

<h1>KIM LOẠI</h1> <p>Phương pháp thử xoắn</p>	<p><b>TCVN</b> <b>313 — 69</b></p>
	<p>Có hiệu lực từ 1-1-1970</p>

Tiêu chuẩn này qui định phương pháp xác định tính toán cơ học của kim loại khi chịu xoắn trong điều kiện lực tĩnh và nhiệt độ thường đối với mẫu có đường kính không nhỏ hơn 5 mm.

## I. ĐỊNH NGHĨA VÀ KÝ HIỆU

1. Định nghĩa và ký hiệu các tính chất cơ học của kim loại khi chịu xoắn như sau :

Tên gọi	Định nghĩa	Ký hiệu	Đơn vị
Môđun đàn hồi khi trượt	Tỉ số giữa ứng suất tiếp và biến dạng trượt tương đối, khi biến dạng này chưa vượt quá giới hạn tỉ lệ.	G	N/m <sup>2</sup>
Biến dạng trượt tương đối	Tỉ số giữa chiều dài cung của góc xoay tương đối của hai mặt cắt ngang và khoảng cách giữa hai mặt cắt ngang đó. Cung của góc xoay phải lấy trên chu vi của mặt cắt ngang. Biến dạng trượt tương đối gồm có : — Biến dạng trượt đàn hồi (sau khi bỏ tải trọng ra, biến dạng sẽ mất). — Biến dạng dư (sau khi bỏ tải trọng ra, biến dạng vẫn còn lại một phần).	$\gamma$	% hoặc hư số
Giới hạn tỉ lệ	Ứng suất tiếp, qui ước tính theo công thức xoắn đàn hồi, ở điểm nào đó trên đồ thị có tiếp tuyến hợp với trục ứng suất một góc mà tang của nó vượt quá giá trị ban đầu 50 %.	$\tau_{rl}$	N/m <sup>2</sup>

Tên gọi	Định nghĩa	Ký hiệu	Đơn vị
Giới hạn chảy	Ứng suất tiếp qui ước tính theo công thức xoắn đàn hồi khi mẫu có biến dạng dư 0,3 %.	$\tau_{0.3}$	$N/m^2$
Giới hạn bền thực	<p>Ứng suất tiếp lớn nhất tính theo mômen xoắn lớn nhất trước khi mẫu bị phá hủy, có kể đến biến dạng dẻo theo công thức:</p> $\tau_p = \frac{4}{\pi d^3} \left( 3M_z + \theta \frac{dM}{\pi d \theta} \right)$ <p>trong đó :</p> <p><math>d</math> — đường kính của mẫu, tính bằng <math>mm</math> ;</p> <p><math>M_z</math> — mômen xoắn lớn nhất trước khi mẫu bị phá hủy, tính bằng <math>Nm</math> ;</p> <p><math>\theta</math> — góc xoắn riêng khi mẫu bị phá hủy, tính bằng <math>radian/mm</math> ;</p> <p><math>\frac{dM}{d\theta}</math> — trị số xác định theo đồ thị (xem mục 32).</p>	$\tau_p$	$N/m^2$
Giới hạn bền qui ước	Ứng suất tiếp lớn nhất, tính theo công thức xoắn đàn hồi tương ứng với mômen xoắn lớn nhất, trước khi mẫu bị phá hủy.	$\tau_b$	$N/m^2$

Đặc trưng của sự phá hủy được xác định bằng hướng phá hủy : nếu sự phá hủy do ứng suất tiếp gây nên (cắt đứt) thì vết gãy xảy ra trên bề mặt vuông góc (hoặc song song) với trục mẫu ; nếu sự phá hủy do ứng suất kéo gây nên (kéo đứt) thì vết gãy xảy ra theo đường xoắn ốc dưới một góc  $45^\circ$  so với trục mẫu.

## II. MẪU THỬ

2. Mẫu dùng để thử xoắn kim loại phải có mặt cắt tròn. Nên chọn đường kính phần làm việc  $10\text{ mm}$ , chiều dài làm việc  $50\text{ mm}$  hay  $100\text{ mm}$ .

*Chú thích.* Khi cặp mẫu vào máy thử xoắn, nếu cặp ở ngoài phần làm việc của mẫu thì chiều dài phần làm việc của mẫu là chiều dài tính toán, nếu cặp ở trong phần làm việc của mẫu thì khoảng cách giữa hai vị trí cặp của máy là chiều dài tính toán.

3. Cho phép dùng những mẫu và sản phẩm có kích thước tỷ lệ với mẫu qui định ở điều 2 của tiêu chuẩn này, cũng như những mẫu có dạng hình ống hoặc có hình dạng và kích thước khác, song khi báo cáo kết quả thử phải có kèm theo một bản chỉ dẫn các kích thước và hình dạng của mẫu.

4. Căn cứ vào phương pháp cặp mẫu vào ngàm của máy thử, mà xác định hình dạng và kích thước của đầu mẫu.

5. Chỗ chuyển tiếp từ phần làm việc của mẫu đến đầu mẫu phải lượn đều đặn.

6. Chênh lệch giữa đường kính lớn nhất và nhỏ nhất trên chiều dài phần làm việc của mẫu không được vượt quá 0,2% đường kính.

7. Đo đường kính mẫu chính xác đến 0,01 mm; đo chiều dài mẫu chính xác đến 0,2 mm.

8. Đường kính mẫu đo ở 3 chỗ trên phần làm việc, mỗi chỗ đo theo hai phương vuông góc với nhau.

9. Trước khi thử phải kiểm tra kích thước của mẫu, dụng cụ đo phải bảo đảm độ chính xác cần thiết.

10. Trên bề mặt phần làm việc của mẫu, cần vạch nhẹ một đường thẳng song song với trục mẫu và đánh dấu giới hạn chiều dài tính toán.

11. Ở mặt đầu mỗi mẫu phải ghi ký hiệu qui ước.

12. Khi gia công mẫu lần cuối không được làm thay đổi tính chất kim loại của mẫu (ví dụ bị biến cứng hay nung nóng).

13. Nếu cần thử mẫu ở trạng thái nhiệt luyện, thì phải nhiệt luyện phối mẫu. Nếu sau khi nhiệt luyện mà gia công cắt gọt khó, thì trước khi nhiệt luyện phối mẫu phải tiện đến kích thước có lượng dư cần thiết để gia công lần cuối và điều chỉnh cong vênh của mẫu.

Khi thử thép có giới hạn bền nhỏ hơn  $160 \times 10^7 \text{ N/m}^2$  ( $160 \text{ kG/mm}^2$ ) và thử kim loại màu thì độ nhẵn gia công bề mặt của mẫu tối thiểu phải đạt  $\nabla 7$ ; khi thử thép có giới hạn bền bằng và lớn hơn  $160 \times 10^7 \text{ N/m}^2$  thì tối thiểu phải đạt  $\nabla 8$ .

### III. THIẾT BỊ THỬ

14. Khi thử xoắn kim loại có thể dùng các loại máy đo lực khác nhau, nhưng phải bảo đảm các yêu cầu sau đây :

a) Bảo đảm sự đồng tâm của mẫu và không có hiện tượng uốn. Độ lệch tâm của hai ngàm cặp mẫu không được vượt quá 0,2 mm.

b) Kim của lực kế khi tăng từng cấp lực phải giữ nguyên vị trí trong một thời gian ít nhất là 30 giây, và khi có một lực nhất định tác dụng nhiều lần thì kim chỉ một trị số không đổi.

c) Bảo đảm sự tăng giảm tải trọng một cách từ từ đều đặn không được va đập hay lắc mạnh.

d) Có khả năng tăng lực với độ chính xác đến một vạch chia nhỏ nhất của máy đo lực.

e) Bảo đảm một đầu ngàm của máy có thể tự do di chuyển dọc.

f) Độ chính xác của vạch chia trị số mômen xoắn trên lực kế phải đạt đến 1%.

g) Mômen xoắn lớn nhất khi thử không được vượt quá 80% mômen xoắn lớn nhất của máy.

15. Để xác định môđun đàn hồi khi trượt, giới hạn tỉ lệ, giới hạn chảy, dùng tensomet gương Macten hoặc loại tensomet khác có cùng độ chính xác.

16. Máy đo lực phải được kiểm tra trước khi thử.

### IV. TIẾN HÀNH THỬ

#### A. Xác định môđun đàn hồi khi trượt do xoắn

17. Cặp mẫu vào máy, tác dụng lên mẫu một mômen xoắn tương ứng với ứng suất tiếp ban đầu  $\tau_0$ , sau đó đặt tensomet có độ chính xác cần thiết lên mẫu và ghi trị số 0 của góc xoắn ban đầu.

Đối với thép ứng suất tiếp ban đầu  $\tau_0$  vào khoảng  $3 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ ; đối với các kim loại khác thì  $\tau_0$  không lớn hơn 10 % giới hạn tỉ lệ.

18. Tiếp tục tăng lực tác dụng lên mẫu sao cho mẫu chịu mômen xoắn mà ứng suất tương ứng với mômen xoắn đó không vượt quá giới hạn tỉ lệ.

19. Môđun đàn hồi khi trượt ( $G$ ) tính bằng  $N/m^2$  xác định theo công thức :

$$G = \frac{M_Z l}{(\varphi_1 - \varphi_2) I_p}$$

trong đó :

$M_Z$  — mômen xoắn, tính bằng  $Nm$  (không kể trị số mômen xoắn ban đầu) ;

$l$  — chiều dài tính toán, tính bằng  $m$  ;

$\varphi_1, \varphi_2$  — số đo của góc xoay ở hai đầu chiều dài tính toán, tính bằng *radian* ;

$I_p$  — mômen quán tính độ cực, tính bằng  $m^4$

$$\left( \text{đối với mẫu có mặt cắt tròn thì } I_p = \frac{\pi d^4}{32} \right).$$

*Chú thích.* Tất cả các công thức tính toán trình bày trong tiêu chuẩn này chỉ dùng cho mẫu có mặt cắt tròn.

### B. Xác định biến dạng trượt tương đối còn dư khi xoắn

20. Biến dạng trượt tương đối còn dư khi xoắn ( $\gamma$ ) tính bằng phần trăm theo công thức :

$$\gamma = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2) d}{2l} 100$$

hoặc

$$\gamma = \frac{\theta \cdot d}{2} 100$$

trong đó :

$d$  — đường kính của mẫu, tính bằng  $m$  ;  $\varphi_1, \varphi_2$  và  $l$  xem điều 19 ;

$\theta$  — góc xoắn riêng, tính bằng *radian/m*.

Đối với kim loại dẻo, trị số biến dạng đàn hồi tương đối nhỏ, có thể lấy biến dạng chung làm biến dạng dư : đối với kim loại ít dẻo, biến dạng đàn hồi tương đối lớn, do đó phải lấy biến dạng trượt chung trừ đi biến dạng đàn hồi. Trị số biến dạng đàn hồi tính theo công thức :

$$\gamma_{dh} = \frac{\tau_b}{G} 100$$

trong đó :

$\gamma_{đh}$  — biến dạng trượt đàn hồi, tính bằng % ;

$\tau_b$  — giới hạn bền khi xoắn, tính bằng  $N/m^2$  ;

$G$  — môđun đàn hồi khi trượt của vật liệu đã biết, tính bằng  $N/m^2$ .

### C. Xác định giới hạn tỉ lệ khi xoắn

21. Cặp mẫu vào máy và tiến hành tuần tự như ở điều 17.

22. Tiếp tục tăng lực tác dụng lên mẫu theo từng cấp một : lúc đầu tăng theo cấp lực lớn (dưới 2/3 giới hạn tỉ lệ dự tính), sau đó tăng theo cấp lực nhỏ (làm bằng tay, bảo đảm đều đặn), sau mỗi cấp lực ghi trị số của góc biến dạng. Trị số các cấp lực nhỏ phải chọn sao cho đến khi mẫu đạt được giới hạn tỉ lệ thì ít nhất cũng tiến hành tăng được 5 cấp lực nhỏ.

Khi góc biến dạng ứng với cấp lực nhỏ nào đó tăng lên gấp 2 — 3 lần góc biến dạng ứng với cấp lực nhỏ đầu tiên thì ngừng thử.

23. Kết quả thử tính như sau :

Trong giai đoạn vật liệu của mẫu biến dạng tuân theo định luật Húc, xác định góc xoắn trung bình đối với cấp lực nhỏ và tăng trị số tìm được đó lên 50 %.

Mômen xoắn tương ứng phải tìm sẽ nằm trong phần đường cong biến dạng của cấp lực nhỏ có góc xoắn đã tính được đó.

24. Giới hạn tỉ lệ qui ước ( $\tau_{tl}$ ) tính bằng  $N/m^2$  theo công thức :

$$\tau_{tl} = \frac{M_z}{W}$$

trong đó :

$M_z$  — mômen xoắn bằng  $Nm$  (có được ở điều 23) ;

$W$  — môđun chống xoắn tính bằng  $mm^3$

$$\left( \text{đối với mẫu có mặt cắt tròn thì } W = \frac{\pi d^3}{16} \right).$$

Tính kết quả chính xác đến  $5 \times 10^6 N/m^2$  ( $0,5 kG/mm^2$ ).

### D. Xác định giới hạn chảy khi xoắn

25. Thử để xác định giới hạn chảy khi xoắn tiến hành giống như thử xác định giới hạn tỉ lệ (xem điều 21, 22), còn tính toán kết quả thì theo điều 27, 28.

26. Khi xác định giới hạn chảy, coi biến dạng của vật liệu trước giới hạn tỉ lệ là biến dạng đàn hồi, còn sau giới hạn tỉ lệ là biến dạng dư.

27. Dựa vào trị số mômen xoắn  $M_z$ , số đo của góc xoắn  $(\varphi_1 - \varphi_2)$  tương ứng với giới hạn tỉ lệ, và dựa vào  $M_z, (\varphi_1 - \varphi_2)$  của các cấp lực tiếp theo sau, tính trị số ứng suất tiếp bằng  $N/m^2$ .

$$\tau = \frac{M_z}{W}$$

và biến dạng trượt tương đối, tính bằng %

$$\gamma = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)d}{2l} 100$$

trong đó :

$M_z$  — mômen xoắn, tính bằng  $N/m$  ;

$W$  — môđun chống xoắn tính bằng  $Nm^3$

(đối với mặt cắt tròn thì  $W = \frac{\pi d^3}{16}$ ) ;

$\varphi_1, \varphi_2$  — số đo góc xoay ở hai đầu chiều dài tính toán, tính bằng radian ( $\varphi_1 > \varphi_2$ ) ;

$d$  — đường kính phần làm việc của mẫu tính bằng  $m$  ;

$l$  — chiều dài tính toán của mẫu tính bằng  $m$ .

28. Lấy trị số biến dạng trượt tương đối  $\gamma$  đã tính được trong giới hạn tỉ lệ tăng thêm 0,3%. Dựa vào trị số  $\gamma + 0,3\%$  để tính  $\tau_{0.3}$ .

29. Giới hạn chảy có thể tìm bằng đồ thị, xác định như sau : Dựa vào trị số mômen  $M_z$  và góc xoắn  $(\varphi_1 - \varphi_2)$  đã tìm được ở điều 23, 24. Tính ứng suất tiếp  $\tau$  và biến dạng trượt tương đối  $\gamma$  ; lập đồ thị liên hệ giữa  $\tau$  và  $\gamma$ . Trên trục hoành đặt trị số bằng 0,3% (trị số này qui định đối với biến dạng dư của giới hạn chảy). Từ điểm 0,3% này kẻ một đường thẳng song song với đoạn thẳng tỉ lệ, đến lúc cắt đường cong của đồ thị. Tung độ giao điểm này là trị số giới hạn chảy  $\tau_{0.3}$  phải tìm.

30. Giới hạn chảy có thể tìm theo biểu đồ của máy thử, nếu như tỉ lệ của biểu đồ biểu thị biến dạng trượt tương đối trên 1 mm ở trục hoành bảo đảm không lớn hơn 0,1% và biểu thị ứng suất tiếp trên 1 mm ở trục tung bảo đảm không lớn hơn  $10^7 N/m^2$  ( $1 kG/mm^2$ ).

**E. Xác định giới hạn bền thực khi xoắn**

31. Cặp mẫu vào máy và tiến hành như ở điều 17.

32. Tăng trị số mômen xoắn tác dụng lên mẫu đến lúc mẫu bắt đầu xuất hiện hiện tượng biến dạng dẻo, sau đó tiếp tục tăng lực đều đặn với các cấp lực không lớn lắm cho đến khi mẫu bị phá hủy, ghi trị số mômen xoắn và số đọc góc xoắn ( $\varphi_1 - \varphi_2$ ) tương ứng.

Dùng một số các trị số ( $\varphi_1 - \varphi_2$ ) tương ứng với những điểm của đường cong theo từng cấp lực trước khi mẫu bị phá hủy, để tính trị số các góc xoắn riêng  $\theta$  bằng *radian/m* theo công thức :

$$\theta = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{l}$$

Dựa vào các trị số đã tính được và các trị số mômen xoắn tương ứng  $M_z$ , lập phần đường cong liên hệ giữa  $\theta$  và  $M_z$ . Xác định bằng đồ thị trị số  $\frac{dM}{d\theta}$  ứng với điểm của đường cong có mômen xoắn lớn nhất, trị số này bằng tang của góc giữa tiếp tuyến tại một điểm của đường cong với trục hoành (theo một tỉ lệ thích hợp).

33. Giới hạn bền thực khi xoắn ( $\tau_p$ ) tính theo công thức đã chỉ dẫn ở điều 1 của tiêu chuẩn này.

**G. Xác định giới hạn bền qui ước khi xoắn**

34. Cặp mẫu vào máy, tiến hành như điều 17.

35. Tiếp tục tăng lực tác dụng lên mẫu cho đến lúc mẫu bị phá hủy, ghi trị số mômen xoắn  $M_z$  trước lúc mẫu bị phá hủy, và số đọc của  $\varphi_1, \varphi_2$  ở hai đầu chiều dài làm việc của mẫu (các trị số này đánh giá tính dẻo của vật liệu).

36. Giới hạn bền qui ước khi xoắn  $\tau_p$  tính bằng *N/mm<sup>2</sup>* theo công thức :

$$\tau_p = \frac{M_z}{W}$$

trong đó :

$M_z$  — mômen xoắn tính bằng *Nm* ;

$W$  — môđun chống xoắn, tính bằng *m<sup>3</sup>*.

37. Kết quả thử xoắn ghi theo mẫu ở phụ lục của tiêu chuẩn này.



**PHỤ LỤC CỦA TCVN 313 – 69**

**Biểu ghi kết quả thử xoắn kim loại**

1. Vật liệu và nhãn hiệu của vật liệu.
2. Hình dạng và kích thước của phôi hoặc sản phẩm dùng làm mẫu (thép cán định hình, thép tấm, thép ống v.v...).
3. Loại và chế độ nhiệt luyện mẫu thử (nếu có thử mẫu nhiệt luyện).
4. Vị trí và hướng lấy mẫu từ phôi (mẫu dọc, mẫu ngang).
5. Ký hiệu qui ước của mẫu thử.

Số thử tự	Mô-men xoắn $M_x$ (Nm)	Góc xoay tính bằng độ		Góc xoắn		Góc xoắn riêng trên 1 mm chiều dài	$\frac{dM}{d}$	Ứng suất tiếp	
		$\varphi_1$	$\varphi_2$	Tính bằng độ	Tính bằng Radian			$\tau$	$\gamma$
—	—	—	—	$\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$	$\varphi_r = \frac{\pi\varphi}{180}$	$\theta = \frac{\varphi_r}{l}$	—	—	—