

Vật liệu kim loại – Thử kéo ở nhiệt độ thường

Metallic materials – Tensile testing at ambient temperature

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định phương pháp thử kéo vật liệu kim loại và xác định các đặc tính cơ học ở nhiệt độ thường.

2 Tiêu chuẩn trích dẫn

TCVN 2245 : 1999 (ISO 286- 2 : 1988) Hệ thống ISO về dung sai và lắp ghép – Phần 2 : Bảng cấp dung sai tiêu chuẩn và sai lệch giới hạn đối với lỗ và trục.

TCVN 4398 : 2001 (ISO 377 : 1997) Thép và sản phẩm thép - Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử cơ tính.

ISO 2566-1 : 1984 *Steel – Conversion of elongation values - Part 1 : Carbon and low alloy steels.*
Thép – Sự chuyển đổi của giá trị giãn dài – Phần 1 : Thép cacbon và thép hợp kim thấp.

ISO 2566-2 : 1984 *Steel – Conversion of elongation values - Part 2 : Austenitic steels.*
Thép – Sự chuyển đổi của giá trị giãn dài – Phần 2 : Thép austenit.

ISO 7500-1 : 1986 *Metallic materials – Verification of static uniaxial testing machines – Part 1 : Tensile testing machines.*
Vật liệu kim loại - Kiểm định máy thử đồng trục tĩnh – Phần 1 : Máy thử kéo.

ISO 9513 : 1999 *Metallic materials - Verification of extensometers used in uniaxial testing.*
Vật liệu kim loại - Kiểm định máy đo độ giãn (giãn kế) dùng cho thử kéo đồng trục.

3 Nguyên tắc thử

Thử kéo mẫu thử dọc trục bằng lực kéo, thông thường cho đến đứt để xác định một hoặc nhiều đặc tính cơ học được định nghĩa ở điều 4.

Phép thử được tiến hành ở nhiệt độ thường từ 10°C đến 35°C, nếu không có qui định khác. Phép thử tiến hành trong điều kiện được kiểm soát phải thực hiện ở nhiệt độ 23°C ± 5°C.

4 Định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các định nghĩa sau:

4.1 Chiều dài cũ (L) (Gauge length) : Chiều dài phần hình trụ hoặc lăng trụ của mẫu thử để đo độ giãn dài. Đặc biệt cần phân biệt giữa:

4.1.1 Chiều dài cũ ban đầu (L₀) (Original gauge length) : Chiều dài cũ trước khi đặt lực.

4.1.2 Chiều dài cũ lúc cuối (L_n) (Final gauge length) : Chiều dài cũ sau khi mẫu thử bị kéo đứt (xem 11.1).

4.2 Chiều dài phần song song (L_c) (Parallel length) : Chiều dài phần song song được gia công của mẫu thử.

Chú thích – Khái niệm chiều dài phần song song thay cho khái niệm khoảng cách giữa các mỏ kẹp đối với mẫu thử không gia công.

4.3 Độ giãn dài (Elongation) : Lượng gia tăng của chiều dài cũ ban đầu (L₀) tại bất kỳ thời điểm nào trong khi thử.

4.4 Độ giãn dài tương đối (Percentage elongation) : Độ giãn dài tính bằng phần trăm của chiều dài cũ ban đầu (L₀).

4.4.1 Độ giãn dài dư tương đối (Percentage permanent elongation) : Sự tăng lên của chiều dài cũ ban đầu của mẫu thử sau khi bỏ ứng suất qui định (xem 4.9), được tính bằng phần trăm của chiều dài cũ ban đầu (L₀).

4.4.2 Độ giãn dài tương đối sau khi đứt (A) (Percentage elongation after fracture) : Độ giãn dài dư của chiều dài cũ sau khi đứt (L_n - L₀), được tính bằng phần trăm của chiều dài cũ lúc đầu (L₀)

Đối với mẫu thử tỷ lệ, có chiều dài cũ ban đầu khác với $5,65 \sqrt{S_0^2}$, trong đó S₀ là diện tích mặt cắt ngang ban đầu của chiều dài phần song song, thì ký hiệu A phải bổ sung thêm chỉ số biểu thị hệ số tỷ lệ đã sử dụng, ví dụ :

$$A_{11,3} = \text{Độ giãn dài tương đối của chiều dài cũ (L}_0\text{) là } 11,3 \sqrt{S_0}$$

$$5,65 \sqrt{S_0} = 5 \sqrt{\frac{4S_0}{\pi}}$$

Đối với mẫu thử không tỷ lệ, ký hiệu A phải bổ sung thêm chỉ số biểu thị chiều dài cỡ ban đầu đã sử dụng được tính bằng milimét, ví dụ :

$A_{80\text{ mm}}$ = Độ giãn dài tương đối của chiều dài cỡ (L_0) là 80 mm.

4.4.3 Độ giãn dài tương đối tổng sau khi đứt (A_f) (Percentage total elongation at fracture): Độ giãn dài tổng (độ giãn dài đàn hồi cộng với độ giãn dài dẻo) của chiều dài cỡ tại thời điểm đứt tính bằng phần trăm của chiều dài cỡ ban đầu (L_0).

4.4.4 Độ giãn dài khi lực thử lớn nhất (Percentage elongation at maximum force): Sự tăng lên của chiều dài cỡ của mẫu thử khi lực thử lớn nhất, tính bằng phần trăm của chiều dài cỡ ban đầu. Nó thường được xác định ở giữa độ giãn dài tương đối tổng khi lực thử lớn nhất ($A_{p0.2}$) và độ giãn dài tương đối không tỷ lệ khi lực thử lớn nhất (A_p) (xem hình 1).

4.5 Chiều dài cỡ cho máy đo độ giãn (L_g) (Extensometer gauge length): Chiều dài phần song song của mẫu thử dùng để đo phần kéo dài đặt trên máy đo độ giãn.

Để đo giới hạn bền chảy và bền đứt thì thông số $L_g \geq L_0/2$.

Để đo các thông số "khi" hoặc "sau" lực thử lớn nhất, L_g gần bằng L_0 .

4.6 Độ kéo dài (Extension): Lượng tăng lên của chiều dài cỡ do máy đo độ giãn (L_g) xác định được tại thời điểm đã cho.

4.6.1 Độ kéo dài tương đối dư (Percentage permanent extension): Lượng tăng lên của chiều dài cỡ trên máy đo độ giãn xác định được sau khi bỏ ứng suất qui định khỏi mẫu thử, được tính bằng phần trăm chiều dài cỡ của máy đo độ giãn (L_g).

4.6.2 Độ kéo dài tương đối tại điểm chảy (A_p) (Percentage yield point extension): Phần kéo dài giữa điểm bắt đầu chảy và điểm bắt đầu biến cứng đối với vật liệu chảy không liên tục. Nó được tính bằng phần trăm của chiều dài cỡ của máy đo độ giãn.

4.7 Độ thắt tương đối (Z) (Percentage reduction of area): Độ thay đổi diện tích mặt cắt ngang (S_0 , S_n) lớn nhất xuất hiện khi thử được tính bằng phần trăm của diện tích mặt cắt ngang ban đầu (S_0).

4.8 Lực lớn nhất (F_m) (Maximum force): Lực lớn nhất tác dụng lên mẫu thử trong khi thử sau khi qua điểm chảy. Đối với vật liệu không có điểm chảy, là giá trị lực lớn nhất khi thử.

4.9 Ứng suất (Stress): Lực thử chia cho diện tích mặt cắt ngang ban đầu (S_0) của mẫu thử tại thời điểm bất kỳ trong khi thử.

4.9.1 Giới hạn bền kéo (R_m) (Tensile strength): Ứng suất tương ứng với lực lớn nhất (F_m).

4.9.2 Giới hạn chảy (Yield strength) : Ứng suất tại điểm chảy của vật liệu kim loại khi đó xuất hiện biến dạng dẻo mà lực thử không tăng. Có sự khác nhau giữa:

4.9.2.1 Giới hạn chảy trên (R_{uH}) (Upper yield strength) : Giá trị ứng suất tại điểm khi xuất hiện sự giảm đầu tiên của lực thử (xem hình 2).

4.9.2.2 Giới hạn chảy dưới (R_{uL}) (Lower yield strength) : Giá trị ứng suất nhỏ nhất trong quá trình chảy dẻo, không tính đến bất kỳ hiệu ứng chuyển tiếp ban đầu nào.

4.9.3 Giới hạn dẻo qui ước với độ kéo dài không tỷ lệ (R_p) (Proof strength non-proportional extension) : Ứng suất tại đó độ kéo dài không tỷ lệ bằng với phần qui định của chiều dài cũ cho máy đo độ giãn (L_0) (xem hình 3). Ký hiệu sử dụng được kèm theo phần trăm qui định, ví dụ $R_{p0,2}$.

4.9.4 Giới hạn dẻo qui ước với độ kéo dài tổng (R_t) (Proof strength, total extension) : Ứng suất tại đó độ kéo dài tổng (độ kéo dài đàn hồi cộng độ kéo dài dẻo) bằng với độ giãn dài quy định của chiều dài cũ cho máy đo độ giãn (L_0) (xem hình 4). Ký hiệu sử dụng được kèm theo phần trăm qui định, ví dụ $R_{t0,5}$.

4.9.5 Giới hạn bền qui ước (R_r) (Permanent set strength) : Ứng suất tại đó sau khi bỏ lực, độ giãn dài dư hoặc độ kéo dài dư được tính bằng phần trăm của chiều dài cũ ban đầu (L_0) hoặc chiều dài cũ cho máy đo độ giãn (L_0) không được vượt quá mức qui định (xem hình 5).

Ký hiệu sử dụng được kèm theo phần trăm qui định của chiều dài cũ ban đầu (L_0) hoặc của chiều dài cũ cho máy đo độ giãn (L_0), ví dụ $R_{r0,2}$.

5 Ký hiệu và giải thích

Ký hiệu và giải thích tương ứng cho trong bảng 1.

6 Mẫu thử

6.1 Hình dạng và kích thước

6.1.1 Qui định chung

Hình dạng và kích thước của mẫu thử phụ thuộc vào hình dạng của sản phẩm kim loại dùng để lấy mẫu. Mẫu thử thường được chế tạo bằng cách gia công cơ mẫu lấy từ sản phẩm, thổi ép hoặc đúc. Tuy nhiên có thể thử mà không cần gia công sản phẩm có mặt cắt ngang không đổi (thép hình, thanh, dây, v.v.) và mẫu đúc (như là hợp kim sắt và hợp kim không sắt đúc).

Mặt cắt ngang của mẫu thử có thể là hình tròn, vuông, chữ nhật, hình khuyên hoặc trong các trường hợp đặc biệt có các hình dạng khác.

Mẫu thử, có chiều dài cũ ban đầu liên quan đến diện tích mặt cắt ngang ban đầu bởi phương trình

$L_0 = k \sqrt{S_0}$ được gọi là mẫu thử tỷ lệ. Giá trị $k = 5,65$ được quốc tế chấp nhận. Chiều dài cỡ ban đầu không được nhỏ hơn 20 mm. Nếu diện tích mặt cắt ngang ban đầu của mẫu thử quá nhỏ đối với yêu cầu chiều dài cỡ theo hệ số $k = 5,65$ có thể dùng giá trị k lớn hơn (thường là 11,3) hoặc sử dụng mẫu thử không tỷ lệ.

Trong trường hợp mẫu thử không tỷ lệ, chiều dài cỡ ban đầu (L_0) được lấy phụ thuộc vào diện tích mặt cắt ngang ban đầu (S_0).

Dung sai kích thước của mẫu thử phải phù hợp với các phụ lục tương ứng (xem 6.2).

Bảng 1 – Ký hiệu và giải thích

Số tham khảo ¹⁾	Ký hiệu	Đơn vị	Giải thích
			Mẫu thử
1	$a^{2)}$	mm	Chiều dày của mẫu thử phẳng hoặc chiều dày thành ống của mẫu thử ống
2	b	mm	Chiều rộng của phần song song của mẫu thử phẳng hoặc chiều rộng trung bình của dải cắt dọc theo ống hoặc chiều rộng của dây dẹt
3	d	mm	Đường kính của phần song song của mẫu thử tròn hoặc đường kính dây tròn hoặc đường kính trong của ống.
4	D	mm	Đường kính ngoài của ống
5	L_0	mm	Chiều dài cỡ ban đầu
	L'_0	mm	Chiều dài cỡ ban đầu để xác định A_0
6	L_c	mm	Chiều dài phần song song
	L_e	mm	Chiều dài cỡ của máy đo độ giãn
7	L_t	mm	Chiều dài tổng của mẫu thử
8	L_u	mm	Chiều dài cỡ lúc cuối
-	L'_u	mm	Chiều dài cỡ lúc cuối sau khi đứt để xác định A_u (xem phụ lục II)
9	S_0	mm ²	Diện tích mặt cắt ngang ban đầu của phần song song
10	S_u	mm ²	Diện tích mặt cắt ngang nhỏ nhất sau khi đứt
-	k		Hệ số tỷ lệ
11	Z	%	Độ thất tương đối
			$\frac{S_0 - S_u}{S_0} \times 100$

Bảng 1 (kết thúc)

Số tham khảo ¹⁾	Ký hiệu	Đơn vị	Giải thích
12	-	-	Các đầu để kẹp Độ giãn dài
13	-	mm	Độ giãn dài sau khi đứt $L_u - L_o$
14	$A^{3)}$	%	Độ giãn dài tương đối sau khi đứt $\frac{L_u - L_o}{L_o} \times 100$
15	A_e	%	Độ kéo dài tương đối tại điểm chảy
-	ΔL_m	mm	Độ kéo dài tại lực lớn nhất
16	A_g	%	Độ giãn dài tương đối không tỷ lệ tại thời điểm lực lớn nhất (F_m)
17	A_{gt}	%	Độ giãn dài tương đối tổng tại thời điểm lực lớn nhất (F_m)
18	A_t	%	Độ giãn dài tương đối tổng sau khi đứt
19	-	%	Độ giãn dài tương đối không tỷ lệ qui định
20	-	%	Độ kéo dài tương đối tổng (xem 28)
21	-	%	Độ giãn dài hoặc độ kéo dài dư tương đối qui định
			Lực
22	F_m	N	Lực lớn nhất Giới hạn chảy – Giới hạn dẻo – Giới hạn bền kéo
23	R_{eH}	N/mm ²	Giới hạn chảy trên ⁴⁾
24	R_{eL}	N/mm ²	Giới hạn chảy dưới
25	R_m	N/mm ²	Giới hạn bền kéo
26	R_p	N/mm ²	Giới hạn dẻo quy ước với độ kéo dài không tỷ lệ
27	R_t	N/mm ²	Giới hạn bền qui ước
28	R_l	N/mm ²	Giới hạn dẻo qui ước với độ kéo dài tổng
-	E	N/mm ²	Modun đàn hồi

1) Xem hình 1 đến hình 13.
2) Ký hiệu T cũng được sử dụng trong tiêu chuẩn sản phẩm thép ống.
3) Xem 4.4.2.
4) 1 N/mm² = 1 MPa.

6.1.2 Mẫu thử qua gia công

Mẫu thử qua gia công phải có góc lượn chuyển tiếp giữa phần đầu để kẹp vào ngàm và phần song song nếu chúng có kích thước khác nhau. Kích thước của góc lượn chuyển tiếp là quan trọng và chúng được xác định theo các yêu cầu kỹ thuật của vật liệu nếu chúng không được cho trong các phụ lục thích hợp (xem 6.2).

Các đầu để kẹp phải có hình dạng thích hợp với ngàm kẹp của máy thử. Trục của mẫu thử phải trùng hoặc song song với trục đặt lực.

Chiều dài phần song song (L_c) hoặc chiều dài giữa các ngàm để kẹp trong trường hợp mẫu thử không có góc lượn chuyển tiếp, phải luôn luôn lớn hơn chiều dài cỡ ban đầu (L_o).

6.1.3 Mẫu thử không qua gia công



Nếu mẫu thử bao gồm các phần không gia công của sản phẩm hoặc thanh mẫu không gia công, chiều dài giữa các ngàm để kẹp phải đủ để đánh dấu cỡ ban đầu và cách ngàm một khoảng hợp lý (xem phụ lục A và D).

Mẫu đúc phải có góc lượn chuyển tiếp giữa phần đầu để kẹp vào ngàm và phần song song. Kích thước của góc lượn chuyển tiếp là quan trọng và chúng được xác định theo các tiêu chuẩn sản phẩm. Các đầu để kẹp, phải có hình dạng thích hợp với ngàm kẹp của máy thử. Chiều dài phần song song (L_c) phải luôn luôn lớn hơn chiều dài cỡ ban đầu (L_o).

6.2 Loại mẫu thử

Các loại mẫu thử chính cho trong phụ lục A và D theo hình dạng và loại sản phẩm như quy định trong bảng 2. Các loại mẫu thử khác được qui định trong tiêu chuẩn sản phẩm.

Bảng 2 – Các loại mẫu thử chính

Loại sản phẩm		Phụ lục tương ứng
Tấm – Phẳng 	Dây - Thanh - Định hình 	
Có chiều dày tính bằng milimét là	Có đường kính hoặc cạnh tính bằng milimét là	
$0,1 \leq$ chiều dày < 3	-	A
	< 4	B
≥ 3	≥ 4	C
	Ống	D

6.3 Chuẩn bị mẫu thử

Đối với các loại vật liệu khác nhau lấy và chuẩn bị mẫu thử theo các yêu cầu của TCVN 4308 : 2001 (ISO 377).

7 Xác định diện tích mặt cắt ngang ban đầu (S_0)

Diện tích mặt cắt ngang ban đầu được tính từ việc đo các kích thước tương ứng. Độ chính xác của phép tính này phụ thuộc bản chất và loại mẫu thử. Điều này được thể hiện ở phụ lục A và D đối với các loại mẫu thử khác nhau.

8 Đánh dấu chiều dài cũ ban đầu (L_0)

Mỗi đầu của chiều dài cũ ban đầu được đánh dấu bằng nét viết hoặc bằng vạch nhưng không được bằng khía chữ V vì có thể gây ra đứt sớm.

Đối với mẫu thử tỷ lệ, kết quả tính của chiều dài cũ ban đầu được làm tròn đến 5 mm do đó sự sai khác giữa chiều dài cũ và chiều dài đánh dấu phải nhỏ hơn 10% của L_0 . Phụ lục F có sơ đồ để xác định chiều dài cũ ban đầu tương ứng với kích thước của mẫu thử hình chữ nhật. Chiều dài cũ ban đầu phải được đánh dấu với độ chính xác $\pm 1\%$.

Nếu chiều dài phần song song (L_c) lớn hơn nhiều so với chiều dài cũ ban đầu, ví dụ đối với mẫu thử không gia công, có thể đánh dấu một số chiều dài cũ phủ lên nhau, gối đầu nhau.

Trong một số trường hợp, để giúp cho việc đánh dấu, vẽ một đường song song với trục trên bề mặt của mẫu thử, dọc theo nó đánh dấu chiều dài cũ.

9 Độ chính xác của máy thử

Máy thử phải được kiểm định theo ISO 7500-1 và phải đạt cấp 1 hoặc tốt hơn.

Sử dụng máy đo độ giãn cấp 1 (xem ISO 9513) để xác định giới hạn chảy trên và giới hạn chảy dưới, và sử dụng máy đo độ giãn cấp 2 (xem ISO 9513) để xác định giới hạn chảy (độ kéo dài không tỷ lệ) và các đặc tính khác (với độ kéo dài lớn hơn).

10 Điều kiện thử

10.1 Tốc độ kéo

Trừ khi có các qui định khác trong tiêu chuẩn sản phẩm, tốc độ kéo phải phù hợp với các yêu cầu dưới đây phụ thuộc vào bản chất của vật liệu.

10.1.1 Giới hạn chảy và giới hạn dẻo.**10.1.1.1 Giới hạn chảy trên (R_{eH})**

Trong miền đàn hồi và cho tới giới hạn chảy trên, tốc độ chuyển động của các đâm động của máy thử phải được giữ không đổi ở mức có thể được và phải nằm trong giới hạn liên quan đến tốc độ tăng ứng suất cho trong bảng 3.

Bảng 3 – Tốc độ tăng ứng suất

Modun đàn hồi của vật liệu (E) N/mm^2	Tốc độ tăng ứng suất $N/mm^2 \cdot s^{-1}$	
	min	max
< 150 000	2	20
$\geq 150 000$	6	60

10.1.1.2 Giới hạn chảy dưới (R_{eL})

Nếu chỉ xác định giới hạn chảy dưới, tốc độ biến dạng khi chảy của phần song song của mẫu thử phải nằm giữa 0,00025/s và 0,0025/s. Tốc độ biến dạng của phần song song phải giữ không đổi ở mức có thể. Nếu không thể điều chỉnh trực tiếp tốc độ này, thì phải điều chỉnh tốc độ tăng ứng suất trước khi bắt đầu chảy, sau đó không được điều chỉnh cho đến khi kết thúc quá trình chảy.

Trong mọi trường hợp tốc độ tăng ứng suất trong miền đàn hồi không được vượt quá tốc độ lớn nhất cho trong bảng 3.

10.1.1.3 Giới hạn chảy trên và dưới (R_{eH} và R_{eL})

Nếu cả hai giới hạn chảy được xác định trong cùng một phép thử, phải tuân theo các điều kiện để xác định giới hạn chảy dưới (xem 10.1.1.2).

10.1.1.4 Giới hạn dẻo (xác định theo độ kéo dài không tỷ lệ) và giới hạn dẻo (xác định theo độ kéo dài tổng) (R_p và R_t)

Tốc độ tăng ứng suất trong khoảng giới hạn cho trong bảng 3.

Trong khu vực dẻo và cho tới giới hạn dẻo (xác định theo độ kéo dài không tỷ lệ hoặc độ kéo dài tổng) tốc độ biến dạng không vượt quá 0,0025/s.

10.1.1.5 Tốc độ chuyển động

Nếu máy thử không có khả năng đo hoặc kiểm soát tốc độ biến dạng, phải sử dụng vận tốc chuyển động của các con trượt đứng bằng với tốc độ tăng ứng suất cho trong bảng 3 cho đến khi kết thúc quá trình chảy.

10.1.2 Giới hạn bền kéo (R_m)

10.1.2.1 Trong khu vực dẻo

Tốc độ biến dạng của phần song song không vượt quá 0,008/s.

10.1.2.2 Trong khu vực đàn hồi

Nếu phép thử không bao gồm việc xác định ứng suất chảy, tốc độ máy thử có thể đạt tốc độ lớn nhất cho phép trong khu vực dẻo.

10.2 Phương pháp kẹp

Mẫu thử phải được giữ bằng cách thích hợp như nêm, kẹp ren, giá kẹp có gờ ...).

Các đầu giữ phải được chế tạo để đảm bảo rằng mẫu thử được giữ sao cho lực được đặt dọc trục nhiều nhất có thể. Điều đó đặc biệt quan trọng khi thử vật liệu giòn hoặc khi xác định ứng suất chảy dẻo (độ giãn dài không tỷ lệ) hoặc ứng suất chảy dẻo (độ giãn dài tổng) hoặc ứng suất chảy.

11 Xác định độ giãn dài sau khi đứt (A)

11.1 Độ giãn dài sau khi đứt được xác định phù hợp với định nghĩa trong 4.4.2.

Để đạt được điều đó, lắp lại cẩn thận hai phần đứt của mẫu thử sao cho đường tâm của chúng nằm trên một đường thẳng.

Cần phải chú ý đặc biệt để đảm bảo sự tiếp xúc tốt giữa các phần đứt của mẫu thử khi đo chiều dài cuối cùng. Điều này đặc biệt quan trọng trong trường hợp mẫu thử có mặt cắt ngang nhỏ và mẫu thử có tỉ số giãn dài thấp.

Độ giãn dài sau khi đứt ($L_u - L_0$) được xác định đến 0,25 mm gần nhất bằng thiết bị đo có độ phân giải 0,1 mm và trị số độ giãn dài sau khi đứt được làm tròn đến 0,5%. Nếu độ giãn dài tương đối nhỏ nhất qui định nhỏ hơn 5%, cần lưu ý đặc biệt khi xác định độ giãn dài (xem phụ lục E).

Nói chung, phép đo này chỉ có giá trị nếu khoảng cách giữa chỗ đứt và chỗ đánh dấu chiều dài gần nhất không nhỏ hơn một phần ba chiều dài cỡ ban đầu (L_0). Tuy nhiên, phép đo có giá trị không phụ thuộc vào vị trí đứt, nếu độ giãn dài sau khi đứt bằng hoặc lớn hơn giá trị qui định.

11.2 Đối với máy thử có khả năng đo độ giãn dài sau đứt bằng máy đo độ giãn, không cần phải đánh dấu chiều dài chuẩn. Độ giãn dài được đo như là độ giãn dài tổng sau khi đứt và đo đó cần phải trừ đi độ giãn dài đàn hồi để nhận được độ giãn dài sau khi đứt.

Nói chung, phép đo này chỉ có giá trị nếu chỗ đứt nằm bên trong chiều dài cũ cho máy đo độ giãn (L_c). Máy đo này có giá trị không kể đến vị trí của mặt cắt đứt nếu độ giãn dài sau đứt bằng hoặc lớn hơn giá trị qui định.

Chú thích - Nếu tiêu chuẩn sản phẩm qui định việc xác định độ giãn dài tương đối sau khi đứt đối với chiều dài cũ đã cho, chiều dài cũ cho máy đo độ giãn phải bằng chiều dài này.

11.3 Nếu độ giãn dài được đo trên chiều dài cố định cho trước, nó có thể chuyển đổi thành chiều dài cũ tỷ lệ, bằng cách sử dụng công thức chuyển đổi hoặc bảng được thoả thuận trước khi bắt đầu thử (ví dụ như trong ISO 2566-1 và ISO 2566-2).

Chú thích - Việc so sánh độ giãn dài tương đối chỉ có thể khi chiều dài cũ hoặc chiều dài cũ cho máy đo độ giãn, hình dạng và diện tích mặt cắt ngang là như nhau hoặc khi hệ số tỷ lệ (k) là giống nhau.

11.4 Để tránh có mẫu thử bị loại bỏ, trên đó vết gãy xuất hiện bên ngoài giới hạn qui định trong 11.1, có thể sử dụng phương pháp dựa trên cơ sở chia L_c thành N phần bằng nhau như qui định ở phụ lục G.

12 Xác định độ giãn dài tương đối tổng tại lực lớn nhất A_{gt}

Phương pháp này xác định trên đồ thị lực - độ kéo dài nhận được bằng máy đo độ giãn, độ kéo dài tại lực thử lớn nhất (ΔL_m).

Một số vật liệu thể hiện khoảng phẳng tại lực lớn nhất. Khi xảy ra điều đó, độ giãn dài tương đối tổng tại lực lớn nhất được lấy ở điểm giữa của khoảng phẳng đó (xem hình 1).

Chiều dài cũ cho máy đo độ giãn phải được ghi trong báo cáo thử.

Độ giãn dài tương đối tổng tại lực lớn nhất được tính bằng công thức sau:

$$A_{gt} = \frac{\Delta L_m}{L_c} \times 100$$

Nếu phép thử kéo liên hành trên máy thử được điều khiển bằng máy tính có hệ thống thu nhận dữ liệu, độ kéo dài được xác định trực tiếp tại thời điểm lực lớn nhất.

Tham khảo phương pháp thử công được trình bày ở phụ lục H.

13 Xác định giới hạn dẻo, qui ước với độ kéo dài không tỷ lệ (R_p)

13.1 Giới hạn dẻo (qui ước với độ kéo dài không tỷ lệ) được xác định từ đồ thị lực - độ kéo dài bằng cách kẻ đường song song với đoạn thẳng của đường cong và ở khoảng cách từ đó tương đương với phần trăm không tỷ lệ được mô tả, ví dụ 0,2%. Điểm mà tại đó đường thẳng này cắt đường cong là lực tương ứng với giới hạn dẻo yêu cầu (độ kéo dài không tỷ lệ). Giới hạn dẻo nhận được bằng cách chia lực này cho diện tích mặt cắt ngang ban đầu của mẫu thử (S_0) (xem hình 6).

Phải đảm bảo độ chính xác khi vẽ đồ thị lực - độ kéo dài.

Nếu đoạn thẳng của đồ thị lực - độ kéo dài được xác định không rõ ràng, do đó ngăn cản việc kẻ đường song song với độ chính xác đảm bảo, cần theo quy trình sau (xem hình 6).

Khi vượt quá giới hạn dẻo dự đoán, lực thử giảm đến giá trị bằng khoảng 10% lực thử nhận được. Sau đó lực thử tăng trở lại cho đến khi vượt quá giá trị nhận được ban đầu. Để xác định giới hạn dẻo yêu cầu, vẽ một đường thẳng qua vòng trễ. Sau đó kẻ đường thẳng song song với đường thẳng này tại khoảng cách từ đường cong chính xác ban đầu, được đo dọc theo hoành độ, bằng với phần trăm không tỷ lệ được mô tả. Điểm cắt nhau của đường thẳng song song này và đường cong lực - độ kéo dài là lực tương ứng với giới hạn dẻo. Giới hạn dẻo nhận được bằng cách chia lực này cho diện tích mặt cắt ngang ban đầu của mẫu thử (S_0) (xem hình 6).

Chú thích - Việc hiệu chỉnh điểm xuất phát của đường cong có thể được thực hiện bằng các phương pháp khác nhau. Thường sử dụng phương pháp sau: kẻ một đường thẳng song song với đường thẳng được xác định bằng vòng trễ mà nó cắt ngang phần đàn hồi đi lên của đồ thị, độ dốc của đồ thị là gần nhất với vòng trễ. Điểm mà đường thẳng này cắt trục hoành là điểm xuất phát chính xác của đường cong.

13.2 Các đặc tính có thể nhận được mà không phải vẽ đường cong lực - độ kéo dài bằng cách sử dụng các thiết bị tự động (như là bộ vi xử lý).

14 Xác định giới hạn dẻo theo độ kéo dài tổng (R_t)

14.1 Giới hạn dẻo (độ kéo dài tổng) được xác định trên đồ thị lực - độ kéo dài bằng cách kẻ một đường thẳng song song với trục tung (trục lực) và ở khoảng cách từ trục tung bằng với độ kéo dài tương đối tổng. Điểm mà đường thẳng đó cắt đường cong là lực tương ứng với giới hạn dẻo qui định. Giới hạn dẻo nhận được bằng cách chia lực này cho diện tích mặt cắt ngang ban đầu của mẫu thử (S_0) (xem hình 4).

14.2 Các đặc tính có thể nhận được mà không phải vẽ đồ thị lực - độ kéo dài bằng cách sử dụng thiết bị tự động.

15 Phương pháp kiểm định giới hạn bền qui định (R_t)

Mẫu thử phải chịu lực tác động từ 10 s đến 12 s tương ứng với ứng suất qui định và sau khi bỏ lực, độ giãn dài qui định hoặc độ kéo dài qui định không được lớn hơn trị số phần trăm qui định đối với chiều dài cũ ban đầu.

16 Xác định độ thất tương đối của diện tích (Z)

Độ thất tương đối của diện tích được xác định phù hợp với định nghĩa trong 4.7.

Hai mảnh đứt của mẫu thử được lắp lại sao cho đường trục của chúng nằm trên một đường thẳng. Diện tích mặt cắt ngang nhỏ nhất sau khi đứt (S_u) được đo với độ chính xác $\pm 2\%$ (xem phụ lục A đến D). Sự sai khác giữa diện tích (S_u) và diện tích mặt cắt ngang ban đầu (S_0) thể hiện như là phần trăm của diện tích ban đầu là độ thất tương đối của diện tích.

17 Độ chính xác của kết quả thử

Độ chính xác của kết quả thử phụ thuộc vào một số thông số có thể chia thành hai loại :

- thông số đo như là cấp của máy thử, máy đo độ giãn và độ chính xác của việc đo kích thước mẫu thử;
- vật liệu và thông số thử như là bản chất của vật liệu, thông số hình học và việc chuẩn bị mẫu thử, tốc độ thử, nhiệt độ, thu thập dữ liệu và kỹ thuật phân tích.

Hiện nay do thiếu số liệu của tất cả các loại vật liệu nên không thể qui định các giá trị của độ chính xác cho các đặc tính khác nhau đo được bằng thử kéo.

Phụ lục J qui định hướng dẫn xác định độ không đảm bảo đo liên quan đến các thông số đo.

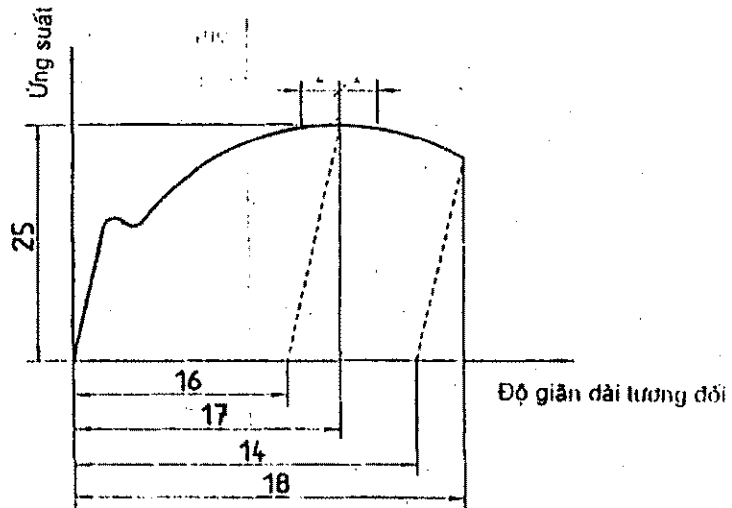
Phụ lục K qui định các giá trị nhận được từ các phép thử giữa các phòng thử nghiệm các nhôm thép và hợp kim nhôm.

18 Báo cáo kết quả thử

Ít nhất báo cáo kết quả thử phải bao gồm các thông tin sau :

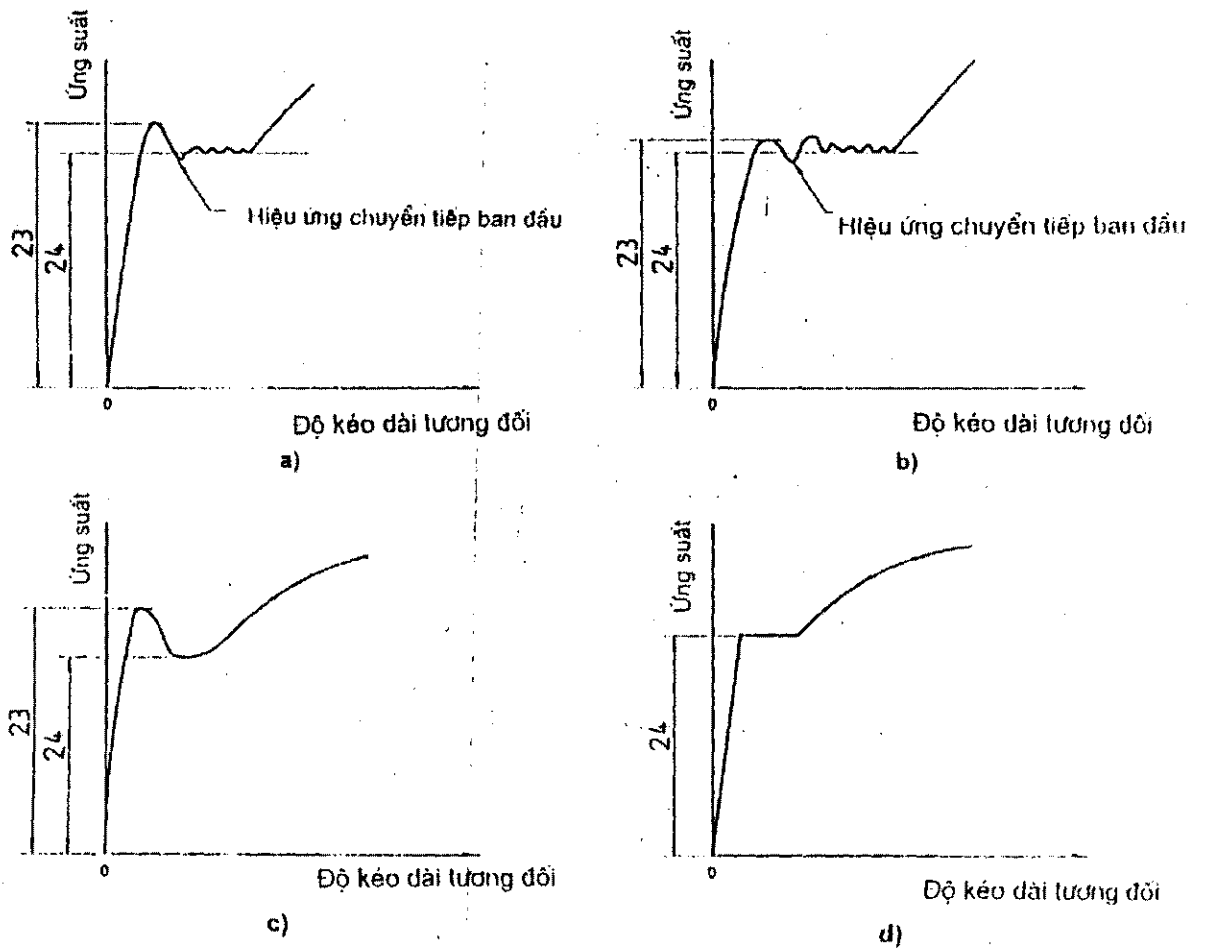
- a) số hiệu tiêu chuẩn này, đó là TCVN 197 : 2002 (ISO 6892);
- b) dấu hiệu nhận biết mẫu thử;
- c) vật liệu qui định, nếu biết;

- d) loại mẫu thử;
- e) vị trí và hướng lấy mẫu thử;
- f) đặc tính được đo và kết quả.



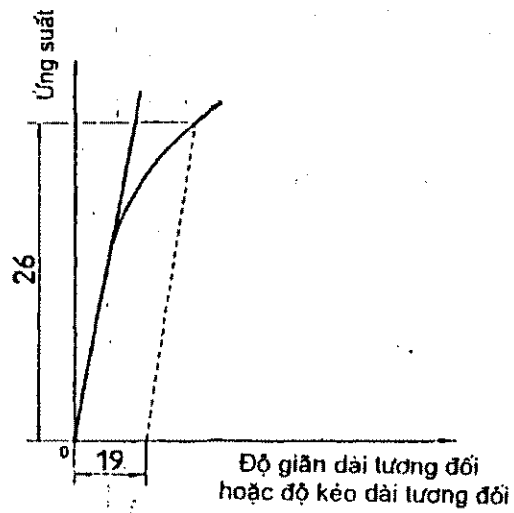
Chú thích - Xem bảng 1 để giải thích số tham khảo.

Hình 1 - Định nghĩa độ giãn dài



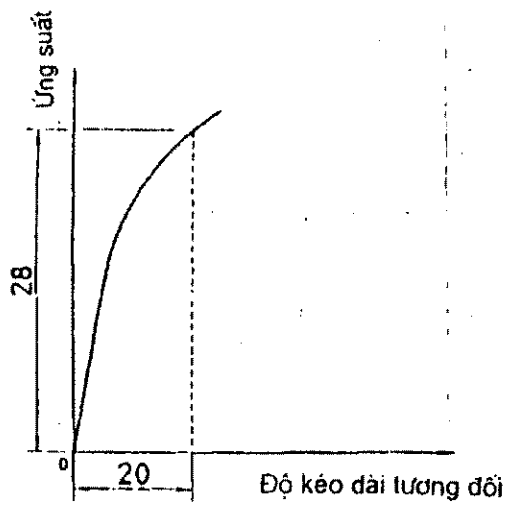
Chú thích - Xem bảng 1 để giải thích số tham khảo.

Hình 2 - Định nghĩa giới hạn chảy trên và dưới đối với loại đường cong khác nhau



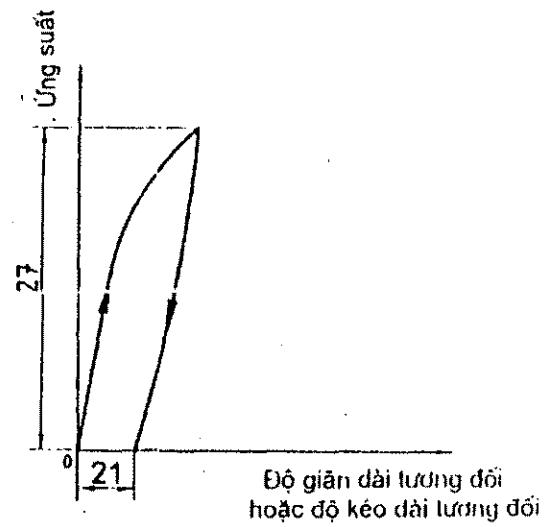
Chú thích - Xem bảng 1 để giải thích số tham khảo.

Hình 3 - Giới hạn dẻo, độ kéo dài không tỷ lệ (R_p)

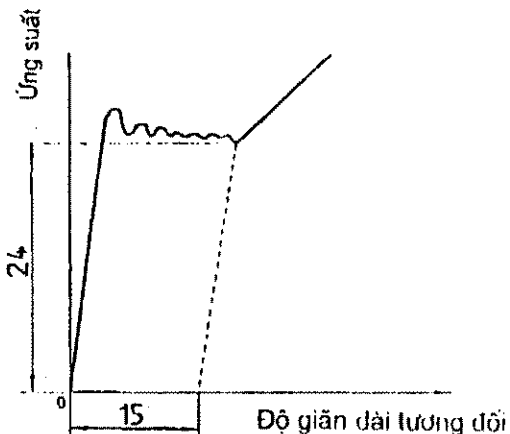
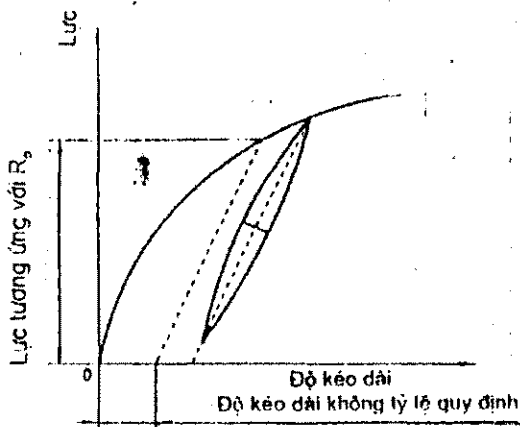


Chú thích - Xem bảng 1 để giải thích số tham khảo.

Hình 4 - Giới hạn dẻo, độ kéo dài tổng (R_t)



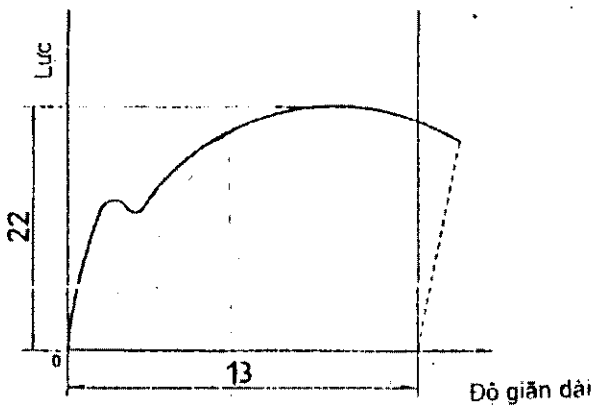
Hình 5 - Giới hạn bền qui ước (R_c)



Chú thích - Xem bảng 1 để giải thích số tham khảo.

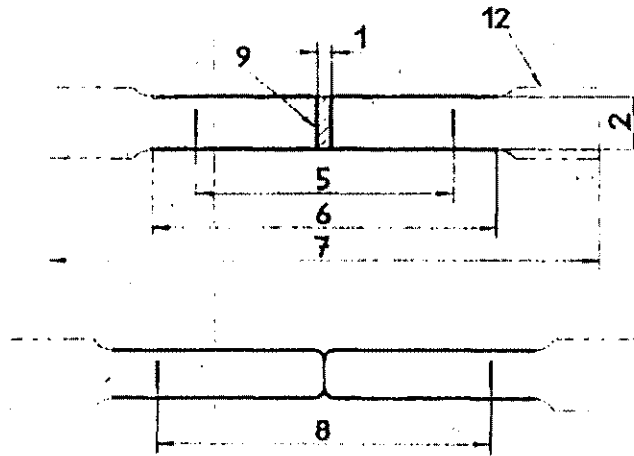
Hình 6 - Giới hạn dẻo, độ kéo dài tổng không tỷ lệ (R_p) (xem 13.1)

Hình 7 - Độ kéo dài tương đối tại điểm chảy (A_n)



Chú thích - Xem bảng 1 để giải thích số tham khảo.

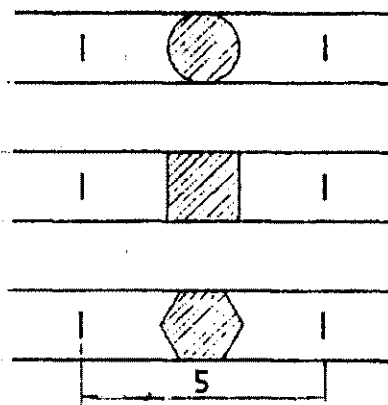
Hình 8 - Lực lớn nhất



Chú thích -

- 1 Hình dạng các đầu mẫu thử chỉ là tham khảo.
- 2 Xem bảng 1 để giải thích số tham khảo.

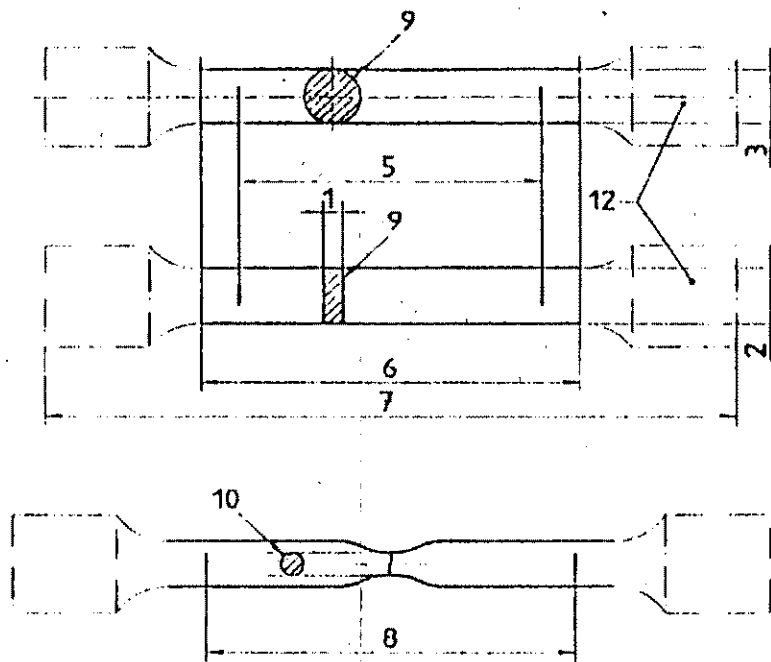
Hình 9 - Mẫu thử mặt cắt ngang hình chữ nhật được gia công
(xem phụ lục A)



Chú thích -

- 1 Hình dạng các đầu mẫu thử chỉ là tham khảo.
- 2 Xem bảng 1 để giải thích số tham khảo.

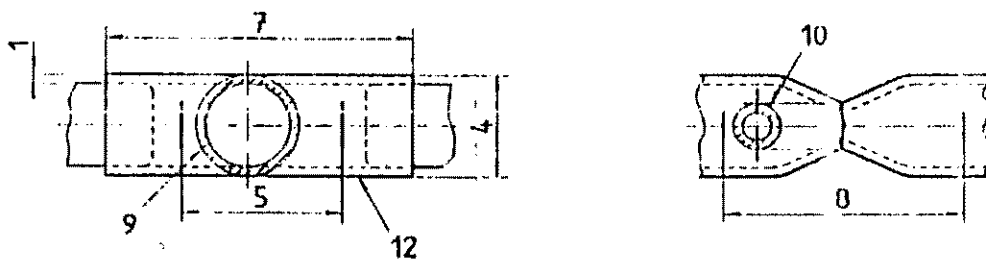
Hình 10 - Các mẫu thử bao gồm vị trí không qua gia công của sản phẩm
(xem phụ lục B)



Chú thích -

- 1 Hình dạng các đầu mẫu thử chỉ là tham khảo.
- 2 Xem bảng 1 để giải thích số tham khảo.

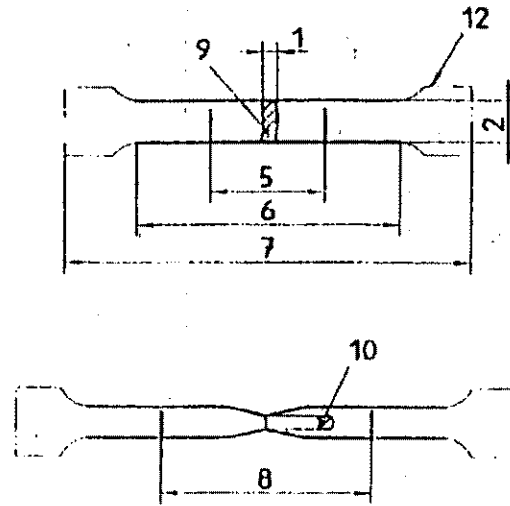
Hình 11 - Mẫu thử tỷ lệ
(xem phụ lục C)



Chú thích -

- 1 Hình dạng các đầu mẫu thử chỉ là tham khảo.
- 2 Xem bảng 1 để giải thích số tham khảo.

Hình 12 - Mẫu thử bao gồm chiều dài ống
(xem phụ lục D)



Chú thích -

- 1 Hình dạng các đầu mẫu thử chỉ là tham khảo.
- 2 Xem bảng 1 để giải thích số tham khảo.

Hình 13 - Mẫu thử cắt từ ống
(xem phụ lục D)

Phụ lục A

(qui định)

**Loại mẫu thử dùng cho sản phẩm mỏng: tấm, dải, băng chiều dày
trong khoảng 0,1 mm và 3 mm**

Đối với các sản phẩm có chiều dày nhỏ hơn 0,5 mm, cần thiết phải có các lưu ý đặc biệt.

A.1 Hình dạng của mẫu thử

Nói chung, mẫu thử có hai đầu được kẹp chặt lớn hơn chiều dài phần song song. Chiều dài phần song song (L_0) được nối với hai đầu bằng góc lượn chuyển tiếp có bán kính nhỏ nhất là 20 mm. Chiều rộng của hai đầu này nhỏ nhất là 20 mm và không lớn hơn 40 mm.

Theo thoả thuận, mẫu thử cũng bao gồm các dải với các mặt song song. Đối với sản phẩm có chiều rộng bằng hoặc nhỏ hơn 20 mm, chiều rộng của mẫu thử có thể bằng chiều rộng của sản phẩm.

A.2 Kích thước của mẫu thử

Chiều dài phần song song không nhỏ hơn $L_0 + \frac{b}{2}$

Trong trường hợp có tranh chấp, phải luôn luôn sử dụng chiều dài $L_0 + 2b$ trừ khi vật liệu không đủ.

Trong trường hợp mẫu thử có chiều rộng mặt song song nhỏ hơn 20 mm, thì chiều dài cơ bản đầu (L_0) bằng 50 mm trừ khi có các qui định khác trong tiêu chuẩn sản phẩm. Đối với loại mẫu thử này, chiều dài tự do giữa các đầu kẹp bằng $L_0 + 3b$.

Có hai loại mẫu thử không tỷ lệ với kích thước cho trong bảng A.1.

Khi đo kích thước của từng mẫu thử, sử dụng dụng sai hình dạng cho bảng A.2

Trong trường hợp mẫu thử có chiều rộng bằng chiều rộng sản phẩm, diện tích mặt cắt ngang ban đầu được tính toán theo kích thước của mẫu thử.

Có thể sử dụng chiều rộng danh nghĩa của mẫu thử, miễn là dụng sai gia công và dụng sai hình dạng phải theo A.2, tránh đo chiều rộng mẫu thử trong khi thử.

Bảng A.1 – Kích thước mẫu thử

Kích thước tính bằng milimet

Loại mẫu thử	Chiều rộng b	Chiều dài cũ ban đầu L_0	Chiều dài phần song song L_0''	Chiều dài tự do giữa hai đầu kẹp dôi với mẫu thử có các mặt song song
1	$12,5 \pm 1$	50	75	87,5
2	20 ± 1	80	120	140

Bảng A.2 - Dung sai chiều rộng của mẫu thử

Kích thước và dung sai tính bằng milimet

Chiều rộng (đanh nghĩa của mẫu thử)	Dung sai gia công ¹⁾	Dung sai hình dạng ²⁾
12,5	$\pm 0,09$	0,043
20	$\pm 0,105$	0,052

1) Dung sai js 12 phù hợp với TCVN 2245 : 1999. Dung sai này được sử dụng nếu trị số danh nghĩa của diện tích mặt cắt ngang ban đầu (S_0) được dùng trong tính toán mà không phải đo chúng.

2) Dung sai IT9 (xem TCVN 2245 : 1999). Sai lệch lớn nhất giữa các phép đo chiều rộng là đọc theo toàn bộ chiều dài phần song song của mẫu thử.

A.3 Chuẩn bị mẫu thử

Mẫu thử được chuẩn bị sao cho không làm ảnh hưởng đến tính chất của kim loại. Phải loại bỏ tất cả các vùng bị biến cứng do cắt hoặc ép bằng gia công cơ.

Đối với vật liệu rất mỏng, nên cắt các dải có chiều rộng đồng nhất và xếp thành chồng có các lớp giấy lót bên với dầu cắt. Các chồng dải nhỏ được xếp với dải dày lớn ở hai mặt bên, trước khi được gia công đến kích thước cuối cùng của mẫu thử.

Các giá trị cho trong A.2, ví dụ $\pm 0,09$ mm đối với chiều rộng danh nghĩa 12,5 mm, có nghĩa là không có mẫu thử nào có chiều rộng nằm ngoài hai giá trị dưới đây, nếu giá trị danh nghĩa của diện tích mặt cắt ngang ban đầu (S_0) được dùng mà không phải đo chúng :

$$12,5 + 0,09 = 12,59 \text{ mm}$$

$$12,5 - 0,09 = 12,41 \text{ mm}$$

A.4 Xác định diện tích mặt cắt ngang ban đầu (S_0)

Diện tích mặt cắt ngang ban đầu được tính từ các phép đo kích thước mẫu thử.

Sai số khi xác định diện tích mặt cắt ngang ban đầu không được vượt quá $\pm 2\%$. Kết quả đo chiều dày của mẫu thử thường là phần lớn nhất của sai số này, sai số khi đo chiều rộng không được vượt quá $\pm 0,2\%$.

Phụ lục B

(qui định)

Loại mẫu thử dùng cho dây, thanh, và thép hình có đường kính hoặc chiều dày nhỏ hơn 4 mm

B.1 Hình dạng của mẫu thử

Mẫu thử thường bao gồm vị trí không gia công của sản phẩm (xem hình 10).

B.2 Kích thước của mẫu thử

Chiều dài cỡ ban đầu phải lấy là $200 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ hoặc $100 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$. Khoảng cách giữa hai đầu kẹp của máy ít nhất phải bằng $L_0 \pm 50 \text{ mm}$, tức là 250 mm và 150 mm, từ trường hợp dây đường kính nhỏ thì khoảng cách này có thể lấy bằng L_0 .

Chú thích - Trong trường hợp không xác định được độ giãn dài tương đối sau khi đứt, có thể sử dụng khoảng cách giữa hai đầu kẹp nhỏ nhất là 50 mm.

B.3 Chuẩn bị mẫu thử

Nếu sản phẩm được cung cấp ở dạng cuộn, phải nắn thẳng chúng một cách cẩn thận.

B.4 Xác định diện tích mặt cắt ngang ban đầu (S_0)

Diện tích mặt cắt ngang ban đầu được xác định với độ chính xác $\pm 1\%$.

Đối với sản phẩm có mặt cắt ngang hình tròn, diện tích mặt cắt ngang ban đầu được tính từ giá trị trung bình số học của hai kết quả đo trên hai hướng góc vuông với nhau.

Diện tích mặt cắt ngang ban đầu có thể được xác định từ khối lượng của chiều dài cho trước và khối lượng riêng của chúng.

Phụ lục C

(quy định)

Loại mẫu thử dùng cho tấm, băng có chiều dày bằng hoặc lớn hơn 3 mm, và cho dây, thanh, thép hình có đường kính hoặc chiều dày bằng hoặc lớn hơn 4 mm

C.1 Hình dạng của mẫu thử

Nói chung, mẫu thử được gia công và chiều dài phần song song được nối với hai đầu kẹp bằng phần cong chuyển tiếp có các hình dạng thích hợp với đầu kẹp của máy thử (xem hình 11). Bán hình nhỏ nhất của phần cong chuyển tiếp giữa đầu kẹp và chiều dài phần song song phải là:

- 0,75 d (d là đường kính của chiều dài cũ) đối với mẫu thử hình trụ;
- 12 mm đối với mẫu thử hình lăng trụ.

Thép hình, thanh v.v.v có thể thử mà không phải gia công, nếu có yêu cầu.

Mặt cắt ngang của mẫu thử có thể là hình tròn, vuông, chữ nhật, hoặc trong trường hợp đặc biệt, là các hình khác.

Đối với mẫu thử có mặt cắt ngang hình chữ nhật tỷ số giữa chiều rộng và chiều dày không được vượt quá 8 : 1.

Nói chung, đường kính chiều dài phần song song của mẫu thử hình trụ được gia công không nhỏ hơn 4 mm.

C.2 Kích thước của mẫu thử**C.2.1. Chiều dài phần song song của mẫu thử qua gia công**

Chiều dài phần song song (L_0) ít nhất phải bằng:

a) $L_0 + \frac{d}{2}$ trong trường hợp mẫu thử có mặt cắt ngang hình tròn;

b) $L_0 + 1,5 \sqrt{S_0}$ trong trường hợp mẫu thử hình lăng trụ.

Phụ thuộc vào loại mẫu thử, phải sử dụng chiều dài $L_0 + 2d$ hoặc $L_0 + 2\sqrt{S_0}$ trong trường hợp có tranh chấp, trừ khi vật liệu không đủ.

C.2.2 Chiều dài của mẫu thử không qua gia công

Chiều dài tự do giữa hai đầu kẹp của máy phải đủ cho vạch dấu chuẩn tại khoảng cách hợp lý từ các đầu kẹp.

C.2.3 Chiều dài cỡ ban đầu (L_0)

C.2.3.1 Mẫu thử tỷ lệ

Như là qui tắc chung, mẫu thử tỷ lệ được sử dụng khi chiều dài cỡ ban đầu (L_0) liên quan tới diện tích mặt cắt ngang ban đầu (S_0) bằng phương trình:

$$L_0 = k \sqrt{S_0}$$

trong đó $k = 5,65$

Mẫu thử với mặt cắt ngang hình tròn thường có kích thước như cho trong bảng C.1.

Thang cho trong phụ lục F làm thuận lợi hơn khi xác định chiều dài cỡ ban đầu (L_0) tương ứng với kích thước của mẫu thử có mặt cắt ngang hình chữ nhật.

C.2.3.2 Mẫu thử không tỷ lệ

Nếu tiêu chuẩn sản phẩm qui định có thể sử dụng mẫu thử không tỷ lệ.

Bảng C.1- Mẫu thử có mặt cắt ngang hình tròn

k	Đường kính d mm	Diện tích mặt cắt ngang ban đầu S_0 mm ²	Chiều dài cỡ ban đầu $L_0 = k \sqrt{S_0}$ mm	Chiều dài phần song song nhỏ nhất L_c mm	Chiều dài tổng L_t mm
5,65	20 ± 0,15	314	100 ± 1	110	Phụ thuộc vào phương pháp lắp mẫu thử vào máy thử Trên nguyên tắc $L_t > L_c + 2d$ hoặc $4d$
	10 ± 0,075	78,5	50 ± 0,5	55	
	5 ± 0,040	19,6	25 ± 0,25	28	

C.3 Chuẩn bị mẫu thử

Dung sai kích thước ngang của mẫu thử qua gia công cho trong bảng C.2.

Ví dụ việc sử dụng các dung sai trên như sau:

a) Dung sai gia công

Giá trị cho trong bảng C.2, ví dụ $\pm 0,075$ mm đối với đường kính danh nghĩa 10 mm, có nghĩa là không có mẫu thử nào có đường kính nằm ngoài hai giá trị cho dưới đây, nếu giá trị diện tích mặt cắt ngang ban đầu được dùng trong tính toán mà không phải đo chúng.

$$10 + 0,075 = 10,075 \text{ mm}$$

$$10 - 0,075 = 9,925 \text{ mm}$$

b) Dung sai hình dạng

Giá trị cho trong bảng C.2 có nghĩa là, đối với mẫu thử có đường kính danh nghĩa 10 mm thoả mãn các điều kiện gia công nêu trên, sai lệch giữa đường kính lớn nhất và nhỏ nhất đo được không được quá 0,04 mm.

Do đó, nếu đường kính nhỏ nhất của mẫu thử là 9,99, thì đường kính lớn nhất của nó không được vượt quá $9,99 + 0,04 = 10,03$ mm.

C.4 Xác định diện tích mặt cắt ngang ban đầu (S_0)

Có thể sử dụng đường kính danh nghĩa để tính diện tích mặt cắt ngang ban đầu của mẫu thử có mặt cắt ngang hình tròn mà nó thoả mãn dung sai cho trong bảng C.2. Đối với tất cả các hình dạng của mẫu thử, diện tích mặt cắt ngang ban đầu được tính từ các phép đo các kích thước tương ứng với sai số không vượt quá $\pm 0,5\%$ đối với từng kích thước.

Bảng C.2 - Dung sai liên quan đến kích thước ngang của mẫu thử

Dung sai kích thước và dung sai hình dạng bằng milimet

Ký hiệu	Kích thước ngang danh nghĩa	Dung sai gia công trên kích thước danh nghĩa ¹⁾	Dung sai hình dạng
Đường kính mẫu thử qua gia công có mặt cắt ngang hình tròn	3	$\pm 0,05$	0,025 ²⁾
	> 3 ≤ 6	$\pm 0,06$	0,03 ²⁾
	> 6 ≤ 10	$\pm 0,075$	0,036 ²⁾
	> 10 ≤ 18	$\pm 0,09$	0,043 ²⁾
	> 18 ≤ 30	$\pm 0,105$	0,052 ²⁾
Kích thước ngang của mẫu thử có mặt cắt ngang hình chữ nhật qua gia công cả bốn mặt		Giống như dung sai trên đường kính mẫu thử có mặt cắt ngang hình tròn	
Kích thước ngang của mẫu thử có mặt cắt ngang hình chữ nhật chỉ qua gia công trên hai mặt đối diện	3		0,14 ³⁾
	> 3 ≤ 6		0,18 ³⁾
	> 6 ≤ 10		0,22 ³⁾
	> 10 ≤ 18		0,27 ³⁾
	> 18 ≤ 30		0,33 ³⁾
	> 30 ≤ 50		0,39 ³⁾
<p>1) Dung sai js12 phù hợp với TCVN 2245 : 1999. Các dung sai này được sử dụng nếu giá trị danh nghĩa của diện tích mặt cắt ngang ban đầu (S_0) được dùng trong tính toán mà không phải đo chúng.</p> <p>2) Dung sai IT9</p> <p>3) Dung sai IT13</p> <p>Sai lệch lớn nhất giữa các phép đo kích thước ngang qui định dọc theo toàn bộ chiều dài phần song song (L_0) của mẫu thử.</p>			

Phụ lục D

(qui định)

Loại mẫu thử dùng cho ống

D.1 Hình dạng của mẫu thử

Mẫu thử bao gồm đoạn ống hoặc các dải dọc hoặc dải ngang cắt từ ống và có chiều dày toàn bộ thành ống (xem hình 1.2 và 1.3) hoặc mẫu thử có mặt cắt ngang hình tròn được chế tạo từ thành ống.

Mẫu thử có mặt cắt ngang dọc, ngang hoặc hình tròn được gia công như mô tả ở phụ lục A đối với ống có chiều dày thành nhỏ hơn 3 mm và trong phụ lục C đối với chiều dày bằng hoặc lớn hơn 3 mm. Hướng sử dụng dải dọc đối với ống có chiều dày thành lớn hơn 0,75 mm.

D.2 Kích thước của mẫu thử

D.2.1 Đoạn ống

Đoạn ống có thể được cắt ở hai đầu. Chiều dài tự do giữa từng nút bịt và vạch dấu chuẩn gần nhất phải lớn hơn $D/4$. Trong trường hợp có tranh chấp, sử dụng giá trị D dài nhất khi có đủ vật liệu.

Chiều dài của nút bịt có thể lớn hơn quy định của máy thử trong hướng của vạch dấu chuẩn không được vượt quá D , và hình dạng của nó phải sao cho không gây trở ngại đến biên dạng của chiều dài cắt.

D.2.2 Dải dọc hoặc dải ngang

Chiều dài phần song song của dải dọc phải được uốn thẳng nhưng các đầu kẹp có thể được làm phẳng để kẹp trên máy thử.

Kích thước của mẫu thử dọc hoặc ngang khác với tỷ số cho trong phụ lục A và C được quy định trong tiêu chuẩn sản phẩm.

Phải có phòng ngừa đặc biệt khi uốn thẳng mẫu thử ngang.

D.2.3 Mẫu thử mặt cắt ngang tròn được gia công trên thành ống

Việc lấy mẫu thử được quy định trong tiêu chuẩn sản phẩm.

D.3 Xác định diện tích mặt cắt ngang ban đầu (S_0)

Diện tích mặt cắt ngang ban đầu của mẫu thử được xác định đến $\pm 1\%$ gần nhất.

TCVN 197 : 2002

Diện tích mặt cắt ngang ban đầu của đầu đoạn ống hoặc dải dọc hoặc dải ngang được xác định từ khối lượng của mẫu thử, chiều dài đo được, và khối lượng riêng của chúng.

Diện tích mặt cắt ngang ban đầu (S_0) của mẫu thử từ dải dọc hoặc dải ngang phải được tính theo phương trình sau:

$$\textcircled{1} \quad S_0 = \frac{b}{4} (D^2 - b^2) + \frac{D^2}{4} \arcsin \frac{b}{D} - \frac{b}{4} \left[(D-2a)^2 - b^2 \right] - \left\{ \frac{D-2a}{2} \right\} \arcsin \frac{b}{D-2a}$$

trong đó

a là chiều dày thành ống;

b là chiều rộng trung bình của dải;

D là đường kính ngoài.

Có thể sử dụng phương trình đơn giản sau đối với mẫu thử dọc hoặc ngang

$$\textcircled{2} \quad S_0 = ab \left[1 + \frac{b^2}{6D(D-2a)} \right] \quad \text{khi } \frac{b}{D} \leq 0,25$$

$$S_0 = ab \quad \text{khi } \frac{b}{D} \leq 0,17$$

Trong trường hợp đo an ống, diện tích mặt cắt ngang ban đầu có thể được tính như sau

$$S_0 = \pi a (D - a)$$

$$\textcircled{1} \quad S_0 = \frac{b}{4} (D^2 - b^2) + \frac{D^2}{4} \arcsin \frac{b}{D} - \frac{b}{4} \left[(D-2a)^2 - b^2 \right] - \left\{ \frac{D-2a}{2} \right\} \arcsin \frac{b}{D-2a}$$

$$\textcircled{2} \quad S_0 = ab \left[1 + \frac{b^2}{6D(D-2a)} \right] \quad \text{khi } \frac{b}{D} < 0,25$$

$$S_0 = ab \quad \text{khi } \frac{b}{D} < 0,17$$

Phụ lục E

(tham khảo)

Các lưu ý khi đo độ giãn dài tương đối sau khi đứt nếu giá trị qui định nhỏ hơn 5%**Một trong những phương pháp như sau:**

Trước khi thử vạch một dấu rất nhỏ gắn một trong các đầu của chiều dài phần song song. Dụng cụ thiết bị chia đầu kim đặt chiều dài cũ, vòng cung được vẽ với tâm là dấu trên. Sau khi đứt, đặt mẫu thử bị gãy vào đồ gá cố định và đặt lực nén dọc trục, thường bằng van trục vít, đủ lớn để giữ cho các phần mẫu gắn chắc vào nhau trong khi đo. Vòng cung thứ hai có cùng bán kính được vẽ từ tâm ban đầu, và khoảng cách giữa hai vết vạch đo được bằng kính hiển vi đo hoặc dụng cụ thích hợp khác. Để làm cho vết vạch chuẩn dễ nhìn thấy, có thể phủ màng mỏng nhuộm mẫu mẫu thử trước khi thử.

Phụ lục F (tham khảo)

Toán đồ để tính toán chiều dài cũ của mẫu thử có mặt cắt ngang hình chữ nhật

Toán đồ này được xây dựng bằng phương pháp xếp thẳng hàng (vạch lượn).

F.1 Phương pháp sử dụng

Thực hiện các bước sau:

- a) Trên các thang bốn ngoài chọn hai điểm a và b đại diện cho chiều dày và chiều rộng của mẫu thử hình chữ nhật;
- b) nối hai điểm này bằng một đường thẳng (chiều dài của dây hoặc mép của thước);
- c) đọc chiều dài cũ tương ứng trên thang chia độ bên trái, tại điểm cắt của đường thẳng đó với thang chia ở giữa.

Ví dụ sử dụng

$$B = 21 \text{ mm}$$

$$a = 15,5 \text{ mm}$$

$$L_{10} = 102 \text{ mm}$$

Chú thích

- 1) Sai số số đo L_{10} nhỏ hơn $\pm 1\%$ có nghĩa là có thể sử dụng toán đồ này trong tất cả các trường hợp đo không cần hiệu chỉnh.
- 2) Sai số số đo L_{10} lớn hơn $\pm 1\%$ có nghĩa là trong một số trường hợp không nhận được độ chính xác qui định, do đó cần phải tính toán sản phẩm trực tiếp từ a và b.

F.2 Xây dựng toán đồ

Vẽ hai thang ngang song song cách nhau như được chia độ loga. Độ loga được chia sao cho 10 tương ứng với 250 mm; ba thang đo tăng về phía đầu trên trang giấy. Các điểm (20) và (10) được đặt ở khoảng giữa trong hai thang bên. Mỗi hai điểm (10) của hai thang bên

Điểm cắt của đường thẳng đó với thang đo giữa là điểm 56,5 của thang chia độ bên trái của thang giữa L_{10} .

Thang đo điện tích Q_1 nằm bên phải của thang đo giữa tương với điểm (10) là điểm 100 trên thang đo điện tích, số chia độ này có thể có thể vẽ trên thang bằng nửa số chia độ cho trước, đó là :

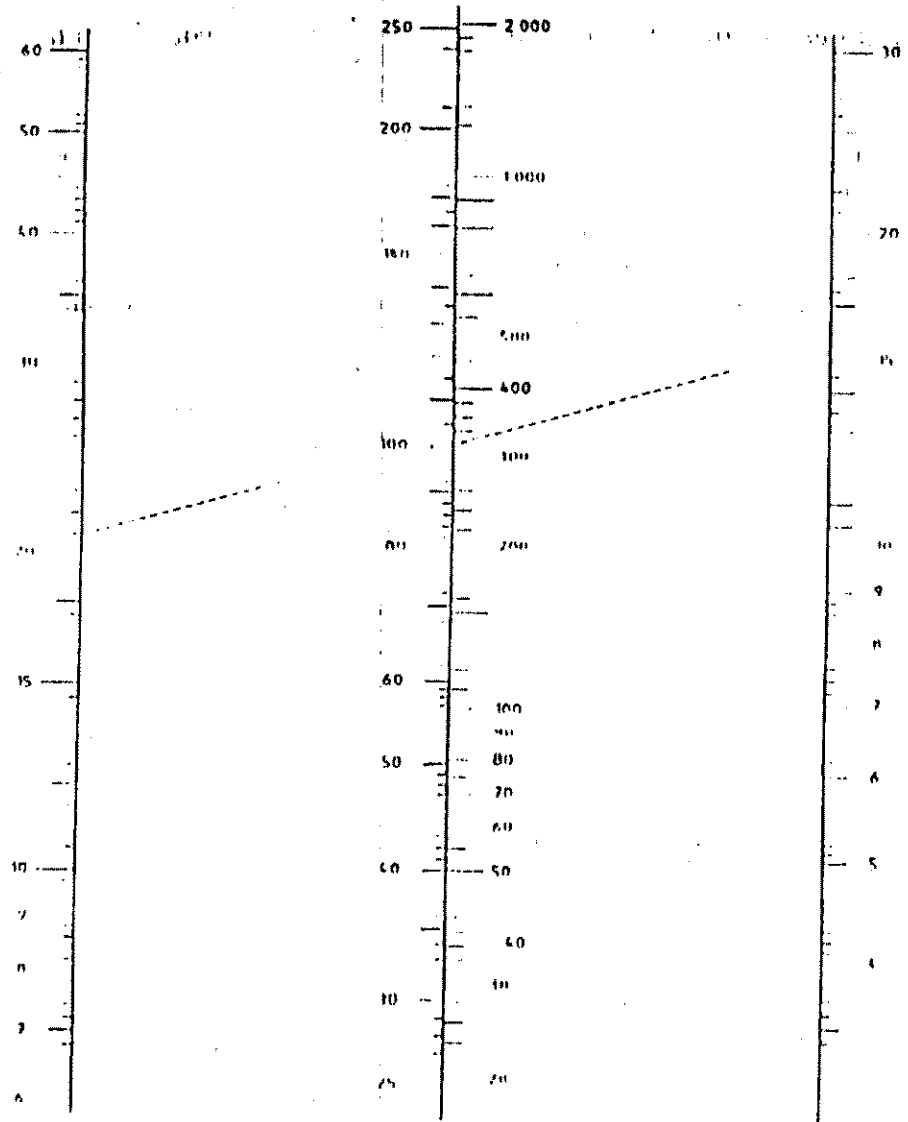
$$L_{10} 10 = 125 \text{ mm.}$$

Chiều rộng
 b mm

Chiều dài cỡ ban đầu
 $l_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$ mm

Diện tích mặt cắt ngang
ban đầu $S_0 = ab$ mm²

Chiều dày
 a mm



Phụ lục G

(tham khảo)

Đo độ giãn dài tương đối sau khi đứt trên cơ sở chia nhỏ chiều dài cơ bản đều

Để tránh việc loại bỏ mẫu thử khi vị trí đứt không tuân theo điều kiện của 11.1, theo thoả thuận nên sử dụng phương pháp sau:

- trước khi thử, chia chiều dài cơ bản đều thành N phần bằng nhau,
- sau khi thử, dùng ký hiệu X để biểu thị đầu chuẩn bên mẫu ngắn và ký hiệu Y biểu thị đầu chuẩn bên mẫu dài hơn, việc chia nhỏ chung ở cùng khoảng cách từ vết gãy giống như dấu X .

Nếu n là số đoạn giữa X và Y , độ giãn dài sau đứt được xác định như sau:

- Nếu $N - n$ là số chẵn (xem hình G.1.a)) đo khoảng cách giữa X và Y và khoảng cách từ Y đến đầu chia độ Z tại

$$\frac{N-n}{2} \text{ đoạn về phía } Y$$

dùng phương trình sau để tính độ giãn dài tương đối sau khi đứt

$$A_{100} = \frac{(Y + Z) Z}{L_0} \times 100$$

- Nếu $N - n$ là số lẻ (xem hình G.1.b)), đo khoảng cách giữa X và Y và khoảng cách từ Y đến đầu chia độ Z' và Z'' tương ứng tại

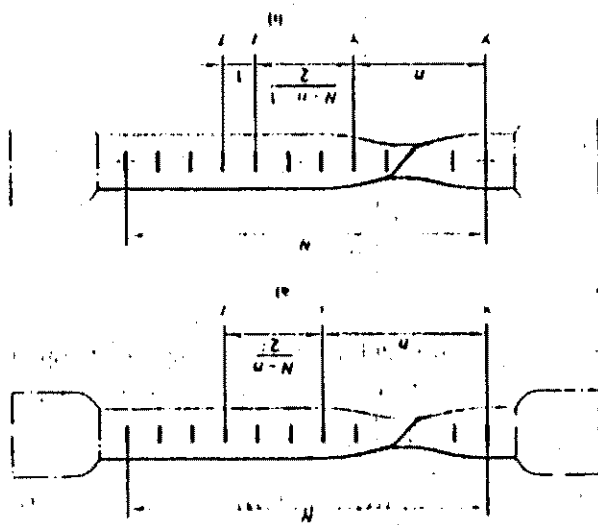
$$\frac{N-n-1}{2} \text{ và } \frac{N-n+1}{2} \text{ đoạn về phía } Y;$$

dùng phương trình sau để tính độ giãn dài tương đối sau khi đứt

$$A_{100} = \frac{(Y + Z' + Z'') Z'}{L_0} \times 100$$

FIG. 1

FIG. 1 shows a schematic diagram of a system for measuring the ratio of the length of the tube to the length of the tube.



Phụ lục II
(tham khảo)

Phương pháp thủ công xác định độ giãn dài tương đối tổng tại lực lớn nhất đối với sản phẩm dài như là thanh, dây

Phương pháp máy đo giãn được xác định trong điều 12 có thể được thay thế bằng phương pháp thủ công dưới đây. Trong trường hợp có tranh chấp phải sử dụng phương pháp máy đo độ giãn.

Phương pháp này bao gồm việc đo trên phần dài hơn của mẫu thử đã chịu thử kéo, độ giãn dài không tỷ lệ tại lực lớn nhất, từ đó có thể tính được độ giãn dài tương đối tổng.

Trước khi thử, vạch các dấu cách đều nhau trên chiều dài cơ được đo, khoảng cách giữa hai dấu liên tiếp bằng tốc cơ của chiều dài cơ ban đầu (L_0). Dấu ký hiệu của chiều dài L_0 có độ chính xác $\pm 0,5$ mm. Chiều dài thể hiện giá trị độ giãn dài tương đối tổng được xác định trong tiêu chuẩn sản phẩm.

Đo chiều dài cơ của cùng sau khi đứt (L_1) trên phần gãy dài nhất của mẫu thử với độ chính xác trong khoảng 0,5 mm. Để phép đo này có hiệu lực, phải lưu ý hai điều kiện sau:

gột bụn của vùng đo phải nằm ở vị trí cách mặt gãy ít nhất 5 d và cách đầu kẹp ít nhất 2 d,

chiều dài đo ít nhất phải bằng giá trị qui định trong tiêu chuẩn sản phẩm.

Độ giãn dài tương đối không tỷ lệ tại lực lớn nhất được tính bằng công thức

$$L_1 = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100$$

Độ giãn dài tương đối tổng tại lực lớn nhất được tính bằng công thức

$$L_2 = L_1 + \frac{R_m}{E} \times 100$$

Phụ lục J

(tham khảo)

Tiếp cận “Nguồn sai số” để đánh giá độ không đảm bảo đo trong thử kéo

J.1 Lời giới thiệu đo trong thử kéo

Cách tiếp cận đối với việc đánh giá độ không đảm bảo đo được vạch ra trên cơ sở khái niệm “Nguồn sai số” sử dụng đúng sai đo được, qui định trong tiêu chuẩn thử và hiệu chuẩn. Cần lưu ý rằng không thể tính được giá trị đơn đối với độ không đảm bảo đo cho tất cả các vật liệu vì vật liệu khác nhau có các đặc tính khác nhau đối với một vài thông số kiểm tra được, qui định, như là tốc độ biến dạng hoặc tốc độ gây ứng suất (3). Nguồn sai số được trình bày ở đây như là giới hạn trên của độ không đảm bảo đo đối với phép thử trong phòng thử nghiệm phù hợp với tiêu chuẩn này (máy thử và máy đo độ giãn cấp 1).

Cần lưu ý rằng khi đánh giá độ phân tán tổng các kết quả độ không đảm bảo trong khi đo phải quan tâm đến việc bố sung độ phân tán sẵn có liên quan đơn độ không đồng nhất của vật liệu. Phương pháp thống kê các phân tích của việc tiến hành so sánh (thử nghiệm Round Robin) cho trong phụ lục K không phân chia hai nguyên nhân gây ra độ phân tán. Phương pháp lưu ý khác để đánh giá độ phân tán giữa các phòng thử nghiệm là dùng vật liệu chuẩn được chứng nhận (Certified Reference Material - CRM) có các tính chất của vật liệu đã được chứng nhận. Việc chọn các vật liệu để sử dụng như là CRM thử kéo ở nhiệt độ phòng thử được thảo luận ở nơi khác và là một lần vật liệu (Nimonic 75) dạng thanh đường kính 14 mm được tiến hành chứng nhận theo kế hoạch dưới sự giám sát của cơ quan có thẩm quyền (Community Bureau of Reference – BCR).

J.2 Đánh giá độ không đảm bảo đo

J.2.1 Các thông số phụ thuộc vật liệu

Phương pháp mà trong đó các sai số từ các nguồn khác nhau được cộng lại cần phải được xem xét một cách rất chi tiết và một hướng dẫn mới đây trong điều khoản đánh giá độ chính xác và độ không đảm bảo đo trong tài liệu ISO, ISO 5725 - 2 và Hướng dẫn biểu diễn độ không đảm bảo đo

Trong các phân tích tiếp theo sử dụng diện tích trung bình quy ước nhỏ nhất.

Dung sai đối với các thông số thử khác nhau đối với tính chất kéo cho trong bảng J.1 cùng với độ không đảm bảo dự tính. Do hình dạng của đường cong ứng suất, độ thẳng, một số tính chất kéo phải được xác định với độ chính xác cao hơn các tính chất khác, ví dụ, giới hạn chảy trên R_{m1} chỉ phụ thuộc vào dung sai lực và diện tích mặt cắt ngang, trong khi giới hạn dẻo, R_{m2} phụ thuộc vào lực, độ thẳng (sự dịch chuyển) chiều dài cơ và diện tích mặt cắt ngang. Trong trường hợp độ thẳng tương đối của diện tích Z , cần phải xem xét dung sai đo diện tích mặt cắt ngang trước và sau khi đứt.

Bảng J.1 – Tập hợp độ không đảm bảo đo lớn nhất cho phép để xác định các số liệu thử kéo

Thông số	Tính chất kéo, % sai số					
	R_{eH}	R_{eL}	R_m	R_p	A	Z
Lực	1	1	1	1		
Độ thẳng" (sự dịch chuyển,			-	1	1	
Chiều dài cũ, L_0 "		-	-	1	1	
S_0	1	1	1	1		1
S_u	-	-	-	-	-	2
Độ không đảm bảo dự tính	$\pm \sqrt{2}$	$\pm \sqrt{2}$	$\pm \sqrt{2}$	$\pm \sqrt{4}$	$\pm \sqrt{2}$	$\pm \sqrt{5}$
(Tập hợp sai số sử dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất)						
1) Thừa nhận máy đo độ giãn cấp 1 đã hiệu chuẩn phù hợp với ISO-9513.						

J.2.2 Thông số phụ thuộc vật liệu

Đối với thử kéo ở nhiệt độ thường, chỉ có các tính chất kéo phụ thuộc đường đặc trưng của vật liệu các thông số kiểm soát tốc độ biến dạng (hoặc tốc độ gây ứng suất) là R_{eH} , R_{eL} và R_p . Giới hạn kéo, R_m , cũng có thể phụ thuộc tốc độ biến dạng, tuy nhiên trong thực tế thường sử dụng ở tốc độ biến dạng cao hơn nhiều R_p và thường là độ nhạy kém hơn đối với các thay đổi tốc độ biến dạng.

Về nguyên tắc cần phải xác định đường đặc trưng tốc độ biến dạng của vật liệu trước khi tính nguồn sai số tổng. Một khi vào số liệu giới hạn đã có và có thể sử dụng các ví dụ sau để đánh giá độ không đảm bảo đo đối với một số nhóm vật liệu.

Các ví dụ tiêu biểu của tập hợp số liệu sử dụng để xác định đường đặc trưng của vật liệu trên khoảng tốc độ biến dạng qui định trong tiêu chuẩn này được chỉ ra trong bảng J.2 và J.3 và tập hợp các đường đặc trưng của vật liệu đối với ứng suất chảy cho số vật liệu đo được trong điều kiện kiểm soát tốc độ biến dạng cho trong bảng J.2. Số liệu các loại thép đo được ở tốc độ gây ứng suất cho trong báo cáo hội thảo (5).

Bảng J.2- Ví dụ sự thay đổi ứng suất chảy ở nhiệt độ phòng trên khoảng tốc độ biến dạng cho phép trong tiêu chuẩn này

Vật liệu	Thành phần danh nghĩa	$R_{p0.2}$ Giá trị trung bình MPa	Đường đặc trưng ứng suất chảy tốc độ biến dạng %	Dung sai tương đương %
Thép ferrit				
Thép ống	C, Mn, V, Fe	680	0,1	0,05
Thép tấm (Fe 430)	C, Mn, Fe	315	1,0	0,9
Thép austenit				
(X5 Cr Ni Mo 17 – 12 – 2)	17Cr, 11Ni-Fe	235	6,8	3,4
Hợp kim niken				
Ni Cr 20 H	18 Cr, 5 Fe, 2Co-Ni	325	2,8	1,4
Ni Cr Co Ti Al 20 - 20	24 Cr, 20 Co, 3Ti 1,5 Mo, 1,5 Al Ni	790	1,0	0,95

J.2.3 Độ không đảm bảo do tổng

Dung đặc trưng phụ thuộc vật liệu của giới hạn chảy trên khoảng tốc độ biến dạng cho phép qui định trong bảng J.2 được kết hợp với các thông số không phụ thuộc vật liệu qui định trong bảng J.1, đưa đến sự đánh giá tổng hợp độ không đảm bảo do đối với các vật liệu khác nhau, như qui định trong bảng J.3.

Với mục đích phân tích này, giá trị tổng của sự thay đổi giới hạn chảy trên khoảng tốc độ biến dạng cho phép trong tiêu chuẩn phải giảm đi một nửa và thể hiện như là dung sai tương đương, có nghĩa là đối với thép không gỉ X 5 CrNiMo 17 12 2, giới hạn chảy có thể thay đổi 0,9% trên khoảng tốc độ biến dạng cho phép như vậy nó tương đương với dung sai 1 3,4%. Do đó đối với thép không gỉ X 5 CrNiMo 17 12 2, độ không đảm bảo do tổng được cho bởi

$$1 \sqrt{2^2 + 3,4^2} = 1 \sqrt{13,6} = 1 3,7\%$$

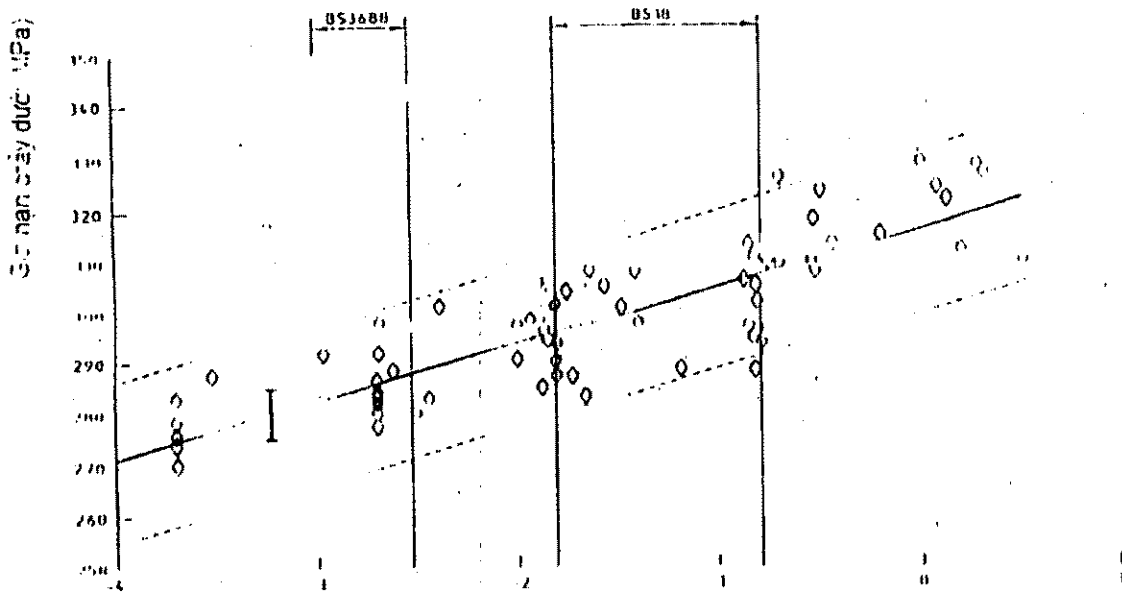
Bảng J.3 - Ví dụ về tổng độ không đảm bảo đo ước lượng đối với giới hạn chảy ở nhiệt độ phòng được xác định phù hợp với tiêu chuẩn này

Vật liệu	$R_{p0,2}$ Trị số trung bình MPa	Trị số từ bảng J.1 $\pm \%$	Trị số từ bảng J.2 %	Độ không đảm bảo đo dự tính tổng $\pm \%$
Thép ferrit				
Thép dẻo	600	2	0,05	$\sqrt{4,0} = 2,0$
Thép tấm	315	2	0,9	$\sqrt{4,8} = 2,2$
Thép austenit				
X 5 CrNiMo 17-12-2	235	2	3,4	$\sqrt{15,6} = 3,9$
Hợp kim titan titan				
NiCr2011	325	2	1,4	$\sqrt{6,0} = 2,4$
NiCrCoTiAl25-20	790	2	0,95	$\sqrt{4,9} = 2,2$

J.3 Nhận xét cuối cùng (kết luận)

Phương pháp tính toán độ không đảm bảo đo đối với thử kéo ở nhiệt độ phòng sử dụng khái niệm "Huyền sai số" được vạch ra và cho ví dụ đối với một số vật liệu khi mà đã biết đường đặc trưng của vật liệu với thông số thử. Cần lưu ý rằng độ không đảm bảo đo tính toán được có thể được sửa đổi kể cả trong số thông kê phù hợp với tương ứng dẫn biểu diễn độ không đảm bảo đo¹⁾ và điều này sẽ được thực hiện khi các nhóm công tác Erolab và ISO hoàn thành các kiến nghị của họ về cách tiếp cận tối ưu được chấp nhận. Hơn nữa các yếu tố khác có thể ảnh hưởng tới các đo các thử chất dẻo như là uốn mẫu thử, phương pháp kẹp giữ mẫu thử, hoặc cách kiểm tra máy thử, có nghĩa là kiểm tra máy đo độ giãn hoặc kiểm tra tải/cao trượt mà chúng có thể ảnh hưởng đến tình chất báo đo được. Tuy nhiên vì không đủ các dữ liệu định lượng đã có nên hiện nay không thể tính đến tác động của nó trong nguồn sai số. Cần nhận thức rằng nguồn sai số này chỉ định ra sự đánh giá độ không đảm bảo đo do kỹ thuật đo và không dành giá sự cho phép đối với độ phân tán gắn liền với kết quả thực nghiệm thuộc về độ không đồng nhất của vật liệu.

Cuối cùng, cần nhận thức rằng khi vật liệu chuẩn thích hợp sẵn có, chúng sẽ là các phương tiện hữu dụng đo độ không đảm bảo đo tổng trên các máy thử bất kỳ kể cả ảnh hưởng của việc kẹp mẫu, uốn v.v mà hiện nay chưa xác định được định lượng.

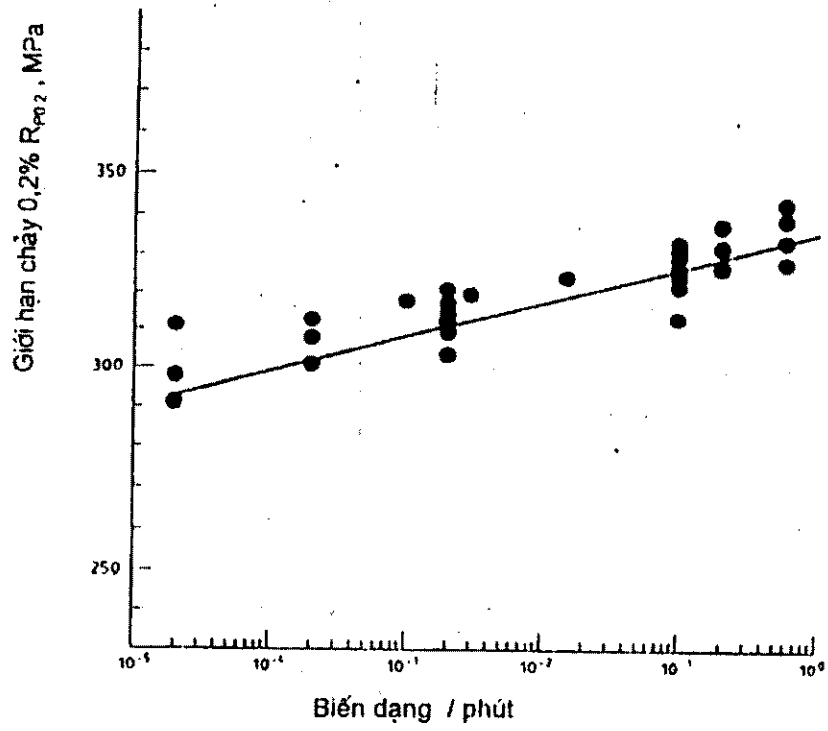


Hình 10 Tốc độ biến dạng theo thời gian

Cấp dẫn

Sai số dự tính lớn nhất của ứng suất.

Hình 11 Sự thay đổi của giới hạn chảy được (R_{yk}) ở nhiệt độ phòng như là hàm số của tốc độ biến dạng đối với thép tấm⁽¹⁾



Hình J.2 – Số liệu thử kéo ở 22°C đối với Ni Cr 20 Ti

Phụ lục K

(tham khảo)

Độ chính xác của phép thử kéo - Kết quả chương trình thử giữa các phòng thử nghiệm

K.1 Nguyên nhân độ không đảm bảo đo trong thử kéo

Độ chính xác của các kết quả đo thử kéo được giới hạn bởi các thông số liên quan đến vật liệu, mẫu thử, thiết bị thử, cách biến hình thử và phương pháp lĩnh các đặc tính cơ học.

Đặc biệt hơn, cần chú ý đến các nguyên nhân sau của độ không đảm bảo đo:

- độ không đồng nhất tồn tại trong lõi chế tạo nhận được từ các mẻ vật liệu nóng;
- hình dạng mẫu thử, phương pháp chuẩn bị và dung sai;
- phương pháp kẹp mẫu và đặt trực tác dụng lực; máy thử và hệ thống đo kết hợp lại (độ cứng vững, sự truyền động, sự kiểm tra, phương pháp vận hành);
- việc đo lực từ mẫu thử, đầu chèn đầu cơ, chiều dài cơ bản đầu cho máy độ giãn, đo lực và độ kéo dài;
- nhiệt độ thử và tốc độ đặt tải trong các giai đoạn thử kế tiếp nhau;
- sai số đo của người hoặc phần mềm kết hợp với việc xác định các đặc tính kéo.

Các yêu cầu và dung sai trong tiêu chuẩn này không cho phép xác định ảnh hưởng của tất cả các thông số này. Cần phải sử dụng phép thử giữa các phòng thử nghiệm đối với việc xác định toàn bộ độ không đảm bảo đo các kết quả trong điều kiện gắn với thực tế sản xuất của phép thử. Tuy nhiên, các phép thử đó không cho phép phân chia các ảnh hưởng liên quan đến vật liệu từ các sai số đó phương pháp thử.

K.2 Tiến hành thử

Kết quả của hai chương trình thử giữa các phòng thử nghiệm (chương trình A, tham khảo [7] và chương trình B, tham khảo [8]) được coi như là ví dụ của loại không đảm bảo đo, là điều kiện nhận được khi thử vật liệu kim loại.

Đối với hàng kim loại thuộc chương trình này, số lượng phối mẫu được lấy ngẫu nhiên từ vật liệu gốc. Việc khảo sát sơ bộ kiểm tra lĩnh đồng nhất của vật liệu gốc và cung cấp số liệu về độ phân tán "bản chất" của đặc tính cơ học trong vật liệu gốc. Các phối được gửi đến các phòng thử nghiệm riêng biệt ở đó các mẫu thử được gia công đến kích thước thường dùng. Chỉ các yêu cầu đối với mẫu thử và phép

thử của chúng là phải phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn thích hợp. Các phép thử nếu được tiến hành trong thời gian ngắn, do cùng người vận hành sử dụng cùng một máy.

Trong bảng K.1 và K.2, có ba loại sai số thể hiện thuật ngữ hệ số độ không đảm bảo tương đối:

$$UC_{\bar{x}} = \pm 2s_{\bar{x}} / \bar{x} (\%)$$

$$UC_{s_r} = \pm 2s_r / \bar{x} (\%)$$

$$UC_{s_R} = \pm 2s_R / \bar{x} (\%)$$

trong đó

\bar{x} là số trung bình chung;

s_r là độ lệch tiêu chuẩn lặp lại ước tính trong phòng thử nghiệm;

s_L là độ sai khác giữa các phòng thử nghiệm;

s_R là độ chính xác ước tính của phương pháp thử: khả năng tái lập lại độ lệch tiêu chuẩn.

Số lượng trên là gần 95% khoảng tin cậy của \bar{x} . Chúng được tính cho từng loại vật liệu thử và từng đặc tính.

K.3 Kết quả của chương trình A

Có thể tìm chi tiết trong báo cáo, tham khảo (7). Các vật liệu là nhôm mềm, hợp kim nhôm qua xử lý nhiệt, thép hợp kim thấp, thép không gỉ austenit, hợp kim nền niken và thép nhiệt luyện hợp kim cao. Đối với từng loại vật liệu, phải tiến hành sáu thử nghiệm bởi sáu bên tham gia. Trong tất cả các trường hợp, sử dụng mẫu thử hình trụ đường kính 12,5 mm. Các kết quả được lập hợp trong bảng K.1. Trong trường hợp thép hợp kim thấp có điểm chảy chỉ ghi giới hạn chảy 0,2%. Trị số độ giãn dài liên quan đến chiều dài cũ bằng năm lần đường kính.

K.4 Kết quả của chương trình B

Có thể tìm chi tiết trong báo cáo, tham khảo (8). Các vật liệu là:

- hai loại vật liệu tấm: thép cacbon thấp rèn và thép không gỉ austenit (chiều dày 2,5 mm);
- ba loại thép thanh: thép kết cấu, thép không gỉ austenit, thép nhiệt luyện độ bền cao (đường kính 20 mm).

Sử dụng mẫu thử phẳng để thử đối với hai loại vật liệu đầu (18 bên tham gia, 5 phép thử cho mỗi vật liệu) và sử dụng mẫu thử hình trụ đường kính 10 mm đối với thanh (18 bên tham gia, 5 phép thử cho mỗi vật liệu). Chiều rộng của mẫu thử phẳng là 20 mm và chiều dài tính toán ban đầu là 80 mm. Các kết quả được lập hợp trong bảng K.2. Không có sự phân biệt giữa giới hạn chảy thấp (R_{eL}) và giới hạn chảy ($R_{p0.2}$) trong trường hợp vật liệu có điểm chảy. Đối với mẫu thử hình trụ, trị số giãn dài ứng với chiều dài tính toán bằng năm lần đường kính.

Bảng K.1 - Kết quả thử kéo giữa các phòng thử nghiệm

Chương trình thử B

Vật liệu	Nhôm	Nhôm	Thép cacbon	Thép không gỉ austenit	Hợp kim niken	Thép không gỉ martensit
	EC-H 19	2024-T 351	C 22	X 7 CrNi Mo 17 - 12 - 02	Ni Cr 15 Fe 8	X 12 Cr 13

Giới hạn chảy với độ uốn 0,2%, MPa

Trung bình tổng	158,4	362,9	402,4	480,1	260,3	967,5
UC _t (%)	4,12	2,82	2,84	2,74	1,86	1,84
UC _L (%)	0,42	0,98	4,04	7,66	3,94	2,72
UC _R (%)	4,14	2,98	4,94	8,14	4,36	3,28

Giới hạn bền kéo, MPa

Trung bình tổng	176,9	491,3	596,9	694,6	695,9	1 253,0
UC _t (%)	4,90	2,48	1,40	0,78	0,86	0,50
UC _L (%)	-	1,00	2,40	2,28	1,16	1,16
UC _R (%)	4,90	2,66	2,78	2,40	1,44	1,26

Độ giãn dài trên chiều dài tính toán bằng 5 lần đường kính, %

Trung bình tổng	14,61	18,04	25,63	35,93	41,58	12,39
UC _L (%)	8,14	6,94	6,00	3,96	3,22	7,22
UC _R (%)	4,06	17,58	8,18	14,36	7,00	13,70
UC _t (%)	9,10	18,90	10,12	14,90	7,72	15,48

Độ thắt, %

Trung bình tổng	79,14	30,31	65,59	71,49	59,34	50,49
UC _t (%)	4,86	13,80	2,56	2,78	2,28	7,38
UC _L (%)	1,46	19,24	2,88	3,54	0,68	13,78
UC _R (%)	5,08	23,66	3,84	4,50	2,38	15,62