

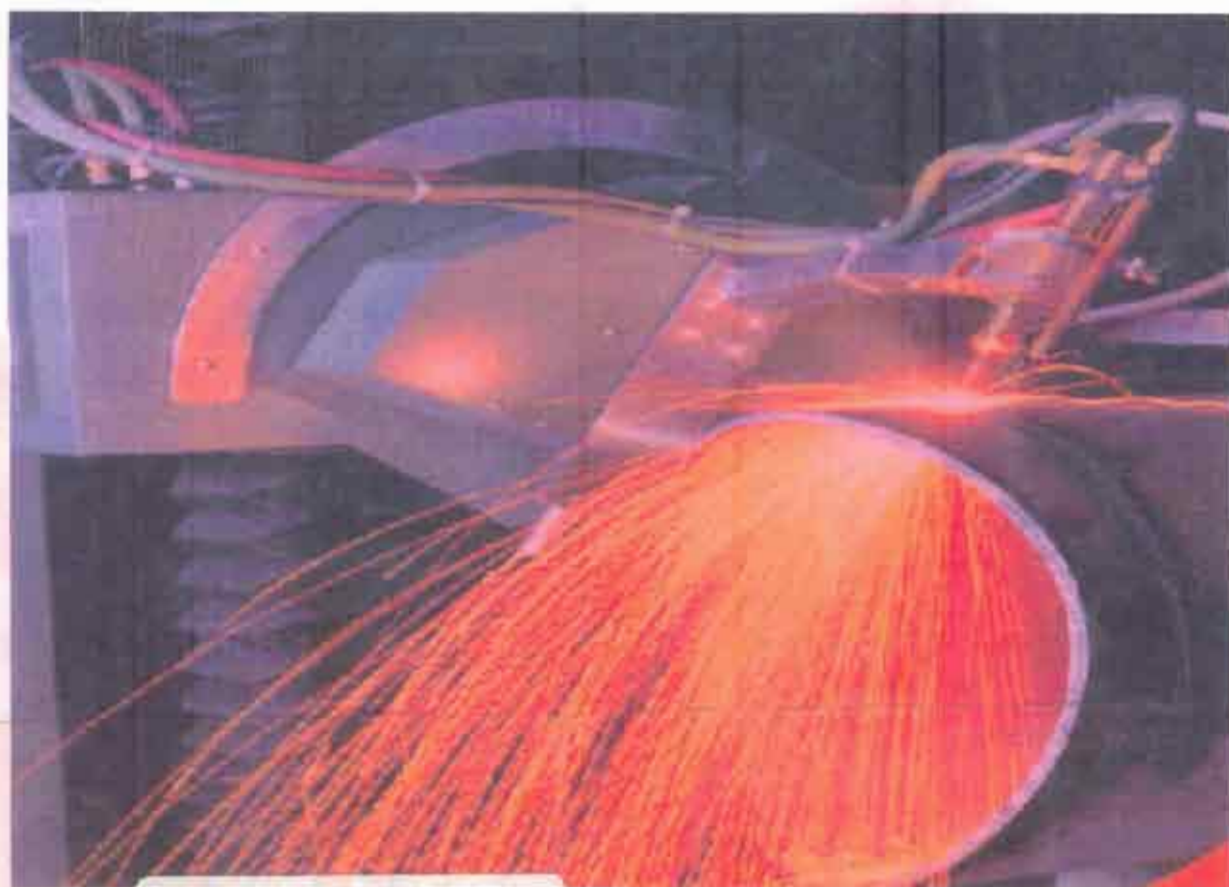


KCCI

KIỂM TRA SỨC BỀN

Tập III

(KỸ THUẬT LẮP ĐẶT CÔNG NGHIỆP)



NHÀ XUẤT BẢN LAO ĐỘNG - XÃ HỘI

TRƯỜNG KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP
VIỆT NAM - HÀN QUỐC



KIỂM TRA SỨC BỀN

Tập III

(KỸ THUẬT LẮP ĐẶT CÔNG NGHIỆP)

NHÀ XUẤT BẢN LAO ĐỘNG - XÃ HỘI
HÀ NỘI - 2001

Dịch từ nguyên bản tiếng Anh:

NON-DESTRUCTIVE INSPECTION - *Series III*

(Industrial Installation Technology)

Do **Jang Hyun Soon**, chuyên gia Trung tâm Đào tạo và Hướng nghiệp Phòng Thương mại và Công nghiệp Hàn Quốc biên soạn.

Người dịch: HOÀNG VĂN BẠO

Hiệu đính: PGS-TS. TRẦN VĂN ĐỊCH

Mã số: $\frac{36-92}{22-11}$

MỤC LỤC

Bài 1:	Kiểm tra kéo nén.....	5
Bài 2:	Kiểm tra sức bền nén.....	16
Bài 3:	Kiểm tra sức bền cắt.....	25
Bài 4:	Kiểm tra độ bền uốn.....	30
Bài 5:	Kiểm tra độ va chạm.....	38
Bài 6:	Kiểm tra độ cứng Brinell.....	45
Bài 7:	Kiểm tra độ cứng Rockwell.....	54
Bài 8:	Kiểm tra độ cứng Shore.....	64
Bài 9:	Kiểm tra độ cứng Vicker.....	71

Bài 1	KIỂM TRA KÉO NÉN	Thời lượng

[Mục đích]

1. Công việc này cho phép đánh giá các thông số kỹ thuật như ứng suất uốn, ứng suất kéo, nén, độ giãn dài, khả năng chịu nén, mô đun đàn hồi, v.v... thông qua phép kiểm tra kéo, nén các vật liệu kim loại.

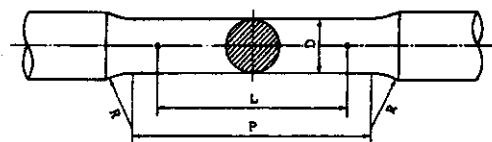
2. Nó cũng cho phép so sánh và phân tích các vùng bị phá huỷ riêng biệt và quan hệ ứng suất - biến dạng của các vật liệu khác nhau.

[Lưu ý]

1. Tốc độ tăng tải trọng có thể ảnh hưởng lớn đến kết quả của phép đo, các vật liệu đều tuân theo những quy luật của chúng, vì vậy bạn phải rất thận trọng khi đo đặc những thông số có thay đổi theo tải trọng.

2. Nhiệt độ kiểm tra nói chung là phải đảm bảo trong khoảng từ 5 – 30°C và nếu cần thiết thì phải ghi lại nhiệt độ kiểm tra. Những vật liệu nhạy cảm với sự thay đổi của nhiệt độ thì phải giữ nhiệt độ tiêu chuẩn là $20 \pm 2^\circ\text{C}$ tùy loại vật liệu.

[Vật liệu và các thiết bị kiểm tra]



Hình 1. Kiểm tra ứng suất kéo

- Chiều dài chuẩn đo (L) = 50mm;
- Đường kính (D) = 14mm;
- Chiều dài tương đương (P) khoảng 60mm;
- Bán kính góc lượn (R) = khoảng 15mm.

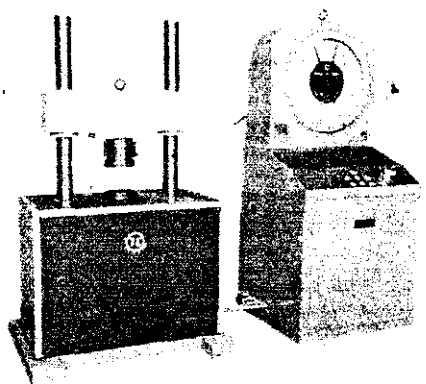
1. Máy và thiết bị

- Máy đo thông dụng;
- Búa hơi;
- Đĩa chia độ;
- Búa.

2. Vật liệu

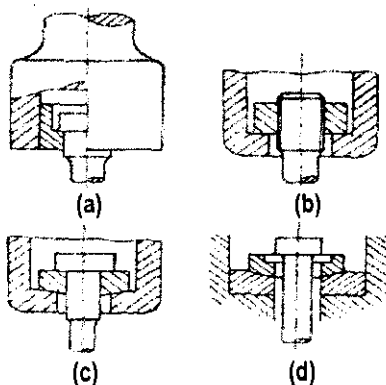
- Mẫu thép có ký hiệu SM20C KSB No. 14 1EA
- Mẫu thép có ký hiệu KSB No. 8 1EA;
- Mẫu hợp kim có ký hiệu A1 KSB No. 4 1EA;

[Nội dung]



Hình 1-1

[Kiểm tra kéo nén]

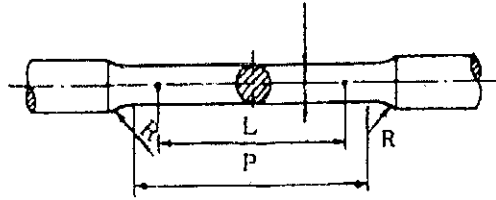


Hình 1-2. Thiết bị kiểm tra sức căng

1. Các phương pháp kiểm tra kéo nén được sử dụng ở rất nhiều nước. Ví dụ như phương pháp đánh dấu ASTM E8 ~ 50 và E8 ~ 52T ở Hoa Kỳ; phương pháp BSI8 ở Anh quốc; DIN 50125, DIN 50146 và DIN 50149 ở Đức; JISB7701 ở Nhật Bản v.v... Hàn Quốc quy định là KS B 0001.

2. Việc kẹp mẫu thử nghiệm vào ngàm kẹp là một phần rất quan trọng trong kiểm tra kéo nén. Nếu mẫu không được kẹp đúng sẽ không có được kết quả chính xác.

Hình 1-2 mô tả ngàm kẹp dạng cần. Còn có thể có các dạng ngàm kẹp dạng phẳng, dạng tay đòn, dạng ống và xích v.v...

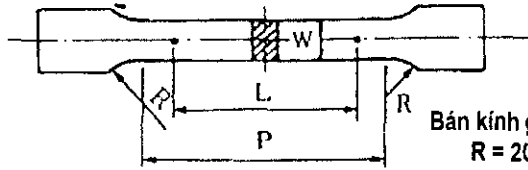


Chiều dài đo $L = 50\text{mm}$;

Đường kính $D = 14\text{mm}$;

Chiều dài tương đương P khoảng 60mm ;

Bán kính góc lượn $R = 15\text{mm}$;



Bán kính góc lượn
 $R = 20\text{mm}$

Chiều rộng $W = 25\text{mm}$;

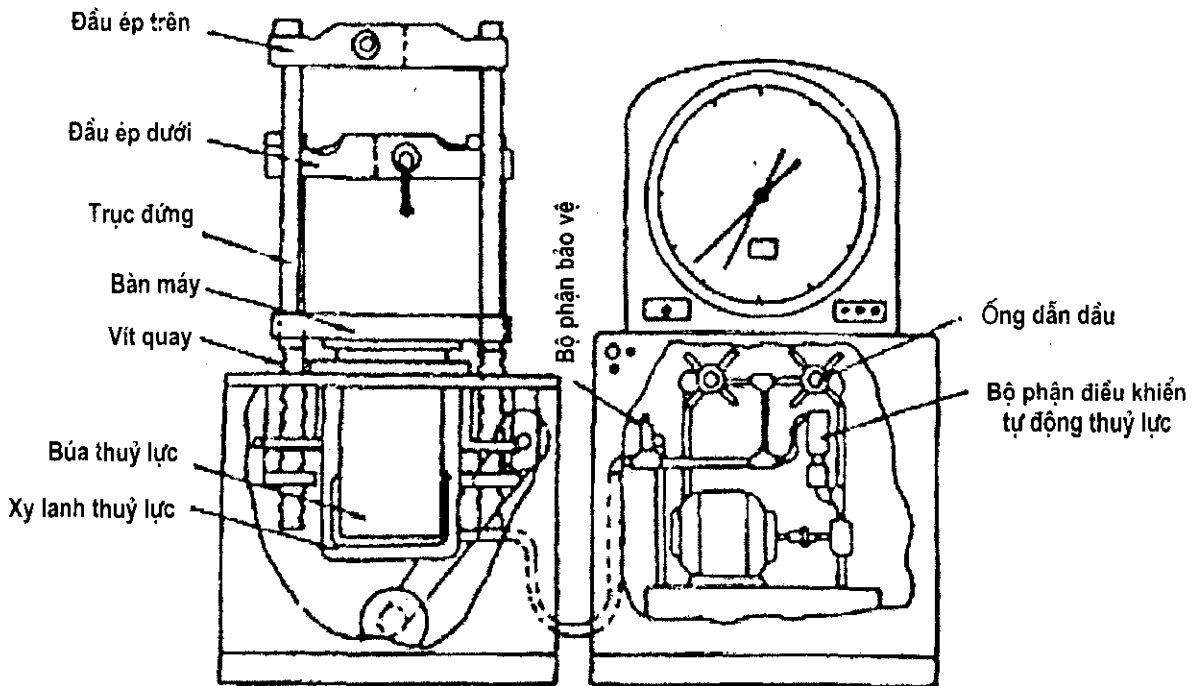
Chiều dài tương đương P khoảng 70mm ;

Hình 1-3. Kích thước của mẫu kiểm tra thử nghiệm

3. Nói chung, mẫu có thể là tấm phẳng hoặc hình chữ nhật như mô tả trên hình 1-3. Kích thước của phần cố định có thể lớn tùy theo ngàm của máy.

4. Có thể chia các phần tương ứng thành các mặt cắt ngang giống nhau, chiều dài giãn ra so với chiều dài chuẩn đo được sau khi đánh dấu chiều dài chuẩn trên máy đo từ phần tương ứng và phần bị phá vỡ v.v...

[Các bước tiến hành]



Hình 1-4. Sơ đồ thiết bị kiểm tra kéo nén

1. Chuẩn bị kiểm tra

2. Chuẩn bị mẫu

1) Chuẩn bị mẫu kiểm tra với hình dạng và kích thước theo KS.

2) Vẽ một đường 5 [mm] theo chiều rộng của phần tương ứng bằng sơn đỏ trên mẫu. Thép đúc sẽ được kiểm tra với mẫu tương ứng theo tiêu chuẩn.

3) Đo đường kính mẫu (D_0) của các mẫu khác nhau, mỗi mẫu đo 3 lần và ghi lại kết quả vào bảng 1-1.

4) Mẫu thép mềm có thể ước lượng chiều dài chuẩn $L_0 = 5D_0$, hợp kim Al là 50 [mm] và được đánh dấu vị trí giữa O_1 và O_2 trên các mẫu khác nhau. Mẫu thép đúc thì không cần đánh dấu.

5) Chia chiều dài chuẩn (O_1, O_2) thành 4 phần bằng nhau một cách chính xác và chúng được dùng khi đo độ giãn dài. Ghi lại số liệu trên bảng 1 (theo hình 1-3).

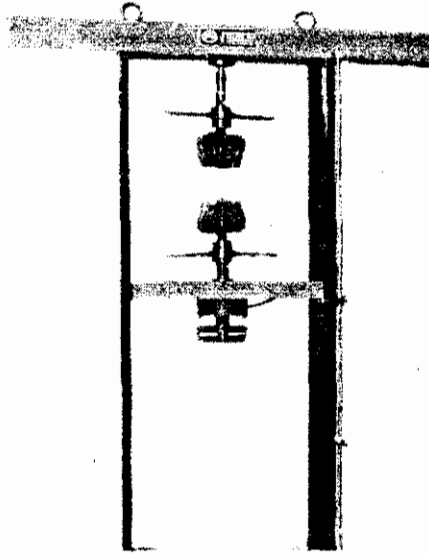
Bảng 1-1. Số liệu kiểm tra kéo nén

Thông số	Tên gọi các đại lượng đo được	Thép mềm	Thép đúc	Hợp kim nhôm
Trước khi đo	D_0 A_0 L_0			
Sau khi đặt tải trọng	D A L P_{YU} P_{max} P_b			
Các số liệu tính toán	σ_y σ_B ϵ E σ_b E U			

3. Kiểm tra một máy kiểm tra kéo nén thông dụng (hình 1-4)

1) Chuẩn bị mẫu có hình dạng tương ứng với ngàm như hình 1-5 và lắp một đầu mẫu vào ngàm trên, đầu kia vào ngàm dưới.

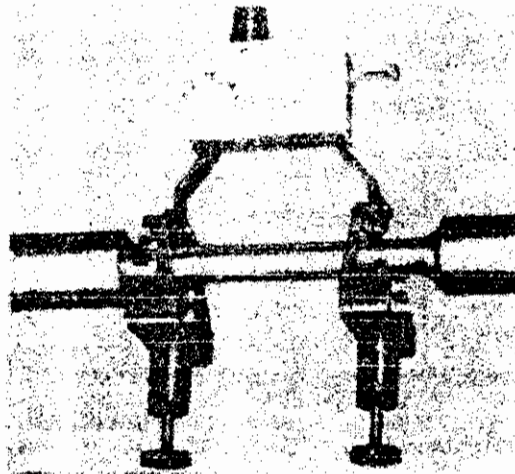
2) Chọn đúng tải trọng kiểm tra thích hợp với các loại vật liệu.



Hình 1-5. Kẹp mẫu kiểm tra

3) Chuẩn bị băng giấy, đầu ghi và lắp chúng vào giá ghi kết quả tự động trên máy.

4) Khởi động bơm thủy lực của máy kiểm tra trước một thời gian. Sau đó kiểm tra trạng thái hoạt động của búa thủy lực và động cơ với hoạt động của đầu kẹp phía dưới.



Hình 1-6. Thiết bị đo độ giãn dài

4. Tiến hành kiểm tra kéo nén

1) Cố định mẫu kiểm tra vào đầu kẹp phía trên và điều chỉnh máy đo về vị trí điểm 0.

2) Tăng tải trọng ở đầu kẹp phía dưới.

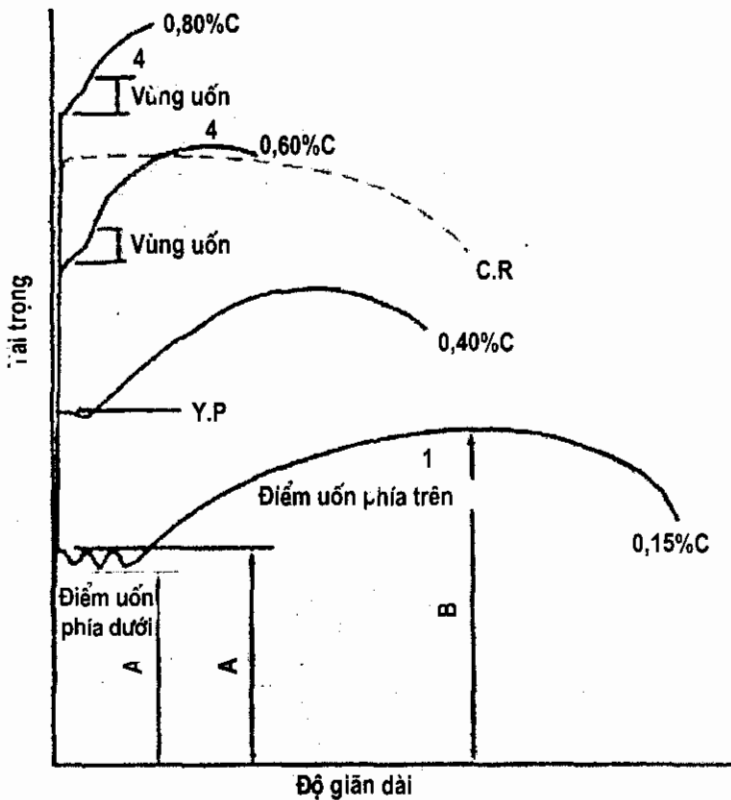
3) Trong trường hợp mẫu kiểm tra là tấm phẳng thì thiết bị kẹp cũng sẽ có

dạng phẳng tương ứng, cố định đĩa trên ngàm kẹp quay.

4) Bắt đầu đặt tải trọng với đúng giá trị quy định.

5) Tốc độ tăng tải trọng phải tương đương với tốc độ tăng tải trọng của 1/2 tải trọng bình thường, nhưng tăng khoảng từ 1 ~ 3 [kg lực/mm²/giây] để ứng suất tăng trong khoảng 1/2 của tải trọng bình thường.

6) Trong trường hợp đo ứng suất kéo nén và tính toán ứng suất kéo nén qua điểm uốn, tải trọng có thể tăng với tốc độ của 1/2 giá trị tải trọng yêu cầu. Nhưng với thép cứng thì sau khi tiến hành đặt 1/2 tải, độ giãn dài của các phần tương đương vào khoảng 20 ~ 80 [%/phút] và các giá trị đó được ghi trên bảng 1-2 sau khi tải trọng đạt đến giá trị cực đại và điểm tải trọng phá vỡ tương ứng.



Hình 1-7. Biểu đồ ứng suất - biến dạng theo phần trăm các bon (%)

7) Mẫu có thể bị hỏng đúng chỗ đầu kẹp và có thể tìm được nhiệt độ vùng làm việc của nó. Có thể phác họa hình dạng của vùng bị phá hủy theo hình 1-13.

8) Lắp đặt thiết bị đo độ giãn dài, cố định nó theo hình 1-6 và điều chỉnh về điểm 0, tăng sức căng với tốc độ khoảng 1 [mm/phút]. Ghi lại giá trị của nó khi tăng tải trọng đến 250[kg] vào bảng 1-2. Khi đã tăng đến giá trị cực đại thì quan sát thiết bị đo độ giãn dài, sau đó tháo thiết bị này ra. Nhưng nếu mẫu là thép đúc thì không cần dùng đến thiết bị đo độ giãn dài.

Bảng 1-2. Sự thay đổi của ứng suất – biến dạng trong miền đàn hồi

Tải trọng (kg)	Đồng hồ đo độ giãn dài	Ứng suất	Tỷ lệ biến dạng
0	0	0	0
250			
500			
750			

5. Kiểm tra trạng thái ứng suất của mẫu

- 1) Đo các phân tương đương của hàng loạt vật liệu mềm đến trạng thái phá huỷ và ghi lại các số liệu của chúng.
- 2) Tính toán diện tích mặt cắt (A_1) với đường kính nhỏ nhất đo được tại chỗ bị phá hỏng.
- 3) Đo điểm tải trọng trên và ghi lại.
- 4) Tính toán diện tích mặt cắt của mẫu nguyên bản (A_0) và ghi lại.
- 5) Ghi lại tải trọng cực đại. Tải trọng cực đại là tải trọng làm cho mẫu bị phá hỏng.

Bảng 1-3. Bảng ghi giá trị đo của kiểm tra kéo nén

Thứ tự đo	Các mẫu được dùng làm ví dụ (ký hiệu A-21)				
	Chiều dài chuẩn (mm)		Đường kính (mm)		Độ giãn dài giữa các vạch tiêu chuẩn
	Trước khi kiểm tra	Sau khi kiểm tra	Trước khi kiểm tra	Sau khi kiểm tra	
1
2
3
12

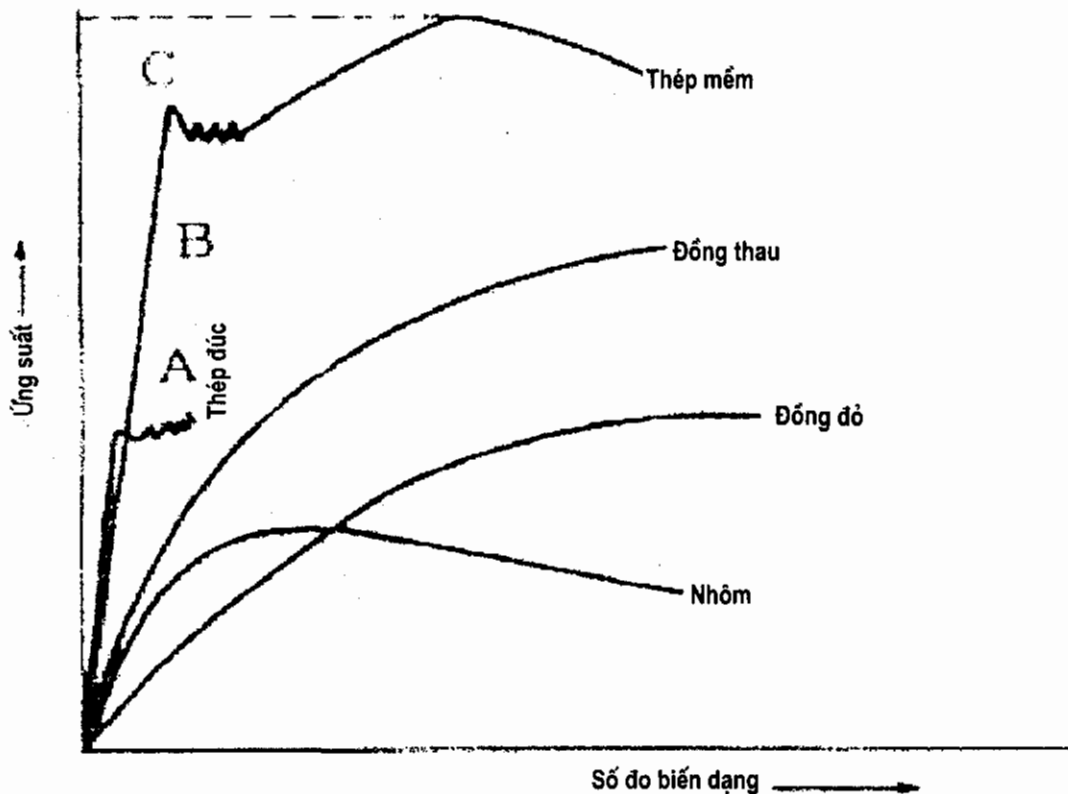
6. Đo ứng suất uốn (σ_y)

1) Ứng suất uốn là giá trị tính từ điểm chia Yu của hình 1-9 trong thí nghiệm kéo nén, đó là điểm uốn trên, trong mặt cắt tiêu chuẩn của các phần tương đương (mm^2). Nhưng không cần phải biểu diễn tỉ mỉ, nó có thể chọn khoảng 0,2 [%].

2) Công thức tính ứng suất uốn như sau:

Các giá trị tính toán được ghi trên bảng 1-3.

$$\delta_0 = \frac{\text{Tải trọng ứng với điểm uốn trên}}{\text{Diện tích mặt cắt nguyên bản}} = \frac{PYU}{A_0} [\text{kg/mm}^2]$$



Hình 1-8. Biểu đồ ứng suất - biến dạng theo vật liệu

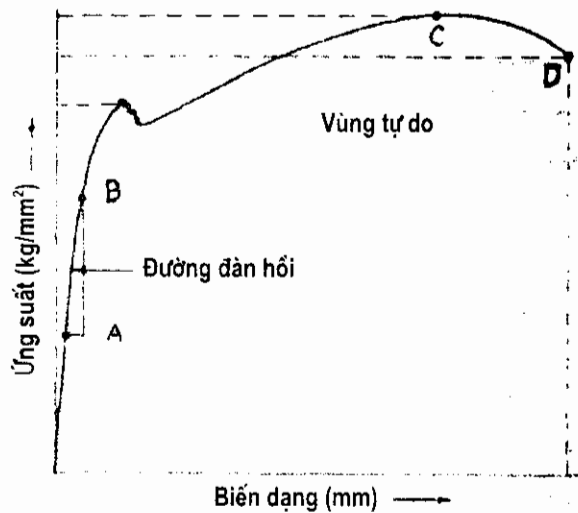
7. Đo ứng kéo (σ_B)

1) Ứng suất kéo là giá trị tính từ điểm chia M của hình 1-8 trong kiểm tra kéo nén, đó là giá trị ứng với tải trọng cực đại, trong diện tích mặt cắt của phần tương đương (mm^2).

2) Công thức tính ứng suất kéo như sau:

Các giá trị được tính toán và ghi lại trên bảng 1-3.

$$\delta_y = \frac{\text{Tải trọng cực đại}}{\text{Diện tích mặt cắt nguyên bản}} = \frac{P_{\max}}{A_0} [\text{kg/mm}^2]$$



Hình 1-9. Đo mô đun đàn hồi

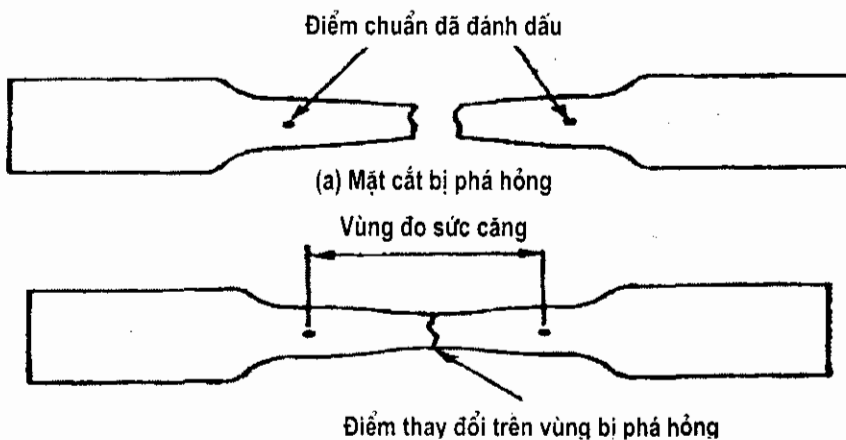
8. Đo mô đun đàn hồi (E)

1) Mô đun đàn hồi nằm trong điểm B của hình 1-9.

2) Là một hằng số của ứng suất trong giới hạn đàn hồi, là giá trị tỷ số giữa ứng suất của điểm chỉ trên A và ứng suất khác nhau của điểm chỉ dưới B trên hình 1-9 sau một số biến dạng, thay đổi.

9. Đo độ giãn dài (ϵ)

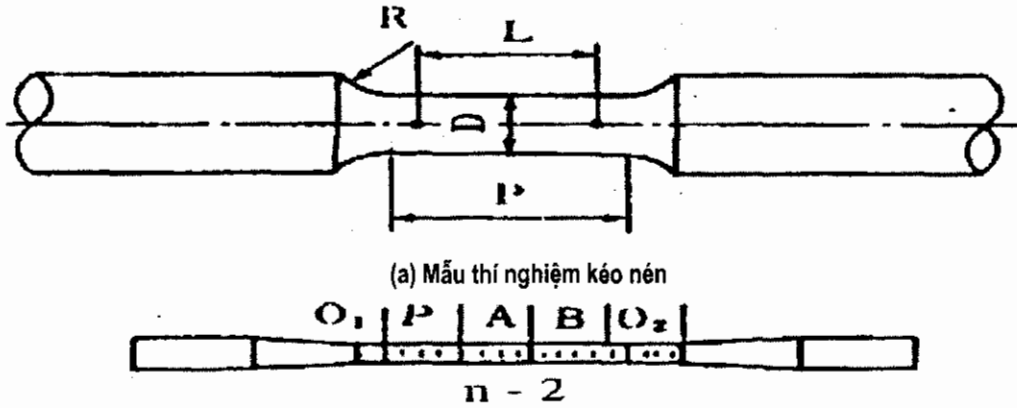
1) Quan sát vị trí phá hỏng của mẫu khoảng 1/4 phần sang trái và sang phải tính từ giữa chiều dài chuẩn của mẫu và tâm của phần bị phá hỏng.



Hình 1-10. Đo chiều dài kéo của mẫu bị phá hỏng

2) Vùng bị phá hỏng có thể cố định một cách chính xác đối với các phần khác (hình 1-10).

3) Phạm vi tính toán với A là điểm giao nhau của vị trí đối xứng P của chuẩn O_1 , về phía đầu ngắn và đo chiều dài O_1A .



Hình 1-11. Chia các vị trí cắt trên mẫu thử

- P: Phần tương ứng (khoảng 60mm); D: Đường kính (14mm);
 L: Chiều dài chuẩn (50mm); R: Cặp chuyển tiếp (15mm).

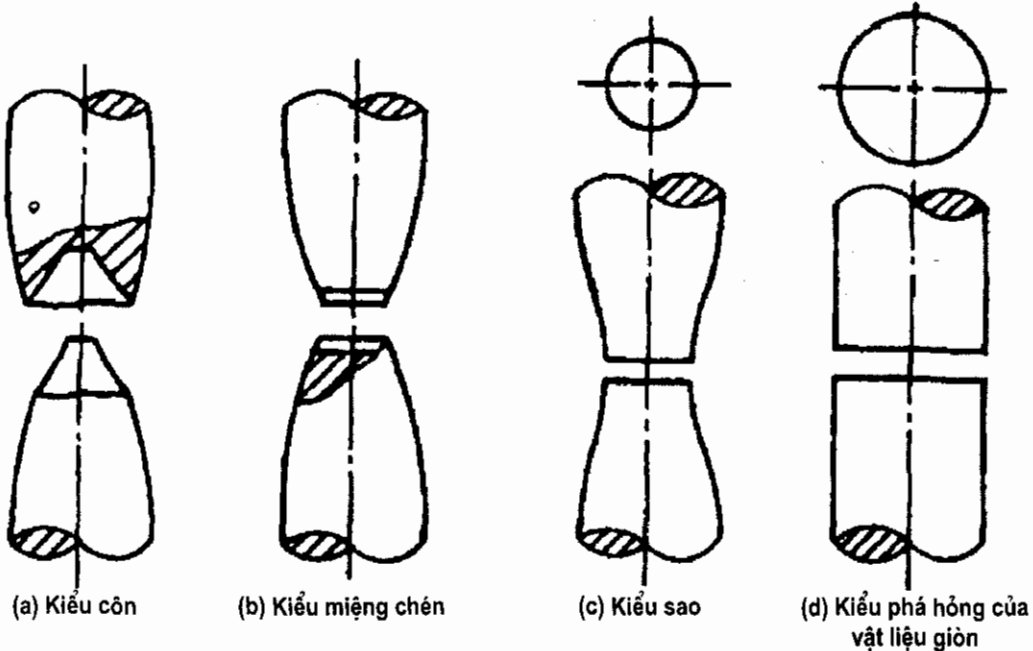
4) Lấy đối xứng qua A về phía điểm O_2 của chuẩn. Khi n chẵn thì tính $n/2$ dây từ O_2 đến A, còn khi n lẻ thì tính $(n+1)/2$ dây trên phần B và đo chiều dài AB (hình 1-11).

5) Giá trị hiệu chỉnh có thể tìm được bằng công thức:

$$\text{Giá trị hiệu chỉnh} = \frac{O_1A + 2AB - \text{Chiều dài chuẩn}}{\text{Chiều dài chuẩn}} \times 100$$

6) Khi phá huỷ diễn ra tại phần giữa mẫu, chia biến dạng dài sau khi bị phá huỷ cho chiều dài chuẩn nguyên bản, ta có thể tính được độ giãn dài theo công thức:

$$\varepsilon = \frac{\text{Biến dạng dài}}{\text{Chiều dài chuẩn}} \times 100 = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100$$



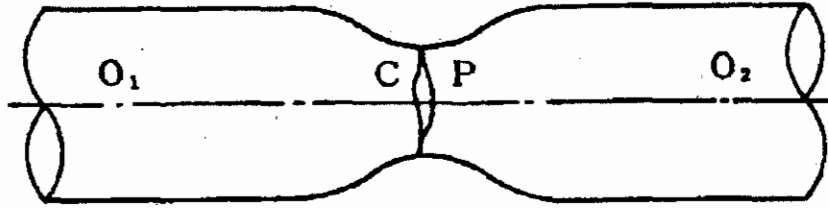
Hình 1-12. Hình dạng của vùng bị phá hỏng

10. Đo độ thu nhỏ của diện tích (φ)

1) Độ thu nhỏ của diện tích được tính bằng tỉ lệ phần trăm giữa tỷ số của diện tích mặt cắt ngang nguyên bản trừ đi diện tích mặt cắt ngang nhỏ nhất của mẫu thử sau khi bị phá hỏng và diện tích mặt cắt ngang của mẫu nguyên bản.

2) Công thức tính độ thu nhỏ của diện tích:

$$\varphi = \frac{\text{Diện tích mặt cắt nguyên bản} - \text{Diện tích mặt cắt sau khi phá huỷ}}{\text{Diện tích mặt cắt nguyên bản}} \times 100$$



Hình 1-13. Sự phá hỏng của mẫu hình chữ nhật

11. Tính toán các thông số bằng kiểm tra kéo nén khác

12. Sắp xếp lại thiết bị cho hợp lý

Bài 2	KIỂM TRA SỨC BỀN NÉN	Thời lượng

[Mục đích]

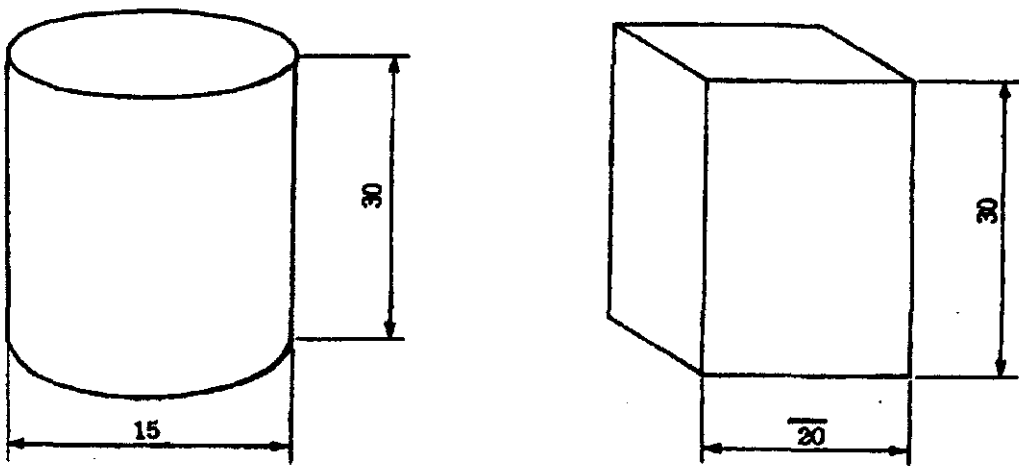
1. Bằng cách kiểm tra các vật liệu kim loại với một lực nén, chúng ta có thể biết được hệ số nén, khả năng chịu nén, sức bền nén, khả năng chịu trượt và khả năng phá hỏng của mẫu nén, v.v...

2. Chúng ta có thể ghi lại các mẫu thống kê và có thể phân tích nhiều yếu tố cần thiết.

[Lưu ý]

1. Mẫu thử nghiệm nén phải được chế tạo sao cho chịu sai số nhỏ trong kiểm tra nén, phải đảm bảo hai mặt phẳng hai phía chịu nén.

2. Mẫu thép đúc luôn luôn cần thiết được bảo vệ khỏi sự phân tán, vì mẫu thử nghiệm sẽ bị phân tán khi phá hỏng mẫu.



Hình 2. Mẫu kiểm tra sức bền nén

[Vật liệu và dụng cụ]

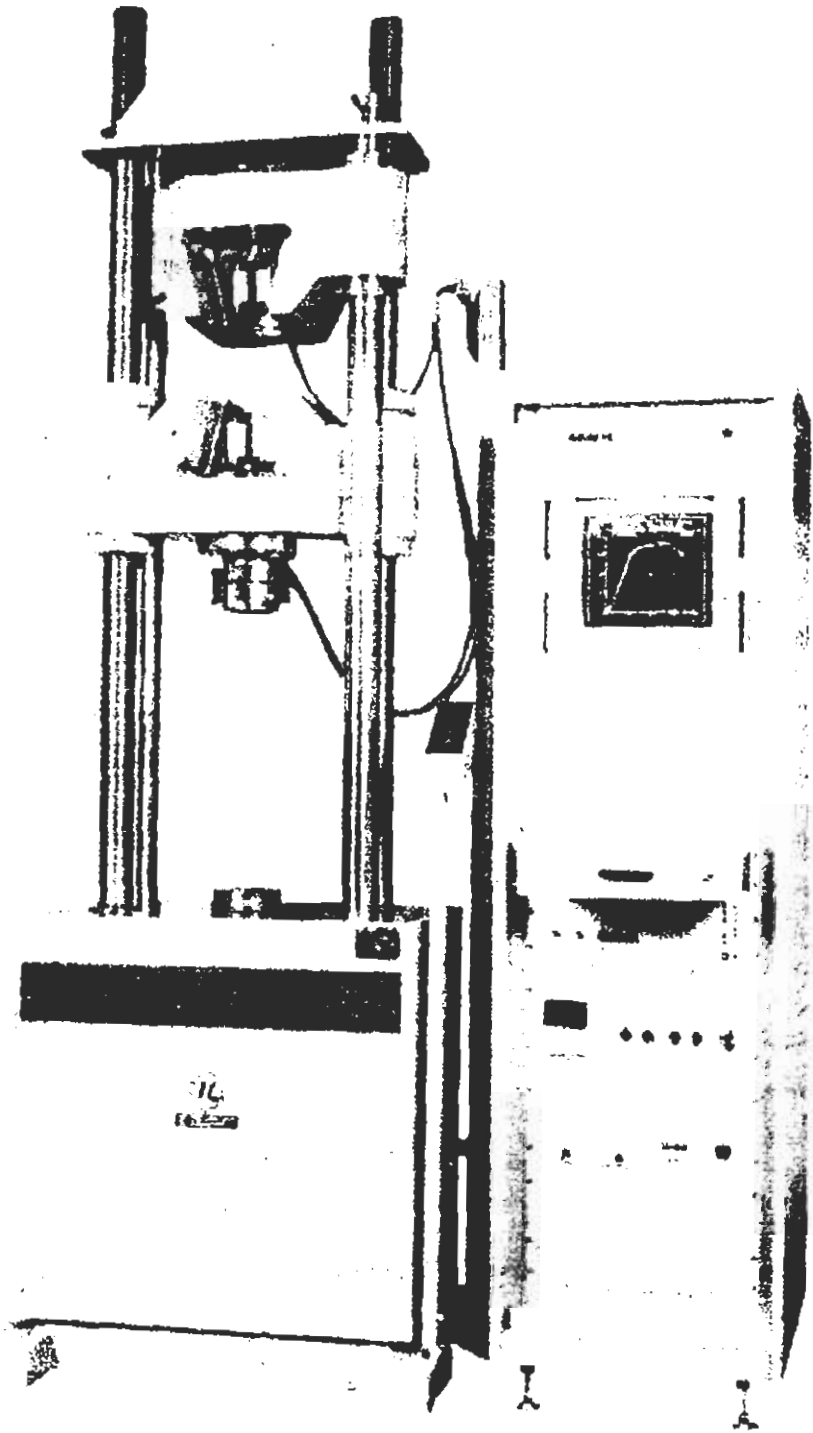
1. Máy và thiết bị

- Máy kiểm tra thông dụng hay máy kiểm tra nén chuyên dùng
- Đĩa chia độ
- Thước đo góc

2. Vật liệu

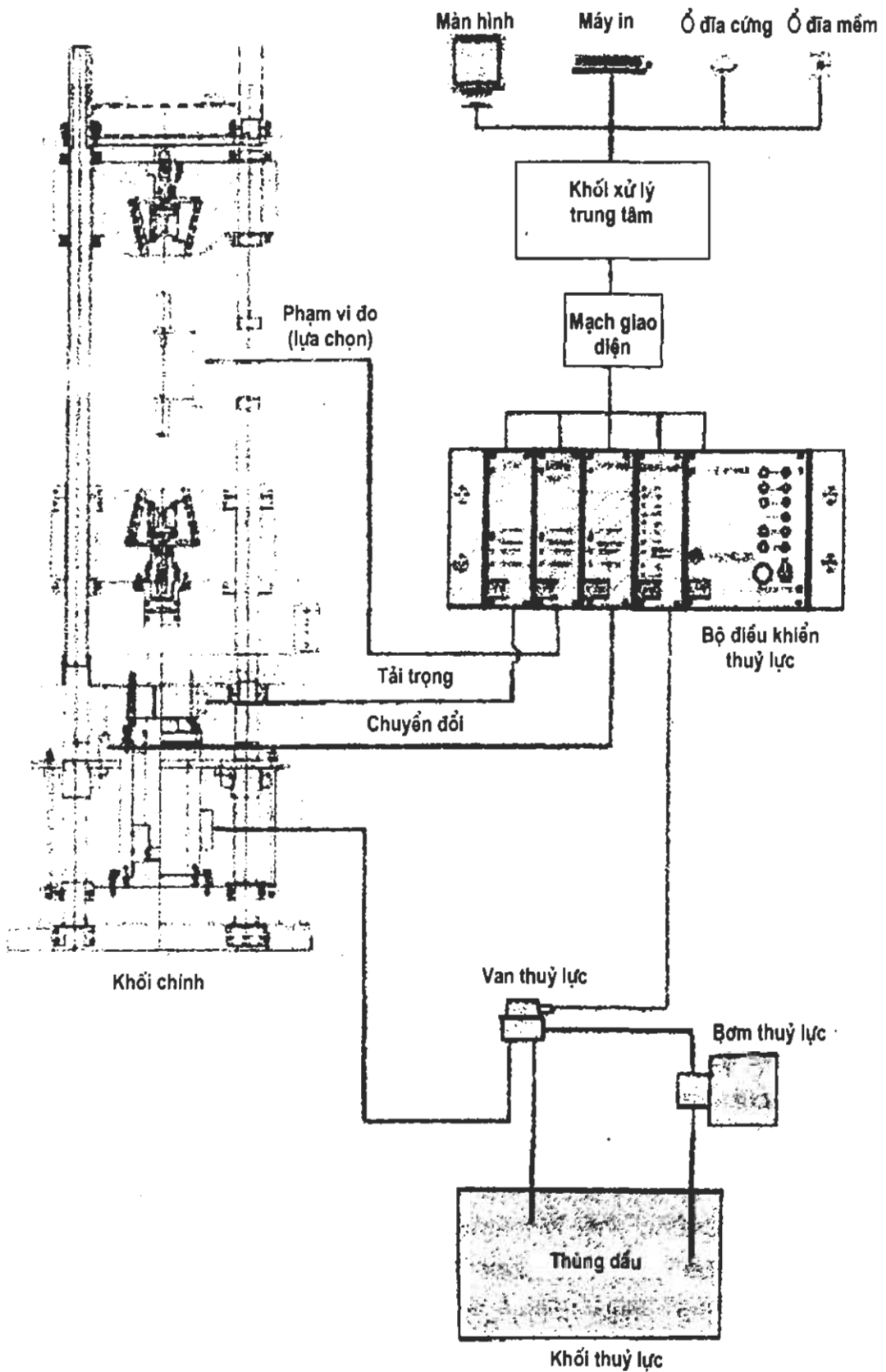
- Thép đúc
- Hợp kim nhôm

[Nội dung]



Hình 2-1. Máy kiểm tra thông dụng với thiết bị thủy lực phụ

[Kiểm tra nén]



Hình 2-2. Sơ đồ khối hệ thống kiểm tra

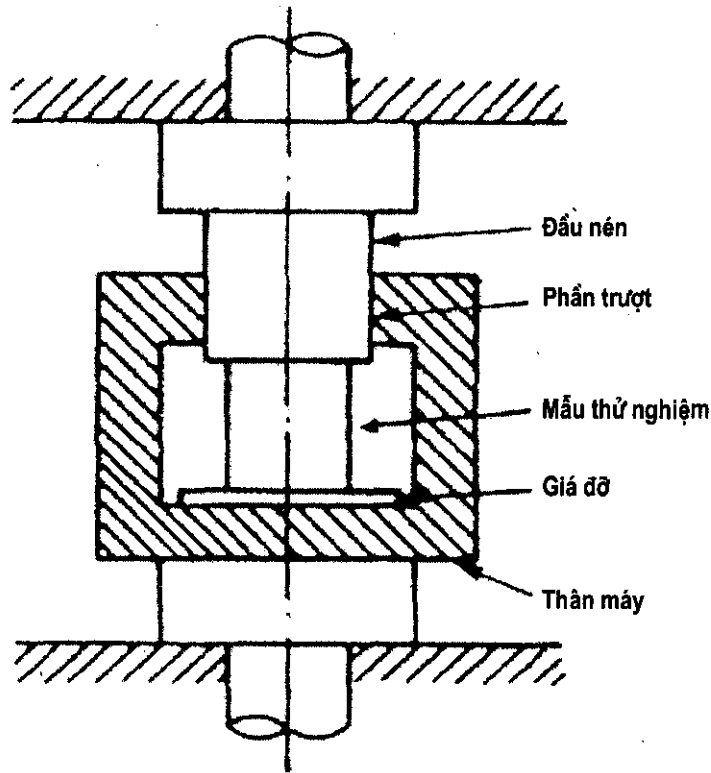
1. Hệ số nén dài và hệ số nén ngắn

Có nhiều hiện tượng phá hỏng khác nhau tùy thuộc diện tích và chiều dài mẫu nén.

Nếu một cọc dài, thon, khi chịu nén nó sẽ bị uốn cong và bị phá hỏng. Sự phá hỏng đó gọi là gãy gập.

Ngoài ra, có trường hợp mẫu bị phá hỏng ở một tải trọng nào đó nhưng mẫu không bị uốn cong.

Trường hợp trước gọi là hệ số nén dài và trường hợp sau gọi là hệ số nén ngắn (tham khảo hình 2-2, 2-3 và 2-4)

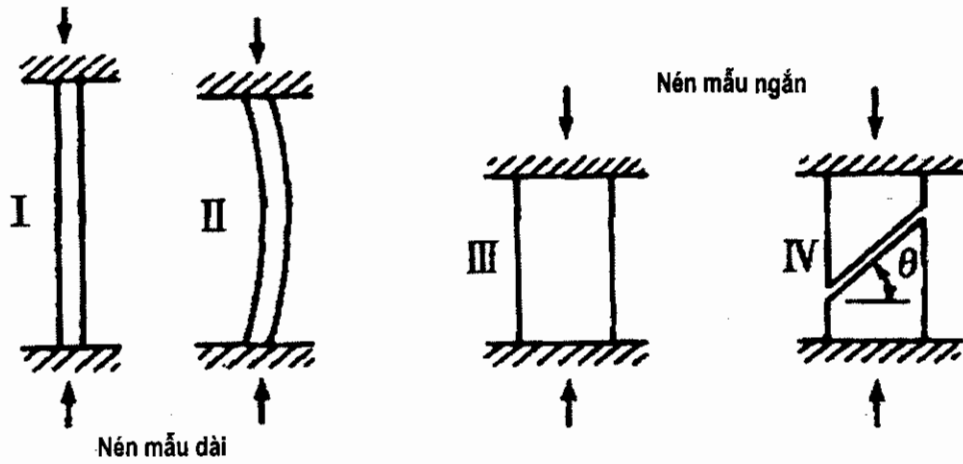


Hình 2-3. Khối dẫn hướng khi nén

2. Các vật liệu giòn bị phá hỏng khi đặt vào tải trọng trên điểm đàn hồi, khi đó lực tương đương bên trong gọi là lực nén.

Các vật liệu dẻo thì không kiểm tra nén và không kiểm tra tính dẻo. Nếu một điểm trên đường cong nén có thể coi như lực nén thì hệ số nén giới hạn có thể coi xấp xỉ theo kết quả của kiểm tra kéo nén.

3. Trong kiểm tra nén, người ta dùng thuyết ứng suất cắt lớn nhất và thuyết Navier, nhưng với những vật liệu giòn như thép đúc thì người ta chỉ dùng thuyết Navier vì góc phá huỷ khi đó khoảng 55° .



Hình 2-4. Hệ số nén dài và hệ số nén ngắn

[Các bước tiến hành]

1. Chuẩn bị kiểm tra

Bảng 2-1. Kích thước các yếu tố của mỗi mẫu nén

	Đường kính (inch)	Chiều dài (inch)	L/d	Phạm vi áp dụng
Mẫu nén ngắn	☆ $1\frac{1}{8} \pm 0,01$	$1 \pm 0,05$	0,9	Hợp kim chế tạo ổ lăn
Mẫu nén trung bình	$\frac{1}{2} \pm 0,01$	$1\frac{1}{2} \pm 0,05$	3	Các kim loại chịu nén, các vật liệu nói chung
	☆☆ $0,798 \pm 0,01$	$2\frac{2}{3} \pm \frac{2}{3}$	2,98	
	(☆☆)	$3 \pm \frac{1}{8}$	3	
	$1 \pm 0,01$	$3\frac{3}{8} \pm \frac{1}{8}$	3	
Mẫu nén dài	$0,789 (\text{☆☆})$	$6\frac{1}{2} \pm \frac{1}{8}$	7,99	Đo mô đun đàn hồi
	$1\frac{1}{4} \pm 0,01$	$12\frac{1}{2}$	10	

☆ Diện tích mặt cắt ngang (1 inch²)

☆ Diện tích mặt cắt ngang (0,5 inch²)

2. Chuẩn bị mẫu

1) Trong trường hợp đo sức bền nén, cần chuẩn bị mẫu nén ngắn, còn trong khi muốn đo tính đàn hồi thì chuẩn bị mẫu dài.

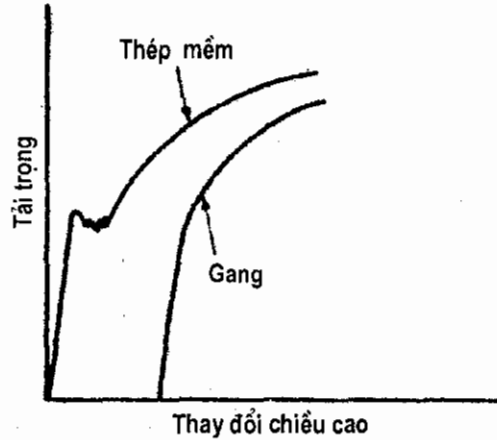
Mẫu ngắn: $h = 0,9d$; mẫu trung bình: $h = 3d$; mẫu dài: $h = 10d$; với d là đường kính mẫu.

2) Với kim loại và bê tông thường dùng mẫu hình chữ nhật, với gỗ và các vật liệu gốc đá thì dùng mẫu hình vuông.

(1): Hình chữ nhật: $l = (1,5 \sim 2,0)d$; b: chiều rộng; d: đường kính mẫu;

(2): Hình vuông: $l = (1,5 \sim 2,0)b$; l: chiều dài mẫu

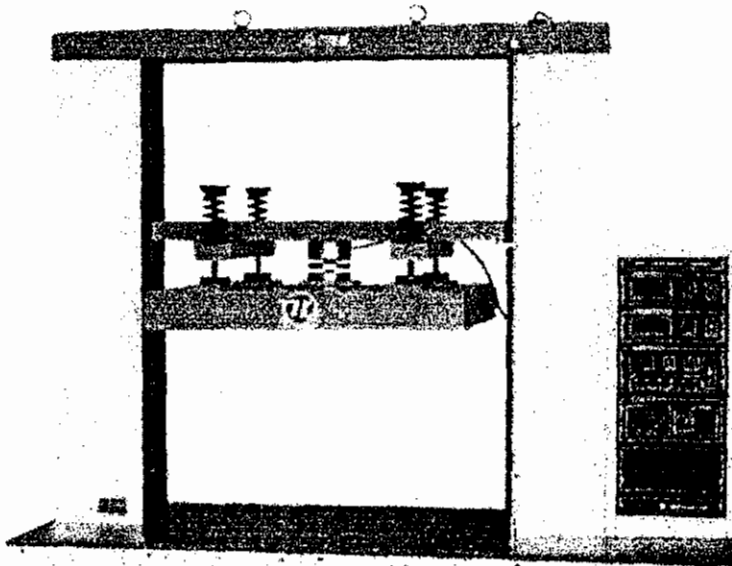
3) Trong trường hợp này dùng loại mẫu ngắn, phải đảm bảo hai bề mặt song song và có diện tích bằng nhau để không gây ảnh hưởng trong quá trình kiểm tra và sau khi kiểm tra. Bảng 2-1 là kích thước các mẫu nén hình chữ nhật theo tiêu chuẩn ASTM.



Hình 2-5. Đường cong ứng suất – hệ số nén

3. Chuẩn bị máy kiểm tra nén

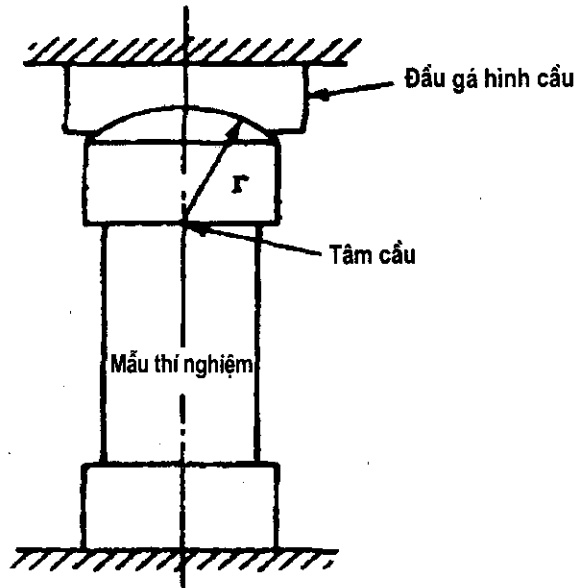
- 1) Kiểm tra trạng thái hoạt động của các thiết bị thủy lực, năng lượng và tải trọng.
- 2) Kiểm tra mặt cắt các đầu mẫu.
- 3) Lắp đặt máy kiểm tra như hình 2-6, đưa bàn nén và đầu dưới của mẫu vào thân máy.
- 4) Chuẩn bị bàn nén và thiết bị lắp ghép như hình 2-7.



Hình 2-6. Bàn nén

4. Tiến hành nén

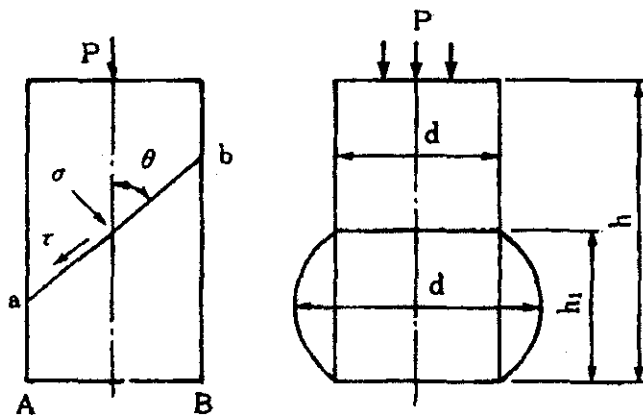
- 1) Điều chỉnh thiết bị đo tải trọng và thiết bị ghi về điểm 0
- 2) Đo đường kính và chiều cao nguyên bản của mẫu thép đúc bằng ba lần đo và ghi vào bảng 2-2.



Hình 2-7. Thiết bị gá mẫu

3) Cho hệ thống hoạt động bằng cách khởi động bơm thủy lực. Tiếp đó, chọn tải trọng cho phù hợp với các loại vật liệu và chuẩn bị thiết bị ghi số liệu.

4) Cố định mẫu như hình 2-7 sao cho mẫu ở vị trí thẳng đứng so với giá nén và để loại bỏ ảnh hưởng của ma sát, nhỏ một chút dầu bôi trơn giữa mẫu thử nghiệm và giá nén.



(a) Biểu hiện phá hỏng của thép đúc (b) Biểu hiện phá hỏng của hợp kim nhôm

Hình 2-8. Biểu hiện sức bền nén tùy thuộc vật liệu

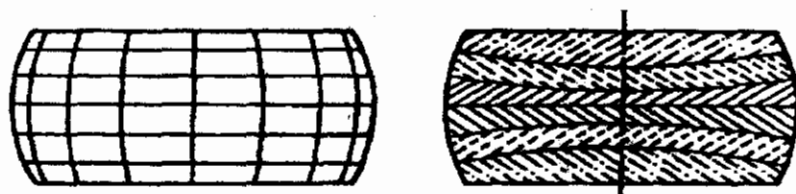
5) Điều khiển tăng tải trọng để phá hủy mẫu như khi kiểm tra kéo nén. Hình 2-8 đưa ra hình ảnh phá hủy của mẫu thép đúc và mẫu hợp kim nhôm.

6) Đọc tải trọng nén lớn nhất trên thiết bị và ghi lại vào bảng 2-2.

7) Điều đó cho phép tính hệ số nén tổng cộng, hệ số nén cục bộ, hệ số nén đúng tâm, hệ số nén lệch tâm bằng phương pháp đặt tải trọng nén lên mẫu thử nghiệm.

8) Sau khi hoàn thành việc đặt tải trọng nén, nâng đầu nén lên và lấy mẫu ra. Đo chiều cao (h), đường kính (d), góc phá huỷ sau khi phá mẫu và ghi vào bảng 2-2.

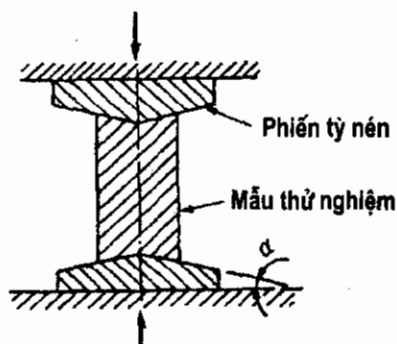
9) Thay mẫu thử nghiệm bằng hợp kim nhôm và lặp lại từ bước 1 đến bước 8 ba lần. Mẫu hợp kim nhôm bị phá huỷ không giống thép đúc và biến dạng như hình 2 - 8 (b). Quan sát thấy rằng sau khi bị phá huỷ thì chiều cao của nó còn bằng 1/2 chiều cao nguyên mẫu.



Hình 2-9. Hình ảnh bề mặt tiếp xúc của mẫu nén

5. Sắp xếp kết quả kiểm tra

1) Xác định sự ảnh hưởng của ma sát trên mặt tiếp xúc. Nói chung phần tiếp xúc lớn thì biến dạng hai mép sẽ nhỏ. Mẫu có chiều cao nhỏ hơn sẽ chịu ảnh hưởng lớn hơn. Cũng như vậy, mẫu có chiều cao nhỏ hơn sẽ chịu ứng suất nén thực lớn hơn.



Hình 2-10. Kết thúc đo sức căng

2) Đối với thép đúc, hình 2-10 cho ta biến dạng là $\alpha = 14^\circ$, và như vậy $\operatorname{tg}\alpha = 0,25$, đường kính 20 [mm], chiều cao phần giữa là 35 [mm], chiều cao ngoài chu vi là 40 [mm], chênh lệch giữa chiều cao phần tâm và phần chu vi là 12,5[%].

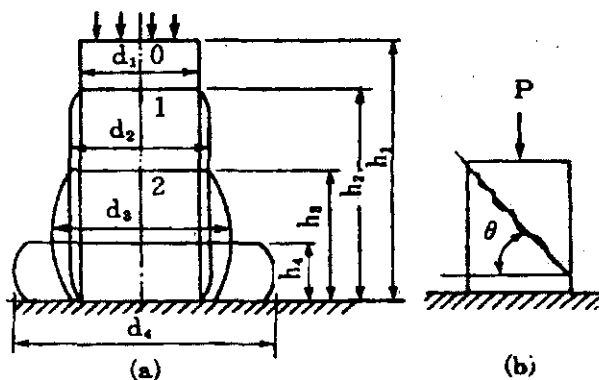
Ma sát sẽ giảm đi nếu bề mặt được gia công tốt và có dùng dầu bôi trơn trên mặt tiếp xúc.

Dầu máy, dầu hỗn hợp và dầu mỡ được dùng cho mẫu là thép mềm, đồng đỏ và nhôm, còn thép đúc sẽ dùng graphít.

3) Một vấn đề cần quan tâm ở đây là kết quả phá huỷ mẫu thử nghiệm, nếu mẫu có chiều dài lớn, vật liệu sẽ không chịu được tải trọng nén và sẽ bị uốn cong.

Và nếu mẫu quá ngắn thì không thể hiện được lực nén. Chính vì vậy nên dùng mẫu có chiều dài bằng $1 \sim 1,5d$ như khuyến cáo.

4) Thống kê kết quả theo công thức từ bảng 2-2 với các số liệu có được trong quá trình biến dạng và xác định các số liệu khác như trên hình 2-11.



Hình 2-11. Biến dạng nén

		Trước khi kiểm tra				Sau khi kiểm tra				
Danh mục kiểm tra	Chiều cao nguyên bản	Đường kính nguyên bản	Diện tích mặt cắt ngang nguyên bản	d_0/h_0	Chiều cao sau khi phá huỷ	Đường kính sau khi phá huỷ	Diện tích mặt cắt ngang sau khi bị phá huỷ	Góc phá huỷ	Sức căng nén tối đa	
	(h_0)	(d_0)	(A_0)		(h)	(d)	(A)	(θ)	(P_{max})	
Vật liệu										
	Thép đúc									
	Hợp kim nhôm									
Kết quả										
Danh mục kiểm tra	Sức bền nén	Hệ số nén	Diện tích vùng biến dạng	Khả năng chống cắt	Hệ số ma sát trong của vật liệu	Góc ma sát	Hình dạng vùng bị phá huỷ			
	(σ_c)	(ϵ_c)	(φ_c)	(f_c)	(μ)	(Φ)				
Vật liệu										
	Thép đúc									
	Hợp kim nhôm									

Bảng 2-2. Thống kê và phân tích kết quả kiểm tra

6. Sắp xếp lại thiết bị cho hợp lý

Bài 3	KIỂM TRA SỨC BỀN CẮT	Thời lượng

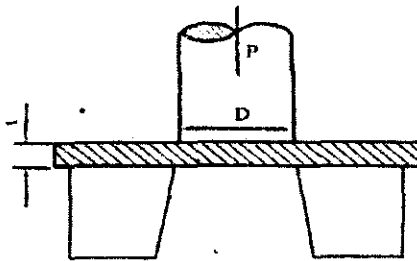
[Mục đích]

Biết được nguyên lý làm việc và cách sử dụng máy kiểm tra cắt, cách tiến hành kiểm tra cắt và phân tích giá trị ứng suất cắt với bảng thống kê đo đạc kiểm tra cắt các vật liệu kim loại.

[Lưu ý]

Máy kiểm tra cắt đòi hỏi sự ổn định nhất định. Cũng cần phải thận trọng khi đặt tải trọng lên mẫu thử nghiệm, điều này là rất cần thiết.

[Vật liệu và thiết bị]



Hình 3. Sơ đồ kiểm tra sức bền cắt

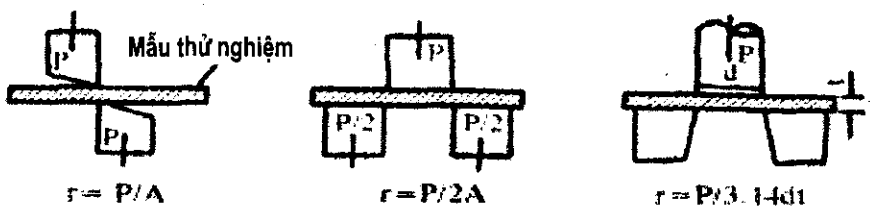
1. Máy và thiết bị

- Máy kiểm tra cắt
- Thiết bị đo

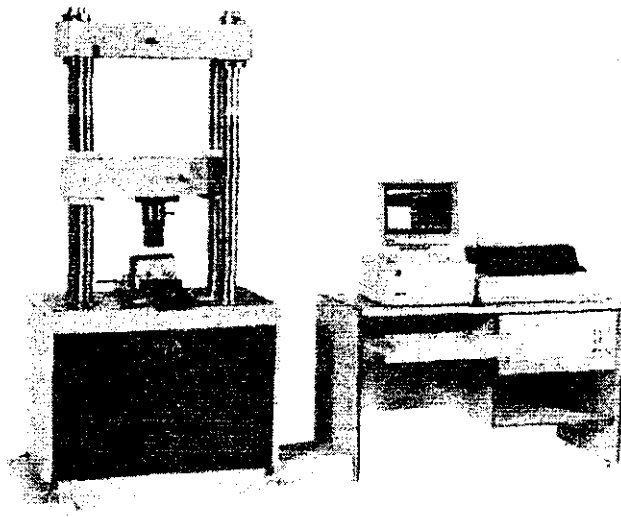
2. Vật liệu

- SM15C 1EA.

[Nội dung]



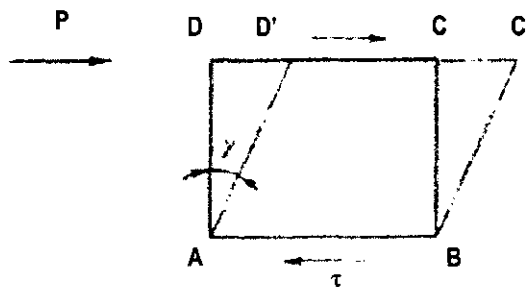
Hình 3-1. Nguyên lý máy kiểm tra cắt



[Kiểm tra cắt]

1. Khi đặt ngoại lực P vào hai mặt song song AB , CD của hình lập phương với các đỉnh là A , B , C , D như hình 3-2, hình lập phương sẽ bị méo với hai mặt song song nghiêng sang phải. Trong đó, ứng suất τ , ngoại lực P tác dụng làm cho AB và CD vẫn song song nhưng trượt đi một góc.

Với P là lực cắt; τ là ứng suất cắt;



Hình 3-2. Biến dạng cắt

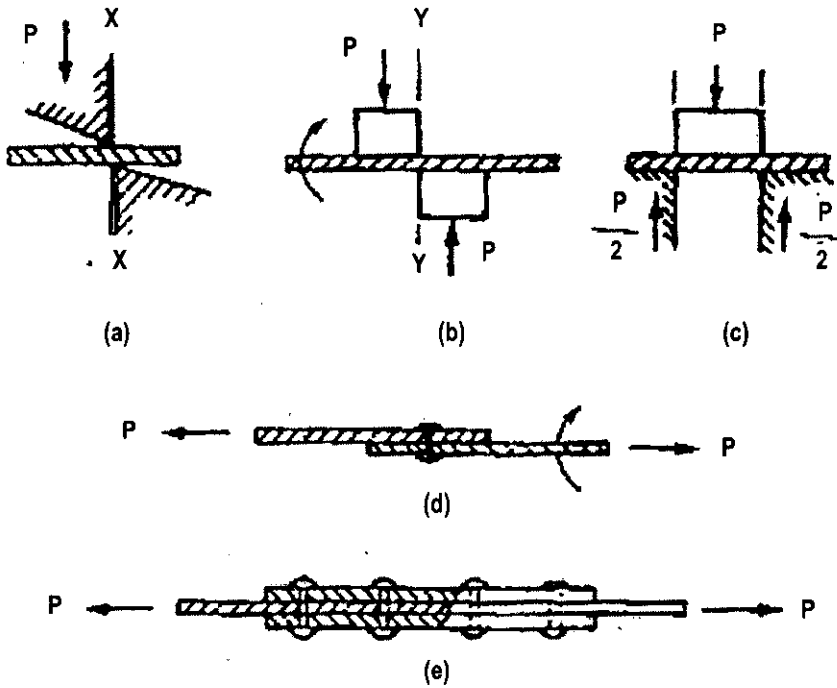
Ứng suất cắt được tính theo công thức: $\tau = \frac{P}{A}$

Trong đó: P là lực cắt (kg lực); A là diện tích mặt cắt ngang của mẫu thử nghiệm (mm^2).

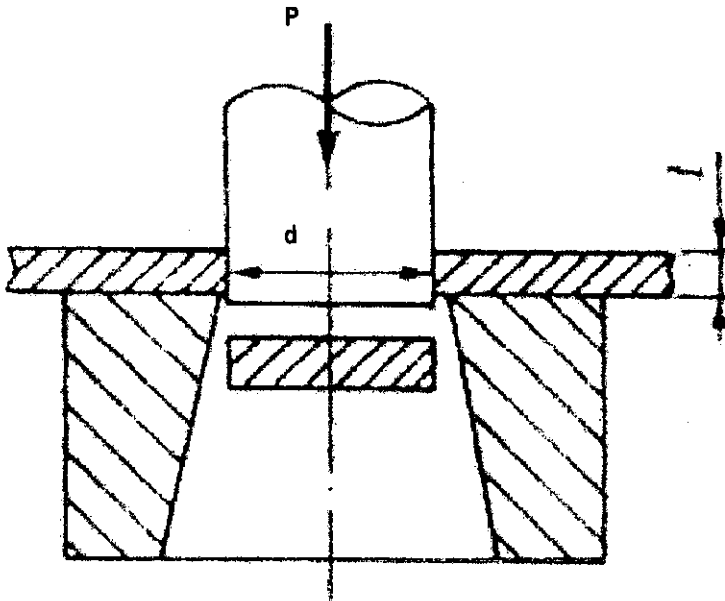
Độ lớn của biến dạng trong sự thay đổi hình lập phương $ABCD$ thành $ABC'D'$ được tính theo CC' hoặc DD' . Góc vuông D trở thành $\pi/2 - \angle DAD'$ và góc vuông C trở thành $\pi/2 - \angle CBC'$. Nếu $\angle DAD'$ bằng $\angle CBC'$ và bằng γ thì biến dạng cắt được tính thông qua:

$$\frac{DD'}{AD} = \frac{CC'}{BC} = \text{tgy} \approx \gamma$$

Khi góc γ nhỏ thì tgy sẽ rất nhỏ và có thể coi tgy bằng γ . G gọi là mô đun đàn hồi trượt; γ gọi là góc biến dạng cắt; ν là hệ số Poat xông.

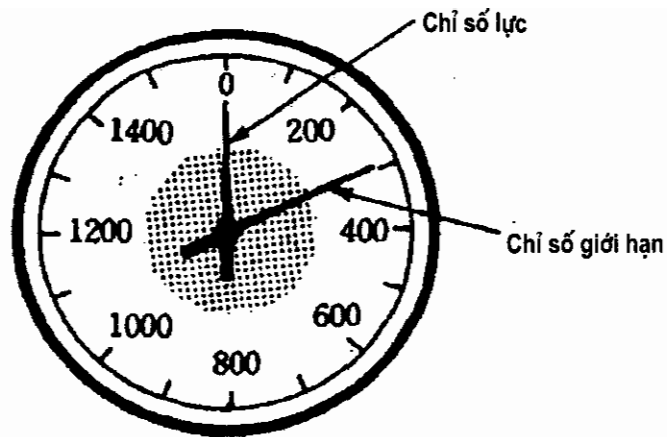


Hình 3-3. Tác dụng của lực cắt



Hình 3-4. Kẹp tấm tròn

2. Ứng suất cắt sinh ra do lực kích động lên tấm phẳng, làm cho tấm bị cắt. Và một phần có khuynh hướng trượt so với các phần khác. Hình 3-3 mô tả việc đặt lực cắt gây ra sự cắt tương ứng.



Hình 3-5. Đồng hồ đo trong kiểm tra cắt

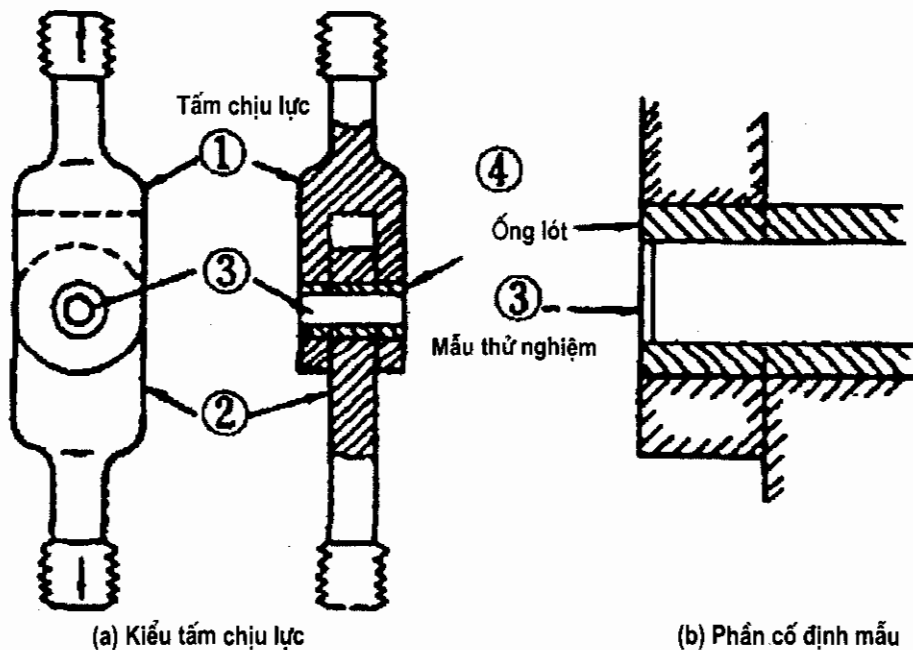
[Các bước tiến hành]

1. Chuẩn bị kiểm tra

2. Tiến hành đối với một mẫu (hình 3-4)

1) Chuẩn bị mẫu thử nghiệm SM15C và tiến hành với hình lập phương có các góc chuẩn, kích thước $20 \times 10 \div 30$ [mm].

2) Bề mặt góc, đặc biệt là bề mặt đặt lực (trên/dưới) phải được chuẩn bị tốt.



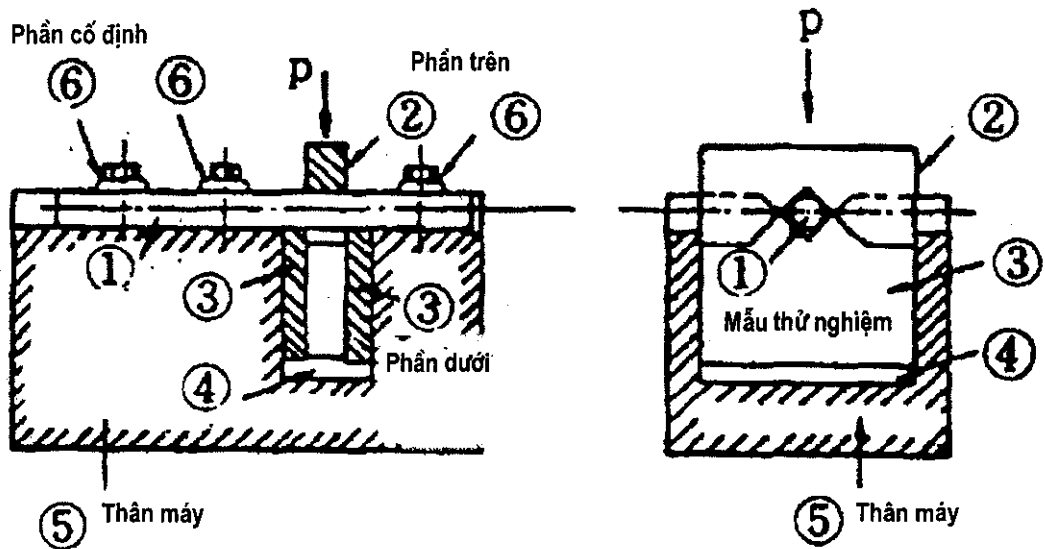
Hình 3-6. Thiết bị nén cắt

3. Kiểm tra máy kiểm tra

Máy để kiểm tra mẫu cắt dựa trên cơ sở của máy kiểm tra sức bền căng.

4. Tiến hành kiểm tra cắt

- 1) Điều chỉnh tải trọng đặt vào máy thử theo máy đo và chỉ số giới hạn về điểm 0 (theo chỉ dẫn trên hình 3-5).
- 2) Lắp mẫu vào phần đặt tải.
- 3) Điều chỉnh cho phía dưới của phần đặt tải chạm vào phía trên của mẫu.
- 4) Đặt tải lên mẫu.



Hình 3-7. Thiết bị nén kiểm tra cắt

5. Đo kết quả kiểm tra (hình 3-7)

- 1) Ngắt tải ngay khi mẫu vừa bị cắt. Lấy mẫu thử nghiệm ra.
- 2) Đo trị số biến dạng.
- 3) Tính giá trị biến dạng theo những công thức đã biết.
- 4) Tính toán, thống kê cho mẫu với các vật liệu khác nhau và phân tích chúng.

6. Thống kê kết quả và làm báo cáo

7. Sắp xếp lại thiết bị cho hợp lý

Bài 4	KIỂM TRA ĐỘ BỀN UỐN	Thời lượng

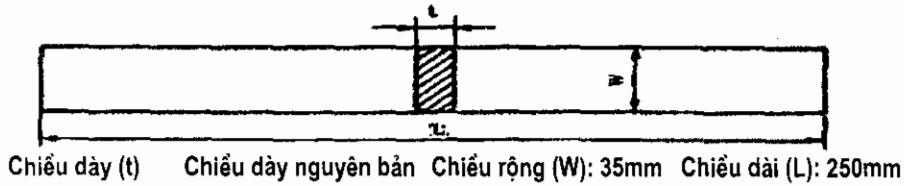
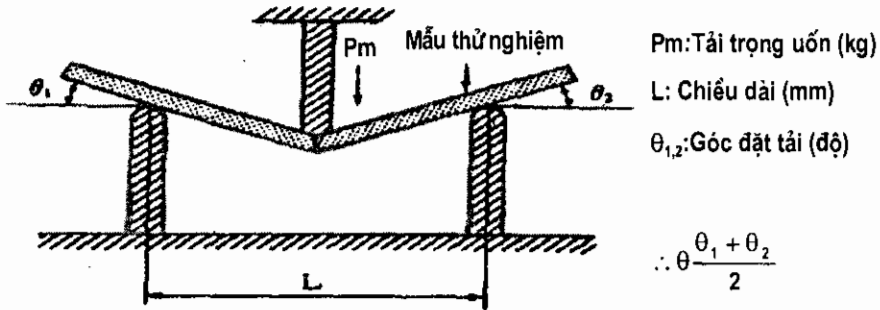
[Mục đích]

1. Biết được nguyên lý làm việc, cách sử dụng máy kiểm tra độ bền uốn và cách đo độ bền uốn.
2. Đánh giá được các thông số kỹ thuật của các vật liệu khác nhau qua kiểm tra độ bền uốn.

[Lưu ý]

1. Trong kiểm tra uốn, bỏ qua ma sát tại một điểm. Sử dụng tiêu chuẩn Hàn Quốc. Chiều dài mẫu phải theo tiêu chuẩn.
2. Không bôi dầu lên mặt mẫu.

[Vật liệu và dụng cụ]



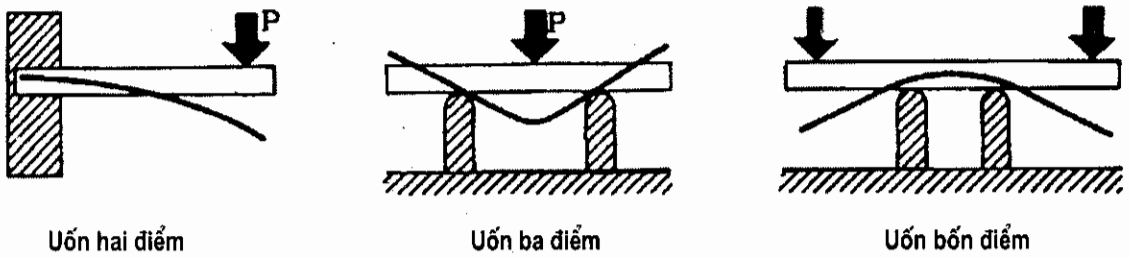
Hình 4. Kiểm tra độ bền uốn

1. Máy và dụng cụ

- Máy kiểm tra vật liệu thông dụng;
- Các bộ phận kiểm tra uốn;
- Thước đo chia độ.

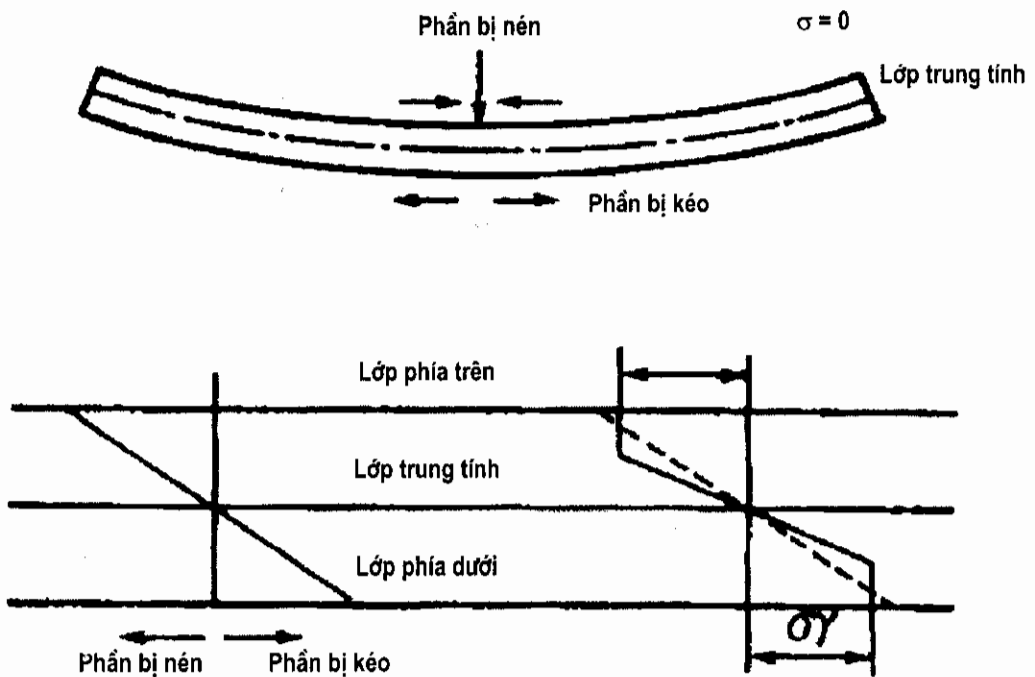
2. Vật liệu

- Mẫu kiểm tra uốn (SM15C).



Hình 4-1. Mô tả kiểm tra uốn

[Nội dung]



Hình 4-2. Phân bố trạng thái ứng suất của mặt cắt mẫu

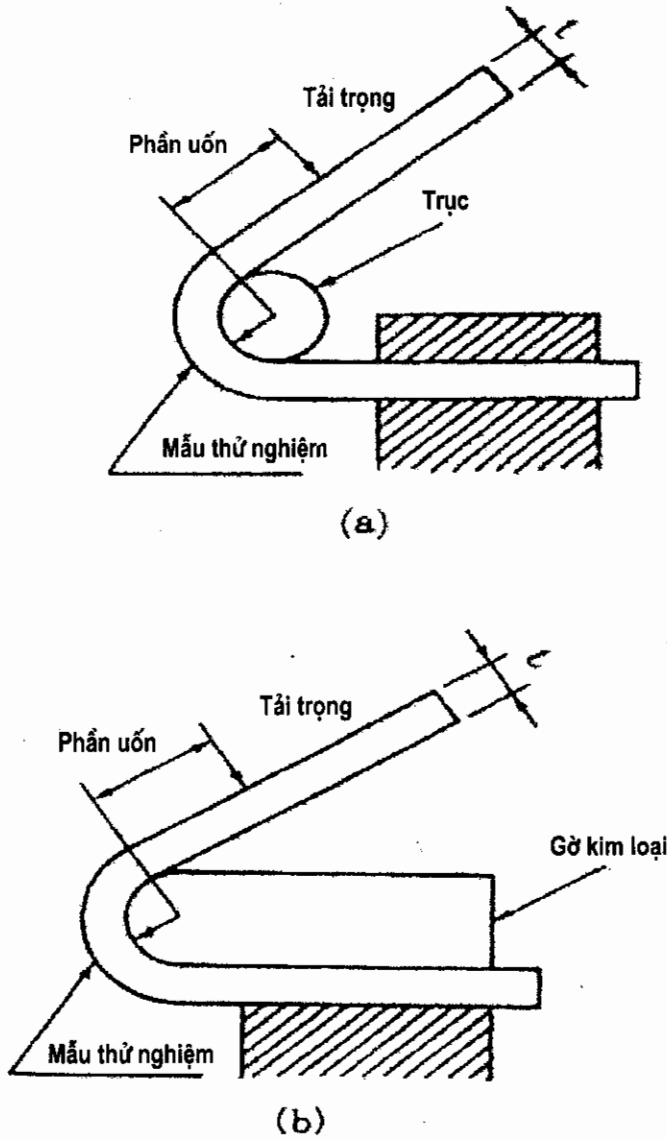
[Kiểm tra uốn]

Kiểm tra độ bền uốn để kiểm tra các vật liệu khác nhau làm việc trong miền dẻo. Mẫu bị uốn cho tới khi góc xoay không thay đổi so với bán kính trong tiêu chuẩn, kiểm tra này không gây ra các vết nứt, rách và các yếu tố mặc nhiên khác trên mặt ngoài của vị trí uốn.

1. Phân loại kiểm tra độ bền uốn.

- Kiểm tra chống uốn: kiểm tra này sẽ xác định khả năng chịu uốn của vật liệu, mô đun đàn hồi và thế năng đàn hồi.

- Kiểm tra uốn phá huỷ: kiểm tra này quan sát các đặc điểm khác của vật liệu như khả năng dẹt mỏng, khả năng kéo sợi, có bị vỡ vụn hay không.



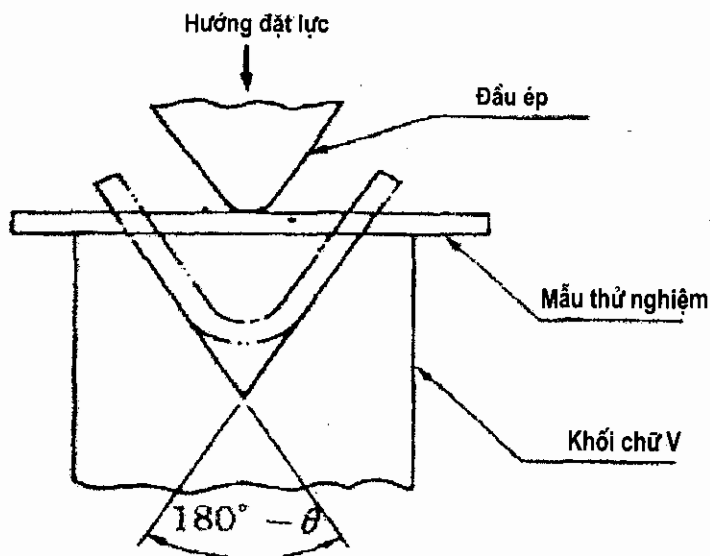
Hình 4-3. Phương pháp uốn với thiết bị cuộn

2. Phương pháp uốn theo quá trình.

Với phương pháp này, mẫu được đặt trên hai gối, đầu tác dụng lực đặt chính giữa mẫu sau đó đặt tải trọng. Quá trình uốn mẫu được diễn tả trên hình 4-5.

3. Phương pháp uốn với thiết bị cuộn.

Mẫu được đặt trên trục hay trong gờ kim loại, phải đảm bảo tác dụng đúng giữa mẫu như mô tả trên hình 4-3 (a) và (b). Kẹp một đầu của mẫu còn đầu kia thì tác dụng lực theo hướng ngược lại một cách từ từ để uốn mẫu đến một góc nào đó theo trục hoặc gờ kim loại.



Hình 4-4. Phương pháp uốn mẫu bằng khối chữ V

4. Phương pháp uốn bằng khối chữ V.

Trong phương pháp này, mẫu được đặt lên khối V có góc là $180^\circ - \theta$, tỳ đầu ép và tăng tải trọng từ từ để uốn mẫu như mô tả trên hình 4-4. Kích thước của khối V và đầu ép được lấy theo tiêu chuẩn.

5. Bán kính phía trong của chỗ bị uốn là phần tiếp xúc của mẫu thử nghiệm với đầu ép, trực uốn hoặc gờ kim loại.

6. Góc xoay là góc tạo bởi hai đoạn thẳng phần không bị uốn của mẫu do tác dụng của mô men trên mẫu thử nghiệm.

7. Các đặc trưng của kiểm tra uốn thu được khi đặt tải trọng lên mẫu sẽ đối lập nhau về hai phía của đường trung hoà. Ứng suất bằng không trên đường trung hoà. (hình 4-2).

[Các bước tiến hành]

1. Chuẩn bị kiểm tra

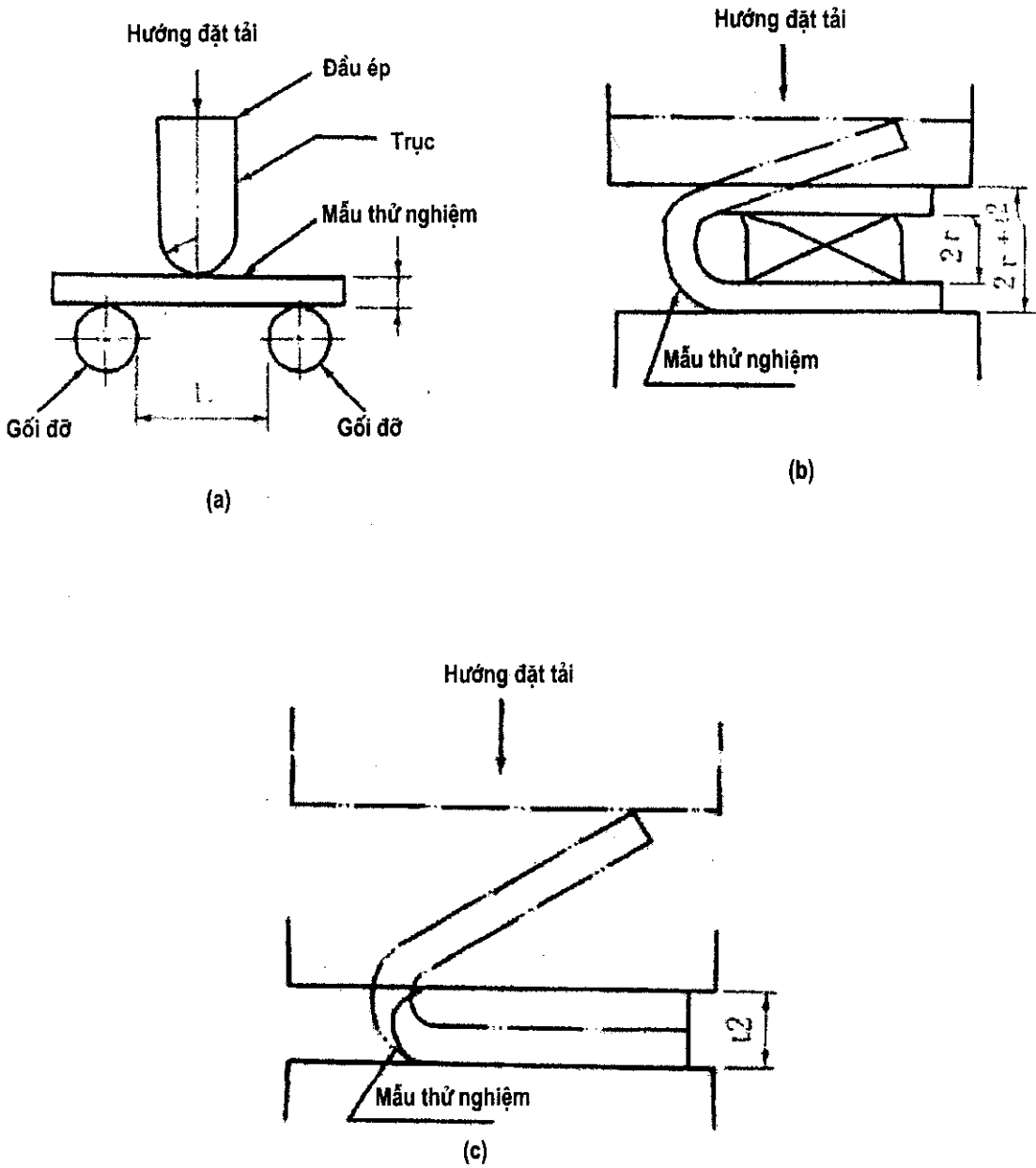
2. Chuẩn bị mẫu thử nghiệm

1) Tiến hành kiểm tra với thép mềm $\phi B \pm 0,1 - 300$ [mm], khoảng cách là 200 [mm].

2) Mẫu thử nghiệm được chế tạo bằng kim loại chịu được uốn như KS B 0803. Những vật liệu khác nhau sẽ có quy luật không giống nhau.

3) Cần loại trừ những yếu tố ảnh hưởng tới biểu hiện của mẫu. Nếu mẫu được chế tạo dài hơn quy định, khi đầu ép phía trên tiếp xúc với nó, nó sẽ bị uốn nhanh hơn và dễ dàng hơn. Do đó chiều dài mẫu phải theo đúng như tiêu chuẩn.

4) Khi dùng phương pháp uốn mẫu trên gối đỡ con lăn thì chiều rộng được lấy nhỏ hơn khi dùng phương pháp ép.



Hình 4-5. Phương pháp uốn bằng cách ép

3. Kiểm tra máy

- 1) Kiểm tra trạng thái năng lượng của máy kiểm tra uốn và sự hoạt động của hệ thống thủy lực.
- 2) Không nhỏ dầu vào phần tiếp xúc giữa mẫu với gối đỡ và đầu ép, sau đó kiểm tra trạng thái cố định.
- 3) Điểm giữa khoảng cách tâm của hai gối đỡ phải thẳng với tâm của đầu ép.

4) Kiểm tra thiết bị đặt tải và điều chỉnh đồng hồ đo về không.

4. Tiến hành kiểm tra uốn

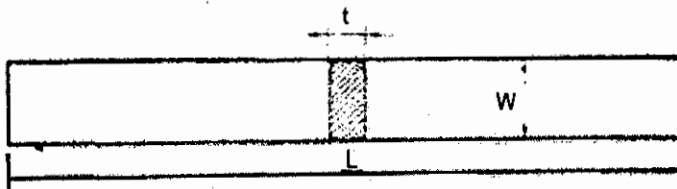
1) Xác định điểm giữa khoảng cách tâm các gối đỡ $L = 2r + t3$ như trên hình 4-5 (a).

2) Xác định tải trọng kiểm tra trên đầu ép thẳng đứng bằng sức ép của dầu.

3) Đặt tải để kiểm tra cho tới khi góc uốn đạt khoảng 170° .

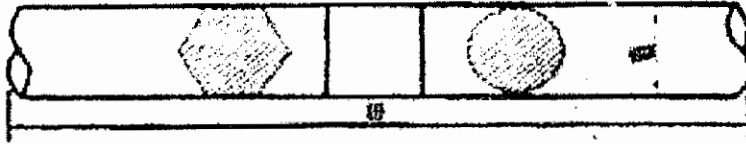
4) Uốn như vậy trên mặt cắt thay thế cho đến khi góc uốn đạt 180° . Sau đó ép mẫu với một cỡ có độ dày bằng hai lần bán kính chèn vào phía bán kính trong của vị trí uốn như mô tả trên hình 4-5 (b).

(1): Mẫu thử nghiệm.



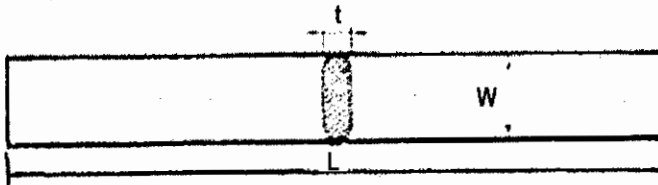
Chiều dày t: chiều dày tiêu chuẩn; Chiều rộng W: khoảng 35mm;
Chiều dài L: trên 250mm;

(2): Mẫu thử nghiệm.



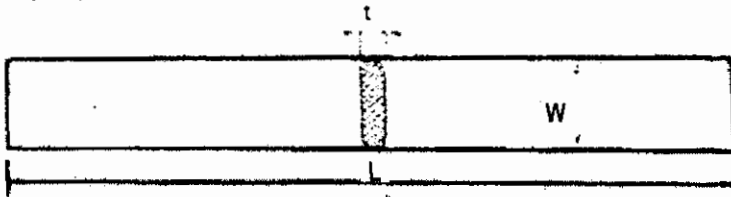
Khoảng cách đường kính hoặc phía đối diện; Chiều dài nguyên bản: khoảng 250mm;

(3): Mẫu thử nghiệm.



Chiều dày t: chiều dày chuẩn; Chiều rộng W: khoảng 20mm;
Chiều dài L: khoảng 150mm;

(4): Mẫu thử nghiệm.



Chiều dày t: chiều dày chuẩn; Chiều rộng W: khoảng 20mm;
Chiều dài L: khoảng 150mm;

5) Đặt khoảng cách giữa hai gối đỡ $L = 2r + t2$ theo yêu cầu. Góc uốn có thể đạt 180° khi ép mẫu xuống qua hai gối đỡ.

6) Kiểm tra vị trí tâm của đầu ép khi hoạt động với điểm giữa đường nối tâm của hai gối đỡ.

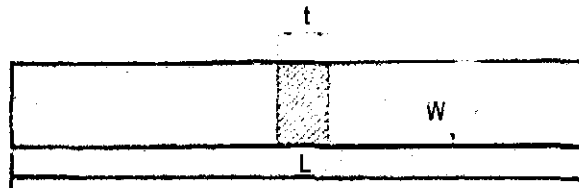
7) Đặt mẫu đúng yêu cầu và đảm bảo tâm của mẫu trùng với điểm giữa đường nối tâm hai gối đỡ.

8) Đặt tải để kiểm tra.

9) Nếu phần uốn của mẫu thử nghiệm đúng như tiêu chuẩn thì điều khiển van thủy lực để nâng đầu ép lên.

10) Ngắt nguồn năng lượng vào máy.

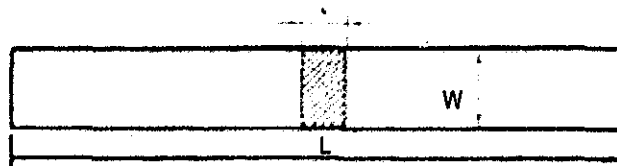
(5): Mẫu thử nghiệm.



Đơn vị: mm;

Sự khác nhau của mẫu	No. 5-1	No. 5-2
Chiều dày (t)	19	15
Chiều rộng (W)	25	20
Chiều dài (L)	Trên 150	Trên 150

(6): Mẫu thử nghiệm.



Chiều dày t: lấy bằng 10mm với thép rèn đen và 6mm với thép rèn trắng.
Chiều rộng w: 16mm, chiều dài: trên 200mm.

Vát mép: với các mẫu số (1), (3), (4), (5) và (6) thì các mép được vát tròn, số liệu lấy theo bảng sau:

Chiều dày của mẫu	Phần vát tròn
Trên 50	Dưới 3,0
Từ 10 ~ 50	Dưới 1,5
Dưới 10	Dưới 1,0

Hình 4-6. Các loại mẫu uốn

5. Tính toán kết quả kiểm tra

1) Hệ số phá huỷ là tỉ số giữa mô men uốn cực đại và diện tích tương đương. Do đó, hệ số phá huỷ chính là ứng suất lớn nhất.

2) Các công thức tính toán:

(1). Ứng suất lớn nhất: $\sigma = PL/4Z$; Z là diện tích tương đương;

(2). Diện tích tương đương được tính toán theo hai trường hợp:

a. Khi mặt cắt có dạng hình chữ nhật:

$$Z = bt^2/6$$

b. Khi mặt cắt có dạng hình tròn:

$$Z = \pi d^3/32$$

Với P là tải trọng uốn; L là chiều dài mẫu; b là chiều rộng mẫu; t là chiều dày mẫu; d là đường kính mẫu.

3) Sức bền uốn lấy nhỏ hơn 0,2 [%] so với tính toán.

4) Bảng 1 đưa ra kết quả của một ví dụ kiểm tra uốn.

6. Thống kê kết quả và làm báo cáo

7. Sắp xếp lại thiết bị cho hợp lý

Bài 5	KIỂM TRA ĐỘ VA CHẠM	Thời lượng

[Mục đích]

1. Biết được nguyên lý hoạt động và cách sử dụng của máy kiểm tra va chạm Charpy, từ đó có thể so sánh tính chất đối lập nhau như tính giòn, tính dẻo của các vật liệu.

2. Có thể tiến hành phân tích, thống kê các dữ liệu ghi được trong quá trình kiểm tra va chạm và đo được nhiệt độ chuyển hoá.

[Lưu ý]

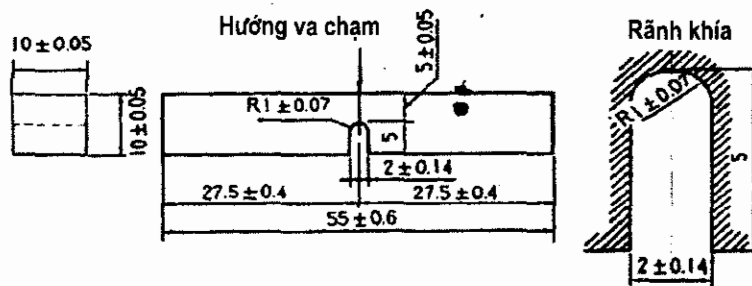
1. Trong khi cố định mẫu, nó có thể không hoàn toàn đứng yên trên bàn mà có thể đu đưa.

2. Khi kiểm tra va chạm ở nhiệt độ thấp, cần tiến hành trong môi trường có chất lỏng làm nguội.

3. Búa đập để gây va chạm được giới hạn độ cao đến 50 [cm].

4. Các giá trị đo được đọc khi máy đã dừng hẳn.

[Vật liệu và thiết bị]



Hình 5. Kiểm tra va chạm

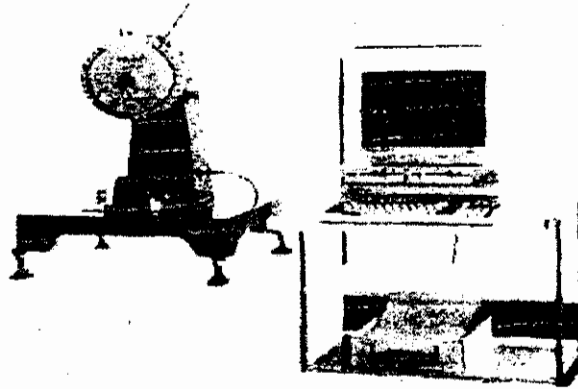
1. Máy và dụng cụ

- Máy kiểm tra va chạm
- Bể làm lạnh
- Lò gia nhiệt
- Nhiệt kế

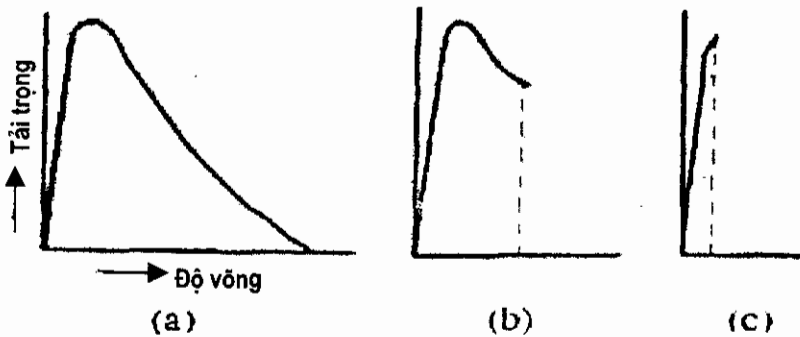
2. Vật liệu

- Mẫu số 5 SM45C KS B 0809 10EA

[Nội dung]



Hình 5-1. Máy kiểm tra va chạm Charpy



Hình 5-2. Đường cong tải trọng - độ võng trong kiểm tra va chạm

[Kiểm tra va chạm]

1. Mẫu được cố định trên hai tấm kẹp và gây va chạm bằng cách cho đầu búa rơi đột ngột từ độ cao 40 [mm]. Tỷ số giữa năng lượng cần thiết và diện tích mặt cắt ngang của rãnh khía gọi là giá trị va chạm Charpy, nó được thể hiện trên hình 5-2(a).

2. Năng lượng cần thiết để cắt mẫu E [kg-m] có giá trị xác định theo công thức $E = WR(\cos\beta - \cos\alpha)$, được thể hiện trên hình 5-2(b). Giá trị góc α và β được đo trên máy kiểm tra va chạm.

3. Đường cong tải trọng - độ võng.

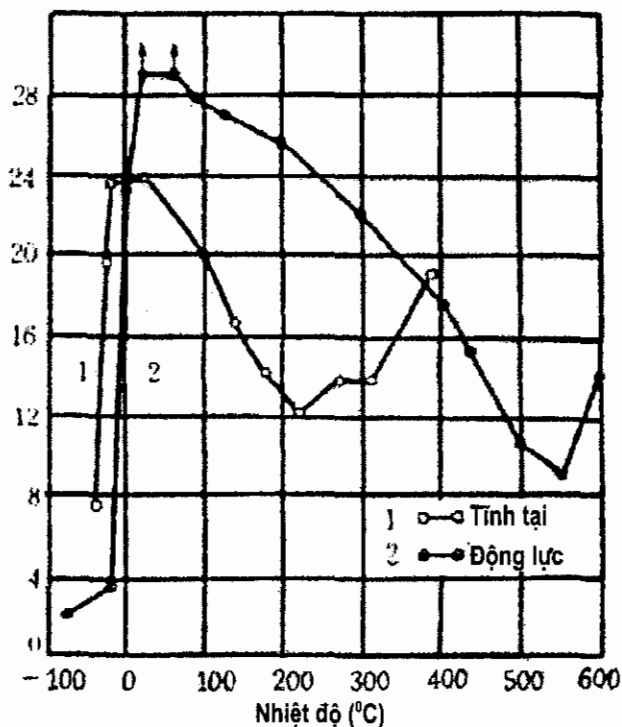
Trong kiểm tra va chạm, quan hệ tải trọng - độ võng khi uốn và phá huỷ mẫu được chỉ ra theo ba trường hợp trên hình 5-2.

(1) (a) là trường hợp có năng lượng phá huỷ lớn với tải trọng và độ võng lớn

trong khi va chạm. Các vết nứt xuất hiện trên vùng rãnh khía. Biến dạng tăng lên cho tới khi mẫu bị phá huỷ, nhưng tải trọng sẽ trở về "0" khi quan hệ giảm tới điểm đạt độ võng cực đại.

(2) (b) giống như (a) cho tới khi tải trọng đạt cực đại và nếu vượt qua điểm đó thì bị phá huỷ và giảm đi nhanh chóng

(3) (c) bị phá huỷ ngay tại điểm đạt giá trị tải trọng cực đại lớn nhất. Hiện tượng này xảy ra với các vật liệu giòn (hình 5-3).

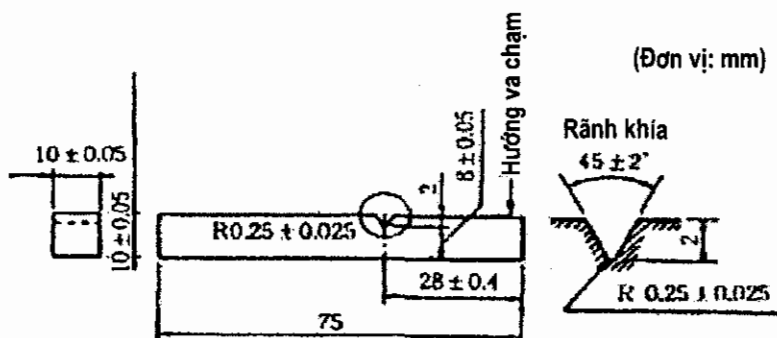


Hình 5-3. Quan hệ giữa độ võng và nhiệt độ

[Các bước tiến hành]

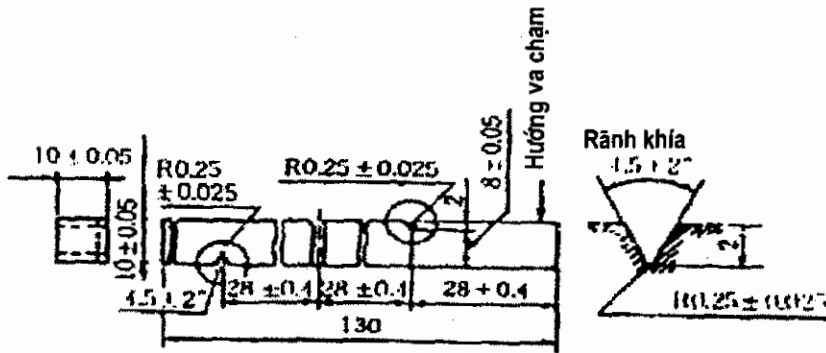
1. Chuẩn bị kiểm tra

(1): Mẫu thử nghiệm.



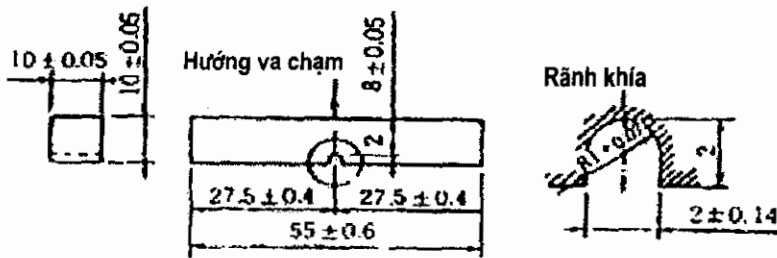
Mẫu này được dùng trong kiểm tra va chạm Ixod

(2): Mẫu thử nghiệm.



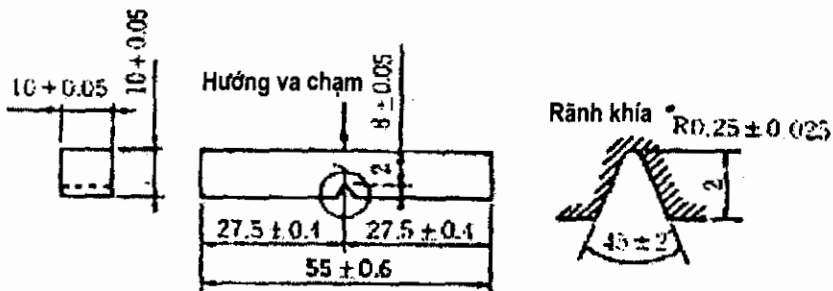
Mẫu này được dùng trong kiểm tra va chạm Ixod

(3): Mẫu thử nghiệm.



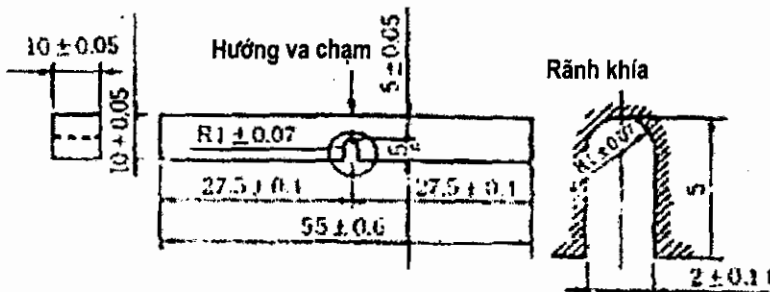
Mẫu này được dùng trong kiểm tra va chạm Charpy

(4): Mẫu thử nghiệm.



Mẫu này được dùng trong kiểm tra va chạm Charpy

(5): Mẫu thử nghiệm.



Mẫu này được dùng trong kiểm tra va chạm Charpy

2. Chuẩn bị mẫu

1) Quá trình chuẩn bị mẫu tiến hành theo tiêu chuẩn KS B 0809 No.1,3,5 như trên hình 5-4.

2) Sau khi chế tạo, phải kiểm tra cẩn thận kích thước và làm sạch dầu mỡ trên bề mặt mẫu.

3) Mẫu có giới hạn $2 \pm 0,14$ [mm] và phải đảm bảo hướng chịu va chạm có hình bán nguyệt.

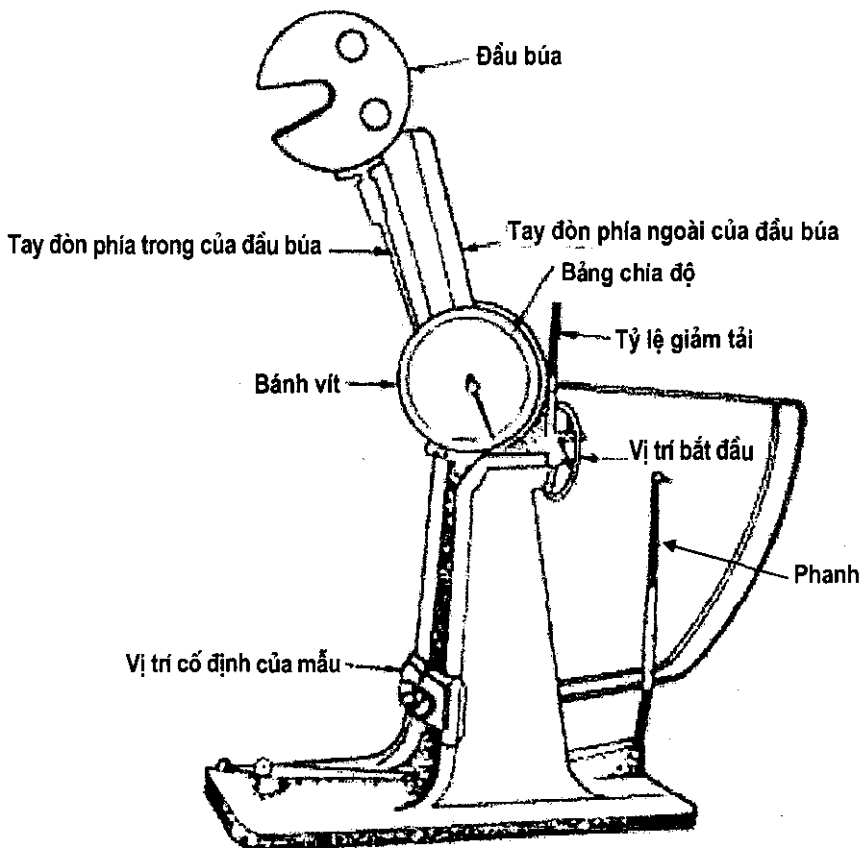
3. Kiểm tra máy

1) Kiểm tra phần cố định của đầu búa và trạng thái căng của trục rô tô. Lúc này nếu phát hiện phần cố định bị nới lỏng hoặc mòn thì phải điều chỉnh lại.

2) Kiểm tra phần phanh đầu búa, kiểm tra tốc độ búa bằng cách tăng tốc rồi giảm tốc, sau đó thử phanh xem có an toàn không.

3) Điều chỉnh về điểm 0 cho đồng hồ đo.

4) Giữ lưới an toàn trong phạm vi hoạt động của đầu búa hoặc lắp một tấm chắn bảo vệ.

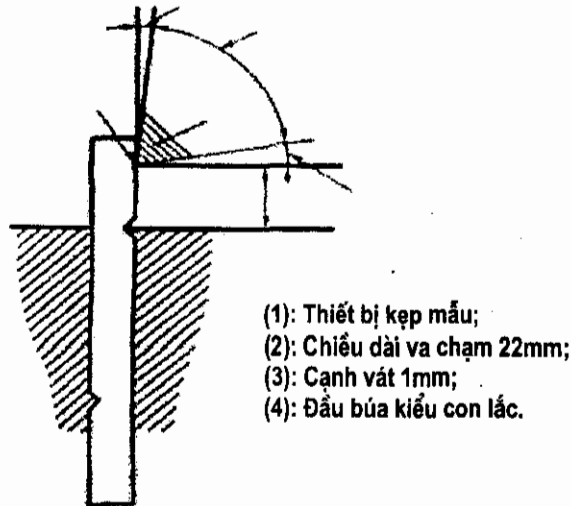


Hình 5-5. Một phần của máy kiểm tra va chạm

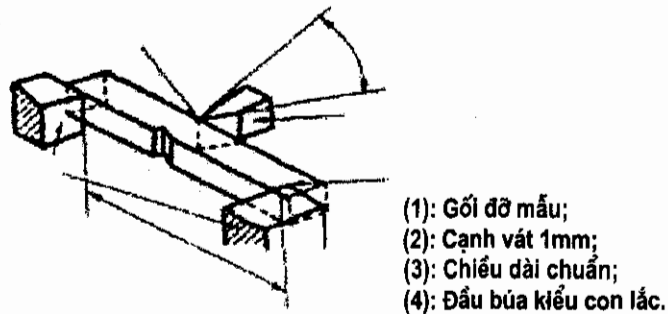
5) Dùng đồng hồ chuẩn tâm kiểm tra xem tâm của mẫu có trùng với điểm giữa của khoảng cách tâm hai gối đỡ không, và thử lại bằng đòn bẩy.

6) Đặt đầu búa ở trạng thái thế năng (E) cần thiết khi kiểm tra là 30 [kgm].

7) Cố định đầu búa một góc α như hình 5-6(b) và thử ở trạng thái không có mẫu, khi đó không có sự hấp thụ năng lượng.



(a) Máy kiểm tra va chạm Ixod (kiểu ngàm)



(b). Máy kiểm tra va chạm Charpy (kiểu đòn cân đơn)

Hình 5-6. Cố định gối đỡ và máy kiểm tra

4. Tiến hành kiểm tra va chạm

1) Tiến hành tôi cứng 10 mẫu kiểm tra.

2) Cho ba mẫu đã tôi vào bể làm nguội và giảm nhiệt chúng bằng cách giữ ở nhiệt độ 0, -15, -100 [°C], mỗi thang nhiệt độ giữ 50 phút.

3) Tiến hành kiểm tra va chạm bắt đầu từ mẫu được giữ ở nhiệt độ 0 [°C]. Quá trình này phải hoàn thành trong khoảng thời gian 5 phút sau khi lấy mẫu ra khỏi bể làm nguội. Phải điều chỉnh mẫu trên máy kiểm tra va chạm sao cho phần rãnh chữ V của đầu búa đập đúng vị trí đã định trên mẫu bằng cách điều chỉnh bộ phận kẹp mẫu.

4) Kiểm tra mẫu – 50 [°C] với 3 số liệu (theo bảng 5-1).

5) Kiểm tra mẫu – 100 [°C] với 3 số liệu (theo bảng 5-2).

6) Cho bảy mẫu còn lại vào lò gia nhiệt và giữ ở các nhiệt độ 50, 150, 250, 350, 450, 550, 650 [°C], mỗi thang nhiệt độ giữ trong 12 phút.

7) Nếu bảy mẫu cùng được làm nguội sau khi gia nhiệt thì tiến hành đo một mẫu ở nhiệt độ 50 [°C] và tính toán cho các trạng thái nhiệt độ khác theo công thức $E = WR(\cos\beta - \cos\alpha)$, sau đó ghi kết quả vào bảng.

5. Tính toán giá trị va chạm

1) Tính toán các giá trị va chạm bằng cách thay các kích thước đã tiến hành ở bước 3 vào công thức.

2) Ghi lại giá trị va chạm của mẫu được tính toán ở phần (1), sau đó kiểm tra trạng thái nhiệt độ cũng như điều kiện làm nguội và đối chiếu với đồ thị.

Bảng 5-1. Kết quả va chạm là rãnh chữ V

Thông số mẫu	Chiều sâu rãnh chữ V (mm)	0,5	1,3	3
Chiều cao... 10mm	Thể năng va chạm (kg/m)	8,7	3,7	2,1
Chiều rộng... 8mm				
Chiều dài... 54mm	Giá trị va chạm (kg.m/cm ²)	11,4	5,0	3,8

Bảng 5-2. Kết quả va chạm kiểu Charpy là bán kính đỉnh rãnh chữ V

Mẫu thử nghiệm va chạm	Bán kính đỉnh rãnh chữ V	½	1½	2	3	5,125
Mẫu thử nghiệm kiểu Charpy	Giá trị va chạm (kg.m/cm ²)	11,5	17,7	19,6	23,1	29,8

6. Tổng hợp và thống kê kết quả

7. Sắp xếp lại thiết bị cho hợp lý