

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 8286 - 1 : 2009

ISO 7539-1 : 1987

Xuất bản lần 1

ĂN MÒN KIM LOẠI VÀ HỢP KIM -

THỬ ĂN MÒN ỨNG SUẤT -

PHẦN 1: HƯỚNG DẪN CHUNG VỀ PHƯƠNG PHÁP THỬ

Corrosion of metals and alloys - Stress corrosion testing -

Part 1: General guidance on testing procedures

HÀ NỘI - 2009

Lời nói đầu

TCVN 8286 -1 : 2009 hoàn toàn tương đương với ISO 7539-1 : 1987

TCVN 8286 -1 : 2009 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 17

Thép biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ khoa học và Công nghệ công bố.

TCVN 8286-1 đưa ra hướng dẫn chung về lựa chọn, sử dụng và giải thích ý nghĩa của các quy trình thử khác nhau đã được triển khai để đánh giá sức bền của kim loại và hợp kim đối với sự ăn mòn do ứng suất.

ISO 7539 *Corrosion of metals and alloys - General principles for corrosion testing*(Ăn mòn kim loại và hợp kim - Thử ăn mòn ứng suất) còn bao gồm các phần sau:

ISO 7539 - 2 : 1989, *Part 2: Preparation and use of bent-beam specimens* (Phần 2 Chuẩn bị và sử dụng các mẫu thử của dầm chịu uốn).

ISO 7539 - 3 : 1989, *Part 3: Preparation and use of U-bend specimens* (Phần 3 : Chuẩn bị và sử dụng các mẫu thử uốn chữ U).

ISO 7539 - 4 : 1989, *Part 4: Preparation and use of uniaxially loaded tension specimens* (Phần 4 : Chuẩn bị và sử dụng các mẫu thử kéo chịu tải theo một trục).

ISO 7539 - 5 : 1989, *Part 5: Preparation and use of pre-cracked specimens for tests under rising load or rising displacement* (Phần 5 : Chuẩn bị và sử dụng các mẫu thử dạng vòng C).

ISO 7539 - 6 : 2003, *Part 6: Preparation and use of pre-cracked specimens for tests under constant load or constant displacement* (Phần 6 : Chuẩn bị và sử dụng các mẫu thử có vết nứt trước).

ISO 7539 - 7 : 2005, *Part 7: Method for slow strain rate testing* (Phần 7 : Thử với tốc độ biến dạng chậm).

Ăn mòn kim loại và hợp kim - Thử ăn mòn ứng suất

Phần 1: Hướng dẫn chung về phương pháp thử

Corrosion of metals and alloys - Stress corrosion testing - Part 1: General guidance on testing procedures

1 Phạm vi áp dụng

TCVN 8286 - 1 quy định những vấn đề chung cần được áp dụng khi thiết kế và tiến hành các thử nghiệm để đánh giá độ nhạy cảm của vật liệu đối với sự ăn mòn ứng suất.

CHÚ THÍCH : Phương pháp thử riêng không được nêu chi tiết trong tiêu chuẩn này, mà được mô tả trong phần khác của TCVN 8286 (ISO 7539).

2 Thuật ngữ và định nghĩa

2.1

Ăn mòn ứng suất (stress corrosion)

Sự ăn mòn có tăng cường đối với kim loại do sự tác động liên tục của môi trường ăn mòn và ứng suất kéo tĩnh danh nghĩa thường dẫn đến sự hình thành vết nứt. Quá trình này thường làm giảm đáng kể tính chất chịu tải của cấu trúc kim loại.

CHÚ THÍCH : Xem nứt ăn mòn ứng suất (3.1).

2.2

Ứng suất tới hạn (đối với ăn mòn ứng suất) [threshold stress (for stress corrosion)]

Ứng suất mà từ đó trở lên vết nứt ăn mòn ứng suất sẽ xuất hiện trong điều kiện trường ứng suất có xu thế gây biến dạng dẻo cao, tức trong điều kiện biến dạng dẻo chiếm ưu thế.

2.3

Hệ số tăng cường của ứng suất giới hạn (đối với ăn mòn ứng suất)

[threshold stress intensity factor (for stress corrosion)]

TCVN 8286-1 : 2009

Hệ số tăng cường ứng suất mà trên giá trị này các vết nứt ăn mòn do ứng suất bắt đầu xuất hiện trong các điều kiện bắt buộc phải có biến dạng dẻo, nghĩa là trong điều kiện hầu như có biến dạng thẳng.

2.4

Môi trường thử (test environment)

Môi trường làm việc hoặc môi trường được tạo ra trong phòng thí nghiệm dùng để phơi mẫu thử và được duy trì không đổi hoặc có thay đổi theo thoả thuận của các bên có liên quan. Trong trường hợp ăn mòn ứng suất, môi trường thử được quy định riêng hoàn toàn (xem Điều 6).

2.5

Thời gian bắt đầu thử (start of test)

Thời điểm khi cho ứng suất tác động hoặc khi mẫu thử được phơi trong môi trường thử, lấy thời gian nào xảy ra sau.

2.6

Thời gian bắt đầu có vết nứt (crack initiation time)

Khoảng thời gian từ khi bắt đầu phép thử tới khi phát hiện ra một vết nứt nào đó bằng phương tiện sử dụng.

2.7

Thời gian đến khi phá huỷ (time to failure)

Khoảng thời gian từ khi bắt đầu phép thử tới khi xảy ra sự phá huỷ, chuẩn phá huỷ là sự xuất hiện đầu tiên của dấu hiệu tạo thành vết nứt hoặc sự tách ly hoàn toàn của mẫu thử, hoặc một số trạng thái trung gian đã được thoả thuận.

2.8

Thử (với) tốc độ biến dạng chậm (slow strain rate test)

Phép thử đòi hỏi mẫu thử chịu kéo hoặc uốn có kiểm soát ở tốc độ biến dạng thường trong khoảng từ 10^{-3} đến 10^{-7} s^{-1} . Biến dạng được tăng lên liên tục (vô cấp) hoặc có cấp nhưng không theo chu kỳ.

2.9

Tốc độ nứt trung bình (average crack velocity)

Chiều sâu lớn nhất của vết nứt tạo bởi ăn mòn ứng suất chia cho thời gian thử.

2.10

Sự định hướng (orientation)

Hướng tác dụng của ứng suất kéo trong mẫu thử so với hướng quy định nào đó trong sản phẩm được dùng để chuẩn bị mẫu thử, ví dụ, hướng cán trên tấm kim loại.

3 Những vấn đề cơ sở

3.1 Từ định nghĩa về nứt ăn mòn ứng suất (2.1), rõ ràng là sự hình thành vết nứt ăn mòn do ứng suất là một trường hợp riêng của ăn mòn ứng suất và trong một số trường hợp, ăn mòn có thể không dẫn đến sự tạo thành các vết nứt. Mặc dù vậy, sự tạo thành vết nứt thường được thoả thuận là kết quả xảy ra một cách phổ biến, các biểu hiện khác như sự ăn mòn tinh giới hoặc các vết nứt kéo dài do sự hiện diện của ứng suất, cũng phải được thừa nhận.

Trong khi thừa nhận sự tồn tại của những nét khác biệt nêu trên, tiêu chuẩn liên quan đến các phương pháp thử này đã coi các thuật ngữ "ăn mòn ứng suất" và "sự tạo thành vết nứt ăn mòn ứng suất" là đồng nghĩa vì đó là những thuật ngữ phổ biến trong tài liệu về ăn mòn.

Tiêu chuẩn này bao gồm tất cả các hiện tượng liên quan đến sự hoà tan kim loại hoặc tác động của hydro được tạo ra trong kim loại do kết quả của tác động đồng thời của môi trường ăn mòn và ứng suất kéo, trừ sự nứt do kim loại lỏng và sự ăn mòn tróc vảy.

CHÚ THÍCH : Nên có sự phân biệt giữa hoà tan cục bộ do sự phá huỷ và các hiện tượng do hydro gây ra. Hai loại hiện tượng này có thể xếp chồng lên nhau nhưng không thể có sự nhầm lẫn với hiện tượng có liên quan trực tiếp quy cho tải trọng hydro tăng dần.

3.2 Có nhiều phương pháp rất khác nhau được sử dụng để đánh giá các tính chất ăn mòn ứng suất của kim loại. Mỗi phương pháp có những tiện ích riêng trong các trường hợp nhất định.

3.3 Điều quan trọng là phải thấy rằng "phép thử" có ý nghĩa đặc biệt trong khái niệm về độ bền chống ăn mòn ứng suất hoặc độ nhạy cảm với ăn mòn ứng suất. Quá trình ăn mòn ứng suất có thể xảy ra hoặc không xảy ra trong trường hợp đã cho phụ thuộc vào điều kiện phơi ra trước môi trường ăn mòn và tính chất của vật liệu. Từ "độ nhạy cảm" với ăn mòn ứng suất không mô tả tính chất của vật liệu hoặc chất lượng của vật liệu trong thang chất lượng được áp dụng phổ biến, bởi vì thứ tự giá trị của một tập hợp các hợp kim đã cho có thể thay đổi theo điều kiện phơi ra trước môi trường ăn mòn.

3.4 Để xác lập được một cách lý tưởng rủi ro của sự ăn mòn ứng suất trong một ứng dụng đã cho, cần được thực hiện thử nghiệm mô phỏng trong tất cả các điều kiện phơi ra trước môi trường ăn mòn giống như khi làm việc. Trong thực tế, vấn đề này khá khó khăn, nếu có thể và ít khi đạt được, chỉ là một số "phép thử tiêu chuẩn" đã được xác định do kinh nghiệm để đưa ra hướng dẫn hợp lý về việc đưa vào sử dụng, đối với các ứng dụng riêng đã cho. Tuy nhiên, các "phép thử tiêu chuẩn" trong phòng thí nghiệm này chỉ thích hợp cho các điều kiện làm việc mà kinh nghiệm đã được chỉ ra mối liên quan thích hợp tồn tại, nhưng vẫn chỉ là kinh nghiệm. Thực tế là một hợp kim đã cho vượt qua hoặc không vượt qua được phép thử đã có trước đây có thể hoặc không thể có ý nghĩa cho hợp kim khác và một phép thử phân biệt chính xác giữa các hợp kim được dùng cho một ứng dụng đã cho sẽ không cần thiết phải đưa ra hướng dẫn an toàn nếu như các điều kiện phơi ra trước môi trường ăn mòn khác nhau. Do đó, việc sử dụng một phép thử tiêu chuẩn nằm bên ngoài điểm đã có kinh nghiệm cần được hợp thức hoá.

TCVN 8286-1 : 2009

3.5 Trong các điều sau, cần đặc biệt chú ý đến thực tế là quá trình ăn mòn ứng suất có thể cực kỳ nhạy cảm với các thay đổi nhỏ trong các điều kiện phơi hoặc các điều kiện thử. Người sử dụng vật liệu có trách nhiệm lựa chọn các điều kiện mà các phép thử ăn mòn ứng suất đã được thực hiện và thực tế là một số phép thử mô tả trong tiêu chuẩn này chưa chắc đã là các phép thử thích hợp nhất cho mọi tình huống đã cho. Lý lẽ bào chữa cho các phép thử này trong một tiêu chuẩn là ở chỗ chúng được sử dụng rộng rãi và đã được chứng minh là có giá trị đối với các hệ thống thiết bị - môi trường riêng hoặc chung. Tuy nhiên, trách nhiệm đối với sự giải thích các kết quả thử nghiệm thuộc về người sử dụng vật liệu và trách nhiệm này không hề giảm đi bởi sự tồn tại của tiêu chuẩn này.

3.6 Ngoài các phần riêng của TCVN 8286 (ISO 7539) bao hàm các phương pháp được sử dụng rộng rãi nhất, cần có một tài liệu phổ biến hơn liên quan đến việc lựa chọn các nội dung chi tiết của phép thử và giải thích các kết quả. Trong quá trình soạn thảo phần này của TCVN 8286 (ISO 7539) đã sử dụng bản soát xét trước đây và có sự cập nhật thích hợp.

4 Lựa chọn phương pháp thử nghiệm

4.1 Trước khi bắt đầu chương trình thử nghiệm ăn mòn ứng suất, phải có quyết định về loại phép thử nào là thích hợp. Quyết định này phụ thuộc nhiều vào mục đích của phép thử và thông tin được yêu cầu. Trong khi một số phép thử cố gắng tái tạo ra các điều kiện càng gần với điều kiện làm việc càng tốt và có giá trị đối với kỹ sư ở nhà máy thì các phép thử khác có thể được thiết kế để nghiên cứu cơ chế của sự phá hủy. Trước đây, do có những hạn chế điển hình của vật liệu, không gian, thời gian ... cho nên có ý định sử dụng quy trình thử tương đối đơn giản, trong khi ở những hoàn cảnh khác, kỹ thuật thử nghiệm phức tạp hơn có thể đòi hỏi phải sử dụng các mẫu thử có vết nứt trước, dẫu rằng các nghiên cứu này có thể là không thích hợp khi xem xét ảnh hưởng của việc gia công tinh bề mặt. Mặc dù đã có một số kỹ thuật phức tạp, nhưng việc lựa chọn và tuân theo một phép thử đơn giản có thể có giá trị lớn trong một số trường hợp khi không thể sử dụng được các kỹ thuật tỉ mỉ hơn.

4.2 Khi lựa chọn một phương pháp thử loại chấp nhận/không chấp nhận, điều quan trọng là để thực hiện, không nên có đòi hỏi quá khắt khe để bắt buộc vật liệu phải thích hợp với điều kiện làm việc cá biệt hoặc không nên coi thường việc khuyến khích sử dụng vật liệu không quan trọng trong trường hợp có thể có sự phá hủy nhanh.

4.3 Mục đích của thử nghiệm ăn mòn ứng suất thường để cung cấp thông tin nhanh hơn so với cách thu thập thông tin từ kinh nghiệm sử dụng, nhưng đồng thời cũng dự đoán được tập tính ăn mòn ứng suất trong sử dụng. Các cách tiếp cận phổ biến nhất được dùng để đạt được mục đích trên là sử dụng các mẫu thử có ứng suất cao hơn, biến dạng liên tục chậm, có vết nứt trước, nồng độ của các tác nhân ăn mòn trong môi trường thử cao hơn so với môi trường làm việc, nhiệt độ và kích thước điện hoá tăng lên. Tuy nhiên, điều quan trọng là các phương pháp nêu trên phải được điều chỉnh sao cho các chi tiết của cơ chế phá hủy không thay đổi.

4.4 Nếu có quá nhiều khó khăn trong việc tái tạo ra một cách chính xác các điều kiện làm việc thì việc phân tích quá trình ăn mòn ứng suất có thể có ích cho việc xác định tới mức cho phép các tác

nhân chính đang hoạt động ở các giai đoạn khác nhau. Sau đó phép thử ăn mòn ứng suất được lựa chọn có thể chỉ đòi hỏi một bước trong cơ chế ăn mòn.

5 Hệ thống tạo ứng suất

5.1 Quy định chung

Các phương pháp chất tải cho các mẫu thử có bề mặt ban đầu bằng phẳng, được cắt rãnh hoặc có vết nứt trước có thể được tập hợp thành nhóm theo yêu cầu của các thử nghiệm như sau:

- a) Tổng biến dạng không đổi (xem 5.2);
- b) Tải trọng không đổi (xem 5.3);
- c) Tốc độ biến dạng chậm (xem 5.4);

Trong trường hợp các mẫu thử có vết nứt trước, các điều kiện giới hạn được xác định dưới dạng giá trị cường độ ứng suất K_{Isc} và các phép thử cũng có thể được tiến hành trong điều kiện cường độ biến dạng không đổi.

Sự hiểu biết về các giới hạn của các phương pháp khác nhau ít nhất cũng quan trọng như sự lựa chọn phương pháp tạo ứng suất.

5.2 Phép thử tổng biến dạng không đổi

5.2.1 Các phép thử tổng biến dạng không đổi tạo thành một nhóm gồm những loại thử nghiệm thông dụng nhất bởi vì các phép thử uốn ở các dạng rất khác nhau cũng thuộc vào loại thử nghiệm này. Hơn nữa chúng mô phỏng các ứng suất trong chế tạo và các ứng suất này thường gắn liền với các hư hỏng trong làm việc (sử dụng).

5.2.2 Vật liệu dạng lá thường được thử bằng uốn; vật liệu tấm được thử kéo hoặc ở dạng vòng chữ C, cũng có thể sử dụng vòng chữ C cho thử các sản phẩm ống và các bán thành phẩm khác có mặt cắt ngang tròn.

5.2.3 Các phép thử uốn đơn giản trong sử dụng và do đó các mẫu thử và đồ gá kẹp thường rẻ. Các vấn đề đối với các phương pháp thử này thường có liên quan đến khả năng tái tạo lại mức ứng suất khá khó khăn, ngay cả khi đã có dụng cụ đo định lượng. Sự cố gắng cải thiện tình trạng này đã dẫn tới các phép thử uốn phức tạp hơn, ví dụ, đòi hỏi phải có bốn điểm chất tải thay cho ba điểm chất tải trước đây, nhưng các hạn chế của lý thuyết uốn đơn giản thường được sử dụng để tính toán mức ứng suất có thể dẫn đến các sai số của ứng suất dự tính trước, đặc biệt là khi có biến dạng nằm ngoài giới hạn đàn hồi. Việc sử dụng tenxơ mét để đo các ứng suất bề mặt có thể có ích trong một số trường hợp. Việc chế tạo các mẫu thử dạng dài cho các dạng uốn chữ "U" đã tạo ra lượng biến dạng dẻo đáng kể có thể ảnh hưởng đến sự hình thành vết nứt..

5.2.4 Có thể thử vật liệu dạng ống dưới dạng các vòng chữ "C" hoặc các vòng chữ "O". Vòng "C" được tạo ứng suất bằng cách mở một phần hoặc khép kín khe hở và vòng "O" được tạo ứng suất bằng cách lắp cưỡng bức thích hợp với một nút có kích thước lớn hơn kích thước lỗ vòng. Vòng "C"

cũng có khả năng sử dụng được cho thử nghiệm các dạng sản phẩm dày, ví dụ các sản phẩm bằng hợp kim nhôm, có chiều ngang hẹp..

5.2.5 Các phép thử kéo tổng biến dạng không đổi đôi khi được ưu tiên sử dụng hơn các phép thử uốn, như vậy sẽ đơn giản hoá cho việc ứng dụng và tính toán ứng suất. Tuy nhiên các mẫu thử kéo đòi hỏi phải có các khung giữ lớn hơn so với các mẫu thử uốn có mặt cắt ngang tương đương.

5.2.6 Có thể tránh được việc sử dụng các khung giữ bằng cách dùng các mẫu thử được tạo ứng suất bên trong có chứa các ứng suất dư do sự biến dạng không đồng nhất. Các mẫu thử này có thể được tạo ra bằng cách uốn với biến dạng dẻo, ví dụ bằng cách tạo ra chỗ phình trên vật liệu dạng lá hoặc tấm, hoặc bằng cách hàn. Nhưng các phép thử này liên quan đến những vấn đề về sự thay đổi có hệ thống của ứng suất ban đầu, ứng suất này thường đạt được các giá trị lớn nhất trong vùng giới hạn chảy. Hơn nữa, sự hồi vị của biến dạng đàn hồi, trong quá trình tạo ra các ứng suất dư bằng cách làm phình tấm vật liệu hoặc cán phẳng một phần ống có thể gây ra những vấn đề mà khi có yêu cầu về hàn thì những biến đổi về cấu trúc có thể làm gia tăng các khó khăn, trừ khi phép thử là phép thử mô phỏng của tình trạng thực tế.

5.2.7 Các mẫu thử tổng biến dạng không đổi đôi khi được chất tải bằng cách trước tiên đặt vào máy thử thông thường hoặc thiết bị thử tương tự sau đó được lắp vào khung giữ trong khi vẫn được duy trì ở trạng thái đã bị biến dạng. Khi tải trọng tác dụng của mẫu thử được dỡ bỏ thì mẫu thử vẫn giữ được trạng thái chịu tác động của ứng suất do khung giữ. Giả sử rằng biến dạng trong mẫu thử được giữ không đổi vì lực gây ra biến dạng được truyền từ máy thử cho khung giữ. Điều này đòi hỏi máy thử và khung giữ có độ cứng vững như nhau, do đó khung giữ phải tương đối lớn so với mẫu thử.

5.2.8 Độ cứng vững của khung giữ dùng để tạo ra ứng suất cũng có thể ảnh hưởng đến thời gian phá huỷ mẫu thử, ngoài bất cứ ảnh hưởng nào có thể có đối với mức ứng suất ban đầu. Như vậy, trong hầu hết các phép thử tổng biến dạng không đổi và đặc biệt là các phép thử đối với các vật liệu dẻo, biến dạng đàn hồi ban đầu trong mẫu thử được biến đổi một phần thành biến dạng dẻo vì sự lan truyền của vết nứt.

5.2.9 Một khi đã bắt đầu có sự nở lỏng của tải trọng thì mức nở lỏng có thể thay đổi từ mẫu thử này sang mẫu thử kia, và điều này có thể ảnh hưởng đến thời gian phá huỷ theo số lượng các vết nứt hoặc các hố lõm được tạo ra. Có thể quan sát sự nở lỏng tải trọng đã đánh dấu trên một mẫu thử có nhiều vết nứt hoặc hố lõm trong khi sự nở lỏng nhỏ đối với tải trọng được quan sát khi chỉ có một ít vết nứt xuất hiện. Nếu chỉ có một vết nứt xuất hiện, nó sẽ không phát triển đến kích thước lớn trước khi xảy ra sự phá huỷ đột ngột cuối cùng vì tải trọng tác dụng còn cao, trong khi sự nở lỏng tải trọng đã đánh dấu gắn liền với sự hiện diện của nhiều vết nứt ăn mòn ứng suất có nghĩa là các vết nứt phải lan truyền rộng hơn trước khi có một trong các vết nứt này trở nên đủ lớn để tạo ra các trạng thái ứng suất ở tải trọng tương đối nhỏ để dẫn đến sự phá huỷ đột ngột.

5.2.10 Mức độ hiện diện của số lượng các vết nứt ảnh hưởng đến các kết quả thử phụ thuộc một cách tự nhiên vào hệ thống ăn mòn ứng suất đang được nghiên cứu, nghĩa là phụ thuộc vào các tính chất như độ bền đứt của vật liệu và phụ thuộc cả vào tính ăn mòn của môi trường được sử dụng. Kết quả cũng phụ thuộc vào độ cứng vững của đồ gá giữ mẫu thử được sử dụng. Như vậy, khung giữ

mẫu thử càng cứng vững thì biến dạng đàn hồi càng nhỏ để có thể giữ được trong mẫu thử sau sự phát triển của dải Luders. Do đó thời gian tới khi phá hủy đối với một ứng suất ban đầu đã cho thay đổi theo hệ thống là cứng hay mềm; trong một số trường hợp, các vết nứt có thể ngừng phát triển để không dẫn đến sự phá hủy.

5.3 Các phép thử tải trọng không đổi

5.3.1 Các phép thử này có thể mô phỏng chặt chẽ hơn sự phá hủy do ăn mòn ứng suất từ ứng suất tác dụng hoặc ứng suất gia công. Vì mặt cắt ngang hiệu dụng của mẫu thử bị giảm đi do sự phát triển của vết nứt cho nên các phép thử tải trọng không đổi kéo theo sự gia tăng trạng thái ứng suất. Do đó các phép thử này rất có thể dẫn đến sự phá hủy hoặc sự phá hủy hoàn toàn sớm hơn so với các phép thử tổng biến dạng không đổi.

5.3.2 Các phép thử trọng tải không đổi đối với các mẫu thử có mặt cắt ngang đáng kể thường yêu cầu máy thử lớn đôi khi được thay thế bằng cách sử dụng một lò xo nén. Đặc tính của lò xo được chọn sao cho bảo đảm được sự mới lỏng xảy ra trong quá trình thử không làm cho tải trọng thay đổi một cách đáng kể. Sử dụng các lực kế kiểu vòng thuộc cùng một loại được cải tiến để hiệu chuẩn các máy thử kéo. Có thể xác định tải trọng chiều trục tác dụng lên mẫu thử kéo được đặt trong lực kế kiểu vòng bằng cách đo độ thay đổi đường kính của vòng được hiệu chuẩn.

5.3.3 Cách tiếp cận khác để giảm thiểu kích thước của hệ thống chất tải là giảm mặt cắt ngang của mẫu thử, ví dụ như bằng cách sử dụng dây rất thanh mảnh. Tuy nhiên, sẽ rất nguy hiểm nếu mặt cắt ngang được giảm đi quá nhiều trừ khi sự phá hủy do ăn mòn ứng suất được phê chuẩn bằng kim tương học. Đó là vì, trong một số môi trường ăn mòn ứng suất sự phá hủy có thể do ăn mòn lỗ chỗ hoặc các dạng ăn mòn khác kèm theo sự gia tăng của ứng suất hiệu dụng tới giới hạn bền của kim loại. Các mối nguy hiểm khác sẽ kèm theo khi việc sử dụng các mẫu thử có mặt cắt ngang rất nhỏ (xem 7.2.2).

5.3.4 Chi phí cho các mẫu thử trong điều kiện tải trọng không đổi trên các máy thử riêng biệt có thể được giảm thiểu bằng cách thử nghiệm chuỗi các mẫu thử chỉ trên một máy. Quy trình kỹ thuật này cũng làm giảm đi các yêu cầu đối với phòng thử. Chuỗi các mẫu thử kéo theo một trục có thể được nối với các khâu chất tải đơn giản, nhưng phương pháp này cần cải tiến hơn để thích hợp cho các trường hợp không dự tính trước được sự phá hủy bởi vì sự phá hủy của một mẫu thử nào đó có thể làm mất hiệu lực đối với các mẫu thử còn lại. Chuỗi các mẫu thử có vết nứt trước để phá hỏng hơn có thể được nối với các khâu chất tải được thiết kế để đỡ tải tuần tự cho các mẫu thử khi xảy ra sự tăng trưởng của vết nứt để tránh gây nhiễu loạn cho các mẫu thử khác trong trường hợp có sự phá hủy. Người sử dụng phải vô hiệu hoá các quy trình thử khi sử dụng chuỗi các mẫu thử để đảm bảo không có sai số trước khi làm theo các quy trình này.

5.3.5 Việc sử dụng mẫu thử kéo có chiều dài đo dạng côn đang được ưa thích cho phép tạo ra một dãy các ứng suất ban đầu trong một mẫu thử. Tuy nhiên nên thận trọng đối với việc sử dụng các mẫu thử này, ví dụ như, để xác định các mức ứng suất giới hạn chính xác. Các kết quả có thể bị ảnh

hưởng bởi các yếu tố như số lượng các vết nứt hiện có, sự hình thành cổ thắt do biến dạng chảy.... Thích hợp hơn cả là sử dụng các mẫu thử trong các phép thử "phân loại" kèm theo số lượng hạn chế thử nghiệm thông thường.

5.3.6 Các phép thử tải trọng không đòi hỏi sự gia tăng của trạng thái ứng suất khi các vết nứt phát triển, vì thế một khi các vết nứt đã bắt đầu xuất hiện thì ít có khả năng ngừng phát triển hơn so với trường hợp của các phép thử tổng biến dạng không đổi ở các ứng suất dưới ứng suất giới hạn. Vì vậy, giá trị ứng suất tới hạn xác định trong điều kiện tải trọng không đổi rất có thể thấp hơn so với xác định trong điều kiện độ võng (biến dạng) không đổi trong một hệ thống cụ thể nào đó.

5.4 Các phép thử tốc độ biến dạng chậm

5.4.1 Việc ứng dụng sự biến dạng động lực học chậm, ban đầu đã được xem như một phép thử phân loại nhanh, được bắt đầu nổi lên như một phép thử có liên quan rất nhiều với thực tế.

Về cơ bản, phương pháp này đòi hỏi phải sử dụng tốc độ biến dạng hoặc tốc độ võng tương đối chậm (ví dụ 10^{-6} s^{-1}) đối với mẫu thử dưới tác động thích hợp của môi trường, tới khi xảy ra phá hủy.

5.4.2 Các tốc độ gây nứt do ăn mòn ứng suất thường ở trong phạm vi từ 10^{-3} tới $10^{-6} \text{ mm s}^{-1}$, các tốc độ này cho thấy sự phá hủy trong các phép thử phòng thí nghiệm trong điều kiện tổng biến dạng không đổi hoặc trong điều kiện tải trọng không đổi đối với các mẫu thử có kích thước thông thường xảy ra trong một ít ngày. Điều này được nhận xét là nếu hệ thống là một hệ thống trong đó các vết nứt ăn mòn ứng suất đã bắt đầu xuất hiện thì theo kinh nghiệm chung sự phá hủy mẫu thử không diễn ra trong khoảng thời gian thử rất dài mà phép thử được kết thúc ở thời gian đã lựa chọn tùy ý. Hậu quả là sự phân tán đáng kể về thời gian thử có thể gắn liền với các phép thử mô hình và sự kết thúc tùy tiện của phép thử đã để lại mối nghi ngờ về kết quả của phép thử sẽ như thế nào nếu phép thử được phép tiếp tục trong thời gian dài hơn. Bằng việc sử dụng các mẫu thử có vết nứt trước hỗ trợ cho sự bắt đầu của vết nứt ăn mòn ứng suất, có thể ứng dụng biến dạng động lực học chậm, loại biến dạng có lợi hơn để cho phép thử không kết thúc sau một thời gian tự chọn, bởi vì sự kết thúc thường đạt được bằng sự đứt gãy mẫu thử và sau đó chuẩn của sự hình thành vết nứt có liên quan đến dạng phá hủy. Như vậy, ở dạng thường dùng, phương pháp tốc độ biến dạng chậm thường dẫn đến phá hủy trong khoảng thời gian 2 ngày do sự nứt gãy dẻo hoặc nứt gãy ăn mòn ứng suất, trong đó nứt gãy ăn mòn ứng suất dễ có khả năng xảy ra. Thực tế là phép thử được thực hiện theo phương pháp nêu trên trong một khoảng thời gian tương đối ngắn là phép thử được sử dụng phổ biến.

5.4.3 Việc sử dụng phép thử từ sớm đã cung cấp dữ liệu nhờ đó có thể so sánh ảnh hưởng của các thay đổi như thành phần và cấu trúc của hợp kim, hoặc sự bổ sung thêm chất ức chế cho môi trường tạo thành vết nứt và cũng để đẩy mạnh sự tạo thành vết nứt ăn mòn ứng suất với sự phối hợp của hợp kim và môi trường để không thể dẫn đến thất bại của phép thử trong phòng thí nghiệm trong điều kiện tải trọng không đổi hoặc tổng biến dạng không đổi. Như vậy, một loại phép thử tương đối nghiêm ngặt được tạo ra theo cách thường xuyên gây ra sự phá hủy do ăn mòn ứng suất trong phòng thí nghiệm, nơi mà các dạng khác của mẫu thử bằng phẳng chịu tác dụng của ứng suất không thúc đẩy sự hình thành vết nứt và về mặt này đây là cách tương tự đối với các phép thử trên các

mẫu thử có vết nứt trước. Trong những năm gần đây sự hiểu biết về thử nghiệm biến dạng động lực học đã phát triển và hiện nay loại phép thử này có thể có liên quan và có tầm quan trọng nhiều hơn so với một phép thử lựa chọn nhanh thích hợp. Có thể nhận xét rằng các phép thử trong phòng thí nghiệm đòi hỏi phải thúc đẩy các mẫu thử tới phá hủy ở tốc độ biến dạng chậm có liên quan chút ít tới thực tế phá hủy trong sử dụng. Sự thực là trong cả hai phép thử tổng biến dạng không đổi và tải trọng không đổi, sự lan truyền vết nứt cũng xảy ra trong điều kiện biến dạng động lực học chậm phụ thuộc ở mức độ lớn hơn hoặc nhỏ hơn vào giá trị ban đầu của ứng suất, thời gian bắt đầu của vết nứt và các thông số khác nhau của luyện kim đã kiểm chế hiện tượng nào trong mẫu thử. Tuy nhiên, trong một số hệ thống, sự gia tăng của các dấu hiệu cho thấy chức năng của ứng suất trong ăn mòn ứng suất là đẩy mạnh tốc độ biến dạng thay vì ứng suất chỉ là thông số cơ học quan trọng đối với sự bắt đầu và lan truyền vết nứt. Trong những trường hợp này, tốc độ nào tối thiểu cho sự hình thành vết nứt cũng là một thông số thiết kế kỹ thuật như ứng suất giới hạn hoặc hệ số cường độ ứng suất thu được từ các phép thử tải trọng không đổi trên các mẫu thử bằng phẳng hoặc có vết nứt trước.

5.4.4 Thiết bị yêu cầu cho thử nghiệm biến dạng chậm là một thiết bị đơn giản cho phép lựa chọn các tốc độ biến dạng nhưng phải đủ cứng vững để đương đầu với các tải trọng phát sinh. Thiết bị thường bao gồm một khung có độ cứng vững vừa phải và một cơ cấu dẫn động qua nhiều bộ truyền giảm tốc để cho phép lựa chọn các tốc độ con trượt trong phạm vi từ 10^{-3} tới 10^{-7} mm.s⁻¹.

Có thể sử dụng các mẫu thử kéo bằng phẳng hoặc có vết nứt trước, nhưng nếu mặt cắt ngang của các mẫu thử này cần phải lớn hoặc tải trọng cần phải lớn thì có thể sử dụng các mẫu thử uốn.

5.4.5 Điều quan trọng là phải hiểu rằng cùng một tốc độ biến dạng không tạo ra cùng một sự hình thành vết nứt trong tất cả các hệ thống và phải lựa chọn tốc độ có liên quan đến hệ thống cụ thể được nghiên cứu.

6 Môi trường

6.1 Quy định chung

Sự hình thành vết nứt ăn mòn ứng suất vẫn được xem là xảy ra trong sự phối hợp riêng hợp kim/môi trường, ví dụ thép không gỉ austenit trong các dung dịch clorua và thép cacbon thấp trong các dung dịch nitrat. Tuy nhiên danh sách của các sự phối hợp này tiếp tục tăng lên theo thời gian và thậm chí có những trường hợp tạo thành vết nứt của vật liệu trong nước tinh khiết cao cũng đã được thực hiện. Hơn nữa, cần lưu ý rằng các chất ở pha khí cũng có thể ảnh hưởng đến cơ chế ăn mòn ứng suất và đôi khi đã dùng môi trường khí cho thử nghiệm. Trong các trường hợp này, áp suất có thể là thông số quan trọng.

6.2 Nhiệt độ

Ảnh hưởng quan trọng của nhiệt độ đối với các quá trình hoá học là rất phổ biến, ai cũng biết, với các tốc độ phản ứng thường tăng lên theo sự tăng lên của nhiệt độ. Đây cũng là trường hợp xảy ra trong nhiều quá trình ăn mòn, ảnh hưởng của nhiệt độ, vì một số lý do thường phức tạp hơn. Sự tăng lên của nhiệt độ cùng với sự tăng lên tương ứng của các tốc độ phản ứng có thể làm giảm tốc độ chung,

ví dụ như do sự hình thành nhanh hơn các màng bảo vệ. Tương tự như vậy, sự giảm tính hoà tan của oxy trong các dung dịch ngâm nước có thể kéo theo sự tăng nhiệt độ, sự giảm tính hoà tan của oxy này cũng có thể dẫn đến tốc độ ăn mòn thấp hơn, và cũng có thể dẫn ra các ví dụ khác.

Các tác động này rất có thể liên quan đặc biệt đến trường hợp ăn mòn ứng suất nêu trên, xảy ra trong các điều kiện hơi và thường đòi hỏi sự cân bằng giữa ăn mòn chủ động và ăn mòn bị động. Về những vấn đề đã nêu trên, rõ ràng là nhiệt độ thử nên được kiểm soát chặt chẽ và nếu có thể nên chọn nhiệt độ tương đương như nhiệt độ khi làm việc. Mặc dù vậy, như đã nêu trong 4.3, đôi khi nhiệt độ tăng lên được sử dụng để đẩy nhanh các kết quả thử, song phải rất thận trọng trong quá trình thực hiện.

6.3 Thành phần dung dịch

6.3.1 Mặc dù không thể tránh được việc duy trì môi trường như là một trong các biến số quan trọng đối với thử nghiệm ăn mòn ứng suất, một số dung dịch đã được sử dụng rất rộng rãi cho một số loại hợp kim. Các dung dịch magie clorua đun sôi dùng cho thép không gỉ và các dung dịch nitrat đun sôi dùng cho thép cacbon là hai ví dụ. Các dung dịch này đã bị phê phán vì nhiều lý do, lý do chính là chúng thường không được tái tạo lại các điều kiện ở nhà máy. Đây là vấn đề quan trọng bởi vì tính tương đối nhạy cảm đối với sự hình thành vết nứt của một dãy các hợp kim không cần thiết phải như nhau trong các môi trường khác nhau.

6.3.2 Tuy nhiên, các phép thử trong các dung dịch thông dụng này có thể phục vụ cho một mục đích hữu ích với điều kiện là phải ghi nhớ các giới hạn của chúng và phải rất cẩn thận trong việc chuẩn bị và sử dụng dung dịch. Trong khi có thể xảy ra những sự khác biệt tương đối nhỏ giữa các phòng thí nghiệm chuẩn bị một dung dịch nào đó có cùng một đặc tính có thể thường không ảnh hưởng đến các kết quả thử ăn mòn ứng suất thì cũng có những trường hợp trong đó những thay đổi tương đối nhỏ về môi trường cũng có thể đẩy mạnh các thay đổi trong việc hình thành vết nứt. Những vấn đề có thể xảy ra gắn liền với việc sử dụng dung dịch $MgCl_2$ 42% sôi dùng để thử các thép không gỉ có thể xem là một ví dụ. Vì hidrat của $MgCl_2$ hút ẩm cho nên việc chuẩn bị dung dịch bằng cách cân có thể dẫn đến sự khác nhau đáng kể của điểm sôi và vì thế sớm hay muộn cũng làm cho phép thử ăn mòn ứng suất bị thất bại; cần ưu tiên chuẩn bị dung dịch bằng cách bổ sung nước cho hidrat để đạt được một điểm sôi cụ thể.

6.3.3 Tác động của pH làm thay đổi môi trường liên quan đến sự ăn mòn chung đã được thừa nhận hoàn toàn và đã có những nghiên cứu thích hợp nhưng tác động đến ăn mòn ứng suất còn ít được ghi nhận. Sự thay đổi nồng độ pH của môi trường trong quá trình thử cũng quan trọng như nồng độ pH ban đầu. Sự thay đổi của pH trong phép thử phụ thuộc vào thể tích của dung dịch và diện tích bề mặt của mẫu thử được phơi ra cũng như thời gian thử nghiệm. Việc sử dụng thể tích dung dịch tương đối lớn với diện tích bị phơi của kim loại nhỏ hoặc bổ sung thêm dung dịch trong quá trình thử rất có thể làm cho sự thay đổi của pH nhỏ hơn và vì thế thời gian đạt tới phá huỷ có thể khác đi so với trường hợp thể tích dung dịch nhỏ và diện tích bị phơi lớn; tất nhiên, nếu các đại lượng này là đủ nhỏ và đủ lớn một cách tương ứng thì sự phá huỷ có thể không xảy ra ở tất cả trong một số hệ

thống. Nếu các phép thử được thực hiện với sự kích thích anot thì các tác động thay đổi này của pH có thể trầm trọng thêm đặc biệt là nếu điện cực của động hồ đo được nhúng chìm trong bình ăn mòn ứng suất. Trong một số trường hợp, khi sử dụng sự kích thích điện hoá thì sự phân huỷ dung dịch có thể xảy ra đến mức làm cho cơ chế của sự phá huỷ thay đổi một cách đáng kể và từ đó xảy ra thể ăn mòn tự do. Đôi khi, có thể sử dụng các dung dịch đệm để khắc phục những vấn đề này, nhưng việc sử dụng các dung dịch đệm có thể làm thay đổi cơ chế của sự hình thành vết nứt hoặc thậm chí kim hãm dạng phá huỷ này.

6.3.4 Khi oxy đóng vai trò quan trọng trong các phản ứng ăn mòn thúc đẩy sự tạo thành vết nứt thì các thay đổi nhỏ về nồng độ oxy cũng có thể có ảnh hưởng. Như vậy, khi thử nghiệm một số hợp kim nhôm trong các dung dịch được sục khí thì phá huỷ có thể xảy ra trong vài giờ, nhưng trong các dung dịch không được sục khí, không có sự tạo thành vết nứt có thể dẫn đến các phép thử kéo dài. Oxy được đưa vào hoặc được lấy ra khỏi một dung dịch trong một thử nghiệm có chủ định biểu thị sự tăng trưởng của các tác động có thể có do sự hiện diện của oxy. Sự cuốn theo của oxy trong một dung dịch bằng cách khuấy hoặc phun được phản ánh trong thời gian phá huỷ, trong các hợp kim nhôm được phun ngắn hơn nhiều so với khi được nhúng chìm hoàn toàn.

6.3.5 Như đã nêu ra từ đầu, các kết quả từ các phép thử với một trong các dung dịch thông dụng đôi khi được xem là để chỉ ra tính nhạy cảm tương đối của một dãy các hợp kim, không kể đến môi trường làm việc của chúng. Sự nguy hiểm trong việc đưa ra các kết luận từ các phép thử trong một môi trường đã cho và áp dụng các kết luận từ các phép thử trong một môi trường đã cho và áp dụng các kết luận này cho các hoàn cảnh khác đã chỉ ra sự cần thiết phải tái hiện các điều kiện làm việc càng gần với điều kiện làm việc thực càng tốt nếu như các dữ liệu phòng thí nghiệm được sử dụng cho lựa chọn hoặc thiết kế có liên quan đến thiết bị công nghiệp.

6.3.6 Liên quan đến việc tái hiện môi trường làm việc, điều quan trọng cần ghi nhớ là có thể có các nồng độ cục bộ, ví dụ trong các khe hở hoặc ở vị trí mà sự truyền nhiệt diễn ra qua các mặt phân cách và môi trường có thể tích lớn có thể không tạo ra vết nứt. Một ví dụ khác cần lưu ý là sự hình thành vết nứt ăn mòn ứng suất, trong đó môi trường tạo thành vết nứt thường phát triển thích hợp trong giai đoạn tạo thành các lỗ rỗng nhỏ. Một cách tương tự, nên hiểu rằng môi trường tại đỉnh của một vết nứt có thể khác so với môi trường chung. Điều này áp dụng cho cả các mẫu thử có vết nứt trước và đỉnh của các vết nứt phát triển trong các mẫu thử bằng phẳng lúc ban đầu.

6.4 Về điện hoá

6.4.1 Tính chất điện hoá của các phản ứng liên quan đến sự tạo thành vết nứt ăn mòn ứng suất cho phép sự tạo thành vết nứt chịu ảnh hưởng của việc áp dụng dòng điện hoặc điện áp từ nguồn điện bên ngoài. Đôi khi, phải thừa nhận rằng sự dịch chuyển điện thế theo chiều anot sẽ làm tăng tính nhạy cảm với sự tạo thành vết nứt, trong khi việc áp dụng dòng điện catốt sẽ làm chậm sự tạo thành vết nứt hoặc ngăn cản hoàn toàn hiện tượng này. Tuy theo các tình tiết của cơ chế tạo thành vết nứt mà điều này có thể là đúng hoặc không đúng. Ví dụ, nếu hợp kim nhạy cảm với sự tạo thành vết nứt do sự thâm nhập vào của hydro thì tác động làm thay đổi điện thế có thể ngược lại với trường hợp nêu trên, trong đó giả sử rằng sự tạo thành vết nứt đòi hỏi sự hoà tan dọc theo một đường hoạt tính.

Lý do thông thường cho việc tăng dòng điện hoặc điều chỉnh điện thế của các mẫu thử ăn mòn ứng suất, khi đối tượng là sự thu gom số liệu, là giảm thời gian tới khi phá hủy trong các phép thử phòng thí nghiệm hoặc cải tiến tính tái tạo lại. Không nên cho rằng nếu sử dụng kỹ thuật mạ tĩnh điện thì tác động sẽ hoàn toàn ảnh hưởng đến động học của sự tạo thành vết nứt, bởi vì dòng điện được sử dụng cũng có thể làm thay đổi điện thế và điều này có thể thúc đẩy sự phản ứng khác nhau. Do đó, không nên sử dụng, sự kích thích điện hoá của các phép thử ăn mòn ứng suất trừ khi có sự chú ý đầy đủ để đảm bảo rằng cơ chế phá hủy không bị thay đổi so với cơ chế vận hành ở thể ăn mòn tự do và các số liệu tương quan hoàn toàn với kinh nghiệm trong sử dụng..

6.4.2 Tác động của điện thế đến sự tạo thành vết nứt thay đổi từ hệ thống này sang hệ thống khác, nhưng một số khía cạnh của đề tài này có thể được thảo luận một cách thuận tiện liên quan đến sự tạo thành vết nứt của thép cacbon. Một số phép thử đã chỉ ra rằng các vật liệu này không đáp ứng được ở các dải điện thế khác nhau tùy theo dung dịch chúng được ngâm, ví dụ như trong các dung dịch hydroxit, cacbonat hoặc nitrat. Thể ăn mòn tự do của vật liệu này, trong các dung dịch tương ứng, thường nằm trong phạm vi tạo thành vết nứt trong trường hợp dung dịch nitrat, nhưng nằm ngoài phạm vi tạo thành vết nứt trong trường hợp các dung dịch khác. Điều này chỉ ra rằng, trong các điều kiện thử cụ thể này, sự phá hủy có thể xảy ra trong dung dịch nitrat ở thể ăn mòn tự do, nhưng không xảy ra trong dung dịch hydroxit hoặc cacbonat. Điều này không có nghĩa là các thép cacbon không thể bị phá hủy bởi sự tạo thành vết nứt ăn mòn ứng suất trong hai môi trường hydroxit và cacbonat ở thể ăn mòn tự do, mà đơn giản là thép cụ thể này trong các môi trường cụ thể được sử dụng theo các kinh nghiệm này đã không bị phá hủy ở thể ăn mòn tự do. Tất nhiên sự phá hủy bởi vết nứt ăn mòn ứng suất phụ thuộc vào thành phần của thép, trạng thái bề mặt của thép và thành phần của môi trường.

6.4.3 Có thể chấp nhận rằng một lượng nhỏ các chất bổ sung thêm vào môi trường, được cố tình đưa vào hiện diện như là các tạp chất có thể gây ra thể ăn mòn nằm trong phạm vi tạo thành vết nứt, như vậy ăn mòn ứng suất xảy ra không có tác dụng của điện thế. Điều này đã được giải thích là tác động của một lượng nhỏ các muối chỉ bổ sung thêm vào các dung dịch NaOH, các dung dịch này được biết rõ là sẽ thúc đẩy sự tạo thành vết nứt do xút (kiềm) ăn đa trong các phép thử phòng thí nghiệm và trong trường hợp không có sự bổ sung thêm thì sẽ không tạo ra quá trình hình thành vết nứt. Các thay đổi nhỏ khác trong thành phần của các loại thép cũng đã có sự giải thích tương tự, ít nhất là giải thích được một phần. Như vậy tác động của một lượng nhôm nhỏ bổ sung thêm vào thép cacbon để tăng sức bền chống nứt và một lượng đồng nhỏ bổ sung thêm để giảm sức bền chống nứt có thể là do lượng nhôm bổ sung thêm tạo ra thể ăn mòn âm lớn hơn còn lượng đồng bổ sung thêm tạo ra thể ăn mòn dương lớn hơn. Các ví dụ này minh họa các tác động có thể xảy ra của những thay đổi tương đối nhỏ về điện thế không vượt qua khoảng 100 mV, trong khi tạo ra những thay đổi rất đáng ghi nhận trong sự tạo thành vết nứt. Các ví dụ này chỉ ra sự cần thiết, đặc biệt là trong các phép thử phòng thí nghiệm, phải cố gắng tái hiện lại sự phá hủy khi làm việc, tái tạo lại các điều kiện môi trường, và đặc biệt là điện thế có liên quan với độ chính xác thích hợp.

6.4.4 Khi xác minh rằng ăn mòn ứng suất chỉ xảy ra trên một phạm vi tới hạn của các điện thế thì có thể kiểm tra bằng các phép đo điện thế trực tuyến xem sự tạo thành vết nứt có đang xảy ra trong thiết bị làm việc hay không. Hơn nữa, trong một số trường hợp rủi ro của sự ăn mòn ứng suất có thể giảm đi hoặc có thể tránh được hoàn toàn bằng cách duy trì các điện thế ở bên ngoài phạm vi tới hạn bằng cách đưa vào các chất "kim hãm" hoặc bằng bảo vệ catot hay bảo vệ anot.

6.4.5 Việc sử dụng ổn áp trong các phép thử phòng thử nghiệm, ổn áp này được cộng vào chi phí thử nghiệm và được tháo ra trong hầu hết các điều kiện làm việc, thường là cách hiệu quả nhất để đạt được các điện thế cụ thể, và có thể có lợi đối với sự tái tạo lại các kết quả thử. Kỹ thuật mạ tĩnh điện có thể có chi phí thấp hơn so với các kỹ thuật sử dụng ổn áp, cũng có thể có ích trong một số trường hợp nhưng cường độ dòng điện tác dụng nên tương đối nhỏ để không làm dịch chuyển điện thế ra xa thế ăn mòn tự do, trừ khi đã biết rằng bất cứ tác động nào của điện thế nêu trên cũng không có liên quan đến hệ thống đang được nghiên cứu. Thường thì các nghiên cứu về cơ chế ăn mòn cần đến các phép thử điện hoá, nhưng đối với công việc phòng thử nghiệm nhằm nghiên cứu sự phá huỷ khi làm việc, các phép thử ở thế ăn mòn tự do (với điều kiện là đã biết điều kiện làm việc) thường có tính hiện thực hơn. Điều quan trọng cần nhận thức rõ là thế ăn mòn tự do phụ thuộc vào một số yếu tố như trạng thái bề mặt, thời gian phơi ... và như vậy giá trị đạt được trong một phép thử phòng thử nghiệm khi sử dụng các bề mặt được gia công hoặc được đánh bóng sẽ khác rõ rệt với các giá trị đạt được trong tình trạng làm việc bao gồm cả các bề mặt có vấy cặn hoặc bị gỉ, thậm chí là trong cùng một môi trường. Việc quyết định áp dụng điều khiển điện hoá trong các phép thử tái hiện lại sự phá huỷ trong làm việc nhằm mục đích giảm yếu tố thời gian hoặc đạt được sự tái tạo lại kết quả thử tốt hơn chỉ hợp lý khi đáp ứng được các điều kiện nêu trên. Mặt khác, nếu sự tái tạo lại các dữ liệu phòng thí nghiệm được xem là không đầy đủ thì cách tiếp cận tốt hơn là tiến hành một số thực nghiệm được thiết kế hợp lý và có ý nghĩa về mặt thống kê.

6.4.6 Xét về mặt tác động quan trọng của điện thế đối với chế độ ăn mòn ứng suất, cần chú ý phòng ngừa bằng cách cách điện các mẫu thử khỏi các bộ phận kim loại khác trong thiết bị thử được nhúng trong dung dịch thử.

6.4.7 Điều quan trọng là phải nhớ rằng điện thế ở đỉnh vết nứt, đặc biệt là khi sử dụng các mẫu thử có vết nứt trước, có thể khác với điện thế ở bề mặt, nơi mà vết nứt nhỏ lên và điện thế thường được đo. Điện thế thay đổi dọc theo các vết nứt và sự thay đổi này đôi khi rất nhỏ - một vài milivôn - nhưng trong các vị trí khác có thể đạt tới hàng trăm milivôn..

7 Thiết kế và chế tạo mẫu thử

7.1 Quy định chung

7.1.1 Kích thước của mẫu thử là một trong những vấn đề xem xét đầu tiên và việc lựa chọn lần cuối phụ thuộc vào một số yếu tố và thường đòi hỏi một sự thỏa hiệp. Chi phí và khả năng có thể dùng được của vật liệu trong điều kiện luyện kim có liên quan có thể, một mặt hạn chế kích thước của mẫu thử có thể chấp nhận được, thực ra có thể do hạn chế của thiết bị thử (ví dụ, khả năng chất tải, thể tích của buồng thử ...). Mặt khác, việc sử dụng các mẫu thử lớn hơn làm cho tính đại diện của mẫu

thử tốt hơn và cũng có thể tránh các vấn đề về ăn mòn chung hoặc ăn mòn dạng rỗ, chúng có thể tăng lên khi sử dụng các mẫu thử có mặt cắt ngang nhỏ, ví dụ các dây thép rất mảnh.

7.1.2 Việc định hướng các mẫu thử được lấy từ khối vật liệu lớn, những yếu tố liên quan đến hình dạng và định hướng của các hạt tinh thể và bất cứ ứng suất dư nào là vấn đề quan trọng cần tính đến. Sự hiện diện của các tạp chất phi kim loại và các hạt thuộc pha thứ hai cũng khá quan trọng trong khía cạnh này.

7.1.3 Khi cần, các chương trình thử ăn mòn ứng suất được giới hạn như là kết quả của sự phá hủy khi làm việc và các bộ phận bị hư hỏng được dùng làm nguồn vật liệu. Trừ khi có yêu cầu lấy các mẫu thử từ các khu vực bị nứt để xem xét kiểm tra lại sự phát triển của các vết nứt tế vi, thì điều quan trọng là phải đảm bảo rằng các mẫu thử chỉ được lấy từ các vùng được xác định "không có vết nứt". Bất cứ sự biến đổi nào trong cấu trúc vật liệu trong bộ phận cũng phải được tính đến khi lựa chọn vật liệu cho chế tạo các mẫu thử.

7.1.4 Các đầu hoặc các số nhận dạng nên được ghi bền lâu trên các mẫu thử. Tuy nhiên cần lưu ý đến vị trí của chúng trên mẫu thử để tránh ảnh hưởng đến kết quả thử. Chúng cần được bố trí càng xa vùng thử càng tốt, ví dụ, tại các đầu mút của các mẫu thử dầm chịu uốn.

7.2 Trạng thái bề mặt

7.2.1 Sự bắt đầu của các vết nứt ăn mòn ứng suất thường không tránh khỏi một số phản ứng đầu tiên trên bề mặt, và do đó trạng thái bề mặt của các mẫu thử có thể gây ra ảnh hưởng đặc trưng đối với các kết quả thử. Sự biến đổi rõ rệt nhất của việc gia công tinh bề mặt là sự thay đổi địa hình cục bộ của bề mặt phụ thuộc vào các chi tiết của kỹ thuật chuẩn bị, nhưng cũng phải xác định rằng các ứng suất dư có thể để lại trên các bề mặt và các thay đổi cục bộ trong thành phần và cấu trúc của vật liệu có thể gắn liền với các lớp bề mặt. Do đó, điều quan trọng là bất cứ chương trình thử nghiệm nào cũng cần tính đến những vấn đề này.

7.2.2 Địa hình cục bộ của bề mặt có thể có ảnh hưởng lớn hơn trong các hợp kim hoặc mẫu thử cứng, có vết khía, với mặt cắt ngang rất nhỏ so với vật liệu mềm, dẻo hoặc các mẫu thử có mặt cắt ngang lớn. Như vậy, sự tạo thành vết nứt ăn mòn ứng suất của đồng thau không dẫn đến biến đổi quan trọng với sự thay đổi đáng kể của địa hình cục bộ trên bề mặt, nhưng các thép có độ bền cao, được mài, đặc biệt là nếu được gia công để giảm các vết nứt tế vi có thể dẫn tới việc suy giảm khá mạnh độ bền chống nứt gãy. Dự đoán ảnh hưởng của những biến đổi trong địa hình cục bộ của các bề mặt sẽ thay đổi theo tỷ lệ nghịch với mặt cắt ngang của mẫu thử.

7.2.3 Các ứng suất dư có thể được tạo ra trên các bề mặt do kết quả của sự biến dạng dẻo không đồng nhất, ví dụ sự tăng lên của biến dạng dẻo do gia công hoặc gián tiếp do hiệu ứng nhiệt hoặc các thay đổi về thể tích gắn liền với các biến đổi pha. Cũng có thể xảy ra các thay đổi cục bộ trong thành phần. Các ứng suất dư trên bề mặt của các mẫu thử ăn mòn ứng suất ảnh hưởng rõ rệt đến tuổi thọ: các ứng suất nén làm tăng và các ứng suất kéo làm giảm thời gian đạt tới phá hủy trong các điều kiện khác có thể so sánh được. Có thể loại bỏ hoặc giảm thiểu các ứng suất dư bằng cách xử lý nhiệt thích hợp với điều kiện là sự xử lý nhiệt này không dẫn đến các ảnh hưởng bất lợi khác đối với cơ tính..

7.2.4 Ngoài bất cứ các ảnh hưởng nào của các ứng suất dư, các thay đổi về cấu trúc có thể được tạo ra trong các lớp bề mặt của mẫu thử có ý nghĩa quan trọng đối với phản ứng ăn mòn ứng suất của một số hợp kim. Như vậy các ảnh hưởng của biến dạng dẻo đối với độ bền chống nứt đã được hoàn toàn xác nhận, và các biến đổi pha cục bộ được tạo ra do biến dạng hoặc sự phát nhiệt do biến dạng cũng có thể ảnh hưởng đến kết quả thử. Có thể tính toán các ảnh hưởng này đối với thời gian dẫn tới phá huỷ các thép 18 Cr/8 Ni có bề mặt được gia công là nhỏ hơn (bởi một hệ số khoảng 4) so với bề mặt được đánh bóng bằng điện phân, hoặc đối với tính nhạy cảm tăng lên của các mẫu thử của các thép có độ bền cao, được tôi và ram, được mài làm thúc đẩy sự tạo thành một lớp mỏng của mactenxit chưa ram trên bề mặt.

7.2.5 Xử lý nhiệt các mẫu thử sau khi chuẩn bị là một nguyên công hoàn thiện khác có thể tạo ra những thay đổi tối thiểu có thể nhận thấy được trong thành phần của bề mặt, ví dụ, sự khử cacbon của thép hoặc khử kẽm của đồng thau, để thúc đẩy sự thay đổi hoàn toàn theo dự kiến của độ bền chống ăn mòn ứng suất. Một cách tương tự, các màng oxit, đặc biệt là nếu các màng này được tạo thành ở nhiệt độ cao trong quá trình xử lý nhiệt hoặc gia công có thể ảnh hưởng đến các kết quả thử ăn mòn ứng suất khi mà sự bắt đầu của vết nứt là một phần quan trọng của tuổi thọ.

7.2.6 Khi việc chuẩn bị lần cuối một bề mặt thử đòi hỏi phải có sự xử lý hoá học hoặc xử lý điện hoá nào đó thì phải chú ý giảm thiểu sự nhiễm bẩn do các chất cặn mà các phương pháp xử lý này để lại. Trong một số trường hợp, việc đánh bóng bằng điện phân được dùng để khắc phục một số khó khăn gắn liền với gia công cơ khí khi chuẩn bị mẫu thử, nhưng việc sử dụng kỹ thuật này có thể gây ra các vấn đề khác. Không được sử dụng xử lý hoá học hoặc xử lý điện hoá phát sinh ra hydro đối với các vật liệu nhạy cảm với các hư hỏng do hydro. Trong một số trường hợp, các phương pháp xử lý này cũng có thể dẫn đến sự ăn mòn pha có chọn lọc và có thể ảnh hưởng đến các kết quả thử.

7.2.7 Vì một tỷ lệ lớn của một số ít kết quả có được về ảnh hưởng của gia công tinh bề mặt là do thực nghiệm ít ỏi hơn là các nghiên cứu có hệ thống cho nên khó có thể làm gì khác ngoài việc nhắc lại rằng nên nhớ đến các ảnh hưởng này khi giải thích các kết quả. Có thể nên tránh các ảnh hưởng này bằng cách sử dụng các mẫu thử có vết nứt trước, song giải pháp này không phải lúc nào cũng có ích vì nhiều lý do mà một trong các lý do là trong thực tế kỹ thuật hiện nay một số trong các ảnh hưởng đã nêu là luôn tồn tại.

7.3 Ảnh hưởng của diện tích phơi

Kết quả thử ăn mòn ứng suất trên một số vật liệu phụ thuộc vào diện tích bị phơi ra của các mẫu thử. Thông thường sự phân tán của các kết quả là ảnh hưởng chính và do đó mẫu thử nên có đủ kích thước để giảm thiểu ảnh hưởng này.

7.4 Mẫu thử có vết nứt trước

7.4.1 Tài liệu tiêu chuẩn chứa nhiều nội dung tham khảo cho sử dụng các mẫu thử có khía vạch, trái ngược với các mẫu thử bằng phẳng, trong các nghiên cứu phòng thí nghiệm về ăn mòn ứng suất để nâng cao tính tái tạo lại các kết quả mà các mẫu thử nứt bằng phẳng thiếu khả năng thực hiện được trong các điều kiện giống nhau, hoặc để dễ đo một vài thông số như tốc độ phát triển vết nứt nếu vị trí vết nứt được xác định trước. Tuy nhiên, sự phát triển của cơ chế phá huỷ đã dẫn đến quá trình

tiến triển của toàn bộ một lĩnh vực mới trong thử nghiệm ăn mòn ứng suất bao gồm việc sử dụng các mẫu thử có một vết nứt trước, thường được tạo ra từ một vạch khía bởi tải trọng mỏi. Mục đích hiện nay là phải chỉ ra rằng cách tiếp cận này đòi hỏi một thông số K , hệ số cường độ ứng suất, hệ số này xác định trường ứng suất tại cạnh trước của vết nứt. Khái niệm này rất quan trọng trong thực tế, đặc biệt là có liên quan đến các vật liệu có giới hạn chảy cao, bởi vì các công trình kỹ thuật thường chứa các vết rạn, nứt được tạo ra trong quá trình chế tạo hoặc làm việc, cho nên có thể đánh giá tầm quan trọng của các vết rạn, nứt này trong mối liên quan khi chúng có thể phát triển như các vết nứt ăn mòn ứng suất hoặc nếu chúng đã phát triển thì có thể được phép phát triển tới mức nào trước khi công trình trở nên mất an toàn.

7.4.2 Các khó khăn bao quanh việc lựa chọn một mẫu thử bằng phẳng để đánh giá độ bền chống ăn mòn ứng suất, có thể nhìn thấy trước là trong khoảng thời gian tương đối ngắn, các phép thử này đã sử dụng một số lượng lớn các mẫu thử. Tuy nhiên, sự khác nhau về hình học của mẫu thử có liên quan qua hệ số cường độ ứng suất để có thể so sánh được các số liệu từ các phép thử khác nhau, và do đó vấn đề lựa chọn mẫu thử cũng không khó khăn như dự kiến ban đầu. Khó khăn lớn nhất duy nhất có liên quan đến kích thước lớn của mẫu thử, đó là cần đến các vật liệu có độ dẻo cao nếu áp dụng các khái niệm về giải tích đàn hồi tuyến tính. Vì có khả năng hầu hết các sự phá hủy do ăn mòn ứng suất trong làm việc xảy ra trong các vật liệu có độ dẻo cao, với các tiết diện tương đối mỏng; mặc dù vậy, việc sử dụng các mẫu thử có vết nứt trước có kích thước không phù hợp hoàn toàn với các yêu cầu của giải tích đàn hồi tuyến tính, vẫn được thực hiện trong một số trường hợp, với điều kiện là các kết quả chỉ được dùng trong điều kiện làm việc đòi hỏi chiều dày tương tự.

7.4.3 Ngoài các xem xét về cơ chế phá hủy, đôi khi có những trường hợp việc sử dụng các mẫu thử có vết nứt trước có thể được giải thích do có liên quan đến việc tái hiện các tình trạng làm việc, đến việc các vết nứt ăn mòn ứng suất có thể được bắt đầu tương đối dễ dàng tại các vết nứt trước hoặc có liên quan đến các lợi thế tích tụ từ sự lan truyền của chỉ một vết nứt. Đôi khi, yêu cầu được đặt ra cho các phép thử mẫu thử có vết nứt trước là có thể tránh được giai đoạn ban đầu của quá trình hình thành vết nứt của các mẫu thử bằng phẳng, được thừa nhận là luôn luôn liên quan tới việc tạo thành lỗ rỗ ăn mòn dẫn đến sự tập trung ứng suất lúc ban đầu với một vết nứt trước - là ít có giá trị hoàn toàn. Như vậy, tính chất hình học của một lỗ rỗ nhỏ, vạch khía hoặc vết nứt trước thường quan trọng đối với các lý do điện hoá cũng như đối với bất cứ lý do nào gắn liền với các ảnh hưởng của chúng đến sự phân bố ứng suất. Đó là vì tính không liên tục về hình học có thể cần thiết để tạo ra các điều kiện điện hoá cục bộ dưới dạng thành phần của môi trường hoặc điện thế của điện cực cần thiết cho sự lan truyền vết nứt ăn mòn ứng suất. Đôi khi, đã có sự phản đối sử dụng các mẫu thử có vết nứt trước, ví dụ, về hiệu lực của việc tạo ra vết nứt trước xuyên qua hạt trong một mẫu thử để tạo thành vết nứt ăn mòn ứng suất giữa các hạt, hoặc về sự cần thiết phải có chi phí đáng kể để tạo ra một vết nứt rất sắc khi việc đưa vào sử dụng lần đầu tiên một môi trường ăn mòn có thể làm cùn vết nứt bằng sự hoà tan, làm lệch các điểm gián đoạn của mép sắc vết nứt tồn tại trong các vật liệu thực tế. Quả thực, một trong những hấp dẫn chính của thử nghiệm mẫu thử có vết nứt trước là có thể cung cấp số liệu cho tính toán các kích thước lớn nhất cho phép của khuyết tật trong kết cấu để đảm bảo

điều kiện an toàn cho kết cấu. Tuy nhiên, nên hiểu rằng ngoài các giới hạn dưới của kích thước khuyết tật và các giới hạn trên của ứng suất được áp dụng, các giới hạn này không liên quan tới các khái niệm về cơ chế phá hủy. Đặc biệt là việc áp dụng cơ chế phá hủy, cho các kích thước khuyết tật dưới 0,1 mm, hoặc khi các ứng suất cục bộ tiến gần đến ứng suất chảy phải được xử lý với sự thận trọng bởi vì trong các trường hợp này các dự đoán về kích thước lớn nhất cho phép của khuyết tật có thể không còn đáng tin cậy nữa.

7.4.4 Một khía cạnh của kỹ thuật thử nghiệm với việc sử dụng các mẫu thử có vết nứt trước, khi mà có một số sự khác nhau về kinh nghiệm giữa các phòng thí nghiệm khác nhau, đề cập đến việc sử dụng sự chất tải tăng lên để xác định hệ số cường độ giới hạn. Trong khi công bố mối tương quan mật thiết giữa các giá trị thu được bằng sự chất tải từng bước và chất tải trực tiếp thì sự phụ thuộc vào tốc độ chất tải trong phương pháp trước đây cũng đã được đánh giá.

7.4.5 Trước đây đã có xu hướng đối với một số nhân viên coi phép thử trên các mẫu thử bằng phẳng là không thích hợp và chỉ có phép thử trên các mẫu thử có vết nứt trước mới đưa ra các kết quả có ý nghĩa; đồng thời cũng có những xu hướng với quan điểm hoàn toàn trái ngược nhau nhưng may thay những quan điểm hoàn toàn trái ngược nhau đã giảm đi nhanh chóng trong những năm gần đây. Đã có gợi ý rằng trong một số trường hợp khi một vết nứt đã phát triển đến một khoảng nào đó trên một mẫu thử bằng phẳng thì phép thử trở nên không phân biệt được với phép thử trong đó sự tạo thành vết nứt được bắt đầu từ một vết nứt trước, ít nhất là về mặt cường độ ứng suất, mặc dù có thể có những khác nhau về điện hoá giữa hai trường hợp.

7.4.6 Khi đánh giá chiều dài của vết nứt mới được tạo ra trước khi bắt đầu thử ăn mòn ứng suất, nên hiểu rằng vết nứt có thể là vết nứt cong. Như vậy, chiều dài thực lớn nhất của vết nứt có thể lớn hơn chiều dài được đánh giá từ các phép đo trên các bề mặt mẫu thử.

8 Bình thử ăn mòn ứng suất

8.1 Bộ phận chứa mẫu thử và môi trường thử ăn mòn ứng suất thường là một bình được làm từ một số loại vật liệu nào đó, thông thường là thủy tinh, có tính trơ đối với môi trường và không tạo ra phản ứng điện đối với mẫu thử. Có thể chỉ ra rằng, dung dịch NaOH đậm đặc ngoài những ảnh hưởng đã biết như ăn mòn trên các bình thủy tinh có thể ít xảy ra sự tương tác rõ rệt nào khác. Trong khi đó đã phát hiện trong các dung dịch nước nóng tinh khiết cao, khi SiO_2 đã được lọc từ dụng cụ bằng thủy tinh trong phòng thử nghiệm tiêu chuẩn trong quá trình thử đã tác động mạnh đến chế độ ăn mòn ứng suất của các mẫu thử bằng thép hợp kim thấp.

8.2 Khi sự tạo thành vết nứt được bắt đầu tại bề mặt trên đó xảy ra sự truyền nhiệt thì có thể cần phải thiết kế một bình trong đó kết hợp được ảnh hưởng của nhiệt và nồng độ, bởi vì nồng độ của các chất trong dung dịch có thể có tại một mặt phân cách trên đó có nhiệt đi qua có thể có vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy sự hình thành vết nứt, đặc biệt là nếu các chất lỏng đọng trên bề mặt được cô đặc bằng sự bay hơi nhưng không trộn lẫn với thể tích của môi trường. Các ví dụ có ý nghĩa là sự tạo thành vết nứt của ống thép không gỉ trong điều kiện cách nhiệt và sự tạo thành vết nứt có tác dụng của chất kiềm đối với nồi hơi bằng thép cacbon thấp được tán đinh tán.

TCVN 8286-1 : 2009

Các phương pháp đã được triển khai để tái hiện các điều kiện đối với sự tạo thành vết nứt trong các điều kiện tập trung này

8.3 Mỗi quan hệ nêu trên (xem 6.3.3) giữa diện tích của các mẫu thử và thể tích dung dịch trong đó ngâm những mẫu thử, có liên quan rõ rệt tới việc thiết kế các bình thử.

9 Bắt đầu các phép thử ăn mòn ứng suất

Có thể thấy rằng sự bắt đầu của một phép thử ăn mòn ứng suất bao gồm ít nhất là cho môi trường tiếp xúc với mẫu thử để tạo ra ứng suất, nhưng thứ tự các bước được thực hiện có thể ảnh hưởng đến kết quả bởi vì có thể có một số tác động khác tại lúc bắt đầu phép thử. Như vậy, trong các phép thử phơi ở ngoài trời thì thời gian trong năm tại lúc bắt đầu phép thử có thể có ảnh hưởng cần được ghi nhận tới thời gian đến khi phá huỷ; và như thế cũng có thể ảnh hưởng tới việc định hướng mẫu thử, nghĩa là theo bề mặt chịu áp lực trong các mẫu thử uốn là nằm ngang hướng lên hoặc hướng xuống, hoặc tạo thành một góc nào đó. Tuy nhiên ngay cả trong các phép thử phòng thí nghiệm, thời gian tại đó ứng suất được tác dụng có liên quan đến thời gian tại đó mẫu thử được phơi ra môi trường có thể ảnh hưởng đến các kết quả thử. Thời gian để đạt tới nhiệt độ thử hoặc để thực hiện sự kích hoạt điện cơ là như nhau. Những điều quan sát được về sự chất tải tăng thêm của các mẫu thử có vết nứt trước, như đã nêu trong 7.4.4 cũng có liên quan đến bối cảnh này.

10 Đánh giá và xử lý các kết quả

10.1 Vì số lượng các phương pháp thử ăn mòn ứng suất đã tăng lên qua các năm cho nên cần có các phương pháp đánh giá các kết quả. Trừ phép thử uốn chữ V đơn giản ban đầu với các kết quả có dạng thời gian tới lúc phá huỷ đã xảy ra các kỹ thuật phức tạp hơn.

Đúng như sự lựa chọn một phương pháp thử phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau, phương pháp đánh giá cũng vậy và cần hiểu rằng trong một số trường hợp chỉ có sự đánh giá đơn giản, đúng đắn là có thể tồn tại. Mặc dù vậy, điều quan trọng là phải hiểu rõ các giới hạn của các kỹ thuật cụ thể.

10.2 Phương pháp đánh giá phép thử sớm nhất là thời gian tới khi phá huỷ (hoặc không phá huỷ) của mẫu thử và phương pháp này vẫn được sử dụng rộng rãi. Các giới hạn của phương pháp này, ví dụ ảnh hưởng của độ cứng vững của khung tạo ứng suất, độ bền chống đứt gãy của vật liệu, tính ăn mòn của môi trường, số lượng các vết nứt được bắt đầu, chiều dày của mẫu thử ... đã nêu trên (xem 5.2) cần được ghi nhớ.

10.3 Theo thói quen thông thường để so sánh các vật liệu, từ quan điểm độ bền chống ăn mòn ứng suất, dưới dạng thời gian tới khi phá huỷ đối với một ứng suất đã cho thì ngay khi sử dụng thiết bị giống nhau, điều này cũng không thể luôn luôn là hợp lý. Một cơ sở thoả đáng hơn cho việc so sánh có thể là mức ứng suất giới hạn hoặc trong trường hợp các mẫu thử có vết nứt trước, là mức cường độ ứng suất thích hợp đối với đường cong thời gian phá huỷ. Nên cho các mẫu thử chịu tác dụng của một phạm vi các mức ứng suất/cường độ ứng suất ban đầu hơn là tiến hành một số các phép thử mô phỏng ở cùng một mức ứng suất/cường độ ứng suất. Tuy nhiên, ngay cả khi sử dụng cách tiếp cận này thì một vài thay đổi trong các kết quả có thể được trông đợi phụ thuộc vào loại phép thử. Mức

ứng suất giới hạn trong điều kiện thử với tải trọng không đổi có khuynh hướng thường là thấp hơn mức thu được trong điều kiện tổng biến dạng không đổi. Ngoài ra, các kết quả phụ thuộc vào môi trường thử như ngưỡng đạt được trong một dung dịch không thể được chấp nhận áp dụng cho trường hợp khác..

10.4 Nếu cần giảm thiểu số lượng các mẫu thử, có thể sử dụng phương pháp khảo sát nhị phân để xác định ứng suất giới hạn. Nên tiến hành phép thử đầu tiên ở một ứng suất ban đầu cụ thể, ví dụ, bằng một nửa độ bền kéo của vật liệu, và các phép thử tiếp sau ở các tỷ phần khác của độ bền kéo theo một tiến trình như đã chỉ ra trên hình vẽ, tùy thuộc vào có xảy ra phá hủy hay không phá hủy trong các phép thử trước đó.

10.5 Trong một số phương pháp thử, thời gian xuất hiện vết nứt đầu tiên là chuẩn được sử dụng và vết nứt này lan ra một số điểm. Cần chú ý cẩn thận khi kiểm tra các mẫu thử trong quá trình thử để tránh làm bẩn bề mặt. Một số dung dịch dùng để phát hiện vết nứt đã chứa một lượng thích hợp các tạp chất có hại có thể thúc đẩy sự hình thành vết nứt ăn mòn ứng suất. Nên hiểu rằng việc đặt lại chỗ cũ để phơi lại đối với một mẫu thử sau khi đã lấy ra để kiểm tra có thể ảnh hưởng đến kết quả cuối cùng và nên sử dụng nhiều mẫu thử ở cùng một mức ứng suất để tránh sự cần thiết phải phơi lại. Nên sử dụng kính hiển vi độ phóng đại nhỏ để kiểm tra các mẫu thử và trong trường hợp này dùng độ phóng đại tiêu chuẩn ($\times 20$), bởi vì sự phát hiện ra vết nứt phụ thuộc vào năng suất phân giải của hệ thống.

10.6 Từ định nghĩa về ăn mòn ứng suất, rõ ràng là cần phải có hoạt động phối hợp, và do đó ảnh hưởng riêng của môi trường nên được đánh giá tách rời để xác nhận xem các mẫu được thử có bị hư hỏng do sự tạo thành vết nứt ăn mòn ứng suất hay không. Chương trình thử nên bao gồm việc phơi các mẫu thử không chịu tác dụng của ứng suất có thể được kiểm tra bằng các phương tiện khác nhau trong phép thử cho mục đích so sánh.

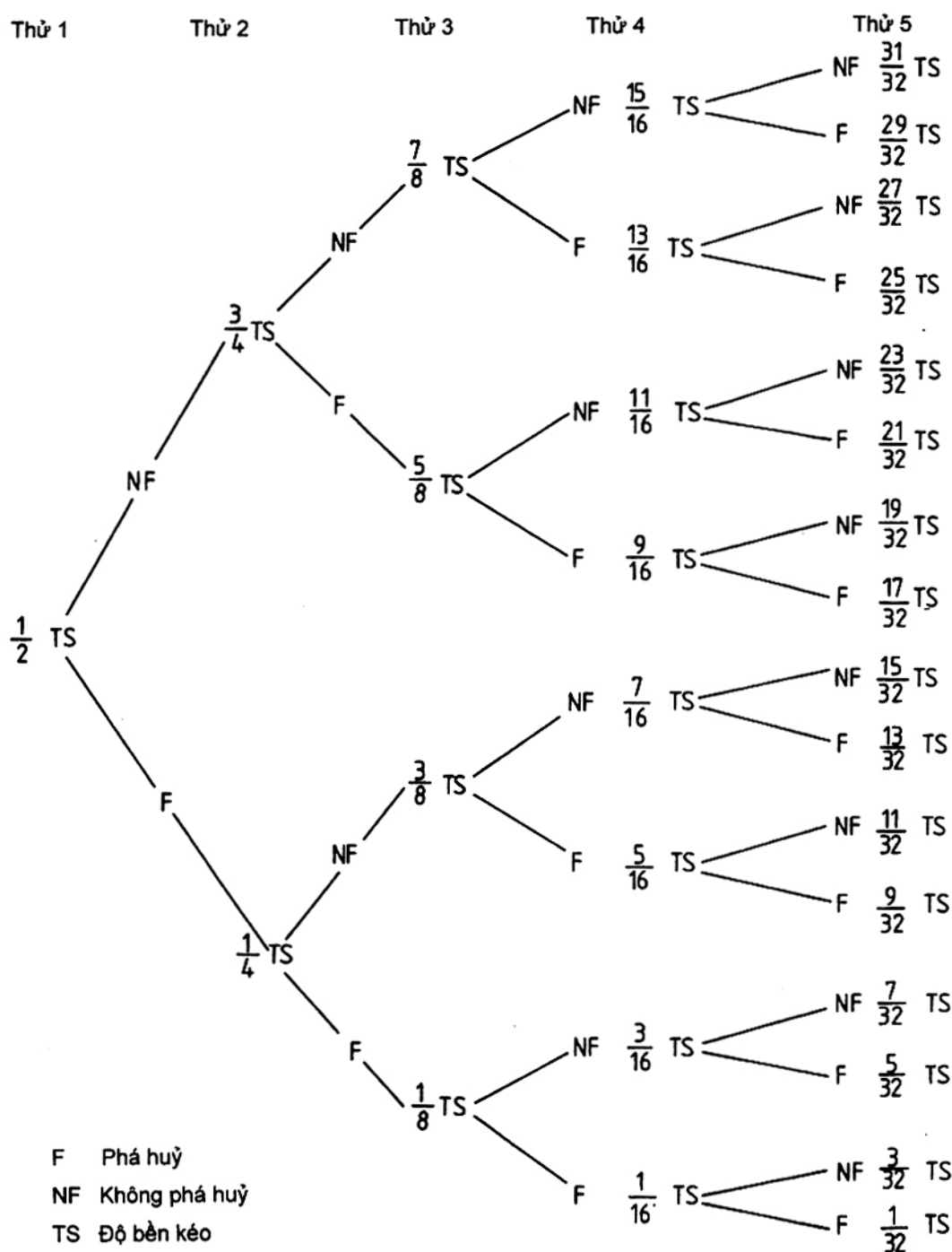
10.7 Có thể đánh giá kết quả của các phép thử tốc độ biến dạng chậm khi sử dụng các thông số khác nhau. Các ảnh hưởng của sự tạo thành vết nứt ăn mòn ứng suất có thể được phản ánh trên đường cong tải trọng - độ võng hoặc giới hạn tải trọng lớn nhất đạt được hoặc độ giãn dài khi đứt. Vì thế, có thể sử dụng các ảnh hưởng này để biểu thị độ nhạy cảm với sự tạo thành vết nứt cũng như là sự giảm diện tích (của mẫu thử). Trong một số trường hợp, sự phối hợp của tải trọng và tính dẻo của vật liệu có thể cung cấp cơ sở có ích cho so sánh. Cũng như các phương pháp thử khác, thời gian tới khi phá hủy thường là phương pháp đánh giá có ích, các kết quả thường được chuẩn hoá bằng cách chia cho thời gian tới khi phá hủy ở cùng một tốc độ biến dạng trong phép thử được thực hiện trong môi trường tro tại cùng một nhiệt độ. Đôi khi, dạng bên ngoài của bề mặt đứt gãy đã được sử dụng để đánh giá độ nhạy cảm với ăn mòn ứng suất, tỷ lệ phần trăm của môi trường tới khi phá hủy dẻo được sử dụng như một thông số.

10.8 Tốc độ nứt ăn mòn ứng suất hoặc hệ số cường độ tới hạn, đôi khi là thông tin quan trọng đối với kỹ sư thiết kế và thông tin này có thể được xác định qua nhiều ngày. Việc sử dụng các mẫu thử có vết nứt trước là đặc biệt thích hợp cho đánh giá tốc độ nứt, với một số hạn chế. Có thể giám sát sự kéo dài của vết nứt theo một số cách, ví dụ, thay đổi tính mềm, phát ra âm thanh, sự sụt thê, tia

TCVN 8286-1 : 2009

X... Cũng có thể sử dụng các mẫu thử bằng phẳng để xác định tốc độ nứt dựa trên cơ sở thử gián đoạn trong đó các chiều sâu nứt có thể đạt được sau các khoảng thời gian khác nhau. Các hệ số cường độ ứng suất tới hạn cũng có thể được xác định từ các số liệu quan sát trên hoặc bằng cách chất tải tăng lên cho các mẫu thử có vết nứt trước.

10.9 Cùng chung với hầu hết các nghiên cứu thực nghiệm, các kết quả thử ăn mòn ứng suất tuân theo sự xử lý bằng các phương pháp thống kê thông thường. Hễ khi nào có điều kiện thì các kết quả thu được nên hợp thức hoá theo cách này.



Hình 1 - Quy trình nghiên cứu nhị phân để xác định ứng suất giới hạn