

**TCVN 10156-6:2013  
ISO 22088-6:2006**

Xuất bản lần 1

**CHẤT DẸO – XÁC ĐỊNH ĐỘ BỀN CHỐNG RẠN NỨT  
DO ỨNG SUẤT MÔI TRƯỜNG (ESC) –  
PHẦN 6: PHƯƠNG PHÁP TỐC ĐỘ BIẾN DẠNG CHẬM**

*Plastics – Determination of resistance to environmental stress cracking (ESC) –  
Part 6: Slow strain rate method*

**Mục lục**

	Trang
Lời nói đầu .....	4
1 Phạm vi áp dụng .....	5
2 Tài liệu viện dẫn .....	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa .....	6
4 Nguyên lý .....	8
5 Thiết bị, dụng cụ .....	9
6 Ôn định và các điều kiện thử nghiệm .....	10
6.1 Ôn định .....	10
6.2 Nhiệt độ thử nghiệm .....	10
6.3 Môi trường thử nghiệm .....	10
7 Mẫu thử .....	10
8 Cách tiến hành .....	11
9 Biểu thị kết quả .....	12
10 Báo cáo thử nghiệm .....	12
Phụ lục A (Quy định) Tính toán biến dạng từ sự dịch chuyển của đầu trượt .....	14
Thư mục tài liệu tham khảo .....	15

## **Lời nói đầu**

**TCVN 10156-6:2013** hoàn toàn tương đương ISO 22088-6:2006.

**TCVN 10156-6:2013** 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 10156 (ISO 22088) *Chất dẻo – Xác định độ bền chống rạn nứt do ứng suất môi trường (ESC)*, bao gồm các tiêu chuẩn sau:

- TCVN 10156-1 (ISO 22088-1), Phần 1: *Hướng dẫn chung*
- TCVN 10156-2 (ISO 22088-2), Phần 2: *Phương pháp lực kéo không đối*
- TCVN 10156-3 (ISO 22088-3), Phần 3: *Phương pháp uốn cong*
- TCVN 10156-4 (ISO 22088-4), Phần 4: *Phương pháp ấn bi hoặc kim*
- TCVN 10156-5 (ISO 22088-5), Phần 5: *Phương pháp biến dạng kéo không đối*
- TCVN 10156-6 (ISO 22088-6), Phần 6: *Phương pháp tốc độ biến dạng chậm*

## Chất dẻo – Xác định độ bền chống rạn nứt do ứng suất môi trường (ESC) –

### Phần 6: Phương pháp tốc độ biến dạng chậm

*Plastics – Determination of resistance to environmental stress cracking (ESC) –  
Part 6: Slow strain rate method*

#### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này mô tả qui trình để đánh giá độ nhạy rạn nứt do ứng suất môi trường (ESC) của các vật liệu polyme trong các môi trường hóa chất bằng cách tăng chậm biến dạng tác động vào mẫu thử kéo ở tốc độ không đổi.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các mẫu thử được chuẩn bị bằng cách đúc và/hoặc gia công bằng máy và có thể được sử dụng để đánh giá độ nhạy ESC tương đối của vật liệu phơi nhiễm với các môi trường khác nhau hoặc độ nhạy ESC tương đối của các chất dẻo khác nhau được phơi nhiễm với môi trường cụ thể.

Tiêu chuẩn này chủ yếu để phân loại và không có mục đích cung cấp dữ liệu cho thiết kế.

So với các phương pháp thử được mô tả trong các TCVN 10156-2 (ISO 22088-2) đến TCVN 10156-5 (ISO 22088-5) thì ưu điểm về nguyên lý của phép thử này là nhanh và đồng thời độ nhạy ESC đối với một hệ polyme/môi trường nhất định có thể đánh giá được.

#### 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 4501-2 (ISO 527-2), *Chất dẻo – Xác định tính chất kéo – Phần 2: Điều kiện thử nghiệm đối với chất dẻo đúc và đùn*

TCVN 10156-1:2013 (ISO 22088-1:2006), *Chất dẻo – Xác định độ bền chống rạn nứt do ứng suất môi trường (ESC) – Phần 1: Hướng dẫn chung*

### **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

Trong tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau đây:

#### **3.1**

**Sự dịch chuyển của đầu trượt (crosshead displacement)**

**CHD**

Khoảng cách các đầu trượt di chuyển được từ khi thử nghiệm bắt đầu.

#### **3.2**

**Tốc độ đầu trượt (crosshead speed)**

**CHS**

Khoảng cách đầu trượt đi được, CHD, chia cho thời gian từ khi thử nghiệm bắt đầu.

#### **3.3**

**Chiều dài của đoạn có cạnh song song của mẫu (length of parallel-sided section of specimen)**

$l_1$

Chiều dài của đoạn hẹp có cạnh song song ở giữa mẫu (xem Hình 1).

#### **3.4**

**Diện tích của đoạn có cạnh song song (area of parallel-sided section)**

$A_1$

Diện tích mặt cắt ngang của đoạn hẹp có cạnh song song của mẫu (xem Hình 1).

#### **3.5**

**Chiều dài đoạn được vê côn (length of tapered region)**

$l_2$

Chiều dài toàn bộ của đoạn được vê côn/có cạnh không song song tại một đầu của mẫu (xem Hình 1).

#### **3.6**

**Gia tăng chiều dài (length increment)**

$\Delta l_2$

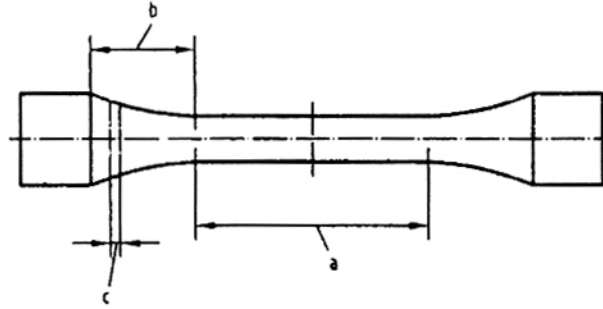
Chiều dài của các đoạn mà các đoạn được vê côn/có cạnh không song song được chia ra để tính chiều dài đo hữu dụng (xem Hình 1).

#### **3.7**

**Diện tích đoạn gia tăng trong đoạn được vê côn (area of incremental section in tapered section)**

$A_2$

Diện tích mặt cắt ngang trung bình của một trong các đoạn gia tăng mà các đoạn được vẽ côn/có cạnh không song song của mẫu được chia ra (xem Hình 1).



### CHÚ DẪN

- <sup>a</sup> Đoạn hẹp có cạnh song song của mẫu, chiều dài  $l_1$  và diện tích mặt cắt ngang  $A_1$
- <sup>b</sup> Đoạn mẫu được vẽ côn/có cạnh không song song, chiều dài  $l_2$ .
- <sup>c</sup> Các đoạn gia tăng (không quá 1 mm theo chiều dài) mà đoạn được vẽ côn được chia ra, chiều dài  $\Delta l_2$  và diện tích mặt cắt ngang  $A_2$ .

Hình 1 – Sơ đồ mẫu thể hiện các kích thước thích hợp

### 3.8

#### Chiều dài đo hữu dụng (effective gauge length)

$l_0$

Chiều dài của mẫu khi biến dạng, bao gồm cả đoạn hẹp có cạnh song song và các đoạn được vẽ côn tại mỗi đầu của mẫu.

CHÚ THÍCH: Các má kẹp được giả định là kẹp cho đến nơi đoạn mẫu bắt đầu được vẽ côn. Nếu mẫu được kẹp lùi lại, cần phải hiệu chỉnh cho chuyển dịch trong đoạn mẫu có cạnh song song rộng hơn. Chiều dài đo hữu dụng tính theo công thức:

$$l_0 = \left( l_1 + 2A_1 \sum \frac{\Delta l_2}{A_2} \right)$$

### 3.9

#### Ứng suất (stress)

$\sigma$

Lực đo được bằng cảm biến tải trọng chia cho diện tích ban đầu của mặt cắt ngang,  $A_1$ .

### 3.10

#### Biến dạng (strain)

$\varepsilon$

Khoảng cách chuyển dịch của đầu trượt trong thử nghiệm  $d$ , chia cho chiều dài đo hữu dụng,  $l_0$  (xem Phụ lục A).

## 3.11

## Tốc độ biến dạng (strain rate)

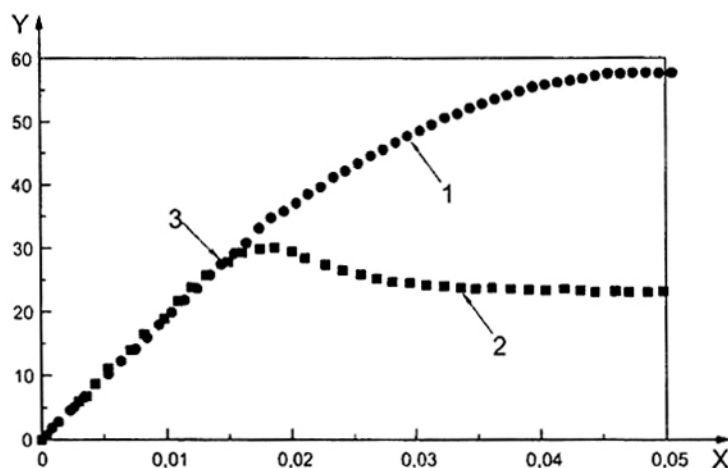
 $\dot{\epsilon}$ 

Biến dạng,  $\epsilon$ , trong mẫu thử chia cho thời gian từ khi thử nghiệm bắt đầu.

## 4 Nguyên lý

Thử nghiệm bao gồm cho mẫu chịu biến dạng gia tăng với tốc độ sự dịch chuyển của đầu trượt không đổi trong khi phơi nhiễm với môi trường quy định. Các thử nghiệm được tiến hành dưới sức căng ở các tốc độ biến dạng tương đối chậm để gia tăng ảnh hưởng của môi trường thử nghiệm lên mẫu. Sự phát triển của các vết rạn gây ra biến dạng xảy ra cục bộ tại các vết rạn do vậy ứng suất bị giảm đi so với môi trường trơ.

Mục đích của thử nghiệm là để nhận biết sự xuất hiện vết rạn, vị trí của đường cong ứng suất-biến dạng trong môi trường thử nghiệm tách khỏi vị trí của đường cong ứng suất-biến dạng trong môi trường không khí (xem Hình 2). Ứng suất ban đầu hoặc biến dạng ban đầu có khuynh hướng lặp lại cao và là thông số có tính tái lập, nhưng thời gian đến lúc phá hủy mẫu, nếu mẫu thực sự phá hủy trong khoảng chuyển dịch của máy, có thể biến đổi rất cao và không cung cấp một cơ sở hữu dụng để phân loại tính năng của chất dẻo phơi nhiễm với các chất lỏng khác nhau.



## CHÚ DẪN

X biến dạng

Y ứng suất (MPa)

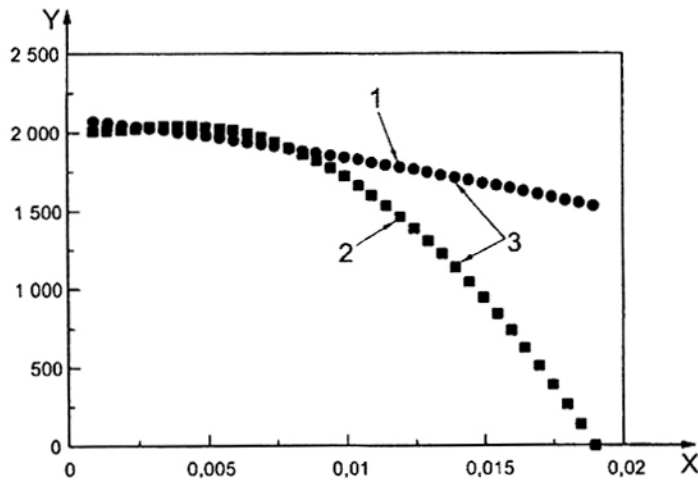
1 mẫu được thử nghiệm trong không khí

2 mẫu được thử nghiệm trong môi trường thử nghiệm

3 điểm lệch

Hình 2 – Đồ thị ứng suất-biến dạng điển hình, biểu thị đặc trưng độ lệch về ứng suất-biến dạng đối với vật liệu được phơi nhiễm trong không khí và trong môi trường thử nghiệm

Định nghĩa về độ lệch phụ thuộc vào góc độ mà các đường cong ứng suất-biến dạng được xem xét và mức độ “nhiều” của các thông số. Để tránh sự phán xét chủ quan, và dựa trên các phép đo bao quát trong phạm vi rộng các cặp chất dẻo-chất lỏng<sup>[1] đến [4]</sup>, độ lệch được định nghĩa là xảy ra khi đạo hàm của đường cong ứng suất-biến dạng (xem 9.3) nhận được trong môi trường thử nghiệm rơi vào 75 % đạo hàm của đường cong nhận được trong không khí. Định nghĩa này được cho là chuẩn hơn đối với các hệ có sự tăng độ cứng ban đầu do môi trường phơi nhiễm gây ra (xem Hình 3).



### CHÚ DẪN

- X    biến dạng
- Y    tang môđun (MPa)
- 1    mẫu được thử nghiệm trong không khí
- 2    mẫu được thử nghiệm trong môi trường thử nghiệm
- 3    điểm lệch

**Hình 3 — Đồ thị diễn hình thể hiện tang môđun của các đường cong ứng suất-biến dạng là hàm số của biến dạng (độ lệch được định nghĩa là điểm mà tại đó đạo hàm của đường cong nhận được trong môi trường thử nghiệm rơi vào 75 % đạo hàm của đường cong nhận được trong không khí)**

## 5 Thiết bị, dụng cụ

**5.1 Máy thử nghiệm kéo**, có khả năng tạo ra tốc độ chuyển dịch không đổi, có khả năng lặp lại  $\pm 2\%$ . Tốc độ biến dạng ban đầu hiện được sử dụng thông dụng nhất trong thử nghiệm tốc độ biến dạng chậm cho chất dẻo là  $9 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ . Cần phải cẩn thận để bảo đảm rằng thiết bị chỉ tác động lên mẫu lực song song với trục dọc của chúng và không có các lực uốn hoặc xoắn.



## **TCVN 10156-6:2013**

Tài phải được đo bằng cảm biến tải trọng chính xác đến 1 % và sự dịch chuyển của đầu trượt phải được đo bằng bộ cảm biến chuyển dịch chính xác đến 0,4 %.

Tài và sự chuyển dịch phải được ghi lại trong suốt thử nghiệm, tại các khoảng thời gian không quá 10 min, sử dụng máy ghi dữ liệu.

**5.2 Má kẹp có mặt tiếp xúc dạng sóng**, để kẹp các mẫu sao cho không bị trượt trong thử nghiệm.

**5.3 Mẫu và các má kẹp** được đóng kín trong **buồng thử nghiệm**, buồng này phải trơ để không có ảnh hưởng đến chất lỏng thử nghiệm và do vậy không có ảnh hưởng đến các kết quả.

## **6 Ổn định và các điều kiện thử nghiệm**

### **6.1 Ổn định**

Các mẫu phải được lưu giữ dưới các điều kiện được kiểm soát trong ít nhất 24 h ở  $(23 \pm 2)$  °C và độ ẩm tương đối  $(50 \pm 10)$  %, trừ khi có thỏa thuận khác giữa các bên có liên quan.

### **6.2 Nhiệt độ thử nghiệm**

Nhiệt độ phải được duy trì ở  $(23 \pm 2)$  °C, trừ khi có thỏa thuận khác giữa các bên có liên quan.

### **6.3 Môi trường thử nghiệm**

Môi trường thử nghiệm được sử dụng phải đại diện cho môi trường được sử dụng trong thực tế hoặc được chuẩn bị từ các hóa chất tinh khiết phân tích.

## **7 Mẫu thử**

**7.1** Các mẫu thử phải được chuẩn bị với các kích thước được quy định cho các mẫu thử kéo loại 1BA theo TCVN 4501-2 (ISO 527-2), nếu không có các lý do đặc biệt để dùng kích thước khác.

**7.2** Các cạnh của mẫu được gia công phải mài khô cẩn thận bằng giấy ráp 400 grit, 600 grit, 800 grit và 1 200 grit, trừ khi có thỏa thuận khác giữa các bên có liên quan.

**7.3** Trước khi thử nghiệm, các mẫu phải được làm sạch trong bồn siêu âm với nước cất trong 1 min và sau đó lau khô nhẹ nhàng bằng giấy lau.

7.4 Các mẫu phải được kiểm tra trực quan sự hiện diện của phá hủy trước khi được sử dụng. Nếu có phá hủy, như nhìn thấy các vết xước hoặc dính mặt, mẫu không được sử dụng nếu bề mặt không được mài lại.

7.5 Đo chiều rộng và chiều dày của đoạn mẫu đo có cạnh song song bằng cách sử dụng micrometer hoặc kính hiển vi cầm tay chính xác đến  $\pm 0,025$  mm. Lấy ba số đo dọc theo chiều dài đo và sử dụng các giá trị chiều dày và chiều rộng nhỏ nhất để tính diện tích mặt cắt theo trục dọc của mẫu.

## 8 Cách tiến hành

8.1 Cài đặt tốc độ đầu trượt trên máy thử nghiệm kéo để thu được tốc độ biến dạng cần thiết trong mẫu thử. Tốc độ biến dạng ban đầu đang sử dụng thông dụng nhất trong thử nghiệm tốc độ biến dạng chậm của chất dẻo là  $9 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ .

8.2 Tốc độ đầu trượt cần thiết (CHS) được tính như sau:

$$\text{CHS} = \dot{\epsilon} l_0$$

trong đó

$\dot{\epsilon}$  là tốc độ biến dạng;

$l_0$  là chiều dài đo theo quy định tại Phụ lục A.

8.3 Lắp mẫu vào các má kẹp của máy thử nghiệm kéo, bảo đảm rằng mẫu được căn chỉnh theo trục và được nằm kín hoàn toàn trong buồng đựng môi trường.

8.4 Tác động nhanh (< 30 s) tải lực nhỏ (< 100 N) lên mẫu chỉ đủ để loại bỏ độ rơ trong máy.

8.5 Điền đầy buồng đựng môi trường bằng hoá chất cần nghiên cứu để ngâm mẫu.

8.6 Ghi lại tải lực và chuyển dịch ban đầu, sau đó bật máy ghi dữ liệu.

8.7 Khởi động mô-tơ kéo trên máy thử nghiệm kéo.

8.8 Để thử nghiệm vận hành cho đến khi mẫu sự đứt hoặc thắt hẹp lại.

8.9 Kiểm tra mẫu để bảo đảm rằng mẫu không bị trượt hoặc vỡ trong các má kẹp. Nếu có xảy ra trượt hoặc đứt trong các má kẹp, ghi lại điều đó và hủy bỏ các kết quả.

8.10 Tiến hành ít nhất một thử nghiệm lặp lại, trừ khi có thỏa thuận khác giữa các bên có liên quan.

**8.11** Để có dữ liệu đối chứng, tiến hành thử nghiệm trong không khí theo cùng cách như trong môi trường thử nghiệm. Nếu không có chỉ định khác được thỏa thuận giữa các bên có liên quan, độ ẩm tương đối của không khí phải là  $(50 \pm 10) \%$ .

## **9 Biểu thị kết quả**

**9.1** Độ lệch ứng suất được xác định bằng cách so sánh đường cong ứng suất-biến dạng trong môi trường với đường cong ứng suất-biến dạng trong không khí.

**9.2** Khớp cả hai đường cong ứng suất-biến dạng vào phương trình đa thức bậc ba vào pic của ứng suất. Nếu hệ số tương quan,  $R^2$ , là  $< 0,99$ , thì sử dụng đa thức bậc cao hơn. Đó là phương pháp thích hợp để khớp dữ liệu:

$$\sigma = b\varepsilon + c\varepsilon^2 + d\varepsilon^3$$

**9.3** Xác định đạo hàm để thu được tang môđun của mỗi đa thức với mỗi ứng suất:

$$\frac{d\sigma}{d\varepsilon} = b + 2c\varepsilon + 3d\varepsilon^2$$

**9.4** Chia các đạo hàm (tang các môđun) nhận được từ thử nghiệm tiến hành trong môi trường hóa chất cho các đạo hàm nhận được trong không khí với mỗi mức ứng suất. Độ lệch ứng suất như vậy được định nghĩa là ứng suất mà tại đó giá trị này bằng 0,75.

$$\left(\frac{d\sigma}{d\varepsilon}\right)_{\text{chem}} / \left(\frac{d\sigma}{d\varepsilon}\right)_{\text{air}} = 0,75$$

**9.5** Ghi giá trị của độ lệch ứng suất và tất cả các hệ số nhận được cho đa thức khớp với dữ liệu.

**9.6** Tính xâm thực của các chất lỏng hoặc các sự kết hợp của các chất lỏng với polyme có thể được so sánh bằng cách chuẩn hóa giá trị của độ lệch ứng suất tương đối với ứng suất tối đa trong không khí để thu được chỉ số ESC:

$$\text{Chỉ số ESC} = \frac{\text{Độ lệch ứng suất trong môi trường}}{\text{Ứng suất tối đa trong không khí}}$$

## **10 Báo cáo thử nghiệm**

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

- a) mô tả đầy đủ về vật liệu thử nghiệm mà các mẫu được chế tạo, bao gồm cả thành phần, lịch sử chế tạo/sử dụng và loại sản phẩm;
- b) hướng, loại và kích cỡ của các mẫu thử và cách xử lý bề mặt của chúng;
- c) môi trường thử nghiệm được sử dụng, bao gồm cả thành phần hóa học của chúng, nhiệt độ và áp suất nếu có;
- d) các điều kiện thử nghiệm, bao gồm cả tốc độ biến dạng và tải lực ban đầu và biến dạng tác động vào mẫu;
- e) các kết quả thử nghiệm riêng biệt và giá trị trung bình số học của chúng;
- f) ngày thử nghiệm.

**Phụ lục A**

(Quy định)

**Tính toán biến dạng từ sự dịch chuyển của đầu trượt**

**A.1** Giả thiết rằng sự dịch chuyển của đầu trượt hoàn toàn tương ứng với biến dạng của mẫu, biến dạng được xác định bằng cách đánh giá độ dãn của mỗi phần tử của vật liệu giữa các má kẹp. Biến dạng được tính theo chiều dài đo theo công thức:

$$\varepsilon = \text{CHD} / \left( l_1 + 2A_1 \sum \frac{\Delta l_2}{A_2} \right)$$

trong đó

CHD là sự dịch chuyển đo được của đầu trượt;

$l_1$  và  $A_1$  lần lượt là chiều dài và diện tích mặt cắt ngang của đoạn mẫu có cạnh song song;

$\Delta l_2$  là chiều dài gia tăng của đoạn được vẽ côn/có cạnh không song song từ chiều dài toàn bộ  $l_2$  (chỉ một đầu);

$A_2$  là diện tích mặt cắt ngang của đoạn gia tăng trong đoạn được vẽ côn.

Các gia tăng  $\Delta l_2$  không được lớn hơn 1 mm theo chiều dài. Sơ đồ của mẫu được thể hiện trong Hình 1.

**A.2** Chiều dài đo hữu dụng,  $l_0$ , được lấy làm mẫu số của phương trình trong Điều A.1 và được xác định là:

$$l_0 = \left( l_1 + 2A_1 \sum \frac{\Delta l_2}{A_2} \right)$$

Cần chú ý rằng phép tính này là cần thiết để xác định tốc độ biến dạng.

**A.3** Các má kẹp được giả định là kẹp cho đến chỗ đoạn mẫu bắt đầu được vẽ côn. Nếu mẫu được kẹp lùi lại, cần phải hiệu chỉnh chuyển dịch trong đoạn mẫu có cạnh song song rộng hơn.

### Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TURNBULL, A., MAXWELL, A.S., PILLAI, S. *Comparative assessment of slow strain rate, 4-pt bend and constant load test methods for measuring environment stress cracking of polymers* (Đánh giá so sánh biến dạng tốc độ chậm, uốn 4 điểm và các phương pháp thử tải trọng không đổi để đo rạn nứt do ứng suất môi trường của các polyme), *Polymer Testing (Thử nghiệm Polyme)*, **19** (2000), pp. 117-129
- [2] ARNOLD, J.C. *The influence of liquid uptake on environmental stress cracking of glassy polymers* (Ảnh hưởng của chất lỏng gây rạn nứt do ứng suất môi trường đến các polyme thủy tinh), *Mater. Sci. Eng.*, **A197** (1995), p. 119
- [3] HOUGH, M., WRIGHT, D. *Two new test methods for assessing environmental stress cracking of amorphous thermoplastics* (Hai phương pháp thử nghiệm mới để đánh giá rạn nứt do ứng suất môi trường của các chất dẻo nhiệt dẻo vô định hình), *Polymer Testing (Thử nghiệm Polyme)*, **15** (1996), p. 407
- [4] PILLAI, S., BULL, C., TURNBULL, A. *Measurement of environment stress cracking of plastics* (Phép đo rạn nứt do ứng suất môi trường của Chất dẻo), *Euromat' 97*, Paper 2/59, Zwijndrecht: Netherlands Society for Materials Science, 1997
- [5] UGIANSKY, G.M., PAYER, J.H. (editors), *Stress corrosion cracking — The slow strain rate testing* (Ứng suất rạn nứt do ăn mòn — Thử nghiệm biến dạng tốc độ chậm), *ASTM STP 665*, 1979
- [6] TCVN 10156-2 (ISO 22088-2), *Chất dẻo – Xác định độ bền chống rạn nứt do ứng suất môi trường (ESC) – Phần 2: Phương pháp lực kéo không đổi*
- [7] TCVN 10156-3 (ISO 22088-3), *Chất dẻo – Xác định độ bền chống rạn nứt do ứng suất môi trường (ESC) – Phần 3: Phương pháp uốn cong*
- [8] TCVN 10156-4 (ISO 22088-4), *Chất dẻo – Xác định độ bền chống rạn nứt do ứng suất môi trường (ESC) – Phần 4: Phương pháp ấn bi hoặc kim*
- [9] TCVN 10156-5 (ISO 22088-5), *Chất dẻo – Xác định độ bền chống rạn nứt do ứng suất môi trường (ESC) – Phần 5: Phương pháp biến dạng kéo không đổi*