

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 257-1 : 2007; TCVN 257-2 : 2007;
ISO 6508-1 : 2005 ISO 6508-2 : 2005

TCVN 257-3 : 2007.
ISO 6508-3 : 2005

Xuất bản lần 4

**VẬT LIỆU KIM LOẠI –
THỬ ĐỘ CỨNG ROCKWELL**

Metallic materials – Rockwell hardness test

HÀ NỘI – 2007

Lời nói đầu

TCVN 257-1 : 2007 thay thế TCVN 257-1 : 2001 (ISO 6508-1 : 1999).

TCVN 257-1 : 2007 hoàn toàn tương đương với ISO 6508-1 : 2005.

TCVN 257-2 : 2007 thay thế TCVN 257-2 : 2001 (ISO 6508-2 : 1999).

TCVN 257-2 : 2007 hoàn toàn tương đương với ISO 6508-2 : 2005.

TCVN 257-3 : 2007 thay thế TCVN 257-3 : 2001 (ISO 6508-3 : 1999).

TCVN 257-3 : 2007 hoàn toàn tương đương với ISO 6508-3 : 2005.

TCVN 257-1 : 2007; TCVN 257-2 : 2007; TCVN 257-3 : 2007 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn 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.

Vật liệu kim loại – Thử độ cứng Rockwell

Phần 1 : Phương pháp thử (thang A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)

Metallic materials – Rockwell hardness test –

Part 1 : Test method (scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định phương pháp thử độ cứng Rockwell và thử độ cứng Rockwell bề mặt (thang đo và lĩnh vực áp dụng theo Bảng 1) đối với vật liệu kim loại.

Cần lưu ý đến thực tế rằng, trong tiêu chuẩn này việc sử dụng bi thử hợp kim cứng là bi thử Rockwell tiêu chuẩn. Bi thử thép vẫn được tiếp tục sử dụng nếu được qui định trong tiêu chuẩn sản phẩm hoặc theo thoả thuận.

CHÚ THÍCH 1: Cần lưu ý đến thực tế là kết quả nhận được khi thử bằng bi hợp kim cứng có thể khác nhiều so với khi thử bằng bi thép. Đối với vật liệu và / hoặc sản phẩm đặc biệt áp dụng các tiêu chuẩn khác (ví dụ ISO 3738-1 và ISO 4498-1).

CHÚ THÍCH 2: Đối với một số vật liệu, lĩnh vực áp dụng có thể hẹp hơn.

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 257-2 : 2007 (ISO 6508-2 : 2005) Vật liệu kim loại - Thử độ cứng Rockwell – Phần 2: Kiểm định và hiệu chuẩn máy thử (thang A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T).

3 Nguyên lý thử

Ấn mũi thử có kích thước hình chóp và vật liệu qui định lên bề mặt mẫu theo hai bước với các điều kiện quy định (xem Điều 7). Đo độ sâu vết lõm h dưới tác dụng của lực thử sơ bộ sau khi bỏ lực thử chính.

Từ giá trị h và hai hằng số N và S (xem Bảng 2) tính giá trị độ cứng Rockwell theo công thức sau:

$$\text{Độ cứng Rockwell} = N - \frac{h}{S} \quad (1)$$

4 Ký hiệu và tên gọi

4.1 Xem Bảng 1, 2 và Hình 1.

Bảng 1 - Thang Rockwell

Thang độ cứng Rockwell	Ký hiệu độ cứng	Loại mũi thử	Lực thử sơ bộ	Lực thử chính	Lực thử tổng	Lĩnh vực áp dụng (thử độ cứng Rockwell)
			F ₀ N	F ₁ N	F N	
A ^a	HRA	Mũi kim cương hình chóp nón	98,07	490,3	588,4	20 HRA đến 88 HRA
B ^b	HRB	Bi 1,5875 mm	98,07	882,6	980,7	20 HRB đến 100 HRB
C ^c	HRC	Mũi kim cương hình chóp nón	98,07	1373	1471	20 HRC đến 70 HRC
D	HRD	Mũi kim cương hình chóp nón	98,07	882,6	980,7	40 HRD đến 77 HRD
E	HRE	Bi 3,175 mm	98,07	882,6	980,7	70 HRE đến 100 HRE
F	HRF	Bi 1,5875 mm	98,07	490,3	588,4	60 HRF đến 100 HRF
G	HRG	Bi 1,5875 mm	98,07	1373	1471	30 HRG đến 94 HRG
H	HRH	Bi 3,175 mm	98,07	490,3	588,4	80 HRH đến 100 HRH
K	HRK	Bi 3,175 mm	98,07	1373	1471	40 HRK đến 100 HRK
15 N	HR 15N	Mũi kim cương hình chóp nón	29,42	117,7	147,1	70 HR 15N đến 94 HR15N
30 N	HR30N	Mũi kim cương hình chóp nón	29,42	264,8	294,2	42 HR30N đến 86 HR30N
45 N	HR45N	Mũi kim cương hình chóp nón	29,42	411,9	441,3	20 HR45N đến 77 HR45N
15 T	HR15T	Bi 1,5875 mm	29,42	117,7	147,1	67 HR15T đến 93 HR15T
30 T	HR30T	Bi 1,5875 mm	29,42	264,8	294,2	29 HR30T đến 82 HR30T
45 T	HR45T	Bi 1,5875 mm	29,42	411,9	441,3	10 HR45T đến 72 HR45T

^a Phạm vi áp dụng có thể mở rộng đến 94 HRA đối với thử các bit.

^b Phạm vi áp dụng có thể mở rộng đến 10 HRBW nếu được qui định trong tiêu chuẩn sản phẩm hoặc theo thoả thuận riêng.

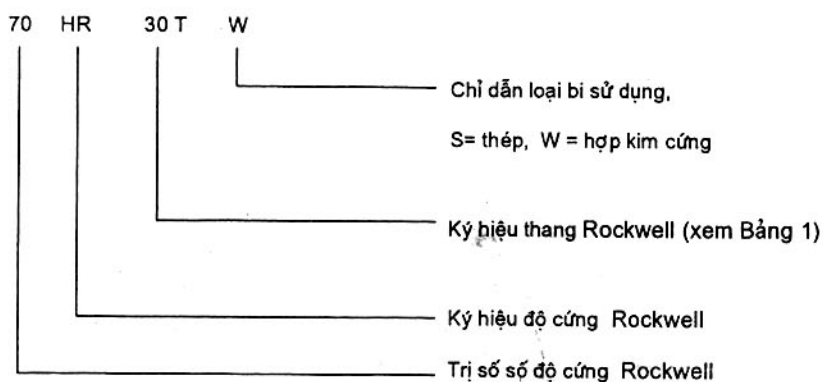
^c Phạm vi áp dụng có thể mở rộng đến 10 HRC nếu mũi thử có kích thước thích hợp.

CHÚ THÍCH: Có thể sử dụng bi thử có đường kính 6,350 mm và 12,70 mm nếu được qui định trong tiêu chuẩn sản phẩm hoặc theo thoả thuận riêng.

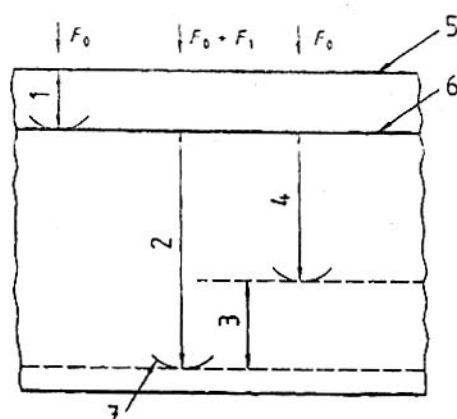
Bảng 2 - Ký hiệu và tên gọi

Ký hiệu	Tên gọi	Đơn vị
F_0	Lực thử sơ bộ	N
F_1	Lực thử chính	N
F	Lực thử tổng	N
S	Đơn vị thang, đặc trưng cho thang đo	mm
N	Số, đặc trưng cho thang đo	
h	Chiều sâu vết lõm được tác dụng của lực thử sơ bộ sau khi bỏ lực thử chính (độ sâu vết lõm dư)	mm
HRA HRC HRD	$\text{Độ cứng Rockwell} = 100 - \frac{h}{0,002}$	
HRB HRE HRF HRG HRH HRK	$\text{Độ cứng Rockwell} = 130 - \frac{h}{0,002}$	
HRN HRT	$\text{Độ cứng Rockwell} = 100 - \frac{h}{0,001}$	

4.2 Dưới đây là các ví dụ về ký hiệu độ cứng Rockwell.



CHÚ THÍCH: Các chữ số chỉ lực thử nguyên gốc trên cơ sở đơn vị kilogam lực (kg). Ví dụ, lực thử 30 kg được đổi thành 294,2 N.



CHÚ DẪN:

- | | |
|--|------------------|
| 1 Chiều sâu vết lõm do lực sơ bộ F_0 | 5 Bề mặt mẫu thử |
| 2 Chiều sâu vết lõm do lực thử chính F_1 | 6 Mặt chuẩn đo |
| 3 Sự đàn hồi trở lại ngay sau khi bỏ lực thử chính F_1 | 7 Vị trí mũi thử |
| 4 Chiều sâu vết lõm h | |

Hình 1 – Sơ đồ nguyên lý thử Rockwell

5 Máy thử

- 5.1 Máy thử, có khả năng tạo được lực thử đã định trước theo Bảng 1 và phù hợp với TCVN 257-2.
- 5.2 Mũi thử kim cương hình chóp nón, phù hợp với TCVN 257-2 có góc 120° và bán kính phần hình cầu ở đỉnh là 0,2 mm.
- 5.3 Mũi thử bằng bi hợp kim cứng, phù hợp với TCVN 257-2 có đường kính 1,5875 mm hoặc 3,175 mm.
- 5.4 Thiết bị đo, theo quy định trong TCVN 257-2.

CHÚ THÍCH: Quy trình kiến nghị đối với thử định kỳ cho trong Phụ lục E. Cần xem chú thích về mũi thử kim cương trong Phụ lục F.

6 Mẫu thử

- 6.1 Phép thử phải được tiến hành trên bề mặt nhẵn và phẳng, không có vảy oxit, lớp phủ và đặc biệt là không có dầu mỡ, trừ khi có các yêu cầu khác trong tiêu chuẩn vật liệu hoặc sản phẩm. Ngoại lệ đối với kim loại phản ứng như titan chúng có thể bám chặt vào mũi thử, trong trường

hợp như vậy có thể sử dụng dầu bôi trơn thích hợp như dầu hỏa. Việc sử dụng dầu bôi trơn phải được ghi vào báo cáo thử.

6.2 Việc chuẩn bị mẫu phải được tiến hành sao cho giảm đến mức thấp nhất mọi sự biến đổi độ cứng bề mặt do nung nóng hoặc làm gia công biến cứng nguội. Điều này phải đặc biệt tính đến trong trường hợp vết lõm nông.

6.3 Sau khi thử, không được có biến dạng nhìn thấy bằng mắt thường trên bề mặt mẫu thử nằm đối diện với vết lõm, trừ khi trường hợp thang đo HR30Tm (trong trường hợp này phép thử phải được thực hiện phù hợp với Phụ lục A).

Chiều dày mẫu thử hoặc lớp chịu thử (giá trị nhỏ nhất theo phụ lục B) ít nhất phải bằng 10 lần chiều sâu dư của vết lõm đối với mũi thử hình chóp và 15 lần chiều sâu dư của vết lõm đối với mũi thử bằng viên bi trừ khi có thể chứng minh rằng việc sử dụng mẫu thử mỏng hơn không ảnh hưởng đến giá trị đo.

6.4 Đối với việc thử trên bề mặt hình trụ lõi và bề mặt cầu phải áp dụng giá trị hiệu chỉnh cho trong Phụ lục C (Bảng C.1, C.2, C.3 hoặc C.4) và trong Phụ lục D (Bảng D.1).

Do chưa có giá trị hiệu chỉnh đối với phép thử trên bề mặt lõm, việc thử trên bề mặt này phải được thoả thuận riêng.

7 Qui trình thử

7.1 Thông thường, phép thử được tiến hành ở nhiệt độ môi trường xung quanh từ 10 °C đến 35 °C. Tuy nhiên do nhiệt độ thử khác nhau có thể ảnh hưởng đến kết quả thử người sử dụng phép thử Rockwell có thể chọn nhiệt độ trong khoảng hẹp hơn.

CHÚ THÍCH: Nhiệt độ của vật liệu thử và nhiệt độ của máy thử độ cứng có thể ảnh hưởng đến kết quả thử; do đó người sử dụng phải đảm bảo rằng nhiệt độ không ảnh hưởng đến việc đo độ cứng.

7.2 Mẫu thử phải được đặt trên giá đỡ chắc chắn và được giữ sao cho bề mặt thử nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục của mũi thử và phương của lực thử cũng như cho phép nhanh chóng thay đổi mẫu thử. Nếu sử dụng dụng cụ giữ mẫu thì dụng cụ này phải được sử dụng phù hợp với Điều 3 của TCVN 257-2 : 2007.

Trước khi bắt đầu một loạt thử hoặc sau hơn 24 h kể từ phép thử cuối cùng, và sau khi có sự thay đổi, như di chuyển và lắp đặt lại mũi thử hoặc giá đỡ mẫu thử, phải xác định chắc chắn rằng mũi thử và giá đỡ mẫu thử được lắp ráp chính xác trên máy thử. Không sử dụng hai số đo đầu tiên sau khi có sự thay đổi như trên.

Sản phẩm hình trụ phải được giữ một cách phù hợp, ví dụ, trên giá định tâm chữ V bằng thép có độ cứng nhỏ nhất là 60 HRC. Phải đặc biệt chú ý đến việc hiệu chỉnh mặt tựa của giá đỡ và độ

thẳng hàng của mũi thử, mẫu thử, gá định tâm chữ V và giá giữ mẫu thử của máy thử vì bất kỳ độ không vuông góc nào cũng có thể làm kết quả không chính xác.

7.3 Đưa mũi thử tiếp xúc với bề mặt thử và tác dụng lực thử sơ bộ F_0 không giật cục, không va đập hoặc rung động. Thời gian tác dụng lực sơ bộ F_0 không vượt quá 3 s.

CHÚ THÍCH: Đối với máy thử điều khiển điện tử, thời gian đặt lực thử sơ bộ (T_a) và thời gian tác dụng lực thử sơ bộ (T_{pm}) được kết hợp bằng công thức sau:

$$T_p = \frac{T_a}{2} + T_{pm} \leq 3 \text{ s} \quad (2)$$

trong đó:

T_p là tổng thời gian tác dụng của lực thử sơ bộ;

T_a là thời gian đặt lực thử sơ bộ;

T_{pm} là thời gian giữ lực thử sơ bộ.

7.4 Đặt hệ thống thiết bị đo vào đúng vị trí của nó và tăng lực từ F_0 lên F không giật cục, không va đập hoặc rung động trong thời gian không nhỏ hơn 1 s và không lớn hơn 8 s.

CHÚ THÍCH: Trong thực tế khi thử, thời gian tăng lực từ F_0 đến F nằm giữa 2 s đến 3 s đối với mẫu thử khoảng 60 HRC. Đối với thang Rockwell N và T, thời gian đo máy từ 1s đến 1,5 s đối với mẫu thử có độ cứng khoảng 78 HR30N.

7.5 Phải giữ lực thử tổng F trong thời gian $4s \pm 2s$. Bỏ lực thử chính F_1 và vẫn giữ lực thử sơ bộ F_0 để sau khi ổn định trong một thời gian ngắn, ta có thể đọc kết quả đo độ cứng.

Như là ngoại lệ đối với vật liệu thử có sự chảy dẻo quá mức (vết nén tròn) trong thời gian giữ lực thử tổng, cần thiết phải có sự xem xét đến cả thời gian mũi thử tiếp tục đâm vào. Khi vật liệu đòi hỏi việc sử dụng thời gian giữ lực tổng quá 6 s cho phép bởi dung sai, yêu cầu này phải được qui định trong tiêu chuẩn sản phẩm. Trong trường hợp này thời gian giữ lực tổng được sử dụng phải được ghi kèm theo kết quả thử (ví dụ , 65 HRFW, 10 s).

7.6 Trị số độ cứng Rockwell được dẫn xuất từ chiều sâu dư của vết lõm h theo công thức cho trong Bảng 2 và thường được đọc trực tiếp từ thiết bị đo. Việc dẫn xuất trị số độ cứng Rockwell được minh họa trên Hình 1.

7.7 Trong khi thử, thiết bị thử phải được bảo vệ tránh bị va đập hoặc rung động.

7.8 Khoảng cách giữa tâm của hai vết lõm liên kế không được nhỏ hơn bốn lần đường kính của vết lõm (nhưng không nhỏ hơn 2 mm).

Khoảng cách từ tâm của vết lõm bất kỳ đến mép ngoài của mẫu thử không nhỏ hơn 2,5 lần đường kính vết lõm (nhưng không nhỏ hơn 1 mm).

8 Độ không đảm bảo đo của các kết quả thử

Độ không đảm bảo đo phải được đánh giá tổng hợp theo Hướng dẫn thể hiện độ không đảm bảo đo (Guide to the Expression of Uncertainty in measurement) (GUM) ^[3].

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 ^[4].
- Khả năng khác trên cơ sở tiêu chuẩn gián tiếp sử dụng tám chuẩn độ cứng [viết tắt là CRM(mẫu chuẩn đã được chứng nhận)] (xem [2-5] trong Thư mục. Hướng dẫn đối với việc xác định cho trong Phụ lục G.

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) viện dẫn tiêu chuẩn này, đó là TCVN 257-1;
- b) tất cả chi tiết cần thiết để nhận dạng toàn bộ mẫu thử;
- c) nhiệt độ thử, nếu nó không nằm trong giới hạn 10 °C đến 35 °C;
- d) kết quả thử;
- e) các thao tác không quy định trong tiêu chuẩn này hoặc được xem là không bắt buộc;
- f) chi tiết của bất kỳ sự việc xảy ra nào có ảnh hưởng đến kết quả thử (xem Chú thích).
- g) Thời gian giữ lực tổng đã sử dụng nếu lớn hơn 6s với dung sai cho phép.

Không có quy trình chung của việc chuyển, đổi chính xác độ cứng Rockwell sang các thang đo cứng khác hoặc là 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 thử so sánh.

CHÚ THÍCH: Có bằng chứng rằng một số vật liệu có thể nhạy cảm với tốc độ biến dạng mà nó gây ra sự thay đổi nhỏ của giá trị ứng suất chảy. Hậu quả là khi kết thúc sự tạo hình vết lõm có thể làm thay đổi giá trị độ cứng.

Phụ lục A

(quy định)

Phép thử HR30Tm và HR15Tm qui ước đối với sản phẩm mỏng

A.1 Qui định chung

Phép thử này được tiến hành trong điều kiện tương tự như phép thử HR30T và HR15T được xác định trong tiêu chuẩn này, nhưng theo thoả thuận, sự xuất hiện của các vết lõm ở mặt sau của mẫu thử (không cho phép trong phép thử HRT) là được phép.

Phép thử này được áp dụng với độ chính xác thích hợp đối với sản phẩm có chiều dày nhỏ hơn 0,6 mm cho đến chiều dày nhỏ nhất được chỉ ra trong tiêu chuẩn sản phẩm và độ cứng Rockwell HR30T lớn nhất là 80 (tương ứng với 90 HR15T). Tiêu chuẩn sản phẩm qui định khi nào phải sử dụng phép thử độ cứng HR30Tm hoặc HR15Tm.

Các yêu cầu sau phải được đáp ứng, ngoài các yêu cầu được qui định trong tiêu chuẩn này.

A.2 Giá đỡ mẫu thử

Giá đỡ mẫu thử phải bao gồm tấm kim cương nhẵn, bóng đường kính khoảng 4,5 mm. Bề mặt giá đỡ này phải đặt vào giữa trục của mũi thử và phải vuông góc với trục. Phải chú ý đảm bảo giá đỡ được đặt chính xác trên bàn máy.

A.3 Chuẩn bị mẫu thử

Nếu cần thiết phải cắt bỏ vật liệu từ mẫu thử, phải cắt bỏ ở cả hai mặt của mẫu thử. Phải chú ý để đảm bảo rằng quá trình này không làm thay đổi trạng thái của vật liệu cơ bản, ví dụ do nhiệt hoặc biến cứng do gia công. Kim loại cơ bản không được làm cho mỏng hơn chiều dày cho phép nhỏ nhất.

A.4 Vị trí của mẫu thử

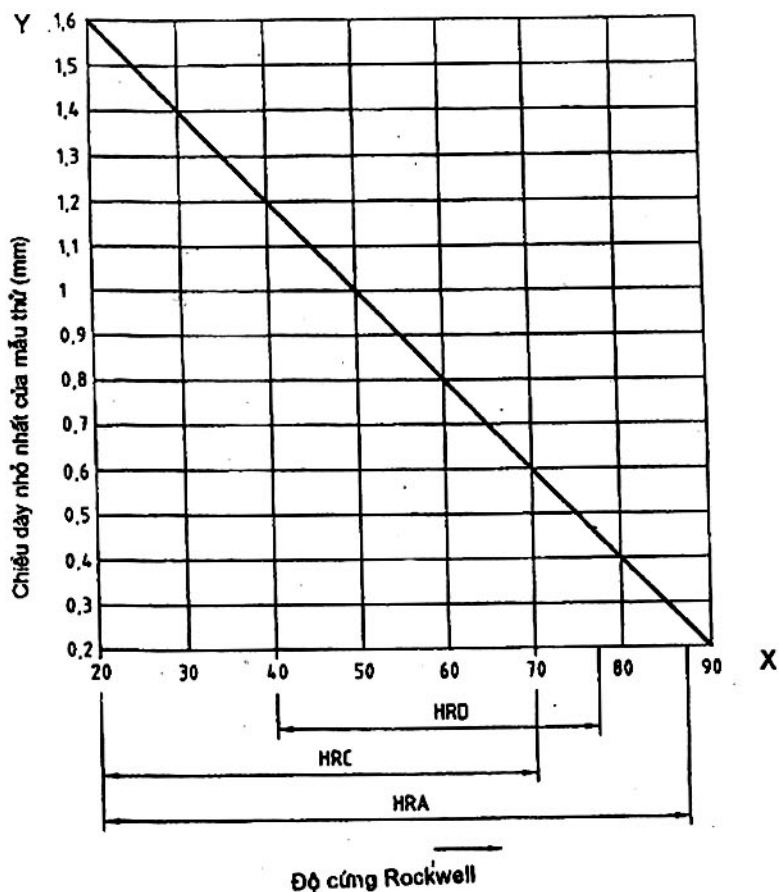
Khoảng cách giữa tâm của hai vết lõm liền kề hoặc giữa tâm của một vết lõm và mép ngoài của mẫu thử không nhỏ hơn 5 mm trừ khi có qui định khác.

Phụ lục B

(qui định)

Chiều dày nhỏ nhất của mẫu thử độ cứng Rockwell

Chiều dày nhỏ nhất của mẫu thử hoặc của lớp chịu thử theo Hình B.1, B.2 và B.3.

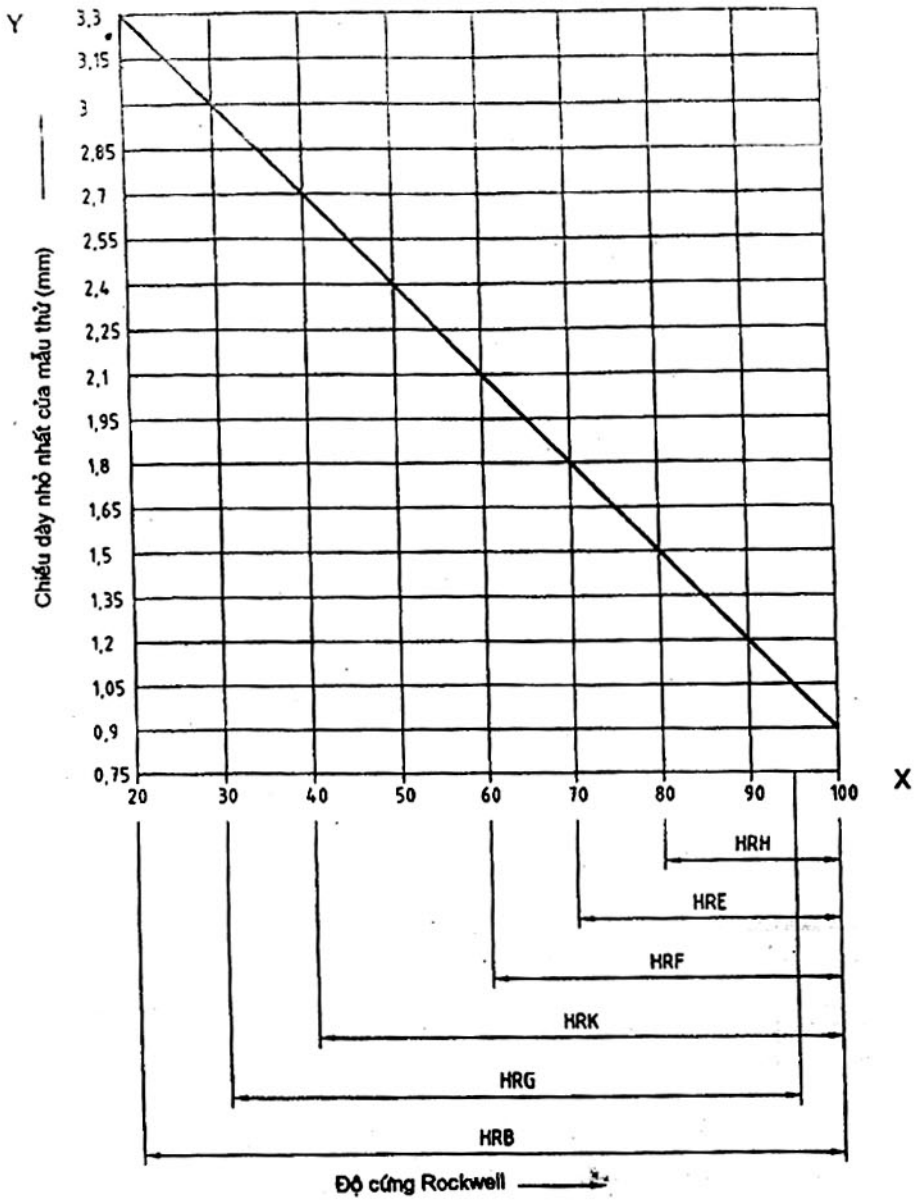


CHÚ DẪN:

X Độ cứng Rockwell

Y Chiều dày nhỏ nhất của mẫu thử, mm

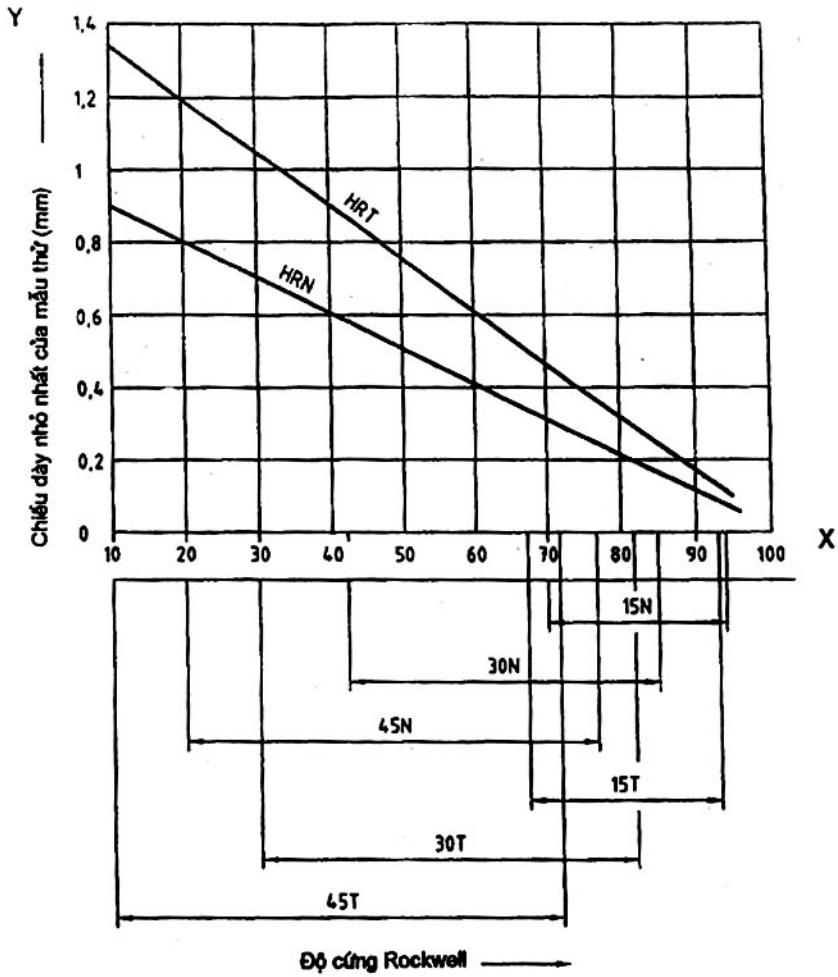
Hình B.1 – Phép thử bằng mũi thử bằng kim cương hình chóp nón (thang A, C và D)



CHÚ DẪN:

- X Độ cứng Rockwell
- Y Chiều dày nhỏ nhất của mẫu thử, mm

Hình B.2 - Phép thử bằng mũi thử viên bi (thang B, E, F, G, H và K)



CHÚ DẪN:

X Độ cứng Rockwell

Y Chiều dày nhỏ nhất của mẫu thử, mm

Hình B.3 - Phép thử Rockwell bề mặt (thang N và T)

Phụ lục C

(qui định)

Giá trị hiệu chỉnh phải cộng thêm với giá trị độ cứng Rockwell

nhận được trên bề mặt trụ lõi

Đối với phép thử trên bề mặt trụ lõi phải sử dụng các giá trị hiệu chỉnh cho trong Bảng C.1, C.2, C.3 và C.4.

Bảng C.1 - Phép thử bằng mũi thử bằng kim cương hình chóp nón (thang A, C và D)

Số đọc độ cứng Rockwell	Bán kính cong mm								
	3	5	6,5	8	9,5	11	12,5	16	19
20				2,5	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0
25			3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
30			2,5	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5
35		3,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5
40		2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5
45	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
50	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
55	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0
60	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0
65	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0
70	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0
75	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0
80	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0
85	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0
90	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0

CHÚ THÍCH: Giá trị hiệu chỉnh lớn hơn 3HRA, HRC và HRD không được xem xét chấp nhận và không có trong bảng trên.

Bảng C.2 - Phép thử bằng mũi thử bằng bi 1,5875 mm (thang B, F và G)

Số đọc độ cứng Rockwell	Bán kính cong mm							
	3	5	6,5	8	9,5	11	12,5	
20				4,5	4,0	3,5	3,0	
30			5,0	4,5	3,5	3,0	2,5	
40			4,5	4,0	3,0	2,5	2,5	
50			4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	
60		5,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0	
70		4,0	3,0	2,5	2,0	2,0	1,5	
80	5,0	3,5	2,5	2,0	1,5	1,5	1,5	
90	4,0	3,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,0	
100	3,5	2,5	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5	

CHÚ THÍCH: Giá trị hiệu chỉnh lớn hơn 5 HRB, HRF và HRG không được chấp nhận và không có trong bảng trên.

Bảng C.3 - Phép thử Rockwell bề mặt (thang N)^{a, b}

Số đọc độ cứng Rockwell bề mặt	Bán kính cong ^c mm					
	1,6	3,2	5	6,5	9,5	12,5
20	(6,0) ^d	3,0	2,0	1,5	1,5	1,5
25	(5,5) ^d	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0
30	(5,5) ^d	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0
35	(5,0) ^d	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
40	(4,5) ^d	2,5	1,5	1,5	1,0	1,0
45	(4,0) ^d	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
50	(3,5) ^d	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
55	(3,5) ^d	2,0	1,5	1,0	0,5	0,5
60	3,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5
65	2,5	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5
70	2,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
75	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0
80	1,0	0,5	0,5	0,5	0	0
85	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0
90	0	0	0	0	0	0

^a Giá trị hiệu chỉnh này chỉ gần đúng và là giá trị trung bình được làm tròn đến 0,5 đơn vị độ cứng Rockwell bề mặt gần nhất của rất nhiều số liệu quan sát thực tế trên bề mặt thử có độ cong cho trong bảng.

^b Khi thử bề mặt hình trụ lõi thì độ chính xác của phép thử bị ảnh hưởng rất lớn bởi độ không thẳng hàng của vít nâng, giá chữ V và mũi thử và bởi khuyết tật trên bề mặt gia công tinh và độ thẳng của hình trụ.

^c Đối với bán kính khác với giá trị cho trong bảng, giá trị hiệu chỉnh có thể nhận được bằng nội suy tuyến tính.

^d Giá trị hiệu chỉnh để trong ngoặc đơn không được sử dụng, trừ khi có thỏa thuận.

C.4 - Phép thử Rockwell bề mặt (thang T)^{a, b}

Số đọc độ cứng Rockwell bề mặt	Bán kính cong ^c mm						
	1,6	3,2	5	6,5	8	9,5	12,5
20	(13) ^d	(9,0) ^d	(6,0) ^d	(4,5) ^d	(3,5) ^d	3,0	2,0
30	(11,5) ^d	(7,5) ^d	(5,0) ^d	(4,0) ^d	(3,5) ^d	2,5	2,0
40	(10,0) ^d	(6,5) ^d	(4,5) ^d	(3,5) ^d	3,0	2,5	2,0
50	(8,5) ^d	(5,5) ^d	(4) ^d	3,0	2,5	2,0	1,5
60	(6,5) ^d	(4,5) ^d	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5
70	(5,0) ^d	(3,5) ^d	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
80	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5
90	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5

^a Giá trị hiệu chỉnh này chỉ gần đúng và là giá trị trung bình được làm tròn đến 0,5 đơn vị độ cứng Rockwell bề mặt gần nhất của rất nhiều số liệu quan sát thực tế trên bề mặt thử có độ cong cho trong bảng.

^b Khi thử bề mặt hình trụ lỗi độ chính xác của phép thử bị ảnh hưởng rất lớn bởi độ không thẳng hàng của vít nâng, giá chữ V và mũi thử và bởi khuyết tật trên bề mặt gia công tinh và độ thẳng của hình trụ.

^c Đối với bán kính khác với giá trị cho trong bảng, giá trị hiệu chỉnh có thể được xác định bằng nội suy tuyến tính.

^d Giá trị hiệu chỉnh để trong ngoặc đơn không được sử dụng, trừ khi có thoả thuận.

Phụ lục D

(qui định)

Giá trị hiệu chỉnh phải cộng thêm vào giá trị độ cứng Rockwell thang C nhận được trên bề mặt thử hình cầu có đường kính khác nhau

Phải sử dụng các giá trị hiệu chỉnh cho trong bảng D.1 đối với các phép thử trên bề mặt hình cầu lồi.

Bảng D.1

Số đọc độ cứng Rockwell	Đường kính hình cầu d mm								
	4	6,5	8	9,5	11	12,5	15	20	25
55 HRC	6,4	3,9	3,2	2,7	2,3	2,0	1,7	1,3	1,0
60 HRC	5,8	3,6	2,9	2,4	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9
65 HRC	5,2	3,2	2,6	2,2	1,9	1,7	1,4	1,0	0,8

Giá trị hiệu chỉnh ΔH phải cộng thêm vào độ cứng Rockwell thang C cho trong Bảng D.1 được tính theo công thức sau:

$$\Delta H = 59 \times \frac{\left(1 - \frac{H}{160}\right)^2}{d} \quad (D.1)$$

trong đó

H là số đo độ cứng Rockwell;

d là đường kính hình cầu, tính bằng milimét.

Phụ lục E

(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 257-3. 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 257-2 : 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 257-3. 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 257-2 : 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 F

(tham khảo)

Các lưu ý đối với mũi thử bằng 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 trong 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 lên xấu hơn và làm cho mũi thử không sử dụng được nữa.

- do đó mũi thử phải được kiểm tra ban đầu và kiểm tra định kỳ bằng cách sử dụng các thiết bị quang học thích hợp (kính hiển vi, kính lúp v, v);
- việc kiểm định của mũi thử không còn giá trị khi mũi thử có khuyết tật;
- khi mài lại hoặc sửa chữa các mũi thử, phải tiến hành kiểm định lại theo 4.3.1 của TCVN 257-2 : 2007.

Phụ lục G

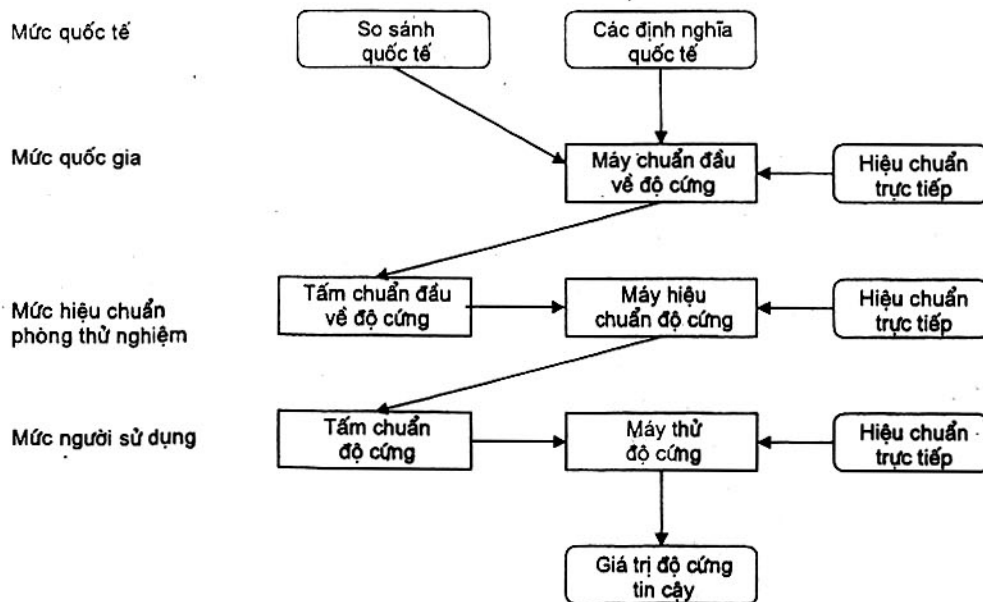
(tham khảo)

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

G.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 (dưới 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 nhiều nhất một năm sau khi kiểm định trực tiếp đạt yêu cầu.

Hình G.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 G1 – Cấu trúc chuỗi đo để xác định và phân chia thang độ cứng

G.2 Qui trình chung

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

G.3 Độ lệch của máy thử

Độ lệch b của máy thử độ cứng (cũng được gọi là sai số) nhận được 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.

G.4 Qui trình tính độ không đảm 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 thử độ cứng".

G.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 G.1 (xem Tài liệu viện dẫn [3, 4] trong Thư mục).

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

trong đó kết quả đo được cho bởi

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

G.4.2 Qui trình có sai 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 khuyến nghị sử dụng sự hiệu chỉnh để bù cho các tác động mang tính hệ thống như vậy. Đó là cơ sở của M2. Giới hạn sai số u_E không được giữ lâu trong việc tính độ không đảm bảo đo, nhưng tất cả các giá trị độ cứng đã xác

định được hiệu chỉnh bằng b hoặc U_{corr} được tăng thêm b . Quy trình để xác định U_{corr} được giải thích trong Bảng G.1 (xem Thư mục [6, 7]).

$$U_{corr} = k \cdot \sqrt{u_{CRM}^2 + u_H^2 + u_i^2 + u_{na}^2 + u_b^2} \quad (G.3)$$

trong đó kết quả đo được cho bởi

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

hoặc bằng

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

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.

G.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 G.2) (xem thêm Bảng G.1, bước 12) như là kết quả đo.

Bảng G.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	Ví dụ [...] = HRC
1 M1	Độ không đảm bảo chuẩn tương ứng với sai số cho phép lớn nhất (1σ)	u_E	$u_E = \frac{u_{E,2\sigma}}{2,8}$	Sai số cho phép $u_{E,2\sigma}$ theo TCVN 257-2:2007, Bảng 5 Xem Chú thích 1	$u_E = \frac{1,5}{2,8} = 0,54$
2 M1 M2	Độ không đảm bảo chuẩn và độ cứng trung bình của CRM (tính toán chi tiết, xem Bảng B.4 của TCVN 257-3:2007	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	$u_{CRM} = \frac{0,3}{2} = 0,15$ $\bar{X}_{CRM} = 60,82$
3 M1 M2	Giá trị trung bình (\bar{H}) và sai lệch 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 5.4.1 của TCVN 257-2:2006 (ISO 6508-2:2005). Khi tính giá trị s_H , sẽ lấy giá trị s_{H1} và s_{H2} rộng hơn	Các giá trị đơn: (1) 60,9 - 61,0 - 61,1 - 61,1 - 60,7 $\bar{H}_1 = 60,96$; $s_{H1} = 0,17$ (2) 60,7 - 60,8 - 61,1 - 61,0 - 60,8 $\bar{H}_2 = 60,88$; $s_{H2} = 0,16$
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 $n = 5$	$u_{\bar{H}} = \frac{1,14 \times 0,17}{\sqrt{5}} = 0,09$
5 M1 M2	Giá trị trung bình (\bar{x}) và sai 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: 62,1 - 61,5 - 61,2 - 63,1 - 60,3 $\bar{x} = 61,64$ $s_x = 1,04$

Bảng G.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	$u_x = \frac{t \cdot s_x}{\sqrt{n}}$	$t = 1,14$ đối với $n=5$	$u_x = \frac{1,14 \times 1,04}{\sqrt{5}} = 0,53$
7 M2	Độ không đảm bảo chuẩn tương ứng với khả năng phân giải của hệ thống đo chiều dài	u_{ms}	$u_{ms} = \frac{\delta_{ms}}{2\sqrt{3}}$	$\delta_{ms} = 0,1$ HRC	$u_{ms} = \frac{1}{2\sqrt{3}} = 0,03$
8 M2	Sự sai lệch của máy thử độ cứng từ các giá trị kiểm định	\bar{b}	$\bar{b} = \bar{H} - \bar{X}_{CRM}$	Bước 2 và 3. Xem Chú thích 4	$b_1 = 60,96 - 60,82 = 0,14$ $b_2 = 60,88 - 60,82 = 0,6$
9 M2	Sự sai lệch chuẩn của giá trị sai khác 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 lần đo	$\bar{b} = 0,10$ $s_b = 0,0565$
10 M2	Độ không đảm bảo chuẩn của việc xác định b . Chỉ được xác định sau loạt đo lần thứ hai	u_b	$u_b = \frac{t \cdot s_b}{\sqrt{n_m}}$	Bước 9 $t = 1,84$ khi $n_m = 2$ Xem Chú thích 5	$u_b = \frac{1,84 \times 0,0565}{\sqrt{2}} = 0,07$
11 M1	Xác định độ không đảm bảo mở rộng	U	$U = k \cdot \sqrt{u_x^2 + u_{CRM}^2 + u_H^2 + u_x^2 + u_{ms}^2}$	Bước 1 đến 7 $k = 2$	$U = 2 \cdot \sqrt{0,54^2 + 0,15^2 + 0,08^2 + 0,53^2 + 0,03^2}$ $U = 1,55$ HRC
12 M1	Kết quả đo	\bar{X}	$\bar{X} = \bar{x} \pm U$	Bước 5 và 11	$\bar{X} = (61,6 \pm 1,6)$ HRC (M1)
13 M2	Xác định độ không đảm bảo mở rộng đã chỉnh sửa	U_{corr}	$U_{corr} = k \cdot \sqrt{u_{CRM}^2 + u_H^2 + u_0^2 + u_{ms}^2 + u_b^2}$	Bước 2 đến 7 và bước 10 $k = 2$	$U_{corr} = 2 \cdot \sqrt{0,15^2 + 0,03^2 + 0,53^2 + 0,03^2 + 0,07^2}$ $U_{corr} = 1,13$ HRC
14 M2	Kết quả đo với giá trị trung bình đã chỉnh sửa	\bar{X}_{corr}	$\bar{X}_{corr} = (\bar{x} + \bar{b}) \pm U_{corr}$	Bước 5, 8 và 13	$\bar{X}_{corr} = (61,7 \pm 1,1)$ HRC (M2)
15 M2	Kết quả đo với độ không đảm bảo đã chỉnh sửa	\bar{X}_{ucorr}	$\bar{X}_{ucorr} = (\bar{x} \pm U_{corr} + \bar{b})$	Bước 5, 8 và 13	$\bar{X}_{ucorr} = (61,6 \pm 1,2)$ HRC (M2)

CHÚ THÍCH 1: Hệ số 2,8 khác với việc xác định độ không đảm bảo chuẩn đối với việc phân bố 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 $0,8 u_{E,2} < b < 1,0 u_{E,2}$, 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] ISO 3738-1 Hardmetals - Rockwell hardness test (scale A) - Part 1: Test method (Hợp kim cứng - Thử độ cứng Rockwell (thang A) - Phần 1: Phương pháp thử).
 - [2] ISO 4498-1, Sintered metal materials, excluding hardmetals - Determination of apparent hardness - Part 1: Material of essentially uniform section hardness. (Vật liệu kim loại thiêu kết, trừ hợp kim cứng - Xác định độ cứng biểu kiến - Phần 1: Vật liệu có độ cứng mặt cắt đồng đều cần thiết).
 - [3] 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).
 - [4] EA 10-16, *Guidelines on the Estimation of Uncertainty in Hardness Measurements*, 2001.
 - [5] 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.
 - [6] GABAUER, W and BINDEN, O., *Abschätzung der Messunsicherheit in der Hartepfung unter Verwendung der indirekten Kalibriermethode, DVM Werkstoffprüfung. Tagungsband*, 2000, pp. 255- 261.
 - [7] POLZIN, T and SCHWENK, D., *Method for Uncertainty Determination of Hardness Testing; PC file for Determination, Materialprüfung 44*, (2002), 3, pp. 64- 71.
 - [8] TCVN 257-3 : 2007 (ISO 6508-2 : 2005) Vật liệu kim loại - Thử độ cứng Rockwell - Phần 3: Kiểm định tám chuẩn (thang A, B, C, D, E, F G, H, K, N, T).
-