

**TCVN 4501-1:2014  
ISO 527-1:2012**

Xuất bản lần 2

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

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



**Mục lục**

	Trang
Lời nói đầu .....	5
1 Phạm vi áp dụng .....	7
2 Tài liệu viện dẫn .....	8
3 Thuật ngữ và định nghĩa .....	8
4 Nguyên tắc và phương pháp .....	13
4.1 Nguyên tắc .....	13
4.2 Phương pháp .....	14
5 Thiết bị, dụng cụ .....	14
5.1 Máy thử .....	14
5.2 Dụng cụ đo chiều rộng và chiều dày của mẫu thử .....	18
6 Mẫu thử .....	18
6.1 Hình dạng và kích thước .....	18
6.2 Chuẩn bị mẫu thử .....	18
6.3 Đánh dấu điểm đo .....	19
6.4 Kiểm tra mẫu thử .....	19
6.5 Tính bất đẳng hướng .....	20
7 Số lượng mẫu thử .....	20
8 Ổn định .....	20
9 Cách tiến hành .....	20
9.1 Môi trường thử .....	20
9.2 Kích thước mẫu thử .....	20
9.3 Kẹp mẫu thử .....	21
9.4 Tiền ứng suất .....	21
9.5 Lắp đặt dụng cụ đo độ giãn .....	22
9.6 Tốc độ thử .....	22
9.7 Ghi lại thông số .....	23
10 Tính toán và biểu thị kết quả .....	23
10.1 Ứng suất .....	23
10.2 Biến dạng .....	23
10.3 Modul kéo .....	25
10.4 Hệ số Poisson .....	25
10.5 Thông số thống kê .....	26
10.6 Các con số có ý nghĩa .....	26
11 Độ chụm .....	26
12 Báo cáo thử nghiệm .....	27
Phụ lục A (tham khảo) Xác định biến dạng tại điểm chảy dẻo .....	28

## **TCVN 4501-1:2014**

Phụ lục B (tham khảo) Độ chính xác của dụng cụ đo độ giãn để xác định hệ số Poisson.....	31
Phụ lục C (qui định) Yêu cầu hiệu chuẩn đối với xác định modul kéo .....	32
Thư mục tài liệu tham khảo.....	34

## Lời nói đầu

**TCVN 4501-1:2014** thay thế cho TCVN 4501-1:2009.

**TCVN 4501-1:2014** hoàn toàn tương đương với ISO 527-1:2012.

**TCVN 4501-1:2014** 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 TCVN 4501 (ISO 527), *Chất dẻo – Xác định tính chất kéo*, gồm các phần sau:

- TCVN 4501-1:2014 (ISO 527-1:2012), *Phần 1: Nguyên tắc chung*;
- TCVN 4501-2:2014 (ISO 527-2:2012), *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 composite 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 bộ TCVN 4501 (ISO 527).

**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 tính chất 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 (xem 3.12 và 3.13, tương ứng) dùng để đổ khuôn, 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 vật liệu nhiều lớp;
- 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 phù hợp đối với các vật liệu xốp cứng hay các cấu trúc có kẹp lớp vật liệu xốp. Đối với vật liệu xốp cứng, sử dụng ISO 1926.

## **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).

TCVN 1592 (ISO 23529) *Cao su – Quy trình chung để chuẩn bị và ổn định mẫu thử cho các phương pháp thử vật lý.*

TCVN 9848 (ISO 291), *Chất dẻo – Khí quyển tiêu chuẩn cho ổn định và thử nghiệm.*

TCVN 9853 (ISO 20753), *Chất dẻo – Mẫu thử.*

ISO 2602, *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 7500-1:2004, *Metallic materials – Verification of static uniaxial testing machines – Part 1: Tension/compression testing machines – Verification and calibration of the force-measuring system (Vật liệu kim loại – Kiểm tra xác nhận máy thử máy thử đơn trục tĩnh – Phần 1: Máy thử kéo/nén – Kiểm tra xác nhận và hiệu chuẩn hệ thống đo lực).*

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).*

ISO 16012, *Plastics – Determination of linear dimensions of test specimens (Chất dẻo – Xác định kích thước tuyến tính của mẫu thử)*

## **3 Thuật ngữ, định nghĩa**

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

### **3.1**

**Chiều dài đo** (gauge length)

$L_0$

Khoảng cách ban đầu giữa các vạch đo ở phần chính giữa mẫu thử

CHÚ THÍCH 1: Chiều dài đo được biểu thị bằng milimét (mm).

CHÚ THÍCH 2: Các giá trị chiều dài đo được chỉ rõ đối với các loại mẫu thử trong các phần khác nhau của TCVN 4501 (ISO 527) thể hiện chiều dài đo thích hợp lớn nhất.



**3.2****Chiều dày** (thickness) $h$ 

Kích thước ban đầu nhỏ hơn của mặt cắt ngang hình chữ nhật ở phần chính giữa của mẫu thử

CHÚ THÍCH: Chiều dày được biểu thị bằng milimét (mm).

**3.3****Chiều rộng** (width) $b$ 

Kích thước ban đầu lớn hơn của mặt cắt ngang hình chữ nhật ở phần chính giữa của mẫu thử

CHÚ THÍCH: Chiều rộng được biểu thị bằng milimét (mm).

**3.4****Mặt cắt ngang** (Cross-section) $A$ 

Tích số của chiều rộng nhân với chiều dày ban đầu của mẫu thử,  $A = bh$

CHÚ THÍCH: Mặt cắt ngang được biểu thị bằng milimét vuông (mm<sup>2</sup>).

**3.5****Tốc độ thử** (test speed) $v$ 

Tốc độ tách rời của các bộ kẹp.

CHÚ THÍCH: Tốc độ thử được biểu thị bằng milimét trên phút (mm/min).

**3.6****Ứng suất** (stress) $\sigma$ 

Lực vuông góc trên đơn vị diện tích của mặt cắt ngang ban đầu trong phạm vi chiều dài đo

CHÚ THÍCH 1: Ứng suất kéo được biểu thị bằng megapascal (MPa).

CHÚ THÍCH 2: Để phân biệt so với ứng suất thực liên quan đến mặt cắt ngang thực tế của mẫu, ứng suất này thường được gọi là “ứng suất kỹ thuật”.

**3.6.1****Ứng suất tại điểm chảy dẻo** (stress at yield) $\sigma_y$ 

Ứng suất tại điểm xảy ra sự biến dạng chảy dẻo.

CHÚ THÍCH 1: Ứng suất tại điểm chảy dẻo được biểu thị bằng megapascal (MPa).

CHÚ THÍCH 2: Ứng suất tại điểm chảy dẻo có thể nhỏ hơn ứng suất đạt được lớn nhất (xem Hình 1, các đường cong b và c).

### 3.6.2

#### **Độ bền** ( strength)

$\sigma_m$

Ứng suất lớn nhất mà mẫu thử chịu được trong phép thử kéo.

CHÚ THÍCH 1: Độ bền được biểu thị bằng megapascal (MPa).

CHÚ THÍCH 2: Độ bền này cũng có thể là ứng suất tại điểm mà mẫu thử chảy hoặc đứt (xem Hình 1).

### 3.6.3

#### **Ứng suất tại độ biến dạng x %** (stress at x % strain)

$\sigma_x$

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

CHÚ THÍCH 1: Ứng suất tại độ biến dạng x % được biểu thị bằng megapascal (MPa).

CHÚ THÍCH 2: Ứng suất này cũng có thể hữu ích, ví dụ: nếu đường cong ứng suất/biến dạng không biểu thị điểm chảy dẻo (xem Hình 1, đường cong d).

### 3.6.4

#### **Ứng suất tại điểm đứt** (stress at break)

$\sigma_b$

Ứng suất tại điểm mà mẫu thử đứt.

CHÚ THÍCH 1: Ứng suất tại điểm đứt biểu thị bằng megapascal (MPa).

CHÚ THÍCH 2: Ứng suất tại điểm đứt là giá trị cao nhất của ứng suất trên đường cong ứng suất-biến dạng ngay trước khi mẫu thử bị phân tách, nghĩa là ngay trước khi tải trọng bị giảm do vết nứt ban đầu.

### 3.7

#### **Biến dạng** (strain)

$\varepsilon$

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

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

#### 3.7.1

#### **Biến dạng tại điểm chảy dẻo** (strain at yield; yeild strain)

$\varepsilon_y$

Sự xuất hiện đầu tiên trong phép thử kéo có sự gia tăng biến dạng mà không gia tăng ứng suất

CHÚ THÍCH 1: Biến dạng tại điểm chảy dẻo được biểu thị bằng tỷ lệ không thứ nguyên hoặc phần trăm (%).

CHÚ THÍCH 2: Xem Hình 1, đường cong b và c.

CHÚ THÍCH 3: Xem Phụ lục A (tham khảo) đối với phép xác định được kiểm soát bằng máy vi tính về biến dạng tại điểm chảy dẻo.

### 3.7.2

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

$\varepsilon_b$

Biến dạng tại điểm ghi được thông số cuối cùng trước khi ứng suất giảm đến nhỏ hơn hoặc bằng 10 % độ bền nếu xuất hiện đứt trước khi chảy dẻo

CHÚ THÍCH 1: Biến dạng tại điểm đứt được biểu thị bằng tỷ lệ không thứ nguyên hoặc phần trăm (%).

CHÚ THÍCH 2: Xem Hình 1, đường cong a và d.

### 3.7.3

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

$\varepsilon_m$

Biến dạng tại điểm ứng với độ bền đạt được

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

### 3.8

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

$\varepsilon_t$

Khoảng cách dịch chuyển của má kẹp chia cho khoảng cách kẹp ban đầu.

CHÚ THÍCH 1: Biến dạng danh nghĩa được biểu thị bằng tỷ lệ không thứ nguyên hoặc phần trăm (%).

CHÚ THÍCH 2: Biến dạng danh nghĩa được sử dụng đối với các biến dạng nằm ngoài biến dạng tại điểm chảy dẻo (xem 3.7.1) hoặc khi không sử dụng thiết bị đo độ giãn dài.

CHÚ THÍCH 3: Biến dạng danh nghĩa có thể được tính toán dựa trên sự dịch chuyển ngang tính từ điểm bắt đầu phép thử hoặc dựa trên sự dịch chuyển ngang nằm ngoài biến dạng tại điểm chảy dẻo, nếu cuối cùng được xác định bằng thiết bị đo độ giãn dài (ưu tiên đối với mẫu thử đa mục đích).

#### 3.8.1

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

$\varepsilon_{tb}$

Biến dạng danh nghĩa tại điểm ghi được thông số cuối cùng trước khi ứng suất giảm nhỏ hơn hoặc bằng 10 % độ bền nếu xuất hiện đứt sau khi chảy dẻo

CHÚ THÍCH 1: Biến dạng danh nghĩa tại điểm đứt được biểu thị bằng tỷ lệ không thứ nguyên hoặc phần trăm (%).

CHÚ THÍCH 2: Xem Hình 1, đường cong b và c.

### 3.9

#### **Modul** (modulus)

$E_t$

Độ dốc của đường cong ứng suất/biến dạng  $\sigma$  ( $\epsilon$ ) trong khoảng biến dạng từ  $\epsilon_1 = 0,05$  % đến  $\epsilon_2 = 0,25$  %

CHÚ THÍCH 1: Modul được biểu thị bằng megapascal (MPa).

CHÚ THÍCH 2: Modul có thể được tính bằng đường cong modul hoặc bằng bình phương nhỏ nhất độ dốc của đường hồi quy tuyến tính trong khoảng thời gian này (xem Hình 1, đường cong d)

CHÚ THÍCH 3: Định nghĩa này không áp dụng đối với màng.

### 3.10

#### **Hệ số Poisson** (Poisson's ratio)

$\mu$

Tỷ số âm giữa sự gia tăng biến dạng  $\Delta\epsilon_n$  theo một trong hai trục vuông góc với hướng kéo, với sự gia tăng biến dạng tương ứng  $\Delta\epsilon$  theo hướng kéo, trong phần tuyến tính của đường cong giãn dài theo chiều dọc ứng với đường cong biến dạng theo chiều vuông góc.

CHÚ THÍCH: Hệ số Poisson được biểu thị bằng tỷ lệ không thứ nguyên.

### 3.11

#### **Khoảng cách kẹp** (gripping distance)

$L$

Chiều dài ban đầu của phần mẫu thử giữa các kẹp.

CHÚ THÍCH: Khoảng cách kẹp được biểu thị bằng milimet (mm).

### 3.12

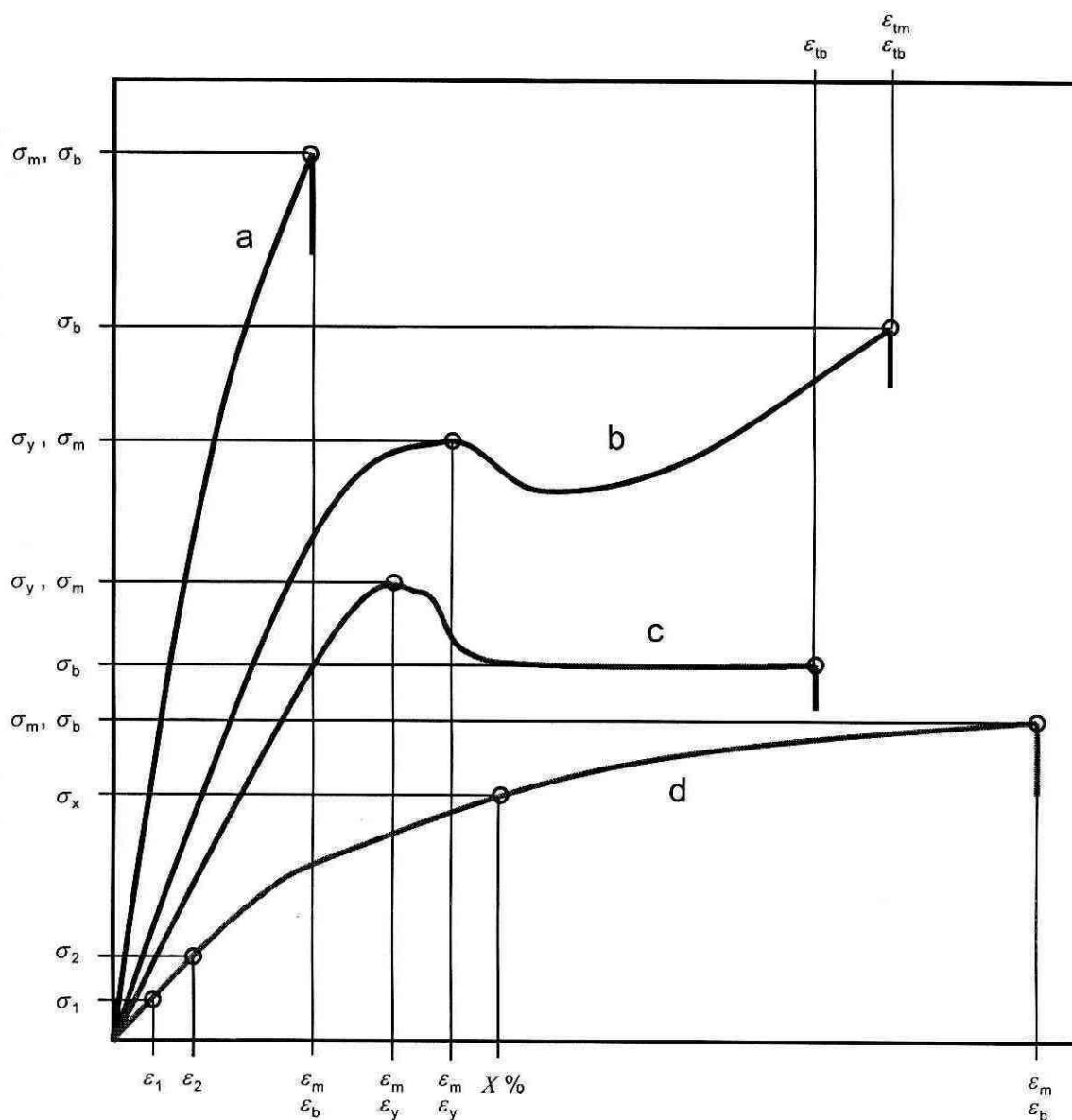
#### **Chất dẻo cứng** (rigid plastic)

Chất dẻo có modul đàn hồi khi uốn (hoặc khi kéo, nếu không áp dụng) lớn hơn 700 MPa dưới một bộ các điều kiện nhất định.

### 3.13

#### **Chất dẻo bán cứng** (semi-rigid plastic)

Chất dẻo có modul đàn hồi khi uốn (hoặc khi kéo, nếu không áp dụng) từ 70 MPa đến 700 MPa dưới một bộ các điều kiện nhất định.



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

CHÚ THÍCH: Đường cong (a) thể hiện vật liệu giòn, đứt khi không có chảy dẻo tại biến dạng thấp. Đường cong (b) thể hiện vật liệu giống cao su mềm, đứt tại biến dạng lớn hơn (> 50 %).

## 4 Nguyên tắc và phương pháp

### 4.1 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 xác định trước. Trong suốt quá trình này, đo tải trọng và độ giãn dài của mẫu thử.

## **4.2 Phương pháp**

**4.2.1** Các phương pháp được áp dụng bằng cách 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 nhiều lớp, màng và tấm đùn hoặc cán. Các kiểu mẫu thử và chuẩn bị mẫu thử được mô tả trong các phần liên quan của TCVN 4501 (ISO 527). Trong một số trường hợp có thể sử dụng một mẫu thử đa mục đích. Mẫu thử đa mục đích và mẫu thử thu nhỏ được mô tả trong TCVN 9853 (ISO 20753).

**4.2.2** Những phương pháp này quy định kích cỡ thích hợp đối với các 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 cũng có thể ảnh hưởng đến kết quả. Vì vậy, khi cần các thông số để so sánh, những nhân tố này phải được kiểm soát và ghi chép một cách cẩn thận.

## **5 Thiết bị, dụng cụ**

### **5.1 Máy thử**

#### **5.1.1 Yêu cầu chung**

Máy phải phù hợp với ISO 7500-1 và ISO 9513 và đáp ứng yêu cầu kỹ thuật nêu trong 5.1.2 đến 5.1.6 sau đây.

#### **5.1.2 Tốc độ thử**

Máy thử kéo phải có khả năng duy trì tốc độ thử theo quy định trong Bảng 1.

#### **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. Mẫu thử phải được giữ sao cho không bị trượt tương đối so với bộ kẹp. Hệ thống kẹp không được gây ra sự đứt gãy sớm tại hàm kẹp hoặc ép bẹp mẫu thử trong bộ kẹp.

Để xác định modul kéo, tốc độ biến dạng cần phải là hằng số và không thay đổi, ví dụ do chuyển động trong các kẹp. Điều này đặc biệt quan trọng nếu dùng các má kẹp xiết mẫu theo kiểu nêm.

CHÚ THÍCH: Đối với tiên ứng suất, có thể cần đạt được sự căn chỉnh thẳng hàng (xem 9.3), đặt mẫu đúng và tránh vùng chân tại điểm bắt đầu biểu đồ ứng suất/biến dạng, xem 9.4.

#### **5.1.4 Dụng cụ chỉ thị lực**

Hệ thống đo lực phải phù hợp với loại 1 theo qui định trong ISO 7500-1:2004.

**Bảng 1 – Khuyến nghị tốc độ thử**

Tốc độ thử $v$ mm/min	Dung sai %
0,125	± 20
0,25	
0,5	
1	
2	
5	
10	
20	
50	
100	
200	
300	
500	

### 5.1.5 Dụng cụ chỉ thị độ biến dạng

#### 5.1.5.1 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 đảm bảo trên 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.

Dụng cụ đo độ giãn phải có khả năng xác định sự thay đổi chiều dài đo của mẫu thử tại bất cứ thời điểm nào trong khi thử. Nên có thiết bị tự động ghi lại sự thay đổi này, nhưng không cần thiết. Về cơ bản, thiết bị phải không bị trễ quán tính tại tốc độ thử qui định.

Đối với phép xác định chính xác modul kéo,  $E_t$ , thiết bị phải có khả năng đo sự thay đổi của chiều dài đo với độ chính xác đến 1 % của giá trị liên quan hoặc sử dụng loại thiết bị tốt hơn. Khi sử dụng mẫu thử loại 1A, tương ứng với yêu cầu độ chính xác tuyệt đối là  $\pm 1,5 \mu\text{m}$  đối với chiều dài đo 75 mm. Chiều dài đo nhỏ hơn dẫn đến các yêu cầu độ chính xác khác nhau, xem Hình 2.

CHÚ THÍCH: Để xác định độ giãn dài trong phạm vi chiều dài đo, yêu cầu độ chính xác bằng 1 % chuyển thành các độ chính xác tuyệt đối khác nhau, phụ thuộc vào chiều dài đo sử dụng. Đối với các mẫu thu nhỏ, có thể không đạt được các độ chính xác cao hơn, do thiếu dụng cụ đo độ giãn phù hợp (xem Hình 2).

Dụng cụ đo độ giãn quang học thường được sử dụng để ghi sự biến dạng lấy tại một bề mặt thử rộng. Trong trường hợp phương pháp thử biến dạng một mặt như vậy, đảm bảo các biến dạng thấp không bị sai lệch do uốn, mà có thể do một chút không thẳng hàng và trạng thái vênh ban đầu của mẫu thử và nó tạo ra khác nhau về biến dạng giữa các bề mặt đối diện của mẫu thử. Nên sử dụng phương pháp đo biến dạng để xác định giá trị trung bình biến dạng giữa các mặt đối diện của mẫu thử. Điều này liên quan đến phép xác định modul, nhưng ít dùng hơn để đo các biến dạng lớn hơn.

### **5.1.5.2 Thiết bị đo độ biến dạng**

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 độ chính xác 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.

### **5.1.6 Ghi lại thông số**

#### **5.1.6.1 Yêu cầu chung**

Tần số thu thập thông số cần thiết để ghi lại thông số (lực, biến dạng, độ giãn dài) phải đủ cao để đáp ứng các yêu cầu về độ chính xác.

#### **5.1.6.2 Ghi lại các thông số biến dạng**

Tần số thu thập thông số cần thiết để ghi lại thông số ứng suất phụ thuộc vào:

- $v$  tốc độ thử, tính bằng mm/min;
- $L_0/L$  tỷ số giữa chiều dài đo và khoảng cách ban đầu giữa các kẹp.
- $r$  độ phân giải tối thiểu, tính bằng mm, của tín hiệu biến dạng cần thiết để thu được thông số chính xác. Độ phân giải tối thiểu điển hình bằng nửa giá trị độ chính xác hoặc lớn hơn.

Tần số thu thập thông số tối thiểu  $f_{\min}$ , tính bằng Hz, cần thiết để truyền toàn bộ thông số từ cảm biến đến bộ phận chỉ thị sau đó có thể được tính bằng:

$$f_{\min} = \frac{v}{60} \times \frac{L_0}{L \times r} \quad (1)$$

Tần số ghi của máy thử phải ít nhất bằng tốc độ thông số  $f_{\min}$  này.

#### **5.1.6.3 Ghi lại thông số lực**

Mức độ ghi yêu cầu phụ thuộc vào tốc độ thử, dải biến dạng, độ chính xác và khoảng cách kẹp. Modul, tốc độ thử và khoảng cách kẹp xác định mức độ tăng của lực. Tỷ số của mức độ tăng của lực với độ chính xác cần xác định tần số ghi. Xem ví dụ dưới đây:



Mức độ tăng của lực được đưa ra bằng:

$$\dot{F} = \frac{E \times A \times v}{60L} \quad (2)$$

trong đó:

$E$  là Modul đàn hồi, tính bằng megapascal (MPa);

$A$  là diện tích mặt cắt ngang của mẫu thử, tính bằng milimét vuông (mm<sup>2</sup>);

$v$  là tốc độ thử, tính bằng milimét trên phút (mm/min);

$L$  là khoảng cách kẹp, tính bằng milimét (mm).

Sử dụng chênh lệch lực trong dải modul để xác định yêu cầu chính xác theo cách tương tự như đối với dụng cụ đo độ giãn, áp dụng các công thức sau đây, giả thiết rằng lực thích hợp được xác định chính xác đến 1 %.

Chênh lệch lực trong dải modul:

$$\Delta F = E \times A \times (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) = E \times A \times \Delta\varepsilon \quad (3)$$

Độ chính xác (một nửa của 1 %):

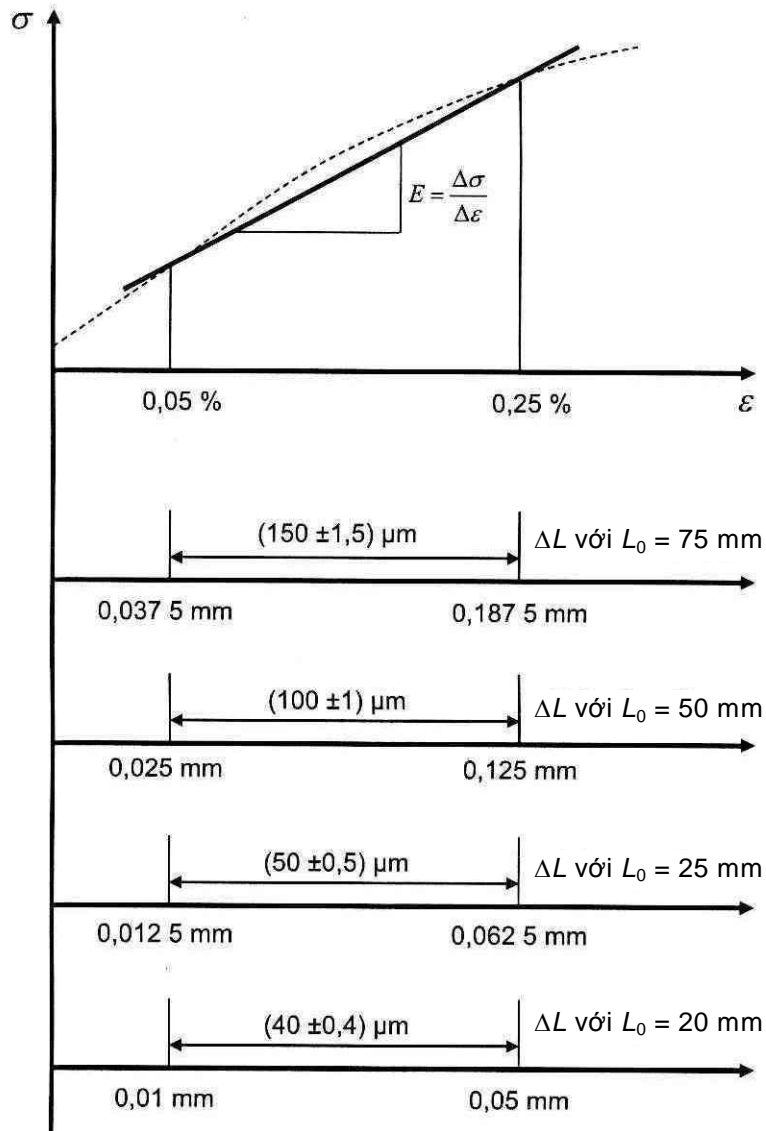
$$r = 5 \times 10^{-3} \times \Delta F = 5 \times 10^{-3} \times E \times A \times \Delta\varepsilon \quad (4)$$

Tần số ghi:

$$f_{\text{force}} = \frac{\dot{F}}{r} = \frac{E \times A \times v}{E \times A \times \Delta\varepsilon \times 60 \times L \times 5 \times 10^{-3}} \quad (5)$$

VÍ DỤ:

Với  $v = 1$  mm/min,  $\Delta\varepsilon = 2 \times 10^{-3}$  và  $L = 115$  mm, tính được tần số ghi của  $f_{\text{force}} = 14,5$  Hz



Hình 2 – Yêu cầu độ chính xác đối với dụng cụ đo độ giãn dòn để xác định modul tại các chiều dài đo khác nhau, giả định độ chính xác là 1 %

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

Xem ISO 16012 và TCVN 1592 (ISO 23529), nếu áp dụng.

## 6 Mẫu thử

### 6.1 Hình dạng và kích thước

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

### 6.2 Chuẩn bị mẫu thử

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

### 6.3 Đánh dấu điểm đo

Xem TCVN 4501 (ISO 527) phần liên quan đến điều kiện chiều dài đo.

Nếu sử dụng dụng cụ đo độ giãn quang học, đặc biệt đối với tấm và màng mỏng, cần phải đánh dấu điểm đo trên mẫu thử để xác định chiều dài đo. Khoảng cách từ điểm chính giữa đến hai vạch đo phải bằng nhau ( $\pm 1$  mm) và chiều dài đo 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

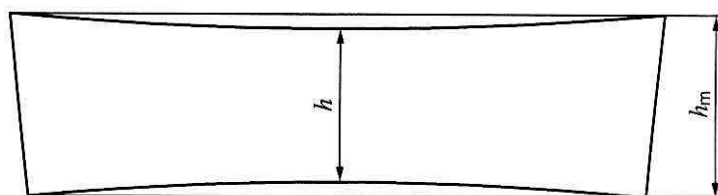
Một cách lý tưởng, mẫu thử không được vặn xoắn và từng cặp bề mặt song song phải vuông góc với nhau (xem Chú thích dưới đây). Các bề mặt và cạnh không bị các vết trầy xước, lõm, bẩn và ba vĩa.

Mẫu thử phải được kiểm tra phù hợp với các yêu cầu này bằng cách quan sát dựa vào cạnh thẳng, góc vuông và các tấm phẳng, và trắc vi kế.

Sử dụng các cạnh đầu/dao đo kích cỡ và hướng sao cho cho phép xác định chính xác kích thước ở vị trí mong muốn.

Các mẫu đã được quan sát hoặc khởi điểm đo mà không đạt một trong các yêu cầu trên sẽ bị loại bỏ. Nếu các mẫu không phù hợp được kiểm tra thì phải báo cáo rõ lý do.

Các mẫu được tạo hình bằng ép phun cần vẽ phác một góc côn bằng  $1^\circ$  đến  $2^\circ$  để tháo khuôn dễ dàng. Các mẫu thử được tạo hình bằng ép phun cũng không bao giờ được mát hoàn toàn các dấu chìm. Do sự khác nhau về nguồn gốc làm mát, nói chung chiều dày ở tâm của mẫu thử nhỏ hơn ở cạnh. Chênh lệch chiều dày  $\Delta h \leq 0,1$  mm được coi là có thể chấp nhận (xem Hình 3).



#### CHÚ DẪN:

$h_m$  chiều dày lớn nhất của mẫu thử theo mặt cắt ngang này

$h$  chiều dày nhỏ nhất của mẫu thử theo mặt cắt ngang này

$$\Delta h = h_m - h \leq 0,1 \text{ mm}$$

**Hình 3 - Mặt cắt ngang của mẫu thử được tạo hình bằng ép phun có các dấu chìm và cạnh được vẽ phác (đã được phóng đại)**

CHÚ THÍCH: ISO 294-1:1996, Phụ lục D, đưa ra hướng dẫn về cách giảm các dấu chìm trong mẫu thử được tạo hình bằng ép phun.

## **6.5 Tính bất đẳng hướng**

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

## **7 Số lượng mẫu thử**

**7.1** Tối thiểu phải thử năm mẫu thử cho từng hướng thử được yêu cầu. Số lượng đo có thể hơn năm nếu yêu cầu giá trị trung bình có độ chính xác lớn hơn. Có thể đánh giá điều này theo khoảng tin cậy (xác suất 95 %, xem ISO 2602).

**7.2** Các mẫu kiểu quả tạ mà bị gãy hoặc trượt trong các kẹp thì phải loại bỏ và thử lại bằng mẫu thử khác. Thông số 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 thông số như vậy là một hàm của biến số tự nhiên của vật liệu được thử nghiệm.

## **8 Ổn định**

Mẫu thử phải được ổn định theo quy định trong tiêu chuẩn phù hợp đối với vật liệu tương ứng. Trong trường hợp không có thông tin về vấn đề này, điều kiện thích hợp nhất trong TCVN 9848 (ISO 291) sẽ được lựa chọn và thời gian ổn định ít nhất là 16 h trừ khi có sự thỏa thuận khác của các bên liên quan, ví dụ đối với thử nghiệm tại nhiệt độ thấp hoặc nâng cao.

Nhiệt độ và độ ẩm tương đối của môi trường xung quanh tốt nhất là  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$  và  $(50 \pm 10) \%$ , ngoại trừ khi biết các tính chất của vật liệu là không nhạy với độ ẩm, thì trong trường hợp này việc kiểm soát độ ẩm là không cần thiết.

## **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**

Xác định kích thước mẫu thử theo ISO 16012 hoặc TCVN 1592 (ISO 23529), nếu áp dụng.

Ghi lại các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất đối với chiều rộng và chiều dày của từng mẫu thử tại phần chính giữa của mẫu và trong phạm vi 5 mm của mỗi đầu chiều dài đo, đảm bảo những thông số này nằm trong dung sai được chỉ ra trong tiêu chuẩn áp dụng đối với vật liệu được thử. Sử dụng giá trị trung bình của các chiều rộng và chiều dày đo được để tính mật cắt ngang của mẫu thử.

Đối với các mẫu thử được tạo hình bằng ép phun, chỉ cần đo chiều rộng và chiều dày trong phạm vi 5 mm của chính giữa mẫu thử.

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 không chênh lệch lớn hơn  $\pm 0,25$  % giữa các khoang.

Đối với mẫu thử cắt từ vật liệu tấm hoặc màng, có thể cho phép giả định rằng chiều rộng trung bình của phần song song tâm của khuôn dập tương đương với chiều rộng tương ứng của mẫu thử. Việc chấp nhận quy trình như vậy phải dựa trên các phép đo so sánh được lấy từ các khoảng chu kỳ.

Trong tiêu chuẩn này, các kích thước của mẫu thử dùng để tính các tính chất kéo chỉ được đo tại nhiệt độ môi trường. Do vậy, đối với phép đo các tính chất tại các nhiệt độ khác, các ảnh hưởng của sự giãn nở nhiệt không được lấy để tính toán.

### 9.3 Kẹp mẫu thử

Đặt mẫu thử vào trong bộ kẹp, đặt cẩn thận sao cho trục dọc của mẫu thẳng hàng với trục của máy thử. Vặn chặt bộ kẹp một cách đều tay và dứt khoát nhằm tránh mẫu thử bị trượt lệch và dịch chuyển các bộ kẹp trong khi thử. Áp lực kẹp phải không gây ra gãy hoặc làm nát mẫu thử (xem Chú thích 2).

CHÚ THÍCH 1: Có thể dùng để dễ dàng chỉnh dọc mẫu thử, đặc biệt trong vận hành bằng thủ công.

Đối với các mẫu thử kẹp ở nhiệt độ phòng, ban đầu chỉ nên vặn cứng một kẹp và siết chặt kẹp thứ hai chỉ sau khi nhiệt độ của mẫu thử đã cân bằng, trừ khi máy thử có khả năng giảm tiếp ứng suất nhiệt nếu bị tăng.

CHÚ THÍCH 2: Có thể xảy ra gãy trong các kẹp, ví dụ khi thử nghiệm mẫu sau già hóa nhiệt. Sự nát mẫu thử có thể xuất hiện khi thử tại nhiệt độ nâng cao.

### 9.4 Tiền ứng suất

Mẫu thử không được chịu ứng suất đáng kể 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 có độ rắn thấp hơn. Tuy nhiên, chúng phải tránh vùng chân tại điểm bắt đầu biểu đồ ứng suất/biến dạng (xem 5.1.3). Ứng suất trước  $\sigma_0$  tại thời điểm bắt đầu thử nghiệm phải là giá trị dương nhưng không được vượt quá giá trị sau:

đối với phép đo modul:

$$0 < \sigma_0 \leq E_t/2000 \quad (6)$$

tương ứng với tiền biến dạng của  $\varepsilon_0 \leq 0,05$  %, và

đối với việc đo ứng suất liên quan  $\sigma^*$ , ví dụ:  $\sigma^* = \sigma_y$  hoặc  $\sigma_m$  :

$$0 < \sigma_0 \leq \sigma^*/100 \quad (7)$$

Nếu sau khi kẹp, các ứng suất ở ngoài các khoảng nêu trong công thức (6) và (7) có trong mẫu thử, chuyển các ứng suất này bằng chuyển động chậm của má kẹp, ví dụ bằng 1 mm/min, đến khi tiền ứng suất ở trong phạm vi dải cho phép.

Nếu chưa biết giá trị modul hoặc ứng suất cần điều chỉnh tiền ứng suất, thực hiện phép thử sơ bộ để nhận được sự ước tính các giá trị này.

### **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 hệ 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 nếu hệ thống sử dụng yêu cầu.

Dụng cụ đo độ giãn dài phải được đặt đối xứng ở khoảng giữa của phần song song và trên đường tâm của mẫu thử. Dụng cụ đo biến dạng phải được đặt ở giữa của phần song song và trên đường tâm của mẫu thử.

### **9.6 Tốc độ thử**

Đặt tốc độ thử phù hợp với tiêu chuẩn dành riêng cho vật liệu thử tương ứng. Trong trường hợp không có thông tin về vấn đề này, tốc độ thử phải được lựa chọn từ Bảng 1 hoặc theo sự thỏa thuận giữa các bên liên quan.

Đối với phép đo modul kéo, 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 TCVN 4501 (ISO 527) tại phần liên quan đến vật liệu được thử.

Có thể cần thiết hoặc mong muốn áp dụng các tốc độ khác nhau đối với xác định modul kéo, của biểu đồ ứng suất/biến dạng lên đến điểm chảy dẻo, và của các tính chất nằm ngoài điểm chảy dẻo. Sau khi xác định các ứng suất đối với sự xác định modul kéo (lên đến ứng suất  $\varepsilon_2 = 0,25 \%$ ), có thể sử dụng mẫu thử tương tự để tiếp tục phép thử.

Có thể thích hợp hơn để dỡ mẫu thử trước khi thử nghiệm tại tốc độ khác nhau, nhưng cũng có thể chấp nhận thay đổi tốc độ mà không cần dỡ mẫu thử sau khi xác định modul kéo. Nếu thay đổi tốc độ trong khi thử, cần đảm bảo rằng sự thay đổi tốc độ xuất hiện tại ứng suất  $\varepsilon \leq 0,3 \%$ .

Đối với các mục đích thử nghiệm khác, nên sử dụng các mẫu thử riêng biệt cho các tốc độ thử khác nhau.

### **9.7 Ghi lại thông số**

Tốt hơn nên ghi lại lực và các giá trị tương ứng của việc gia tăng chiều dài đo và của khoảng cách kẹp trong suốt quá trình thử. Việc này cần ba kênh dữ liệu để thu được thông số. Nếu chỉ có sẵn hai kênh, ghi lại tín hiệu lực và tín hiệu dụng cụ đo độ giãn. Tốt hơn nên sử dụng hệ thống ghi tự động.

## 10 Tính và biểu thị kết quả

### 10.1 Ứng suất

Tính tất cả giá trị ứng suất được định nghĩa trong 3.6, bằng cách sử dụng công thức sau:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (8)$$

trong đó:

$\sigma$  là giá trị ứng suất phải tìm, tính bằng megapascal (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 milimét vuông (mm<sup>2</sup>).

Khi xác định ứng suất tại biến dạng  $x$  %,  $x$  phải được lấy từ tiêu chuẩn sản phẩm liên quan hoặc theo sự thỏa thuận giữa các bên liên quan.

### 10.2 Biến dạng

#### 10.2.1 Biến dạng xác định bằng dụng cụ đo độ giãn

Đối với vật liệu và/hoặc các điều kiện thử trong đó sự phân bố biến dạng đồng nhất là phổ biến trong mặt cắt song song của mẫu thử, nghĩa là các biến dạng trước khi và khi lên đến điểm chảy dẻo, tính tất cả các giá trị biến dạng, định nghĩa trong 3.7, bằng cách sử dụng công thức sau:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L_0}{L_0} \quad (9)$$

trong đó:

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

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

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

Để xác định các giá trị biến dạng sử dụng dụng cụ đo độ giãn tính biến dạng trung bình trên chiều dài đo. Dụng cụ này thì chính xác và hữu dụng, miễn là sự biến dạng của mẫu thử trong phạm vi chiều dài đo là đồng nhất. Nếu vật liệu bắt đầu tạo cổ thắt, sự phân bố biến dạng trở nên không đồng nhất và các biến dạng được xác định bằng dụng cụ đo độ giãn ảnh hưởng mạnh do vị trí và kích thước của vùng thắt nhỏ. Trong trường hợp như vậy, sử dụng biến dạng danh nghĩa để mô tả sự tiến triển của biến dạng sau điểm chảy dẻo.

## 10.2.2 Biến dạng danh nghĩa

### 10.2.2.1 Quy định chung

Biến dạng danh nghĩa được sử dụng khi không dùng dụng cụ đo độ giãn, ví dụ, trên mẫu thử thu nhỏ hoặc khi xác định biến dạng bằng dụng cụ đo độ giãn trở nên vô nghĩa do biến dạng co thắt (tạo cổ thắt) sau điểm chảy dẻo. Biến dạng danh nghĩa dựa trên sự gia tăng khoảng cách kẹp so với khoảng cách kẹp ban đầu. Thay vì đo khoảng cách kẹp, có thể ghi lại khoảng trượt. Khoảng trượt phải được hiệu chỉnh đối với các ảnh hưởng cho phù hợp với máy thử.

Biến dạng danh nghĩa có thể được xác định theo hai phương pháp sau đây.

### 10.2.2.2 Phương pháp A

Ghi lại khoảng cách kẹp của máy thử từ lúc bắt đầu phép thử. Tính biến dạng danh nghĩa bằng:

$$\varepsilon_t = \frac{L_t}{L} \quad (10)$$

trong đó:

- $\varepsilon_t$  là độ biến dạng danh nghĩa, tính bằng tỷ lệ không thứ nguyên hoặc phần trăm, %;
- $L$  là khoảng cách kẹp, tính bằng milimét (mm); khoảng cách kẹp được xác định trong phần liên quan của TCVN 4501 (ISO 527);
- $L_t$  là sự gia tăng khoảng cách kẹp xuất hiện từ lúc bắt đầu phép thử, tính bằng milimét (mm).

### 10.2.2.3 Phương pháp B

Sử dụng phương pháp B tốt nhất với các mẫu thử đa mục đích thể hiện điểm chảy dẻo và điểm cổ thắt, nhưng trong đó biến dạng tại điểm chảy dẻo được xác định một cách chính xác bằng dụng cụ đo độ giãn. Ghi lại khoảng cách kẹp của máy thử từ lúc bắt đầu phép thử. Tính biến dạng danh nghĩa bằng:

$$\varepsilon_t = \varepsilon_y + \frac{\Delta L_t}{L} \quad (11)$$

trong đó:

- $\varepsilon_t$  là độ biến dạng danh nghĩa, tính bằng tỷ lệ không thứ nguyên hoặc phần trăm, %;
- $\varepsilon_y$  là độ biến dạng tại điểm chảy dẻo, được tính bằng tỷ lệ không thứ nguyên hoặc phần trăm, %;
- $L$  là khoảng cách kẹp, tính bằng milimét (mm); khoảng cách kẹp được xác định trong phần liên quan của TCVN 4501 (ISO 527);
- $\Delta L_t$  là sự gia tăng khoảng cách kẹp từ điểm chảy dẻo trở đi, tính bằng milimét (mm).



### 10.3 Modul kéo

#### 10.3.1 Quy định chung

Tính modul kéo, được định nghĩa trong 3.9, bằng cách sử dụng một trong các phương pháp thay thế sau.

#### 10.3.2 Độ dốc dây cung (độ dốc đo ở đoạn thẳng ban đầu)

$$E_t = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \quad (12)$$

trong đó:

$E_t$  là modul kéo, tính bằng megapascal (MPa);

$\sigma_1$  là ứng suất được đo tại giá trị độ biến dạng  $\varepsilon_1 = 0,0005$  (0,05 %), tính bằng magapascal (MPa);

$\sigma_2$  là ứng suất được đo tại giá trị độ biến dạng  $\varepsilon_2 = 0,0025$  (0,25 %), tính bằng magapascal (MPa).

#### 10.3.3 Độ dốc hồi quy

Với thiết bị được hỗ trợ bằng máy tính, xác định modul  $E_t$  bằng cách sử dụng hai điểm ứng suất/biến dạng riêng biệt có thể được thay thế bằng quy trình hồi quy tuyến tính áp dụng trên phần đường cong giữa các điểm đề cập này.

$$E = \frac{d\sigma}{d\varepsilon} \quad (13)$$

trong đó:  $\frac{d\sigma}{d\varepsilon}$  là độ dốc của đường hồi quy tuyến tính bình phương nhỏ nhất ứng với phần đường cong ứng suất/biến dạng trong khoảng biến dạng  $0,0005 \leq \varepsilon \leq 0,0025$ , tính bằng magapascal (MPa);

### 10.4 Hệ số Poisson

Vẽ đồ thị chiều rộng hoặc chiều dày của mẫu thử là hàm số của chiều dài của phần đo được đối với phần đường cong ứng suất/biến dạng trước điểm chảy dẻo, nếu có, và không bao gồm các phần ảnh hưởng bởi các thay đổi trong tốc độ thử.

Xác định độ dốc  $\Delta n/\Delta L_0$  của thay đổi theo chiều rộng (chiều dày) ứng với đường cong thay đổi theo chiều dài đo. Độ dốc này phải được tính bằng cách sử dụng phân tích bình phương nhỏ nhất hồi quy tuyến tính giữa hai giới hạn, tốt nhất là sau vùng modul và thay đổi tốc độ tiếp theo, nếu áp dụng, đó là trong phần tuyến tính của đường cong này. Hệ số Poisson được xác định từ công thức sau:

$$\mu = -\frac{\Delta\varepsilon_n}{\Delta\varepsilon_1} = -\frac{L_0}{n_0} \times \frac{\Delta n}{\Delta L_0} \quad (14)$$

trong đó:

$\mu$  là hệ số Poisson, không thứ nguyên;

$\Delta\varepsilon_n$  là sự giảm biến dạng theo hướng ngang đã chọn, khi biến dạng dọc tăng, tính bằng tỷ số không thứ nguyên hoặc phần trăm (%);

$\Delta\varepsilon_1$  là sự tăng biến dạng theo hướng dọc, được tính bằng tỷ số không thứ nguyên hoặc phần trăm (%);

$L_0, n_0$  là chiều dài đo ban đầu tương ứng theo hướng dọc và hướng ngang, tính bằng milimét (mm);

$\Delta n$  là sự giảm chiều dài đo của mẫu thử theo hướng ngang:  $n = b$  (chiều rộng) hoặc  $n = h$  (chiều dày), tính bằng milimét (mm);

$\Delta L_0$  là sự tăng tương ứng của chiều dài đo hướng dọc, tính bằng milimét (mm).

Hệ số Poisson được biểu thị là  $\mu_b$  (hướng chiều rộng) hoặc  $\mu_h$  (hướng chiều dày) theo trục liên quan.

Nên xác định hệ số Poisson tại ứng suất cao hơn, theo dải ứng suất  $0,3\% \leq \varepsilon < \varepsilon_y$  (xem Phụ lục B).

Giá trị của vùng đánh giá được xác định từ độ dốc  $\Delta n$  ứng với  $\Delta L_0$ , (thay đổi kích thước theo hướng ngang ứng với thay đổi kích thước theo hướng dọc). Hệ số Poisson được xác định từ độ dốc của phần tuyến tính của độ dốc này.

CHÚ THÍCH: Chất dẻo là vật liệu nhớt dẻo. Như vậy, hệ số Poisson phụ thuộc vào dải ứng suất khi nó được xác định. Do đó, chiều rộng (chiều dày) là một hàm số chiều dài có thể không là đường thẳng.

## 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 chữ số có ý nghĩa

Tính các ứng suất và modul đến ba chữ số có nghĩa. Tính các biến dạng và hệ số Poisson đến hai chữ số có nghĩa.

## 11 Độ chụm

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

## 12 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải bao gồm các thông tin sau:

- a) viện dẫn phần liên quan của bộ TCVN 4501 (ISO 527);
- b) tất cả thông số cần thiết cho việc nhận dạng vật liệu được thử, bao gồm chủng loại, nguồn, mã số nhà sản xuất và nguồn gốc;
- c) mô tả bản chất và hình dạng của vật liệu nếu đó là sản phẩm, bán sản phẩm, tấm thử hay mẫu thử. Phải bao gồm kích thước chủ yếu, hình dạng, phương pháp sản xuất, chuỗi các lớp và bất kỳ việc xử lý sơ bộ nào;
- d) kiểu mẫu thử, chiều rộng và chiều dày của mặt cắt song song, bao gồm giá trị trung bình, nhỏ nhất và lớn nhất;
- 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 ở trong 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;
- i) độ chính xác của máy thử và dụng cụ đo độ giãn (xem ISO 7500-1, ISO 9513 và 5.1.5);
- j) loại thiết bị đo độ giãn dài hoặc biến dạng và chiều dài đo  $L_0$ ;
- k) loại thiết bị kẹp, khoảng cách kẹp  $L$ ;
- l) tốc độ thử;
- m) các kết quả thử riêng biệt của các tính chất được định nghĩa trong Điều 3;
- 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)

### Xác định biến dạng tại điểm chảy dẻo

Lịch sử, xác định biến dạng tại điểm chảy dẻo bằng cách vẽ một tiếp tuyến ngang với đường cong ứng suất-biến dạng được ghi lại liên tục. Với sự hỗ trợ của các máy thử được kiểm soát bằng máy vi tính, sự đánh giá đường cong ứng suất/biến dạng phải sử dụng một bộ các điểm dữ liệu rời rạc lấy mẫu phù hợp với các tính chất về ghi chép điện tử. Do độ nhiễu tín hiệu (điện tử cũng như cơ học), nên các dữ liệu thường bị tản mát trong bộ thông số có sẵn và điều này phải được tính đến khi nhận được các tính chất.

Đối với sự xác định điểm chảy dẻo, các hạng mục sau là quan trọng:

- Vật liệu chất dẻo cho thấy dải rộng của đặc tính ứng suất/biến dạng khác nhau. Vùng điểm chảy dẻo có thể là một đỉnh hẹp (ví dụ đối với ASA) hoặc một dải rộng (ví dụ POM, ảm PA6).
- Xác định biến dạng tại điểm chảy dẻo bao gồm việc nhận dạng các điểm thông số cao nhất trong phạm vi vùng chảy dẻo (điều kiện cần thiết).
- Tuy nhiên, điểm được lựa chọn phải có đầy đủ ý nghĩa: Độ nhiễu tín hiệu có thể gây ra sự lựa chọn các điểm không thích hợp.
- Điểm này phải cho phép đưa ra các quyết định thiết kế có ý nghĩa. Ví dụ, đối với vật liệu cho thấy dải chảy dẻo, giới hạn thiết kế hữu ích nên gần với điểm bắt đầu của nó hơn là ở trung tâm.

Xác định các điểm như vậy từ các thông số kỹ thuật số có thể được thực hiện bằng các phương pháp khác nhau:

- So sánh điểm với điểm đối với giá trị tối đa. Đây là một quy trình đơn giản, nhưng cần phải kiểm tra bổ sung để tránh việc lựa chọn sai do nhiễu. Ví dụ: điều này có thể liên quan đến việc sử dụng một khoảng thời gian đánh giá chuyển dịch, độ rộng của nó sẽ phụ thuộc vào sai số hệ thống. Độ rộng trong trường hợp này có nghĩa là ảnh hưởng kết hợp của ứng xử vật liệu và kinh nghiệm cài đặt.
- Phương pháp độ dốc: Đây là phương pháp liên quan đến số lượng tính toán cao hơn, nhưng khả thi trong phạm vi khả năng tính toán được cung cấp bởi các máy tính hiện nay. Tiêu chí độ dốc cũng liên quan đến khoảng thời gian đánh giá chuyển dịch trong đó độ dốc hồi quy của đường cong ứng suất/biến dạng được tính. Phương pháp này có ảnh hưởng mịn/lọc và giảm đáng kể tiếng ồn. Ngoài ra, tiêu chí phải được xác định đối với độ dốc biểu thị tìm thấy điểm chảy dẻo, ví dụ:

- Điểm trung tâm của khoảng đánh giá đối với độ dốc trở thành âm trong thời gian đầu tiên.
- Điểm trung tâm của khoảng đánh giá đối với độ dốc đạt được một số giới hạn giá trị dương trong thời gian đầu tiên. Dự thảo làm việc trong phiên bản trước của ISO 527-1 đề nghị tiêu chí như sau, áp dụng đối với điểm trung tâm của khoảng chuyển dịch, đối với độ dốc bằng hoặc nhỏ hơn giá trị ứng suất tại điểm này:

$$\varepsilon_y = \varepsilon \left[ \frac{d\sigma}{d\varepsilon} \leq \sigma \right] \quad (\text{A.1})$$

- Lợi ích của tiêu chí như vậy để nhận dạng chỉ những biến dạng chảy dẻo như vậy là gần với sự thay đổi độ dốc lớn đầu tiên của đường cong ứng suất/biến dạng. Tuy nhiên, giá trị biến dạng chảy dẻo phải nhỏ hơn các phương pháp hiện tại. Phương pháp này không hữu ích đối với các đỉnh chảy dẻo rộng.
- cũng đối với phương pháp độ dốc, chiều rộng chính xác của khoảng thời gian đánh giá lại là hệ thống phụ thuộc và việc nhận dạng nó yêu cầu người sử dụng có sự hiểu biết kỹ về phương pháp thử và vật liệu.

Các ví dụ này cho thấy có nhiều cách để xác định biến dạng tại điểm chảy dẻo. Việc lựa chọn và áp đặt một trong các cách vì lợi ích các kết quả thử, về nguyên tắc là có thể nhưng việc xem xét các máy hiện có và các gói phần mềm khác nhau cho thấy đây sẽ là một cố gắng vô ích.

Một giải pháp có thể là một hệ thống đánh giá xác nhận. Hệ thống đánh giá xác nhận này liên quan đến các bộ thông số đối chứng (đường cong ứng suất/biến dạng) trong đó các tính chất liên quan đã được đồng thuận bởi các chuyên gia. Các bộ thông số này có thể được đưa vào bất kỳ phần mềm đánh giá nào và được sử dụng để kiểm tra nếu theo các thông số đó, phần mềm sẽ trả lại “giá trị chính xác”. Hệ thống này đảm bảo so sánh các kết quả thử trong khi cho phép các quy trình đánh giá khác nhau.

Hệ thống tương tự đối với thử nghiệm kéo kim loại đã được làm ra. Thông tin thêm về điều này có thể tìm thấy trong:

<http://www.npl.co.uk.server.php?show=ConWebDoc.2886>.

Để ước tính chiều rộng của khoảng biến dạng, sử dụng các công thức sau:

$$n = f\Delta t = f \frac{\Delta\varepsilon}{\dot{\varepsilon}}$$

$$\Delta\varepsilon = \dot{\varepsilon} \frac{n}{f} = \frac{v}{60L} \frac{n60Lr}{vL_0} = \frac{nr}{L_0} \quad (\text{A.2})$$

trong đó:

$n$  là số lượng các điểm thông số;

$f$  là tốc độ thông số của máy, xem Công thức (1), tính bằng  $s^{-1}$ ;

$\Delta\varepsilon$  là khoảng biến dạng;

$\dot{\varepsilon}$  là tốc độ biến dạng, tính bằng  $s^{-1}$ ;

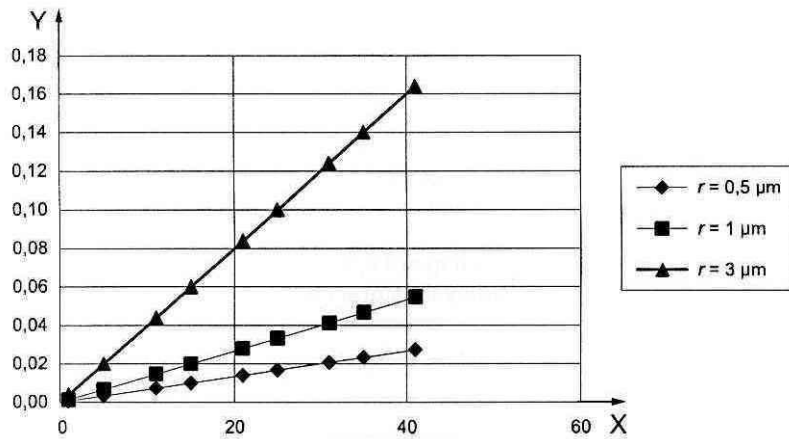
$v$  là tốc độ má kẹp, tính bằng mm/min;

$L$  khoảng cách kẹp, tính bằng mm;

$L_0$  là chiều dài đo, tính bằng mm;

$r$  là độ phân giải, tính bằng mm.

Khoảng biến dạng theo Công thức (A.2) được nêu trong Hình A.1 là hàm số của số lượng các điểm thông số với độ phân giải  $r$  như một tham số.



**CHÚ DẪN:**

X số lượng các điểm thông số

y khoảng biến dạng, %

**Hình A.1 – Khoảng biến dạng theo Công thức (A.2)**

**Phụ lục B**

(tham khảo)

**Độ chính xác của dụng cụ đo độ giãn để xác định hệ số Poisson**

Không có khuyến cáo để xác định hệ số Poisson trong vùng biến dạng được sử dụng để xác định modul.

Trong vùng modul, độ giãn dài của chiều dài đo được xác định chính xác đến 1 %, nghĩa là: sử dụng mẫu thử đo mục đích, dụng cụ đo độ giãn có khả năng độ giãn dài đến phạm vi 1,5  $\mu\text{m}$  (xem 5.1.5 và Hình 2) khi sử dụng chiều dài đo bằng 75 mm. Giả định hệ số Poisson bằng 0,4, là điển hình cho hầu hết nhựa nhiệt dẻo, và chiều dài đo bằng 75 mm, chiều dài gia tăng của phần đo bằng 150  $\mu\text{m}$  trong khi chiều rộng giảm 8  $\mu\text{m}$ . Để có một vài độ chính xác tương đối bằng 1 % như đối với hướng độ giãn dài dọc trục, hệ thống đo để xác định biến dạng ngang cần có khả năng đo trong phạm vi 0,1  $\mu\text{m}$ , đây là điều kiện khác nghiệt.

Giả định rằng hệ số Poisson được xác định trong dải  $0,3 \% < \varepsilon < 1,5 \%$ , độ giảm chiều rộng sẽ bằng 50  $\mu\text{m}$ , yêu cầu độ phân giải bằng 0,5  $\mu\text{m}$ , đối với 1% độ chính xác khi co hẹp bên.

## Phụ lục C

(qui định)

### Yêu cầu hiệu chuẩn đối với xác định modul kéo

#### C.1 Yêu cầu chung

Yêu cầu chung đối với kiểm tra xác nhận dụng cụ đo độ giãn được mô tả trong 5.1.5. Nếu dụng cụ được dự định để thực hiện đo modul kéo  $E_t$ , dụng cụ đo độ giãn phải thỏa mãn thêm yêu cầu nghiêm ngặt hơn về độ chính xác. Phụ lục này qui định các quy trình sử dụng và yêu cầu tiến hành hiệu chuẩn thiết bị đối với kiểm tra xác nhận dụng cụ đo độ giãn đáp ứng yêu cầu bổ sung về độ chính xác này.

CHÚ THÍCH: Tất cả các viện dẫn đến các đoạn cụ thể đề cập trong ISO 9513:1999. Phiên bản mới hơn có thể có bố cục thay đổi.

#### C.2 Quy trình hiệu chuẩn

##### C.2.1 Yêu cầu chung

Hy vọng kiểm tra xác nhận bổ sung sẽ được thực hiện cùng thời điểm như kiểm tra xác nhận với ISO 9513; tuy nhiên, kiểm tra xác nhận có thể được thực hiện độc lập. Nếu không có qui định khác, các điều kiện hiệu chuẩn phải tương tự nhau như qui định trong ISO 9513.

Thực hiện quy trình qui định trong 5.5.1 của ISO 9513:1999 để chuẩn bị hệ thống cho kiểm tra xác nhận.

Theo quy trình qui định trong 5.5.2 của ISO 9513:1999, sử dụng hai phép đo bổ sung, theo hướng chuyển dịch tăng tương ứng với 0,05 % và 0,25 % của chiều dài đo yêu cầu (xem Bảng B.1 của ISO 9513:1999). Giá trị trung bình của chênh lệch giữa hai số đọc từ hai phép đo sau đó phải được so sánh với chênh lệch về các khoảng dịch chuyển được áp dụng. Để phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn này, sai số tương đối giữa khoảng dịch chuyển được áp dụng và khoảng dịch chuyển được chỉ thị phải nhỏ hơn hoặc bằng  $\pm 1$  % của khoảng dịch chuyển đối với các chiều dài đo bằng hoặc lớn hơn 50 mm, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng  $\pm 1$   $\mu\text{m}$  đối với chiều dài đo nhỏ hơn 50 mm.



**Bảng C.1 – Yêu cầu độ chính xác đối với dụng cụ đo độ giãn**

Chiều dài đo mm	Khoảng dịch chuyển đầu tiên $\mu\text{m}$	Khoảng dịch chuyển thứ hai $\mu\text{m}$	Thay đổi khoảng dịch chuyển $\mu\text{m}$	Yêu cầu độ chính xác (xem 5.1.5) $\pm\mu\text{m}$
75	37,5	187,5	150	1,5
50	25	125	100	1
25	12,5	62,5	50	1
20	10	50	40	1

CHÚ THÍCH: Giới hạn sai số dụng cụ đo độ giãn áp dụng đối với sự thay đổi về số đọc giữa khoảng dịch chuyển thứ nhất và thứ hai.

Vì có sự khác nhau khi đạt được tính năng yêu cầu của dụng cụ đo độ giãn tại chiều dài đo dưới 50 mm, khuyến cáo các phép đo modul nên thực hiện trên mẫu thử có chiều dài đo bằng 50 mm và lớn hơn.

### C.2.2 Yêu cầu độ chính xác của dụng cụ hiệu chuẩn

Dụng cụ hiệu chuẩn phải phù hợp với yêu cầu qui định trong ISO 9513, Bảng 2, đối với loại 0,2.

### C.2.3 Báo cáo hiệu chuẩn

Báo cáo hiệu chuẩn phải bao gồm các thông tin sau:

- viện dẫn tiêu chuẩn này (nghĩa là: TCVN 4501-1:2014 (ISO 527-1:2012), Phụ lục C);
- tên và địa chỉ của người sở hữu hệ thống dụng cụ đo độ giãn dài;
- tất cả các thông tin khác cần thiết được báo cáo trong ISO 9513;
- kết quả hiệu chuẩn.

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] ISO 249-1:1996, *Plastics – Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials – Part 1: General principles, and moulding of multipurpose and bar test specimens* (Chất dẻo – Ép phun mẫu thử bằng vật liệu nhựa nhiệt dẻo – Phần 1: Nguyên tắc chung và đúc mẫu thử đa mục đích và dạng thanh).
- [2] ISO 1926, *Rigid cellular plastics – Determination of tensile properties* (Chất dẻo xốp cứng – Xác định tính chất kéo).
- [3] ASTM D 638, *Standard test method for tensile properties of plastics* (Tiêu chuẩn phương pháp thử các tính chất của chất dẻo).
-