

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 4501-1 : 2009**

**ISO 527-1 : 1993**

**WITH AMENDMENT 1:2005**

Xuất bản lần 1

**CHẤT DẪO – XÁC ĐỊNH TÍNH CHẤT KÉO –  
PHẦN 1: NGUYÊN TẮC CHUNG**

*Plastics – Determination of tensile properties –  
Part 1: General principles*

**HÀ NỘI – 2009**

## Lời nói đầu

**TCVN 4501- 1+5 : 2009** thay thế cho TCVN 4501 : 1988.

**TCVN 4501-1 : 2009** hoàn toàn tương đương với ISO 527-1 : 1993, định chính kỹ thuật 1:1994 và Bản sửa đổi 1 : 2005.

**TCVN 4501-1 : 2009** do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC61 *Chất dẻo* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 4501 (ISO 527), *Chất dẻo – Xác định tính chất kéo*, gồm các tiêu chuẩn sau:

- TCVN 4501-1 : 2009 (ISO 527-1 : 1993), *Phần 1: Nguyên tắc chung;*
- TCVN 4501-2 : 2009 (ISO 527-2 : 1993), *Phần 2: Điều kiện thử đối với chất dẻo đúc và đùn;*
- TCVN 4501-3 : 2009 (ISO 527-3 : 1995), *Phần 3: Điều kiện thử đối với màng và tấm;*
- TCVN 4501-4 : 2009 (ISO 527-4 : 1997), *Phần 4: Điều kiện thử đối với composit chất dẻo gia cường bằng sợi đẳng hướng và trục hướng;*
- TCVN 4501-5 : 2009 (ISO/FDIS 527-5 : 2009), *Phần 5: Điều kiện thử đối với composit chất dẻo gia cường bằng sợi đơn hướng.*

## Chất dẻo – Xác định tính chất kéo – Phần 1: Nguyên tắc chung

*Plastics – Determination of tensile properties –  
Part 1: General principles*

### 1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này quy định các nguyên tắc chung đối với việc xác định các tính chất kéo của chất dẻo và composit chất dẻo trong các điều kiện xác định.

Một số kiểu mẫu thử khác nhau được quy định để phù hợp với các loại vật liệu khác nhau được nêu chi tiết trong các phần tiếp theo của TCVN 4501.

1.2 Các phương pháp được sử dụng để khảo sát đặc tính kéo của mẫu thử và xác định độ bền kéo, modul kéo và các mặt khác của mối quan hệ ứng suất/độ biến dạng kéo trong các điều kiện xác định.

1.3 Các phương pháp được lựa chọn phù hợp để sử dụng với các loại vật liệu sau:

- Các vật liệu nhiệt dẻo cứng và bán cứng dùng để đùn và đúc, bao gồm các tổ hợp gia cường và độn bổ sung các loại không độn; các màng và tấm nhiệt dẻo cứng và bán cứng;
- Các vật liệu đúc nhiệt rắn cứng và bán cứng, bao gồm các tổ hợp gia cường và độn; các tấm nhiệt rắn cứng và bán cứng, kể cả các tấm mỏng;
- Các composit nhiệt dẻo và nhiệt rắn gia cường bằng sợi kết hợp các chất gia cường đơn hướng hoặc không đơn hướng như lưới, vải dệt, sợi thô, sợi ngắn, các chất gia cường phối hợp hay lai tạo, sợi thô và sợi nghiền nhỏ; các tấm được làm từ các vật liệu tấm nhựa trước;
- Các polyme tinh thể lỏng hướng nhiệt.

Thông thường, các phương pháp không được sử dụng với các vật liệu xốp cứng hay các cấu trúc có kẹp lợp vật liệu xốp.

1.4 Các phương pháp được áp dụng sử dụng các mẫu thử có thể hoặc được đúc theo các kích cỡ đã chọn hoặc được thực hiện bằng máy, cắt hoặc dập từ các thành phẩm hoặc bán thành phẩm như các sản phẩm đúc, tấm mỏng, màng và tấm đùn hoặc cán. Trong một số trường hợp có thể sử dụng một mẫu thử đa mục đích (xem ISO 3167:1993, *Chất dẻo – Chuẩn bị và sử dụng mẫu thử đa mục đích*).

1.5 Các phương pháp quy định kích cỡ thích hợp đối với mẫu thử. Thử nghiệm được tiến hành trên mẫu thử có kích cỡ khác nhau, hoặc trên mẫu thử được chuẩn bị ở các điều kiện khác nhau, có thể đưa ra các kết quả không thể so sánh được. Các nhân tố khác như tốc độ thử và ổn định mẫu thử có thể cũng ảnh hưởng đến kết quả. Vì vậy, khi cần các số liệu để so sánh, những nhân tố này phải được kiểm soát và ghi chép một cách cẩn thận.

## 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

ISO 291:1977, *Plastic – Standard atmospheres for conditioning and testing (Chất dẻo – Môi trường chuẩn để ổn định và thử nghiệm)*.

ISO 2602:1980, *Statistical interpretation of test results – Estimation of the mean – Confidence interval (Thực hiện thống kê các kết quả thử nghiệm – Đánh giá giá trị trung bình – Khoảng tin cậy)*.

ISO 5893:1985, *Rubber and plastics test equipment – Tensile, flexural and compression types (constant rate of traverse) – Description [Thiết bị thử cao su và chất dẻo – Loại kéo, loại chày dẻo và nén (tốc độ truyền ngang không đổi) – Mô tả]*.

ISO 9513:1999, *Metallic materials – Calibration of extensometers used in uniaxial testing (Vật liệu kim loại - Hiệu chuẩn dụng cụ đo độ giãn sử dụng trong thử nghiệm đơn trục)*.

## 3 Nguyên tắc

Mẫu thử được kéo theo trục dọc chính với tốc độ không đổi cho tới khi mẫu thử nứt rạn hoặc cho tới khi ứng suất (tải) hoặc độ biến dạng (giãn dài) đạt tới giá trị định trước. Trong suốt quá trình này, đo tải trọng và độ giãn dài của mẫu thử.

## 4 Thuật ngữ, định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ, định nghĩa sau.

### 4.1

#### Chiều dài đo (gauge length)

$L_0$

Khoảng cách ban đầu giữa các vạch đo ở phần chính giữa mẫu thử; xem các hình vẽ mẫu thử trong phần liên quan của TCVN 4501.

Chiều dài đo được tính bằng milimét (mm).

**4.2****Tốc độ thử (speed of testing)**

v

Tốc độ tách rời của hai bộ kẹp của máy thử trong quá trình thử.

Tốc độ thử được tính bằng milimét trên phút (mm/min).

**4.3****Ứng suất kéo (tensile stress)** $\sigma$  (kỹ thuật)

Lực kéo trên đơn vị diện tích của mặt cắt ngang ban đầu trong phạm vi chiều dài đo, tác động lên mẫu thử tại bất cứ thời điểm nào.

Ứng suất kéo được tính bằng megapascal (MPa) [xem 10.1, Công thức (3)].

**4.3.1****Ứng suất kéo tại điểm chảy dẻo; ứng suất đàn hồi (tensile stress at yield; yield stress)** $\sigma_y$ 

Ứng suất đầu tiên tại điểm xảy ra sự biến dạng mà không tăng ứng suất.

Ứng suất kéo tại điểm chảy dẻo được tính bằng megapascal (MPa).

Ứng suất kéo tại điểm chảy dẻo có thể nhỏ hơn ứng suất đạt được lớn nhất (xem Hình 1, đường cong b và c).

**4.3.2****Ứng suất kéo tại điểm đứt (tensile stress at break)** $\sigma_B$ 

Ứng suất kéo tại điểm mà mẫu thử đứt (xem Hình 1).

Ứng suất kéo tại điểm đứt tính bằng megapascal (MPa).

**4.3.3****Độ bền kéo (tensile strength)** $\sigma_M$ 

Ứng suất kéo lớn nhất mà mẫu thử chịu được trong phép thử kéo (xem Hình 1).

Độ bền kéo được tính bằng megapascal (MPa).

**4.3.4****Ứng suất kéo tại độ biến dạng x % (xem 4.4) (tensile stress at x % strain)** $\sigma_x$ 

Ứng suất tại đó độ biến dạng đạt giá trị cụ thể x được tính bằng phần trăm (%).

Ứng suất kéo tại độ biến dạng x % được tính bằng megapascal (MPa).

Ứng suất này cũng có thể được đo nếu đường cong ứng suất/biến dạng không biểu thị điểm chảy dẻo (xem Hình 1, đường cong d). Trong trường hợp này, x sẽ được lấy từ tiêu chuẩn các

sản phẩm liên quan hoặc được thỏa thuận giữa các bên liên quan. Tuy nhiên, trong bất kỳ trường hợp nào,  $x$  phải thấp hơn độ biến dạng tương ứng với độ bền kéo.

#### 4.4

##### **Biến dạng kéo (tensile strain)**

$\epsilon$

Sự tăng về độ dài trên đơn vị chiều dài đo ban đầu.

Biến dạng kéo được biểu thị bằng tỷ lệ không thứ nguyên hoặc phần trăm (%) [xem 10.2, các Công thức (4) và (5)].

Biến dạng kéo được sử dụng đối với các biến dạng tới điểm chảy dẻo (xem 4.3.1); đối với biến dạng nằm ngoài điểm chảy dẻo, xem 4.5.

##### 4.4.1

##### **Biến dạng kéo tại điểm chảy dẻo (tensile strain at yield)**

$\epsilon_y$

Biến dạng kéo tại ứng suất điểm chảy dẻo (xem 4.3.1 và Hình 1, đường cong b và c)

Biến dạng kéo được biểu thị bằng tỷ lệ không thứ nguyên hoặc phần trăm (%).

##### 4.4.2

##### **Biến dạng kéo tại điểm đứt (tensile strain at break)**

$\epsilon_b$

Biến dạng kéo tại ứng suất kéo ở điểm đứt (xem 4.3.2), nếu đứt mà không chảy dẻo (xem Hình 1, đường cong a và d).

Biến dạng kéo tại điểm đứt được biểu thị bằng tỷ lệ không thứ nguyên hoặc phần trăm (%).

Đối với trường hợp đứt sau khi qua điểm chảy dẻo, xem 4.5.1.

##### 4.4.3

##### **Biến dạng kéo tại độ bền kéo (tensile strain at tensile strength)**

$\epsilon_M$

Biến dạng kéo tại điểm ứng với độ bền kéo (xem 4.3.3), nếu điều này xảy ra khi không chảy dẻo hoặc tại điểm chảy dẻo (xem Hình 1, đường cong a và d).

Biến dạng kéo tại độ bền kéo được biểu thị bằng tỷ lệ không thứ nguyên hoặc phần trăm (%).

Đối với các giá trị độ bền lớn hơn ứng suất chảy dẻo, xem 4.5.2.

#### 4.5

##### **Biến dạng kéo danh nghĩa (nominal tensile strain)**

$\epsilon_i$

Sự tăng về độ dài trên chiều dài đo ban đầu của khoảng cách giữa hai bộ kẹp (tách rời kẹp).

Biến dạng kéo danh nghĩa được biểu thị bằng tỷ lệ không thứ nguyên hoặc phần trăm (%) [xem 10.2, Công thức (6) và (7)].

Biến dạng kéo danh nghĩa được sử dụng đối với các biến dạng trên điểm chảy dẻo (xem 4.3.1). Đối với các biến dạng cho tới điểm chảy dẻo, xem 4.4. Biến dạng kéo danh nghĩa cho biết tổng độ giãn dài tương đối xảy ra dọc theo chiều dài của mẫu thử.

#### 4.5.1

**Biến dạng kéo danh nghĩa tại điểm đứt** (nominal tensile strain at break)

$\epsilon_{IB}$

Biến dạng kéo danh nghĩa tại ứng suất kéo ở điểm đứt (xem 4.3.2), nếu mẫu thử đứt sau khi chảy dẻo (xem Hình 1, đường cong b và c).

Biến dạng kéo danh nghĩa tại điểm đứt được biểu thị bằng tỷ lệ không thứ nguyên hoặc phần trăm (%).

Đối với trường hợp đứt mà không có chảy dẻo, xem 4.4.2.

#### 4.5.2

**Biến dạng kéo danh nghĩa tại độ bền kéo** (nominal tensile strain at tensile strength)

$\epsilon_{IM}$

Biến dạng kéo danh nghĩa tại độ bền kéo (xem 4.3.3), nếu điều này xảy ra sau khi chảy dẻo (xem Hình 1, đường cong b).

Biến dạng kéo danh nghĩa tại độ bền kéo được biểu thị bằng tỷ lệ không thứ nguyên hoặc phần trăm (%).

Đối với các giá trị độ bền không có điểm chảy dẻo hoặc tại điểm chảy dẻo, xem 4.4.3.

#### 4.6

**Modul đàn hồi kéo; modul kéo đàn hồi** (modulus of elasticity in tension; tensile modulus of elasticity)

$E_t$

Tỷ số của độ chênh lệch ứng suất  $\sigma_2$  trừ  $\sigma_1$  trên giá trị chênh lệch độ biến dạng tương ứng  $\epsilon_2 = 0,0025$  trừ  $\epsilon_1 = 0,0005$  [xem Hình 1, đường cong d và 10.3, Công thức (8)].

Modul đàn hồi kéo được tính bằng megapascal (MPa).

Định nghĩa này không áp dụng đối với màng và cao su.

CHÚ THÍCH 1: Với thiết bị có máy tính trợ giúp, việc xác định modul  $E_t$  sử dụng hai điểm ứng suất/ biến dạng riêng biệt có thể được thay bằng quy trình hồi quy tuyến tính được áp dụng trên phần đường cong giữa hai điểm.

#### 4.7

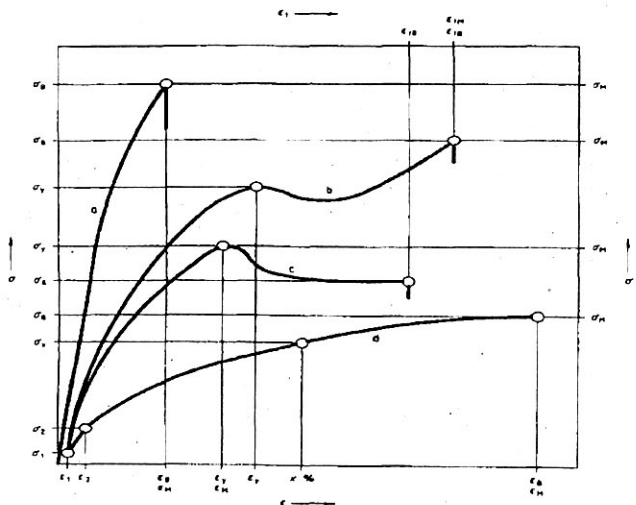
**Tỷ số Poisson** (Poisson's ratio)

$\mu$

Tỷ số âm của biến dạng kéo  $\epsilon_n$  theo một của hai trục trực giao đối với hướng kéo, và biến dạng tương ứng  $\epsilon$  theo hướng kéo, trong phần tuyến tính ban đầu của đường cong giãn dài theo chiều dọc đối với biến dạng theo chiều vuông góc.

Tỷ số Poisson được thể hiện bằng tỷ lệ không thứ nguyên.

Tỷ số Poisson được thể hiện là  $\mu_b$  (hướng chiều rộng) hoặc  $\mu_h$  (hướng chiều dày) tùy theo trục tương ứng. Tỷ số Poisson thường được sử dụng đối với các vật liệu gia cường sợi dài.



**CHÚ DẪN**

- Đường cong a                      Vật liệu giòn
- Đường cong b và c                Vật liệu dai có điểm chảy dẻo
- Đường cong d                      Vật liệu dai không có điểm chảy dẻo

Các điểm để tính modul đàn hồi kéo  $E_1$  theo 10.3 được biểu thị bằng  $(\sigma_1, \epsilon_1)$  và  $(\sigma_2, \epsilon_2)$ , chỉ được thể hiện đối với đường cong d ( $\epsilon_1 = 0,0005$ ;  $\epsilon_2 = 0,0025$ ).

**Hình 1 – Đường cong ứng suất/ biến dạng điển hình**

**5 Thiết bị, dụng cụ**

**5.1 Máy thử**

**5.1.1 Khái quát**

Máy phải phù hợp với ISO 5893 và đáp ứng yêu cầu kỹ thuật đã nêu trong 5.1.2 đến 5.1.5 sau đây.

**5.1.2 Tốc độ thử**

Máy thử kéo phải có khả năng duy trì tốc độ thử (xem 4.2) như được quy định trong Bảng 1.



Bảng 1 - Tốc độ máy thử

Tốc độ mm/min	Dung sai %
1	$\pm 20$ <sup>1)</sup>
2	$\pm 20$ <sup>1)</sup>
5	$\pm 20$
10	$\pm 20$
20	$\pm 10$
50	$\pm 10$
100	$\pm 10$
200	$\pm 10$
500	$\pm 10$

<sup>1)</sup> Những dung sai này nhỏ hơn dung sai trong ISO 5893.

### 5.1.3 Bộ kẹp

Bộ kẹp để giữ mẫu thử phải được gắn với máy thử sao cho trục chính của mẫu thử trùng với hướng kéo qua đường tâm của bộ kẹp. Điều này có thể thực hiện được bằng cách sử dụng đinh ghim định tâm ở bộ kẹp. Mẫu thử phải được giữ sao cho không bị trượt tương đối so với bộ kẹp và điều này có thể được thực hiện hiệu quả nhờ loại bộ kẹp có chức năng duy trì hoặc tăng áp lực lên mẫu thử khi lực kéo mẫu thử gia tăng. Hệ thống kẹp không được gây ra sự đứt gãy sớm tại bộ kẹp.

### 5.1.4 Đồng hồ đo tải

Đồng hồ đo tải phải có cơ cấu cho phép chỉ tổng tải trọng kéo mà mẫu thử phải chịu khi được giữ bởi hai bộ kẹp. Cơ cấu này về cơ bản không bị hiện tượng trễ quán tính tại vận tốc thử quy định, và phải chỉ rõ tải trọng với độ chính xác ít nhất 1% giá trị thực tế. Các lưu ý được chỉ dẫn trong ISO 5893.

### 5.1.5 Dụng cụ đo độ giãn

Dụng cụ đo độ giãn tiếp xúc phải phù hợp với ISO 9513:1999, loại 1. Độ chính xác của loại này phải đạt được trong toàn dải biến dạng mà phép đo đang được thực hiện. Cũng có thể sử dụng dụng cụ đo độ giãn không tiếp xúc miễn là chúng đáp ứng các yêu cầu độ chính xác tương tự.

Đối với phép xác định modul đàn hồi, thiết bị phải có khả năng đo sự thay đổi trong chiều đo của mẫu thử với độ chính xác đến 1% của giá trị liên quan hoặc tốt hơn, tương đương với  $\pm 1 \mu\text{m}$  đối với chiều dài đo 50 mm.

Dụng cụ đo độ giãn phải có khả năng xác định sự thay đổi chiều dài đo của mẫu thử tại bất kỳ thời điểm nào trong lúc thử. Thiết bị tự động ghi lại sự thay đổi này (nếu có). Về cơ bản, thiết bị bị trễ quán tính tại vận tốc thử quy định.

Khi dụng cụ đo độ giãn được gắn vào mẫu thử, cần cẩn thận để đảm bảo rằng mọi sự bóp méo hay hư hại đối với mẫu thử là nhỏ nhất. Quan trọng là không có khoảng trượt giữa dụng cụ đo độ giãn và mẫu thử.

Mẫu thử cũng có thể được đo bằng đồng hồ đo độ biến dạng dọc với độ chính xác 1% đối với giá trị liên quan hoặc tốt hơn, độ chính xác này tương đương với biến dạng  $20 \times 10^{-6}$  (20 micro biến dạng) đối với phép đo modul. Đồng hồ đo, việc chuẩn bị bề mặt đo và các tác nhân liên kết phải được lựa chọn để thực hiện đầy đủ trên vật liệu cần xác định.

## **5.2 Dụng cụ đo chiều rộng và chiều dày của mẫu thử**

### **5.2.1 Vật liệu cứng**

Sử dụng trục vi kế hoặc dụng cụ tương đương có khả năng đọc đến 0,02 mm hoặc nhỏ hơn và đưa ra phương pháp để đo chiều dày và chiều rộng của mẫu thử. Kích thước và hình dáng của đe (tám đỡ) phải phù hợp với mẫu thử được đo và không tạo ra lực lên mẫu thử để làm thay đổi rõ ràng kích thước mẫu được đo.

### **5.2.2 Vật liệu mềm dẻo**

Đề đo chiều dày sử dụng đồng hồ đo hiện số có khả năng đọc đến 0,02 mm hoặc nhỏ hơn và được cung cấp một bề tròn, phẳng gây ra áp lực  $20 \text{ kPa} \pm 3 \text{ kPa}$ .

## **6 Mẫu thử**

### **6.1 Hình dạng và kích thước**

Xem TCVN 4501 (ISO 527) phần liên quan đến vật liệu được thử.

### **6.2 Chuẩn bị mẫu thử**

Xem TCVN 4501 (ISO 527) phần liên quan đến vật liệu được thử.

### **6.3 Đánh dấu điểm đo**

Nếu sử dụng dụng cụ đo độ giãn quang học, đặc biệt đối với tấm và màng mỏng, cần phải đánh dấu thước đo trên mẫu thử để xác định chiều dài đo. Khoảng cách từ điểm chính giữa đến hai vạch đo phải bằng nhau, và khoảng cách giữa các điểm đánh dấu phải được đo chính xác đến 1 % hoặc tốt hơn.

Điểm đánh dấu để đo không được bị xước, thủng lỗ hay in dấu lên mẫu thử theo bất kỳ cách nào có thể làm tổn hại vật liệu được thử. Phải đảm bảo việc đánh dấu không gây ra tác động có hại đối với vật liệu được thử và trong trường hợp các đường song song, chúng càng hẹp càng tốt.

### **6.4 Kiểm tra mẫu thử**

Mẫu thử không được vặn xoắn và từng cặp bề mặt song song phải vuông góc với nhau. Bề mặt và cạnh không bị các vết trầy xước, lõm, bẩn và ba vĩa. Mẫu thử phải được kiểm tra theo đúng các

yêu cầu này bằng cách quan sát dựa vào cạnh thẳng, góc vuông và các tấm phẳng, và trắc vi kế. Các mẫu đã được kiểm tra mà không đạt một trong các yêu cầu trên sẽ bị loại bỏ hoặc được chỉnh sửa bằng máy để đạt được kích thước và hình dáng thích hợp trước khi thử.

### 6.5 Tính bất đẳng hướng

Xem TCVN 4501 (ISO 527) phần liên quan đến vật liệu được thử.

## 7 Số lượng mẫu thử

7.1 Tối thiểu phải thử năm mẫu thử cho từng chỉ tiêu thử được yêu cầu và cho các đặc tính được xem xét (modul đàn hồi, độ bền kéo v.v...). Số lượng phép đo có thể hơn năm nếu yêu cầu giá trị trung bình có độ chính xác lớn hơn. Có thể đánh giá điều này bằng các phương thức khoảng tin cậy (xác suất 95 %, xem ISO 2602).

7.2 Các mẫu kiểu quả tạ mà bị gãy trong phạm vi các vai hay sự chảy dẻo của mẫu trải ra đến chiều rộng của các vai thì phải loại bỏ và thử lại bằng mẫu thử khác.

7.3 Dữ liệu từ mẫu thử có cạnh song song ở đó xảy ra trượt ngầm kẹp, hoặc xuất hiện hư hỏng trong phạm vi 10 mm của ngầm kẹp kia, hoặc ở đó có một hư hỏng rõ ràng dẫn đến phá hủy sớm sẽ không được tính vào phép phân tích. Các thử nghiệm lặp lại phải được thực hiện trên mẫu thử mới.

Số liệu dù biến thiên đến mức nào, cũng không được loại ra khỏi phép phân tích với bất kỳ lý do nào, bởi vì sự biến thiên số liệu như vậy là một hàm của biến số tự nhiên của vật liệu được thử.

CHÚ THÍCH 2: Khi phần lớn các hư hỏng nằm ngoài các tiêu chí đối với hư hỏng có thể chấp nhận được, các số liệu có thể được phân tích thống kê. Tuy nhiên, cần phải thừa nhận rằng kết quả cuối cùng là để ổn hòa. Trong những trường hợp như vậy, tốt nhất là phép thử được lặp lại với mẫu thử kiểu quả tạ nhằm giảm khả năng xảy ra các kết quả không chấp nhận được.

## 8 Ổn định

Mẫu thử phải được ổn định theo quy định trong tiêu chuẩn phù hợp đối với vật liệu thử mẫu. Trong trường hợp không có tiêu chuẩn này, điều kiện thích hợp nhất trong ISO 291 sẽ được lựa chọn, hoặc có sự đồng ý của các bên liên quan.

## 9 Cách tiến hành

### 9.1 Môi trường thử

Tiến hành thử trong môi trường thử tương tự như môi trường ổn định mẫu thử, trừ khi có sự thỏa thuận khác của các bên liên quan, ví dụ đối với thử nghiệm tại nhiệt độ thấp hay cao.

## 9.2 Kích thước mẫu thử

Đo chiều rộng  $b$  chính xác đến 0,1 mm và chiều dày  $h$  chính xác đến 0,02 mm tại tâm của mỗi mẫu thử và trong phạm vi 5 mm của mỗi đầu chiều dài đo.

Ghi lại các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất đối với chiều rộng và chiều dày của từng mẫu thử, đảm bảo những thông số này nằm trong dung sai cho phép đối với vật liệu được thử.

Tính các giá trị trung bình số học đối với chiều rộng và chiều dày của từng mẫu. Những giá trị số học này sẽ được sử dụng cho mục đích tính toán.

**CHÚ THÍCH 3:** Trong trường hợp mẫu thử được tạo hình bằng ép phun, không cần đo kích thước của từng mẫu thử. Chỉ cần đo một mẫu thử cho từng lô nhằm đảm bảo kích thước tương ứng với loại mẫu thử được chọn [(xem phần liên quan của TCVN 4501 (ISO 527)]. Đối với các khuôn nhiều khoang, đảm bảo kích thước của mẫu thử ở mỗi khoang phải như nhau.

**CHÚ THÍCH 4:** Đối với mẫu thử dập từ vật liệu tấm hoặc màng, có thể cho rằng chiều rộng trung bình của phần song song làm của khuôn dập tương đương với chiều rộng tương ứng của mẫu thử. Việc chấp nhận quy trình như vậy phải dựa trên các thông số so sánh được lấy từ các khoảng chu kỳ.

## 9.3 Kẹp mẫu thử

Đặt mẫu thử vào trong hai bộ kẹp, đặt cẩn thận sao cho trục dọc của mẫu thẳng hàng với trục của máy thử. Sử dụng đinh ghim định tâm để đạt được sự thẳng hàng, cần phải kéo căng mẫu thử một chút trước khi vặn chặt bộ kẹp (xem 9.4). Vặn chặt bộ kẹp một cách đều tay và dứt khoát nhằm tránh mẫu thử bị trượt lệch.

## 9.4 Tiền ứng suất

Về thực chất mẫu thử không bị ứng suất trước khi thử. Những ứng suất như vậy có thể được hình thành trong quá trình định tâm mẫu thử dạng màng hoặc có thể được gây ra do áp lực kẹp, đặc biệt đối với các vật liệu không rắn lắm.

Ứng suất dư  $\sigma_0$  tại thời điểm bắt đầu thử đối với phép đo modul không được vượt quá giá trị sau:

$$|\sigma_0| \leq 5 \times 10^{-4} E_t \quad (1)$$

tương ứng với tiền biến dạng của  $\epsilon_0 \leq 0,05\%$ , và đối với việc đo ứng suất liên quan  $\sigma$ , ví dụ:  $\sigma = \sigma_y$ ,  $\sigma_M$  hoặc  $\sigma_B$ :

$$\sigma_0 \leq 10^{-2} \sigma \quad (2)$$

## 9.5 Lắp đặt dụng cụ đo độ giãn

Sau khi cân bằng tiền ứng suất, lắp đặt và điều chỉnh dụng cụ đo độ giãn hiệu chỉnh theo chiều dài đo của mẫu thử, hoặc chuẩn bị đồng hồ đo độ biến dạng dọc phù hợp với 5.1.5. Đo khoảng cách ban đầu (chiều dài đo) nếu cần thiết. Đối với phép đo tỷ số Poisson, hai thiết bị đo độ giãn dài hoặc đo độ biến dạng sẽ được chuẩn bị để cùng một lúc đo theo trục dọc và các trục vuông góc.

Đối với phép đo độ giãn dài bằng thiết bị đo quang, đánh dấu vạch đo trên mẫu thử theo quy định tại 6.3.

Độ giãn dài của chiều dài mẫu thử được đo từ sự chuyển động của bộ kẹp được sử dụng đối với các giá trị của độ biến dạng kéo danh nghĩa  $\varepsilon_1$  (xem 4.5).

## 9.6 Tốc độ thử

Đặt tốc độ thử phù hợp với tiêu chuẩn dành riêng cho vật liệu thử. Trong trường hợp không có thông tin về vấn đề này, tốc độ thử sẽ được các bên liên quan đưa ra phù hợp với Bảng 1.

Có thể cần thiết chấp thuận các tốc độ khác nhau đối với việc xác định modul đàn hồi, tính chất ứng suất/biến dạng đến điểm chảy dẻo, và đối với phép đo độ bền kéo và độ giãn dài lớn nhất. Phải sử dụng mẫu thử riêng đối với từng tốc độ thử.

Đối với phép đo modul đàn hồi, tốc độ thử được chọn sao cho mức độ biến dạng càng gần 1 % của chiều dài đo trên phút càng tốt. Tốc độ thử cuối cùng đối với các loại mẫu thử khác nhau được đưa ra trong phần liên quan của TCVN 4501 (ISO 527) đến vật liệu được thử.

## 9.7 Ghi lại thông số

Ghi lại lực và các giá trị tương ứng của việc gia tăng chiều dài đo và của khoảng cách giữa các bộ kẹp trong suốt quá trình thử. Tốt hơn nên sử dụng hệ thống ghi tự động ghi lại đầy đủ các đường cong ứng suất/độ biến dạng đối với thao tác này [xem Điều 10, Công thức (3), (4) và (5)].

Xác định tất cả ứng suất và biến dạng liên quan đã xác định trong Điều 4 từ đường cong ứng suất/biến dạng (xem Hình 1), hoặc sử dụng các phương pháp thích hợp khác.

Đối với những hư hỏng nằm ngoài phạm vi hư hỏng được chấp nhận, xem 7.2 và 7.3.

# 10 Tính toán và biểu thị kết quả

## 10.1 Tính toán ứng suất

Tính tất cả giá trị ứng suất trong 4.3 trên cơ sở của diện tích mặt cắt ngang ban đầu của mẫu thử:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (3)$$

trong đó

- $\sigma$  là giá trị ứng suất kéo phải tìm, tính bằng MPa;
- $F$  là lực đo được tương ứng, tính bằng N;
- $A$  là diện tích mặt cắt ngang ban đầu của mẫu thử, tính bằng mm<sup>2</sup>.

**10.2 Tính độ biến dạng**

Tính tất cả giá trị độ biến dạng được định nghĩa trong 4.4 trên cơ sở chiều dài đo:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L_0}{L_0} \quad (4)$$

$$\varepsilon (\%) = 100 \times \frac{\Delta L_0}{L_0} \quad (5)$$

trong đó

$\varepsilon$  là giá trị độ biến dạng phải tìm, biểu thị bằng tỷ lệ không thứ nguyên hoặc phần trăm;

$L_0$  là chiều dài đo của mẫu thử, tính bằng mm;

$\Delta L_0$  là sự gia tăng chiều dài mẫu giữa các vạch đo, tính bằng mm.

Các giá trị của độ biến dạng kéo danh nghĩa, được định nghĩa trong 4.5, được tính toán trên cơ sở khoảng cách ban đầu giữa hai bộ kẹp:

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta L}{L} \quad (6)$$

$$\varepsilon_1 (\%) = 100 \times \frac{\Delta L}{L} \quad (7)$$

trong đó

$\varepsilon_1$  là độ biến dạng kéo danh nghĩa, được biểu thị bằng tỷ lệ không thứ nguyên hoặc phần trăm, %;

$L$  là khoảng cách ban đầu giữa hai bộ kẹp, tính bằng mm;

$\Delta L$  là sự gia tăng khoảng cách giữa hai bộ kẹp, tính bằng mm.

**10.3 Tính modul**

Tính modul đàn hồi được định nghĩa trong 4.6 trên cơ sở hai giá trị độ biến dạng cụ thể:

$$E_1 = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \quad (8)$$

trong đó

$E_1$  là modul đàn hồi, tính bằng MPa;

$\sigma_1$  là ứng suất, tính bằng MPa, được đo tại giá trị độ biến dạng  $\varepsilon_1 = 0,0005$

$\sigma_2$  là ứng suất, tính bằng MPa, được đo tại giá trị độ biến dạng  $\varepsilon_2 = 0,0025$

Đối với thiết bị được hỗ trợ máy tính, xem 4.6, chú thích 1.

#### 10.4 Tỷ số Poisson

Nếu được yêu cầu, tính tỷ số Poisson được định nghĩa trong 4.7 trên cơ sở hai giá trị độ biến dạng tương ứng vuông góc với nhau:

$$\mu_n = -\frac{\varepsilon_n}{\varepsilon} \quad (9)$$

trong đó

$\mu_n$  là tỷ số Poisson, được biểu thị bằng tỷ số không thứ nguyên với  $n = b$  (chiều rộng) hay  $h$  (chiều dày) chỉ hướng vuông góc được lựa chọn;

$\varepsilon$  là độ biến dạng theo hướng chiều dọc;

$\varepsilon_n$  là độ biến dạng theo hướng vuông góc, với  $n = b$  (chiều rộng) hay  $h$  (chiều dày).

#### 10.5 Thông số thống kê

Tính giá trị trung bình số học của kết quả thử nghiệm và, nếu được yêu cầu, độ lệch chuẩn và khoảng tin cậy 95 % của giá trị trung bình theo quy trình được quy định trong ISO 2602.

#### 10.6 Các con số có ý nghĩa

Tính các ứng suất và modul đến ba con số có nghĩa. Tính độ biến dạng và tỷ số Poisson đến hai con số có nghĩa.

### 11 Độ chụm

Xem trong TCVN 4501 (ISO 527) phần liên quan đến vật liệu được thử.

### 12 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải bao gồm thông tin sau:

- Viện dẫn phần liên quan của TCVN 4501 (ISO 527);
- Tất cả số liệu cần thiết cho việc xác định vật liệu được thử, bao gồm chủng loại, nguồn, mã số nhà sản xuất và nguồn gốc;
- Mô tả bản chất và hình dạng của vật liệu nếu đó là sản phẩm, bán sản phẩm, miếng thử hay mẫu thử. Phải bao gồm kích thước chủ yếu, hình dáng, phương pháp sản xuất, chuỗi các lớp và bất kỳ việc xử lý sơ bộ nào;
- Kiểu mẫu thử, chiều rộng và độ dày của mặt cắt song song, bao gồm giá trị trung bình, nhỏ nhất và lớn nhất;

**TCVN 4501-1 : 2009**

- e) Phương pháp chuẩn bị mẫu thử, và bất kỳ chi tiết nào về phương pháp sản xuất được sử dụng;
- f) Nếu vật liệu là sản phẩm hoặc bán sản phẩm, định hướng mẫu thử liên quan đến sản phẩm hay bán sản phẩm mà nó được cắt;
- g) Số mẫu thử được thử;
- h) Môi trường chuẩn để ổn định và thử cùng với bất kỳ phương thức xử lý ổn định đặc biệt nào, nếu được yêu cầu, theo tiêu chuẩn liên quan đối với vật liệu hay sản phẩm được thử mẫu;
- i) Độ chính xác của máy thử (xem ISO 5893);
- j) Loại thiết bị đo độ giãn dài hoặc độ biến dạng;
- k) Loại thiết bị kẹp và áp lực kẹp, nếu biết;
- l) Tốc độ thử;
- m) Các kết quả thử đơn lẻ;
- n) Giá trị trung bình của đặc tính được đo, được trích dẫn như giá trị biểu thị đối với vật liệu được thử;
- o) Độ lệch chuẩn, và/hoặc hệ số biến thiên, và/hoặc giới hạn tin cậy của giá trị trung bình, nếu yêu cầu;
- p) Báo cáo khi có mẫu thử bị loại và thay thế, lý do loại bỏ và thay thế;
- q) Ngày thử nghiệm.



**Phụ lục A**

(tham khảo)

**Modul đàn hồi và các giá trị liên quan**

Do bản chất dẻo nhớt, nhiều đặc tính của vật liệu polyme phụ thuộc không chỉ vào nhiệt độ mà còn phụ thuộc cả vào thời gian. Liên quan đến thử nghiệm kéo, điều này gây ra các đường cong ứng suất/biến dạng không tuyến tính (chảy dẻo cong về phía trục biến dạng) ngang bằng trong phạm vi nhớt dẻo tuyến tính. Hiệu ứng này được ghi nhận đối với các polyme dai. Kết quả là giá trị modul tiếp tuyến của vật liệu dai được lấy từ phần đầu của đường cong ứng suất/biến dạng thường phụ thuộc nhiều vào thang đo sử dụng. Như vậy đối với những loại vật liệu này phương pháp thông thường (đường tiếp tuyến tại điểm đầu của đường cong ứng suất/biến dạng) không cho các modul tin cậy.

Vì vậy, phương pháp đo modul đàn hồi được quy định trong TCVN 4501-1 (ISO 527-1), dựa trên hai giá trị độ biến dạng cụ thể 0,25 % và 0,05 %. (Giá trị độ biến dạng thấp hơn không được đặt bằng 0 để tránh lỗi trong modul được đo gây ra bởi các tác động ban đầu có thể có lúc bắt đầu của đường cong ứng suất/biến dạng).

Trong trường hợp chất polyme giòn, cả phương pháp thông thường và phương pháp mới đều cho các giá trị tương tự nhau đối với modul. Tuy nhiên, phương pháp mới cho phép số đo chính xác và được lặp lại của modul chất dẻo dai, bền. Do vậy, định nghĩa về modul tiếp tuyến ban đầu đã bị loại bỏ trong TCVN 4501-1 (ISO 527-1).

Các khía cạnh được đề cập ở trên đối với các modul tương tự liên quan đến điểm chảy dẻo chuyển dịch" mà được xác định trong ISO/R 527 do sự sai lệch của đường cong ứng suất/biến dạng từ đường tuyến tính ban đầu của nó. Vì vậy, điểm chảy dẻo chuyển dịch được thay thế bằng điểm biến dạng cụ thể (ứng suất tại độ biến dạng  $x$  %,  $\sigma_x$ , xem 4.3.4). Do việc xác định điểm chảy dẻo "thay thế" như vậy chỉ quan trọng đối với vật liệu dai, bền, độ biến dạng cụ thể phải được chọn gần độ biến dạng chảy dẻo thông thường tìm được.

---