

Tiêu chuẩn thí nghiệm

Độ cứng Rockwell và độ cứng Rockwell bề mặt của vật liệu kim loại

AASHTO T 80-06

ASTM E18-05^{ε1}

LỜI NÓI ĐẦU

- Việc dịch ấn phẩm này sang tiếng Việt đã được Hiệp hội Quốc gia về đường bộ và vận tải Hoa kỳ (AASHTO) cấp phép cho Bộ GTVT Việt Nam. Bản dịch này chưa được AASHTO kiểm tra về mức độ chính xác, phù hợp hoặc chấp thuận thông qua. Người sử dụng bản dịch này hiểu và đồng ý rằng AASHTO sẽ không chịu trách nhiệm về bất kỳ chuẩn mức hoặc thiệt hại trực tiếp, gián tiếp, ngẫu nhiên, đặc thù phát sinh và pháp lý kèm theo, kể cả trong hợp đồng, trách nhiệm pháp lý, hoặc sai sót dân sự (kể cả sự bất cẩn hoặc các lỗi khác) liên quan tới việc sử dụng bản dịch này theo bất cứ cách nào, dù đã được khuyến cáo về khả năng phát sinh thiệt hại hay không.
- Khi sử dụng ấn phẩm dịch này nếu có bất kỳ nghi vấn hoặc chưa rõ ràng nào thì cần đối chiếu kiểm tra lại so với bản tiêu chuẩn AASHTO gốc tương ứng bằng tiếng Anh.

Tiêu chuẩn thí nghiệm

Độ cứng Rockwell và độ cứng Rockwell bề mặt của vật liệu kim loại

AASHTO T 80-06**ASTM E18-05^{ε1}**

AASHTO T80-06 giống ASTM E18-05^{ε1} trừ trường hợp các tham khảo tới tiêu chuẩn ASTM bao gồm trong ASTM E18-05^{ε1}, được liệt kê trong bảng sau, phải được thay thế với tiêu chuẩn AASHTO tương ứng:

Tiêu chuẩn tham khảo	
ASTM	AASHTO
B152	M138M/M 138
E 4	T 67
E 29	R 11

Tiêu chuẩn thí nghiệm

Độ cứng Rockwell và độ cứng Rockwell bề mặt của vật liệu kim loại^{1,2}**ASTM E18-05^{ε1}**

Tiêu chuẩn này được ban hành dưới tiêu chuẩn E-18; chữ số đi theo sau chỉ năm mà phiên bản gốc được chấp thuận, trong trường hợp chỉnh sửa, chỉ năm của phiên bản mới nhất. Con số trong ngoặc chỉ năm được chấp thuận lại gần nhất. Chỉ số trên epsilon (ϵ) chỉ lần một lần thay đổi chỉnh sửa từ khi phiên bản cuối cùng được chấp thuận lại.

Tiêu chuẩn này đã được chấp thuận bởi Cục Quốc phòng

^{ε1}Chú thích – Chú thích A trong Bảng 19 được chỉnh sửa tháng 4/2005

1 PHẠM VI ÁP DỤNG *

- 1.1 Các phương pháp thí nghiệm này nhằm xác định độ cứng Rockwell và độ cứng Rockwell bề mặt của vật liệu kim loại, kể cả đến các phương pháp kiểm tra máy thí nghiệm độ cứng Rockwell (Phần B) và hiệu chuẩn của các khối thí nghiệm độ cứng chuẩn (Phần C).
- 1.2 Giá trị biểu thị trên hệ đơn vị inch-pound được coi là chuẩn. Hệ đơn vị SI được đưa ra chỉ để tham khảo.
- 1.3 *Tiêu chuẩn này không đề cập đến các vấn đề an toàn, nếu có, trong lúc sử dụng. Trách nhiệm của những người sử dụng tiêu chuẩn này là thiết lập một sự an toàn thích hợp, kiểm tra sức khỏe và chỉ ra phạm vi ứng dụng của giới hạn điều chỉnh trước khi đem vào sử dụng. (Xem Chú thích 6)*

Chú thích 1 – Viện tiêu chuẩn và kỹ thuật quốc gia (NIST) duy trì tiêu chuẩn độ cứng Rockwell cho nước Mỹ. Tháng 6/1998, NIST phát hành các khối thí nghiệm tỉ lệ Rockwell C mới như là các vật liệu tham khảo tiêu chuẩn (SRMs). Những khối này được hiệu chuẩn sử dụng các máy tiêu chuẩn tham khảo của NIST. Tiện ích chính của tiêu chuẩn NIST là cấp HRC của chúng là cùng mức với các nước công nghiệp khác trên thế giới. Các cấp NIST HRC tạo lập một độ cứng của vật liệu cứng hơn một chút so với các tiêu chuẩn độ cứng sử dụng trước đó trong nước Mỹ trong suốt 75 năm qua. Sự xem xét lại của E18 yêu cầu rằng mọi thao tác điều chỉnh các bộ phận xuyên độ cứng Rockwell và máy độ cứng phải sử dụng các khối thí nghiệm có thể truy nguyên đến tiêu chuẩn NIST hoặc bằng cách sử dụng trực tiếp NIST SRMs. Yêu cầu này sẽ được áp dụng chỉ cho các tỉ lệ Rockwell mà ứng với nó NIST cung cấp các khối thí nghiệm tham khảo chính.

Chú thích 2 – Phiên bản trước của tiêu chuẩn này đã công bố rằng viên bi thép là viên bi đâm xuyên Rockwell loại tiêu chuẩn. Bắt đầu từ tiêu chuẩn này, viên bi vonfam cacbua được xem xét là loại tiêu chuẩn của viên bi đâm xuyên Rockwell. Việc sử dụng viên bi vonfam cacbua sẽ cung cấp một sự tiến bộ cho thí nghiệm độ cứng Rockwell bởi vì các viên bi thép có xu hướng trở lên phẳng khi sử dụng, mà dẫn đến kết quả độ cứng có sai số lớn. Người sử dụng phải Chú thích rằng việc so sánh thí nghiệm độ

cứng Rockwell sử dụng viên bi thép và viên bi vonfam cacbua đã đưa ra các kết quả khác nhau. Ví dụ, phụ thuộc vào vật liệu được thí nghiệm và cấp độ cứng của nó, các thí nghiệm tỉ lệ Rockwell B sử dụng viên bi vonfam cacbua đưa ra kết quả thấp hơn tới một điểm Rockwell so với khi sử dụng viên bi thép.

2 TÀI LIỆU VIỆN DẪN

2.1 Tiêu chuẩn ASTM: ³

- A370 Các phương pháp thí nghiệm và định nghĩa cho Thí nghiệm Cơ học các sản phẩm thép
- B19 Tiêu chuẩn cho cuộn đồng, dải, tấm, thanh và đĩa (trống)
- B36/B36 M Tiêu chuẩn cho tấm đồng, cuộn, dải và thanh cán
- B96 Tiêu chuẩn cho tấm hợp kim mạ đồng-silicôn, cuộn, dải, và thanh cán cho các mục đích thông thường và áp lực tàu bè
- B97 Tiêu chuẩn cho tấm hợp kim mạ đồng-silicôn, cuộn, dải, và thanh cán cho các mục đích thông thường⁴
- B103/B103M Tiêu chuẩn cho tấm đồng phot pho, cuộn, dải và thanh cán
- B121/B121M Tiêu chuẩn cho tấm đồng chì, cuộn, dải và thanh cán
- B122/B122M Tiêu chuẩn cho hợp kim đồng-niken-thiếc, hợp kim đồng-niken-kẽm (niken bạc) và tấm hợp kim đồng-niken, cuộn, dải và thanh cán
- B130 Tiêu chuẩn cho dải đồng thiếc cho vỏ đạn
- B134 Tiêu chuẩn cho cáp đồng
- B152 Tiêu chuẩn cho cuộn đồng, dải, tấm và thanh cán
- B291 Tiêu chuẩn cho cuộn và dải hợp kim đồng-kẽm-mangan
- B370 Tiêu chuẩn cho tấm và dải đồng trong xây dựng dân dụng
- E4 Quy trình cân chỉnh lực máy thí nghiệm
- E29 Quy trình sử dụng các thông số quan trọng trong số liệu thí nghiệm để xác định sự phù hợp với các tiêu chuẩn
- E140 Bảng chuyển đổi độ cứng cho các kim loại
- E691 Quy trình thực hiện nghiên cứu liên thông các phòng thí nghiệm để xác định độ chính xác của một phương pháp thí nghiệm.

¹ Tiêu chuẩn này dưới quyền hạn của Hội đồng ASTM E28 về Thí nghiệm cơ học và dưới trách nhiệm trực tiếp của Hội đồng cấp dưới E28.06 về Thí nghiệm độ cứng vết lõm.

Phiên bản hiện tại được chấp thuận vào 1/4/2005. Xuất bản 4/2005. Đầu tiên được chấp thuận năm 1932. Phiên bản trước được chấp thuận năm 2003 là E18-03¹

² Trong tiêu chuẩn này, ký hiệu Rockwell ứng với kiểu thí nghiệm độ cứng vết lõm được quốc tế công nhận như định nghĩa trong Mục 3, mà không phải cho thiết bị thí nghiệm độ cứng của một nhà sản xuất cụ thể.

³ Để tham khảo các tiêu chuẩn ASTM, vào website www.astm.org, hoặc liên hệ Dịch vụ Khách hàng ASTM tại service@astm.org. Để biết thông tin về các ấn phẩm hàng năm của ASTM, xem trang Tổng kết Các tài liệu trên trang web ASTM.

⁴ Đã bị rút.

* Một tập hợp các thay đổi được đưa ra ở phần cuối của tiêu chuẩn này.

3 THUẬT NGỮ

3.1 Các định nghĩa:

- 3.1.1 *Hiệu chuẩn* – xác định giá trị của một thông số quan trọng bằng cách so sánh với các giá trị được chỉ ra bởi các thiết bị tham khảo hoặc bởi một tập hợp các tiêu chuẩn tham khảo.
- 3.1.2 *Chỉ số độ cứng Rockwell, HR* – một con số lấy ra từ sự gia tăng chiều dày của vết lõm khi lực trên thiết bị đâm xuyên tăng từ một lực thí nghiệm ban đầu định trước đến lực thí nghiệm tổng định trước và sau đó được đưa trở về giá trị lực thí nghiệm ban đầu.
- 3.1.2.1 *Thảo luận – Thiết bị đâm xuyên* – Thiết bị đâm xuyên cho thí nghiệm độ cứng Rockwell bao gồm một thiết bị xuyên kim cương hình cầu và một viên bi xuyên với đường kính định trước. Viên bi vonfam cacbua được xem xét như là viên bi xuyên Rockwell chuẩn cho tất cả các thí nghiệm tỉ lệ độ cứng Rockwell. Các viên bi xuyên bằng thép có thể được sử dụng nếu được chỉ định trong tiêu chuẩn sản phẩm hoặc bởi các thỏa thuận đặc biệt.
- 3.1.2.2 *Thảo luận* – Con số độ cứng Rockwell luôn được trích dẫn kèm với ký tự tỉ lệ biểu thị thiết bị đâm xuyên và lực sử dụng. Con số độ cứng được theo sau bằng ký hiệu HR và tỉ lệ thí nghiệm. Khi một viên bi xuyên được sử dụng, ký hiệu tỉ lệ được theo sau bằng chữ “W” để chỉ tới sự sử dụng viên bi vonfam cacbua, hoặc chữ “S” nếu sử dụng viên bi thép.
- 3.1.2.3 *Các ví dụ* - 64HRC = chỉ số độ cứng Rockwell tỉ lệ C là 64. 81 HR30N = Độ cứng Rockwell bề mặt là 81 với tỉ lệ Rockwell 30N. 72HRBW = chỉ số độ cứng Rockwell tỉ lệ B là 72 đo được sử dụng viên bi xuyên vonfam cacbua.
- 3.1.3 *Thí nghiệm độ cứng Rockwell* – thí nghiệm độ cứng xuyên bằng cách sử dụng một máy thí nghiệm điều chỉnh để gia lực trên một thiết bị xuyên kim cương hình cầu, hoặc một viên bi xuyên dưới các điều kiện cụ thể, vào bề mặt của một loại vật liệu thí nghiệm bằng hai thao tác, và đo sự khác biệt về chiều dày của vết lõm dưới các điều kiện định trước của các lực ban đầu và lực thí nghiệm tổng.
- 3.1.4 *Thí nghiệm độ cứng Rockwell bề mặt* – giống như thí nghiệm độ cứng Rockwell ngoại trừ việc lực thí nghiệm lực ban đầu và lực tổng nhỏ hơn được sử dụng.
- 3.1.5 *Kiểm tra* – việc kiểm tra hoặc thí nghiệm để đảm bảo sự phù hợp với tiêu chuẩn.

4 Ý NGHĨA VÀ SỬ DỤNG

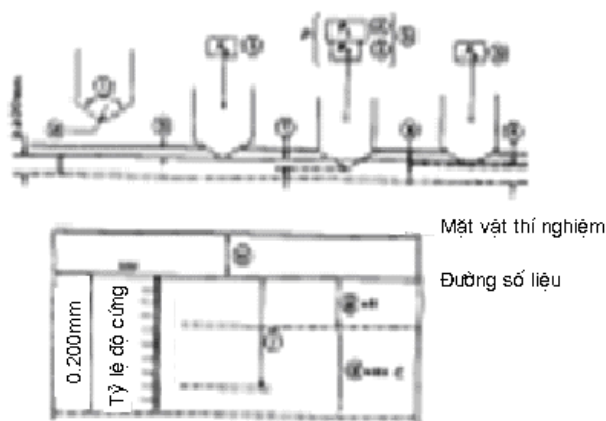
- 4.1 Thí nghiệm độ cứng Rockwell là thí nghiệm độ cứng xuyên kinh nghiệm. Thí nghiệm độ cứng Rockwell cung cấp các thông tin hữu ích về các vật liệu kim loại. Thông tin này có thể tương quan tới cường độ kéo, khả năng chịu, tính dẻo, hoặc một số tính chất vật lý khác của vật liệu kim loại, và có thể hữu ích trong việc kiểm soát chất lượng và lựa chọn vật liệu.
- 4.2 Thí nghiệm độ cứng Rockwell tại một vị trí nhất định trên một bộ phận nào đó có thể không đặc trưng cho các đặc tính vật lý của toàn bộ sản phẩm.

- 4.3 Các thí nghiệm độ cứng Rockwell được xem là đủ cho sự kiểm tra chấp thuận một chuyển hàng thương mại, và chúng được dùng rộng rãi trong ngành công nghiệp với mục đích như trên.
- 4.4 Phải thực hiện kiểm tra việc sử dụng thiết bị xuyên độ cứng Rockwell và máy độ cứng bằng cách sử dụng các khối thí nghiệm đo tham khảo có thể truy nguyên tới tiêu chuẩn Rockwell được duy trì bởi NIST nếu các khối thí nghiệm tham khảo chính có sẵn từ NIST cho tỉ lệ Rockwell cụ thể.

A. MIÊU TẢ CHUNG VÀ TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM ĐỘ CỨNG ROCKWELL VÀ ĐỘ CỨNG ROCKWELL BỀ MẶT

5 NGUYÊN TẮC THÍ NGHIỆM VÀ THIẾT BỊ

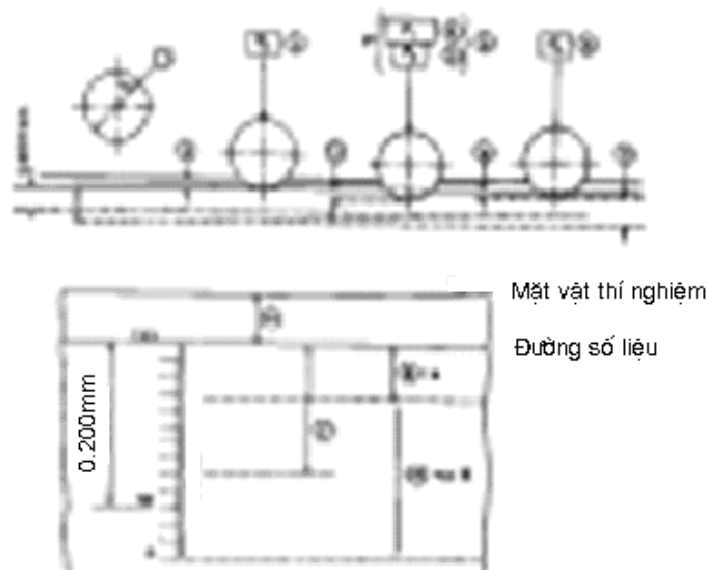
- 5.1 *Quy tắc chung* – Các quy tắc chung của thí nghiệm độ cứng Rockwell được minh họa trên Hình 1 (xuyên kim cương) và Hình 2 (viên bi xuyên) và Bảng 1 và Bảng 2 đi kèm. Trong trường hợp thí nghiệm độ cứng Rockwell bề mặt, các quy tắc chung được minh họa trên Hình 3 (xuyên kim cương) và Hình 4 (viên bi xuyên) và Bảng 3 và Bảng 4 đi kèm.
- 5.1.1 Xem Hướng dẫn sử dụng thiết bị của nhà sản xuất để có miêu tả về các đặc tính máy, giới hạn và tiến trình vận hành tương ứng. Áp dụng điển hình của các tỉ lệ độ cứng được chỉ trong Bảng 5 và 6. Các giá trị độ cứng Rockwell thường được xác định và báo cáo phù hợp với các tỉ lệ tiêu chuẩn này. Một thiết bị xuyên được gia lực vào bề mặt của một mẫu thí nghiệm theo hai bước dưới các điều kiện định trước (xem Phần 7) và sự chênh lệch về chiều dày của vết lõm được đo bằng e.



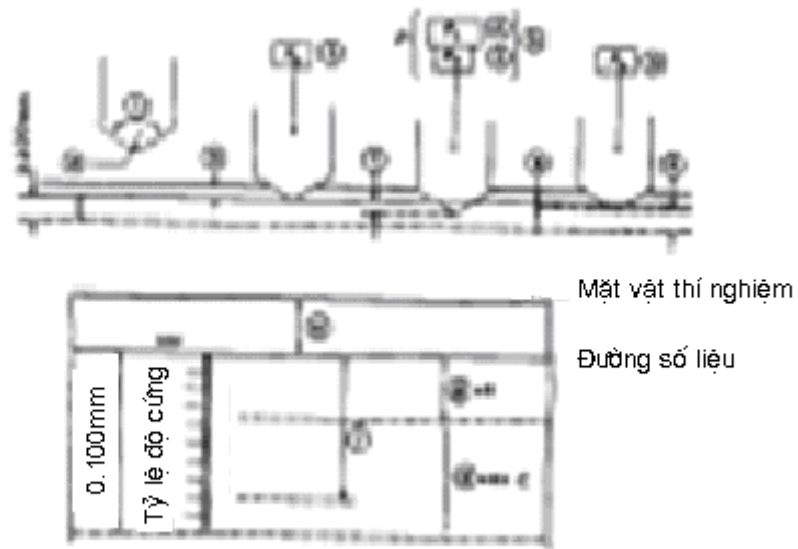
Hình 1 - Thí nghiệm độ cứng Rockwell với thiết bị xuyên kim cương (Ví dụ Rockwell C) (Bảng 1)

Bảng 1 Các ký hiệu và ý nghĩa đi kèm với Hình 1

Stt	Kí hiệu	Ý nghĩa
1	...	Góc ở phía trên xuyên kim cương (120°)
2	...	Bán kính của đường cong tại đầu của hình nón (0.200mm)
3	P_0	Lực thí nghiệm ban đầu 10kgf (98N)
4	P_1	Lực thêm vào = 140kgf (1373N)
5	P	Lực thí nghiệm tổng = $P_0 + P_1 = 10 + 140 = 150$ kgf (1471 N)
6	...	Chiều dày vết lõm dưới lực ban đầu trước khi áp dụng lực thêm vào
7	...	Chiều dày tăng thêm dưới tác dụng của lực thêm vào
8	e	Độ tăng chiều dày dài hạn dưới lực ban đầu sau khi dỡ bỏ lực thêm vào, độ tăng được biểu diễn với đơn vị 0.002mm
9	xxHRC	Độ cứng Rockwell C = $100 - e$

**Hình 2 - Thí nghiệm độ cứng Rockwell với viên bi xuyên (ví dụ Rockwell B) (Bảng 2)****Bảng 2 Các ký hiệu và ý nghĩa đi kèm với Hình 2**

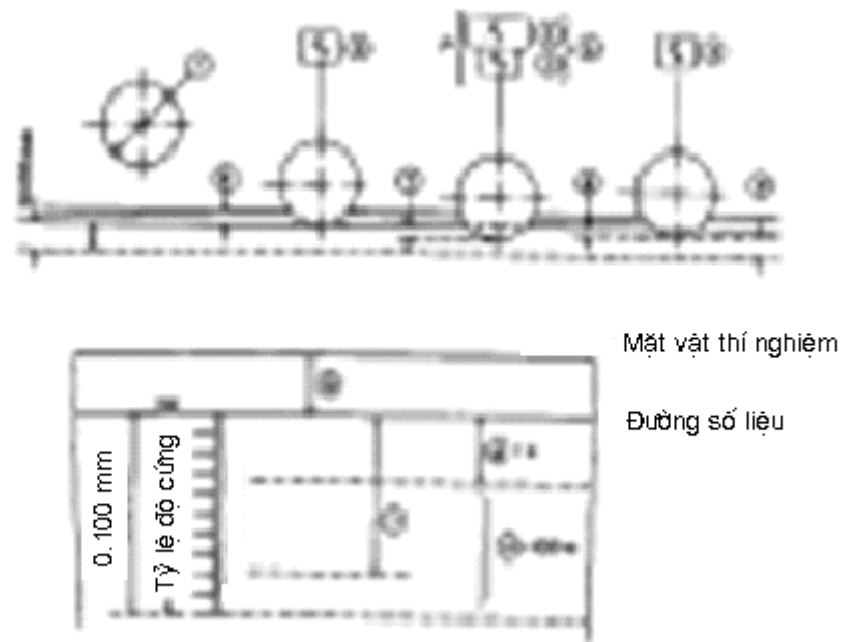
Stt	Kí hiệu	Ý nghĩa
1	D	Đường kính viên bi = $1/16$ in (1.588mm)
3	P_0	Lực thí nghiệm ban đầu 10kgf (98N)
4	P_1	Lực thêm vào = 90kgf (883N)
5	P	Lực thí nghiệm tổng = $P_0 + P_1 = 10 + 90 = 100$ kgf (981N)
6	...	Chiều dày vết lõm dưới lực ban đầu trước khi áp dụng lực thêm vào
7	...	Chiều dày tăng thêm dưới tác dụng của lực thêm vào
8	e	Độ tăng chiều dày dài hạn dưới lực ban đầu sau khi dỡ bỏ lực thêm vào, độ tăng được biểu diễn với đơn vị 0.002mm
9	xxHRB	Độ cứng Rockwell B = $180 - e$



Hình 3 - Thí nghiệm độ cứng Rockwell bề mặt với thiết bị xuyên kim cương (Ví dụ Rockwell 30N) (Bảng 3)

Bảng 3 Các ký hiệu và ý nghĩa đi kèm với Hình 3

Stt	Kí hiệu	Ý nghĩa
1	...	Góc ở phía trên xuyên kim cương (120°)
2	...	Bán kính của đường cong tại đầu của hình nón 0.200mm
3	P_0	Lực thí nghiệm ban đầu 3kgf (29N)
4	P_1	Lực thêm vào = 27kgf (256N)
5	P	Lực thí nghiệm tổng = $P_0 + P_1 = 3 + 27 = 30$ kgf (294 N)
6	...	Chiều dày vết lõm dưới lực ban đầu trước khi áp dụng lực thêm vào
7	...	Chiều dày tăng thêm dưới tác dụng của lực thêm vào
8	e	Độ tăng chiều dày dài hạn dưới lực ban đầu sau khi dỡ bỏ lực thêm vào, độ tăng được biểu diễn với đơn vị 0.001mm
9	xxHR30	Độ cứng Rockwell 30N = $100 - e$



Hình 4 - Thí nghiệm độ cứng Rockwell bề mặt với viên bi xuyên (Ví dụ Rockwell 30T) (Bảng 4)

Bảng 4 Các ký hiệu và ý nghĩa đi kèm với Hình 4

Stt	Kí hiệu	Ý nghĩa
1	D	Đường kính viên bi = 1/16 in (1.588mm)
3	P_0	Lực thí nghiệm ban đầu 3kgf (29N)
4	P_1	Lực thêm vào = 27kgf (256N)
5	P	Lực thí nghiệm tổng = $P_0 + P_1 = 3 + 27 = 30$ kgf (294N)
6	...	Chiều dày vết lõm dưới lực ban đầu trước khi áp dụng lực thêm vào
7	...	Chiều dày tăng thêm dưới tác dụng của lực thêm vào
8	e	Độ tăng chiều dày dài hạn dưới lực ban đầu sau khi dỡ bỏ lực thêm vào, độ tăng được biểu diễn với đơn vị 0.001mm
9	xxHR30T	Độ cứng Rockwell 30T = 100 – e

5.1.2 Đơn vị đo e là 0.002mm và 0.001mm lần lượt cho độ cứng Rockwell và độ cứng Rockwell bề mặt. Từ giá trị e, một con số được gọi là độ cứng Rockwell được đưa ra. Không có giá trị độ cứng Rockwell biểu diễn dưới dạng một con số bởi vì nhất thiết phải chỉ ra thiết bị xuyên và lực nào được dùng để thí nghiệm (xem Bảng 5 và Bảng 6).

5.2 *Miêu tả về thiết bị và phương pháp thí nghiệm* – Thiết bị thí nghiệm xác định độ cứng Rockwell là một máy mà đo được độ cứng bằng cách xác định sự khác biệt về chiều sâu xuyên của một thiết bị xuyên dưới hai lực định trước, gọi là lực ban đầu và tổng lực thí nghiệm.

- 5.2.1 Có hai loại thí nghiệm độ cứng Rockwell: thí nghiệm độ cứng Rockwell và thí nghiệm độ cứng Rockwell bề mặt.
- 5.2.2 Trong thí nghiệm độ cứng Rockwell lực ban đầu là 10kgf (98N). Lực thí nghiệm tổng là 60kgf (589N), 100kgf (981N) và 150kgf (1471N). Trong thí nghiệm độ cứng Rockwell bề mặt lực ban đầu là 3kgf (29N) và lực thí nghiệm tổng là 15kgf (147N), 30kgf (294N) và 45kgf (441N). Vết lõm cho mỗi thí nghiệm có thể là hình cầu hoặc dạng hình cầu. Các tỉ lệ thay đổi bằng sự kết hợp của tổng lực thí nghiệm và kiểu của thiết bị xuyên.
- 5.2.3 Sự khác biệt về chiều sâu thường được đo bằng các dụng cụ điện tử hoặc bằng các chỉ thị indicator. Giá trị độ cứng, được đọc từ thiết bị, là một số ngẫu nhiên liên quan đến sự khác biệt về độ sâu gây ra bởi hai lực; và bởi vì tỉ lệ đo được nghịch đảo, nên chỉ số càng lớn thì kim loại càng cứng.
- 5.2.4 Để phù hợp với tiến trình vận hành kiến nghị bởi nhà sản xuất máy thí nghiệm, thí nghiệm được bắt đầu bằng việc tác dụng lực ban đầu gây ra sự xuyên ban đầu trên mẫu thí nghiệm. Vì việc đo sự khác biệt về độ sâu bắt đầu sau khi tác dụng lực ban đầu, kim đo chỉ không nếu như thiết bị đo theo kiểu indicator. Trên các thiết bị số, điểm không được đo tự động. Thiết bị phải được thiết kế để loại trừ các tác động va chạm khi tác dụng lực ban đầu.
- 5.2.5 Lực thêm vào được tác dụng trong thời gian dừng yêu cầu và sau đó lại được gỡ bỏ. Việc quay trở lại giá trị lực ban đầu giữ thiết bị xuyên ở điểm xuyên sâu nhưng cho phép trùng phục tuyến tính xảy ra và sự kéo dài của hệ thống bị loại bỏ. Kết quả thí nghiệm được hiển thị bởi máy thí nghiệm.
- 5.3 *Thiết bị xuyên:*
- 5.3.1 Thiết bị xuyên Rockwell chuẩn hoặc là bằng xuyên kim cương hình cầu hoặc là viên bi xuyên vonfam cacbua đường kính 1.588mm (1/16in.), 3.175mm (1/8in.), 6.350mm (1/4in.), hoặc 12.70mm (1/2in.). Viên bi thép có thể được sử dụng nếu được chỉ định trong tiêu chuẩn sản phẩm hoặc bởi một thỏa thuận đặc biệt. Xuyên kim cương phải phù hợp với các yêu cầu miêu tả trong 13.1.2.1. Viên bi xuyên phải phù hợp với các yêu cầu miêu tả trong 13.1.2.2.
- 5.3.2 Bụi, bẩn, dầu mỡ, và gỉ không được cho phép tích lũy trên thiết bị xuyên bởi vì nó sẽ ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm.
- 5.4 *Đe* – Phải sử dụng đe phù hợp với mẫu thí nghiệm. Bề và các mặt kê của các đe phải sạch và trơn và không được có hổ, vết xước sâu và vật liệu ngoại lai. Nếu quy định 6.3 về chiều dày của vật thí nghiệm được thỏa mãn, sẽ không có nguy hiểm cho đe, nhưng, nếu nó quá mỏng mà xuyên qua mặt dưới, đe sẽ bị phá hỏng. Hỏng hóc có thể xảy ra từ sự tiếp xúc ngẫu nhiên của đe gây ra do thiết bị xuyên. Nếu đe bị hỏng hóc bởi bất cứ nguyên nhân gì, nó phải được thay thế. Các đe thể hiện các vết lõm có thể nhìn thấy được sẽ đưa ra kết quả thí nghiệm không chính xác.
- 5.4.1 Các vật thí nghiệm hình trụ phải được thí nghiệm với đe rãnh V đỡ mẫu, với trục của rãnh V trực tiếp dưới thiết bị xuyên hoặc trên hai hình trụ cứng và song song giống nhau được đặt và kẹp hợp lý trên bề của chúng.

- 5.4.2 Các vật phẳng phải được thí nghiệm trên một đe phẳng mà có bề mặt đỡ nhẵn, phẳng mà mặt phẳng của nó vuông góc với trục của thiết bị xuyên.
- 5.4.3 Với các vật liệu mỏng hoặc mẫu mà không bằng phẳng hoàn hảo, một đe có vấu cao, phẳng đường kính khoảng $\frac{1}{4}$ in. (6mm) được sử dụng. Vấu này phải được làm trơn và phẳng và phải có độ cứng Rockwell tối thiểu 60HRC. Vật liệu rất mềm không được thí nghiệm trên đe vấu này bởi vì lực tác dụng có thể gây sự xuyên qua đe xuống mặt dưới của mẫu bất chấp chiều dày của nó.
- 5.4.4 Khi thí nghiệm các vật liệu tấm mỏng với viên bi xuyên, kiến nghị sử dụng đe vấu kim cương.
- Chú thích 3** – Một đe vấu kim cương chỉ nên được sử dụng với máy thí nghiệm độ cứng bề mặt và viên bi xuyên. Kiến nghị này nên được tuân theo, trừ trường hợp được chỉ dẫn bởi các tiêu chuẩn vật liệu.
- 5.5 *Các khối thí nghiệm* – Các khối thí nghiệm thỏa mãn các yêu cầu của Phần C phải được sử dụng để kiểm tra định kỳ các máy thí nghiệm.

6 VẬT LIỆU THÍ NGHIỆM

- 6.1 Thí nghiệm phải được thực hiện trên một mặt trơn, nhẵn mà không bị tác động bởi ôxít hóa, các nguyên nhân ngoài và đặc biệt là dầu mỡ. Ngoại trừ cho các kim loại phản ứng, như là titan, mà có thể bám vào thiết bị xuyên. Trong những trường hợp này, một chất bôi trơn thích hợp như dầu lửa có thể được sử dụng. Việc sử dụng chất bôi trơn phải được báo cáo trong báo cáo thí nghiệm.
- 6.2 Phải thực hiện công tác chuẩn bị để bất cứ sự thay đổi độ cứng bề mặt nào (ví dụ do quá trình nung nóng hoặc làm nguội) được hạn chế tối thiểu.
- 6.3 Chiều dày của các vật thí nghiệm hoặc các lớp dưới thí nghiệm phải như được chỉ ra trong Bảng 7-9 và Bảng 10 và như trong Hình 5 và 6. Những bảng này được xác định từ các nghiên cứu trên các dải thép cacbon và cho các kết quả đáng tin cậy. Với tất cả các vật liệu khác, kiến nghị rằng chiều dày phải lớn hơn 10 lần chiều sâu của vết lõm với xuyên kim cương và 15 lần với viên bi xuyên. Quy tắc là, không có biến dạng nào nhìn thấy được trên mặt sau của vật thí nghiệm sau khi thí nghiệm mặc dầu những dấu hiệu này không thể hiện rằng đây là một thí nghiệm tồi.
- 6.4 Khi thí nghiệm trên các mặt cong của hình trụ, phải áp dụng các hiệu chỉnh cho trong Bảng 11-14. Hiệu chỉnh cho các thí nghiệm trên mặt cầu hoặc mặt lõm phải là một chủ đề của một thỏa thuận đặc biệt. Khi thí nghiệm các mẫu hình trụ, độ chính xác của thí nghiệm sẽ bị ảnh hưởng lớn bởi hướng của vít, đe hình V, thiết bị xuyên, sự hoàn thiện bề mặt, và sự thẳng của hình trụ. Với các đường kính giữa những giá trị cho trong các bảng, hệ số hiệu chỉnh có thể được nội suy tuyến tính. Các thí nghiệm thực hiện trên các đường kính nhỏ hơn so với trị số trong Bảng 11-14 không được chấp nhận.
- 6.5 *Chú thích cho những vật liệu có tính dẻo lớn phụ thuộc thời gian (vết lõm từ biến):* Trong trường hợp vật liệu thể hiện xu hướng dẻo sau khi tác dụng lực thí nghiệm tổng, thiết bị xuyên sẽ tiếp tục di chuyển. Lực thí nghiệm tổng nên được dỡ bỏ sau thời gian

dừng định trước, và thời gian ghi lại được sau kết quả thí nghiệm (như là, 65 HRFW 4s) nếu nhiều hơn 3s. Khi vật liệu thí nghiệm yêu cầu sử dụng thời gian dừng lớn hơn 3s, điều này phải được chỉ định trong tiêu chuẩn sản phẩm.

Bảng 5. Các tỉ lệ độ cứng Rockwell

Ký hiệu tỉ lệ	Thiết bị xuyên	Lực thí nghiệm tổng, kgf	Hình ảnh kim	Ứng dụng điển hình của các tỉ lệ
B	viên bi 1/16in (1.588mm)	100	đỏ	Hợp kim đồng, thép mềm, thép dễ uốn
C	kim cương	150	đen	Thép, thép đúc cứng, thép dễ uốn viên bi, titan, thép deep case cứng, và vật liệu có độ cứng lớn hơn B100
A	kim cương	60	đen	Các-bua cứng, thép mỏng, và thép shallow case cứng
D	kim cương	100	đen	Thép mỏng và thép case trung bình cứng, thép dễ uốn viên bi
E	viên bi 1/8 in (3.175mm)	100	đỏ	Kim loại đúc, hợp kim nhôm và magiê, kim loại chịu lực
F	viên bi 1/16 in	60	đỏ	Hợp kim đồng luyện, vật liệu tấm mỏng
G	viên bi 1/16 in (1.588mm)	150	đỏ	Kim loại dễ uốn, hợp kim đồng-niken-kẽm và hợp kim đồng-niken. Giới hạn trên G92 để tránh viên bi bị làm phẳng
H	viên bi 1/8 in	60	đỏ	Nhôm, kẽm chì
K	viên bi 1/8 in	150	đỏ	Kim loại chịu lực và các loại vật liệu mềm hoặc mỏng. Sử dụng viên bi nhỏ nhất và lực nặng nhất mà không làm ảnh hưởng đến
L	viên bi ¼ in (6.350mm)	60	đỏ	
M	viên bi ¼ in (6.350mm)	100	đỏ	
P	viên bi ¼ in (6.350mm)	150	đỏ	
R	viên bi ½ in (12.70mm)	60	đỏ	
S	viên bi ½ in (12.70mm)	100	đỏ	
V	viên bi ½ in (12.70mm)	150	đỏ	

Bảng 6. Các tỉ lệ độ cứng Rockwell bề mặt

Lực thí nghiệm tổng kgf (N)	Ký hiệu tỉ lệ				
	Tỉ lệ N, xuyên kim cương	Tỉ lệ T, viên bi 1/16 in (1.588mm)	Tỉ lệ W, viên bi 1/8 in (3.175mm)	Tỉ lệ X, viên bi 1/4 in (6.350mm)	Tỉ lệ Y, viên bi 1/2 in (12.70mm)
15(147)	15N	15T	15W	15X	15Y
30(294)	30N	30T	30W	30X	30Y
45(441)	45N	45T	45W	45X	45Y

Bảng 7 Hướng dẫn chọn chiều dày tối thiểu cho các tỉ lệ sử dụng xuyên kim cương (xem Hình 5)

Chú thích 1 – Với bất cứ các chiều dày đã cho, độ cứng Rockwell là giá trị nhỏ nhất chấp nhận được cho thí nghiệm. Với một độ cứng cho trước, vật liệu có chiều dày bất kỳ lớn hơn chiều dày mà tương ứng với độ cứng đó có thể được thí nghiệm với tỉ lệ chỉ định.

Chiều dày tối thiểu		Tỉ lệ Rockwell		
		A		C
in	mm	Độ cứng đọc	Độ cứng xấp xỉ tỉ lệ C ^A	Kim đồng hồ đọc
0.014	0.36	...	...	...
0.016	0.41	86	69	...
0.018	0.46	84	65	...
0.020	0.51	82	61.5	...
0.022	0.56	79	56	69
0.024	0.61	76	50	67
0.026	0.66	71	41	65
0.028	0.71	67	32	62
0.030	0.76	60	19	57
0.032	0.81	...	...	52
0.034	0.86	...	...	45
0.036	0.91	...	...	37
0.038	0.96	...	...	28
0.040	1.02	...	...	20

^A Những con số độ cứng xấp xỉ này dùng để lựa chọn một tỉ lệ thích hợp và không nên sử dụng như là chuyển đổi độ cứng. Nếu cần thiết phải chuyển đổi đầu ra thí nghiệm sang các tỉ lệ khác, tham khảo Bảng chuyển đổi độ cứng E140 (Quan hệ giữa độ cứng Brinell, Vicker, Rockwell, Rockwell bề mặt và Knoop).

Bảng 8 Hướng dẫn chọn chiều dày tối thiểu cho các tỉ lệ sử dụng viên bi xuyên đường kính 1/16 in. (1.588mm) (xem Hình 6)

Chú thích 1 – Với bất cứ các chiều dày đã cho, độ cứng Rockwell là giá trị nhỏ nhất chấp nhận được cho thí nghiệm. Với một độ cứng cho trước, vật liệu có chiều dày bất kỳ lớn hơn chiều dày mà tương ứng với độ cứng đó có thể được thí nghiệm với tỉ lệ chỉ định.

Chiều dày tối thiểu		Tỉ lệ Rockwell		
		F		B
in	mm	Độ cứng đọc	Độ cứng xấp xỉ tỉ lệ B ^A	Độ cứng đọc
0.022	0.56	...	...	...
0.024	0.61	98	72	94
0.026	0.66	91	60	87
0.028	0.71	85	49	80
0.030	0.76	77	35	71
0.032	0.81	69	21	62
0.034	0.86	...	...	52
0.036	0.91	...	...	40
0.038	0.96	...	...	28
0.040	1.02	...	...	...

^A Những con số độ cứng xấp xỉ này dùng để lựa chọn một tỉ lệ thích hợp và không nên sử dụng như là chuyển đổi độ cứng. Nếu cần thiết phải chuyển đổi đầu ra thí nghiệm sang các tỉ lệ khác, tham khảo

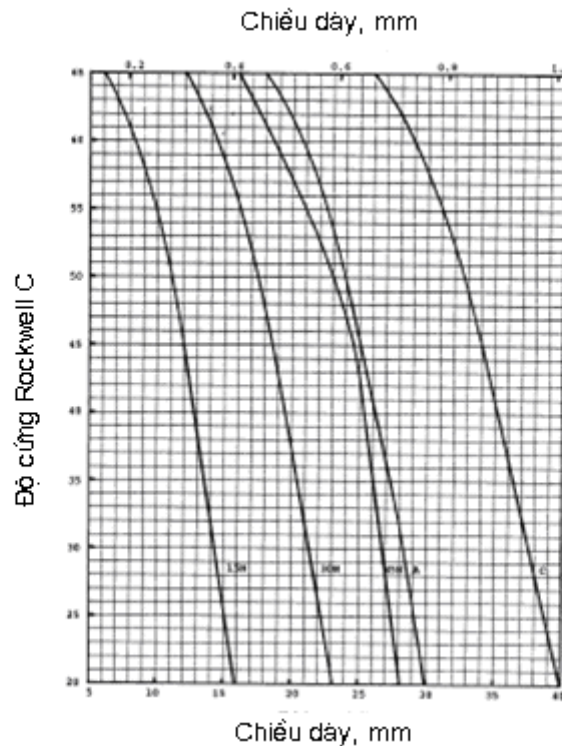
Bảng chuyển đổi độ cứng E140 (Quan hệ giữa độ cứng Brinell, Vicker, Rockwell, Rockwell bề mặt và Knoop).

Bảng 9 Hướng dẫn chọn chiều dày tối thiểu cho các tỉ lệ sử dụng xuyên kim cương (xem Hình 5)

Chú thích 1 – Với bất cứ các chiều dày đã cho, độ cứng Rockwell là giá trị nhỏ nhất chấp nhận được cho thí nghiệm. Với một độ cứng cho trước, vật liệu có chiều dày bất kỳ lớn hơn chiều dày mà tương ứng với độ cứng đó có thể được thí nghiệm với tỉ lệ chỉ định.

Chiều dày tối thiểu		Tỉ lệ Rockwell bề mặt					
		5N		30N		45N	
in	mm	Độ cứng đọc	Độ cứng xấp xỉ tỉ lệ C ^A	Độ cứng đọc	Độ cứng xấp xỉ tỉ lệ C ^A	Độ cứng đọc	Độ cứng xấp xỉ tỉ lệ C ^A
0.006	0.15	92	65	...	...	...	...
0.008	0.20	90	60	...	...	...	...
0.010	0.25	88	55	...	...	...	...
0.012	0.30	83	45	82	65	77	69.5
0.014	0.36	76	32	78.5	61	74	67
0.016	0.41	68	18	74	56	72	65
0.018	0.46	...	...	66	47	68	61
0.020	0.51	...	...	57	37	63	57
0.022	0.56	...	...	47	26	58	52.5
0.024	0.61	...	...	...	...	51	47
0.026	0.66	...	...	...	...	37	35
0.028	0.71	...	...	...	...	20	20.5
0.030	0.76	...	...	...	...	...	...

^A Những con số độ cứng xấp xỉ này dùng để lựa chọn một tỉ lệ thích hợp và không nên sử dụng như là chuyển đổi độ cứng. Nếu cần thiết phải chuyển đổi đầu ra thí nghiệm sang các tỉ lệ khác, tham khảo Bảng chuyển đổi độ cứng E140 (Quan hệ giữa độ cứng Brinell, Vicker, Rockwell, Rockwell bề mặt và Knoop).



Chú thích 1 – Định vị một điểm tương ứng với tổ hợp chiều dày-độ cứng được thí nghiệm. Chỉ các tỉ lệ giảm về phía trái của điểm này có thể được sử dụng để thí nghiệm tổ hợp này.

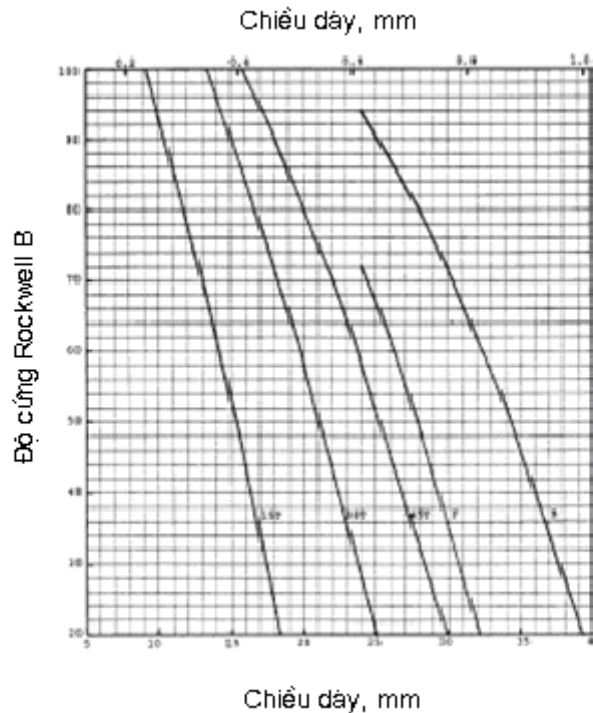
Hình 5 Giới hạn chiều dày cho thí nghiệm độ cứng Rockwell sử dụng xuyên kim cương

Bảng 10 Hướng dẫn chọn chiều dày tối thiểu cho các tỉ lệ sử dụng viên bi xuyên đường kính 1/16 in. (1.588mm) (xem Hình 6)

Chú thích 1 – Với bất cứ các chiều dày đã cho, độ cứng Rockwell là giá trị nhỏ nhất chấp nhận được cho thí nghiệm. Với một độ cứng cho trước, vật liệu có chiều dày bất kỳ lớn hơn chiều dày mà tương ứng với độ cứng đó có thể được thí nghiệm với tỉ lệ chỉ định.

Chiều dày tối thiểu		Tỉ lệ Rockwell bề mặt					
		5N		30N		45N	
in	mm	Độ cứng đọc	Độ cứng xấp xỉ tỉ lệ B ^A	Độ cứng đọc	Độ cứng xấp xỉ tỉ lệ B ^A	Độ cứng đọc	Độ cứng xấp xỉ tỉ lệ B ^A
0.010	0.25	91	93	...	...	...	...
0.012	0.30	86	78	...	...	...	...
0.014	0.36	81	62	80	96	...	...
0.016	0.41	75	44	72	84	71	99
0.018	0.46	68	24	64	71	62	90
0.020	0.51	...	...	55	58	53	80
0.022	0.56	...	...	45	43	43	70
0.024	0.61	...	...	34	28	31	58
0.026	0.66	...	...	...	...	18	45
0.028	0.71	...	...	...	...	4	32
0.030	0.76	...	...	...	...	...	...

^A Những con số độ cứng xấp xỉ này dùng để lựa chọn một tỉ lệ thích hợp và không nên sử dụng như là chuyển đổi độ cứng. Nếu cần thiết phải chuyển đổi đầu ra thí nghiệm sang các tỉ lệ khác, tham khảo Bảng chuyển đổi độ cứng E140 (Quan hệ giữa độ cứng Brinell, Vicker, Rockwell, Rockwell bề mặt và Knoop).



Chú thích 1 – Định vị một điểm tương ứng với tổ hợp chiều dày-độ cứng được thí nghiệm. Chỉ các tỉ lệ giảm về phía trái của điểm này có thể được sử dụng để thí nghiệm tổ hợp này.

Hình 6 Giới hạn chiều dày cho thí nghiệm độ cứng Rockwell sử dụng viên bi xuyên đường kính 1/16 in. (1.588mm)

7 TRÌNH TỰ

- 7.1 Các kiểm tra định kỳ được thực hiện như là một phần của quy trình thí nghiệm. Xem Mục 14 cho các kiến nghị.
- 7.2 Thí nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ bình thường với giới hạn từ 50 đến 95°F (10 đến 35°C). Tuy nhiên, bởi vì sự thay đổi nhiệt độ có thể ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm, người sử dụng thí nghiệm Rockwell có thể chọn để kiểm soát nhiệt độ trong phạm vi chặt hơn.
- 7.3 Vật thí nghiệm phải được đỡ cứng để không xuất hiện chuyển vị nào trong suốt quá trình thí nghiệm.
- 7.4 Đưa thiết bị xuyên tiếp xúc với bề mặt thí nghiệm và tác dụng lực ban đầu P_0 (lực nhỏ) 10kgf (98N) cho thí nghiệm Rockwell hoặc 3kgf (29N) cho thí nghiệm độ cứng Rockwell bề mặt theo hướng vuông góc với bề mặt mà không gây va chạm đột ngột hoặc dao động. (Xem Bảng 15 cho dung sai của lực tác dụng). Thời gian dừng của lực ban đầu không vượt quá 3s.
- 7.5 Thiết lập vị trí tham khảo (xem Hướng dẫn sử dụng) và tăng lực sao cho không gây va chạm hoặc dao động trong khoảng thời gian từ 1 đến 8s bằng lực tăng thêm P_1 (lực thêm vào) cần thiết để đạt lực thí nghiệm tổng yêu cầu cho tỉ lệ độ cứng cho trước (xem Bảng 5 và 6).

- 7.6 Trong khi đang duy trì lực ban đầu P_0 , dỡ bỏ lực thêm vào P_1 phù hợp với các quy định sau:
- 7.6.1 Với những vật liệu mà dưới điều kiện thí nghiệm không xuất hiện trạng thái chảy dẻo theo thời gian, dỡ bỏ P_1 trong 3s sau khi lực thí nghiệm tổng được tác dụng.
- 7.6.2 Với những vật liệu mà dưới điều kiện thí nghiệm xuất hiện trạng thái chảy dẻo theo thời gian, dỡ bỏ P_1 trong 5 - 6s khi sử dụng xuyên kim cương và 6-8s khi sử dụng viên bi xuyên sau khi lực thí nghiệm tổng được tác dụng.
- 7.6.3 Trong một số trường hợp đặc biệt khi mà vật liệu, dưới điều kiện thí nghiệm, thể hiện rõ trạng thái chảy dẻo theo thời gian, dỡ bỏ P_1 trong 20 - 25s sau khi lực thí nghiệm tổng được tác dụng.
- 7.6.4 Khi các vật liệu yêu cầu việc sử dụng thời gian dừng lớn hơn 3s, điều này phải được chỉ định trong yêu cầu sản phẩm, và thời gian dừng phải được báo cáo.
- 7.7 Trong suốt thí nghiệm, các thiết bị phải được bảo vệ khỏi các va chạm và dao động.
- 7.8 Chỉ số độ cứng Rockwell được rút ra từ phần gia tăng chiều sâu của vết lõm e và thường được đọc trực tiếp. Sự rút ra của chỉ số độ cứng Rockwell được minh họa trong Hình 1-4.
- 7.9 Sau mỗi sự thay đổi, hoặc loại bỏ hoặc thay thế, của thiết bị xuyên hoặc đe, phải đảm bảo chắc rằng thiết bị xuyên (hoặc đe mới) phải được đặt đúng vị trí.
- 7.9.1 Hai số đọc đầu tiên sau khi thiết bị xuyên hoặc đe đặt đúng phải bị loại bỏ, và thao tác vận hành máy phải được kiểm tra với các khối thí nghiệm độ cứng chuẩn thích hợp.
- Chú thích 4** – Phải nhận thức rằng các khối thí nghiệm chuẩn là không có sẵn với mọi kích thước hình học, hoặc với các vật liệu, hoặc cả hai.
- 7.10 Khoảng cách từ tâm của hai vết lõm gần nhau phải ít nhất bằng ba lần đường kính của vết lõm.
- 7.10.1 Khoảng cách từ tâm của bất kỳ vết lõm nào tới biên của vật thí nghiệm phải ít nhất bằng 2.5 lần đường kính của vết lõm.
- 7.11 Trừ các trường hợp được chỉ định, tất cả các số liệu đọc phải được báo cáo đến số tròn gần nhất, làm tròn phù hợp với Quy trình E29.

8 CHUYỂN ĐỔI SANG CÁC TỶ LỆ ĐỘ CỨNG KHÁC HOẶC CƯỜNG ĐỘ KHÁNG KÉO

- 8.1 Không có một phương pháp thông thường chính xác nào chuyển đổi chỉ số độ cứng Rockwell ở một tỉ lệ sang các tỉ lệ Rockwell hoặc các giá trị độ cứng khác hoặc giá trị cường độ kéo. Những chuyển đổi này chỉ là xấp xỉ và, bởi vậy, nên tránh trừ các trường hợp đặc biệt nếu cơ sở tin cậy cho việc chuyển đổi xấp xỉ thu được bằng các thí nghiệm so sánh.

Chú thích 5 – Bảng chuyển đổi độ cứng E140 cho kim loại cung cấp các giá trị chuyển đổi độ cứng xấp xỉ cho một số kim loại nhất định như thép, thép auxtenit không gỉ, niken và nhôm nhiều niken, đồng, hợp kim đồng, và hợp kim kim loại đúc trắng.

Chú thích 6 – Tiêu chuẩn ASTM cung cấp mối quan hệ độ cứng – cường độ được thể hiện trong Phụ lục X1.

9 BẢO CÁO

9.1 Báo cáo thí nghiệm phải bao gồm các thông tin sau:

9.1.1 Chỉ số độ cứng Rockwell (xem 3.1.2).

9.1.1.1 Mọi báo cáo về số liệu đọc độ cứng Rockwell phải chỉ ra tỉ lệ sử dụng và cả nhiệt độ xung quanh nếu nó nằm ngoài khoảng 50-95⁰F (10 đến 35⁰C). Trừ các trường hợp được chỉ định, mọi số liệu đọc đều phải được báo cáo đến số nguyên gần nhất, làm tròn theo Tiêu chuẩn E29.

9.1.2 Thời gian tác dụng của lực thí nghiệm tổng nếu lớn hơn 3s.

9.1.3 Bất cứ chất bôi trơn nào nếu được sử dụng trên bề mặt thí nghiệm (xem 6.1).

Bảng 11 Hiệu chỉnh để thêm vào các giá trị Rockwell C, A, D thu được từ các mặt trụ lồi^A với các đường kính khác nhau

Kim đọc	Đường kính của các mặt trụ lồi								
	¼ in. (6.4mm)	3/8 in. (10mm)	½ in. (13mm)	5/8 in. (16mm)	¾ in. (19mm)	7/8 in. (22mm)	1 in. (25mm)	1¼ in. (32mm)	1 ½ in. (38mm)
	Hiệu chỉnh thêm vào các giá trị Rockwell C, A, D ^B								
20	6.0	4.5	3.5	2.5	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0
25	5.5	4.0	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0
30	5.0	3.5	2.5	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5
35	4.0	3.0	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5
40	3.5	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

^A Khi thí nghiệm các mẫu hình trụ, độ chính xác của thí nghiệm sẽ bị ảnh hưởng lớn bởi hướng của vít, đe hình V, thiết bị xuyên, sự hoàn thiện bề mặt, và sự thẳng của hình trụ.

^B Những hiệu chỉnh này thường chỉ xấp xỉ và đại diện cho giá trị trung bình đến gần nhất 0.5 chỉ số Rockwell, của các quan sát thực có thể đếm được.

Bảng 12. Hiệu chỉnh để thêm vào các giá trị Rockwell B, F, G thu được từ các mặt trụ lồi^A với các đường kính khác nhau

Độ cứng đọc	Đường kính của các mặt trụ lồi						
	¼ in. (6.4mm)	3/8 in. (10mm)	½ in. (13mm)	5/8 in. (16mm)	¾ in. (19mm)	7/8 in. (22mm)	1 in. (25mm)
	Hiệu chỉnh thêm vào các giá trị Rockwell B, F, G ^B						
0	12.5	8.5	6.5	5.5	4.5	3.5	3.0
10	12.0	8.0	6.0	5.0	4.0	3.5	3.0
20	11.0	7.5	5.5	4.5	4.0	3.5	3.0
30	10.0	6.5	5.0	4.5	3.5	3.0	2.5
40	9.0	6.0	4.5	4.0	3.0	2.5	2.5
50	8.0	5.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0
60	7.0	5.0	3.5	3.0	2.5	2.0	2.0
70	6.0	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

^A Khi thí nghiệm các mẫu hình trụ, độ chính xác của thí nghiệm sẽ bị ảnh hưởng lớn bởi hướng của vít, đe hình V, thiết bị xuyên, sự hoàn thiện bề mặt, và sự thẳng của hình trụ.

^B Những hiệu chỉnh này thường chỉ xấp xỉ và đại diện cho giá trị trung bình đến gần nhất 0.5 chỉ số Rockwell, của các quan sát thực có thể đếm được.

Bảng 13 Hiệu chỉnh để thêm vào các giá trị Rockwell bề mặt 15N, 30N và 45N thu được từ các mặt trụ lồi^A với các đường kính khác nhau

Độ cứng đọc	Đường kính của các mặt hình trụ lồi					
	1/8 in. (3.2mm)	¼ in. (6.4mm)	3/8 in. (10mm)	½ in. (13mm)	¾ in. (19mm)	1 in. (25mm)
	Hiệu chỉnh thêm vào các giá trị Rockwell 15N, 30N, 45N ^B					
20	6.0	3.0	2.0	1.5	1.5	1.5
25	5.5	3.0	2.0	1.5	1.5	1.0
30	5.5	3.0	2.0	1.5	1.0	1.0
35	5.0	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0
40	4.5	2.5	1.5	1.5	1.0	1.0
45	4.0	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0
50	3.5	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5
55	3.5	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 Khi thí nghiệm các mẫu hình trụ, độ chính xác của thí nghiệm sẽ bị ảnh hưởng lớn bởi hướng của vít, đe hình V, thiết bị xuyên, sự hoàn thiện bề mặt, và sự thẳng của hình trụ.

^B Những hiệu chỉnh này thường chỉ xấp xỉ và đại diện cho giá trị trung bình đến gần nhất 0.5 chỉ số Rockwell, của các quan sát thực có thể đếm được.

Bảng 14 Hiệu chỉnh để thêm vào các giá trị Rockwell bề mặt 15T, 30T và 45T thu được từ các mặt trụ lồi^A với các đường kính khác nhau

HR	Đường kính của các mặt hình trụ lồi						
	1/8 in. (3.2mm)	1/4 in. (6.4mm)	3/8 in. (10mm)	1/2 in. (13mm)	5/8 in. (16mm)	1 in. (25mm)	1 in. (25mm)
	Hiệu chỉnh thêm vào các giá trị Rockwell 15T, 30T, 45T ^B						
20	13.0	9.0	6.0	4.5	4.5	3.0	2.0
30	11.5	7.5	5.0	3.5	3.5	2.5	2.0
40	10.0	6.5	4.5	3.5	3.0	2.5	2.0
50	8.5	5.5	4.0	3.0	2.5	2.0	1.5
60	6.5	4.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.5
70	5.0	3.5	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 Khi thí nghiệm các mẫu hình trụ, độ chính xác của thí nghiệm sẽ bị ảnh hưởng lớn bởi hướng của vít, đe hình V, thiết bị xuyên, sự hoàn thiện bề mặt, và sự thẳng của hình trụ.

^B Những hiệu chỉnh này thường chỉ xấp xỉ và đại diện cho giá trị trung bình đến gần nhất 0.5 chỉ số Rockwell, của các quan sát thực có thể đếm được.

10 ĐỘ CHÍNH XÁC VÀ SAI SỐ ⁵

10.1 *Độ chính xác* – Một nghiên cứu về độ chính xác và sai số được thực hiện năm 2000 phù hợp với quy trình 691. Tổng cộng 18 khối thí nghiệm độ cứng chuẩn thỏa mãn các yêu cầu này đã được sử dụng cho nghiên cứu. Các thí nghiệm được sử dụng bao gồm 6 tỉ lệ Rockwell: HRA, HRC, HR30N, HRBS, HRES, HR30TS. Các khối thí nghiệm với ba cấp độ cứng khác nhau trong mỗi tỉ lệ đã cung cấp tổng cộng 18 khối (xem Bảng 16).

Chú thích 7 – Thí nghiệm trên các tỉ lệ HRB, HRE, HR30T được thực hiện sử dụng viên bi thép xuyên. Một số các thí nghiệm đó bây giờ đang được lặp lại sử dụng viên bi xuyên vonfam cacbua và sẽ được thêm vào Bảng 16 vào tháng 11/2008.

10.2 Kiểu phòng thí nghiệm chọn lựa để tham gia trong nghiên cứu này là một tập hợp của một phòng thí nghiệm thương mại, năm phòng thí nghiệm trong nhà và ba phòng thí nghiệm đo tham khảo của nhà sản xuất các khối thí nghiệm. Chúng được chỉ dẫn để thí nghiệm mỗi khối ba lần ở các vị trí chỉ định xung quanh bề mặt các khối phù hợp với tiêu chuẩn này.

10.3 Các kết quả cho trong Bảng 16 có thể hữu ích trong việc diễn giải sự khác biệt đo như sau.

10.3.1 Giá trị r chỉ ra lượng biến đổi thông thường mà có thể dự kiến được giữa các kết quả thu được cho cùng loại vật liệu trong cùng một thao tác sử dụng cùng một máy thí nghiệm độ cứng trong cùng một ngày. Khi so sánh hai kết quả thí nghiệm từ những điều kiện này, sự sai khác số đo nhỏ hơn giá trị r của tỉ lệ Rockwell đó chỉ ra rằng các kết quả có thể là bằng nhau.

10.3.2 Giá trị R chỉ ra lượng biến đổi thông thường mà có thể dự kiến được giữa các kết quả thu được cho cùng loại vật liệu bởi các thao tác sử dụng khác nhau sử dụng các máy

thí nghiệm khác nhau trong các ngày khác nhau. Khi so sánh hai kết quả thí nghiệm từ những điều kiện này, sự sai khác số đo nhỏ hơn giá trị R của tỉ lệ Rockwell đó chỉ ra rằng các kết quả có thể là bằng nhau.

- 10.3.3 Bất cứ kết luận nào dựa trên 10.3.1 và 10.3.2 sẽ có xác suất đúng khoảng 95%.
- 10.4 Nghiên cứu về độ chính xác và sai số này được thực hiện trên một số các tỉ lệ Rockwell thông thường được lựa chọn. Với các tỉ lệ Rockwell không được liệt kê, giá trị r và R có thể được dự tính bằng cách sử dụng bảng chuyển đổi E140 để xác định sự tăng tương ứng của tỉ lệ độ cứng quan tâm tại cấp độ cứng quan tâm. Người sử dụng phải Chú thích rằng việc dự tính giá trị r và R theo cách này sẽ giảm xác suất đúng.
- 10.5 Mặc dù các giá trị chính xác cho trong Bảng 16 cung cấp chỉ dẫn về diễn giải sự sai khác trong các kết quả đo độ cứng Rockwell, một cách đánh giá trọn vẹn về độ bất định đo sẽ đưa ra một sự diễn giải cuối cùng của các kết quả với những điều kiện cụ thể.
- 10.6 Các số liệu thường chỉ ra độ chính xác hợp lý trừ trường hợp một số các tỉ lệ mà giá trị R vượt quá 2.0. Kết quả tồi nhất được tìm thấy ở khối thí nghiệm 45.9HR30N, mà có giá trị R là 6.9693. Một sự kiểm tra các số liệu thô cho thấy các kết quả của một phòng thí nghiệm đã cao hơn các phòng thí nghiệm khác. Bỏ qua những kết quả này, sự biến đổi có thể là thông thường. Tất cả các kết quả thí nghiệm có vẻ là bình thường.
- 10.7 Sai số - Không có một tiêu chuẩn nào được công nhận mà dự đoán được sai số cho thí nghiệm này.

Bảng 15. Dung sai của lực tác dụng

Lực, kgf (N)	Dung sai, kgf (N)
10 (98)	± 0.20 (± 1.96)
60 (589)	± 0.45 (± 4.41)
100 (981)	± 0.65 (± 6.37)
150 (1471)	± 0.90 (± 8.83)
3 (29)	± 0.060 (± 0.589)
15 (147)	± 0.100 (± 0.981)
30 (294)	± 0.200 (± 1.961)
45 (441)	± 0.300 (± 2.943)

Bảng 16. Kết quả của nghiên cứu độ chính xác và sai số

Khối thí nghiệm	Độ cứng trung bình	Sr	SR	r	R
62.8 HRA	62.50	0.164	0.538	0.459	1.506
73.1 HRA	73.04	0.138	0.358	0.387	1.002
83.9 HRA	84.54	0.085	0.468	0.238	1.309
25.0 HRC	24.99	0.335	0.440	0.937	1.232
45.0 HRC	45.35	0.156	0.259	0.438	0.725
65.0 HRC	65.78	0.153	0.389	0.427	1.089
45.9 HR30N	46.75	0.299	2.489	0.837	6.969
64.0 HR30N	64.74	0.248	0.651	0.694	1.822

Khối thí nghiệm	Độ cứng trung bình	Sr	SR	r	R
81.9 HR30N	82.52	0.195	0.499	0.547	1.396
20.0 HRBS	20.45	0.502	1.480	1.405	4.144
60.0 HRBS	60.72	0.230	0.410	0.643	1.149
95.0 HRBS	96.52	0.289	0.345	0.808	0.967
62.5 HRES	65.03	0.427	1.052	1.194	2.945
81.0 HRES	79.82	0.251	0.474	0.703	1.328
100.0 HRES	92.45	0.311	0.536	0.871	1.500
22.0 HR30TS	24.04	0.292	1.466	0.818	4.106
56.4 HR30TS	55.37	0.374	1.063	1.048	2.977
79.0 HR30TS	78.88	0.274	0.835	0.766	2.338

B. KIỂM TRA MÁY CHO THÍ NGHIỆM ĐỘ CỨNG ROCKWELL VÀ ĐỘ CỨNG ROCKWELL BỀ MẶT

11 PHẠM VI ÁP DỤNG

11.1 Phần B bao gồm hai tiến trình cho sự kiểm tra máy móc của thí nghiệm độ cứng Rockwell và độ cứng Rockwell bề mặt và một tiến trình được kiến nghị sử dụng để khẳng định rằng máy được thao tác một cách hài lòng trong khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra định kỳ của người sử dụng. Hai phương pháp kiểm tra là:

11.1.1 Kiểm tra riêng lẻ lực thí nghiệm, thiết bị xuyên, và thiết bị đo chiều dày theo một thao tác kiểm tra (13.2). Phương pháp này phải được sử dụng cho máy mới hoặc mới được dựng.

11.1.2 Kiểm tra bằng phương pháp các khối thí nghiệm chuẩn. Phương pháp này phải được sử dụng để tham khảo, trong phòng thí nghiệm hoặc kiểm tra hàng ngày để đảm bảo rằng máy thí nghiệm độ cứng Rockwell hoạt động bình thường.

12 YÊU CẦU CHUNG

12.1 Trước khi máy thí nghiệm độ cứng Rockwell được sử dụng, nó cần phải được đảm bảo rằng

12.1.1 Máy được thiết lập phù hợp.

12.1.2 Bộ phận giữ viên bi được đặt chắc chắn vào đầu đo.

12.1.3 Khi thiết bị xuyên là một viên bi thép, thiết bị giữ phải vừa với một viên bi mới phù hợp với 13.1.2.2. Không yêu cầu một viên bi mới nếu viên bi vonfam cacbua được dùng.

12.1.4 Khi thiết bị xuyên là một xuyên kim cương, nó không được có các hỏng hóc nào mà có thể ảnh hưởng đến độ chính xác của thí nghiệm (xem 13.1.2.1)

12.1.5 Lực sẽ được đưa vào và đưa ra mà không gây bất cứ va chạm hoặc dao động nào và do đó việc đọc số liệu không bị ảnh hưởng.

12.1.6 Việc đọc số liệu không bị ảnh hưởng bởi sự biến dạng của cơ cấu.

13 KIỂM TRA

13.1 Kiểm tra trực tiếp – Kiểm tra riêng rẽ sự tác dụng lực, thiết bị xuyên, và các thiết bị đo:

13.1.1 *Kiểm tra lực tác dụng:*

13.1.1.1 Lực ban đầu P_0 và mỗi lực thí nghiệm tổng P sử dụng (xem Bảng 15) phải được đo, và điều này phải được thực hiện tại ít nhất ba vị trí của đầu đo với khoảng cách đều nhau trên suốt phạm vi chuyển vị trong quá trình thí nghiệm.

13.1.1.2 Các lực sẽ được đo bởi một trong hai phương pháp được miêu tả trong Quy trình E4.

a. Đo bằng trung bình của thiết bị xác nhận đàn hồi mà đã được đo tham khảo trước đến độ chính xác cấp $A \pm 0.25\%$, hoặc

b. Cân bằng lực, với độ chính xác $\pm 0.25\%$ gây ra bởi các khối chuẩn với tiện ích cơ học.

13.1.1.3 Ba số liệu đọc phải được lấy ra cho mỗi lực tại mỗi vị trí đầu đo. Ngay trước khi mỗi số đọc được lấy, đầu đo phải được chuyển vào cùng hướng trong suốt thí nghiệm.

13.1.1.4 Mỗi phép đo của lực thí nghiệm ban đầu trước khi tác dụng và sau khi dỡ bỏ lực thêm vào và mỗi phép đo lực thí nghiệm tổng phải nằm trong dung sai cho trong Bảng 15.

13.1.2 Kiểm tra đầu xuyên

13.1.2.1 *Đầu xuyên kim cương:*

(1) Đầu xuyên kim cương phải không có các hư hỏng (nứt, sứt mẻ, vết lõm...) và phải được đánh nhãn để không có một phần nào chưa nhãn tiếp xúc với mẫu thí nghiệm khi đâm xuyên với chiều sâu 0.3mm trong thí nghiệm độ cứng Rockwell và 0.2mm cho thí nghiệm độ cứng Rockwell bề mặt.

(2) Kiểm tra hình dạng của đầu xuyên có thể được thực hiện bằng cách đo trực tiếp hoặc đo các mặt chiếu của nó trên một màn. Quá trình kiểm tra phải được thực hiện ít nhất trên bốn tiết diện với khoảng cách xấp xỉ đều nhau.

(3) Đầu xuyên kim cương phải có góc trong là $120^\circ \pm 0.35^\circ$.

(4) Góc giữa trục của đầu xuyên kim cương với trục của thiết bị giữ xuyên (vuông góc với mặt bệ đỡ) không được vượt quá 0.5° .

(5) Đầu hình cầu của nón kim cương phải có bán kính trung bình $0.200 \pm 0.015\text{mm}$ và độ lệch cục bộ từ bán kính thực không quá 0.002mm. Mặt của hình nón và đầu hình cầu phải cong theo phương tiếp tuyến.

(6) Các giá trị độ cứng được đưa ra bởi máy thí nghiệm không phụ thuộc chỉ vào các kích thước cho trong 13.1.2.1 (c-e), mà còn phụ thuộc vào độ nhám các mặt và vị trí của các trục tinh thể và vị trí của viên kim cương trong thiết bị giữ. Với lý do này,

một thí nghiệm đặc tính được xem xét là cần thiết. Đầu xuyên phải được sử dụng trong một máy chuẩn mà trong đó lực thí nghiệm được áp dụng và thiết bị đo có thể được kiểm tra bằng các phép đo cơ bản. Thí nghiệm sẽ được thực hiện trên tối thiểu hai khối thí nghiệm chuẩn, mà phù hợp với các yêu cầu trong Phần C, mỗi khối từ các phạm vi nhỏ nhất và lớn nhất chỉ định trong Bảng 17. Ba thí nghiệm ấn xuống sẽ được thực hiện trên mỗi khối này. Giá trị trung bình của những số đọc này không được sai khác với giá trị của khối thí nghiệm chuẩn hơn một lượng được cho trong Bảng 18.

Bảng 17 Phạm vi độ cứng được sử dụng để kiểm tra bằng phương pháp khối thí nghiệm chuẩn^A

Tỉ lệ Rockwell	Phạm vi độ cứng
C	20 đến 30
	35 đến 55
	59 đến 65
B	40 đến 59
	60 đến 79
	80 đến 100
30N	40 đến 50
	55 đến 73
	75 đến 80
30T	43 đến 56
	57 đến 70,
	trên 70 đến 82

^A Với các tỉ lệ không được liệt kê, sử dụng các phạm vi độ cứng cân bằng như đã được chỉ ra, ví dụ, 20HRC đến 30HRC tương ứng với 69.4HR đến 75.0HR15N.

Bảng 18 Độ lệch cho phép của số đọc độ cứng dùng để kiểm tra xuyên kim cương

Cho số đọc độ cứng trong phạm vi:	Độ lệch cho phép, đơn vị Rockwell
C 63	± 0.5
C 25	± 1.0
30N 60	± 0.5
30N 45	± 1.0

13.1.2.2 Các viên bi xuyên:

Chú thích 8 - Cảnh báo: Các viên bi thép cho các kết quả khác với viên bi vonfam cacbua.

- (1) Với mục đích kiểm tra kích thước và độ cứng của viên bi, điều này được xem là cần thiết để thí nghiệm một mẫu bất kỳ được chọn ngẫu nhiên trong một mẻ viên bi. Quả viên bi nào dùng để kiểm tra độ cứng phải bị loại bỏ.
- (2) Viên bi phải được đánh nhãn và không có hồng học bề mặt.
- (3) Người sử dụng phải hoặc là đo các viên bi để đảm bảo chúng thỏa mãn các yêu cầu, hoặc là phải lấy viên bi từ các nhà cung cấp mà đã được đảm bảo thỏa mãn các yêu cầu sau. Đường kính, khi được đo tại ít nhất ba vị trí, không được sai khác với đường kính danh định nhiều hơn dung sai cho trong Bảng 19.

Bảng 19 Dung sai cho viên bi xuyên độ cứng Rockwell

Đường kính viên bi		Dung sai ^A	
in	mm	in.	mm
1/16	1.588	± 0.0001	± 0.0025
1/8	3.175	± 0.0001	± 0.0025
¼	6.350	± 0.0001	± 0.0025
½	12.700	± 0.0001	± 0.0025

^A Với viên bi trong phạm vi đường kính chỉ định, những dung sai này được thỏa mãn bởi các viên bi Cấp 24 như được chỉ định bởi Hiệp hội sản xuất hệ thống chịu tải Mỹ (ABMA).

Viên bi vonfam cacbua: Độ cứng của viên bi vonfam cacbua không được nhỏ hơn 1500HV10. Vật liệu của viên bi vonfam cacbua phải có mật độ 14.8g/cm³ ± 0.2g/cm³ và phải có thành phần hóa học sau:

Tổng các cacbua khác	Tối đa 2%
Coban (Co)	5.0 – 7.0%
Vonfam cacbua (WC)	Cân bằng

Viên bi thép: Độ cứng của viên bi thép không được nhỏ hơn 746HV10. Giá trị trung bình xiên của sự xuyên Vickers tương ứng với cấp độ cứng này được cho trong Bảng 20.

Bảng 20. Giá trị xiên trung bình lớn nhất của xuyên độ cứng Vicker của viên bi thép

Đường kính viên bi		Giá trị xiên xiên trung bình lớn nhất của viên bi thực hiện bởi xuyên Vicker dưới tải trọng 10kgf (98N),
in.	mm	
1/16	1.588	0.141
1/8	3.175	0.144
¼	6.350	0.145
½	12.700	0.147

13.1.3 Kiểm tra các thiết bị đo:

13.1.3.1 Thiết bị đo chiều sâu phải được kiểm tra không nhỏ hơn ba khoảng, bao gồm các khoảng tương ứng với các độ cứng thấp nhất và cao nhất mà với chúng các tỉ lệ thông thường được sử dụng bằng cách đánh dấu các chuyển vị tăng dần của thiết bị xuyên.

13.1.3.2 Dụng cụ dùng để kiểm tra thiết bị đo chiều sâu phải có độ chính xác 0.0002mm.

13.1.3.3 Thiết bị đo chiều sâu phải chỉ chính xác trong khoảng ± 0.5 đơn vị Rockwell cho mỗi khoảng. Điều này tương đương với ±0.001mm cho các phạm vi Rockwell thông thường và ±0.0005mm cho các phạm vi Rockwell bề mặt.

13.2 *Kiểm tra gián tiếp* – Kiểm tra gián tiếp có thể được thực hiện dùng các khối chuẩn được đo tham khảo phù hợp với Phần C. Với độ cứng Rockwell mà sử dụng viên bi xuyên, các khối chuẩn dùng để kiểm tra gián tiếp phải được đo tham khảo với cùng một loại viên bi xuyên (nghĩa là, thép hoặc vonfam cacbua) giống như loại viên bi mà sẽ được sử dụng cho kiểm tra gián tiếp.

13.2.1 Quy trình:

13.2.1.1 Với kiểm tra gián tiếp máy thí nghiệm, quy trình sau phải được áp dụng: Máy thí nghiệm phải được kiểm tra sử dụng các khối thí nghiệm chuẩn trong các phạm vi độ cứng thấp, trung bình và cao với mỗi tỉ lệ được sử dụng. Các tỉ lệ độ cứng và các phạm vi độ cứng thường dùng được cho trong Bảng 17. Máy thí nghiệm không được điều chỉnh giữa các thí nghiệm thực hiện trên ba khối thí nghiệm. Việc kiểm tra chưa kết thúc trừ trường hợp thỏa mãn các yêu cầu trong 13.5.

13.2.1.2 Để phù hợp với Phần A của phương pháp thí nghiệm này, tạo 5 vết lõm trên mỗi khối chuẩn, phân bố đều trên mặt của khối chuẩn và báo cáo giá trị độ cứng trong khoảng 0.2 đơn vị Rockwell. Trước khi tạo những vết lõm này, ít nhất hai vết lõm được tạo trước để đảm bảo rằng máy làm việc bình thường và các khối chuẩn, thiết bị xuyên và các đe được đặt đúng chỗ. Kết quả của những vết lõm trước này phải bị bỏ qua.

13.2.1.3 Với mỗi khối thí nghiệm chuẩn, gọi $R_1, R_2 \dots R_5$ là độ cứng đọc được từ 5 vết lõm sắp xếp theo thứ tự tăng dần về độ lớn.

13.2.2 *Tính lặp lại được:*

13.2.2.1 Tính lặp lại được của máy thí nghiệm dưới các điều kiện kiểm tra cụ thể được xác định bởi lượng sau đây:

$$R_5 - R_1 \quad (1)$$

13.2.2.2 Tính lặp lại được của máy thí nghiệm được kiểm tra được xem xét là thỏa mãn nếu nó thỏa mãn các điều kiện trong Bảng 21.

13.2.3 *Sai số:*

13.2.3.1 Sai số của máy thí nghiệm dưới các điều kiện kiểm tra cụ thể được biểu diễn bởi lượng sau đây :

$$\bar{R} - R \quad (2)$$

Trong đó:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_5}{5}, \text{ và}$$

R = độ cứng được chỉ ra của khối thí nghiệm chuẩn sử dụng.

13.2.3.2 Giá trị trung bình độ cứng cho 5 thí nghiệm phải không khác biệt với giá trị trung bình tương ứng với độ cứng của khối thí nghiệm chuẩn nhiều hơn dung sai của độ cứng khối thí nghiệm (chỉ ra trong Bảng 22).

13.3 Cần phải hiểu rằng các khối thí nghiệm độ cứng, xuyên kim cương và thiết kế máy thí nghiệm có thể thay đổi giữa nhà sản xuất và nếu tất cả các thông số được thỏa mãn dưới 13.1, điều này có khả năng rằng các thay đổi của một hay nhiều thông số có thể là cần thiết để thỏa mãn sự kiểm tra gián tiếp trên các khối thí nghiệm. Tuy vậy sự

hướng dẫn của các nhà sản xuất với một phương pháp thích hợp để điều chỉnh trong khoảng dung sai chỉ định trước của phương pháp thí nghiệm này.

Bảng 21. Tính có thể lặp lại của máy

Phạm vi của các khối thí nghiệm độ cứng chuẩn	Tính có thể lặp lại ^A của máy thí nghiệm không được lớn hơn:
Tỉ lệ Rockwell C	
25 đến 30	2.0
35 đến 55	1.5
59 đến 65	1.0
Tỉ lệ Rockwell B	
40 đến 59	2.5
60 đến 79	2.0
80 đến 100	2.0
Tỉ lệ Rockwell 30N	
40 đến 50	2.0
55 đến 73	1.5
75 đến 80	1.0
Tỉ lệ Rockwell 30T	
43 đến 56	2.5
57 đến 70,	2.0
trên 70 → 82	2.0

^A Tính có thể lặp lại của máy trên tỉ lệ độ cứng Rockwell và độ cứng Rockwell bề mặt khác với tỉ lệ trong Bảng 20 phải là sự khác biệt chuyển đổi tương đương, trừ tỉ lệ 15N và 15T. Trong trường hợp tỉ lệ 15N và 15T, tính lặp lại không vượt quá 1.0 cho mọi phạm vi.

Ví dụ - Ở C 60, số đọc thông thường của một dãy các vết lõm có phạm vi từ 59 đến 60, 59.5 đến 60.5, 60 đến 61,... Vì vậy giá trị tỉ lệ A chuyển đổi tương ứng với C 59 đến 60 (xem Bảng II của Bảng chuyển đổi độ cứng E140) có thể là A 80.7 đến 81.2 và tính lặp lại của tỉ lệ A có thể là 0.5.

Bảng 22 . Giá trị dung sai cho các khối thí nghiệm chuẩn

Độ cứng danh định của khối thí nghiệm chuẩn	Giá trị dung sai của khối thí nghiệm không được lớn hơn:
Tỉ lệ C^A	
60 và lớn hơn	± 0.5
Dưới 60	± 1.0
Tỉ lệ A	
80 và lớn hơn	± 0.5
Dưới 80 đến 60, bao gồm	± 1.0
Tỉ lệ 15N	
90 và lớn hơn	± 0.7
Dưới 90 đến 69.4, bao gồm	±1.0
Tỉ lệ 30N	
77.5 và lớn hơn	± 0.7
Dưới 77.5 đến 41.5, bao gồm	±1.0
Tỉ lệ 45N	
66.5 và lớn hơn	± 0.7
Dưới 66.5 đến 19.6, bao gồm	±1.0
Tỉ lệ B^B	

Độ cứng danh định của khối thí nghiệm chuẩn	Giá trị dung sai của khối thí nghiệm không được lớn hơn:
45 và lớn hơn	± 1.0
Dưới 45 đến 1.5, bao gồm	± 1.5
Tỉ lệ F	
99.6 đến 57.0, bao gồm	± 1.0
Tỉ lệ 15 T	
75.3 và lớn hơn	± 1.0
Dưới 75.3 đến 60.5, bao gồm	± 1.5
Tỉ lệ 30 T	
46.2 và lớn hơn	± 1.0
Dưới 46.2 đến 15.0, bao gồm	± 1.5
Tỉ lệ 45T	
17.6 và lớn hơn	± 1.0
Dưới 17.6 đến 1.0, bao gồm	± 1.5

^A Mọi tỉ lệ trên các khối thép của các giá trị chuyển đổi tương đương phải theo sau: 70.0HRC đến 60.0HRC = ± 0.5 và 59.9HRC đến 20.0HRC = ± 1.0 .

^B Mọi tỉ lệ trên khối đồng của các giá trị chuyển đổi tương đương phải theo sau: 100HRB đến 1.0HRB = ± 1.0 .

13.4 *Khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra* – Kiến nghị rằng các máy thí nghiệm được kiểm tra hàng năm hoặc thường xuyên hơn nếu được yêu cầu. Trong bất cứ trường hợp nào thời gian giữa các lần kiểm tra không được vượt quá 18 tháng.

13.5 *Báo cáo kiểm tra:*

13.5.1 Báo cáo kiểm tra phải bao gồm các thông tin sau đây:

13.5.1.1 Tham khảo phương pháp thí nghiệm ASTM này,

13.5.1.2 Phương pháp kiểm tra (trực tiếp hay gián tiếp),

13.5.1.3 Số liệu nhận dạng của máy thí nghiệm độ cứng

13.5.1.4 Giá trị trung bình kiểm tra (các khối thí nghiệm, thiết bị chứng minh tuyến tính...)

13.5.1.5 Tỉ lệ Rockwell kiểm tra

13.5.1.6 Kết quả thu được

13.5.1.7 Ngày kiểm tra và tham khảo đến hãng kiểm tra, và

13.5.1.8 Chữ ký của đại diện kiểm tra.

14 QUY TRÌNH KIỂM TRA ĐỊNH KỲ BỞI NGƯỜI SỬ DỤNG

14.1 Kiểm tra bằng phương pháp khối thí nghiệm chuẩn quá dài cho việc sử dụng hàng ngày. Thay vào đó, các phương pháp sau được kiến nghị:

- 14.1.1 Tạo ít nhất một kiểm tra hàng ngày phù hợp với 16.1.2 mỗi ngày mà máy thí nghiệm được sử dụng. Xem Phần A của tiêu chuẩn này.
- 14.1.2 Trước khi kiểm tra, tạo ít nhất hai vết lõm ban đầu để đảm bảo rằng máy thí nghiệm độ cứng làm việc bình thường và rằng khối thí nghiệm, thiết bị xuyên và các đe được đặt đúng chỗ. Kết quả của những vết lõm trước này phải bị bỏ qua.
- 14.1.3 Tạo ít nhất ba số đọc độ cứng trên khối thí nghiệm độ cứng chuẩn và tại mức độ cứng mà máy sẽ được sử dụng. Nếu như giá trị trung bình của các giá trị này nằm giữa dung sai đánh dấu trên các khối thí nghiệm chuẩn, máy sẽ được coi là thỏa mãn. Nếu không, máy phải được kiểm tra theo 13.2.

C. ĐO THAM KHẢO CỦA CÁC KHỐI THÍ NGHIỆM CHUẨN DÙNG TRONG MÁY THÍ NGHIỆM ĐỘ CỨNG ROCKWELL VÀ ĐỘ CỨNG ROCKWELL BỀ MẶT

15 PHẠM VI ÁP DỤNG

- 15.1 Phần C chỉ ra một phương pháp thí nghiệm cho đo tham khảo của các khối chuẩn sẽ được sử dụng trong máy thí nghiệm độ cứng Rockwell để kiểm tra gián tiếp những máy này như được miêu tả trong Phần B.

16 SẢN XUẤT

- 16.1 Sự Chú thích của các nhà sản xuất các khối được rút ra từ nhu cầu sử dụng quy trình sản xuất mà sẽ cung cấp các yêu cầu cần thiết về độ đồng nhất, tính ổn định và tính đồng đều của độ cứng mặt.
- 16.2 Mỗi khối kim loại làm chuẩn phải có chiều dày không nhỏ hơn 0.236in (6mm).
- 16.3 Diện tích bề mặt thí nghiệm không lớn hơn 4in² (2581mm²).
- 16.4 Khối chuẩn phải không bị nhiễm từ. Kiến nghị rằng các nhà sản xuất phải đảm bảo các khối, nếu là thép, phải được khử từ vào cuối quá trình sản xuất.
- 16.5 Độ lệch lớn nhất về độ phẳng của các mặt không được vượt quá 0.0002in (0.005mm).
- 16.6 Sai số lớn nhất trên các mặt song song không được vượt quá 0.0002in/in (mm/mm).
- 16.7 Mặt thí nghiệm phải không có các vết xước mà cản trở việc đo các vết lõm. Độ nhám trung bình bề mặt (R_a) phải không vượt quá 12μin. (0.0003mm) tính từ đường tâm trung bình.
- 16.8 Mặt dưới phải được hoàn thiện mịn.
- 16.9 Phải đảm bảo vật liệu không được dỡ bỏ khỏi bề mặt thí nghiệm, chiều dày tại thời điểm chuẩn hóa (tới gần nhất ±0.005 in.(0.1mm)) phải được đánh dấu trên khối hoặc một dấu giống như vậy nên được đánh dấu trên bề mặt thí nghiệm. Không kiến nghị việc làm lại bề mặt khối thí nghiệm để sử dụng lại; tuy nhiên, nếu khối thí nghiệm chuẩn được tu sửa, mặt thí nghiệm mới phải được thiết lập lại phù hợp với phần này.

17 MÁY CHUẨN

- 17.1 Bên cạnh việc đáp ứng đầy đủ các yêu cầu chỉ định trong Phần 12 và 13, máy chuẩn cũng phải thỏa mãn các yêu cầu sau:
- 17.1.1 Máy phải được kiểm tra trực tiếp. Kiểm tra trực tiếp bao gồm như sau:
- 17.1.1.1 Kiểm tra lực thí nghiệm (xem 13.1.1),
- 17.1.1.2 Kiểm tra thiết bị xuyên (xem 13.1.2), và
- 17.1.1.3 Kiểm tra thiết bị đo (xem 13.1.3).
- 17.1.2 Mỗi lực ban đầu phải đúng tới trong khoảng $\pm 0.5\%$. Mỗi lực thí nghiệm tổng phải đúng tới trong khoảng $\pm 0.25\%$.
- 17.1.3 Kiểm tra hình dạng của thiết bị xuyên phải phải đo trực tiếp hoặc đo các hình chiếu của nó trên màn hình. Phải kiểm tra không ít hơn tám mặt cắt với khoảng cách xấp xỉ bằng nhau.
- 17.1.4 Xuyên kim cương phải có góc trong $120^{\circ} \pm 0.1^{\circ}$.
- 17.1.5 Góc giữa trục của xuyên kim cương với trục của thiết bị giữ xuyên (vuông góc với mặt bệ đỡ) không được vượt quá 0.3° .
- 17.1.6 Đầu hình cầu của nón kim cương phải có bán kính trung bình $0.200 \pm 0.005\text{mm}$. Trong mỗi mặt cắt đo được bán kính không quá $0.200 \pm 0.007\text{mm}$ và độ lệch cục bộ từ bán kính thực không quá 0.002mm . Mặt của hình nón và đầu hình cầu phải cong theo phương tiếp tuyến.
- 17.1.7 Đường kính của viên bi xuyên phải nằm trong dung sai 0.001mm .
- 17.1.8 Thiết bị đo phải có khả năng đo chuyển vị thẳng đứng với độ chính xác lần lượt là ± 0.1 của đơn vị Rockwell thông thường và ± 0.1 của đơn vị Rockwell bề mặt.

18 QUY TRÌNH CHUẨN

- 18.1 Các khối chuẩn phải được đo tham khảo trong máy chuẩn như miêu tả ở Phần 17 tại nhiệt độ $73^{\circ}\text{F} \pm 5^{\circ}\text{F}$ ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) sử dụng quy trình thông thường miêu tả trong Phần A.
- 18.2 Các khối thí nghiệm chuẩn phải được đo tham khảo truy nguyên đến tiêu chuẩn Rockwell quốc gia được duy trì tại NIST nếu các khối thí nghiệm chuẩn chính là sẵn có từ NIST cho các tỉ lệ Rockwell nhất định.

19 SỐ LƯỢNG VẾT LỖM

- 19.1 Để phù hợp với Phần A của tiêu chuẩn này, tạo ít nhất 5 vết lõm trên mỗi khối chuẩn, phân bố đều trên bề mặt khối.

20 SỰ PHÂN BỐ ĐỀU ĐỘ CỨNG

- 20.1 Coi $R_1, R_2 \dots R_5$ là các giá trị đo được theo đơn vị Rockwell sắp xếp theo thứ tự tăng dần về độ lớn.
- 20.2 Sự không đồng đều của khối dưới các điều kiện cụ thể của sự chuẩn hóa được ký hiệu là $R_5 - R_1$.
- 20.3 Sự không đồng đều của các khối phải thỏa mãn các điều kiện trong Bảng 23.

Bảng 23 Sự không đồng đều lớn nhất của các khối thí nghiệm chuẩn

Độ cứng danh định của khối thí nghiệm chuẩn	Sự không đồng đều của khối thí nghiệm không được lớn hơn:
Tỉ lệ C ^A	
60 và lớn hơn	0.5
Dưới 60	1.0
Tỉ lệ A	
80 và lớn hơn	0.5
Dưới 80 đến 60, bao gồm	1.0
Tỉ lệ 15N	
90 và lớn hơn	0.7
Dưới 90 đến 69.4, bao gồm	1.0
Tỉ lệ 30N	
77.5 và lớn hơn	0.7
Dưới 77.5 đến 41.5, bao gồm	1.0
Tỉ lệ 45N	
66.5 và lớn hơn	0.7
Dưới 66.5 đến 19.6, bao gồm	1.0
Tỉ lệ B ^B	
45 và lớn hơn	1.0
Dưới 45 đến 1.5, bao gồm	1.5
Tỉ lệ F	
99.6 đến 57.0, bao gồm	1.0
Tỉ lệ 15 T	
75.3 và lớn hơn	1.0
Dưới 75.3 đến 60.5, bao gồm	1.5
Tỉ lệ 30 T	
46.2 và lớn hơn	1.0
Dưới 46.2 đến 15.0, bao gồm	1.5
Tỉ lệ 45T	
17.6 và lớn hơn	1.0
Dưới 17.6 đến 1.0, bao gồm	1.5

^A Mọi tỉ lệ trên khối thép của các giá trị chuyển đổi tương đương phải theo sau: 70.0HRC đến 60.0HRC = 0.5 và 59.9HRC đến 20.0HRC = 1.0.

^B Mọi tỉ lệ trên khối đồng của các giá trị chuyển đổi tương đương phải theo sau: 100HRB đến 1.0HRB = 1.0.

21 ĐÁNH DẤU VÀ CÁC YÊU CẦU CHỨNG CHỈ

- 21.1 Mỗi khối phải được đánh dấu như sau:
- 21.1.1 Trung bình số học của các giá trị độ cứng được tìm thấy trong thí nghiệm chuẩn được báo cáo đến gần nhất phần mười, ví dụ: 66.3HRC, 80.2HRBW,
- 21.1.2 Giá trị dung sai (xem Bảng 22),
- 21.1.3 Tên hoặc dấu của nhà sản xuất.
- 21.1.4 Mã số duy nhất,
- 21.1.5 Tên hoặc dấu của hãng đo nếu khác với nhà cung cấp.
- 21.1.6 Chiều dày của khối hoặc dấu nhận dạng trên bề mặt thí nghiệm, và
- 21.1.7 Năm thực hiện đo. Cần thiết rằng năm thực hiện đo đồng nhất với mã số trên khối.
- 21.2 Tất cả các dấu trừ dấu chính thức nên được đánh ở mặt ngoài của diện tích thí nghiệm hoặc thành bên của khối. Khi các dấu ở thành bên của khối, các dấu phải thẳng góc khi bề mặt thí nghiệm là mặt trên.
- 21.3 Mỗi khối phải được trang bị với chứng chỉ chứng minh các kết quả của các thí nghiệm chuẩn riêng rẽ và giá trị trung bình số học của các thí nghiệm này, bao gồm như sau:
- 21.3.1 Ngày của sự tiêu chuẩn hóa
- 21.3.2 Mã số của khối, và
- 21.3.3 Tên của nhà sản xuất hoặc dấu của nhà cung cấp.

22 CÁC TỪ KHÓA

- 22.1 21.1 Độ cứng Rockwell; kim loại

PHỤ LỤC

(Thông tin không bắt buộc)

X1. DANH SÁCH CỦA CÁC TIÊU CHUẨN ASTM CUNG CẤP CÁC GIÁ TRỊ ĐỘ CỨNG TƯƠNG ỨNG VỚI CƯỜNG ĐỘ KÉO

- X1.1 Những tiêu chuẩn ASTM sau cung cấp các giá trị độ cứng Rockwell hoặc độ cứng Rockwell bề mặt tương ứng với cường độ kéo chỉ định cho các vật liệu bao gồm: Phương pháp thí nghiệm và Các định nghĩa A370 và các tiêu chuẩn B19, B36, B96, B97, B103, B121/B121M, B122/B122M, B130, B134, B152, B291, và B370.

X2. CÁC VÍ DỤ VỀ QUY TRÌNH XÁC ĐỊNH SỰ KHÔNG CHẮC CHẮN CỦA ĐỘ CỨNG ROCKWELL

X2.1 Phạm vi áp dụng

X2.1.1 Mục đích của phụ lục này là để cung cấp một hướng tiếp cận cơ bản để đánh giá về sự bất định của các giá trị đo độ cứng Rockwell để đơn giản hóa và hợp nhất sự diễn giải của người sử dụng về độ cứng Rockwell.

X2.1.2 Phần phụ lục này cung cấp một quy trình cơ bản để xác định sự bất định của những giá trị độ cứng sau:

X2.1.2.1 *“Sai số” của máy đo độ cứng được xác định như là một phần của kiểm tra gián tiếp (xem X2.6) – Như là một phần trong quá trình kiểm tra gián tiếp, chỉ số của phép đo độ cứng Rockwell được lấy từ khối thí nghiệm tham khảo. Giá trị trung bình của các giá trị đo được so sánh với giá trị đã được chứng nhận của khối tham khảo để xác định “sai số” (xem 13.2) của máy đo độ cứng. Quy trình miêu tả trong mục X2.6 cung cấp một phương pháp xác định sự bất định trong “sai số” đo của máy đo độ cứng. Sự bất định có thể được ghi chép trong chứng nhận kiểm tra và bản báo cáo.*

X2.1.2.2 *Giá trị độ cứng Rockwell được đo bởi người sử dụng (xem X2.7) – Quy trình cung cấp một phương pháp xác định sự bất định trong các giá trị độ cứng đo được bởi người sử dụng trong suốt quá trình sử dụng thông thường của máy đo độ cứng Rockwell. Người sử dụng có thể ghi chép giá trị bất định với các giá trị đo.*

X2.1.2.3 *Giá trị được chứng nhận của khối thí nghiệm độ cứng Rockwell (xem X2.8) – Quy trình cung cấp một phương pháp xác định sự bất định trong các giá trị được chứng nhận của khối thí nghiệm chuẩn. Các hãng chuẩn phải báo cáo giá trị bất định trên bảng chứng nhận khối thí nghiệm.*

Chú thích X2.1 – Khi được tính toán, các giá trị bất định mà được báo cáo bởi một hãng đo chuyên ngành (xem X2.6) không phải là sự bất định của máy thí nghiệm lúc vận hành, mà chỉ là của phép đo thực hiện tại thời điểm kiểm tra để xác định “sai số” máy.

Chú thích X2.2 – Quy trình phác thảo trong phụ lục này để xác định sự bất định được dựa chủ yếu trên phép đo thực hiện như là một phần của việc kiểm tra và các quy trình chuẩn hóa của phương pháp thí nghiệm này. Việc này được thực hiện để cung cấp một phương pháp mà dựa trên các quy trình quen thuộc và quy trình độ cứng Rockwell của người sử dụng và các hãng chuẩn hóa. Người đọc phải nhận thức rằng còn có các phương pháp khác mà có thể áp dụng dùng để xác định sự bất định này, mà có thể đưa ra các ước lượng chính xác hơn về các giá trị bất định.

Chú thích X2.3 – Tiêu chuẩn này đưa ra các dung sai hoặc các giới hạn của tính có thể lặp lại chấp nhận được và sai số của máy đo độ cứng Rockwell (Bảng 21 và 22) và sự không đồng đều của các khối chuẩn (Bảng 23). Những giá trị giới hạn này đầu tiên được thành lập dựa trên kinh nghiệm thí nghiệm của rất nhiều người sử dụng thí nghiệm độ cứng Rockwell, và vì vậy phản ánh được sự hoạt động bình thường của máy đo độ cứng Rockwell vận hành hợp lý, bao gồm các sai số thông thường đi kèm với quy trình đo và sự hoạt động của máy. Bởi vì các giới hạn dựa trên kinh nghiệm thí nghiệm, người ta tin rằng các giá trị giới hạn đưa ra đã kể đến mức độ bất định mà là thông thường cho các phép đo độ cứng Rockwell hợp lệ. Kết quả là, khi xác định sự

phù hợp với Bảng 21-23, sự bất định đo đạc của người sử dụng không nên bị trừ đi từ các giá trị giới hạn dung sai trong các bảng, như là thông thường được thực hiện cho các kiểu đo hình học khác. Các giá trị tính toán được cho tính có thể lặp lại, sai số hoặc sự không đồng đều của khối nên được so sánh trực tiếp với các giới hạn dung sai cho trong các bảng.

Chú thích X2.4 – Phần lớn các dung sai tiêu chuẩn sản phẩm cho độ cứng Rockwell đã được thành lập dựa trên kinh nghiệm thí nghiệm và vận hành. Các giá trị dung sai phản ánh sự vận hành thông thường của máy độ cứng Rockwell vận hành hợp lý, bao gồm các sai số chấp nhận được đi kèm với quá trình đo độ cứng. Với những sản phẩm này, các giới hạn dung sai đưa ra đã kể đến mức độ bất định mà là thông thường cho phép đo độ cứng Rockwell hợp lệ. Kết quả là, khi chấp nhận các thí nghiệm độ cứng Rockwell cho phần lớn các sản phẩm, sự bất định đo đạc của người sử dụng không nên bị trừ đi từ các giá trị giới hạn dung sai trong tiêu chuẩn. Các giá trị độ cứng đo được nên được so sánh trực tiếp với các dung sai. Có thể có trường hợp ngoại lệ khi độ cứng của một sản phẩm phải rơi trong phạm vi xác định được đến mức độ cao của sự chắc chắn. Trong những trường hợp hiếm này, nên đạt được thỏa thuận đặc biệt giữa các bên liên quan trước khi sự bất định đo độ cứng được trừ đi từ các giới hạn dung sai. Trước khi có sự thỏa thuận này, kiến nghị rằng thiết kế sản phẩm kể đến sự xem xét các ảnh hưởng lượng trước được của vật liệu và hệ số luyện kim trong các sản phẩm khác nhau cũng như các giá trị bất định độ cứng công nghiệp.

X2.1.3 Phụ lục này không dùng sự bất định tại cấp chuẩn hóa tham khảo chính.

X2.2 Các phương trình

X2.2.1 Giá trị trung bình (AVG), \bar{H} , của một tập n phép đo độ cứng H_1, H_2, \dots, H_n được tính như sau:

$$AVG(H_1, H_2, \dots, H_n) = \bar{H} = \frac{H_1 + H_2 + \dots + H_n}{n} \quad (X2.1)$$

X2.2.2 Độ lệch chuẩn (STDEV) của một tập n phép đo độ cứng H_1, H_2, \dots, H_n được tính như sau:

$$STDEV(H_1, H_2, \dots, H_n) = \sqrt{\frac{(H_1 - \bar{H})^2 + \dots + (H_n - \bar{H})^2}{n - 1}} \quad (X2.2)$$

Trong đó \bar{H} là trung bình của một tập n phép đo độ cứng H_1, H_2, \dots, H_n như định nghĩa trong công thức X2.1.

X2.2.3 Giá trị tuyệt đối (ABS) của một số là độ lớn của giá trị không kể đến dấu, ví dụ:

$$ABS(0,12) = 0,12$$

$$ABS(-0,12) = 0,12$$

X2.3 Các yêu cầu chung

X2.3.1 Sự tiếp cận để xác định tính bất định giới thiệu trong phụ lục này xem xét không chỉ những bất định đi kèm với sự vận hành đo đạc chung của máy thí nghiệm độ cứng tương ứng với các tiêu chuẩn tham khảo. Những bất định vận hành này phản ánh sự

kết hợp của các yếu tố bất định riêng rẽ kết hợp với một số thành phần riêng rẽ của máy, như là hệ thống áp dụng lực và hệ thống đo chiều sâu của vết lõm. Bởi vậy, sự bất định kết hợp với các thành phần riêng rẽ của máy không được bao gồm trong tính toán. Bởi vì hướng tiếp cận này, điều quan trọng là mỗi thành phần riêng rẽ của máy hoạt động trong các dung sai. Điều này được kiến nghị mạnh mẽ rằng quy trình này được áp dụng chỉ sau khi vượt qua được các kiểm tra trực tiếp.

- X2.3.2 Quy trình đưa ra trong phụ lục này chỉ thích hợp chỉ khi máy độ cứng Rockwell đã qua các kiểm tra gián tiếp phù hợp với các quy trình và mục lục của tiêu chuẩn phương pháp thí nghiệm này.
- X2.3.3 Quy trình cho việc tính toán tính bất định của các giá trị đo đặc độ cứng Rockwell giống nhau cho cả hai loại máy chuẩn và máy thí nghiệm. Sự sai lệch chủ yếu là ở cấp độ của các khối thí nghiệm chuẩn thông thường được dùng cho kiểm tra gián tiếp. Nói chung, các máy chuẩn được kiểm tra sử dụng các tiêu chuẩn tham khảo chính, và máy thí nghiệm được chuẩn hóa sử dụng tiêu chuẩn tham khảo thứ cấp.
- X2.3.4 Để tính toán tính bất định tổng quát của các giá trị đo độ cứng Rockwell, phải kể đến sự đóng góp về bất định của các thành phần. Bởi vì rất nhiều tính bất định có thể phụ thuộc vào tỉ lệ độ cứng nhất định và cấp độ cứng, nên xác định một tính bất định đo riêng lẻ cho mỗi tỉ lệ độ cứng và cấp độ cứng quan tâm. Trong rất nhiều trường hợp, một giá trị bất định đơn lẻ có thể áp dụng cho một phạm vi các cấp độ cứng dựa trên kinh nghiệm thí nghiệm và hiểu biết về sự vận hành của máy độ cứng.
- X2.3.5 Nên xác định tính bất định đối với cấp nhà nước cao nhất của tiêu chuẩn tham khảo hoặc tiêu chuẩn tham khảo quốc gia của một nước khác. Trong một số trường hợp, mức độ cao nhất của tiêu chuẩn tham khảo có thể là tiêu chuẩn tham khảo thương mại.

X2.4 Quy trình chung

- X2.4.1 Quy trình này tính toán sự bất định chuẩn kết hợp u_c bằng cách kết hợp tính bất định của các thành phần cấu tạo u_1, u_2, \dots, u_n :

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + \dots + u_n^2} \quad (\text{X2.3})$$

- X2.4.2 Tính bất định đo đặc thường được biểu diễn như là tính bất định mở rộng U mà được tính toán bằng cách nhân tính bất định chuẩn kết hợp u_c với một hệ số bao k , như là:

$$U = k \times u_c \quad (\text{X2.4})$$

- X2.4.3 Hệ số bao được chọn mà phụ thuộc vào tính bất định chuẩn được xác định chính xác như thế nào (số lượng các phép đo), và mức độ bất định mong muốn. Cho tính toán này, sử dụng hệ số bao $k = 2$. Hệ số bao này cung cấp một mức độ chắc chắn xấp xỉ 95%.
- X2.4.4 Sai số đo B của máy độ cứng là sự sai khác giữa các giá trị độ cứng đo như được thể hiện trên máy độ cứng và giá trị độ cứng "thực" của vật liệu. Trường hợp lý tưởng, các sai số đo nên được chỉnh sửa. Khi một hệ thống thí nghiệm không được chỉnh đúng

cho các sai số đo, như thường xảy ra trong thí nghiệm độ cứng Rockwell, sai số sẽ góp phần vào sự bất định chung của phép đo. Có một số phương pháp có khả năng trong việc kết hợp các sai số trong tính toán tính bất định, mỗi một phương pháp đều có ưu và nhược điểm. Một phương pháp đơn giản và an toàn là kết hợp các sai số với sự tính toán tính bất định mở rộng:

$$U = ku_c + ABS(B)$$

Trong đó ABS(B) là giá trị tuyệt đối của sai số.

X2.4.5 Bởi vì có một số biện pháp có thể được sử dụng để đánh giá và biểu diễn tính bất định của phép đo, một miêu tả ngắn gọn của những gì mà các giá trị bất định đại diện nên được bao gồm với giá trị bất định ghi được.

X2.5 Nguồn gốc của sự bất định

X2.5.1 Phần này miêu tả các nguyên nhân của sự bất định trong phép đo độ cứng Rockwell và cung cấp các quy trình và công thức tính toán sự bất định tổng trong giá trị độ cứng. Trong phần sau, sẽ thể hiện sự đóng góp về tính bất định trong độ bất định tổng cho ba trường hợp miêu tả trong X2.1.2.

X2.5.2 Nguồn gốc của sự bất định được bàn luận là (1) máy độ cứng thiếu tính có thể lặp lại, (2) độ cứng không đồng đều của vật liệu khi thí nghiệm, (3) máy độ cứng thiếu tính có thể tái sản xuất, (4) độ phân giải của màn hình đo của máy độ cứng, và (5) tính bất định trong giá trị được chứng nhận của các tiêu chuẩn khối thí nghiệm. Một sự ước lượng về sai số đo và sự bao gồm vào tính bất định tổng sẽ được thảo luận.

X2.5.3 *Tính bất định do thiếu tính có thể lặp lại (U_{repeat}) và khi được kết hợp với tính không đồng đều ($U_{rep\&NU}$)* – Tính có thể lặp lại được của máy độ cứng chỉ rõ mức độ nó có thể tiếp tục sinh ra liên tục một giá trị độ cứng mỗi lần một phép đo được thực hiện. Tưởng tượng có một vật liệu, mà phân bố độ cứng là đều hoàn hảo trên suốt bề mặt của nó. Cũng tưởng tượng rằng phép đo độ cứng được tạo lặp lại trên vật liệu đồng đều trên suốt một thời gian ngắn mà không thay đổi các điều kiện thí nghiệm (bao gồm cả người vận hành). Mặc dù độ cứng thật của mỗi vị trí là chính xác như nhau, người ta tìm thấy rằng do các sai số ngẫu nhiên, mỗi giá trị đo có thể khác nhau với các giá trị đo khác (giả thiết đủ giải pháp đo). Vì vậy, sự thiếu khả năng có thể lặp lại ngăn cản máy độ cứng có thể đo được giá trị độ cứng thực của vật liệu, và do đó góp phần vào tính bất định của phép đo.

X2.5.3.1 Sự góp phần của sự thiếu tính có thể lặp lại của máy thí nghiệm vào tính bất định tổng được xác định khác nhau phụ thuộc vào liệu một giá trị đo đơn lẻ hay một giá trị trung bình của nhiều phép đo được báo cáo. Thêm vào đó, trong các trường hợp khi mà giá trị trung bình đo được dự tính là giá trị độ cứng trung bình của vật liệu thí nghiệm, tính đóng góp bất định do sự thiếu tính có thể lặp lại của máy thí nghiệm và sự không đồng đều trong độ cứng của vật liệu thí nghiệm khó có thể tách rời và phải được xác định cùng nhau. Sự đóng góp bất định cho mỗi trường hợp có thể được ước tính như sau.

X2.5.3.2 *Đo độ cứng đơn lẻ* - Cho phép đo độ cứng đơn lẻ trong tương lai, sự đóng góp bất định chuẩn U_{repeat} do sự thiếu tính có thể lặp lại có thể được ước tính bằng độ lệch

chuẩn của các giá trị từ một số phép đo độ cứng thực hiện trên mẫu thí nghiệm đồng đều là:

$$u_{Repeat} = STDEV(H_1, H_2, \dots, H_n) \quad (X2.6)$$

Trong đó H_1, H_2, \dots, H_n là n giá trị độ cứng. Nói chung, sự ước lượng tính lặp lại sẽ được cải thiện khi số lượng phép đo độ cứng tăng. Thông thường, các giá trị độ cứng đo được trong suốt quá trình kiểm tra gián tiếp thường cung cấp một sự ước lượng đầy đủ của u_{repeat} ; tuy nhiên, các Chú thích trong phần Chú thích X2.6 cần được xem xét. Có thể thích hợp hơn cho người sử dụng để xác định một giá trị u_{repeat} bằng cách tạo các phép đo gần nhau (trong các giới hạn về khoảng cách) trên một vật liệu đồng đều, như là một khối thí nghiệm.

Chú thích X2.5 – Sự bất định u_{repeat} do sự thiếu tính có thể lặp lại của máy thí nghiệm như đã bàn luận ở trên, không nên bị lẫn với “tính có thể lặp lại” được định nghĩa trước đó mà là một yêu cầu cần phải thỏa mãn như là một phần của quá trình kiểm tra gián tiếp (xem 13.2). Các tính toán của sự bất định u_{repeat} và của tính có thể lặp lại định nghĩa trước đó không đưa ra cùng một giá trị. Sự bất định u_{repeat} là sự đóng góp vào sự bất định tổng của giá trị đo độ cứng do máy thiếu tính có thể lặp lại được, trong khi tính có thể lặp lại được định nghĩa trước đó là phạm vi của các giá trị độ cứng đo được trong một quá trình kiểm tra gián tiếp.

Chú thích X2.6 – Tất cả các vật liệu đều thể hiện một mức độ nào đó về tính không đồng đều trên bề mặt thí nghiệm. Bởi vậy, ước tính ở trên về sự đóng góp bất định bởi sự thiếu tính có thể lặp lại cũng phải bao gồm một sự góp phần do sự không đồng đều của vật liệu được đo. Khi ước tính khả năng có thể lặp lại như bàn luận ở trên, bất cứ sự bất định góp vào do sự không đồng đều về độ cứng nên được giảm hết mức tối thiểu. Thí nghiệm phải được Chú thích rằng, nếu phép đo tính có thể lặp dựa trên các thí nghiệm trên suốt bề mặt của vật liệu, các giá trị lặp lại sẽ giống như bao gồm một bất định đáng kể do tính không đồng đều của vật liệu. Khả năng có thể lặp của một máy được ước lượng tốt hơn bằng các phép đo độ cứng gần sát nhau (nằm trong các giới hạn về khoảng cách).

X2.5.3.3 Trung bình của nhiều phép đo – Khi trung bình của nhiều giá trị thí nghiệm độ cứng được báo cáo, độ đóng góp bất định chuẩn u_{Repeat} do sự thiếu tính có thể lặp lại của máy độ cứng, có thể được ước lượng bằng cách chia độ đóng góp bất định chuẩn u_{repeat} (được tính toán trước từ một số phép đo độ cứng trên một mẫu thí nghiệm đồng đều, xem X2.5.3.1) với căn bậc hai của số các giá trị độ cứng được lấy trung bình, như sau:

$$u_{Repeat} = \frac{u_{repeat}}{\sqrt{n_T}} \quad (X2.7)$$

Trong đó u_{repeat} được tính toán bằng phương trình X2.6 và n_T là số giá trị độ cứng đơn lẻ được lấy trung bình.

X2.5.3.4 Tính toán độ cứng vật liệu – Các phép đo độ cứng thường được thực hiện tại một số vị trí và một số giá trị được lấy trung bình để xác định giá trị độ cứng trung bình cho toàn bộ vật liệu. Ví dụ, điều này có thể thực hiện khi thực hiện đo kiểm soát chất lượng trong suốt quá trình sản xuất các loại sản phẩm; khi xác định “lỗi” như là một phần của kiểm tra gián tiếp, và khi đo tham chiếu khối thí nghiệm. Bởi vì tất cả các loại vật liệu biểu thị một mức độ nào đó về tính không đồng đều của độ cứng trên suốt bề

mặt thí nghiệm, sự mở rộng của tính không đồng đều của vật liệu cũng góp phần tới độ bất định của tính toán này của giá trị trung bình độ cứng của vật liệu. Khi giá trị trung bình của các giá trị độ cứng được tính toán như là một tính toán độ cứng trung bình của một vật liệu hay sản phẩm, có thể nên ghi độ bất định của giá trị này tương ứng với giá trị độ cứng thật của vật liệu. Trong trường hợp này, sự đóng góp vào độ bất định do tính thiếu khả năng lặp lại của máy thí nghiệm và sự không đồng đều trong vật liệu thí nghiệm có thể được tính toán từ “độ lệch chuẩn của giá trị trung bình” của các giá trị đo độ cứng. Điều này được tính toán như là độ lệch chuẩn của các giá trị độ cứng chia cho căn bậc hai của số lượng các phép đo, như sau:

$$u_{Re\ p\&NU} = \frac{STDEV(H_{T1}, H_{T2}, \dots, H_{Tn})}{\sqrt{n_T}} \quad (X2.8)$$

Trong đó $H_{T1}, H_{T2}, \dots, H_{Tn}$ là n_T giá trị đo

X2.5.4 Độ bất định do thiếu khả năng tái sản xuất (u_{Reprod}) – Sự thay đổi ngày qua ngày trong vận hành của máy thí nghiệm được biết đến như là mức độ tái sản xuất của nó. Các thay đổi như các thao tác khác nhau và thay đổi trên môi trường thí nghiệm thường ảnh hưởng tới thao tác của máy thí nghiệm độ cứng. Mức độ tái sản xuất được xác định tốt nhất bằng cách theo dõi thao tác của máy trên một khoảng thời gian dài mà máy thí nghiệm phải chịu sự thay đổi cực hạn của các thông số thí nghiệm. Điều quan trọng là máy thí nghiệm phải ở trong tầm kiểm soát trong quá trình đánh giá về sự tái sản xuất. Nếu máy thí nghiệm ở trong tình trạng cần được bảo dưỡng hoặc vận hành không đúng, không thể tính toán được sự thiếu khả năng tái sản xuất.

X2.5.5 Đánh giá về sự thiếu khả năng tái sản xuất của máy thí nghiệm độ cứng phải trên cơ sở đo theo dõi định kỳ của máy, như là đo kiểm tra hàng ngày thực hiện trên cùng một khối thí nghiệm trong một thời gian. Độ đóng góp bất định có thể được dự tính bằng độ lệch chuẩn của giá trị trung bình của mỗi một tập các giá trị theo dõi, như sau:

$$u_{Re\ prod} = STDEV(M_1, M_2, \dots, M_n) \quad (X2.9)$$

Trong đó M_1, M_2, \dots, M_n là các giá trị trung bình của mỗi một tập hợp n giá trị đo theo dõi.

Chú thích X2.7 – Độ đóng góp bất định do sự thiếu khả năng tái sản xuất, như được tính toán trong công thức X2.9, cũng bao gồm sự đóng góp do sự thiếu khả năng lặp lại và sự không đồng đều hoặc sự theo dõi khối thí nghiệm; tuy nhiên, những đóng góp này được dựa trên trung bình của nhiều giá trị đo và không nên đánh giá quá nhiều tính bất định của sự tái sản xuất.

X2.5.6 Tính bất định do độ phân giải của màn hình hiển thị độ cứng đo (u_{Resol}) – Độ phân giải hữu hạn của màn hình hiển thị giá trị số liệu độ cứng ngăn cản các máy độ cứng cung cấp các giá trị độ cứng chính xác tuyệt đối. Tuy nhiên, ảnh hưởng của độ phân giải hiển thị đến tính bất định đo thường chỉ quan trọng nếu độ phân giải hiển thị độ cứng không tốt hơn 0.5 đơn vị độ cứng Rockwell, như là trong một số hiển thị bấm. Sự đóng góp bất định u_{Resol} , do ảnh hưởng của độ phân giải hiển thị, có thể được miêu tả như sự phân bố hình chữ nhật và được tính như sau:

$$u_{Re.sol} = \frac{r/2}{\sqrt{3}} = \frac{r}{\sqrt{12}} \quad (X2.10)$$

Trong đó r là sự phân giải giới hạn mà giá trị độ cứng có thể dự tính được từ việc hiển thị đo tính theo đơn vị Rockwell.

X2.5.7 Tính bất định chuẩn trong giá trị độ cứng trung bình được chứng nhận của khối thí nghiệm tham khảo (u_{RefBlk}) – Các khối thí nghiệm tham khảo cung cấp đường dẫn tới tiêu chuẩn Rockwell mà có thể truy nguyên. Chứng nhận đi kèm với các khối thí nghiệm chuẩn cung cấp một độ bất định trong giá trị được chứng nhận, và nên chỉ ra từ tiêu chuẩn Rockwell nào mà giá trị khối thí nghiệm tham khảo được truy nguyên. Độ bất định này đóng góp vào độ bất định đo đạc của các máy độ cứng được đo tham khảo hoặc kiểm tra với các khối thí nghiệm tham khảo. Chú thích rằng độ bất định báo cáo trong các chứng nhận của khối thí nghiệm tham khảo thường được đưa ra như là tính bất định mở rộng. Như chỉ ra trong Công thức X2.4, độ bất định mở rộng được tính toán bằng cách nhân độ bất định chuẩn với một hệ số bao (thường là 2). Tính toán này dùng độ bất định chuẩn và không dùng giá trị bất định mở rộng. Vì vậy, giá trị bất định do tính bất định trong giá trị được chứng nhận của khối thí nghiệm tham khảo có thể thường được tính như sau:

$$u_{Re.fBlk} = \frac{U_{Re.fBlk}}{k_{Re.fBlk}} \quad (X2.11)$$

Trong đó U_{RefBlk} là độ bất định mở rộng được báo cáo của giá trị được chứng nhận, và k_{RefBlk} là hệ số bao được dùng để tính độ bất định trong các giá trị được chứng nhận của các chuẩn tham khảo (thường là 2).

X2.5.8 Sai số đo (B) – Sai số đo là sự khác lệch giữa các giá trị đo độ cứng bằng máy thí nghiệm và giá trị độ cứng “thực” của vật liệu. Sai số đo B có thể được ước tính bằng “lỗi” được xác định như là một phần của quá trình kiểm tra gián tiếp:

$$B = \bar{H} - \bar{H}_{Re.fBlk} \quad (X2.12)$$

Trong đó \bar{H} là giá trị trung bình độ cứng khi được đo bằng máy thí nghiệm trong suốt quá trình kiểm tra gián tiếp, và $\bar{H}_{Re.fBlk}$ là giá trị độ cứng trung bình được chứng nhận của tiêu chuẩn khối thí nghiệm tham khảo được dùng trong kiểm tra gián tiếp.

X2.6 Quy trình cho độ bất định tính toán: Kiểm tra gián tiếp

X2.6.1 Như là một phần của kiểm tra gián tiếp, “lỗi” của máy thí nghiệm được xác định từ giá trị trung bình của các phép đo thực hiện trên một khối thí nghiệm tham khảo (xem 13.2). Giá trị này cung cấp một dấu hiệu về mức độ mà máy thí nghiệm có thể đo được độ cứng “thật” của vật liệu. Bởi vì luôn có sự bất định trong phép đo độ cứng, kéo theo rằng luôn phải có sự bất định trong quá trình xác định giá trị trung bình của các phép đo, và do đó phải xác định “lỗi” của máy. Phần này cung cấp một quy trình mà có thể dùng, ví dụ bởi một hãng đo tham khảo chuyên ngành, để xác định tính độ bất định U_{Mach} trong “lỗi” đo của máy thí nghiệm được xác định như là sự sai khác giữa giá trị trung bình của các giá trị đo và giá trị được chứng nhận của khối tham khảo dùng trong kiểm tra.

X2.6.2 Sự đóng góp cho độ bất định chuẩn của “lỗi” đo u_{Mach} là (1) $u_{Rep\&NU}$, (Ref. Block), độ bất định do thiếu khả năng lặp lại của máy thí nghiệm kết hợp với độ bất định do tính không đồng đều của khối thí nghiệm tham khảo (Công thức X2.8), mà được xác định từ các phép đo độ cứng thực hiện trên một khối thí nghiệm tham khảo để xác định “lỗi” của máy đo độ cứng, (2) u_{Resol} , độ bất định do độ phân giải hiển thị của máy thí nghiệm độ cứng (Công thức X2.10), và (3) u_{RefBlk} , độ bất định chuẩn trong giá trị được chứng nhận của khối thí nghiệm tham khảo (Công thức X2.11). Ký hiệu (Ref. Block) được thêm vào ký hiệu $u_{Rep\&NU}$ để làm rõ rằng độ bất định được xác định từ các phép đo thực hiện trên các khối tham khảo sử dụng trong kiểm tra gián tiếp.

X2.6.3 Sự kết hợp độ bất định chuẩn u_{Mach} và độ bất định mở rộng U_{Mach} được tính toán bằng cách kết hợp các thành phần bất định thích hợp miêu tả ở trên cho mỗi cấp độ cứng của mỗi tỉ lệ Rockwell như sau:

$$u_{Mach} = \sqrt{u_{Rep\&NU}^2 (Ref. Block) + u_{Resol}^2 + u_{RefBlk}^2} \quad (X2.13)$$

Và

$$U_{Mach} = k u_{Mach} \quad (X2.14)$$

X2.6.4 Với phép tính này, một hệ số bao $k = 2$ nên được sử dụng. Hệ số bao này cung cấp một mức độ chắc chắn xấp xỉ khoảng 95%.

Chú thích X2.8 – Độ đóng góp bất định u_{Mach} như được tính toán trong Công thức X2.13 không bao gồm một đóng góp nào do sự thiếu khả năng có thể lặp lại của máy thí nghiệm. Điều này do người ta giả thiết rằng kiểm tra gián tiếp được thực hiện khi máy thí nghiệm đang thao tác tại mức vận hành tối ưu với các điều kiện môi trường tốt nhất có thể.

Chú thích X2.9 – Độ bất định mở rộng U_{Mach} sẽ thông thường lớn hơn giá trị của “lỗi” máy thí nghiệm độ cứng.

X2.6.5 *Báo cáo độ bất định đo* – Độ bất định mở rộng U_{Mach} có thể được báo cáo bởi hãng kiểm tra cho các khách hàng như là một chỉ dẫn của độ bất định trong “lỗi” máy đo độ cứng mà được báo cáo như là một phần của quá trình kiểm tra gián tiếp máy thí nghiệm độ cứng Rockwell. Giá trị U_{Mach} nên được bổ xung với một phát biểu định nghĩa về những tỉ lệ Rockwell và cấp độ cứng áp dụng độ bất định, với một trình bày giải thích như là “Độ bất định mở rộng của “lỗi” máy đo độ cứng, mà được báo cáo như là một phần của quá trình kiểm tra gián tiếp cho tỉ lệ Rockwell hoặc cấp độ cứng được chỉ ra máy thí nghiệm độ cứng, là ứng với các tiêu chuẩn tham khảo độ cứng Rockwell được duy trì tại(ví dụ NIST), và đã được tính toán phù hợp với Phụ lục X2 của ASTM E18 với hệ số bao bằng 2 đại diện cho mức độ chắc chắn xấp xỉ 95%”.

X2.6.6 Giá trị bất định chuẩn u_{Mach} có thể sử dụng như một độ đóng góp bất định khi xác định độ bất định đo của các phép đo tương lai được thực hiện với máy đo độ cứng (xem X2.7 và X2.8).

X2.6.7 *Ví dụ X2.1* – Như là một phần của quá trình kiểm tra gián tiếp của một máy đo độ cứng Rockwell, một hãng kiểm tra cần báo cáo một ước tính về độ bất định của “lỗi” máy thí nghiệm. Với ví dụ này, một ước tính sẽ chỉ được thực hiện cho các phép đo thực hiện trên phạm vi thấp của tỉ lệ HRC. Máy đo độ cứng có màn hình số với độ phân giải

0.1HRC. Hãng thực hiện năm phép đo kiểm tra trên phạm vi thấp của khối độ cứng HRC. Giá trị chứng nhận được báo cáo của khối thí nghiệm tham khảo là 25.7HRC với độ bất định mở rộng $U_{RefBlk} = 0.45HRC$. Năm giá trị phép đo kiểm tra là 25.4, 25.3, 25.5, 25.3, 25.7HRC, dẫn đến giá trị trung bình là 25.44HRC, giá trị tính lặp lại (phạm vi) là 0.4HRC và một "lỗi" -0.26HRC. Bởi vậy:

$$u_{Re\ p\&NU} (Re\ f.\ Block) = \frac{SDTDEV(25.4, 25.3, 25.5, 25.3, 25.7)}{\sqrt{5}}$$

$$\text{hoặc } u_{Re\ p\&NU} (Re\ f.\ Block) = 0.075HRC$$

$$u_{Re\ sol} = \frac{0.1}{\sqrt{12}} = 0.029HRC$$

$$u_{Re\ fBlk} = \frac{0.45}{2} = 0.225HRC$$

$$\text{Vì vậy, } u_{Mach} = \sqrt{0.075^2 + 0.029^2 + 0.225^2} = 0.239HRC$$

$$U_{Mach} = (2 \times 0.239) = 0.48HRC$$

Bởi vậy, độ bất định trong "lỗi" -0.26HRC của máy độ cứng là 0.48HRC. Mặc dù tính toán này đã được thực hiện trên vật liệu có độ cứng xấp xỉ 25HRC, độ bất định có thể được xem xét để áp dụng cho toàn phạm vi thấp của tỉ lệ HRC. Tính toán này phải được thực hiện cho tỉ lệ HRC phạm vi trung bình và cao, cũng như các phạm vi của các tỉ lệ độ cứng khác mà được kiểm tra.

Chú thích X2.10 – Người đọc phải nhận thức được rằng trong tính toán giá trị bất định cuối cùng trong tất cả các ví dụ của phần phụ lục này, không thực hiện làm tròn số liệu giữa các bước. Kết quả là, nếu các phương trình riêng rẽ được giải sử dụng các giá trị làm tròn mà được đưa ra tại mỗi bước của ví dụ này, một số kết quả tính toán có thể sai khác về giá trị ở chữ số thập phân cuối cùng trong các kết quả.

X2.7 Quy trình tính toán độ bất định: Các giá trị đo độ cứng Rockwell

X2.7.1 Độ bất định U_{Meas} trong giá trị độ cứng đo được bởi một người sử dụng có thể được coi là một dấu hiệu thể hiện mức độ đồng nhất giá trị đo được và giá trị "thực" của độ cứng vật liệu.

X2.7.2 *Giá trị đo riêng lẻ* - Khi độ bất định đo của một giá trị đo độ cứng là được xác định, sự đóng góp vào độ bất định chuẩn u_{Meas} là (1) u_{Repeat} , độ bất định do máy thí nghiệm thiếu khả năng có thể lặp lại (Công thức X2.6), (2) u_{Reprod} độ đóng góp bất định do thiếu khả năng tái sản xuất (Công thức X2.9), (3) u_{Resol} , độ bất định do sự phân giải hiển thị máy đo độ cứng (Công thức X2.10), và (4) u_{Mach} , độ bất định trong việc xác định "lỗi" của máy độ cứng (Công thức X2.13). Độ bất định chuẩn kết hợp u_{Meas} được tính toán bằng cách kết hợp các thành phần bất định thích hợp được miêu tả ở trên cho các cấp độ cứng và tỉ lệ Rockwell thích hợp:

$$u_{Meas} = \sqrt{u_{Re\ peat}^2 + u_{Re\ prod}^2 + u_{Re\ sol}^2 + u_{Mach}^2} \quad (X2.15)$$

X2.7.3 *Giá trị đo trung bình* – Trong trường hợp độ bất định đo đặc được xác định cho giá trị trung bình của nhiều phép đo độ cứng, thực hiện trên cùng một vật thí nghiệm hoặc nhiều vật thí nghiệm, sự đóng góp vào độ bất định chuẩn u_{Meas} là (1) $u_{Re\ peat}$ độ bất định do máy thí nghiệm thiếu khả năng có thể lặp lại dựa trên giá trị trung bình của nhiều

phép đo (Công thức X2.7), (2) u_{Reprod} độ đóng góp bất định do thiếu khả năng tái sản xuất (Công thức X2.9), (3) u_{Resol} , độ bất định do sự phân giải hiển thị máy đo độ cứng, và (4) u_{Mach} , độ bất định trong việc xác định “lỗi” của máy đo độ cứng (Công thức X2.13). Độ bất định chuẩn kết hợp u_{Meas} được tính toán bằng cách kết hợp các thành phần bất định thích hợp được miêu tả ở trên cho các cấp độ cứng và tỉ lệ Rockwell thích hợp:

$$u_{Meas} = \sqrt{u_{Re\ peat}^2 + u_{Re\ prod}^2 + u_{Re\ sol}^2 + u_{Mach}^2} \quad (X2.16)$$

X2.7.4 Độ bất định đo thảo luận ở trên cho các giá trị độ cứng đơn lẻ và giá trị độ cứng trung bình chỉ biểu diễn các bất định của tiến trình đo và là độc lập với bất cứ tính không đồng đều của vật liệu thí nghiệm.

X2.7.5 *Giá trị đo trung bình như là một ước tính của độ cứng vật liệu trung bình* – Các phòng thí nghiệm và các nhà máy sản xuất thường đo độ cứng Rockwell của một mẫu hoặc sản phẩm với mục đích xác định độ cứng trung bình của vật liệu thí nghiệm. Mặc dù các phép đo độ cứng được thực hiện trên suốt bề mặt vật thí nghiệm, và sau đó trung bình các giá trị độ cứng được báo cáo như là một ước tính của độ cứng trung bình của vật liệu. Ưu tiên báo cáo độ bất định như là một chỉ dẫn về mức độ mà giá trị đo trung bình biểu thị được giá trị độ cứng thật của vật liệu, thì sự đóng góp vấp độ bất định chuẩn là (1) $u_{Rep\&NU}$, (Material), độ bất định do thiếu khả năng lặp lại của máy thí nghiệm kết hợp với độ bất định do tính không đồng đều của vật liệu (Công thức X2.8), mà được xác định từ các phép đo độ cứng trên vật liệu thí nghiệm, (2) u_{Reprod} độ đóng góp bất định do thiếu khả năng tái sản xuất (Công thức X2.9), (3) u_{Resol} , độ bất định do sự phân giải hiển thị máy đo độ cứng (Công thức X2.10), và (4) u_{Mach} , độ bất định trong việc xác định “lỗi” của máy đo độ cứng (Công thức X2.13). Ký hiệu (Material) thêm vào ký hiệu $u_{Rep\&NU}$ để làm rõ rằng độ bất định được xác định từ các phép đo thực hiện trên vật liệu dưới thí nghiệm. Độ bất định chuẩn kết hợp u_{Meas} được tính toán bằng cách kết hợp các thành phần bất định thích hợp được miêu tả ở trên cho các cấp độ cứng và tỉ lệ Rockwell thích hợp:

$$u_{Meas} = \sqrt{u_{Re\ p\&NU}^2 (Material) + u_{Re\ prod}^2 + u_{Re\ sol}^2 + u_{Mach}^2} \quad (X2.17)$$

X2.7.6 Khi báo cáo độ bất định như là một chỉ dẫn về mức độ mà giá trị đo trung bình biểu thị được giá trị độ cứng thật của vật liệu, điều quan trọng là phải đảm bảo rằng một số lượng đủ các phép đo được thực hiện ở những vị trí thí nghiệm thích hợp để cung cấp một mẫu thích hợp của bất cứ biến số nào của độ cứng vật liệu.

X2.7.7 Độ bất định mở rộng U_{Meas} được tính với ba trường hợp bàn luận ở trên như sau:

$$U_{Meas} = k u_{Meas} + ABS(B) \quad (X2.18)$$

Với tính toán này, một hệ số bao $k=2$ nên được dùng. Hệ số bao cung cấp một mức độ chắc chắn xấp xỉ 95%.

X2.7.8 *Báo cáo độ bất định đo*

X2.7.8.1 *Các giá trị đo đơn lẻ và trung bình* – Nếu giá trị đo báo cáo là cho thí nghiệm độ cứng riêng lẻ hoặc trung bình của nhiều thí nghiệm độ cứng, thì giá trị U_{Meas} nên được

bổ xung với một chú thích giải thích như là, “Độ bất định đo mở rộng của giá trị độ cứng báo cáo (hoặc giá trị độ cứng trung bình), là ứng với các tiêu chuẩn tham khảo độ cứng Rockwell được duy trì tại _____ (ví dụ NIST), và đã được tính toán phù hợp với Phụ lục X2 của ASTM E18 với hệ số bao bằng 2 đại diện cho mức độ chắc chắn xấp xỉ 95%”.

X2.7.8.2 *Giá trị đo trung bình như là một ước tính của độ cứng vật liệu trung bình* – Khi cần thiết phải báo cáo độ bất định như là một chỉ dẫn về mức độ mà giá trị đo trung bình biểu thị được giá trị độ cứng thật của vật liệu, thì giá trị U_{Meas} nên được bổ xung với một chú thích giải thích như là “Độ bất định mở rộng của giá trị độ cứng trung bình báo cáo của vật liệu dưới thí nghiệm được dựa vào sự đóng góp bất định từ quá trình đo và từ sự không đồng đều độ cứng của vật liệu. Độ bất định là ứng với các tiêu chuẩn tham khảo độ cứng Rockwell được duy trì tại _____ (ví dụ NIST), và đã được tính toán phù hợp với Phụ lục X2 của ASTM E18 với hệ số bao bằng 2 đại diện cho mức độ chắc chắn xấp xỉ 95%”. Nếu báo cáo thí nghiệm không chú giải số lượng của các phép đo mà được lấy trung bình và các vị trí mà các phép đo được thực hiện, thì những thông tin này nên được bao gồm như là một giải thích ngắn gọn về cách xác định độ bất định.

X2.7.8.3 *Ví dụ X2.2* – Với ví dụ này, một công ty thí nghiệm sản phẩm của họ bằng cách tạo 6 phép đo độ cứng Rockwell trên suốt bề mặt của nó như là một cách ước lượng độ cứng sản phẩm. Máy độ cứng có hiển thị kỹ thuật số mà được nhận định có độ phân giải đọc là 0.5HRC. Các giá trị độ cứng của sản phẩm là 33, 31.5, 31.5, 32, 31, 32.5, dẫn đến giá trị trung bình là 31.92HRC. Bộ phận thí nghiệm muốn xác định độ bất định đo trong giá trị độ cứng trung bình. Độ cứng 31.92HRC thì gần với phạm vi thấp của tỉ lệ HRC (xem Bảng 17). Kiểm tra gián tiếp cuối cùng của phạm vi thấp của tỉ lệ HRC đã báo cáo $U_{Mach} = 0.8HRC$ và một “lỗi” $-0.3HRC$. Bởi vậy:

$$u_{Re\ p\ \&\ NU}(Material) = \frac{STDEV(33,31.5,31.5,32,31,32.5)}{\sqrt{6}} \text{ hoặc}$$

$$u_{P\ Re\ p\ \&\ NU}(Material) = 0.300HRC$$

Với ví dụ này, giả thiết rằng máy độ cứng đã được theo dõi trong khoảng thời gian đầu và từ Công thức X2.9, nó được xác định rằng $u_{Reprod} = 0.21HRC$ cho phạm vi thấp của tỉ lệ HRC. Các đóng góp bất định khác được tính như sau:

$$u_{Re\ sol} = \frac{0.5}{\sqrt{12}} = 0.144HRC \text{ và}$$

$$u_{Mach} = \frac{0.8}{2} = 0.4HRC, \text{ bởi vậy}$$

$$u_{Meas} = \sqrt{0.300^2 + 0.21^2 + 0.144^2 + 0.4^2} = 0.561HRC$$

Và bởi $B = -0.3HRC$, $U_{Meas} = (2 \times 0.561) + ABS(-0.3)$, hoặc $U_{Meas} = 1.42HRC$ cho giá trị trung bình của các phép đo độ cứng thực hiện trên một sản phẩm đơn lẻ.

X2.8 Quy trình cho độ bất định tính toán: giá trị chứng nhận của các khối thí nghiệm chuẩn

X2.8.1 Các phòng thí nghiệm chuẩn tham gia trong công tác đo tham khảo của các khối thí nghiệm tham khảo phải xác định độ bất định trong giá trị chứng nhận được báo cáo.

Độ bất định này U_{Cert} cung cấp một chỉ dẫn về mức độ mà giá trị chứng nhận biểu thị được giá trị độ cứng thật trung bình của khối thí nghiệm.

X2.8.2 Các khối thí nghiệm được chứng nhận có giá trị độ cứng trung bình dựa trên các phép đo tham khảo thực hiện trên suốt bề mặt của khối thí nghiệm. Tính toán này là rất giống với tính toán cho trong 7.1 để đo độ cứng trung bình của một sản phẩm. Trong trường hợp này, sản phẩm là một khối thí nghiệm tham khảo được đo tham khảo. Các đóng góp vào độ bất định chuẩn u_{Cert} của giá trị trung bình được chứng nhận của khối thí nghiệm là (1) $u_{Rep\&NU}$ (Calib.Block), độ bất định do thiếu khả năng lặp lại của máy thí nghiệm kết hợp với độ bất định do tính không đồng đều của khối đo tham khảo (Công thức X2.8), mà được xác định từ các phép đo tham khảo trên khối thí nghiệm, (2) u_{Reprod} độ đóng góp bất định do thiếu khả năng tái sản xuất (Công thức X2.9), (3) u_{Resol} , độ bất định do sự phân giải hiển thị máy chuẩn (Công thức X2.10), và (4) u_{Mach} , độ bất định trong việc xác định “lỗi” của máy độ cứng (Công thức X2.13). Ký hiệu (Calib.Block) thêm vào ký hiệu $u_{Rep\&NU}$ để làm rõ rằng độ bất định được xác định từ các phép đo tham khảo trên các khối tham khảo.

X2.8.3 Độ bất định chuẩn kết hợp u_{Cert} , và độ bất định mở rộng U_{Cert} được tính toán bằng cách kết hợp các thành phần bất định thích hợp được miêu tả ở trên cho các cấp độ cứng và tỉ lệ Rockwell thích hợp:

$$u_{Cert} = \sqrt{u_{Rep\&NU}^2 (Calib.Block) + u_{Reprod}^2 + u_{Resol}^2 + u_{Mach}^2} \quad (X2.19)$$

Và

$$U_{Cert} = k u_{Cert} + ABS(B) \quad (X2.20)$$

X2.8.4 Với tính toán này, một hệ số bao $k=2$ nên được dùng. Hệ số bao cung cấp một mức độ chắc chắn xấp xỉ 95%.

X2.8.5 **Báo cáo độ bất định đo** – Giá trị U_{Cert} là một ước tính của độ bất định trong giá trị độ cứng trung bình được chứng nhận của một khối thí nghiệm tham khảo. Giá trị được báo cáo nên được bổ xung với chú thích định nghĩa tỉ lệ Rockwell và cấp độ cứng nào mà độ bất định được áp dụng, với một chú thích giải thích như là “Độ bất định mở rộng trong giá trị chứng nhận của khối thí nghiệm là ứng với các tiêu chuẩn tham khảo độ cứng Rockwell được duy trì tại(ví dụ NIST), và đã được tính toán phù hợp với Phụ lục X2 của ASTM E18 với hệ số bao bằng 2 đại diện cho mức độ chắc chắn xấp xỉ 95%”.

X2.8.6 **Ví dụ X2.3** – Một phòng thí nghiệm khối thí nghiệm chuẩn thứ cấp đã hoàn thành phép đo tham khảo của một khối thí nghiệm trong phạm vi độ cứng 40HRC. Các giá trị đo tham khảo của khối là 40.61, 40.72, 40.65, 40.61 và 40.55HRC, dẫn đến giá trị trung bình 40.63HRC và một phạm vi có thể lặp lại được E18 là 0.17HRC. Phòng thí nghiệm phải xác định độ bất định trong giá trị độ cứng trung bình được chứng nhận của khối. Độ cứng 40HRC được xem là trong phạm vi trung bình của tỉ lệ HRC (xem Bảng 17). Kiểm tra gián tiếp cuối cùng của phạm vi trung bình của tỉ lệ HRC đã báo cáo $U_{Mach} = 0.16HRC$ và một “lỗi” +0.11HRC. Máy thí nghiệm có hiển thị kỹ thuật số với độ phân giải 0.01HRC. Bởi vậy:

$$u_{\text{Re } p\&NU}(\text{Calip. Block}) = \frac{STDEV(40.61, 40.72, 40.65, 40.61, 40.55)}{\sqrt{5}} \text{ hoặc}$$

$$u_{\text{Re } p\&NU}(\text{Calip. Block}) = 0.028HRC$$

Với ví dụ này, giả thiết rằng máy chuẩn đã được theo dõi trong khoảng thời gian dài và từ Công thức X2.9, nó được xác định rằng $u_{\text{Reprod}} = 0.125HRC$ cho phạm vi trung bình của tỉ lệ HRC. Các đóng góp bất định khác được tính như sau:

$$u_{\text{Resol}} = \frac{0.01}{\sqrt{12}} = 0.003HRC \text{ và}$$

$$u_{\text{Mach}} = \frac{0.16}{2} = 0.08HRC \text{ bởi vậy,}$$

$$u_{\text{Cert}} = \sqrt{0.028^2 + 0.125^2 + 0.003^2 + 0.08^2} = 0.151HRC$$

Và bởi $B = 0.11HRC$, $U_{\text{Cert}} = (2 \times 0.151) + \text{ABS}(+0.11)$, hoặc $U_{\text{Cert}} = 0.41HRC$ cho giá trị độ cứng chứng nhận của khối thí nghiệm đo tham khảo đơn lẻ.

TỔNG KẾT CÁC SỰ THAY ĐỔI

Hội đồng E28 đã xác định vị trí của sự thay đổi được lựa chọn cho tiêu chuẩn này từ ấn bản mới nhất E18-03^{e1} mà có thể ảnh hưởng tới sự sử dụng của tiêu chuẩn này. (Được chấp thuận 1/2/2005).

- Chú thích 2 – chỉnh sửa
- Mục 3.1.2.1 - chỉnh sửa
- Mục 3.1.2.2 - chỉnh sửa
- Mục 3.1.3 - chỉnh sửa
- Mục 5.3.1 - chỉnh sửa
- Mục 5.3.2 – bỏ
- Mục 5.3.3 – bỏ
- Mục 7.6.2 - chỉnh sửa
- Mục 10 - chỉnh sửa
- Bảng 16 – thêm vào
- Chú thích 7 - chỉnh sửa
- Chú thích 5 – thêm vào

ASTM International không chịu trách nhiệm về tính pháp lý của bất cứ bản quyền nào liên quan tới các hạng mục được đề cập trong tiêu chuẩn này. Người sử dụng tiêu chuẩn này được kiến nghị rõ ràng rằng sự xác định tính hợp lệ của những bản quyền này, và sự rủi ro khi xâm phạm bản quyền là trách nhiệm của chính họ.

Tiêu chuẩn này được chỉnh sửa bất cứ lúc nào bởi một hội đồng kỹ thuật có trách nhiệm và phải được thẩm tra kỹ 5 năm một lần và nếu không được chỉnh sửa thì nó được chấp thuận lại hoặc là bị loại bỏ. Những ý kiến của bạn được chào đón hoặc trong bản chỉnh sửa của tiêu chuẩn này hoặc cho tiêu chuẩn bổ xung và nên được gửi đến Văn phòng ASTM International. Những ý kiến của bạn sẽ được xem xét một cách kỹ lưỡng tại cuộc họp của hội đồng kỹ thuật có trách nhiệm mà bạn có thể tham gia. Nếu bạn cảm thấy rằng những ý kiến của bạn không được lắng nghe một cách công bằng, bạn nên đưa ý kiến của bạn lên Hội đồng tiêu chuẩn ASTM tại địa chỉ bên dưới.

Tiêu chuẩn này thuộc bản quyền của ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United State. Các chế bản riêng lẻ (một hay nhiều bản) của tiêu chuẩn này có thể có bằng cách liên lạc với ASTM tại địa chỉ trên hoặc tại 610-832-9585 (phone) 610-832-9555 (fax), hoặc service@astm.org (email); hoặc qua trang web (www.astm.org).