

Bài 6	KIỂM TRA ĐỘ CỨNG BRINELL	Thời lượng
-------	---------------------------------	------------

[Mục đích]

1. Biết được nguyên lý hoạt động và cách sử dụng của máy đo độ cứng Brinell, tiến hành đo độ cứng của các vật liệu kim loại như thép đúc, đồng thau, v.v...

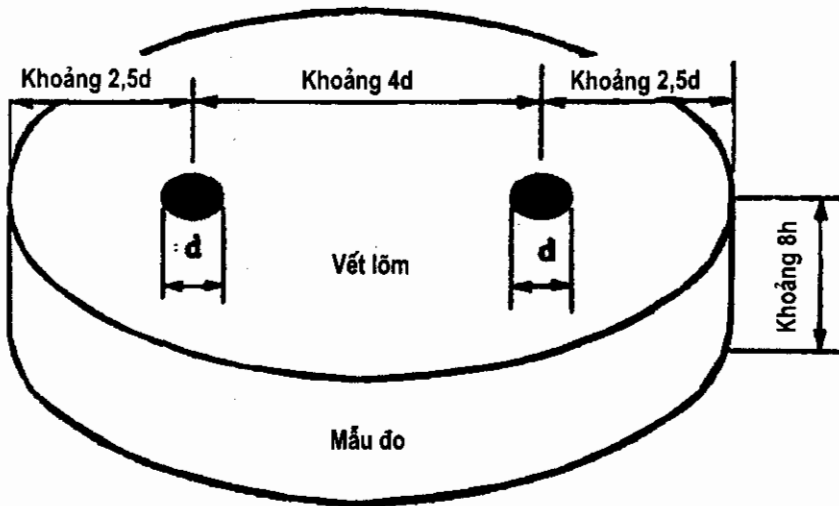
2. Nắm được các thông số kỹ thuật của các kim loại như thép đúc, đồng thau, v.v... và có thể phân tích dựa trên những số liệu của các bảng thống kê.

[Lưu ý]

1. Lưu ý đến ứng suất nén phải đúng với quy luật ứng xử của vật liệu và trạng thái chịu nhiệt của mẫu.

2. Trong trường hợp đo lặp lại, luôn luôn tiến hành trong trạng thái không có khe hở.

[Vật liệu và thiết bị]



Hình 6. Đo độ cứng Brinell

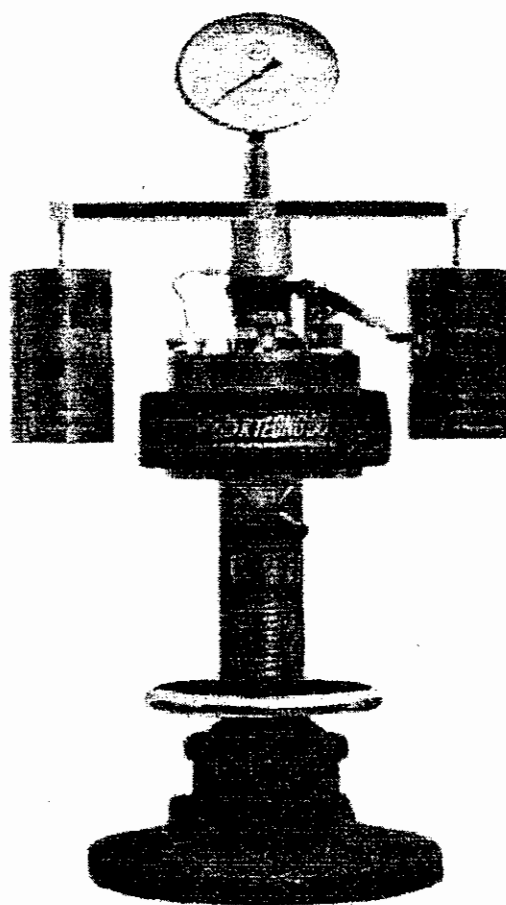
1. Máy và dụng cụ

- Máy đo độ cứng;
- Kính hiển vi;
- Đầu nén.

2. Vật liệu

- Thép đúc 1EA;
- Đồng thau 1EA;
- Giấy bồi 10SH.

[Nội dung]



Hình 6-1. Máy đo độ cứng Brinell

Bảng 6-1. So sánh diện tích bề mặt giữa độ cứng Brinell và độ cứng Meyer

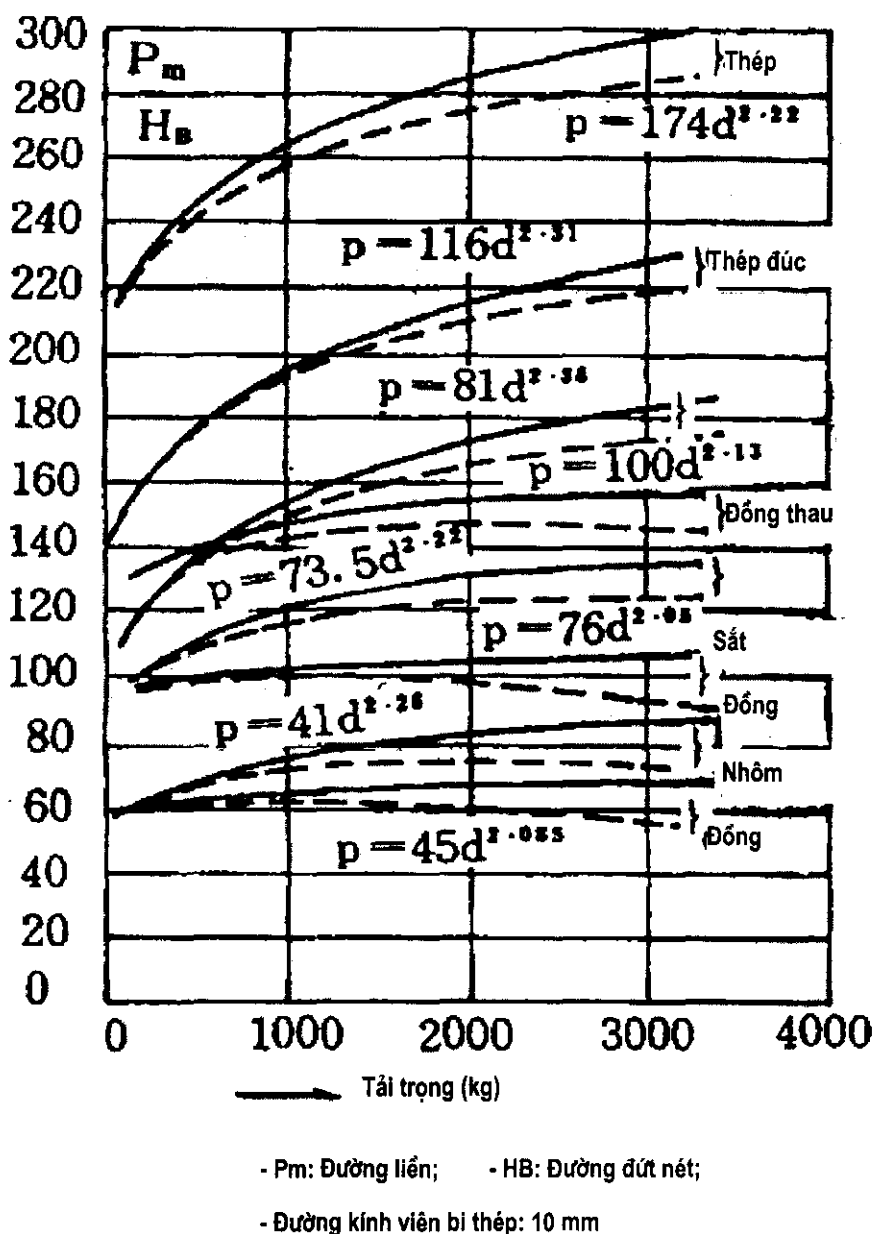
Đường kính	1	2	3	4	5	6
A_1 (độ cứng Brinell)	0,787	3,18	7,4	13,11	21,04	31,4
A_0 (độ cứng Meyer)	0,7854	3,1416	7,0686	12,566	19,653	28,274
A_1/A_0	1,002	1,012	1,012	1,043	1,072	1,167
$A_1 - A_0$	0,0016	0,0234	0,1714	0,5436	1,405	6,415
$A_1 - A_0/A_1$ (%)	0,2	1,2	2,35	4,15	7,0	14,3

[Độ cứng Brinell]

1. Khi dùng đầu nén là một viên bi để nén xuống vật liệu, nó sẽ tạo thành một vết lõm hình chỏm cầu trên bề mặt. Độ cứng Brinell là tỉ số giữa tải trọng và diện tích phần mặt cầu.

2. Máy đo độ cứng Brinell có bốn loại: loại thủy lực, loại đòn bẩy, loại con lắc và loại khí nén.

3. Đo độ cứng Brinell thường dùng cho kim loại màu, thép đúc và các vật liệu kim loại kém chịu nhiệt.



Hình 6-2. So sánh sự khác nhau giữa máy đo độ cứng Brinell và máy đo độ cứng Meyer

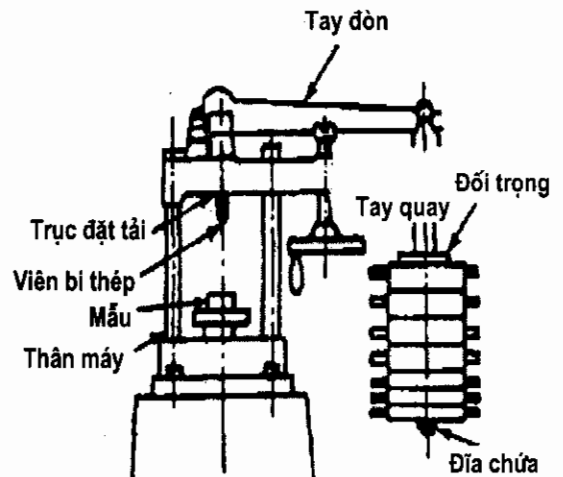
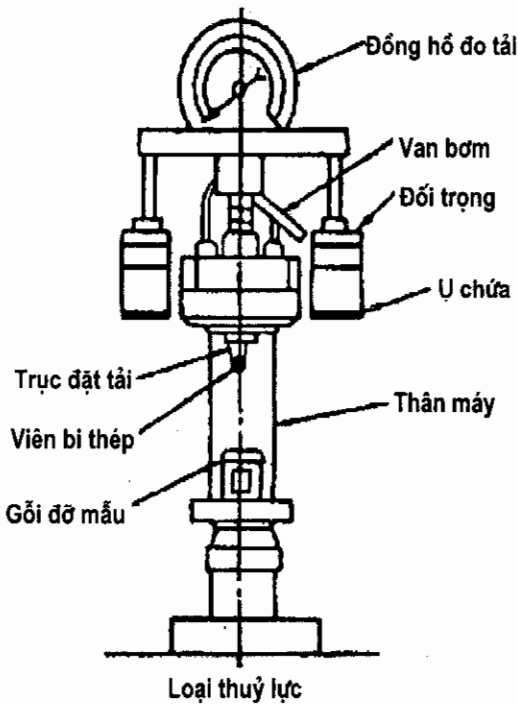
4. Đầu nén cần phải có độ cứng lớn. Nó thường là vật liệu có độ cứng cao như viên bi dùng trong máy đo độ cứng Brinell, nếu không sẽ xuất hiện hiện tượng biến dạng dẻo và sau đó hình dạng bị thay đổi. Độ cứng đo được trong trạng thái viên bi bị biến dạng là giá trị không tin cậy. Trong máy đo độ cứng Brinell thường dùng viên bi thép có độ cứng đến 450 HB, khi cần thiết đo độ cứng lớn hơn thì dùng bi bằng thép đặc biệt, thép con lăn hay hợp kim.

5. Khi đo độ cứng Brinell thường chỉ cần đo đường kính vết lõm hình cầu bằng kính hiển vi, vì tải trọng và đường kính viên bi là những số liệu tiêu chuẩn. Trong trường hợp dùng chỉ số chuẩn là chiều cao đo (h) thì số liệu này cũng dễ dàng đo được.

6. Khi đo đường kính vết lõm, cần tiến hành nhiều hơn hai lần theo đúng phương đo và độ cứng được tính với giá trị tin cậy nhất.

[Các bước tiến hành]

1. Chuẩn bị kiểm tra



Hình 6-3. Cấu tạo của máy đo độ cứng Brinell

2. Chuẩn bị mẫu

1) Chế tạo mẫu thép đúc và mẫu đồng thau với kích thước $100 \times 20 - 100$ [mm], chú ý đảm bảo trạng thái hai mặt đầu phẳng.

2) Đảm bảo mặt đầu của mẫu phẳng để có thể dễ dàng đo đường kính của

vết lõm hình cầu với đường kính đến 0,01[mm] và có thể đến 0,05[mm] tùy từng trường hợp.

3) Chiều cao của mẫu cần đảm bảo lớn hơn 10 lần chiều sâu của vết lõm hình cầu trên mẫu. Mặt sau của mẫu không được có rãnh vì trong một số trường hợp có thể rãnh đó có dạng lõm hình cầu.

Bảng 6-2. Chiều dày mẫu và điều kiện đo

Chiều cao nhỏ nhất của mẫu	Đường kính đầu nên được sử dụng	Tải trọng đo (kg)	
		P = 30D ² (Thép)	P = 50D ² (Kim loại mẫu)
6	10	3000	500
3	5	750	125
1,2	2,5	187,5	31,25
0,6	1,25	46,875	7,812
0,4	0,625	11,72	1,953

3. Kiểm tra máy đo (hình 6-3)

1) Máy đo phải được lắp đặt trên nền móng phẳng, đảm bảo yêu cầu về độ bền và an toàn, và chỉ được sử dụng với trục thẳng đứng.

2) Máy đo chỉ được phép sử dụng sau khi đã tiến hành kiểm tra lại độ chính xác của trục chính khi tháo và lắp lại hoặc lắp đặt lại.

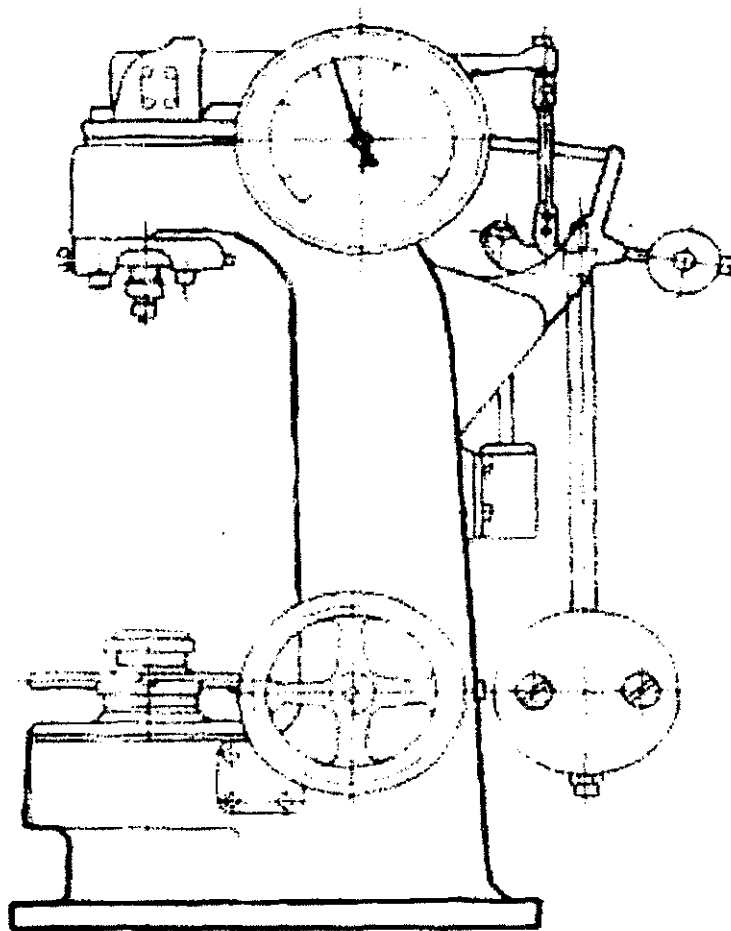
3) Kiểm tra máy ở trạng thái không tải và quá tải bằng cách đặt lực gây biến dạng đến đường kính 0,01 [mm] với đầu nén là viên bi cầu theo phương thẳng đứng.

Bảng 6-3. Phạm vi đo khi đo độ cứng của vật liệu bằng bi cầu

Vật liệu viên bi	Phạm vi đo
Bi thép các bon	HB < 400 ~ 500
Bi thép crôm	HB < 650 ~ 700
Hợp kim cứng	HB < 800
Kim cương	HB < 800

4) Đo đường kính viên bi nén ba lần theo các phương khác nhau.

5) Trong trường hợp mẫu ở trạng thái có chịu nhiệt, chọn vật liệu cho chúng thay đổi theo bảng 6-3.



Hình 6-4. Sơ đồ nguyên lý của máy đo độ cứng Brinell

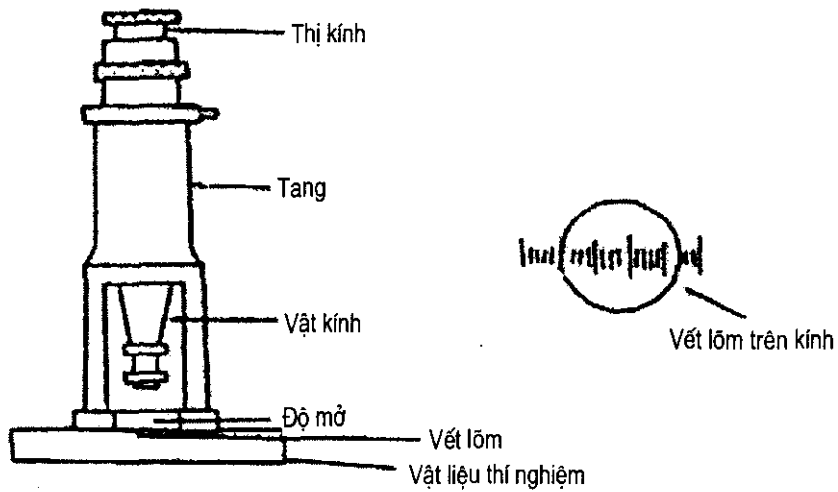
4. Tiến hành đo độ cứng Brinell (hình 6-4)

1) Xác định tải trọng kiểm tra. Xác định tải trọng kiểm tra theo đường kính và độ cứng của viên bi cầu (bảng 6-3). Đường kính của vết lõm hình cầu khi đủ tải có thể là $0,2 \sim 0,5D$.

2) Đối với loại dùng động cơ thủy lực, đóng động cơ và ngắt chúng khi đã lên đến điểm đặt trên, theo đó áp suất tăng lên bởi bơm chính là quá trình tăng tải. Đối với loại dùng đòn bẩy thủy lực, bật công tắc nguồn và kiểm tra chúng, lưu ý nếu vẫn nằm trong phạm vi cho phép thì đèn không sáng.

3) Đặt mẫu vào giá và đảm bảo mẫu chạm vào đầu nén bằng cách quay tay quay của vít nâng một cách cẩn thận. Đối với loại đòn bẩy, điều chỉnh chúng khi vùng ảnh có biểu hiện sạch và điều chỉnh tiêu điểm.

4) Đối với loại máy đo dùng động cơ thủy lực, đóng van khi điều chỉnh cho đầu nén đi xuống bằng nút ấn trong bộ phận thay đổi tải. Sau đó quay tay quay để đặt tải cho mẫu trong 30 giây. Đối với loại đòn bẩy thủy lực, nếu nút đã được nhấn thì tải đã được đặt lên mẫu và giữ trong khoảng thời gian 3 giây.

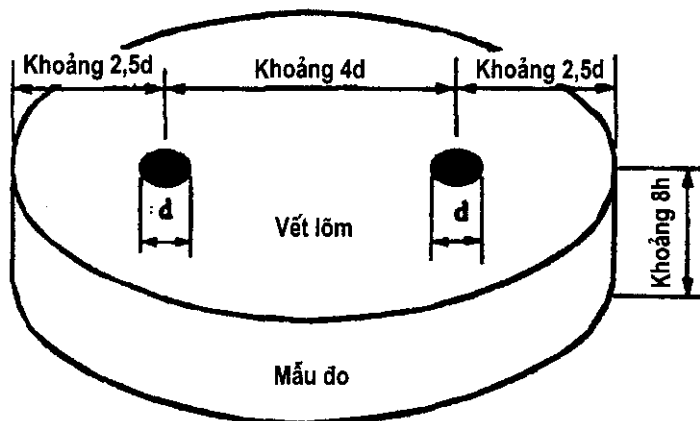


Hình 6-5. Kính phóng đại để đo vết lõm

5) Sau khi đã giữ đủ thời gian cần thiết, cất bỏ tải bằng cách nhấn nút để di chuyển đầu nén lên trên. Với loại đòn bẩy, nếu tải đã được cất bỏ thì thấu kính truyền đi sự thay đổi của chúng và vết lõm được hiển thị trên thang đo.

6) Khoảng cách tâm giữa hai vết lõm đo theo đường kính có thể lớn hơn $4D$ và khoảng cách từ tâm vết lõm đến chu vi của mẫu có thể lớn hơn $2,5D$.

Trong trường hợp đó, vết lõm mới được tạo thành không gây ảnh hưởng đến vết lõm đã được tạo thành trước đó và chu vi mẫu. Chiều dày mẫu cần đảm bảo lớn hơn tám lần chiều sâu vết lõm (h) (hình 6-6).



Hình 6-6. Khoảng cách giữa hai vết lõm

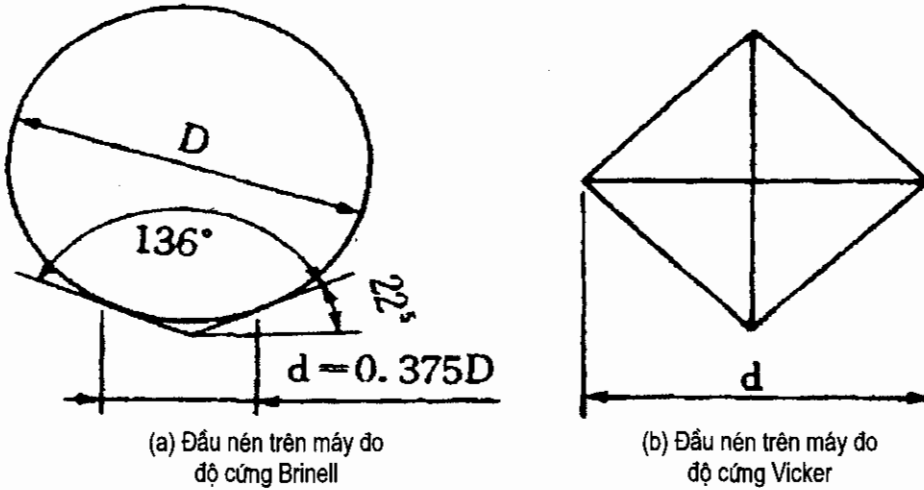
7) Tải trọng được đặt lên mẫu theo phương thẳng đứng và tăng từ từ đến đầy tải, tránh việc tăng tải đột ngột.

8) Đối với loại đòn bẩy, đọc đường kính vết lõm đến $0,05$ [mm] một cách cẩn thận. Đối với loại dùng động cơ thủy lực, hạ mẫu và giá bằng tay quay của vít điều chỉnh và đặt mẫu lên bàn ngang. Sau đó, đo đường kính vết lõm bằng cách lắp thêm kính phóng đại như minh họa trên hình 6-5 và 6-7 trên mẫu.

9) Trong trường hợp kiểm tra lại, tiến hành tại vị trí cách 2,5D về một phía trong khoảng 4D tính từ tâm của vết lõm đã tạo thành.

10) Thay mẫu thành đồng thau và lặp lại từ bước (1) đến bước (9).

11) Tiến hành ngược lại từ bước (10) đến bước (1) sau khi đã hoàn thành hết tất cả các mẫu.



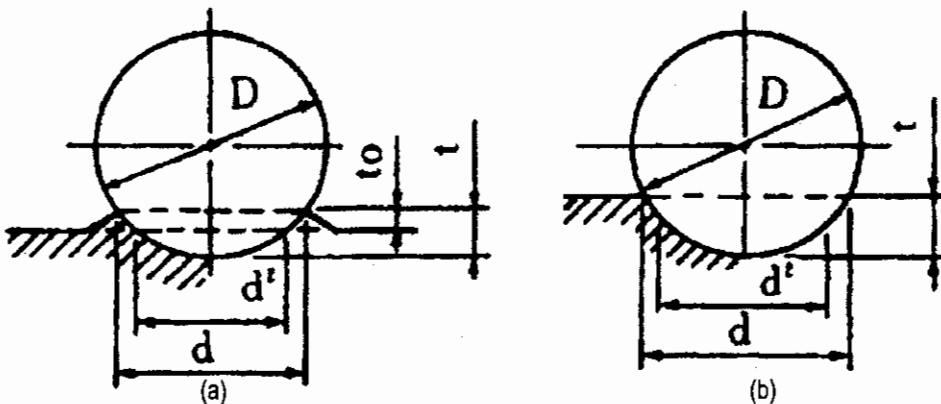
Hình 6-7. Quan hệ giữa đầu nén trên máy đo độ cứng Brinell và đầu nén trên máy đo độ cứng Vicker

5. Tính toán giá trị độ cứng (hình 6-8 và 6-9)

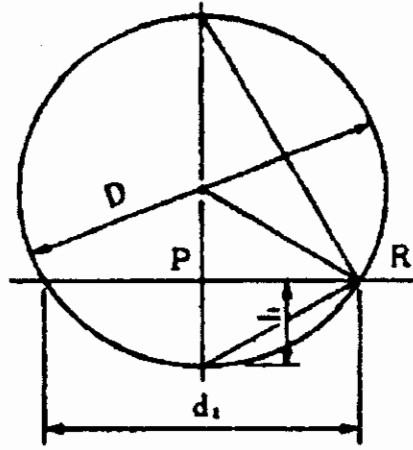
1) Đo đường kính của vết lõm theo hai phương sau khi bỏ hoàn toàn tải trọng theo phương thẳng đứng và tính toán giá trị trung bình theo công thức:

$$\text{Độ cứng Brinell (HB)} = \frac{P}{\pi d / 2 \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

$$\text{Chiều sâu vết lõm (t)} = \frac{P}{\pi \cdot D \cdot \text{HB}}$$



Hình 6-8. Kết quả của vật liệu



- D: Đường kính viên bi
- P: Tải trọng
- d_1 : Đường kính vết lõm
- h: Chiều sâu

Hình 6-9. Biểu diễn cách đo vết lõm trên máy đo độ cứng Brinell

2) Giá trị độ cứng có thể tìm được bằng cách thay đường kính vết lõm đo được vào công thức tính độ cứng Brinell.

3) Nếu bảng ghi giá trị độ cứng có sự thay đổi theo kiểu đảo lộn thì giá trị độ cứng Brinell có thể tìm bằng cách tra bảng theo giá trị đường kính vết lõm.

6. Sắp xếp lại thiết bị cho hợp lý

- 1) Đặt đối trọng lại vị trí ban đầu vào đúng giá treo tải.
- 2) Bảo quản dầu nén trong giấy dầu một cách nhẹ nhàng.

Bài 7	KIỂM TRA ĐỘ CỨNG ROCKWELL	Thời lượng

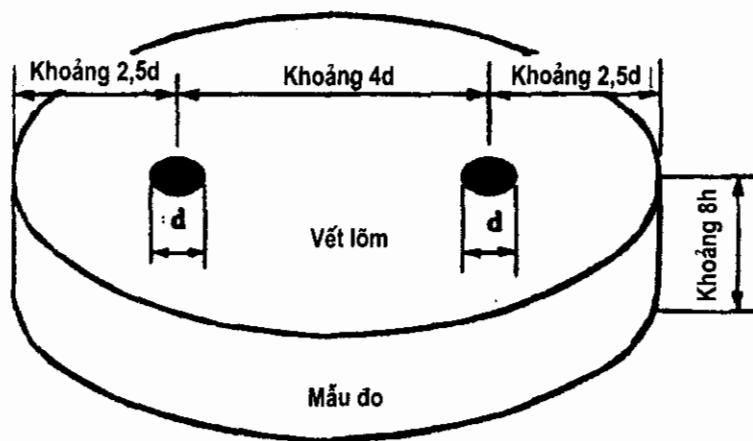
[Mục đích]

1. Biết được nguyên lý hoạt động và cách sử dụng máy đo độ cứng Rockwell.
2. Có thể đo được độ cứng và lựa chọn tỷ lệ bằng những đặc tính của vật liệu kim loại thông qua máy đo độ cứng Rockwell, và có thể kiểm nghiệm, xác định nguyên nhân một cách kỹ càng.

[Lưu ý]

1. Sau khi lắp đặt, máy phải được kiểm tra để đảm bảo không có rung động.
2. Trong khi thay đổi đầu nén phải cẩn thận để không làm hỏng chúng.
3. Nếu trạng thái tỷ lệ không tốt hoặc có tiếng ồn bất thường ở phần tay quay đặt tải, xuất hiện sai số khi kiểm tra. Trong trường hợp đó, phải kiểm tra lại trạng thái của máy đo.

[Vật liệu và thiết bị]



Hình 7. Đo độ cứng Rockwell

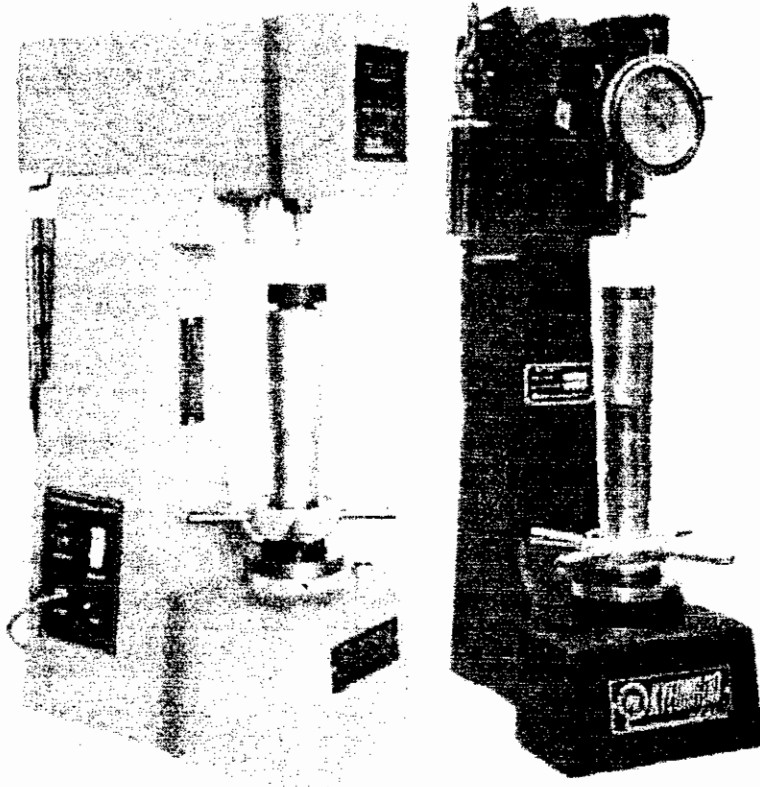
1. Máy và dụng cụ

- Máy đo độ cứng Rockwell;
- Thang chia B;
- Thang chia C;
- Giá đỡ.

2. Vật liệu

- Thép mềm;
- Thép chịu nhiệt, tốc độ cao;
- Giấy ráp;
- Mẫu tiêu chuẩn.

[Nội dung]



Hình 7-1. Máy đo độ cứng Rockwell

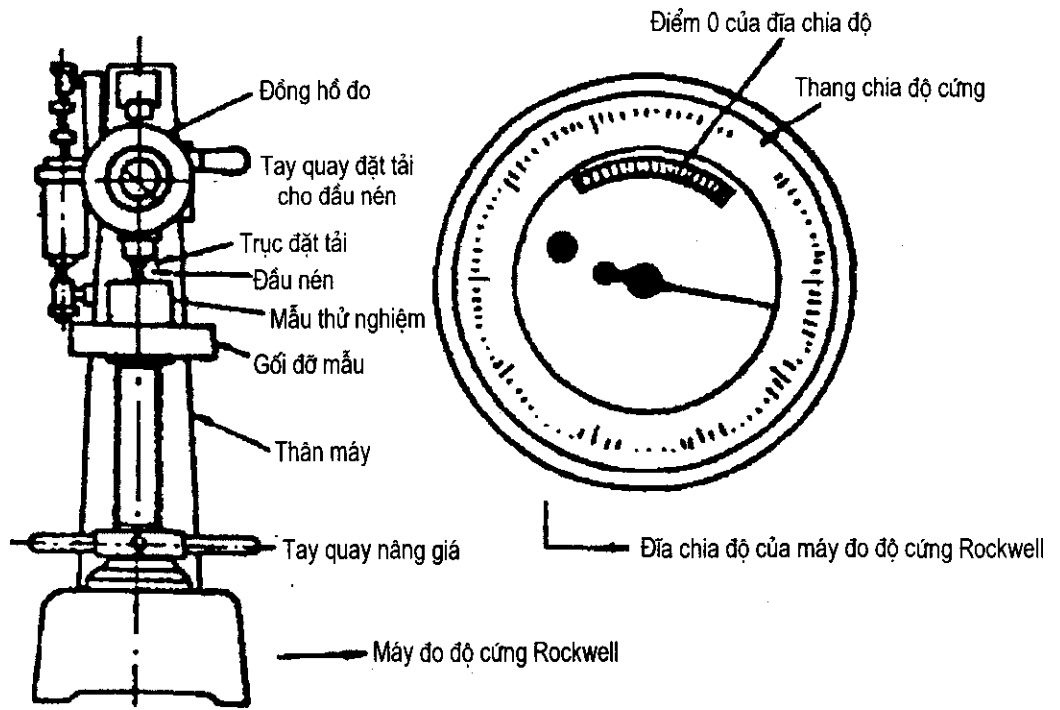
[Độ cứng Rockwell]

1. Tỷ lệ khác nhau:

Giá trị độ cứng Rockwell thường được viết là HRC.

- HR: Biểu diễn độ cứng Rockwell.
- C: Biểu diễn đặc trưng tỷ lệ.

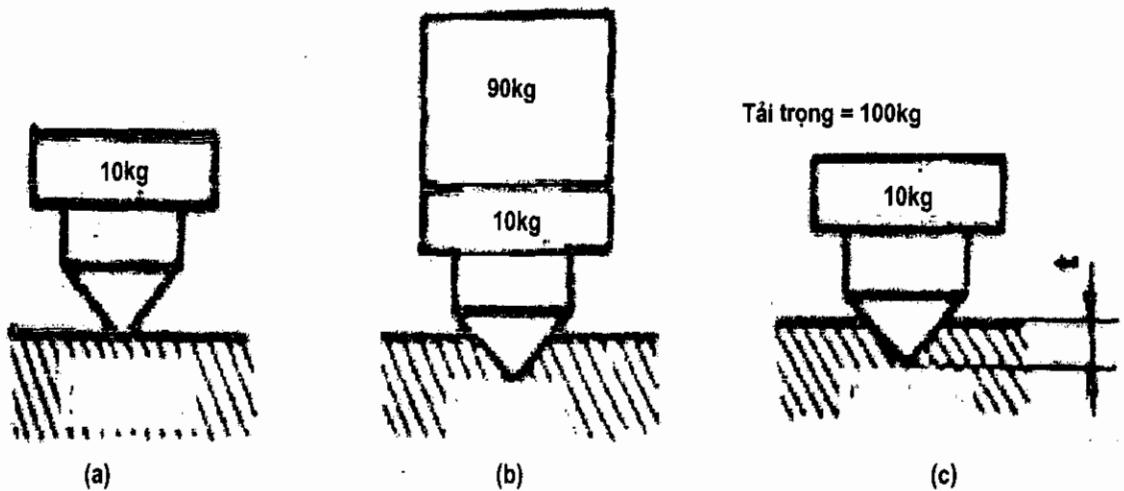
Cũng như vậy, đặc trưng tỷ lệ được biểu diễn theo loại và kích thước của vết lõm, v.v... Bảng 7-1 biểu diễn các vết lõm theo tỷ lệ và tải trọng ban đầu, tải trọng kiểm tra và cách sử dụng, v.v...



Hình 7-2. Cấu tạo máy đo độ cứng Rockwell

Bảng 7-1. Các loại và điều kiện của thang chia độ

Thang chia	Đặc điểm vết lõm	Tải trọng ban đầu	Tải trọng kiểm tra	Độ cứng HR là chiều sâu vết lõm	Phạm vi sử dụng
A	Góc đỉnh 120° Mũi kim cương				Thép hợp kim cứng, thép thấm các bon
C					Vật liệu dưới C 70 và trên B 100
D					Khi tải trọng nhẹ, yêu cầu thang chia C
B	Đường kính bằng 1/16 inch Bi thép				Vật liệu mềm
F					Vật liệu rất mềm
G					Vật liệu rắn hơn thang chia B
H	Đường kính bằng 1/8 inch Bi thép				Vật liệu rất mềm (như hợp kim có chứa Al, Mg)
E					
K					
L	Đường kính bằng 1/4 inch Bi thép				Pb, giấy dầu tổng hợp và kim loại mềm
M					
P					
R	Đường kính bằng 1/2 inch Bi thép				
S					
V					
15-N	Góc đỉnh 120° Mũi kim cương				Thép có thấm nitơ và vật liệu rắn ở dạng các tấm mỏng
30-N					
45-N					



Hình 7-3. Nguyên lý đo độ cứng Rockwell

2. Độ cứng Rockwell có thể dùng cho các mẫu nhỏ và mỏng vì vết lõm nhỏ.
3. Đầu nén kim cương (thang chia C) được dùng cho các vật liệu cứng như thép chịu nhiệt, thép vòng bi, còn các vật liệu mềm cũng có thể dùng đầu nén kim cương (thang chia B).
4. Phân biệt cách đo độ cứng Rockwell với cách đo độ cứng bề mặt và thường chỉ tiến hành đo độ cứng Rockwell.
5. Đo độ cứng Rockwell được coi là bước trung gian của cách đo độ cứng Brinell vì giá trị độ cứng được đo trực tiếp trên đồng hồ đo.
6. Máy đo độ cứng Rockwell dùng tải trọng ban đầu là 10 [kg], sau đó sẽ được thay bằng các tải trọng 60[kg], 100[kg], 150[kg] và như vậy sẽ gây ra các vết lõm với chiều sâu khác nhau (hình 7-3).
7. Khi đo độ cứng cần đảm bảo khoảng cách tâm các vết lõm lớn hơn $4d$ (d là đường kính vết lõm) hoặc mỗi phía lớn hơn $2d$ tính từ tâm vết lõm.
8. Trong khi điều chỉnh với tải trọng ban đầu, chỉ số của đồng hồ đo phải nhỏ hơn 5 vạch chia theo một phía nào đó. Khi có sự vượt ra ngoài giới hạn này thì bắt đầu lại với vị trí mới.
9. Giới hạn đo của máy đo độ cứng Rockwell là độ cứng C, cho phép khoảng từ 70 ~ 0 và độ cứng B cho phép khoảng từ 100 ~ 0.
10. Biểu diễn độ cứng được tiến hành cho đến khi xác định được một cách rõ ràng một biểu diễn theo KS A 0021 (phương pháp biểu diễn truy lùi). Nhưng khi độ cứng lớn hơn độ cứng C khoảng trên 50, phần kết thúc giảm tới một vị trí có chỉ số thập phân là 0,5 đơn vị khi tăng phần phân số lên không quá 0,3.

[Các bước tiến hành]

1. Chuẩn bị kiểm tra

Bảng 7-2. Quan hệ giữa vết lõm và tải trọng

Thang đo	Vết lõm	Tải trọng (kg)	Vật liệu được áp dụng
H	Bi thép 1/8 inch	60	Vật liệu rất mềm
E	Bi thép 1/8 inch	100	Vật liệu rất mềm
K	Bi thép 1/8 inch	150	Vật liệu mềm
F	Bi thép 1/16 inch	60	Vật liệu mềm như hợp kim trắng, v.v...
B	Bi thép 1/16 inch	100	Vật liệu tương đối cứng như thép, v.v...
G	Bi thép 1/16 inch	150	Vật liệu tương đối cứng như thép, v.v...
A	Mũi kim cương	60	Vật liệu cứng như các loại các - bít nung kết, v.v...
D	Mũi kim cương	100	Vật liệu cứng như các loại các - bít nung kết, v.v...
C	Mũi kim cương	150	Vật liệu siêu cứng

2. Chuẩn bị mẫu

1) Chuẩn bị với vật liệu là thép mềm (SM15C) và thép dụng cụ tốc độ cao (SKH51).

2) Cắt mẫu đúng kích thước quy định. Kiểm tra để đảm bảo mẫu phẳng và sạch. Mài mẫu để đảm bảo độ bóng bề mặt đạt 100S.

Bảng 7-3. Các thang chia khác nhau của độ cứng Rockwell

Thang chia	Vết lõm	Kiểm tra đủ tải trọng	Thang chia trên đĩa được sử dụng	Phạm vi ứng dụng	
Kiểm tra d tiêu chuẩn	B	Bi thép 1/6 inch	100	Đỏ	HRC < 20, HRB = 0 ~ 100
	C	Mũi kim cương	150	Đen	HRB > 100, HRC = 20 ~ 70
A	Mũi kim cương	60	Đen	Thép có bề mặt cứng, có thấm lớp nitơ và thấm các bon cứng	
D	Mũi kim cương	100	Đen		
E	Bi thép 1/16 inch	100	Đỏ	HRB < 0, Thép cán	
F	Bi thép 1/8 inch	60	Đỏ		
G	Bi thép 1/16 inch	150	Đỏ	Hợp kim kẽm, đồng thau tôi, đồng thiếc phốt pho	
H	Bi thép 1/8 inch	60	Đỏ		
K	Bi thép 1/8 inch	150	Đỏ		

3) Mặt kiểm tra và mặt sau của mẫu phải đảm bảo độ song song và phẳng.

4) Mẫu thử nghiệm là một vật có đủ độ dày và mặt sau không biến đổi vì trong một số trường hợp có thể xuất hiện vết lõm.

3. Kiểm tra máy

1) Máy kiểm tra dùng trong việc đo độ cứng Rockwell phải chọn thích hợp theo KS B 5526 (về máy đo độ cứng Rockwell).

2) Cố định máy trên nền đảm bảo độ ổn định, kiểm tra đầu nén thép được gắn lên trục có vuông góc hay không.

3) Kiểm tra đầu ép gắn trên máy khi không làm việc và điều chỉnh điểm 0.

4) Trong trường hợp có gắn đầu nén và có thay đổi chúng thì chỉ được sử dụng sau khi đã kiểm tra sơ bộ bằng cách đặt tải vào máy và tăng đến tải trọng lớn nhất.

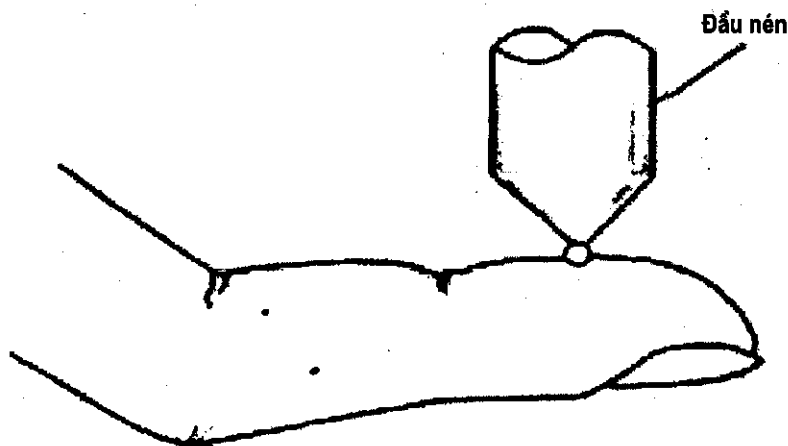
5) Trong trường hợp thân có độ hở lớn về cả hai phía trên và dưới thì chỉ được phép đo sau khi đã tiến hành kiểm tra sơ bộ hai lần.

6) Kiểm tra đầu ép theo chỉ dẫn trên bảng 7-3.

7) Đối với đầu ép bằng kim cương, không được dùng khi mất tải hoặc phần tiếp xúc trên mẫu bị nứt, bị khuyết tật trong lúc tiến hành.

8) Chọn tải trọng cho quả lắc tùy theo đầu nén. Khi đó, trọng lượng quả lắc không phải là tải trọng thật tác dụng mà vết lõm được tạo ra do tác động của tải trọng theo nguyên tắc đòn bẩy. Tuy vậy, việc lựa chọn quả lắc là một việc rất quan trọng.

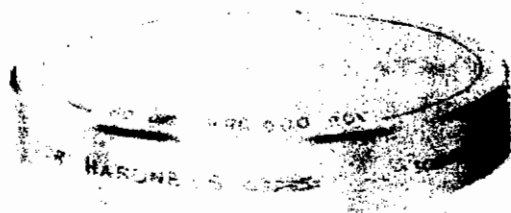
9) Kiểm tra xem việc tiến hành đo độ cứng trên máy đo độ cứng Rockwell có được tiến hành trong điều kiện tốt với mẫu đo tiêu chuẩn hay không. Mẫu tiêu chuẩn là mẫu xác định được sai số và một trong hai mặt để đo độ cứng. Và mặt trên, phải được mài nhẵn để có thể lấy các thông số một cách chính xác.



Hình 7-4. Phương pháp lắp phần mũi của đầu nén



Hình 7-5. Đầu nén



Hình 7-6. Mẫu tiêu chuẩn để đo độ cứng Rockwell

4. Đo độ cứng Rockwell

- 1) Chuẩn bị một tấm đỡ phẳng, tấm đỡ điểm và tấm đỡ dạng khối V tùy theo hình dạng của mẫu.
- 2) Chọn đầu nén và tải trọng theo chỉ dẫn trên bảng 7-2.

Ví dụ hình dạng mẫu	A	B	C	D	E
Hình dạng bề mặt kiểm tra	Loại phẳng	Loại trụ	Loại côn	Loại hình cầu	Loại uốn cong
I Phân loại					
II Phân loại					
III Phân loại					

Hình 7-7. Các phương pháp cố định mẫu

3) Với thang chia B, được dùng trong trường hợp khi hướng đặt tải khác nhau, dẫn tới đường kính vết lõm khác nhau và gây ra ứng suất cố định của đầu nén.

4) Mẫu phải được đặt trên giá đỡ để đảm bảo độ song song và độ nghiêng luôn nhỏ hơn 4° .

5) Cho đầu nén tiếp xúc với mẫu mà không gây chấn động bằng cách quay từ từ tay quay của vít nâng.

6) Đặt tải cho tới khi thang chia của đĩa chỉ tải trọng ban đầu đạt 10 [kg] và đánh dấu bằng điểm song song với vạch trên thang chia của đĩa.

7) Đặt tải trọng chính là tải trọng hoạt động bằng tay quay và giữ chúng theo thang chia dài, thang chia độ cứng, dừng lại 30 giây và sau đó quay tay quay của vít nâng.

8) Bỏ tải và ghi lại biểu hiện của độ cứng, chỉ số thước chia dài một cách đúng đắn.

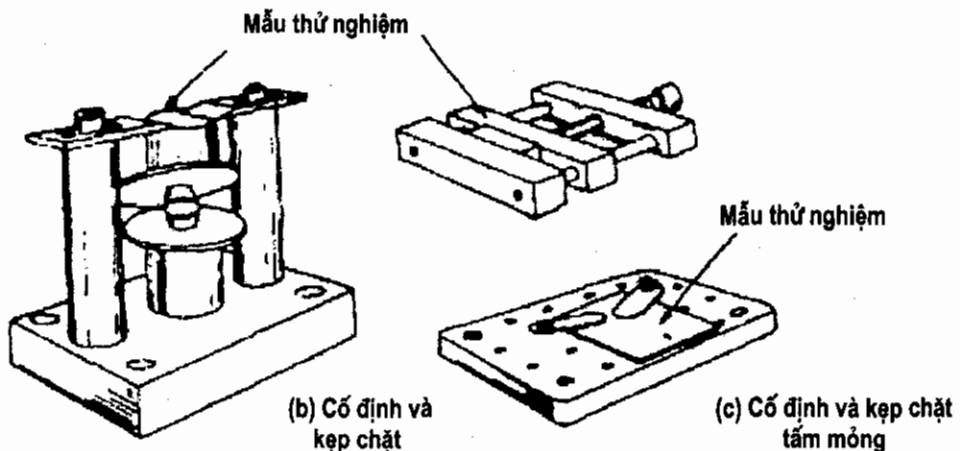
Bảng 7-4. Bảng so sánh giá trị độ cứng với vạch thang chia

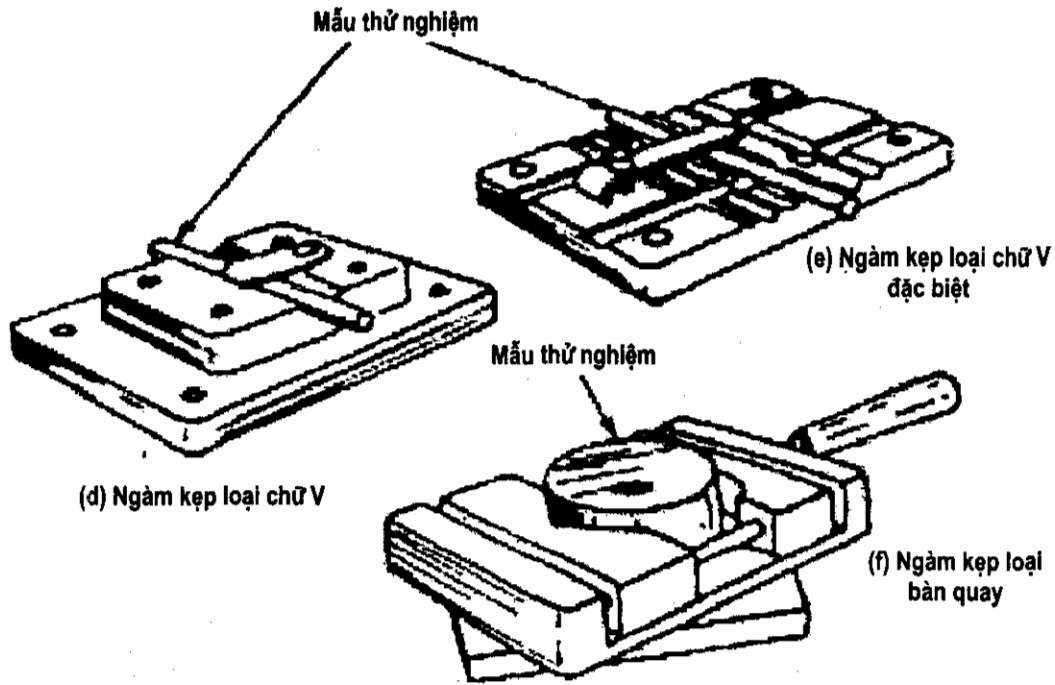
"B"	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Thang đo "L"	126	124	122	119	117	115	113	111	109	107	105
Thang đo "M"	123	120	116	112	108	105	101	97	93	90	80
Thang đo "P"	119	113	108	102	97	91	86	80	75	69	63

5. Xác định giá trị độ cứng Rockwell

1) Toàn bộ giá trị độ cứng Rockwell được xác định trong những điều kiện tiêu chuẩn. Với một mẫu bị cong mà vẫn tiến hành đo như trong điều kiện mẫu phẳng thì sẽ xuất hiện sai số so với trường hợp mẫu phẳng chuẩn. Mẫu với bề mặt lồi có thể sẽ đọc được trị số thấp hơn còn mẫu với bề mặt bị lõm có thể sẽ đọc được trị số cao hơn.

2) Hình 7-5 chỉ ra cách xác định giá trị độ cứng Rockwell đối với các bề mặt bị cong theo thang chia B và thang chia C.





Hình 7-8. Phương pháp cố định mẫu

Bảng 7-5. Xác định giá trị độ cứng của các mẫu có bề mặt cong

Thang chia B. F. G		Đường kính mẫu đo [mm]						
		6	10	13	16	19	22	25
Tiến hành đọc trên đĩa chia độ	80	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0
	70	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0	0
	60	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
	50	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5
	40	3,5	2,5	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0
	30	5,0	3,5	2,5	2,0	1,0	1,5	1,0
	20	6,0	4,5	3,5	2,5	1,5	1,5	1,5

Chú ý:

- 1) Khi giá trị độ cứng Rockwell được xác định là trên 3, điều đó là không đáng tin cậy.
- 2) Việc xác định giá trị chỉ là việc tập hợp các giá trị một cách tương đối.
- 3) Khi xác định được giá trị độ cứng là trên 3, hãy kiểm tra nó thoả mãn điều kiện nhẵn và phẳng.

Thang chia B. F. G		Đường kính mẫu đo [mm]						
		6	10	13	16	19	22	25
Tiến hành đọc trên đĩa chia độ	100	3,5	2,5	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5
	90	4,0	3,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,0
	80	5,0	3,5	2,5	2,0	1,5	1,5	1,5
	70	6,0	4,0	3,0	2,5	2,0	2,0	1,5
	60	7,0	5,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
	50	8,0	5,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
	40	9,0	6,0	4,5	4,0	3,0	2,5	2,5
	30	10,0	6,5	5,0	4,5	3,5	3,0	2,5
	20	11,0	7,5	5,5	4,5	4,0	3,5	3,0
	10	12,0	8,0	6,0	5,0	4,0	3,5	3,0
	0	13,0	8,5	6,5	5,5	4,5	3,5	3,0

6. Thống kê kết quả

Thống kê kết quả đo độ cứng như trên bảng 7-5.

Bảng 7-6. Kết quả kiểm tra độ cứng

Vật liệu	Điều kiện chịu nhiệt	Hình dạng	Giá trị độ cứng thực tế	Giá trị độ cứng xác định	Giá trị độ cứng cuối cùng
SM45C	Độ cứng	Kiểu chuông	65	3,0	68
SKH51	Độ cứng	Kiểu côn	65	4,5	69,5
STS3	Độ cứng	Kiểu hình cầu	60	2,5	62,5

7. Sắp xếp lại thiết bị cho hợp lý

Bài 8	KIỂM TRA ĐỘ CỨNG SHORE	Thời lượng

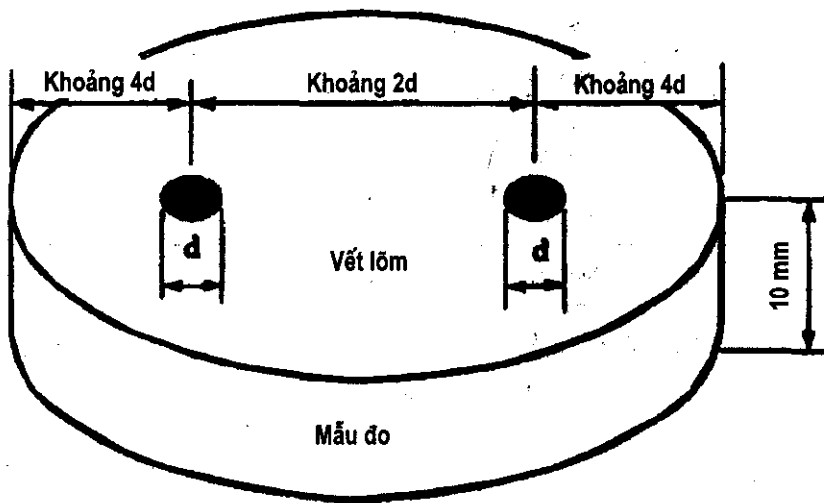
[Mục đích]

1. Biết được nguyên lý hoạt động và cách sử dụng máy đo độ cứng Shore, đo độ cứng Shore của các vật liệu kim loại.
2. Có thể thống kê dữ liệu đo cho các vật liệu và có thể phân tích chúng theo những yêu cầu cần thiết.

[Lưu ý]

1. Chỉ tiến hành đo ở vị trí đảm bảo điều kiện vững chắc.
2. Không được làm dây dầu, v.v... lên mẫu.
3. Phương pháp này không thích hợp với những vật liệu có mô đun đàn hồi lớn như cao su (cho thấy cao su có độ cứng Shore cao hơn thép).

[Thiết bị và dụng cụ]



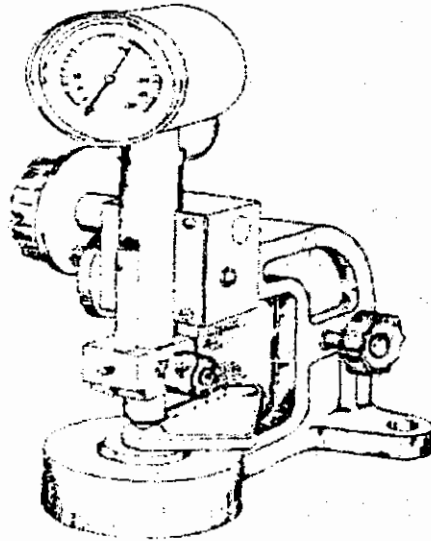
Hình 8. Đo độ cứng Shore

1. Máy và dụng cụ

- Máy đo độ cứng Shore;
- Bàn máp;
- Mẫu tiêu chuẩn.

2. Vật liệu

- SM45C;
- Đồng thau.



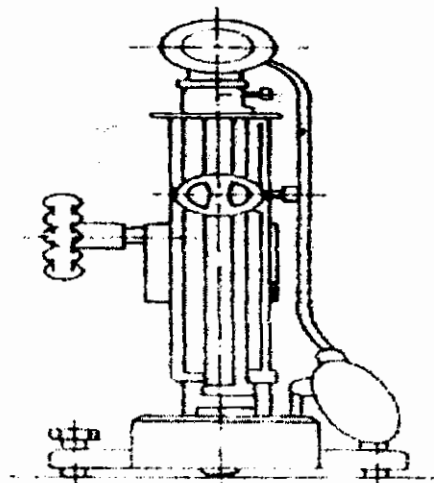
Hình 8-1. Máy đo độ cứng Shore

[Nội dung]

[Độ cứng Shore]

1. Độ cứng Shore được phát minh bởi A.F Shore như một sự cấp tiến trong việc đo độ cứng.

2. Độ cứng Shore được đo bởi chiều cao đẩy lên của đầu búa kim cương có hình dạng và trọng lượng nhất định rơi xuống từ một độ cao nhất định.

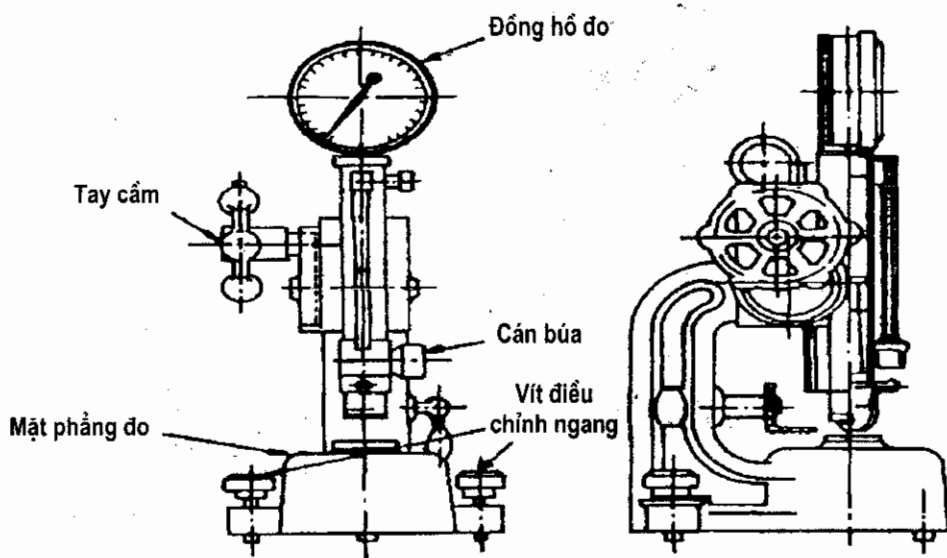


Hình 8-2. Máy đo độ cứng Shore kiểu C

3. Các loại độ cứng Shore.

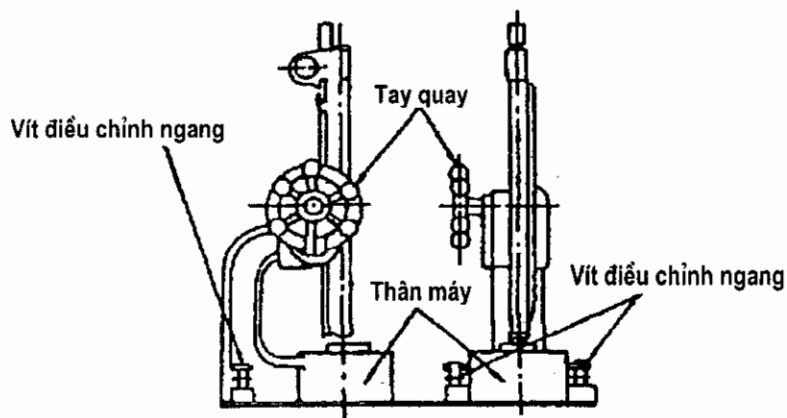
(1) Loại xác định bằng mắt (loại C): Đo độ cứng cho mẫu thép các bon cao khi búa rơi từ độ cao $h_0 = 10''$ thì nảy lên độ cao $6,5''$, do đó được gọi là $HS = 100$. Nó được chia ra thành 100 khoảng từ $h = 0$, gọi là thang đo Shore.

Do đó, 1 đơn vị của độ cứng Shore là chiều cao đẩy của đầu búa lên $0,065''$ ($1,651\text{mm}$). Hình 8-2 mô tả cấu tạo của máy đo độ cứng Shore loại C. Có một cột thẳng đứng, thước chia độ..



Hình 8-3. Cấu tạo của máy đo độ cứng Shore kiểu D

(2) Loại có đồng hồ đo (loại D): Hình 8-3 mô tả cấu tạo của máy đo độ cứng Shore loại D và tải trọng đập xuống từ độ cao $3/4$ inch. Cho điểm dưới của trụ đo tiếp xúc với mẫu bằng tay quay vít. Khi điểm dưới của trụ đo đã tiếp xúc với mẫu, tăng tải bằng cách quay tay quay, số đo hiển thị trên đồng hồ chính là lực đẩy khi búa đập xuống mẫu.



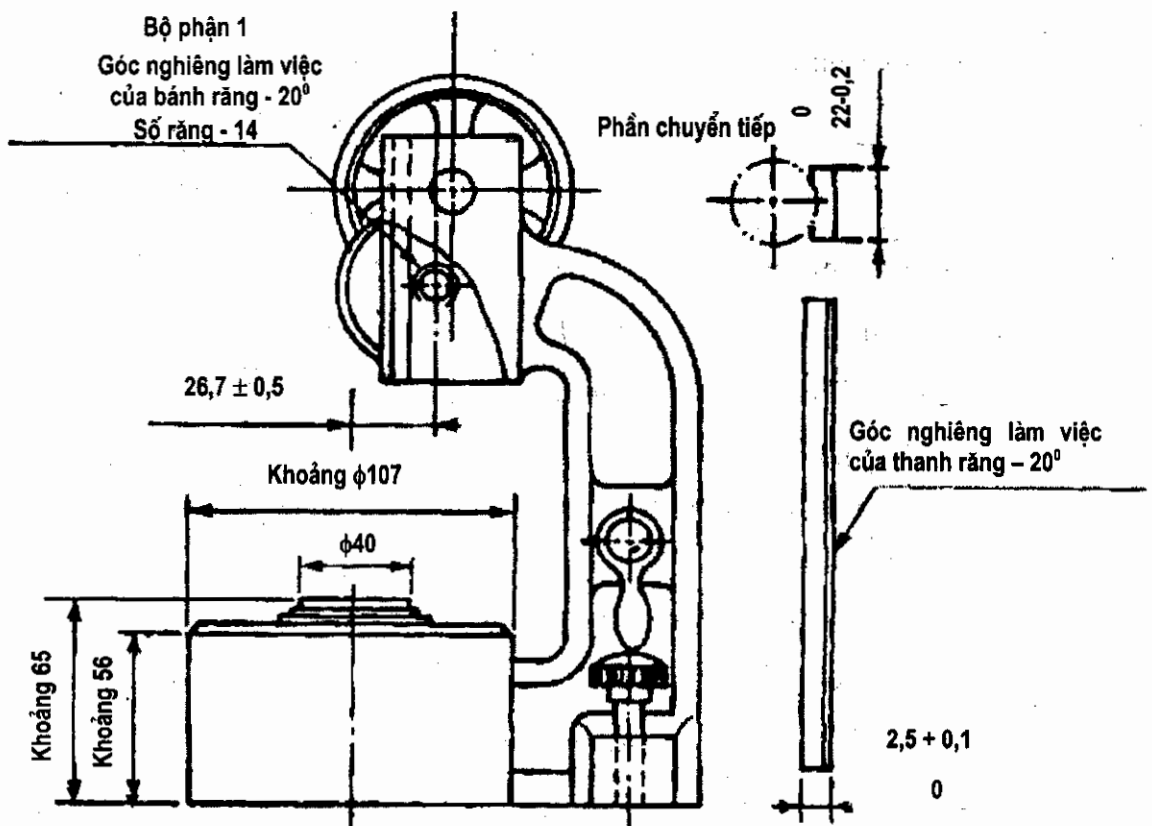
Hình 8-4. Máy đo độ cứng Shore kiểu SS

[Các bước tiến hành]

1. Chuẩn bị kiểm tra

2. Chuẩn bị mẫu

- 1) Trọng lượng mẫu có thể chọn tùy ý, tuy nhiên nên chọn theo quy cách, có thể lấy bằng 0,1[kg].
- 2) Bề mặt của mẫu phải được chế tạo đảm bảo độ phẳng.
- 3) Nếu mặt đo đã được làm nhẵn, và có độ cứng cao, nó có thể có độ bóng lớn.
- 4) Chiều dày mẫu phải đảm bảo lớn hơn 10 [mm].
- 5) Bề mặt kiểm tra phải đủ rộng và phép đo được tiến hành tại vị trí cách mép trên 4 [mm] theo các phương, khoảng cách giữa tâm các phần đo phải lớn hơn 2d.



Hình 8-5. Bộ phận chính của thân máy và thanh răng nâng

3. Kiểm tra máy đo

- 1) Kiểm tra thân máy theo sơ đồ cấu tạo của máy trên hình 8-3, 8-4 và 8-5.
- 2) Kiểm tra máy ở trạng thái không có mẫu đặt trên giá đỡ.
- 3) Kiểm tra đầu búa kim cương xem có vỏ bảo vệ hay không.

4) Đối với máy đo, tháo rời trục chính và kiểm tra lại khi hình dạng chúng bị thay đổi trong khi lắp ráp, phần trục đầu búa và phần kim cương có thể bị biến đổi do mất tải, nứt vỡ, khuyết tật hay gỉ, v.v...

5) Kiểm tra để xác định độ chính xác tần suất sử dụng cố định một cách thường xuyên của máy.

Bảng 8-1. Điều kiện cho các kiểu máy đo độ cứng Shore khác nhau

Phân loại	Kiểu C	Kiểu SS	Kiểu D
Chiều cao rơi	254mm (10 inch)	225mm	19mm (3 inch)
Trọng lượng quả lắc	2,36kg	2,5g	36,2g
Năng lượng đập	559g-mm	638g-mm	688g-mm
Tốc độ đập	2,23/sec	2,21m/sec	0,61m/sec
Chiều cao nảy trên một đơn vị độ cứng	1,651mm	1,658mm	0,1238mm
Đơn vị đo độ cứng			
Đọc các thang chia	Thang chia độ	Thang chia độ	Đĩa chia độ chuẩn

4. Đo độ cứng Shore (bảng 8-1)

1) Điều chỉnh sự cân bằng bằng vít điều chỉnh ngang của máy đo.

2) Lực nén mẫu được lấy theo bảng tiêu chuẩn mẫu, có thể lấy bằng 20 [kg].

3) Trong trường hợp hình dạng và kích thước mẫu, v.v... không thích hợp, nó có thể được dùng với các cơ cấu phù hợp và được gắn lên các tay đỡ hoặc các gối đỡ có hình dạng đặc biệt.

Nhớ ghi lại số đo của tay đỡ và tấm đỡ.

4) Kiểm tra máy đo xem phương thẳng đứng khi lắp đặt có được đảm bảo không.

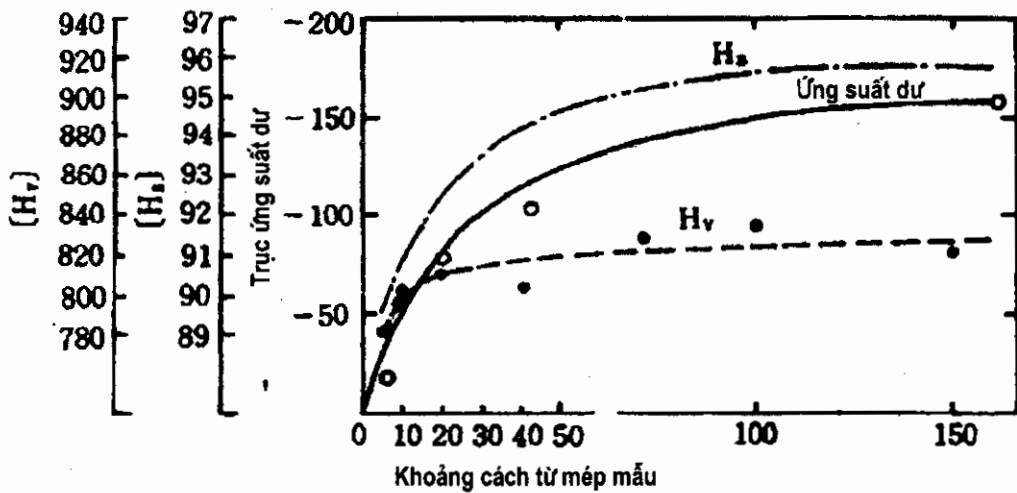
5) Đập đầu búa bằng cách bật cán búa phía trước.

6) Cho cán búa hoạt động với tốc độ 1 ~ 2 [vòng/phút] và tiếp tục tiến hành từ từ bằng tay.

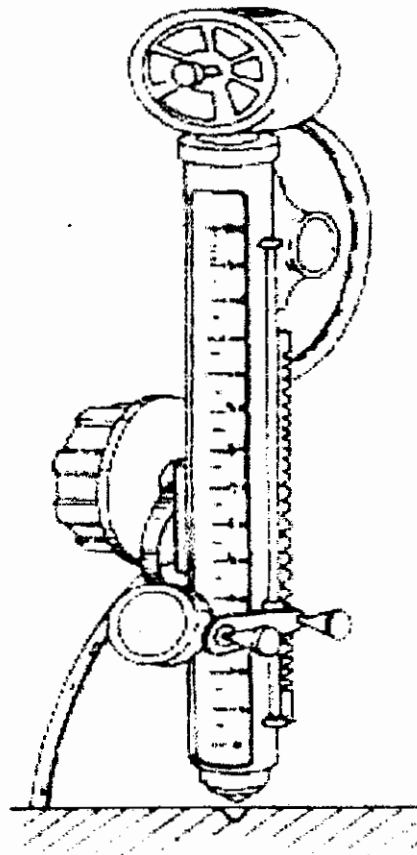
Sau đó, đọc giá trị độ cứng đo được theo 0,5 đơn vị.

7) Độ cứng được đo tại vị trí cách hai lần đường kính vết lõm so với vị trí đã đo và mỗi vị trí này cách mép mẫu bốn lần đường kính vết lõm.

Từ ba giá trị độ cứng đo được, loại đi giá trị giới hạn trên và giá trị giới hạn dưới, còn lại ba giá trị, giá trị độ cứng là giá trị trung bình của ba giá trị đó.



Hình 8-6. Quan hệ giữa ứng suất dư và độ cứng bề mặt của bi nghiền



Hình 8-7. Máy đo độ cứng Shore xách tay

5. Thống kê kết quả đo

1) Số đo độ cứng được đọc theo 0,5 đơn vị. Như vậy, giá trị trung bình có thể là số đo cuối cùng theo KS A 0021 (phương pháp hoàn tất số đo) và lấy nó làm quy chuẩn và ký hiệu nó theo hệ thập phân. Nhưng nó cũng có thể được đọc đến 0,1 đơn vị trong trường hợp KS B 5531 (số liệu độ cứng Shore) là số liệu độ cứng của mẫu được đo.

2) Ký hiệu đặc trưng độ cứng (HS) trước giá trị độ cứng.

(Ví dụ: HS 25.5; HS 51.3)

3) Kích thước tính toán có thể tìm được theo công thức:

$$HS = \frac{10000}{65} \times \frac{h}{h_0}$$

Trong đó: h là chiều cao đáy; h_0 là chiều cao đập của đầu búa;

4) Khi dùng máy đo cần phải kiểm tra xem nó thuộc loại C hay loại D để thêm ký hiệu C hay D (loại máy đo độ cứng) vào bên phải HS.

(Ví dụ: HSC 25; HSD 50).

5) Khi giá trị trung bình của độ cứng vượt quá 70, giá trị cực đại là trên 5,0 và khi giá trị trung bình dưới 70 thì giá trị cực đại là trên 4,0, ghi lại giá trị cực đại và giá trị cực tiểu vào bên cạnh số đo độ cứng.

(Ví dụ: HS 71(66 ~ 73); HS 52(48 ~ 53)).

6) Thống kê kết quả đo vào bảng tổng kết.

6. Sắp xếp lại thiết bị cho hợp lý

Bài 9	KIỂM TRA ĐỘ CỨNG VICKER	Thời lượng

[Mục đích]

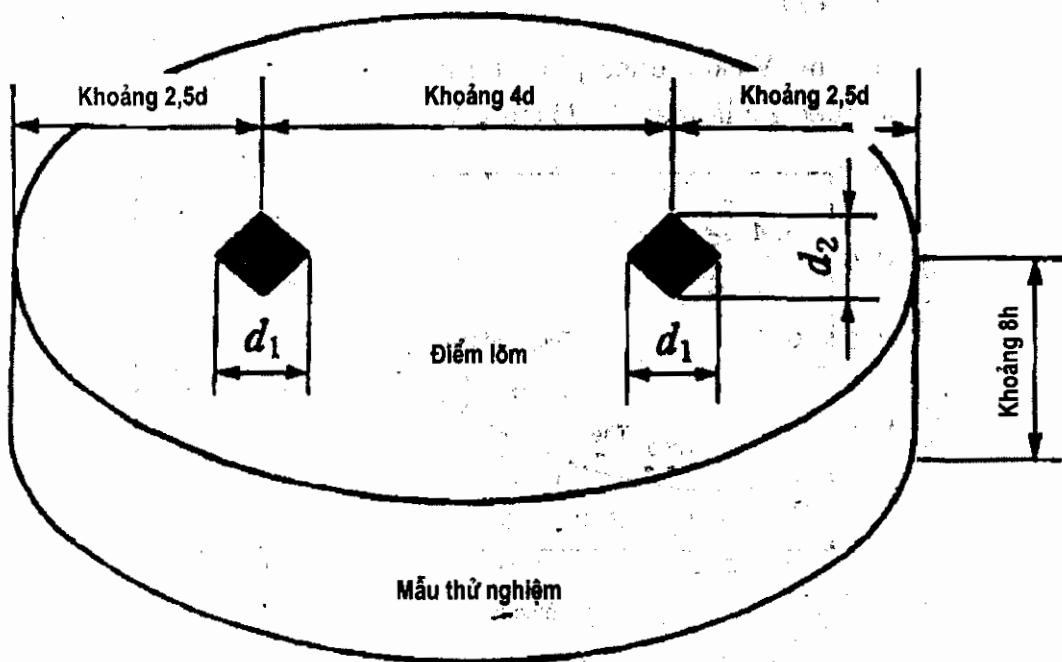
1. Biết được nguyên lý hoạt động và cách sử dụng máy đo độ cứng Vicker. Đo độ cứng Vicker cho vật liệu kim loại.

2. Có thể tính toán giá trị độ cứng Vicker và có thể phân tích chúng nhờ kết quả được ghi lại trong bảng thống kê.

[Lưu ý]

- Máy đo độ cứng Vicker phải được lắp đảm bảo không có dao động sau khi đặt.
- Vết lõm có thể đo trực tiếp tại vị trí lõm.

[Thiết bị và dụng cụ]



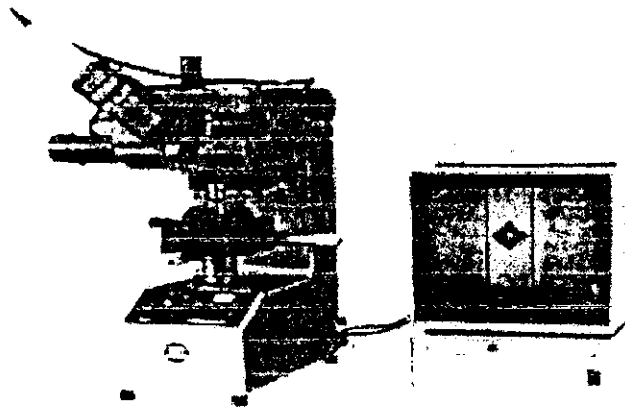
Hình 9. Đo độ cứng Vicker

1. Máy và dụng cụ

- Máy đo độ cứng Vicker;
- Mẫu chuẩn.

2. Vật liệu

- SM 45C;
- Đồng thau.

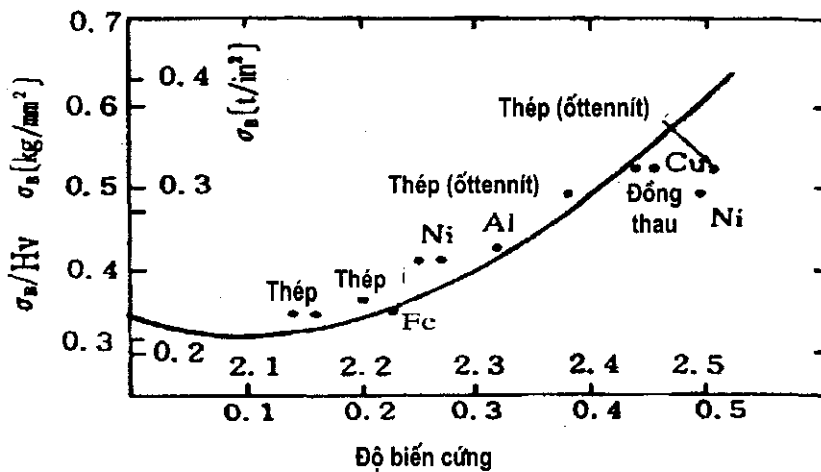


Hình 9-1. Máy đo độ cứng Vicker

[Nội dung]

[Độ cứng Vicker]

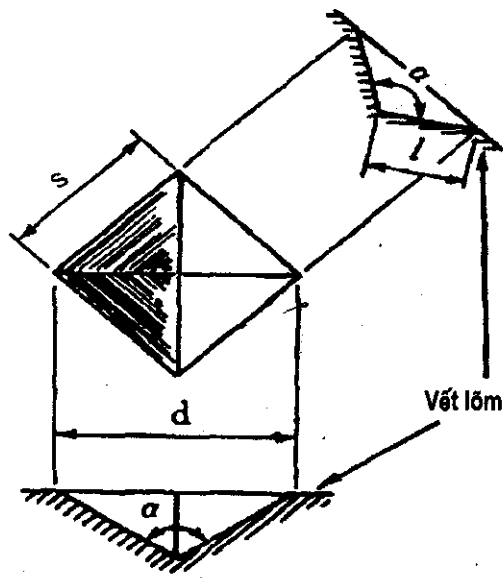
1. Máy đo độ cứng Vicker được phát minh và chế tạo năm 1925 ở Công ty Vicker. Và do đó nó được gọi là máy đo độ cứng Vicker.



Hình 9-2. Quan hệ giữa độ biến cứng và độ cứng Vicker

2. Việc đặt tải trên máy đo độ cứng Vicker tùy thuộc vào độ nhám, chiều dày mẫu và vật liệu mẫu, v.v... Trong kiểm tra độ cứng Vicker, các vết lõm luôn là các hình chóp đồng dạng. Do vậy, giá trị độ cứng đo sẽ có cùng giá trị mà không kể tới số đo của tải nếu chúng nhỏ. Máy đo độ cứng Vicker được trang bị quả lắc có giá trị từ 1 ~ 120 [kg] để đặt tải, và các giá trị được dùng là 50, 30, 20, 10, 5, 1 [kg] v.v... Thời

gian đặt tải tiêu chuẩn là 30 giây nhưng đối với thép thì thời gian thích hợp là từ 12 ~ 20 giây (bảng 9-1).



Hình 9-3. Vết lõm và đặc trưng của nó

Bảng 9-1. Chiều dày mẫu và tải trọng kiểm tra

Tải trọng kiểm tra	Chiều dày tối thiểu của mẫu				
	Lớp biến cứng trên bề mặt	Đồng đỏ	Đồng thau cứng, đồng đỏ, nhôm	Đồng đỏ mềm, hợp kim bột	Chì, hợp kim chì
1	0,04	0,03	0,1	0,3	0,5
2	0,05	0,10	0,2	0,5	1,0
3	0,07	0,15	0,3	0,8	1,5
5	0,08	0,20	0,4	1,0	2,0
10	0,13	0,25	0,5	2,5	4,0

3. Kính hiển vi được gắn trên máy đo để đo chiều dài đường chéo của vết lõm có thang đo đến 0,001[mm] hoặc 0,0025[mm].

4. Không chỉ máy đo độ cứng Vicker mà cả máy đo độ cứng Rockwell, máy đo độ cứng Brinell và máy đo độ cứng Shore đều xác định được cả những giá trị đối nghịch nhau bằng cách so sánh qua lại các giá trị của chúng và rút ra một số yếu tố liên quan đến sức bền.

5. Vết lõm để lại trên mẫu trong máy đo độ cứng Vicker là do ép bằng đầu nén có góc α bằng 136° như minh họa trên hình 9-3. Phân bố tải trọng trên diện tích bề mặt vết lõm như trên hình 9-3. Xem minh họa trên hình 9-4, điều đó được thể hiện:

$$HV = \frac{P}{A} = \frac{\text{Tải trọng}}{\text{Diện tích bề mặt vết lõm}}$$

với A là diện tích bề mặt của vết lõm hình chóp.

Trên hình 9-3, ta có:

d là chiều dài đường chéo của vết lõm hình chóp [mm]

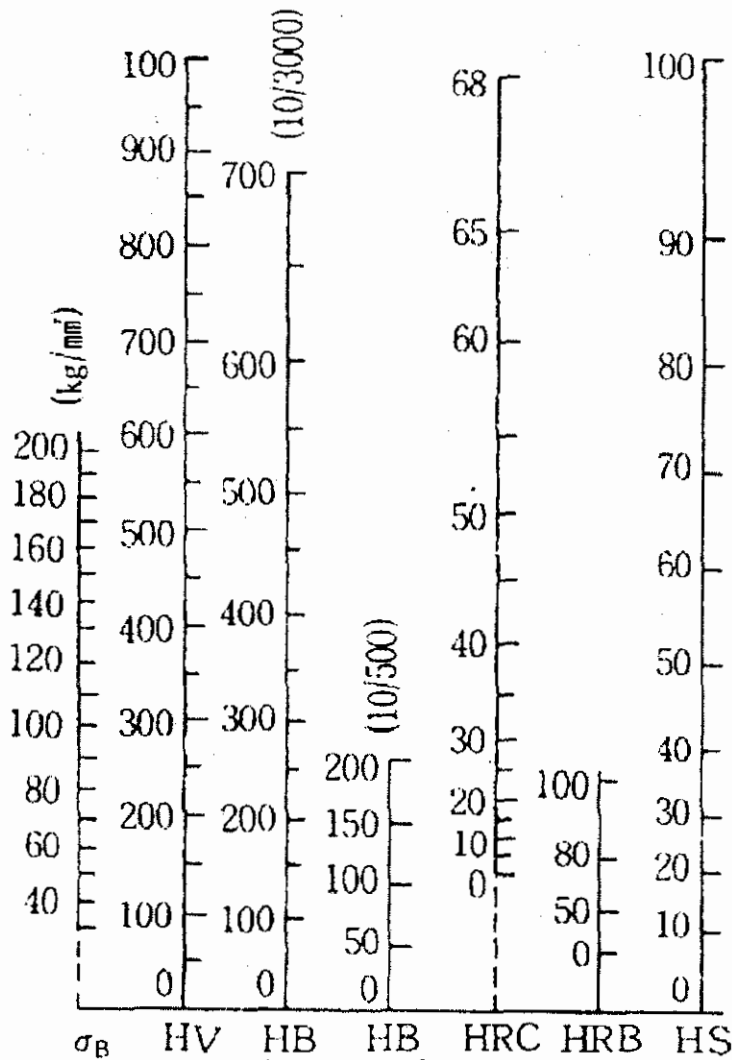
θ là góc của đường chéo hình chóp

$$A \text{ là diện tích bề mặt} = 4 \times \left(\frac{St}{2} \right)$$

$$A = 4 \times \left(\frac{S}{2} \right) \times \left(\frac{S}{2} \right) \times \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{d^2}{2} \times \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

Do đó:

$$HV = \frac{2\Psi n \frac{\theta}{2}}{d^2}; \quad Q = 136^\circ; \quad HV = 1,854 \frac{P}{d^2} \text{ [kg/mm}^2\text{]}$$



Hình 9-4. Quan hệ giữa khả năng biến cứng và độ cứng Vicker

[Các bước tiến hành]

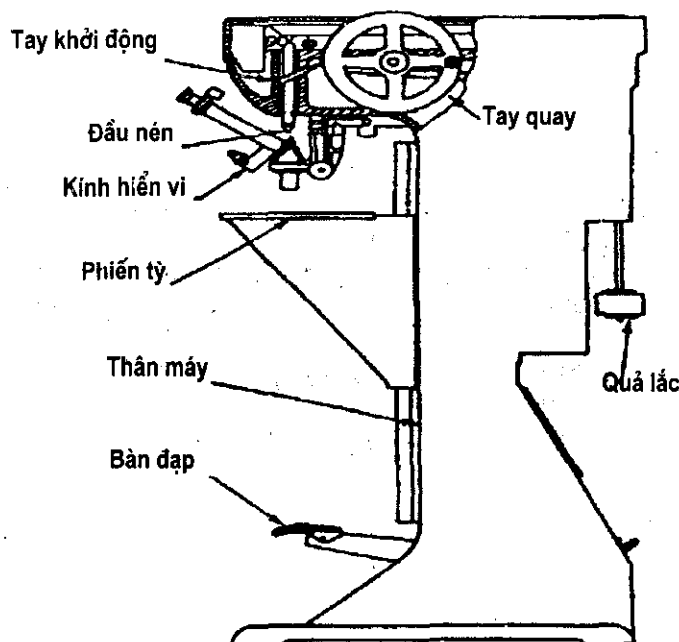
1. Chuẩn bị kiểm tra

2. Chuẩn bị mẫu

1) Chuẩn bị mẫu là hợp kim bột $\phi 30-20[\text{mm}]$ và đồng thau $\phi 30-20[\text{mm}]$, đảm bảo bề mặt phẳng.

2) Chiều dày của mẫu lấy gấp 15 lần chiều dài đường chéo của vết lõm để đảm bảo độ phẳng của mẫu không bị thay đổi trong khi vết lõm được tạo thành.

3) Độ nhám của mẫu không vượt quá 0,5[%], hoặc chiều dài đường chéo vết lõm không vượt quá 0,0002[mm].



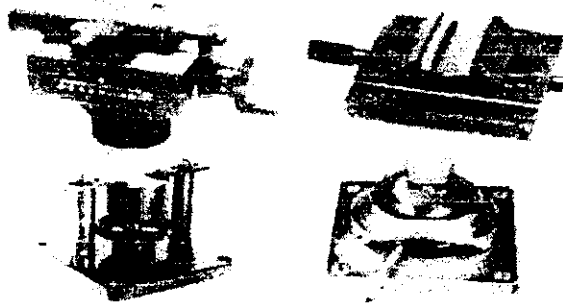
Hình 9-5. Sơ đồ nguyên lý của máy đo độ cứng Vicker

Bảng 9-2. Công thức thực nghiệm tính HV của các vật liệu khác nhau

Vật liệu	Công thức thực nghiệm	Điều kiện gia công
Thép các bon	$HV = 2,8 \sigma_B$	Thép cùng tích với xêmentit
Nhôm	$HV = 2,85 \sigma_B + 5$	Cán tấm
Niken	$HV = 2,5 \sigma_B + 40$	Gia công và tôi $\phi 1\text{mm}$
Hợp kim đồng - beri	$HV = 2,6 \sigma_B + 7$	Gia công và lăn ép $\phi 1\text{mm}$
Hợp kim sắt niken	$HV = 2,5 \sigma_B + 40$	Gia công và tôi $\phi 1\text{mm}$
Hợp kim đồng niken	$HV = 3,5 \sigma_B + 30$	Gia công và tôi $\phi 1\text{mm}$
Đồng thiếc phot pho	$HV = 1,3 \sigma_B + 110$	Gia công và tôi $\phi 1\text{mm}$
Thép không gỉ	$HV = 2,5 \sigma_B + 100$	Gia công và tôi $\phi 1\text{mm}$

3. Kiểm tra máy đo

- 1) Kiểm tra máy đo xem nó có được lắp đặt thẳng bằng hay không và có tồn tại rung động hay không.
- 2) Kiểm tra các bộ phận riêng biệt của máy đo như minh hoạ trên hình 9-5.
- 3) Kiểm tra xem máy đo được sử dụng có phù hợp với kích thước mẫu hay không, lấy kích thước theo tiêu chuẩn KS B 5525 (lấy theo bảng 9-2).
- 4) Kiểm tra xem đầu nén có được gắn lên trục đúng theo phương thẳng đứng hay không.
- 5) Kiểm tra xem kính hiển vi trên máy đo có xác định được vết lõm hay không, điều chỉnh nó về điểm 0.
- 6) Kiểm tra xem đầu nén có tải hay không, có bị nứt, bị mòn hay không, và xác định xem có sai sót nào được tìm thấy hay không.

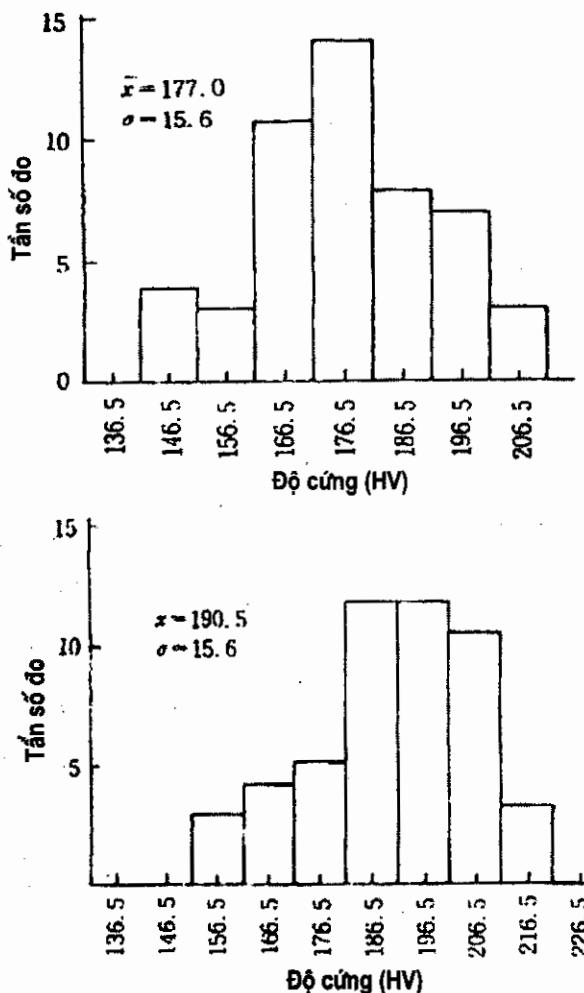


Hình 9-6. Êtô dùng cho những mẫu thử nghiệm kẹp cố định

4. Đo độ cứng Vicker

- 1) Trong khi chọn tải trọng phải lưu ý đến yếu tố kích thước đường chéo của vết lõm, kích thước này được đo bằng kính hiển vi, tải trọng được chọn trong khoảng từ 20 ~ 70 [kg] và các giá trị được chọn là 1, 5, 10, 20, 30 hoặc 50 [kg]. Trong trường hợp đo là vật liệu cứng như SM 45C thì chọn tải trọng là 50 [kg].
- 2) Bật công tắc thị giác thấu kính.
- 3) Điều chỉnh tiêu điểm bằng cách quay vít cho tới khi hình ảnh được hiển thị rõ trên màn hình.
- 4) Đặt tải trọng lên mẫu từ 6 ~ 10 giây bằng cách nhấn tay đòn.
- 5) Giữ thời gian kiểm tra theo quy định là 30 giây và tay đòn phải được kéo về phía trước. Đưa tiêu điểm của thấu kính về vị trí chuẩn bằng cách cố định kính hiển vi và đo độ cứng như trên hình 9-7.
- 6) Tâm của điểm đo độ cứng phải cách mép mẫu trên 2,5d và cách tâm của vết

lỗm trước đó một khoảng hơn 4d.



Hình 9-7. Độ cứng của thép không gỉ

7) Độ lớn của tải trọng phải đúng quy định, tăng từ từ, không đột ngột, lưu ý đến sai số của bộ phận chuyển động.

8) Chiều dài đường chéo của vết lõm được đo hai lần và lấy giá trị trung bình.

5. Đo kích thước vết lõm

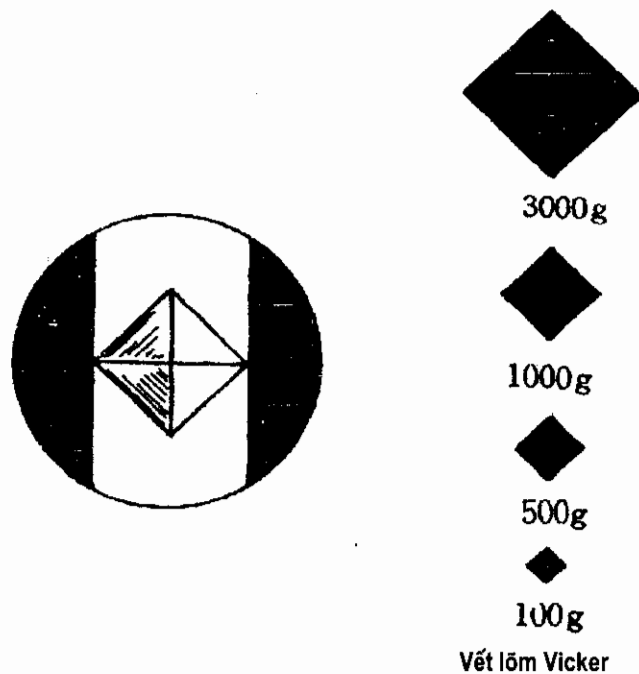
1) Điều chỉnh tiêu điểm của vết lõm trên màn hình với tỷ lệ phóng đại thích hợp.

2) Vết lõm thực tế được hiển thị bằng ảnh trên thị kính như minh họa trên hình 9-8.

3) Với thang đo của kính hiển vi, kiểm tra chiều dài cực đại bằng cách chia thành năm phần bằng nhau với kính hiển vi phóng đại.

4) Đo chiều dài của vết lõm bằng cách sử dụng những đường giao nhau, thông số này được đo hai lần.

5) Tính giá trị trung bình của chiều dài đường chéo.



Hình 9-8. Kích thước của vết lõm theo tải trọng

6. Tính giá trị độ cứng đo

1) Chiều dài đường chéo của vết lõm là giá trị trung bình của hai lần đo sau khi đã bỏ hoàn toàn tải trọng và được tính bằng cách thay vào công thức đã biết.

2) Giá trị độ cứng có thể được chuyển đổi theo bảng chuyển đổi độ cứng Vicker lấy giá trị trung bình của hai lần đo.

3) Độ cứng có thể có giá trị theo hệ thập phân và tuân theo những quy định biểu diễn của phương pháp hoàn tất KS A 0021.

4) Người ta thêm ký hiệu điều kiện kiểm tra để biểu diễn độ cứng một cách rõ ràng hơn và được viết như sau:

Khi tải trọng kiểm tra là 50 [kg]: HV (50) 250

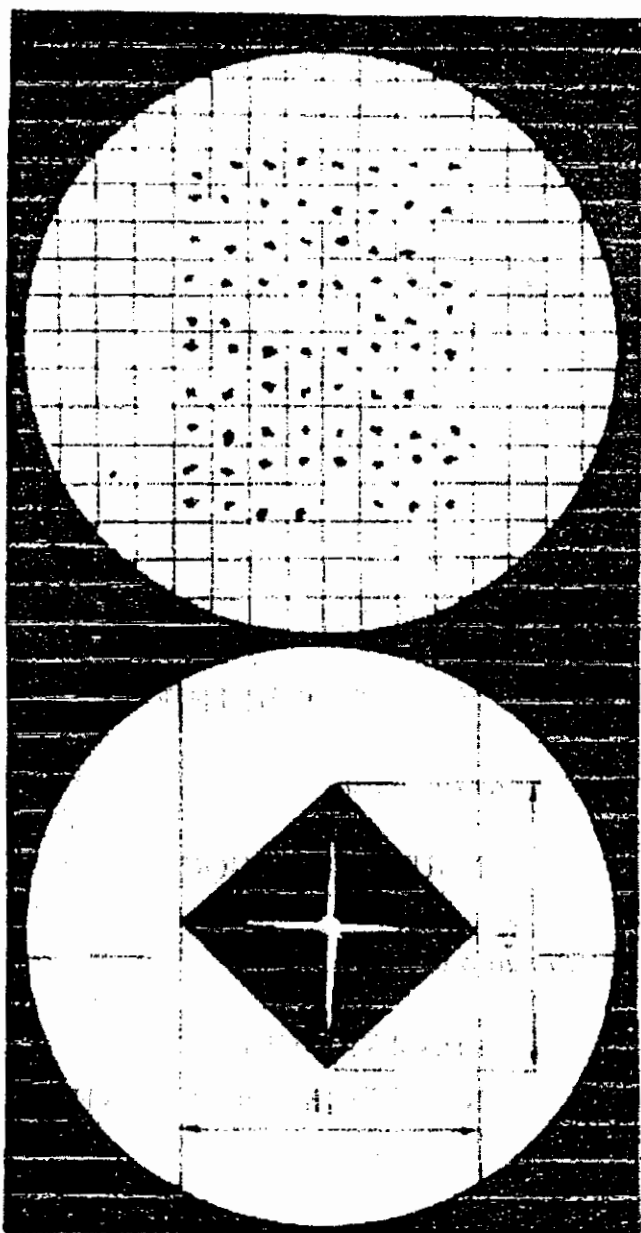
5) Ghi giá trị độ cứng đo được vào bảng thống kê 9-3 theo vật liệu.

7. Làm báo cáo kiểm tra

8. Sắp xếp lại thiết bị cho hợp lý

Bảng 9-3. Bảng thống kê dữ liệu khi đo độ cứng Vicker

Vật liệu	Điều kiện chịu nhiệt	Chiều dài đường chéo	Độ cứng chuyển đổi
SM45C	Biến cứng	50	250
SKH51	Biến cứng	45	300
SM20CK	Thấm các bon	40	274



Hình 9-9. Vết lõm

KIỂM TRA SỨC BỀN - Tập III
(Kỹ thuật lắp đặt công nghiệp)

NHÀ XUẤT BẢN LAO ĐỘNG - XÃ HỘI

Chịu trách nhiệm xuất bản:

NGUYỄN ĐÌNH THIÊM

Chịu trách nhiệm nội dung:

NGUYỄN BÁ NGỌC

Biên tập và sửa bản in:

PHẠM VĂN GIÁP

NGUYỄN QUANG HÀ ANH

In 200 cuốn khổ 20,5 x 28,5 (cm) tại Công ty in Tạp chí Cộng sản. Số xuất bản:
36/1545/XB-QLXB của Cục Xuất bản cấp ngày 18/12/2000.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 5/2001.