

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 8199 : 2009

ISO 13477 : 2008

Xuất bản lần 1

**ỐNG NHỰA NHIỆT DẪO DÙNG ĐỂ VẬN CHUYỂN CHẤT
LỎNG – XÁC ĐỊNH ĐỘ BỀN VỚI SỰ PHÁT TRIỂN NHANH
CỦA VẾT NỨT (RCP) – PHÉP THỬ Ở TRẠNG THÁI ỔN ĐỊNH
THANG NHỎ (PHÉP THỬ S4)**

*Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids – Determination of resistance to
rapid crack propagation (RCP) – Small-scale steady-state test (S4 test)*

HÀ NỘI - 2009

Lời nói đầu

TCVN 8199 : 2009 hoàn toàn tương đương với ISO 13477 : 2008.

TCVN 8199 : 2009 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 138
Ống nhựa và phụ tùng đường ống, van dùng để vận chuyển chất lỏng
biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị,
Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Ống nhựa nhiệt dẻo dùng để vận chuyển chất lỏng – Xác định độ bền với sự phát triển nhanh của vết nứt (RCP) – Phép thử ở trạng thái ổn định thang nhỏ (phép thử S4)

*Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids –
Determination of resistance to rapid crack propagation (RCP) –
Small-scale steady-state test (S4 test)*

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp thử thang nhỏ (S4) để xác định sự ngăn chặn hay phát triển của vết nứt xuất hiện trong ống nhựa nhiệt dẻo tại áp suất bên trong và nhiệt độ qui định.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho việc đánh giá tính năng sử dụng của ống nhựa nhiệt dẻo dùng để dẫn chất khí hoặc chất lỏng. Trong trường hợp dẫn chất lỏng cũng có thể có không khí bên trong ống.

CHÚ THÍCH Phương pháp thử này được xây dựng bằng cách sử dụng ống nhựa nhiệt dẻo một lớp. Việc áp dụng cho ống nhiều lớp/ống được phủ đã được xem xét đầy đủ và đang được nghiên cứu xây dựng.

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 phiên 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 6145 : 2007 (ISO 3126 : 2005), *Hệ thống ống nhựa nhiệt dẻo – Các chi tiết bằng nhựa – Phương pháp xác định kích thước.*

TCVN 6149-1:2007 (ISO 1167-1:2006), *Ống phụ tùng và hệ thống phụ tùng bằng nhựa nhiệt dẻo dùng để vận chuyển chất lỏng – Xác định độ bền với áp suất bên trong – Phần 1: Phương pháp thử chung.*

TCVN 6150-1:2003 (ISO 161-1:1996), *Ống nhựa nhiệt dẻo dùng để vận chuyển chất lỏng – Đường kính ngoài danh nghĩa và áp suất danh nghĩa – Phần 1: Dãy thông số theo hệ mét.*

TCVN 7093-1:2003 (ISO 11922-1:1997), *Ống nhựa nhiệt dẻo dùng để vận chuyển chất lỏng – Kích thước và dung sai – Phần 1: Dãy thông số theo hệ mét.*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong TCVN 6150-1 (ISO 161-1) và TCVN 7093-1 (ISO 11922-1).

4 Ký hiệu và thuật ngữ viết tắt

$d_{i,min}$ đường kính trong nhỏ nhất của ống, tính bằng milimét.

d_n đường kính ngoài danh nghĩa của ống, tính bằng milimét.

e_n chiều dày thành danh nghĩa của ống, tính bằng milimét.

l_c chiều dài vết nứt dọc trên bề mặt ngoài của mẫu ống thử, tính bằng milimét, được đo từ tâm của lưỡi búa.

RCP sự phát triển nhanh của vết nứt

SDR tỉ số kích thước chuẩn (d_n/e_n)

T nhiệt độ thử danh nghĩa như qui định bởi tiêu chuẩn liên quan, tính bằng độ Celcius.

T_{cond} nhiệt độ điều hoà của ống, tính bằng độ Celcius (xem Điều 9).

5 Nguyên tắc

Cho một đoạn mẫu ống thử bằng nhựa nhiệt dẻo có chiều dài xác định, được điều hoà ở nhiệt độ thử qui định và chứa chất lỏng ở áp suất thử nhất định, chịu một va đập ở một đầu sao cho tạo nên một vết nứt dọc phát triển nhanh. Quá trình gây ra vết nứt được thiết kế sao cho làm tổn hại đến mẫu ống càng ít càng tốt.

Nhiệt độ thử và/hoặc áp suất thử theo như qui định trong tiêu chuẩn liên quan.

Chất lỏng hoặc hỗn hợp chất lỏng sử dụng trong phép thử giống hệt như loại sẽ được sử dụng hoặc là một chất lỏng khác thay thế cho kết quả tương tự. Nhiệt độ của chất lỏng nằm trong khoảng nhiệt độ thử và nhiệt độ phòng thí nghiệm.

Sự giảm áp nhanh dẫn đến sự phát triển của vết nứt được làm chậm lại bằng một vách ngăn ở bên trong và một khung bên ngoài để hạn chế sự phồng lên của mẫu ống thử ở các cạnh của vết gãy. Việc giảm áp được làm chậm lại sẽ duy trì ứng suất đỉnh tạo vết nứt ở mức gần với ứng suất vòng trong ống do áp suất trong gây ra. Kỹ thuật này đạt được sự phát triển nhanh của vết nứt ở trạng thái ổn định

trong mẫu ống thử ngắn ở một áp suất thấp hơn áp suất cần thiết để đạt được sự phát triển trong cùng ống đó khi sử dụng phép thử hết thang (FST).

Mẫu thử sau đó được kiểm tra để xác định xem có xảy ra sự ngăn chặn hoặc phát triển của vết nứt hay không.

Từ một loạt phép thử như vậy ở các áp suất khác nhau nhưng ở một nhiệt độ không đổi, có thể xác định được áp suất tới hạn hoặc ứng suất vòng tới hạn cho sự phát triển nhanh của vết nứt. (xem Phụ lục A).

Tương tự, bằng cách thử ở một loạt các nhiệt độ khác nhau nhưng ở một áp suất hoặc ứng suất vòng không đổi, có thể xác định được nhiệt độ tới hạn cho sự phát triển nhanh của vết nứt (xem Phụ lục B).

Phép thử này bao gồm vết gãy của một mẫu ống thử được tạo áp với một chất lỏng có thể nén được, thường là không khí. Vì vậy, cần có cảnh báo an toàn phù hợp về tiếng ồn và nguy cơ bắn các mảnh vụn.

6 Thông số thử

Các thông số thử sau đây sẽ phải được qui định trong tiêu chuẩn sản phẩm liên quan:

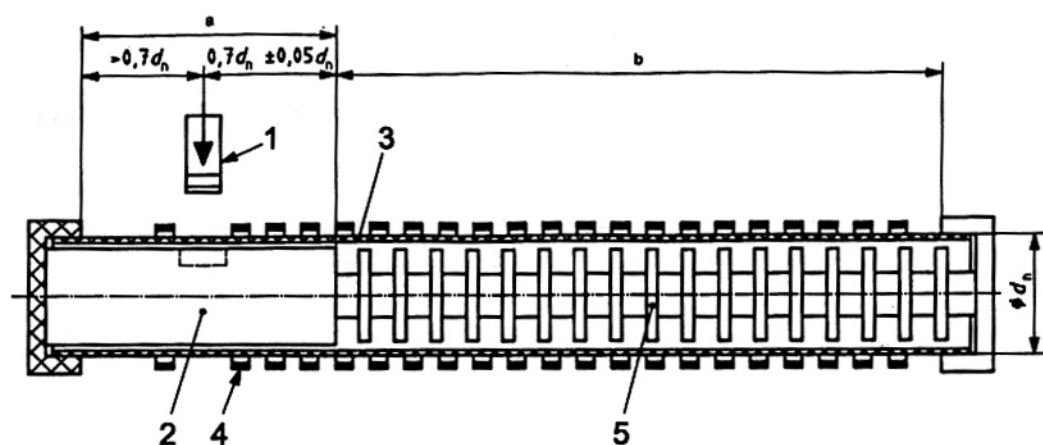
- a) đường kính và dây ống cần thử;
- b) chất lỏng tạo áp, ví dụ không khí, không khí với nước và thành phần;
- c) áp suất thử;
- d) nhiệt độ thử, xem Điều 9.

7 Thiết bị, dụng cụ

7.1 Qui định chung

Thiết bị thử phải tuân theo Hình 1, với các đặc trưng cần thiết như qui định trong 7.2 đến 7.6. Thiết bị phải được đặt trong một phòng thí nghiệm duy trì ở nhiệt độ không lớn hơn 25 °C.

Phép thử phải được tiến hành trong môi trường không khí không có gió để tránh sự thay đổi đáng kể của nhiệt độ bề mặt ống.



CHÚ DẪN

- 1 lõi búa
- 2 đế
- 3 mẫu ống thử
- 4 các vòng khung chặn
- 5 vách ngăn giảm áp
- ^a vùng đế
- ^b chiều dài đo (> $5d_n$)

Hình 1 – Thiết bị cho phép thử S4

7.2 Khung chặn

Khung chặn phải để cho mẫu ống thử giãn tự do trong quá trình tạo áp, nhưng sẽ hạn chế sự giãn theo hướng bán kính trong quá trình gãy nứt đến một đường kính tối đa là $(1,1 \pm 0,04) d_n$ tại tất cả các điểm quanh chu vi ống. Các vòng khung phải không tiếp xúc hoặc được đỡ bởi mẫu ống thử và phải đồng tâm với ống.

Trong khoảng ở giữa điểm bắt đầu xuất hiện vết nứt và đầu của chiều dài đo, bước của vòng chặn là $(0,35 \pm 0,05) d_n$ và chiều rộng theo hướng dọc của mỗi vòng là $(0,15 \pm 0,05) d_n$.

7.3 Chiều dài đo

Chiều dài đo phải lớn hơn $5d_n$. Ít nhất 70 % thể tích bên trong của nó phải được bơm đầy khí tạo áp và có thể giãn nở không hạn chế làm cho thành ống thử hướng ra ngoài theo hướng tâm.

Dụng cụ phải đo được áp suất tĩnh bên trong mẫu ống thử chính xác đến $\pm 2 \%$.

7.4 Vách ngăn giảm áp

Vách ngăn giảm áp phải có đường kính là $(0,95 \pm 0,01) d_{i,min}$. Bước của các vách ngăn là $0,4d_{n-0,1d_n}^0$

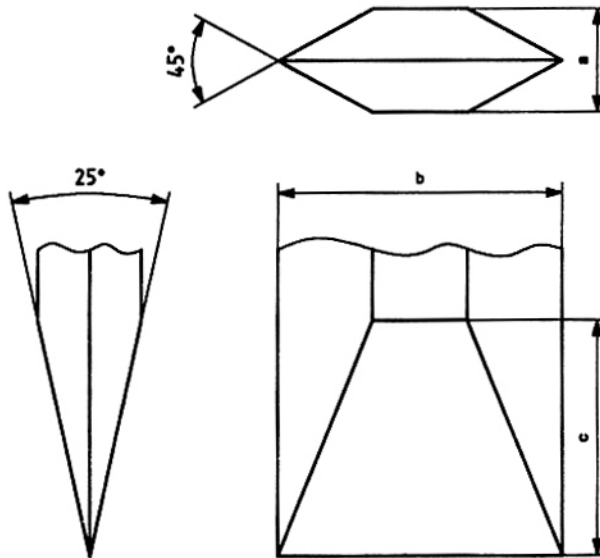
Các vách ngăn phải là vật liệu và có chiều dày phù hợp để chịu được các lực trong quá trình thử mà không bị méo mó nhiều.

7.5 Dụng cụ tạo vết nứt

Chiều dài của bề mặt lưỡi búa phải là $(0,40 \pm 0,05)d_n$. Chiều cao của lưỡi phải lớn hơn chiều dày thành danh nghĩa, e_n của ống (xem Hình 2).

Lưỡi búa không được ngập sâu hơn vào trong ống từ $1e_n$ đến $1,5e_n$ tính từ bề mặt ngoài của mẫu ống thử và búa không được va đập trực tiếp lên bề mặt ngoài của mẫu thử tại các điểm không thuộc lưỡi búa. Sử dụng một đe ở bên trong của mặt cắt tròn sẽ đảm bảo rằng dưới tác động của lưỡi búa, bề mặt bên trong của mẫu thử không bị biến dạng đến đường kính nhỏ hơn $(0,98 \pm 0,01)d_{i,min}$ trong vùng đe. Trong đe phải có một rãnh để đảm bảo rằng lưỡi búa không bị phá hỏng trong quá trình tạo vết nứt.

Thể tích của rãnh này không được vượt quá 1 % của $\pi d_n^3/4$.



CHÚ DẪN

- a Độ dày
- b Chiều dài = $(0,40 \pm 0,05)d_n$
- c Chiều cao $> e_n$

Hình 2 – Hình học của lưỡi búa

7.6 Đầu bịt

Đầu bịt đảm bảo kín khí được lắp khít bên ngoài mỗi đầu ống thử.

Đầu bịt không được tạo ra ứng suất vòng bổ sung nào trong ống.

8 Mẫu thử

Mẫu thử phải là các đoạn ống thẳng có chiều dài l_t , trong đó $7d_n \leq l_t \leq 8d_n$. Các đầu ống phải vuông góc với trục của ống.

Bề mặt của ống thử dọc theo chiều dài đo phải không được chuẩn bị hoặc xử lý theo bất kỳ cách nào.

Đầu tạo vết nứt có thể được làm vát để vừa với mẫu ống thử.

Nếu gặp khó khăn trong việc tạo vết nứt phù hợp (xem 10.1) trong quá trình thử, thì có thể tạo vết khía bề mặt trong của mẫu ống thử theo hướng dọc trục của vùng đo. Vết khía phải ở bên dưới điểm va đập và không được kéo dài trong vùng đo. Đối với ống polyetylen (PE) thì một vết khía bằng dao sâu ít nhất 1 mm là phù hợp.

9 Điều hoà

Thời gian điều hoà ít nhất phải theo TCVN 6149-1 (ISO 1167-1) đối với chiều dày thành của ống. Mẫu thử phải được điều hoà ở nhiệt độ ($T_{\text{cond}} \pm 1$) °C, có liên quan đến nhiệt độ thử qui định, T , theo phương trình (1):

$$T_{\text{cond}} = 1,12 T - 2,8 \quad (1)$$

Ví dụ, đối với nhiệt độ thử qui định là 0 °C, nhiệt độ điều hoà phải ở khoảng giữa -3,8 °C và -1,8 °C.

Nhiệt độ của chất lỏng tạo áp phải ở khoảng giữa nhiệt độ thử, T và nhiệt độ phòng thí nghiệm.

Mọi sự chuẩn bị trước có thể thực hiện phải được đưa ra để đảm bảo rằng nhiệt độ của chất lỏng điều hoà đồng đều bằng cách tuần hoàn.

10 Cách tiến hành

10.1 Sự hình thành vết nứt phải trong khoảng (180 ± 20) s sau khi lấy mẫu ống thử ra khỏi chất lỏng điều hoà.

10.2 Sử dụng các đoạn ống không được tạo áp, có chiều dài đo tối thiểu là $5d_n$, thiết lập các điều kiện ban đầu để tạo ra một chiều dài nứt, l_c , ít nhất bằng $0,7 d_n$. Tốc độ của búa là (15 ± 5) m/s. Nếu cần thiết thì tạo một vết khía (xem Điều 8).

10.3 Duy trì điều kiện ban đầu được thiết lập theo 10.2. Sau khi lấy mẫu ống thử ra khỏi chất lỏng điều hoà, tạo áp trong khoảng $\pm 2\%$ của áp suất thử yêu cầu bằng chất lỏng tạo áp qui định. Ghi lại áp suất thử. Thực hiện phép thử và đo chiều dài nứt, l_c .

Nếu việc hình thành vết nứt không xảy ra ở nhiệt độ thử qui định, có thể giảm nhiệt độ cho đến khi có sự hình thành vết nứt.

CHÚ THÍCH Nếu sự ngăn chặn xảy ra trong các phép thử được tiến hành ở áp suất thử yêu cầu nhưng ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ yêu cầu thì kết luận rằng sự ngăn chặn sẽ xảy ra tại nhiệt độ cao hơn với cùng áp suất thử và cũng có thể xảy ra ở nhiệt độ với áp suất cao hơn; xem Điều A.8.

11 Giải thích kết quả

Sự ngăn chặn vết nứt được coi là có xảy ra khi $l_c < 4,7d_n$.

Sự phát triển của vết nứt được coi là có xảy ra khi $l_c \geq 4,7d_n$.

12 Báo cáo thử nghiệm

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

- a) viện dẫn tiêu chuẩn này và tiêu chuẩn liên quan;
- b) tất cả các chi tiết cần thiết để mô tả đầy đủ mẫu thử, bao gồm nhà sản xuất, polyme được sử dụng để sản xuất, ngày sản xuất và nhãn nhận biết trên mẫu thử;
- c) đường kính ống danh nghĩa và dây ống;
- d) chiều dài đo;
- e) nhiệt độ thử và phương pháp điều hoà;
- f) áp suất thử và chất lỏng tạo áp hoặc các chất lỏng và thành phần;
- g) chiều dài nứt, l_c ;
- h) khối lượng và tốc độ của búa;
- i) ngày thử;
- j) chi tiết các yếu tố có thể ảnh hưởng đến kết quả như các sự cố hoặc thao tác không theo qui định của tiêu chuẩn này.

Phụ lục A

(qui định)

Xác định áp suất (hoặc ứng suất vòng) tới hạn

A.1 Qui định chung

Phương pháp này được sử dụng để xác định áp suất (hoặc ứng suất vòng) tới hạn ở nhiệt độ đã biết khi một vết nứt hình thành trên thành ống nhựa nhiệt dẻo phát triển ổn định dọc theo ống. Giới hạn áp suất trên của phép thử là 1 MPa ¹⁾.

A.2 Ký hiệu

d_{em} đường kính ngoài trung bình của ống, tính bằng milimét.

D số trung bình của các giá trị đường kính ngoài trung bình d_{em} , tính bằng milimét.

e_t chiều dày thành trung bình của ống dọc theo vết nứt chính, tính bằng milimét.

p áp suất thử, tính bằng megapascal.

p_{cs4} áp suất tới hạn, tính bằng megapascal.

σ_{cs4} ứng suất vòng tới hạn, tính bằng megapascal.

A.3 Nguyên tắc

Một loạt các phép thử ở các áp suất khác nhau nhưng ở một nhiệt độ không đổi được tiến hành để xác định áp suất (hoặc ứng suất vòng) tới hạn mà tại đó có sự chuyển tiếp rõ rệt từ sự ngăn chặn đột ngột của một vết nứt ban đầu đến sự phát triển ổn định liên tục của vết nứt đó.

Phép thử dẫn đến sự ngăn chặn vết nứt chỉ ra rằng áp suất tới hạn của sự phát triển lớn hơn áp suất thử.

¹⁾ 1 MPa = 10 bar = 1 N/mm².

A.4 Cách tiến hành

A.4.1 Qui định chung

Sử dụng một khoảng áp suất thử và theo qui trình trong Điều 10, thu được:

- a) ít nhất một kết quả thử với sự ngăn chặn vết nứt (nghĩa là $l_c < 4,7d_n$);
- b) ít nhất một kết quả thử với sự phát triển vết nứt (nghĩa là $l_c \geq 4,7d_n$).

A.4.2 Ứng suất vòng tới hạn

A.4.2.1 Chuẩn bị

Sử dụng một thước dây π , đo đường kính ngoài trung bình, d_{em} theo TCVN 6145 (ISO 3126) tại ba điểm dọc theo mẫu ống thử. Tính và ghi lại giá trị trung bình của ba kết quả này là D .

A.4.2.2 Sau khi thử

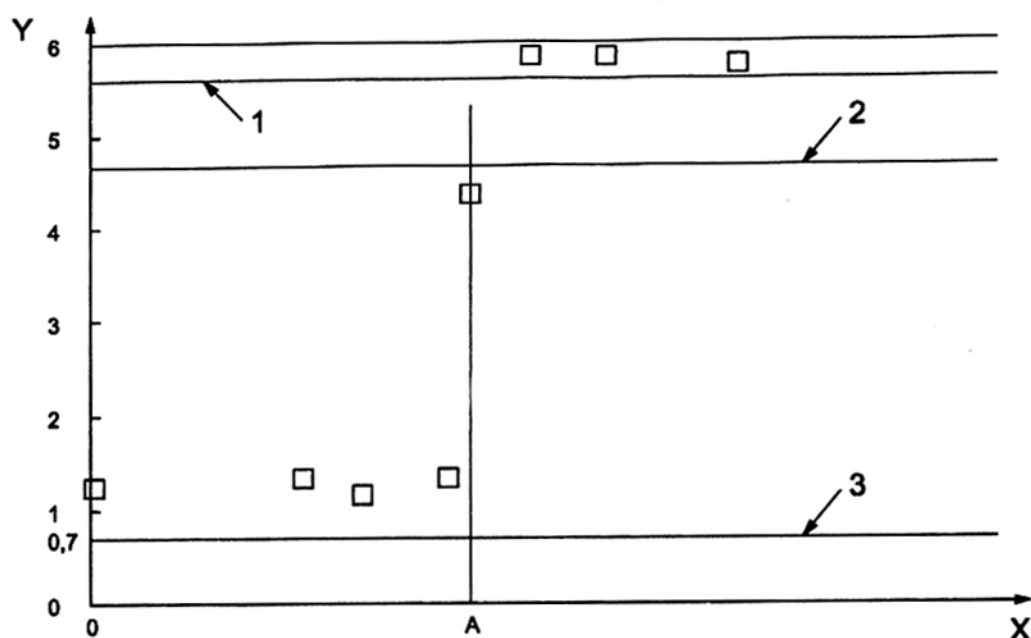
Đo chiều dày thành theo TCVN 6145 (ISO 3126) tại các khoảng dọc theo mẫu ống thử gần kề đường nứt hoặc đường nứt chính, nếu có nhiều hơn một đường nứt. Ghi lại các giá trị chiều dày thành riêng biệt và tính toán, ghi lại giá trị trung bình, e_1 .

Nếu một vết nứt xảy ra cùng với việc làm mỏng thành ống thì tiến hành tất cả các phép đo chiều dày ở một khoảng cách thích hợp so với đường nứt.

A.5 Phân tích để xác định áp suất tới hạn

Tốt nhất nên vẽ một đồ thị quan hệ giữa chiều dài vết nứt và áp suất thử (xem Hình A.1). Chiều dài nứt được đo từ tâm của búa.

Áp suất tới hạn, p_{cs4} , được định nghĩa là áp suất ngăn chặn vết nứt cao nhất đo được ở bên dưới áp suất phát triển vết nứt thấp nhất.



CHÚ DẪN

A	p_{CS4} hoặc σ_{CS4}	1	chiều dài đo nhỏ nhất
X	áp suất thử, p , hoặc ứng suất vòng, σ	2	chiều dài vết nứt tới hạn
Y	chiều dài vết nứt đường kính ống danh nghĩa, l/d_n	3	chiều dài vết nứt hợp lệ nhỏ nhất

Hình A.1 – Đồ thị dữ liệu thử đặc trưng để xác định áp suất tới hạn, p_{CS4} , hoặc ứng suất vòng tới hạn, σ_{CS4}

A.6 Ước lượng áp suất tới hạn khi không có kết quả thử phát triển vết nứt

Một phép thử với các kết quả về sự ngăn chặn vết nứt chỉ ra rằng áp suất tới hạn đối với sự phát triển vết nứt lớn hơn áp suất thử.

Để công nhận các phép thử mà trong đó xảy ra sự ngăn chặn vết nứt ở áp suất ≥ 6 bar, một loạt các phép thử được thực hiện ở các áp suất tăng từng 0,2 MPa một từ 0,6 MPa lên đến tối đa 1 MPa.

A.7 Phân tích để xác định ứng suất vòng tới hạn

Đối với từng ống thử, tính ứng suất vòng, σ , theo megapascal, sử dụng phương trình (A.1):

$$\sigma = \frac{p(D - e_t)}{2e_t} \quad (\text{A.1})$$

Trong đó

- p là áp suất thử, tính bằng megapascal;
- D là giá trị trung bình của các đường kính ngoài trung bình, d_{om} , tính bằng milimét;
- e_t là chiều dày thành trung bình của ống thử dọc theo vết nứt chính, tính bằng milimét.

Vẽ đồ thị quan hệ giữa chiều dài vết nứt và ứng suất vòng (xem Hình A.1).

Ứng suất vòng tới hạn, σ_{CS4} , được định nghĩa là ứng suất vòng ngăn chặn vết nứt lớn nhất ở bên dưới ứng suất vòng phát triển vết nứt nhỏ nhất (xem Hình A.1).

Nên lựa chọn áp suất thử lần lượt ở trên và dưới giá trị mong muốn của p_{CS4} hoặc σ_{CS4} .

A.8 Thông tin bổ sung

Việc thu được các điều kiện ban đầu ở 0 °C đối với ống PE 100 và ống PE 80 thành mỏng là rất khó, thậm chí là không thể. Tuy nhiên, các điều kiện ban đầu có thể thu được ở nhiệt độ thấp hơn, ví dụ ở -15 °C, vì vậy chiều dài nứt ở áp suất bằng "0" lớn hơn $0,7d_n$ (xem 10.2). Phép thử sau đó được thực hiện ở các điều kiện ban đầu này tại áp suất thử yêu cầu, p_{CS4} . Nếu có sự ngăn chặn vết nứt, nghĩa là $l_c < 4,7d_n$, đây là phép thử phù hợp và áp suất thử này, p_{S4} thấp hơn p_{CS4} tại nhiệt độ thấp (xem Điều A.3). Áp suất p_{S4} có thể được biến đổi thành áp suất trong phép thử hết thang tương đương, p_{FS} , bằng cách sử dụng hệ số tương quan (xem Điều C.2).

Điều này cũng là logic khi cho rằng nếu xảy ra sự ngăn chặn vết nứt tại áp suất hết thang, p_{FS} , ở nhiệt độ dưới "0" thì việc ngăn chặn cũng sẽ xảy ra tại cùng áp suất p_{FS} ở nhiệt độ cao hơn và ở 0 °C. Thông thường, độ bền với sự phát triển nhanh của vết nứt tăng lên với sự tăng nhiệt độ.

A.9 Báo cáo thử nghiệm – Yêu cầu bổ sung

A.9.1 Trong trường hợp xác định áp suất tới hạn, báo cáo thử nghiệm phải bao gồm các thông tin bổ sung sau: áp suất tới hạn đo được, p_{CS4} , tính bằng MPa.

A.9.2 Trong trường hợp xác định ứng suất vòng tới hạn, báo cáo thử nghiệm phải bao gồm các thông tin bổ sung sau:

- từng chiều dày thành đo được dọc theo vết nứt chính, tính bằng milimét;
- chiều dày thành trung bình, e_t của mẫu ống dọc theo đường nứt chính, tính bằng milimét;
- đường kính ngoài trung bình, d_{om} của mẫu ống, tính bằng milimét;
- giá trị trung bình, D của các đường kính ngoài trung bình, d_{om} của ống, tính bằng milimét;
- đồ thị quan hệ giữa chiều dài nứt, l_c và ứng suất vòng, σ ;
- ứng suất vòng tới hạn ước lượng, σ_{CS4} , tính bằng megapascal.

Phụ lục B

(qui định)

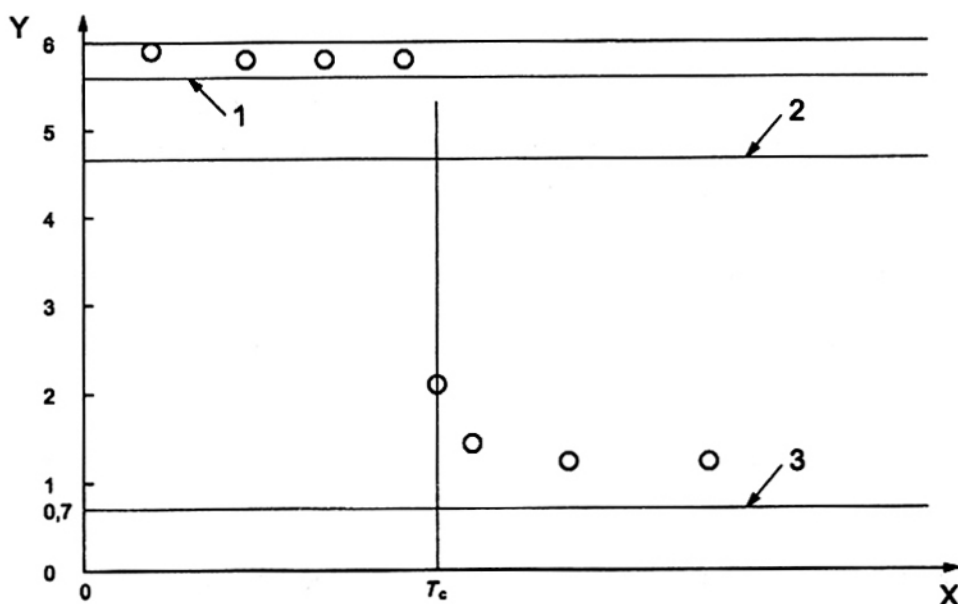
Xác định nhiệt độ tới hạn

Một loạt các phép thử tương tự như các phép thử qui định trong Phụ lục A, trên một loại ống nhựa nhiệt dẻo đặc thù được thực hiện ở áp suất không đổi, không vượt quá 0,5 MPa hoặc ở ứng suất vòng không đổi tương đương, để xác định nhiệt độ tới hạn.

Đây là một kỹ thuật hữu ích bởi vì nó luôn luôn có thể xác định được cả điều kiện ngăn chặn vết nứt và phát triển vết nứt và nhiệt độ tới hạn. Tuy nhiên, đối với một số ống nhựa nhiệt dẻo, ở nhiệt độ 0 °C hoặc cao hơn, sự phát triển nhanh của vết nứt RCP có thể không xảy ra ở áp suất bất kỳ nào đó và vì thế không xác định được áp suất tới hạn.

Nhiệt độ tới hạn, T_c được định nghĩa là nhiệt độ ngăn chặn vết nứt thấp nhất ở trên nhiệt độ phát triển vết nứt cao nhất (xem Hình B.1). Kết quả đưa ra được nhiệt độ ngăn chặn thấp nhất phải được xác nhận tính hợp lệ bằng cách tiến hành phép thử ban đầu như qui định trong 10.2 ở cùng nhiệt độ.

Phép thử dẫn đến sự ngăn chặn vết nứt chỉ ra rằng nhiệt độ tới hạn đối với sự phát triển vết nứt thấp hơn nhiệt độ thử.

**CHÚ DẪN**

T_c	nhiệt độ tới hạn	1	chiều dài đo nhỏ nhất
X	nhiệt độ, T °C	2	chiều dài vết nứt tới hạn
Y	chiều dài vết nứt/đường kính ống danh nghĩa, l/d_n	3	chiều dài vết nứt hợp lệ nhỏ nhất

Hình B.1 – Đồ thị dữ liệu thử đặc trưng để xác định nhiệt độ tới hạn, T_c

Phụ lục C

(tham khảo)

Sự tương quan áp suất tối hạn giữa phép thử S4 và phép thử hết thang đối với ống PE

C.1 Giới thiệu

Áp suất tối hạn được đo theo phương pháp S4 theo tiêu chuẩn này thấp hơn giá trị được đo trên cùng một ống theo TCVN 8200 (ISO 13478), sử dụng phép thử hết thang FST để cho giá trị tham chiếu.

Mối tương quan giữa các kết quả áp suất tối hạn là cần thiết, vì vậy các giá trị xác đáng của áp suất vận hành lớn nhất có thể được tính toán bằng cách sử dụng phương pháp bất kỳ. Một mối tương quan lý thuyết đã được đề xuất và dựa trên các kết quả thực nghiệm, mặc dù mức chính xác của nó vẫn đang là đối tượng được nghiên cứu.

C.2 Hệ số tương quan

Hệ số tương quan giữa các áp suất tối hạn theo phương pháp S4 và FST đối với cùng một ống được biểu thị theo phương trình (C.1):

$$\frac{p_{c,FS} + p_{atm}}{p_{c,S4} + p_{atm}} = 3,6 \quad (C.1)$$

$$p_{c,FS} + p_{atm} = 3,6 (p_{c,S4} + p_{atm})$$

Nếu áp suất khí quyển, $p_{atm} = 0,1$ MPa, thì

$$p_{c,FS} = 3,6 p_{c,S4} + 2,6$$

Áp suất tối hạn, p_c , tính bằng MPa, được định nghĩa là:

$$p_c = p_{c,FS} = 3,6 p_{c,S4} + 2,6$$

Phụ lục D

(tham khảo)

**Sự giảm áp của chất lỏng và ảnh hưởng đến sự phát triển nhanh của vết nứt –
Phân tích lý thuyết**

Đối với cách tiếp cận lý thuyết của hàm số tương quan giữa phép thử S4 và FST, xem tài liệu tham khảo [4], [12] và [13].

Quá trình giảm áp do sự xuất hiện vết nứt xảy ra theo hai pha (xem Hình D.1). Trước tiên là dòng chảy ngược hướng trục chảy về phía trước của đầu vết nứt phát triển sau một sóng giảm áp. Áp suất còn lại sau đó thoát ngang qua chỗ hở của vết nứt.

Sau khi có sóng giảm áp ở trước điểm bất kỳ dọc theo ống, áp suất bắt đầu suy giảm từ giá trị ban đầu của nó, p_0 . Áp suất tại đầu vết nứt, p_t , giảm dần dần đến ổn định khi khoảng hở của vết nứt lớn hơn mặt cắt ngang của ống. Đối với một tốc độ không đổi, v , phân tích dòng khí theo một kích thước đưa ra phương trình (D.1):

$$\frac{p_t}{p_0} = \left\{ \left[1 - \frac{\gamma - 1}{\gamma + 1} \left(1 - \frac{v}{c_0} \right) \right]^{\frac{2\gamma}{\gamma - 1}} \right\} \text{ nếu } v < c_0 \quad (D.1)$$

và phương trình (D.2):

$$\frac{p_t}{p_0} = 1 \text{ nếu } v \geq c_0 \quad (D.2)$$

trong đó

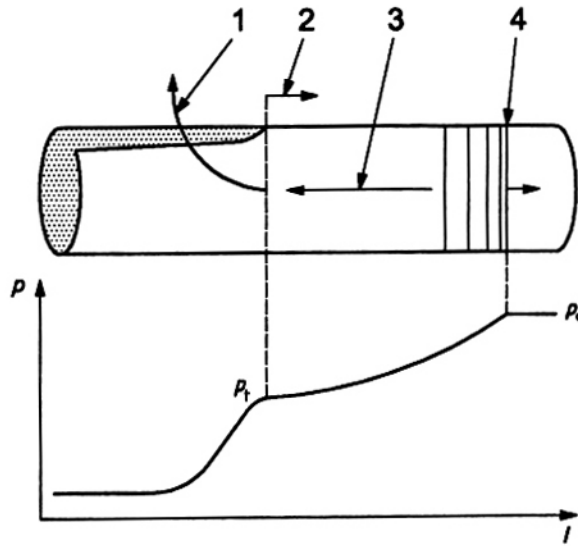
γ là tỉ số của nhiệt riêng tại áp suất không đổi với nhiệt riêng ở thể tích không đổi của khí;

c_0 là tốc độ âm thanh của khí.

Tất cả các áp suất là tuyệt đối.

Ban đầu hoạt động của áp suất trên thành ống loe ra phía sau đầu vết nứt tác động lên vết nứt và áp suất này được xác định tại đầu của vết nứt, p_t khác với giá trị ban đầu, p_0 . Trong phép thử S4, các màng ngăn giảm áp gần như loại trừ dòng chảy ngược hướng trục vì thế toàn bộ áp suất ống ban đầu tác động lên vết nứt, trong khi đó trong phép thử FST chỉ có áp suất gây ra giảm áp hướng trục có thể tác động. Giả định rằng sự xả khí ngang là như nhau trong cả hai phép thử cho phép có mối liên hệ giữa p_t và p_0 trong phương trình (D.1) được chuyển một cách đơn giản thành $p_{c,S4}$ và $p_{c,FS}$ ở các điều kiện tới hạn.

Trong quá trình phát triển nhanh của vết nứt trong phép thử FST ở ống PE trên áp suất tới hạn, đầu vết nứt thường giữ lại trong giây lát. Đối với tốc độ vết nứt bằng không và đối với $\gamma = 1,4$ (đối với không khí và khí tự nhiên), phương trình (D.1) chỉ ra rằng áp suất tuyệt đối tại đầu vết nứt, p , giảm xuống ngay lập tức đến 28 % p_0 , và chỉ có thể tăng chậm nếu sự phát triển nhanh của vết nứt bắt đầu lại. Sự phát triển nhanh của vết nứt chỉ có thể tiếp tục trong một phép thử S4 nếu áp suất tuyệt đối vượt quá 28 % của p_0 trong phép thử FST. Từ điều này dẫn đến việc đưa ra hệ số 3,6 (= 1/0,28) trong phương trình tương quan đã được thiết lập trong phụ lục C. Phương trình này độc lập đối với cỡ ống, vật liệu và chất lỏng.



CHÚ DẪN

- l khoảng cách
- p áp suất
- 1 sự xả ngang
- 2 hướng vết nứt
- 3 dòng chảy ngược hướng trục
- 4 phía trước sóng giảm áp

Hình D.1 – Quá trình giảm áp

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 8200 (ISO 13478), *Ống nhựa nhiệt dẻo dùng để vận chuyển chất lỏng – Xác định độ bền với sự phát triển nhanh của vết nứt (RCP) – Phép thử hết thang (FST)*.
- [2] ROBERTSON, T.S. Propagation of brittle fracture in steel. *J.Iron Steel Inst.* 1953, **175**, pp. 361-374
- [3] VANCROMBRUGGE, R. Fracture properties in plastic pipe. In: *5th International Conference Plastics Pipes*, 1982-09-08 to 10, University of York.
- [4] WOLTERS, M., KETEL, G. Some experiences with the modified Robertson test used for the study of rapid crack propagation in PE-pipelines. In: *Proceedings of the 8th Plastics Fuel Gas Pipe Symposium*, November/December 1983, New Orleans, USA.
- [5] GREIG, J.M. *Fracture propagation in 250 mm and 315 mm polyethylene gas pipes*. British Gas Engineering Research Station, 1985. (Report No.E472).
- [6] GREIG, J.M. Rapid crack propagation in hydrostatically pressurized 250 mm polyethylene pipe. In: *Proc. 7th International Conference Plastics Pipes*, Bath, England, September 1988, pp. 12.1-12.7.
- [7] LEEVERS, P.S., VENIZELOS, G., IVANKOVIC, A. Rapid crack propagation along pressurized PE pipe: Small scale testing and numerical modelling. *Constr. Build. Mater.* 1993, **7**, pp. 179-184.
- [8] VANSPEYBROECK, P. Evaluation of test methods for determining rapid crack propagation properties of pressurized polyethylene gas pipes. In: *International Conference on Pipeline Reliability*, Calgary, Alberta, June 1992.
- [9] LEEVERS, P.S. Impact and dynamic fracture of tough polymers by thermal decohesion in a Dugdale zone. *Int. J.Fracture* 1995, **73**, pp. 109-127.
- [10] VANSPEYBROECK, P. Test methods for determining rapid crack propagation properties of pressurized polyethylene (gas) pipes. In: *2nd International Pipeline Technology Conference*, Ostend, Belgium, 1995-09-11 to 14.
- [11] BROWN, N., LU, X., INGHAM, E.J., MARSHALL, G.P. Small scale laboratory test for resistance to RCP. In: *Proc. International Symposium on Plastics Pipes*, American Gas Association, Orlando, FL, USA, 1999, pp.10-20 to 23.
- [12] GREENSHIELDS, C.J., LEEVERS, P.S. Correlation between full scale and small scale steady state (S4) tests for rapid crack propagation in plastic gas pipe. *Plast. Rubber Compos.: Macromol. Eng.* 1999, **28**, pp.20-25.

- [13] VANSPEYBROECK, P. RCP, after 25 years of debates, finally mastered by two ISO-test (*Proc. 11th International Conference Plastics Pipes, 2001-09-03 to 06, Munich, Germany*), pp.557-566. Institute of Materials, London, 2001.
- [14] LEEVERS, P.S., HILLMANSEN, S., MORENO, L. DE F.F. Specimen temperature conditioning and drift before an S4 pipe fracture test. *Polym. Test 2004, 23*, pp. 727-735.
-