 : 2007

Khoảng cách tâm của hai vết lõm liền kề không được nhỏ hơn 3 lần chiều dài đường chéo trung bình của vết lõm đối với thép, đồng, hợp kim đồng và không được nhỏ hơn 6 lần chiều dài đường chéo trung bình của vết lõm đối với kim loại nhẹ, chì, thiếc và hợp kim của chúng. Nếu hai vết lõm liền kề có kích thước khác nhau thì khoảng cách được lấy trên cơ sở chiều dài đường chéo trung bình của vết lõm lớn hơn.

7.7 Đo chiều dài hai đường chéo của vết lõm. Trung bình cộng của hai số đo đó được dùng để tính độ cứng Vickers.

**Đối với bề mặt phẳng, chênh lệch giữa chiều dài đường chéo hai vết lõm không được lớn hơn 5 %. Nếu chênh lệch lớn hơn thì phải ghi trong báo cáo kết quả thử.**

Độ phóng đại cần được sử dụng sao cho đường chéo vết lõm chiếm lớn hơn 25 % nhưng nhỏ hơn 75 % trường nhìn.

7.8 Các bảng trong TCVN 6508-4 được sử dụng để xác định độ cứng Vickers thử trên bề mặt phẳng.

## 8 Độ không đảm bảo đo của kết quả thử

Độ không đảm bảo đo phải được đánh giá tổng hợp theo theo Hướng dẫn thể hiện độ không đảm bảo đo [Guide to the Expression of Uncertainty in measurement) (GUM)]<sup>[6]</sup>.

Không phụ thuộc loại nguồn, đối với độ cứng có hai khả năng để xác định độ không đảm bảo đo.

- Một khả năng trên cơ sở đánh giá tất cả các nguồn thích hợp xuất hiện trong khi hiệu chuẩn trực tiếp có thể tham khảo hướng dẫn EA<sup>[7]</sup>.
- Khả năng khác trên cơ sở hiệu chuẩn gián tiếp sử dụng tấm độ cứng [viết tắt là CRM (vật liệu chuẩn đã được chứng nhận)] (xem [7-10] trong Thư mục tài liệu tham khảo). Hướng dẫn đối với việc xác định cho trong Phụ lục D.

Không phải lúc nào cũng có thể định lượng được tất cả các nguồn gây ra độ không đảm bảo đo. Trong trường hợp này việc đánh giá độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn loại A có thể nhận được từ việc phân tích thống kê các vết lõm lặp lại trên mẫu thử. Cần phải cẩn thận khi tính độ không đảm bảo độ chuẩn loại A và B để các thành phần đó không bị tính hai lần (xem Điều 4 của GUM :1993).

## 9 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải bao gồm các thông tin sau:

- a) số hiệu tiêu chuẩn này, TCVN 258-1 : 2007;
- b) tất cả các chi tiết cần thiết để nhận dạng mẫu thử;
- c) kết quả thử;
- d) các thao tác không qui định trong tiêu chuẩn này hoặc được xem là không bắt buộc;
- e) chi tiết của bất kỳ sự việc xảy ra nào có ảnh hưởng đến kết quả thử;
- f) nhiệt độ thử, nếu nó nằm ngoài giới hạn qui định trong 7.1.

CHÚ THÍCH 1: Chỉ có thể so sánh chính xác các trị số độ cứng ở lực thử như nhau.

**Không có phương pháp chung để chuyển đổi chính xác độ cứng Vickers sang các thang độ cứng khác hoặc sang độ bền kéo. Do đó nên tránh các chuyển đổi này, trừ khi có cơ sở đáng tin cậy để chuyển đổi nhận được bằng các phép thử so sánh.**

**Cần lưu ý rằng đối với vật liệu dị hướng, ví dụ các vật liệu gia công biến cứng nguội nhiều, sẽ có sự khác nhau giữa chiều dài hai đường chéo vết lõm. Nếu có thể, phải tạo ra các vết lõm sao cho các đường chéo nghiêng khoảng 45 ° so với hướng gia công nguội. Các tài liệu kỹ thuật đối với sản phẩm cần chỉ rõ giới hạn sai lệch giữa chiều dài hai đường chéo.**

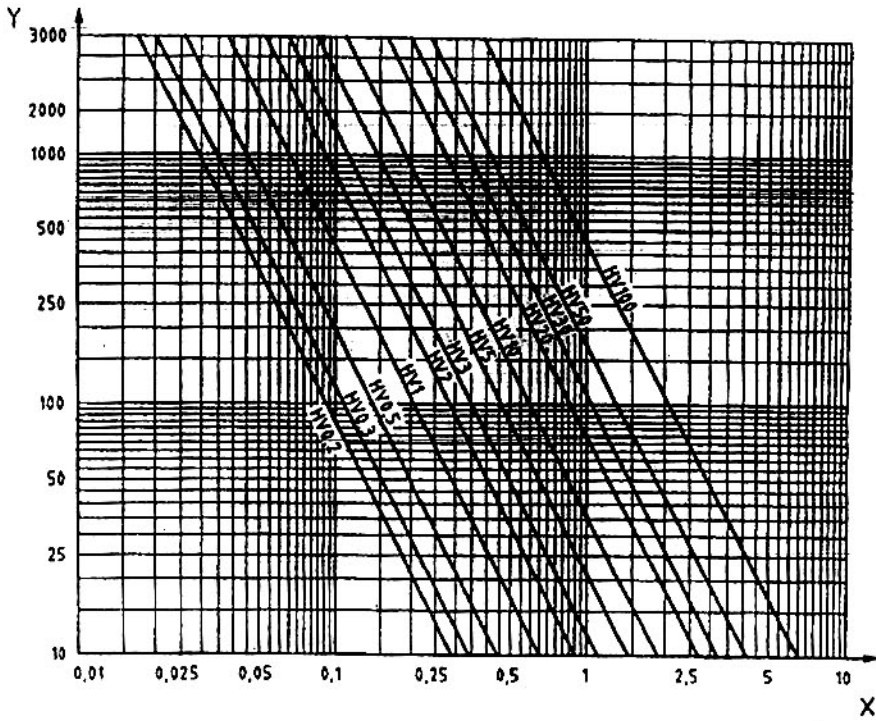
CHÚ THÍCH 2: Một số vật liệu nhạy cảm với tốc độ biến dạng điều này dẫn tới sự thay đổi nhỏ của giới hạn chảy. Hậu quả là khi kết thúc việc tạo thành vết lõm có thể làm thay đổi giá trị độ cứng vốn có của vật liệu.



Phụ lục A

(qui định)

Quan hệ giữa chiều dày nhỏ nhất của mẫu thử với lực thử và độ cứng

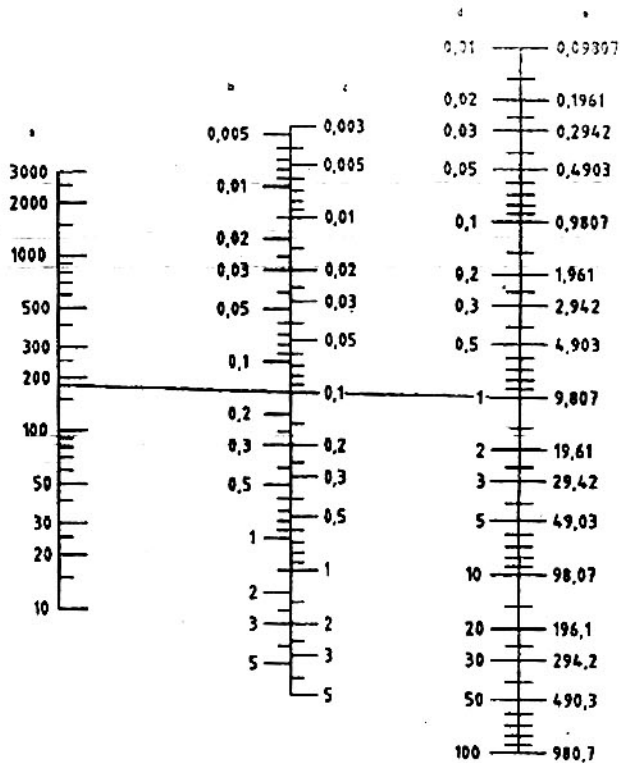


CHÚ DẪN:

X Chiều dày, mm

Y Độ cứng, HV

Hình A.1 - Quan hệ giữa chiều dày nhỏ nhất của mẫu thử với lực thử và độ cứng  
(HV 0,2 đến HV 100)



#### CHÚ DẪN:

- a. Trị số độ cứng, HV
- b. Chiều dày nhỏ nhất, t, mm
- c. Chiều dài đường chéo, d, mm
- d. Ký hiệu độ cứng, HV
- e. Lực thử, F, N

**Hình A.2 - Toán đồ thể hiện chiều dày nhỏ nhất của mẫu thử (HV 0,01 đến HV 100)**

Toán đồ trên Hình A.2 thể hiện chiều dày nhỏ nhất của mẫu thử, với giả thiết rằng chiều dày nhỏ nhất là 1,5 lần chiều dài đường chéo vết lõm. Chiều dày quy định được xác định bởi điểm giao nhau của thang chiều dày nhỏ nhất và đường thẳng (là đường chấm chấm ví dụ trên Hình A.2) với lực thử (thang bên phải) với độ cứng (thang bên trái).

## Phụ lục B

(qui định)

**Bảng hệ số hiệu chỉnh sử dụng cho phép thử trên bề mặt cong****B.1 Bề mặt cầu**

Khi thử trên bề mặt cầu sử dụng các hệ số hiệu chỉnh cho trong Bảng B.1 và B.2.

Hệ số hiệu chỉnh trong bảng phụ thuộc vào tỷ số giữa đường chéo trung bình  $d$  của vết lõm và đường kính  $D$  của hình cầu.

VÍ DỤ:

Mặt cầu lõm	$D = 10 \text{ mm}$
Lực thử	$F = 98,07 \text{ N}$
Đường chéo trung bình của vết lõm	$d = 0,150 \text{ mm}$

$$\frac{d}{D} = \frac{0,150}{10} = 0,015$$

$$\text{Độ cứng Vickers} = 0,1891 \times \frac{98,07}{(0,15)^2} = 824 \text{ HV } 10$$

Hệ số hiệu chỉnh từ bảng B.1 bằng nội suy = 0,983

Độ cứng của mặt cầu =  $824 \times 0,983 = 810 \text{ HV } 10$

**Bảng B 1 – Bề mặt cầu lõm**

$d/D$	Hệ số hiệu chỉnh	$d/D$	Hệ số hiệu chỉnh
0,004	0,995	0,086	0,920
0,009	0,990	0,093	0,915
0,013	0,985	0,100	0,910
0,018	0,980	0,107	0,905
0,023	0,975	0,114	0,900
0,028	0,970	0,122	0,895
0,033	0,965	0,130	0,890
0,038	0,960	0,139	0,885
0,043	0,955	0,147	0,880
0,049	0,950	0,156	0,875
0,055	0,945	0,165	0,870
0,061	0,940	0,175	0,865
0,067	0,935	0,185	0,860
0,073	0,930	0,195	0,855
0,079	0,925	0,206	0,850

**Bảng B.2 – Bề mặt cầu lõm**

$d/D$	Hệ số hiệu chỉnh	$d/D$	Hệ số hiệu chỉnh
0,004	1,005	0,057	1,080
0,008	1,010	0,060	1,085
0,012	1,015	0,063	1,090
0,016	1,020	0,066	1,095
0,020	1,025	0,069	1,100
0,024	1,030	0,071	1,105
0,028	1,035	0,074	1,110
0,031	1,040	0,077	1,115
0,035	1,045	0,079	1,120
0,038	1,050	0,082	1,125
0,041	1,055	0,084	1,130
0,045	1,060	0,087	1,135
0,048	1,065	0,089	1,140
0,051	1,070	0,091	1,145
0,054	1,075	0,094	1,150

**B.2 Bề mặt trụ**

Khi thử trên bề mặt trụ, sử dụng các hệ số hiệu chỉnh cho trong bảng B.3 đến bảng B.6.

Hệ số hiệu chỉnh trong bảng phụ thuộc vào tỷ số giữa đường chéo trung bình  $d$  của vết lõm và đường kính  $D$  của hình trụ.

VÍ DỤ

Mặt trụ lõm, một đường chéo vết lõm song song với trục  $D = 5 \text{ mm}$   
 Lực thử  $F = 294,2 \text{ N}$   
 Đường chéo trung bình vết lõm  $d = 0,415 \text{ mm}$

$$\frac{d}{D} = \frac{0,415}{5} = 0,083$$

$$\text{Độ cứng Vickers} = 0,1891 \times \frac{294,2}{(0,415)^2} = 323 \text{ HV } 30$$

$$\text{Hệ số hiệu chỉnh từ bảng B.6} = 1,075$$

$$\text{Độ cứng của mặt trụ} = 323 \times 1,075 = 347 \text{ HV } 30$$

**Bảng B.3 - Bề mặt trụ lồi - Đường chéo nghiêng 45 ° so với trục**

<i>d/D</i>	Hệ số hiệu chỉnh	<i>d/D</i>	Hệ số hiệu chỉnh
0,009	0,995	0,119	0,935
0,017	0,990	0,129	0,930
0,026	0,985	0,139	0,925
0,035	0,980	0,149	0,920
0,044	0,975	0,159	0,915
0,053	0,970	0,169	0,910
0,062	0,965	0,179	0,905
0,071	0,960	0,189	0,900
0,081	0,955	0,200	0,895
0,090	0,950		
0,100	0,945		
0,109	0,940		

**Bảng B.4 - Bề mặt trụ lõm - Đường chéo nghiêng 45 ° so với trục**

<i>d/D</i>	Hệ số hiệu chỉnh	<i>d/D</i>	Hệ số hiệu chỉnh
0,009	1,005	0,127	1,080
0,017	1,010	0,134	1,085
0,025	1,015	0,141	1,090
0,034	1,020	0,148	1,095
0,042	1,025	0,155	1,100
0,050	1,030	0,162	1,105
0,058	1,035	0,169	1,110
0,066	1,040	0,176	1,115
0,074	1,045	0,183	1,120
0,082	1,050	0,189	1,125
0,089	1,055	0,196	1,130
0,097	1,060	0,203	1,135
0,104	1,065	0,209	1,140
0,112	1,070	0,216	1,145
0,119	1,075	0,222	1,150

Bảng B.5 – Bề mặt trụ lồi - Một đường chéo song song với trục

$d/D$	Hệ số hiệu chỉnh	$d/D$	Hệ số hiệu chỉnh
0,009	0,995	0,085	0,965
0,019	0,990	0,104	0,960
0,029	0,985	0,126	0,955
0,041	0,980	0,153	0,950
0,054	0,975	0,189	0,945
0,068	0,970	0,243	0,940

Bảng B.6 – Bề mặt trụ lõm - Một đường chéo song song với trục

$d/D$	Hệ số hiệu chỉnh	$d/D$	Hệ số hiệu chỉnh
0,008	1,005	0,087	1,080
0,016	1,010	0,090	1,085
0,023	1,015	0,093	1,090
0,030	1,020	0,097	1,095
0,036	1,025	0,100	1,100
0,042	1,030	0,103	1,105
0,048	1,035	0,105	1,110
0,053	1,040	0,108	1,115
0,058	1,045	0,111	1,120
0,063	1,050	0,113	1,125
0,067	1,055	0,116	1,130
0,071	1,060	0,118	1,135
0,076	1,065	0,120	1,140
0,079	1,070	0,123	1,145
0,083	1,075	0,125	1,150

## Phụ lục C

(tham khảo)

### Quy trình kiểm tra định kỳ máy thử do người sử dụng thực hiện

Tiến hành kiểm tra máy thử mỗi ngày khi máy được sử dụng, đặc tính mức độ cứng và đối với từng phạm vi hoặc thang đo được sử dụng.

Trước khi tiến hành kiểm tra, hệ thống đo phải được kiểm định gián tiếp (đối với từng phạm vi / thang đo và mức độ cứng ) bằng vết lõm chuẩn trên tấm chuẩn độ cứng, được hiệu chuẩn phù hợp với TCVN 258-3. Kích thước đo được phải đúng với giá trị được chứng nhận trong khoảng sai số cho phép lớn nhất trong Bảng 5 của TCVN 258-2 : 2007. Nếu hệ thống đo không đạt phép thử này, cần phải có các hành động thích hợp.

Nên tạo kiểm tra bao gồm tạo ít nhất một vết lõm trên tấm chuẩn độ cứng , đã được hiệu chuẩn phù hợp với TCVN 258-3. Nếu sự khác nhau giữa độ cứng trung bình đo được và độ cứng của tấm chuẩn đã được hiệu chuẩn nằm trong giới hạn sai số cho phép trong Bảng 5 của TCVN 258-2 : 2007 máy thử được coi là thoả mãn yêu cầu. Nếu không phải tiến hành kiểm định gián tiếp.

Hồ sơ của các kết quả này phải được lưu giữ theo chu kỳ và được sử dụng để đo khả năng tái sản xuất và giám sát sự sai lệch của máy thử.

## Phụ lục D

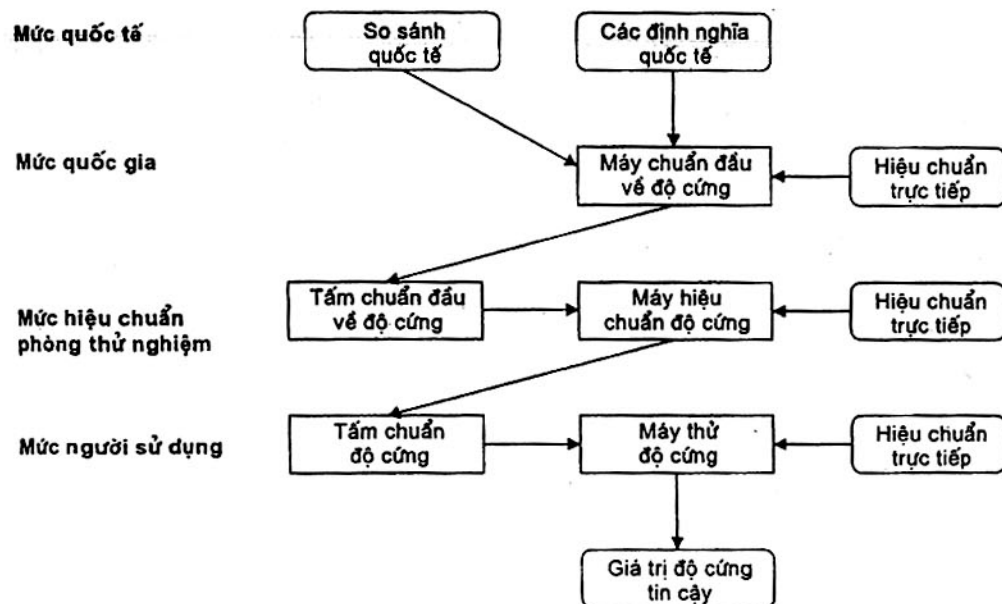
(tham khảo)

## Độ không đảm bảo đo của giá trị độ cứng đo được

## D.1 Yêu cầu chung

Cách xác định độ không đảm bảo đo trong phụ lục này chỉ xem xét các độ không đảm bảo đo liên quan đến toàn bộ việc tiến hành đo của các máy thử độ cứng đối với các tấm chuẩn độ cứng (sau đây được viết tắt là CRM). Độ không đảm bảo đo của các hoạt động đó phản ánh kết quả tổng hợp của các độ không đảm bảo đo riêng lẻ (kiểm định gián tiếp). Bởi vì đối với cách tiếp cận này điều đó rất quan trọng do các bộ phận của máy thử hoạt động trong khoảng dung sai. Đây là kiến nghị quan trọng vì qui trình này được áp dụng lâu nhất một năm sau khi kiểm định trực tiếp đạt yêu cầu.

Hình D.1 trình bày cấu trúc bốn mức của sơ đồ chuỗi đo cần thiết để xác định phân chia thang độ cứng. Chuỗi này bắt đầu ở mức quốc tế, sử dụng các định nghĩa của các thang độ cứng khác nhau để tiến hành so sánh. Máy chuẩn đầu về độ cứng ở mức quốc gia "chế tạo" các tấm chuẩn độ cứng đầu để hiệu chuẩn ở mức phòng thử nghiệm. Đương nhiên hiệu chuẩn và kiểm định trực tiếp các máy thử này cần phải ở độ chính xác cao nhất có thể.



Hình D1 – Cấu trúc chuỗi đo để xác định và phân chia thang độ cứng



## D.2 Qui trình chung

Qui trình tính độ không đảm bảo đo tổng hợp  $u_c$  theo phương pháp căn bậc hai của tổng (RSS) từ các nguồn khác nhau cho trong Bảng D.1.. Độ không đảm bảo đo mở rộng,  $U$ , nhận được từ  $u_c$  bằng cách nhân với hệ số bao quát (tầm hoạt động)  $k = 2$ . Bảng D.1 bao gồm tất cả các ký hiệu được sử dụng và tên gọi của chúng.

## D.3 Độ lệch của máy thử

Độ lệch  $b$  của máy thử độ cứng (cũng được gọi là sai số) được xác định từ sự khác nhau giữa

- giá trị trung bình của năm vết lõm trong khi hiệu chuẩn máy thử độ cứng, và
- giá trị hiệu chuẩn của tấm chuẩn độ cứng.

Có thể được thực hiện theo các cách khác nhau để xác định độ không đảm bảo đo.

## D.4 Qui trình tính độ không đảm bảo đo : các giá trị đo độ cứng

CHÚ THÍCH: Trong Phụ lục này chỉ số "CRM" (vật liệu chuẩn được chứng nhận) theo định nghĩa của tiêu chuẩn thử độ cứng là "tấm chuẩn độ cứng".

### D.4.1 Qui trình không có độ lệch (phương pháp 1)

Phương pháp 1 (viết tắt là M1) là phương pháp đơn giản có thể sử dụng mà không có sự xem xét sai số hệ thống của máy thử độ cứng.

Trong M1, giới hạn sai số (nghĩa là phạm vi trong đó máy thử được phép sai khác so với tiêu chuẩn viện dẫn), được sử dụng để xác định nguồn  $u_E$  của độ không đảm bảo đo. Ở đây không có sự hiệu chỉnh các giá trị độ cứng thể hiện sai số này.

Qui trình để xác định  $U$  được giải thích trong Bảng D.1 (xem [6] và [7] trong Thư mục tài liệu tham khảo).

$$U_{corr} = k \cdot \sqrt{u_E^2 + u_{CRM}^2 + u_H^2 + u_x^2 + u_{ms}^2} \quad (D.1)$$

trong đó kết quả đo được cho bởi

$$\bar{X} = \bar{x} \pm U \quad (D.2)$$

### D.4.2 Qui trình có độ lệch (phương pháp 2)

Cũng như cách lựa chọn đối với M1, phương pháp 2 (viết tắt là M2) có thể được sử dụng. Điều này tương quan với chỉ dẫn của sơ đồ kiểm soát M2 dẫn tới giá trị độ không đảm bảo đo nhỏ hơn.

Sai số  $b$  (bước 10) thể hiện tác động mang tính hệ thống. Trong GUM<sup>[1]</sup> khuyến nghị sử dụng sự hiệu chỉnh để bù cho các tác động mang tính hệ thống này. Đó là cơ sở của M2. Giới hạn sai số  $u_E$

không còn tham gia vào việc tính độ không đảm bảo đo, nhưng tất cả các giá trị độ cứng đã xác định cần phải được hiệu chỉnh theo  $b$  hoặc  $U_{corr}$  phải tăng thêm  $b$ . Quy trình để xác định  $U_{corr}$  được giải thích trong Bảng D.1 (xem Thư mục [9, 10] ).

$$U_{corr} = k \cdot \sqrt{u_{CRM}^2 + u_H^2 + u_I^2 + u_{ms}^2 + u_b^2} \quad (D.3)$$

trong đó kết quả đo được cho bởi

$$\bar{X}_{corr} = (\bar{x} + \bar{b}) \pm U_{corr} \quad (D.4)$$

hoặc bằng

$$\bar{X}_{ucorr} = \bar{x} \pm (U_{corr} + |\bar{b}|) \quad (D.5)$$

phụ thuộc vào việc sai lệch (sai số)  $\bar{b}$  là một phần của giá trị trung bình hoặc của độ không đảm bảo đo.

### D.5 Thể hiện kết quả đo

Đối với việc thể hiện kết quả đo, phải chỉ dẫn phương pháp đã sử dụng. Nói chung, nên sử dụng phương pháp 1 (Công thức D.2) (xem thêm Bảng D.1 , bước 12) như là kết quả đo.

Bảng D.1 – Xác định độ không đảm bảo mở rộng tương ứng với phương pháp M1 và M2

Bước	Nguồn của độ không đảm bảo	Ký hiệu	Công thức	Tài liệu/Chứng chỉ	Vi dụ [...] = HV1
1 M1	Độ không đảm bảo chuẩn tương ứng với sai số cho phép lớn nhất (1)	$u_E$	$u_E = \frac{u_{E,2R} \cdot \bar{X}_{CRM}}{2,8}$	Sai số cho phép $u_{E,2r}$ theo TCVN 258-2:2007, Bảng 5 Xem Chú thích 1	$u_E = \frac{0,04 \cdot 376}{2,8} = 5,37$
2 M1 M2	Độ không đảm bảo chuẩn và độ cứng trung bình của CRM (tính toán chi tiết, xem Bảng A.4 của TCVN 258-3 : 2007	$u_{CRM}$ $\bar{X}_{CRM}$	$u_{CRM} = \frac{U_{CRM}}{2}$	$U_{CRM}$ , $\bar{X}_{CRM}$ tương ứng với chứng nhận kiểm định CRM Xem Chú thích 2	$u_{CRM} = \frac{6,00}{2} = 3,00$ $\bar{X}_{CRM} = 376,0$
3 M1 M2	Giá trị trung bình ( $\bar{H}$ ) và sai khác chuẩn ( $s_H$ ) khi đo CRM	$\bar{H}$ $s_H$	$\bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}$ $s_H = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (H_i - \bar{H})^2}$	$H_i$ tương ứng với 5.9 của TCVN 258-2:2007. Khi tính giá trị $s_{H1}$ , sẽ lấy giá trị $s_{H1}$ và $s_{H2}$ rộng hơn	Các giá trị đơn: (1) $377 - 376 - 377 - 377 - 377$ $\bar{H}_1 = 376,8$ ; $s_{H1} = 0,45$ (2) $376 - 377 - 376 - 378 - 376$ $\bar{H}_2 = 376,6$ ; $s_{H2} = 0,89$
4 M1 M2	Độ không đảm bảo chuẩn của máy thử độ cứng khi đo CRM	$u_{\bar{H}}$	$u_{\bar{H}} = \frac{t \cdot s_H}{\sqrt{n}}$	$t = 1,14$ khi $n = 5$	$u_{\bar{H}} = \frac{1,14 \times 0,89}{\sqrt{5}} = 0,45$
5 M1 M2	Giá trị trung bình ( $\bar{x}$ ) và độ lệch chuẩn ( $s_x$ ) khi thử mẫu thử	$\bar{x}$ $s_x$	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ $s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$	$n = 5$ Đo 5 lần trên mẫu thử. Xem Chú thích 3: Nếu $n = 1$ , thì $s_x = 0$ Chứng nhận phải nêu rõ độ không đảm bảo chỉ áp dụng cho giá trị đọc cụ thể chứ không áp dụng cho toàn bộ mẫu thử	Các giá trị đơn: $419 - 439 - 449 - 442 - 444$ $\bar{x} = 438,6$ $s_x = 11,55$

Bảng D.1 – Xác định độ không đảm bảo mở rộng tương ứng với phương pháp M1 và M2 (kết thúc)

6 M1 M2	Độ không đảm bảo chuẩn khi đo mẫu thử	$u_x$	$u_x = \frac{t.s_x}{\sqrt{n}}$	$t = 1,14$ đối với $n=5$	$u_x = \frac{1,14.11,55}{\sqrt{5}} = 5,89$
7 M2	Độ không đảm bảo chuẩn tương ứng với khả năng phân giải của hệ thống đo chiều dài	$u_{ms}$	$u_{ms} = \frac{2.H}{d} \frac{\delta_{ms}}{2\sqrt{3}}$	$\delta_{ms} = 0,0001$ mm $H = 438,6$ HV $d = 0,065$ mm	$u_{ms} = \frac{438,6 \cdot 0,0001}{0,065 \sqrt{3}} = 0,39$
8 M2	Sự sai lệch của máy thử độ cứng so với các giá trị kiểm định	$b$	$b = \bar{H} - \bar{X}_{CRM}$	Bước 2 và 3. Xem Chú thích 4.	$b_1 = 376,8 - 376 = 0,8$ $b_2 = 376,6 - 376 = 0,6$
9 M2	Độ lệch chuẩn của độ lệch $b$	$s_b$	$\bar{b} = \frac{1}{n_m} \sum_{i=1}^{n_m} b_i$ $s_b = \sqrt{\frac{1}{n_m - 1} \sum_{i=1}^{n_m} (b_i - \bar{b})^2}$	Bước 8 khi $n_m = 2$ số lượng lần đo	$\bar{b} = 0,7$ $s_b = 0,14$
10 M2	Độ không đảm bảo chuẩn của việc xác định $b$ . Chỉ được xác định sau loạt đo lần thứ hai	$u_b$	$u_b = \frac{t.s_b}{\sqrt{n_m}}$	Bước 9 $t = 1,84$ khi $n_m = 2$ Xem Chú thích 5	$u_b = \frac{1,84 \cdot 0,14}{\sqrt{2}} = 0,18$
11 M1	Xác định độ không đảm bảo mở rộng	$U$	$U = k \cdot \sqrt{u_E^2 + u_{CRM}^2 + u_H^2 + u_x^2 + u_{ms}^2}$	Bước 1 đến 7 $k = 2$	$U = 2 \cdot \sqrt{5,37^2 + 3,00^2 + 0,46^2 + 5,94^2 + 0,39^2}$ $U = 17,14$ HV
12 M1	Kết quả đo	$\bar{X}$	$\bar{X} = \bar{x} \pm U$	Bước 5 và 11	$\bar{X} = (438,6 \pm 17,1)$ HV (M1)
13 M2	Xác định độ không đảm bảo mở rộng đã hiệu chỉnh	$U_{corr}$	$U_{corr} = k \cdot \sqrt{u_{CRM}^2 + u_H^2 + u_b^2 + u_{ms}^2 + u_b^2}$	Bước 2 đến 7 và bước 10 $k = 2$	$U_{corr} = 2 \cdot \sqrt{3,00^2 + 0,46^2 + 5,94^2 + 0,39^2 + 0,18^2}$ $U_{corr} = 13,36$ HV
14 M2	Kết quả đo với giá trị trung bình đã hiệu chỉnh	$\bar{X}_{corr}$	$\bar{X}_{corr} = (\bar{x} + \bar{b}) \pm U_{corr}$	Bước 5, 8 và 13	$\bar{X}_{corr} = (439,8 \pm 13,4)$ HV (M2)
15 M2	Kết quả đo với độ không đảm bảo đã hiệu chỉnh	$\bar{X}_{ucorr}$	$\bar{X}_{ucorr} = \bar{x} \pm (U_{corr} +  \bar{b} )$	Bước 5, 8 và 13	$\bar{X}_{ucorr} = (438,6 \pm 14,1)$ HV (M2)

Chú thích 1: Hệ số 2,8 được thấy từ việc xác định độ không đảm bảo chuẩn có phân phối hình chữ nhật.

Chú thích 2: Khi cần thiết, phải xem xét sự thay đổi độ cứng của CRM.

Chú thích 3: Nếu giữa các lần đo CRM và mẫu thử phải thay kính thì cần xem xét sự ảnh hưởng liên quan.

Chú thích 4: Nếu  $0,8 u_{E,z} < b < 1,0 u_{E,z}$ , cần xem xét mối quan hệ của các giá trị độ cứng của CRM và mẫu thử.

Chú thích 5: Khi  $n_m = 2$ , đo không có ảnh hưởng của sự thay đổi dài hạn của  $b$  trong độ không đảm bảo  $u_b$ , cần tăng số lần đo  $n_m$  đối với các ứng dụng tối hạn.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 258-3 (ISO 6507-3) Vật liệu kim loại - Thử độ cứng Vickers - Phần 3 : Kiểm định tấm chuẩn.
- [2] BUCKLE , H ,Microharteprotung und ihre Anwendung. Verlag Berliner Union stuttgart, 1965, pp 296. (Note: very extensive).
- [3] BUCKLE, H.Echte und scheinbare Fehlerquellen bei der Mikroharteproofung: Ihre klassifizierung und Auswirkung auf die Messwerte. VDI - Berichte 11 (1957), pp. 29-43 (Note: extensive).
- [4] DENGEL, D, Wichtige Gesichtspunkte fur die Hartemessung nach Vickers und nach Knoop im Bereich der kleinlast- und Mickroharte, Z, f.Werkstofftechnik 4(1973), pp, 292-298(Note short extract).
- [5] MATTHAEI, E, harteproofung mit kleinen Prufkräften und ihre Anwendung bei Randschichten (kritischeLiteraturbewertung),pp.47, 1987 - iftumshinweise. Verlag DGM- Informationsgesellschaft oberursel, 1987.9 Note: overall view of sources).
- [6] BIPM, IEC. IFCC,ISO. IUPAC. IUPAP. OIML Guide to the expression of Uncertainty in Measurement, 1993. (Hướng dẫn biểu diễn độ không đảm bảo đo. 1993).
- [7] EA 10-16, *Guidelines on the Estimation of Uncertainty in Hardness Measurements*, 2001.
- [8] GABAUER, W, *Manual of 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.
- [9] GABAUER, W and BINDEN, O., *Abschätzung der Messunsicherheit in der Harteproofung unter Verwendung der indirekten Kalibriermethode, DVM Werkstoffproofung. Tagungsband, 2000, pp. 255- 261.*
- [10] POLZIN, T and SCHWENK, D., *Estimation of Uncertainty of Hardness Testing; PC file for determination, Materialproofung , 3, 2002 (44), pp. 64- 71.*