

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 4396-1:2018**

**ISO 9934-1:2015**

Xuất bản lần 2

**THỬ KHÔNG PHÁ HỦY – THỬ HẠT TỪ –  
PHẦN 1: NGUYÊN LÝ CHUNG**

*Non-destructive testing – Magnetic particle testing –  
Part 1: General principles*

HÀ NỘI - 2018

## Lời nói đầu

Bộ tiêu chuẩn TCVN 4396:2018 thay thế TCVN 4396:1986.

TCVN 4396-1:2018 hoàn toàn tương đương với ISO 9934-1:2015.

TCVN 4396-1:2018 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 135 *Thủ không phá hủy* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 4396 (ISO 9934) *Thủ không phá hủy – Thủ hạt từ bao* gồm các tiêu chuẩn sau:

- TCVN 4396-1:2018 (ISO 9934-1:2015), *Phần 1: Nguyên lý chung;*
- TCVN 4396-2:2018 (ISO 9934-2:2015), *Phần 2: Phương tiện phát hiện;*
- TCVN 4396-3:2018 (ISO 9934-3:2015), *Phần 3: Thiết bị.*

## Thử không phá hủy – Thử hạt từ –

### Phần 1: Nguyên lý chung

*Non-destructive testing – Magnetic particle testing –*

*Part 1: General principles*

#### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các nguyên lý chung cho thử hạt từ các vật liệu sắt từ. Thử hạt từ được dùng chủ yếu cho việc phát hiện các mắt liên tục trên bề mặt, đặc biệt là các vết nứt. Thử hạt từ cũng có thể phát hiện các mắt liên tục ngay sát dưới bề mặt nhưng độ nhạy giảm nhanh theo chiều sâu.

Tiêu chuẩn này quy định việc chuẩn bị bề mặt của chi tiết cần thử, các kỹ thuật từ hóa, các yêu cầu và áp dụng phương tiện phát hiện, cách ghi và diễn giải kết quả. Các tiêu chí chấp nhận không được xác định. Các yêu cầu bổ sung cho thử hạt từ các sản phẩm cụ thể được xác định trong các tiêu chuẩn sản phẩm (xem các tiêu chuẩn quốc gia, ISO hoặc EN liên quan).

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho phương pháp từ hóa dư.

#### 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 có 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 bổ sung, sửa đổi (nếu có).

TCVN 4396-2 (ISO 9934-2), *Thử không phá hủy – Thử hạt từ – Phần 2: Phương tiện phát hiện;*

TCVN 4396-3 (ISO 9934-3), *Thử không phá hủy – Thử hạt từ – Phần 3: Thiết bị;*

TCVN 5868 (ISO 9712), *Thử không phá hủy – Trình độ chuyên môn và cấp chứng chỉ cá nhân thử không phá hủy;*

TCVN 5880 (ISO 3059), *Thử không phá hủy – Thử thẩm thấu và thử hạt từ – Điều kiện quan sát;*

ISO 12707, *Non-destructive testing – Terminology – Terms used in magnetic particle testing (Thử không phá hủy – Thuật ngữ – Thuật ngữ sử dụng trong thử hạt từ);*

EN 1330-1, *Non-destructive testing – Terminology – Part 1: General terms (Thử không phá hủy – Thuật*

## **TCVN 4396-1:2018**

*ngữ – Phần 1: Thuật ngữ chung*);

EN 1330-2, *Non-destructive testing – Terminology – Part 2: Terms common to non-destructive testing methods (Thử không phá hủy – Thuật ngữ – Phần 2: Thuật ngữ thông dụng cho các phương pháp thử không phá hủy)*;

EN 1330-7, *Non-destructive testing – Terminology – Part 7: Terms used in magnetic particle testing (Thử không phá hủy – Thuật ngữ – Phần 7: Thuật ngữ sử dụng trong thử hạt từ)*.

### **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa cho trong ISO 5577<sup>1)</sup>, EN 1330-1, EN 1330-2 và EN 1330-7.

### **4 Trình độ chuyên môn và chứng chỉ cá nhân**

Giả thiết rằng thử hạt từ được thực hiện bởi người có năng lực và trình độ chuyên môn. Để có trình độ chuyên môn này, khuyến nghị thực hiện cấp chứng chỉ cá nhân theo TCVN 5868 (ISO 9712) hoặc tương đương.

### **5 Yêu cầu về môi trường và an toàn**

Phải quan tâm tới tất cả các quy định quốc tế, quốc gia và khu vực về sức khỏe, an toàn và môi trường.

Thử hạt từ thường tạo ra từ trường cao gần vật được thử và thiết bị từ trường hóa. Các vật nhạy với từ trường phải đưa ra ngoài vùng ảnh hưởng này.

### **6 Quy trình thử**

Khi được yêu cầu tại thời điểm nhận yêu cầu hay đặt hàng, thử hạt từ phải được thực hiện phù hợp với quy trình được lập thành văn bản.

Quy trình này có thể dưới dạng một tờ kỹ thuật ngắn chứa tài liệu viện dẫn và các tiêu chuẩn thích hợp khác. Quy trình nên quy định các thông số thử nghiệm đủ chi tiết sao cho có thể lặp lại.

Tất cả các thử nghiệm phải được thực hiện phù hợp với quy trình được lập thành văn bản đã được phê duyệt hoặc phải tham chiếu theo tiêu chuẩn sản phẩm liên quan.

### **7 Chuẩn bị bề mặt**

Vùng cần thử không được có bụi, bẩn, rỉ bám, vẩy hàn, mỡ, dầu hay bất kỳ chất lạ khác có thể ảnh hưởng tới độ nhạy phép thử.

Các yêu cầu chất lượng bề mặt phụ thuộc vào kích thước và định hướng của mắt liên tục cần phát hiện. Bề mặt phải được chuẩn bị sao cho các chỉ thị liên quan có thể phân biệt rõ ràng với các chỉ thị sai.

<sup>1)</sup> Hiện có TCVN 8282:2009 (ASTM E 1316:2008) Thử không phá hủy – Thuật ngữ.

Các lớp phủ không sắt từ chiều dày tới gần 50  $\mu\text{m}$ , như các lớp sơn dính chặt, thường không gây hại đến độ nhạy phát hiện. Lớp phủ dày hơn làm giảm độ nhạy. Với các điều kiện như vậy độ nhạy cần được kiểm tra xác nhận.

Phải có đủ độ tương phản thị giác giữa các chỉ thị và bề mặt thử. Với kỹ thuật không huỳnh quang thì có thể cần phủ một lớp sơn trợ giúp tương phản được chấp thuận, mỏng, đều, và chỉ kết dính tạm thời.

## 8 Từ hóa

### 8.1 Yêu cầu chung

Mật độ từ thông nhỏ nhất ( $B$ ) thích hợp cho thử nghiệm là 1 T. Từ trường áp dụng ( $H$ ) cần thiết để thực hiện điều này cho thép hợp kim thấp và thép cacbon thấp, được xác định theo độ từ thẩm tương đối của vật liệu. Độ từ thẩm tương đối này thay đổi theo vật liệu, nhiệt độ và cả theo từ trường áp dụng và vì những lý do này không thể có một yêu cầu xác định cho từ trường áp dụng. Tuy nhiên, thường thì một từ trường tiếp tuyến xấp xỉ bằng 2 kA/m sẽ được yêu cầu.

Ở nơi mà dòng điện thay đổi theo thời gian ( $I$ ) được dùng để tạo ra từ trường (từ trường này cũng thay đổi theo thời gian) thì điều quan trọng là điều khiển thừa số đỉnh (dạng) của dạng sóng và phương pháp đo dòng điện để có thể thiết lập một kỹ thuật lặp lại được. Cả hai phép đo đỉnh và RMS (giá trị trung bình bình phương) là hai phép đo hay dùng và phép đo các giá trị này có thể bị ảnh hưởng bởi đáp ứng của dụng cụ. Vì lý do này, chỉ có các dụng cụ đáp ứng trực tiếp tới dạng sóng mới được dùng (ví dụ, đồng hồ đo RMS thực với thừa số đỉnh thích hợp mới có khả năng đo RMS chính xác). Các dụng cụ tính toán giá trị đỉnh hoặc RMS dựa trên tính toán lý thuyết suy ra từ các giá trị khác sẽ không dùng được. Điều này cũng áp dụng cho các dụng cụ dùng đo từ trường.

Các dạng sóng tròn tru cho ta thừa số đỉnh thấp và sự thay đổi ít nhất giữa giá trị đỉnh và RMS thực và được cho là ưa dùng hơn cho thử hạt từ. Các dạng sóng có thừa số đỉnh (nghĩa là  $I_{pk}/I_{RMS}$ ) lớn hơn 3 sẽ không được dùng mà không có tài liệu minh chứng về hiệu quả của kỹ thuật này.

Khi dùng các kỹ thuật đa hướng, dòng điện sử dụng phải hoàn toàn hình sin hoặc được kiểm soát pha nhưng độ cắt pha không vượt quá  $90^\circ$ . Việc chứng minh bằng thực nghiệm về hiệu quả của kỹ thuật theo mọi hướng phải được thực hiện (ví dụ dùng các phần mẫu có khuyết tật biết trước hoặc chỉ thị kiểu nêm).

Với điều kiện là độ từ thẩm trong phạm vi thông thường và các phương pháp đo dòng điện đã được kiểm soát như mô tả, các phép tính dựa trên việc dùng 2 kA/m có thể cung cấp một phương pháp chuẩn bị kỹ thuật có giá trị. Việc sử dụng dòng điện đỉnh hay dòng điện RMS thực là chấp nhận được nếu thừa số đỉnh đã biết. Biết đầy đủ dạng sóng của đường cong từ hóa là tối ưu, còn biết thừa số đỉnh là một gần đúng thực nghiệm tốt. Với dạng sóng hình sin thuần túy, mối liên quan giữa đỉnh, trung bình và RMS được thể hiện trong Phụ lục A. Các kỹ thuật dựa trên tính toán phải được kiểm nghiệm trước khi thực thi.

CHÚ THÍCH 1: Với thép có độ từ thẩm tương đối thấp, cần có cường độ từ trường tiếp tuyến cao hơn. Nếu từ

## TCVN 4396-1:2018

hóa quá cao, các chỉ thị nền giả có thể xuất hiện làm che các chỉ thị liên quan.

Nếu các vết nứt hoặc các mắt liên tục dạng đường khắc được coi là xếp theo một hướng cụ thể, thì từ thông phải được định hướng theo phương vuông góc với hướng đó nếu có thể.

CHÚ THÍCH 2: Từ thông có thể coi là có hiệu quả trong việc phát hiện các mắt liên tục khi lệch hướng lên đến  $60^\circ$  so với hướng tối ưu. Khi đó việc bao phủ đầy đủ có thể đạt được bằng cách từ hóa bề mặt theo hai hướng vuông góc với nhau.

Phương pháp thử hạt từ nên được coi là phương pháp NDT bề mặt, tuy nhiên, các mắt liên tục sát bề mặt cũng có thể được phát hiện. Với các dạng sóng thay đổi theo thời gian, độ sâu từ hóa (độ sâu lớp mặt) phụ thuộc vào tần số dạng sóng của dòng điện. Từ trường rò rỉ tạo ra bởi các khuyết tật nằm dưới bề mặt giảm rất nhanh theo khoảng cách. Vì thế, tuy thử hạt từ không được khuyến nghị cho việc phát hiện các khuyết tật khác ngoài bề mặt, cũng cần lưu ý rằng sử dụng dòng điện một chiều (DC) trơn tru hoặc các dạng sóng đã được chỉnh lưu có thể cải thiện việc phát hiện các khuyết tật ngay sát dưới bề mặt.

### 8.2 Kiểm tra xác nhận sự từ hóa

Mật độ từ thông bề mặt đầy đủ phải được thiết lập bằng một hoặc nhiều phương pháp sau:

- Bảng thử chi tiết đại diện chứa khuyết tật tự nhiên hay nhân tạo nhỏ tại vị trí khó phát hiện nhất;
- Bảng đo cường độ từ trường tiếp tuyến gần bề mặt nhất có thể. Thông tin về việc này cho trong TCVN 4396-3 (ISO 9934-3);
- Bảng tính cường độ từ trường tiếp tuyến đối với các phương pháp dòng điện - các phép tính đơn giản là có thể cho nhiều trường hợp, và chúng tạo thành cơ sở cho các giá trị dòng điện quy định trong Phụ lục A;
- Bảng sử dụng các phương pháp khác dựa trên các nguyên lý đã được xây dựng.

Các chỉ thị từ thông (ví dụ kiểu ném), đặt tiếp xúc với bề mặt thử cho một chỉ dẫn về độ lớn và hướng của cường độ từ trường tiếp tuyến, nhưng không nên sử dụng để xác nhận là cường độ từ trường tiếp tuyến được chấp nhận.

### 8.3 Kỹ thuật từ hóa

#### 8.3.1 Quy định chung

Phần này mô tả một số kỹ thuật từ hóa. Sự từ hóa đa hướng có thể dùng để tìm khuyết tật theo hướng bất kỳ. Trường hợp các đối tượng thử có dạng đơn giản, các công thức tính gần đúng cường độ từ trường tiếp tuyến cho trong Phụ lục A. Thiết bị từ hóa phải đáp ứng các yêu cầu và được sử dụng phù hợp với TCVN 4396-3 (ISO 9934-3).

Các kỹ thuật từ hóa được mô tả trong các mục dưới đây.

Có thể cần nhiều hơn một kỹ thuật để tìm được các mắt liên tục trên tất cả các bề mặt thử và ở tất cả các hướng. Khử từ sẽ là cần thiết khi còn từ dư không khắc phục được sau lần từ hóa đầu tiên. Các kỹ

thuật từ hóa khác với các kỹ thuật liệt kê sau đây có thể được sử dụng miễn là chúng cho sự từ hóa tương xứng, phù hợp với 8.1.

### 8.3.2 Kỹ thuật dòng điện

#### 8.3.2.1 Dòng điện hướng trục

Dòng điện cho độ nhạy cao khi phát hiện khuyết tật song song với hướng của dòng điện.

Dòng điện chạy qua chi tiết được tiếp xúc điện tốt với các miếng đệm. Cách bố trí điện hình như trên Hình 1. Dòng điện được giả thiết là phân bố đều trên bề mặt và có thể suy ra từ kích thước chu vi. Ví dụ công thức gần đúng tính dòng điện cần thiết để có cường độ từ trường tiếp tuyến quy định cho trong Phụ lục A.

Cần thận trọng để tránh gây ra các hư hỏng cho chi tiết tại điểm tiếp xúc điện. Có thể có các mối nguy hiểm như quá nóng, cháy, và hồ quang.

#### 8.3.2.2 Que châm; dòng điện

Dòng điện chạy qua giữa các que châm cầm tay hoặc kẹp tiếp xúc như thể hiện trên Hình 2, tạo vùng kiểm tra là một diện tích nhỏ trong một bề mặt rộng hơn. Các que châm sau đó được di chuyển như mẫu quy định để bao phủ toàn bộ vùng yêu cầu. Ví dụ về các mẫu thử nghiệm được thể hiện trên Hình 2 và Hình 3. Các công thức gần đúng tính dòng điện cần thiết để có cường độ từ trường tiếp tuyến được cho trong Phụ lục A.

Kỹ thuật này cho độ nhạy cao nhất đối với các mắt liên tục kéo dài song song với hướng dòng điện. Cần phải thận trọng để tránh gây hư hỏng bề mặt do cháy hoặc nhiễm bẩn chi tiết bởi que châm. Hồ quang hoặc quá nhiệt phải được coi là khuyết tật đòi hỏi cần có phán quyết về khả năng chấp nhận. Nếu cần thử thêm nữa ở những vùng bị ảnh hưởng đó thì phải dùng kỹ thuật khác.

#### 8.3.2.3 Dòng điện cảm ứng

Dòng điện được cảm ứng trong một chi tiết dạng nhẫn như hiệu ứng trong cuộn thứ cấp của máy biến thế, được mô tả trên Hình 4. Ví dụ một công thức gần đúng để tính dòng điện cảm ứng cần thiết để có cường độ từ trường tiếp tuyến quy định cho trong Phụ lục A.

### 8.3.3 Kỹ thuật dòng từ

#### 8.3.3.1 Vật dẫn xuyên qua

Dòng điện chạy qua một thanh cách điện hoặc một cáp mềm đặt trong nòng của chi tiết hoặc qua một khe hở như trên Hình 5.

Phương pháp này cho độ nhạy cao nhất đối với các mắt liên tục song song với phương dòng điện. Ví dụ một công thức gần đúng cho trong Phụ lục A đối với vật dẫn xuyên tâm cũng có thể áp dụng cho trường hợp này. Với vật dẫn không-xuyên tâm, cường độ từ trường tiếp tuyến phải được xác nhận bằng cách đo.

### 8.3.3.2 Vật dẫn liền kề

Một hay nhiều cáp hoặc thanh mang dòng điện, cách điện, đặt song song với bề mặt của chi tiết, liền kề với vùng cần thử, giữ ở một khoảng cách,  $d$ , so với bề mặt, như thể hiện trên các Hình 6 và Hình 7.

Kỹ thuật vật dẫn liền kề để từ hóa yêu cầu vật liệu cần thử ở gần với dòng điện theo một hướng. Cáp quay lại của dòng điện phải được bố trí càng xa vùng thử càng tốt, và trong mọi trường hợp, khoảng cách này phải lớn hơn 10  $d$ , với chiều rộng vùng thử là 2  $d$ .

Cáp phải được di chuyển trên chi tiết theo những khoảng bé hơn 2  $d$  để đảm bảo các vùng kiểm tra phủ nhau. Ví dụ một công thức gần đúng với dòng điện cần thiết để có cường độ từ trường tiếp tuyến quy định trong vùng thử được cho trong Phụ lục A.

### 8.3.3.3 Lắp đặt cố định

Chi tiết hay một phần của nó được đặt tiếp xúc với các cực của một nam châm điện, như thể hiện trên Hình 8.

### 8.3.3.4 Nam châm điện xách tay (gồng từ)

Các cực của nam châm điện xoay chiều (AC) (gồng từ) được đặt tiếp xúc với bề mặt chi tiết như thể hiện trên Hình 9. Vùng thử nghiệm không được lớn hơn vùng được xác định bởi đường tròn nội tiếp giữa các cực và không bao gồm vùng ngay sát các cực. Ví dụ một vùng thử thích hợp được thể hiện trên Hình 9.

Các yêu cầu về từ hóa xác định theo 8.1 chỉ có thể được đáp ứng với nam châm điện AC. Với nam châm điện DC và nam châm vĩnh cửu chỉ có thể được sử dụng theo yêu cầu hoặc đặt hàng.

### 8.3.3.5 Cuộn dây cứng

Chi tiết được đặt bên trong cuộn dây mang dòng điện sao cho chi tiết được từ hóa theo hướng song song với trục cuộn dây, như thể hiện ở Hình 10. Độ nhạy lớn nhất đạt được với các mắt liên tục kéo dài vuông góc với trục cuộn dây.

Khi dùng cuộn dây cứng dạng xoắn lò xo, thì các bước xoắn phải bé hơn 25 % đường kính cuộn dây.

Với các chi tiết ngắn, khi tỷ số chiều dài trên đường kính bé hơn 5, khuyến nghị dùng các bộ mở rộng từ trường. Khi đó, dòng điện yêu cầu để đạt được từ hóa cần thiết sẽ giảm đi.

Ví dụ về công thức gần đúng cho dòng điện cần thiết để đạt được cường độ từ trường tiếp tuyến quy định được cho trong Phụ lục A.

### 8.3.3.6 Cuộn dây mềm

Một cuộn dây được tạo bằng cách quấn chặt cáp mang dòng điện quanh chi tiết. Diện tích cần thử nằm giữa các vòng cuộn dây, như thể hiện trên Hình 11.

Phụ lục A cho công thức gần đúng để tính dòng điện cần thiết đạt được cường độ từ trường tiếp tuyến quy định.



## 9 Phương tiện phát hiện

### 9.1 Tính chất và chọn lựa phương tiện

Đặc tính của phương tiện phát hiện phải phù hợp với TCVN 4396-2 (ISO 9934-2).

Có nhiều loại phương tiện phát hiện khác nhau dùng trong thử hạt từ. Thông thường phương tiện phát hiện là chất huyền phù có màu (kể cả màu đen) hoặc các hạt huỳnh quang trong chất tải lỏng. Chất tải nền nước phải chứa các tác nhân làm ướt và thường là chất ức chế ăn mòn.

Cũng có thể dùng bột khô. Các loại này thường kém hơn khi phát hiện các mắt liên tục bề mặt mảnh.

Phương tiện huỳnh quang thường cho độ nhạy cao nhất khi có sự hoàn thiện bề mặt thích hợp, thoát nước tốt để tối đa hóa độ tương phản chỉ thị và điều kiện quan sát được kiểm soát tốt phù hợp với Điều 10.

Phương tiện màu cũng có thể cho độ nhạy cao nếu có đủ tương phản với bề mặt chi tiết. Màu đen và các màu khác cũng dùng được.

CHÚ THÍCH: Để có tương phản màu tốt giữa các mắt liên tục và bề mặt thử, có thể cần thiết dùng một lớp sơn mỏng trợ giúp độ tương phản phù hợp với Điều 7 và Điều 10.

### 9.2 Thử nghiệm phương tiện phát hiện

TCVN 4396-2 (ISO 9934-2) xác định các phép thử bắt buộc và khuyến nghị cần được tiến hành trước hoặc định kỳ trong quá trình kiểm tra.

Kiểm tra độ nhạy cần được tiến hành trước và định kỳ trong khi thử, phù hợp với TCVN 4396-2 (ISO 9934-2) dùng mẫu tham chiếu phù hợp.

Nếu mực từ được dùng lại, hoặc được tái quay vòng, cần đặc biệt lưu ý để giữ được hiệu năng của nó.

### 9.3 Áp dụng (phủ) phương tiện phát hiện

Với kỹ thuật liên tục, phương tiện phát hiện phải được áp dụng ngay lập tức trước và trong khi từ hóa. Việc áp dụng phải dừng trước khi kết thúc từ hóa. Phải để đủ thời gian để chỉ thị hiện ra trước khi di chuyển hay kiểm tra chi tiết hoặc kết cấu được thử.

Bột khô, khi dùng phải được phủ sao cho giảm thiểu nhiễu loạn của chỉ thị.

Trong quá trình phủ mực từ, phải chấp nhận có trên bề mặt một áp suất rất nhỏ, sao cho các hạt được tạo thành chỉ thị không bị mất đi.

Sau khi phủ chất huyền phù, chi tiết được phép để ráo để cải thiện tương phản của chỉ thị.

## 10 Điều kiện quan sát

Các điều kiện quan sát phải đáp ứng các yêu cầu của TCVN 5880 (ISO 3059).

Phải có tương phản tốt giữa phương tiện phát hiện và bề mặt thử nghiệm. Ở nơi việc quan sát bị hạn chế, chi tiết hay thiết bị phải được di chuyển để cho phép quan sát thỏa đáng mọi khu vực. Cần phải

thận trọng để đảm bảo các chỉ thị không bị nhiễu loạn sau khi ngừng từ hóa và trước khi chi tiết được kiểm tra xong và chỉ thị được ghi lại.

## 11 Thử hiệu năng tổng thể

Trước khi phép thử bắt đầu, phải thử hiệu năng tổng thể để phát hiện những sai lệch trong quy trình hoặc trong kỹ thuật từ hóa hay phương tiện phát hiện.

Phép thử tin cậy nhất là kiểm tra một chi tiết đại diện chứa các mắt liên tục tự nhiên hay nhân tạo đã biết về loại, vị trí, kích thước và phân bố kích thước. Các chi tiết thử nghiệm phải được khử từ và không còn các chỉ thị tồn đọng từ các lần thử trước.

Khi không có các chi tiết sản xuất thực tế có các mắt liên tục đã biết, thì các mẫu thử được chế tạo có các mắt liên tục nhân tạo, như các chỉ thị mạch sơn từ thông kiểu chữ thập hoặc kiểu nêm, cũng có thể được sử dụng.

## 12 Diễn giải và ghi các chỉ thị

Cần thận trọng để phân biệt giữa chỉ thị thật với chỉ thị nghi ngờ hoặc giả như vết xước, sự thay đổi tiết diện, biên giữa các vùng có từ tính khác nhau hay sự viết từ. Người thử nghiệm phải thực hiện bất cứ phép thử cần thiết nào và các quan sát để nhận biết và, trong trường hợp có thể, loại trừ các nguyên nhân của các chỉ thị sai này.

CHÚ THÍCH: Chính sửa bề mặt chút ít có thể hữu ích khi được phép.

Mọi chỉ thị không đủ tin tưởng để coi là giả phải được phân loại là dạng đường hoặc dạng tròn, phù hợp với định nghĩa dưới đây, và phải được ghi theo yêu cầu của tiêu chuẩn sản phẩm.

Các chỉ thị dạng đường là các chỉ thị có chiều dài lớn hơn ba lần chiều rộng. Các chỉ thị dạng tròn là các chỉ thị là đường tròn hoặc elip và khi chiều dài bé hơn hoặc bằng ba lần chiều rộng.

## 13 Khử từ

Khi được yêu cầu tại thời điểm nhận yêu cầu hay đặt hàng, phải thực hiện khử từ sau khi thử theo kỹ thuật thích hợp để giảm cường độ từ trường dư tới mức thấp hơn giá cực đại cho phép đã thỏa thuận. Nếu việc quan sát các chỉ thị được thực hiện sau khi khử từ, thì các chỉ thị phải được lưu giữ bằng phương pháp phù hợp.

Đôi khi có trường hợp, việc khử từ được thực hiện trước khi thử. Đó là khi mức từ tính dư ban đầu làm cho các phoi kim loại dính vào, hoặc tạo ra từ thông ngược hoặc các chỉ thị giả làm hạn chế hiệu quả của phép thử.

Từ trường còn lại sau từ hóa có thể được xác định bằng cách phát hiện cường độ từ trường dư sử dụng đồng hồ đo từ dư, thiết bị dùng hiệu ứng Hall hoặc theo phương pháp vật lý thỏa thuận (ví dụ thử bằng la bàn). Nói chung, điều này đòi hỏi di chuyển phần từ nhạy qua khắp chi tiết và quan sát mức cực đại. Cần thận trọng khi dùng các thiết bị theo hiệu ứng Hall (được thiết kế để đo cường độ từ trường tiếp tuyến) vì các thiết bị này thường không được thiết kế để đo cường độ từ trường tiếp tuyến.

CHÚ THÍCH: Khử từ bằng dòng trường xoay chiều có thể đạt được bằng cách giảm cường độ từ trường từ giá trị ban đầu xuống bằng hoặc lớn hơn giá trị đúng để từ hóa.

Việc khử từ hoàn toàn thường rất khó đạt được, đặc biệt khi đối tượng thử đã được từ hóa bằng dòng DC. Với các chi tiết được từ hóa ban đầu đúng kỹ thuật DC, có thể dùng khử từ DC tần số thấp hoặc đảo chiều.

#### 14 Làm sạch

Nếu có yêu cầu, sau khi thử nghiệm và chấp nhận, tất cả các chi tiết phải được làm sạch để loại bỏ phương tiện phát hiện.

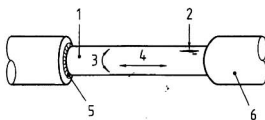
CHÚ THÍCH: Ngoài ra, có thể cần thiết để bảo vệ chi tiết khỏi bị ăn mòn.

#### 15 Báo cáo thử nghiệm

Nếu có yêu cầu, thì báo cáo thử nghiệm phải bao gồm ít nhất các thông tin sau:

- a) Tên công ty;
- b) Địa điểm làm việc;
- c) Mô tả và nhận biết chi tiết được thử;
- d) Giai đoạn thử nghiệm (ví dụ trước hay sau xử lý nhiệt, trước hay sau gia công lần cuối);
- e) Tham chiếu đến các tiêu chuẩn, quy trình thử dạng văn bản và các tài kỹ thuật sử dụng;
- f) Mô tả thiết bị đã dùng;
- g) Kỹ thuật từ hóa, bao gồm (khi thích hợp) các giá trị dòng điện, cường độ từ trường tiếp tuyến, dạng sóng, khoảng cách tiếp xúc hoặc giữa các cực, kích thước cuộn dây, v.v;
- h) Phương tiện phát hiện đã dùng, và sơn trợ giúp tương phản nếu sử dụng;
- i) Chuẩn bị bề mặt;
- j) Điều kiện quan sát;
- k) Cường độ từ trường dư cực đại sau khi thử, nếu có;
- l) Phương pháp ghi hoặc đánh dấu các chỉ thị;
- m) Ngày thử;
- n) Tên, trình độ chuyên môn và chữ ký của người thực hiện thử nghiệm.

Báo cáo thử nghiệm cũng phải bao gồm các kết quả thử, gồm cả mô tả chi tiết các chỉ thị và tuyên bố về việc chúng có đáp ứng các tiêu chí chấp nhận hay không.

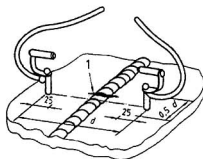


CHÚ DẪN:

- |   |          |   |              |
|---|----------|---|--------------|
| 1 | mẫu thử  | 4 | dòng điện    |
| 2 | vết hổng | 5 | đệm tiếp xúc |
| 3 | từ thông | 6 | đầu tiếp xúc |

Hình 1 - Dòng điện hướng trực

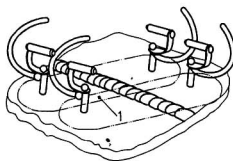
Kích thước tính bằng milimét



CHÚ DẪN:

- 1 vết hổng

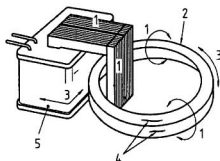
Hình 2 - Que châm; dòng điện



CHÚ DẪN:

- 1 vùng chống lán

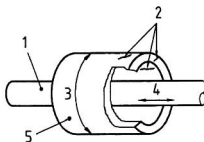
Hình 3 - Que châm; dòng điện



CHÚ DẪN:

- |   |           |   |                          |
|---|-----------|---|--------------------------|
| 1 | từ thông  | 5 | cuộn sơ cấp máy biến thế |
| 2 | mẫu thử   | 4 | vết hồng                 |
| 3 | dòng điện |   |                          |

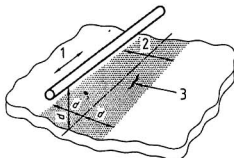
Hình 4 - Dòng điện cảm ứng



CHÚ DẪN:

- |   |                           |   |           |
|---|---------------------------|---|-----------|
| 1 | thanh xuyên qua cách điện | 4 | dòng điện |
| 2 | vết hồng                  | 5 | mẫu thử   |
| 3 | từ thông                  |   |           |

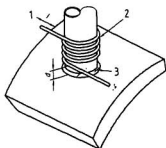
Hình 5 - Vật dẫn xuyên qua



CHÚ DẪN:

- |   |           |
|---|-----------|
| 1 | dòng điện |
| 2 | từ thông  |
| 3 | vết hồng  |

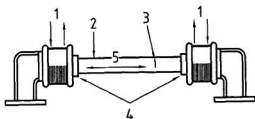
Hình 6 - Vật dẫn liền kề



CHÚ DẪN:

- 1 dòng điện
- 2 n vòng
- 3 hướng vết hồng

Hình 7 - Cáp liên kê (thành cuộn)

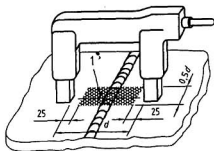


CHÚ DẪN:

- 1 dòng điện
- 2 mẫu thử
- 3 vết hồng
- 4 mảnh cực
- 5 từ thông

Hình 8 – Dòng từ

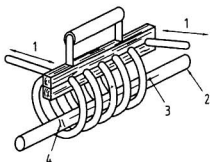
Kích thước tính bằng milimét



CHÚ DẪN:

- 1 vết hồng

Hình 9 – Nam châm điện xách tay (gông từ)

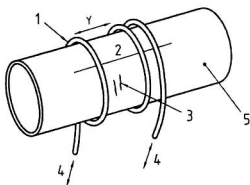


## CHÚ DẪN:

- 1 dòng điện  
2 mẫu thử

- 3 từ thông  
4 vết hõm

Hình 10 – Cuộn dây cứng



## CHÚ DẪN:

- 1 cách cách điện  
2 từ thông  
3 vết hõm

- 3 dòng điện  
4 mẫu thử

Hình 11 – Cuộn dây mềm

**Phụ lục A**

(Tham khảo)

**Ví dụ xác định dòng điện cần thiết để tạo ra cường độ từ trường tiếp tuyến quy định cho các kỹ thuật từ hóa khác nhau****A.1 Quy định chung**

Tất cả các công thức có thể dùng để đưa ra dòng điện gần đúng cần thiết để tạo ra từ hóa thích hợp cho các chi tiết dạng đơn giản hay là các phần của các chi tiết lớn hơn. Khi sự từ hóa được tạo ra do các dòng điện thay đổi theo thời gian thì giá trị rms là đại lượng yêu cầu. Dòng điện được biểu thị theo cường độ từ trường tiếp tuyến,  $H$ , trên chu vi vùng thử, như yêu cầu bởi 8.1. Các ví dụ để xác định dòng điện cần thiết để đạt được cường độ từ trường tiếp tuyến quy định dùng cho các kỹ thuật từ hóa khác nhau được cho dưới đây.

**A.2 Dòng điện hướng trục (8.3.2.1 và Hình 1)**

Dòng điện cần thiết,  $I$ , tính theo công thức (A.1):

$$I = H \times p \quad (A.1)$$

Trong đó

$I$  là cường độ dòng điện, tính bằng A;

$p$  là chu vi của chi tiết, tính bằng mm;

$H$  là cường độ từ trường tiếp tuyến, tính bằng kA/m.

Với các vật có tiết diện ngang thay đổi, giá trị đơn của dòng điện chỉ được dùng khi các giá trị dòng điện cần thiết để từ hóa các tiết diện lớn nhất và nhỏ nhất theo tỷ lệ bé hơn 1,5:1. Khi dùng một giá trị đơn của dòng điện thì tiết diện lớn nhất phải chi phối giá trị dòng điện.

**A.3 Que châm; dòng điện (8.3.2.2 và các Hình 2 và 3)**

Để kiểm tra một vùng thử hình chữ nhật như thể hiện trên các Hình 2 và 3, giá trị rms của dòng điện,  $I$ , tính theo công thức (A.2):

$$I = 2,5 H \times d \quad (A.2)$$

Trong đó

$I$  là cường độ dòng điện, tính bằng A;

$d$  là khoảng cách que châm, tính bằng mm;

$H$  là cường độ từ trường tiếp tuyến, tính bằng kA/m.

Công thức này áp dụng cho  $d$  lên tới 200 mm.



Cách khác, vùng thử có thể là một vòng tròn nội tiếp giữa các que châm, nhưng không bao gồm vùng nằm trong 25 mm của mỗi que châm. Trong trường hợp này:

$$l = 3 H \times d \quad (\text{A.3})$$

Trong cả hai trường hợp, các công thức chỉ tin cậy khi bán kính cong của bề mặt kiểm tra vượt quá một nửa khoảng cách que châm.

#### A.4 Dòng điện cảm ứng (8.3.2.3 và Hình 4)

Dòng điện yêu cầu,  $I_{ind}$ , tính theo công thức (A.4):

$$I_{ind} = H \times p \quad (\text{A.4})$$

Trong đó

$I_{ind}$  là cường độ dòng điện, tính bằng A;

$p$  là chu vi chi tiết, tính bằng mm;

$H$  là cường độ từ trường tiếp tuyến, tính bằng kA/m.

Với các vật có tiết diện ngang thay đổi, giá trị đơn của dòng điện chỉ được dùng khi giá trị dòng điện cần thiết để từ hóa tiết diện lớn nhất và nhỏ nhất theo tỷ lệ bé hơn 1,5:1. Khi dùng một giá trị đơn của dòng điện thì tiết diện lớn nhất sẽ chi phối giá trị dòng điện.

CHÚ THÍCH: Dòng điện cảm ứng không thể tính toán dễ dàng từ dòng điện sơ cấp.

#### A.5 Vật dẫn xuyên qua (8.3.3.1 và Hình 5)

Với vật dẫn xuyên tâm, dòng điện tính theo A.1.

Nếu chi tiết thử là một ống rỗng, hay vật tương tự, dòng điện phải được tính theo đường kính ngoài khi thử nghiệm bề mặt ngoài, và theo đường kính trong khi thử nghiệm bề mặt trong.

#### A.6 Vật dẫn liền kề (8.3.3.2 và Hình 6 và 7)

Để đạt được từ hóa cần thiết, cáp phải được lắp sao cho đường tâm của nó phải ở khoảng cách vuông góc,  $d$ , so với bề mặt thử.

Chiều rộng của vùng thử hiệu quả ở mỗi bên đường tâm cáp là  $d$ , dòng điện rms chạy trong cáp cần là:

$$I = 4\pi \times d \times H \quad (\text{A.5})$$

Trong đó

$I$  là giá trị rms của dòng điện, tính bằng A;

$d$  là khoảng cách từ cáp đến bề mặt, tính bằng mm;

$H$  là cường độ từ trường tiếp tuyến, tính bằng kA/m.

Khi thử các góc có bán kính trên các chi tiết hình trụ hoặc các mối nối nhánh (ví dụ các mối hàn nhánh với ống chính), cáp có thể được quấn quanh bề mặt chi tiết hoặc ống nhánh và một vài vòng có thể bị

## TCVN 4396-1:2018

phình ra dưới dạng cuộn dây bị quấn chặt như trên Hình 7. Trong trường hợp này bề mặt kiểm tra phải nằm trong khoảng cách,  $d$ , của cáp hoặc cuộn dây quấn, trong đó  $d = NI/4 H$  và  $NI$  là ampe-vòng.

### A.7. Cuộn dây cứng (8.3.3.5 và Hình 10)

Khi chi tiết chiếm ít hơn 10 % diện tích tiết diện ngang cuộn dây và chi tiết được đặt dọc theo trục từ đáy của cuộn dây, phải áp dụng công thức (A.6) và phép thử phải được lặp lại tại các khoảng chiều dài cuộn dây.

$$NI = \frac{0,4H \times K}{L/D} \quad (A.6)$$

Trong đó

$N$  số vòng dây hiệu dụng;

$I$  là cường độ dòng điện, tính bằng A;

$H$  là cường độ từ trường tiếp tuyến, tính bằng kA/m;

$L/D$  là tỷ số chiều dài chi tiết và đường kính của nó đối với chi tiết có tiết diện tròn (trường hợp chi tiết có tiết diện không tròn  $D = \text{chu vi}/\pi$ );

$K = 22\ 000$  cho nguồn xoay chiều (giá trị rms) và với dòng điện chỉnh lưu toàn bộ sóng (giá trị trung bình);

$K = 11\ 000$  với dòng điện chỉnh lưu nửa sóng (giá trị trung bình).

CHÚ THÍCH: Khi các chi tiết có tỷ số  $L/D$  lớn hơn 20, tỷ số này được coi là 20.

Với các chi tiết ngắn (tức là  $L/D$  nhỏ hơn 5), công thức (A.6) cho các giá trị dòng điện lớn. Để giảm thiểu dòng điện, các bộ mở rộng từ trường phải được dùng để tăng chiều dài hiệu dụng của chi tiết.

### A.8. Cuộn dây mềm tạo bởi cáp mềm (8.3.3.6 và Hình 11)

Để đạt được từ hóa cần thiết khi dùng dòng điện chỉnh lưu hay một chiều, giá trị rms của dòng điện chạy qua cáp phải có giá trị nhỏ nhất là:

$$I = 3H T + (Y^2/4T) \quad (A.7)$$

Trong đó

$I$  là giá trị rms của dòng điện, tính bằng A;

$H$  là cường độ từ trường tiếp tuyến, tính bằng kA/m;

$T$  là chiều dày thành của chi tiết, tính bằng mm, hoặc bán kính chi tiết nếu có dạng một thanh đặc tiết diện tròn;

$Y$  là khoảng cách giữa các vòng dây liền kề trong cuộn dây, tính bằng mm.






Để đạt được từ hóa theo yêu cầu dùng dòng điện xoay chiều, giá trị rms của dòng điện chạy trong cáp phải có giá trị cực tiểu là:

$$I = 3H 10 + (Y^2/40)$$

(A.8)

## A.9 Dạng sóng

Bảng A.1 – Mối quan hệ giữa các giá trị đỉnh, trung bình và rms cho các dạng sóng hình sin khác nhau

Dạng sóng	Đỉnh	Trung bình	rms	rms/trung bình
Dòng điện xoay chiều 	$I$	0	$0,707 I$ $(=I/\sqrt{2})$	-
Dòng điện xoay chiều chỉnh lưu nửa sóng 	$I$	$0,318 I$ $(=I/\pi)$	$0,5 I$	1,57
Dòng điện xoay chiều chỉnh lưu toàn sóng 	$I$	$0,637 I$ $(=2I/\pi)$	$0,707 I$ $(=I/\sqrt{2})$	1,11
Dòng điện ba pha chỉnh lưu nửa sóng 	$I$	$0,827 I$	$0,841 I$	1,02
Dòng điện ba pha chỉnh lưu toàn sóng 	$I$	$0,955 I$ $(=3I/\pi)$		