

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 10589:2014**

**ISO 12114:1997**

Xuất bản lần 1

**CHẤT DẼO GIA CƯỜNG SỢI –  
HỢP CHẤT ĐÚC NHỰA NHIỆT RẮN VÀ PREPREG –  
XÁC ĐỊNH ĐẶC TÍNH ĐÓNG RẮN**

*Fibre-reinforced plastics – Thermosetting moulding compounds and prepregs –  
Determination of cure characteristics*

**HÀ NỘI – 2014**



## Lời nói đầu

TCVN 10589:2014 hoàn toàn tương đương với ISO 12114:1997. ISO 12114:1997 đã được rà soát và phê duyệt lại vào năm 2012 với bố cục và nội dung không thay đổi.

TCVN 10589:2014 do Tiểu ban kỹ thuật Tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC61/SC13 *Composite và sợi gia cường* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

## Lời giới thiệu

Việc mô tả đặc tính đóng rắn của hợp chất đúc nhựa nhiệt rắn khá phức tạp. Các thông số và tính chất thay đổi như khả năng phản ứng, nhiệt độ, áp lực và sự co ngót là các thông số được người sử dụng quan tâm. Các thông số này ảnh hưởng lẫn nhau. Vì lý do này, cần phải có một vài phương pháp thử nhằm kiểm soát chất lượng và để xác định ảnh hưởng của sự thay đổi các tỷ lệ thành phần bất kỳ trong phối liệu. Các đặc tính cần xác định được lựa chọn để có thể so sánh các hợp chất đúc và prepreg khác nhau và đánh giá được thời gian sống của chúng.

Một đặc tính quan trọng của hợp chất nhựa nhiệt rắn là khả năng phản ứng, nghĩa là khả năng polyme hóa dưới tác động của một xúc tác và/hoặc nhiệt. Khả năng phản ứng này có thể được đánh giá bằng các phương pháp khác nhau. Tiêu chuẩn này đưa ra hai phương pháp:

- phương pháp đầu là một quy trình đơn giản được giới hạn ở việc xác định khả năng phản ứng và thời gian sống bằng cách đo sự thay đổi nhiệt độ là hàm số của thời gian dưới các điều kiện hay được sử dụng;
- phương pháp thứ hai tinh vi hơn và đưa ra các thông tin về thuộc tính vật lý của hợp chất dưới các điều kiện đúc được mô phỏng.

Việc mô tả thuộc tính đóng rắn của một hợp chất nhựa nhiệt rắn không đạt được bởi một giá trị đơn lẻ. Nó phụ thuộc vào một vài thông số, như áp lực, nhiệt độ và sự co ngót, và chúng ảnh hưởng lẫn nhau. Sự phụ thuộc lẫn nhau này cũng phải được xác định. Một mô tả như vậy có thể được đưa ra dưới dạng các phương trình toán học hoặc được biểu thị dưới dạng các đường cong đối với các thông số khác nhau như trong tiêu chuẩn này. Tất cả các đường cong của một hợp chất cụ thể được đưa vào cùng một đồ thị để có thể dễ dàng xem xét sự phụ thuộc của các thông số quan tâm.

# Chất dẻo gia cường sợi – Hợp chất đúc nhựa nhiệt rắn và prepreg – Xác định đặc tính đóng rắn

*Fibre-reinforced plastics – Thermosetting moulding compounds and prepregs – Determination of cure characteristics*

## 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định hai phương pháp xác định đặc tính đóng rắn của hợp chất đúc nhựa nhiệt rắn được gia cường và prepreg.

Các đặc tính được xác định gồm:

- nhiệt sinh ra do phản ứng tỏa nhiệt;
- sự giãn nở nhiệt của hợp chất do tăng nhiệt độ;
- co ngót do phản ứng đóng rắn.

Các phương pháp này áp dụng được cho tất cả các hợp chất bao gồm các nền nhựa nhiệt rắn gia cường bằng sợi. Đối tượng áp dụng chính là các hợp chất trên nền nhựa polyeste không no.

Phương pháp I mô tả phép thử xác định khả năng phản ứng của hợp chất nhựa nhiệt rắn theo một quy trình đơn giản. Phương pháp này chỉ kiểm tra thuộc tính phản ứng của nhựa nền và trạng thái ổn định của nó (yếu tố ảnh hưởng đến thời gian sống của hợp chất đúc).

Phương pháp II mô tả phép thử sử dụng thiết bị tinh vi hơn, tốn nhiều thời gian hơn nhưng cung cấp thông tin chi tiết bổ sung về thuộc tính vật lý của hợp chất dưới các điều kiện đúc thực tế được mô phỏng. Quá trình này tạo ra một tấm có thể được sử dụng cho thử nghiệm tiếp theo để xác định các tính chất của sản phẩm đúc đó.

## 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc 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.

ISO 472:1988, *Plastics – Vocabulary* (Chất dẻo – Từ vựng).

## **TCVN 10589:2014**

ISO 8605:1989, *Textile glass reinforced plastics – Sheet moulding compound (SMC) – Basis for a specification* (Chất dẻo gia cường sợi thủy tinh dệt – Hợp chất đúc dạng tấm (SMC) – Cơ sở của yêu cầu kỹ thuật).

ISO 8606:1990, *Plastics – Prepregs – Bulk moulding compound (BMC) and dough moulding compound (DMC) – Basis for a specification* (Chất dẻo – Prepreg – Hợp chất đúc dạng khối (BMC) và hợp chất đúc dạng bột (DMC) – Cơ sở của yêu cầu kỹ thuật).

### **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong ISO 471, ISO 8605 và ISO 8606 cùng với các thuật ngữ và định nghĩa sau:

#### **3.1**

##### **Khả năng phản ứng** (reactivity)

Khả năng phản ứng của vật liệu nhựa nhiệt rắn được lấy theo quy ước là gradient tối đa, tính bằng độ Celcius trên giây, của đồ thị trong đó nhiệt độ vật liệu nhựa nhiệt rắn là hàm số của thời gian trong quá trình đóng rắn.

#### **3.2**

##### **Thuộc tính đóng rắn** (curing behaviour)

Thuộc tính của vật liệu nhựa nhiệt rắn khi được đúc trong các điều kiện đúc thông thường, như được mô tả bằng bộ thông số sau:

- thời gian đóng rắn;
- giãn nở nhiệt;
- co ngót do phản ứng đóng rắn;
- co ngót tịnh (co ngót do phản ứng không tính giãn nở nhiệt).

Giá trị của các thông số này phụ thuộc vào các điều kiện đúc thực tế được sử dụng.

#### **3.3**

##### **Đơn vị cơ sở** (elementary unit)

Lượng nhỏ nhất sẵn có mang tính thương mại của một sản phẩm đã cho. Mô tả (hình dáng, kích thước, khối lượng v.v...) của một đơn vị cơ sở thường sẽ được định nghĩa trong yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm. Ví dụ, các đơn vị cơ sở có thể được cung cấp ở dạng cuộn hoặc kiện.

**CHÚ THÍCH** Đối với một sản phẩm đã cho, kích thước, khối lượng hoặc thể tích một đơn vị cơ sở có thể thay đổi do kỹ thuật sản xuất mà không tạo ra thay đổi cần thiết đối với tính chất của sản phẩm hoặc theo cách mà các tính chất này thay đổi trong đơn vị cơ sở.

## 4 Thiết bị, dụng cụ

### 4.1 Phương pháp I

**4.1.1 Khuôn hình trụ bằng kim loại**, có đường kính trong 20 mm, được lắp với một thiết bị gia nhiệt và một hệ thống kiểm soát nhiệt độ, trong lòng khuôn có lắp một chày ép bằng thép được gia nhiệt (xem Hình 1).

**4.1.2 Dụng cụ để tác dụng lực tối thiểu 15 daN vào chày ép** (xem Hình 2).

**4.1.3 Cặp nhiệt điện cách nhiệt**, đường kính 1 mm, được đặt ở chính giữa đáy của khuôn và nhô lên 5 mm trong lỗ khuôn. Cặp nhiệt điện này phải được cách nhiệt với khối thép được gia nhiệt bằng lớp cách nhiệt dày hơn 2 mm.

**4.1.4 Hệ thống ghi thích hợp**, để vẽ đồ thị nhiệt độ theo thời gian.

**4.1.5 Dụng cụ để chuẩn bị mẫu thử hợp chất đúc khuôn** (xem Hình 3).

**4.1.6 Xy lanh**, dùng để lấy mẫu thử dạng nhỏ.

**4.1.7 Cân phân tích**, có độ chính xác đến 0,1 g.

**4.1.8 Bàn chải dây đồng** để làm sạch khuôn.

### 4.2 Phương pháp II

**4.2.1 Máy ép**, có khả năng tác dụng một lực ép khuôn 100 bar  $\pm$  3 %.

**4.2.2 Khuôn sắc cạnh**, được lắp trên máy ép, có diện tích bề mặt phần lõm không nhỏ hơn 200 cm<sup>2</sup>, có thể gia nhiệt được đến 200 °C với độ chính xác 1 % (xem Hình 4). Ở chính giữa khuôn phải lắp một cảm biến áp lực và cảm biến nhiệt độ. Đối với phép đo áp lực, có thể sử dụng cảm biến áp điện.

Cảm biến nhiệt độ phải được cách nhiệt với khuôn để đo sự thay đổi nhiệt độ tại bề mặt của hợp chất đúc với độ chính xác  $\pm$  1 %.

Cả hai cảm biến này phải nằm ngang bằng với bề mặt phần lõm của khuôn. Một cảm biến dịch chuyển phải được lắp vào khuôn để đo sự dịch chuyển của nắp khuôn trong khoảng 20 mm với độ chính xác là 0,01 mm.

**CHÚ THÍCH** Vì lý do thực tế, nên gắn các cảm biến cách nhau khoảng cách tối đa là 30 mm và cách đều trục đối xứng.

**4.2.3 Dụng cụ ghi**, được nối với các cảm biến đặt trong khuôn, để vẽ đồ thị sự biến thiên theo thời gian của

– áp lực (từ 0 đến 150 bar);

– khoảng dịch chuyển (từ 0 đến 20 mm);

– nhiệt độ (từ 0 đến 200 °C).

## **TCVN 10589:2014**

### **4.2.4 Calip, dùng để đo độ dày của mẫu thử đúc.**

## **5 Lấy mẫu**

Đối với hợp chất đúc khuôn dạng tấm, lấy một mẫu phòng thí nghiệm qua toàn bộ chiều rộng của cuộn. Ở mỗi cạnh chiều rộng lấy lùi vào 5 cm để tránh ảnh hưởng mép biên.

Đối với hợp chất đúc dạng khối, lấy một mẫu phòng thí nghiệm từ chính giữa của đơn vị cơ sở. Khi lấy mẫu phòng thí nghiệm, không bóc lớp bảo vệ ra và ngay lập tức đặt mẫu vào túi phù hợp để tránh mất mát chất bay hơi hoặc hấp thụ ẩm.

Mẫu phòng thí nghiệm phải có kích thước đủ để có thể chuẩn bị được số lượng mẫu thử theo yêu cầu (xem 7.1).

## **6 Điều hòa và môi trường thử**

### **6.1 Điều hòa**

Điều hòa mẫu phòng thí nghiệm trong thời gian đủ để đạt đến cân bằng nhiệt độ. Nhiệt độ của mẫu phòng thí nghiệm ngay trước khi mẫu thử được lấy ra không được nhỏ hơn 18 °C.

### **6.2 Môi trường thử**

Môi trường để thử phải tương tự môi trường được sử dụng để điều hòa.

## **7 Mẫu thử**

### **7.1 Quy định chung**

Đối với cả hai phương pháp, lấy ba mẫu thử từ mẫu phòng thí nghiệm đã được điều hòa.

**CHÚ THÍCH** Yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm hoặc người đề nghị phân tích có thể yêu cầu việc xác định được tiến hành trên các mẫu thử bổ sung hoặc tại các vị trí nhất định trong đơn vị cơ sở hoặc mẫu phòng thí nghiệm.

### **7.2 Phương pháp I**

Đối với từng mẫu thử, lấy  $6 \text{ cm}^3 \pm 0,5 \text{ cm}^3$  vật liệu đúc khuôn, tạo ra một mẫu thử cao từ 1,75 cm đến 2,10 cm. Số lượng này có thể đạt được bằng phép đo trực tiếp một thể tích đã cho trong trường hợp nhựa hoặc bột nhão. Đối với các hợp chất đúc khác, có thể dễ dàng cân một khối lượng nhất định được tính từ khối lượng riêng của hợp chất đúc đó.

#### **7.2.1 Mẫu thử hợp chất đúc dạng tấm**

Lấy số lượng miếng hợp chất đúc yêu cầu bằng một chày ép đường kính  $19 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ . Cắt tất cả các miếng từ cùng một tấm ở khoảng cách đều nhau khoảng 10 cm. Bóc lớp bảo vệ và xếp các miếng với nhau để tạo thành mẫu thử.



### 7.2.2 Mẫu thử hợp chất đúc dạng khối

Tạo hình hợp chất đúc bằng dụng cụ mô tả trong 4.1.5.

### 7.2.3 Mẫu thử dạng nhão

Lấy  $6 \text{ cm}^3 \pm 0,5 \text{ cm}^3$  bột nhão hoặc nhựa bằng xy lanh (4.1.6).

## 7.3 Phương pháp II

Độ dày mẫu thử đúc tốt nhất phải bằng độ dày của sản phẩm đúc đại diện cho quá trình đúc. Tuy nhiên, độ dày mẫu thử đúc phụ thuộc vào số lượng lớp hoàn thiện có cùng kích thước của hợp chất đúc dạng tấm được sử dụng và các độ dày riêng lẻ của chúng hoặc trong trường hợp hợp chất đúc dạng khối độ dày mẫu thử phụ thuộc vào khối lượng riêng của hợp chất được thử.

Do đó không phải luôn luôn có thể tạo được mẫu thử đúc có cùng độ dày như trong sản xuất từ một hợp chất đúc dạng tấm.

### 7.3.1 Mẫu thử hợp chất đúc dạng tấm

Xếp số lượng yêu cầu các lớp hoàn thiện với nhau. Đối với khuôn hình chữ nhật, mẫu thử phải trùm lên toàn bộ chiều rộng của khuôn. Chiều dài tối thiểu của mẫu thử phải bằng chiều dài khuôn trừ đi 10 mm (hoặc trừ đi 10 % đến tối đa 20 mm).

### 7.3.2 Mẫu thử hợp chất đúc dạng khối

Cho khối lượng vật liệu yêu cầu vào phần lõm của khuôn càng đều càng tốt.

## 8 Cách tiến hành

Nếu các điều kiện thử được quy định trong yêu cầu kỹ thuật của vật liệu, phải sử dụng các điều kiện này khi có thể.

### 8.1 Phương pháp I

Bật hệ thống gia nhiệt và hệ thống ghi.

Đề các thiết bị, dụng cụ ấm lên đến khi cặp nhiệt điện chỉ thị một nhiệt độ ổn định (thường mất khoảng 2 h).

Trong thời gian này, giữ chày ép ở bên trong phần lõm của khuôn. Đối với thử nghiệm thông thường, nhiệt độ của thành bên trong khuôn phải là  $140 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ . Tuy nhiên, trong một số trường hợp có thể yêu cầu nhiệt độ khác. Nếu vậy phải được thỏa thuận giữa các bên liên quan và phải ghi vào báo cáo thử nghiệm.

Chuẩn bị một mẫu thử theo Điều 7 và ngay lập tức cho vào trong khuôn, đậy khuôn và tác dụng lực 15 daN hoặc lớn hơn nếu cần. (Trong hầu hết các trường hợp lực 15 daN là đủ để làm rắn chắc vật liệu đúc. Tuy nhiên, nếu vật liệu chưa đủ rắn chắc, thể hiện ở độ xốp hoặc rỗng thì phải tăng lực lên. Lực được sử dụng phải nêu trong báo cáo thử nghiệm).

## **TCVN 10589:2014**

Dừng hệ thống ghi khi đường cong nhiệt độ đạt đến điểm tối đa và nhiệt độ bắt đầu giảm xuống.

Mở khuôn và lấy mẫu thử đúc ra.

Rửa sạch phần lõm của khuôn và đọt, đậy khuôn và đợi cho đến khi nhiệt độ không sai khác nhiều hơn 2 °C trước khi đúc mẫu tiếp theo.

### **8.2 Phương pháp II**

Chọn và ghi lại các điều kiện thử.

Điều chỉnh trước các thiết bị điều khiển trên dụng cụ.

Chuẩn bị một mẫu thử theo Điều 7.

Bắt đầu hệ thống ghi và đặt mẫu thử vào phần lõm của khuôn và đậy khuôn trong vòng 10 s.

**CHÚ THÍCH** Các mẫu thử hợp chất đúc dạng tấm nên được uốn cong để thuận lợi cho việc tác dụng lực.

Để cho các tín hiệu từ mỗi cảm biến được ghi lại. Khi các giá trị đọc của tất cả các cảm biến ổn định trở lại, tắt hệ thống ghi, mở khuôn và lấy mẫu thử đúc ra.

Nếu kiểm tra mẫu thử đúc thấy có hiện tượng rỗ thì giảm chiều dài và lặp lại phép thử để loại trừ rỗ.

**CHÚ THÍCH** Quy trình thử này chỉ cho phép hợp chất đúc chảy có giới hạn (xem 7.3.1). Quy trình cụ thể này đã được chọn để giảm đến mức tối thiểu ma sát khi đúc, vốn thường làm tăng không rõ lý do nhiệt độ của hợp chất đúc. Kết quả là việc thoát khí không được triệt để như trong các điều kiện đúc thông thường. Điều này cần được ghi nhớ nếu các mẫu dùng cho thử nghiệm tiếp theo sẽ được cắt từ mẫu đúc như vậy.

## **9 Biểu thị kết quả**

### **9.1 Phương pháp I**

Xác định từ đường cong đã ghi (xem Hình 5) các thông số sau:

- a) Khả năng phản ứng, tương ứng với giá trị cao nhất của gradient nhiệt độ, theo độ Celsius trên giây. Giá trị này được xác định bởi tiếp tuyến với đường cong tại điểm uốn thứ hai của đường cong.
- b) Thời gian để bắt đầu quá trình polyme hóa, được xác định là thời gian từ khi bắt đầu phép đo (nghĩa là điểm khi nhiệt độ đạt đến 50 °C) và thời gian khi quá trình polyme hóa bắt đầu, được xác định bởi điểm uốn đầu tiên của đường cong ( $t_1$  trong Hình 5).
- c) Nhiệt độ để bắt đầu quá trình polyme hóa, là nhiệt độ tương ứng với điểm uốn đầu tiên ( $T_1$  trong Hình 5).
- d) Thời gian đạt đến nhiệt độ cao nhất, là khoảng thời gian từ khi bắt đầu phép đo đến điểm mà nhiệt độ đạt đến giá trị cao nhất ( $t_2$  trong Hình 5).
- e) Nhiệt độ cao nhất ( $T_2$  trong Hình 5).

## 9.2 Phương pháp II

Xác định từ đường cong đã ghi (xem Hình 6) các dữ liệu sau:

- a) Điểm zero trên trục thời gian (điểm bắt đầu hoặc thời gian "zero", được lấy là điểm khi áp lực phần lõm của khuôn đạt đến 10 bar.
- b) Thời gian đóng rắn theo nhiệt độ (CT), là thời gian để mẫu thử đạt đến nhiệt độ cao nhất của nó (điểm 1 trên đường nhiệt độ-thời gian trong Hình 6). Thời gian này được đo từ điểm zero trên trục thời gian.
- c) Nhiệt độ đúc: Sau khi vượt qua giá trị cao nhất (điểm 1), nhiệt độ này của mẫu thử tiệm cận cân bằng với nhiệt độ của khuôn (phần 2 của đường nhiệt độ-thời gian trong Hình 6). Nhiệt độ ổn định này được xác định là nhiệt độ đúc.
- d) Điểm bắt đầu giãn nở nhiệt (DS3), là điểm thấp nhất trong hành trình của nắp khuôn (điểm 3 trên đường dịch chuyển-thời gian trong Hình 6) và chỉ ra điểm mà tại đó mẫu thử vừa trải rộng sang hai cạnh, điền đầy vào khuôn và bắt đầu giãn nở lên phía trên. Ghi lại các giá trị dịch chuyển và thời gian tại điểm này.

CHÚ THÍCH Sự giãn nở và co ngót như mô tả trong tiêu chuẩn này là sự dịch chuyển theo hướng chiều dày của mẫu thử. Không được nhầm lẫn với sự giãn nở và co ngót trong mặt phẳng của mẫu thử.

- e) Giãn nở lớn nhất (DS4) là dịch chuyển của nắp khuôn đạt đến giá trị lớn nhất trên đường dịch chuyển-thời gian (điểm 4 trong Hình 6), là điểm tại đó co ngót trở thành yếu tố áp đảo. Ghi lại giá trị dịch chuyển và thời gian tại điểm này.
- f) Giãn nở nhiệt riêng (pha lỏng) (STE) được tính toán theo phần trăm từ công thức:

$$STE = \frac{DS4 - DS3}{DS3} \times 100$$

trong đó

DS3 là điểm thấp nhất trong hành trình của nắp khuôn;

DS4 là giãn nở lớn nhất.

- g) Điểm cuối của sự co ngót (DS5), là dịch chuyển của nắp khuôn tại thời điểm cuối quá trình đóng rắn (phần 5 của đường dịch chuyển-thời gian trong Hình 6). Ghi lại giá trị này tương ứng với độ dày cuối của mẫu thử đúc.
- h) Co ngót do phản ứng (RS) được tính toán theo phần trăm từ công thức

$$RS = \frac{DS4 - DS5}{DS5} \times 100$$

trong đó

DS4 là giãn nở lớn nhất;

DS5 là độ dày cuối của mẫu thử đúc.

## TCVN 10589:2014

- i) Co ngót tạnh (NS) phát sinh do co ngót phản ứng gây ra bởi phản ứng đóng rắn không tính đến giãn nở nhiệt. Tính giá trị co ngót tạnh NS theo phần trăm từ công thức

$$NS = \frac{DS3 - DS5}{DS5} \times 100$$

trong đó

DS3 và DS 5 theo định nghĩa ở trên.

- j) Áp lực đúc (MP): Phần bắt đầu của đường áp lực-thời gian, chỉ ra pha áp lực không đổi (phần 6 của đường này trong Hình 6). Ghi lại giá trị này là áp lực đúc.
- k) Thời gian đóng rắn từ đường áp lực (CP), là thời gian cần trong suốt quá trình đóng rắn đối với áp lực cục bộ trong khuôn để đạt giá trị thấp nhất hoặc thấp không đổi do ảnh hưởng bởi co ngót cục bộ, được lấy từ đường áp lực-thời gian, (điểm 7 trên đường áp lực-thời gian trong Hình 6).

## 10 Độ chụm

Độ chụm của phương pháp này chưa biết vì thiếu các số liệu thử nghiệm liên phòng.

## 11 Báo cáo thử nghiệm

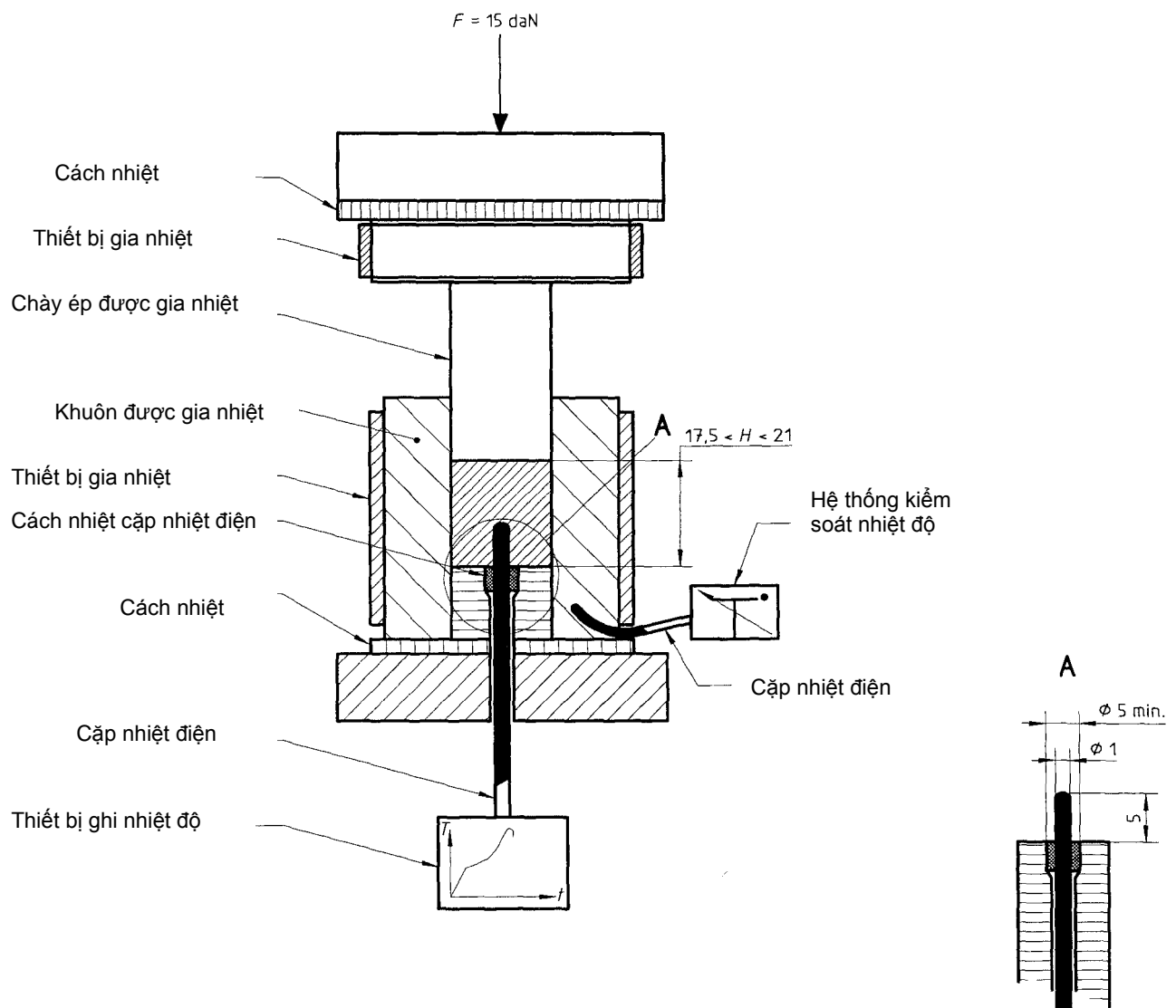
Báo cáo thử nghiệm ít nhất phải bao gồm các thông tin sau.

- a) Mô tả và nhận biết đầy đủ về hợp chất đúc được sử dụng;
- b) Mô tả đầy đủ quy trình sử dụng để lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử;
- c) Các điều kiện thử sử dụng;
- d) Từng kết quả riêng lẻ, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn;
- 1) Đối với phương pháp I
- (i) khả năng phản ứng, biểu thị bằng độ Celsius trên giây,
  - (ii) thời gian bắt đầu quá trình polyme hóa, biểu thị bằng giây,
  - (iii) nhiệt độ bắt đầu quá trình polyme hóa, biểu thị bằng độ Celsius,
  - (iv) thời gian đạt đến nhiệt độ cao nhất, biểu thị bằng giây,
  - (v) nhiệt độ cao nhất, biểu thị bằng độ Celsius;
- 2) Đối với phương pháp II
- (i) độ dày của mẫu thử đúc tại nhiệt độ đúc, biểu thị bằng milimet,
  - (ii) áp lực đúc, biểu thị bằng bar,
  - (iii) nhiệt độ đúc, biểu thị bằng độ Celsius,

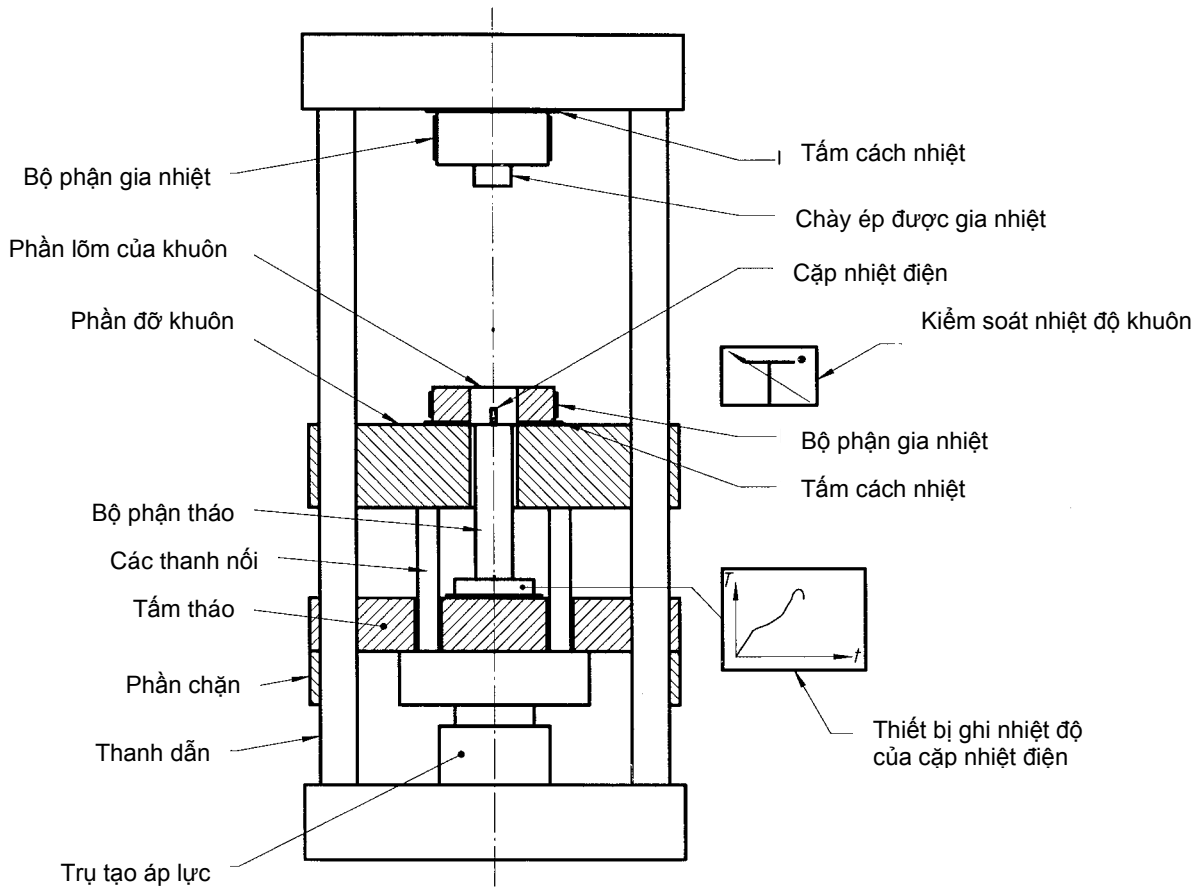
- (iv) thời gian đóng rắn từ đường nhiệt độ, biểu thị bằng giây,
- (v) thời gian đóng rắn từ đường áp lực, biểu thị bằng giây,
- (vi) giãn nở nhiệt riêng, biểu thị bằng phần trăm,
- (vii) co ngót phản ứng, biểu thị bằng phần trăm,
- (viii) co ngót tịnh, biểu thị bằng phần trăm;

e) chi tiết quy trình bất kỳ không đề cập trong tiêu chuẩn này có ảnh hưởng đến kết quả thử.

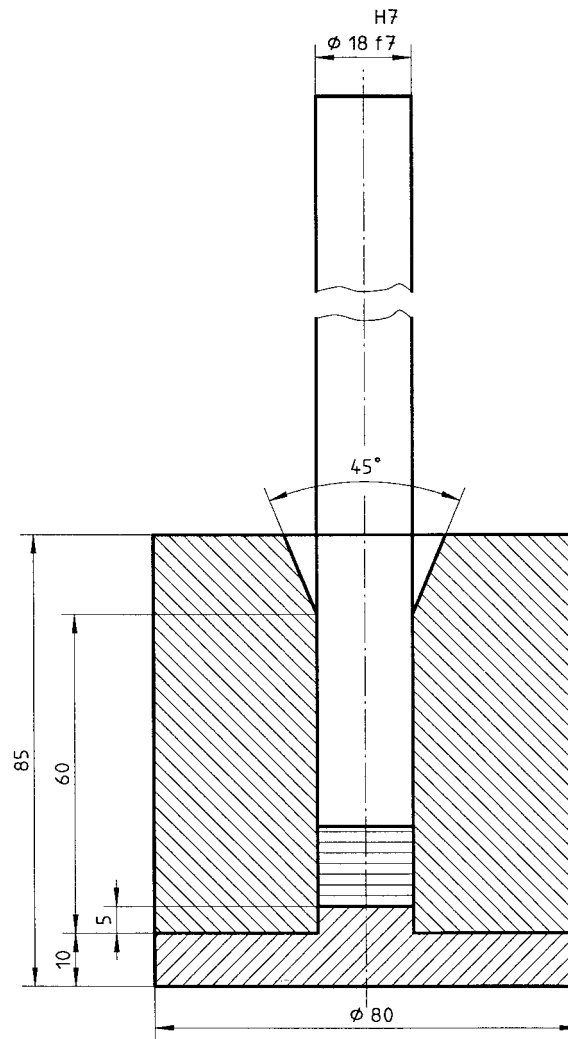
Kích thước tính bằng milimét



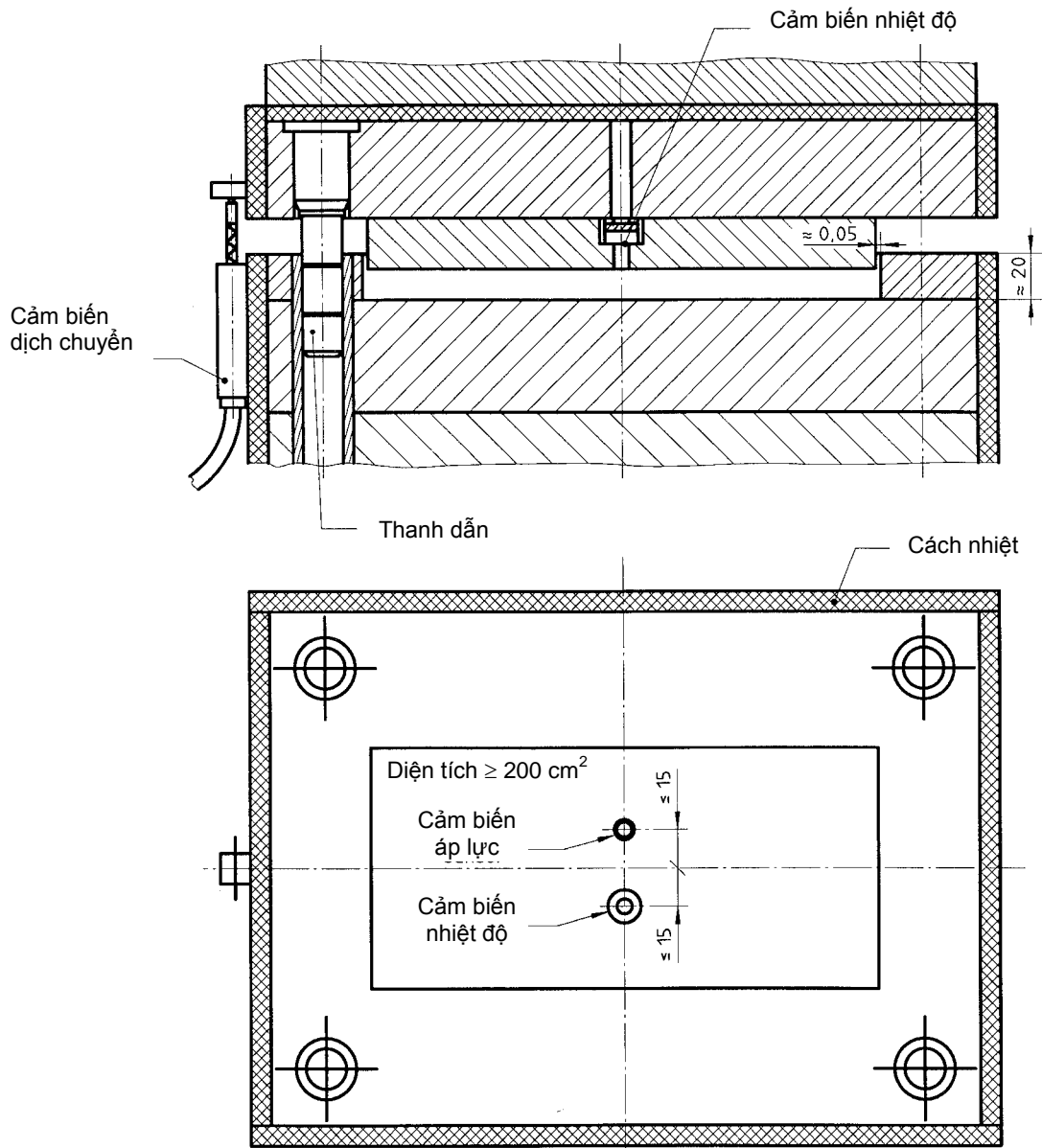
Hình 1 - Nguyên lý của thiết bị (4.1.1)



Hình 2 - Nguyên lý của thiết bị (4.1.2)

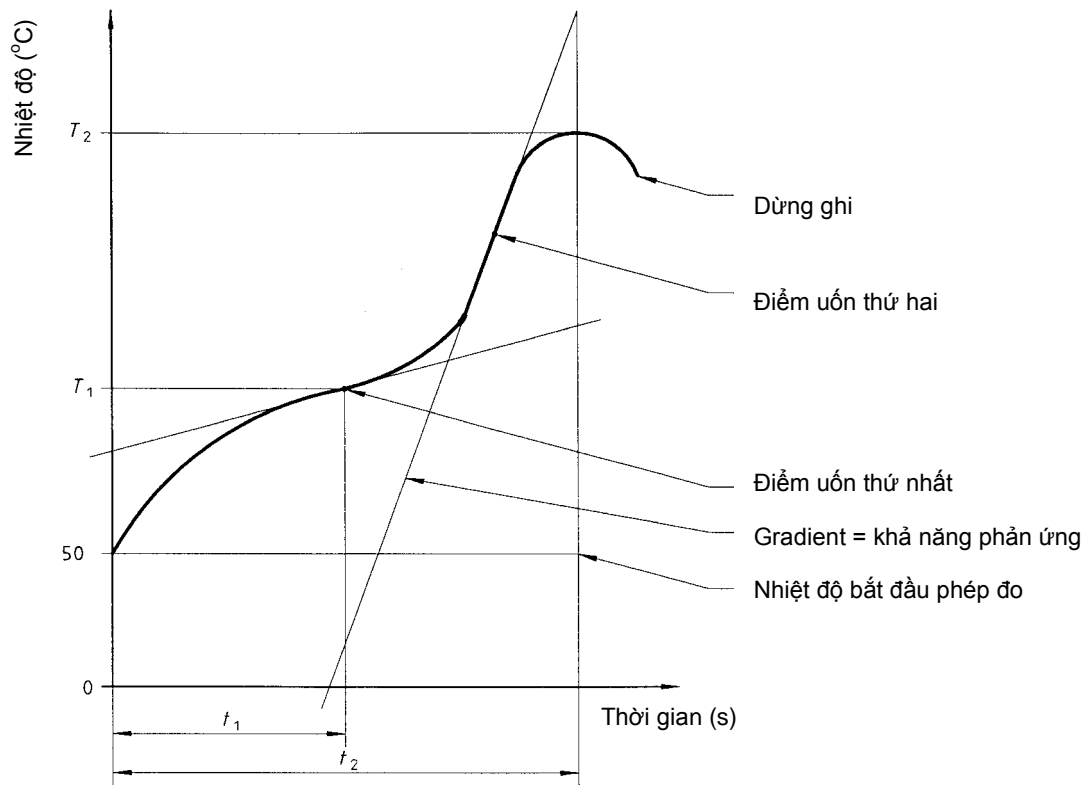


Hình 3 - Ví dụ về dụng cụ chuẩn bị mẫu thử từ sản phẩm dạng khối

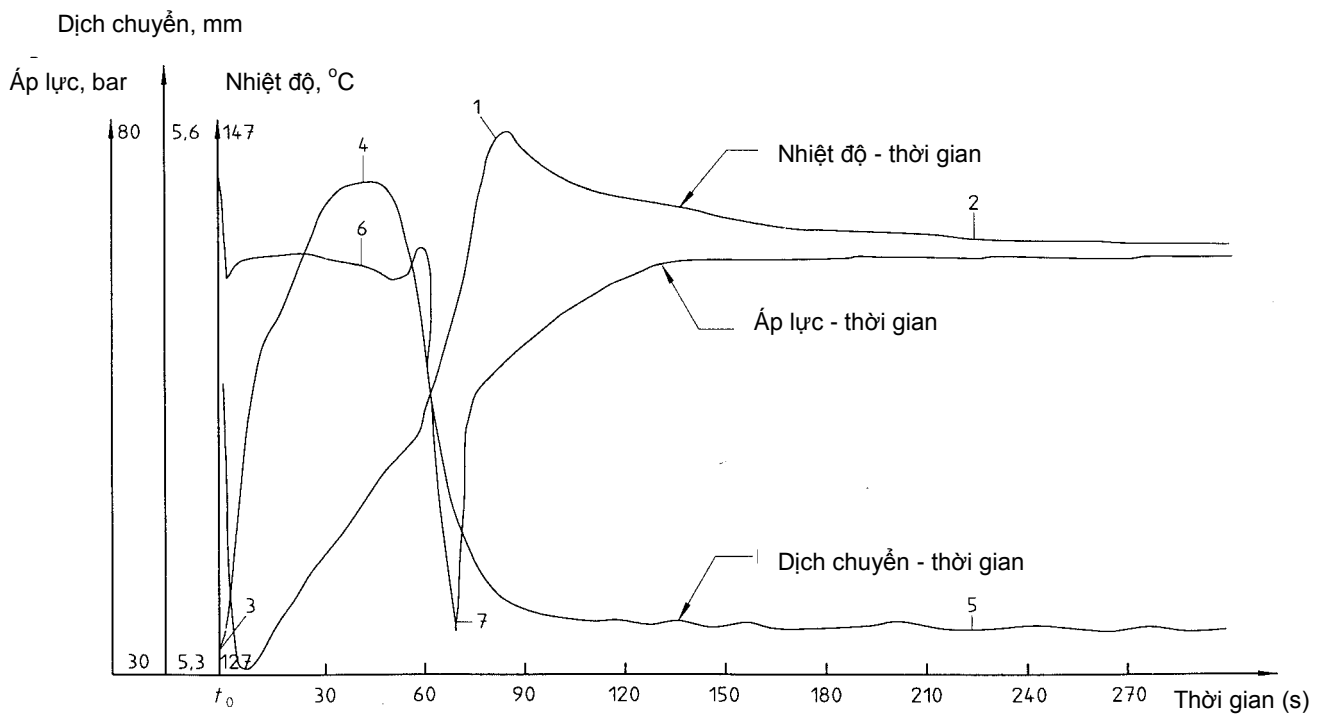


Hình 4 - Khuôn sắc cạnh





Hình 5 - Đường cong khả năng phản ứng điển hình



Hình 6 - Bộ các đường điển hình nhận được theo phương pháp II