

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 4396 : 1986

**KIỂM TRA KHÔNG PHÁ HUỖ –
PHƯƠNG PHÁP DÙNG BỘT TỪ**

Non-destructive testing – Method of magnetic particle testing

HÀ NỘI - 2008

Lời nói đầu

TCVN 4396 : 1986 do Trung tâm Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng khu vực 1 biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng trình duyệt, Ủy ban Khoa học và Kỹ thuật Nhà nước (nay là Bộ Khoa học và Công nghệ) ban hành;

Tiêu chuẩn này được chuyển đổi năm 2008 từ Tiêu chuẩn Việt Nam cùng số hiệu thành Tiêu chuẩn Quốc gia theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 6 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

Kiểm tra không phá huỷ – Phương pháp dùng bột từ

Non-destructive testing – Method of magnetic particle testing

Tiêu chuẩn này áp dụng để kiểm tra các chi tiết, bán thành phẩm và sản phẩm chế tạo bằng các vật liệu sắt từ có độ từ thẩm tương đối cực đại không nhỏ hơn 40. Tiêu chuẩn quy định phương pháp kiểm tra, chế độ từ hoá và khử từ, yêu cầu kỹ thuật của phương tiện kiểm tra, kỹ thuật kiểm tra và phương pháp tính kết quả.

1 Quy định chung

1.1 Nguyên lý phương pháp kiểm tra dùng bột từ

Phương pháp này dùng để phát hiện các khuyết tật dạng các vết rạn, nứt, phân lớp, vết gấp (do bền mỏi, nhiệt luyện, đúc, hàn, gia công cắt gọt, ...) trên bề mặt hoặc sát bề mặt vật kiểm.

Sau khi được từ hoá thích hợp, bề mặt vật kiểm sẽ được phủ một lớp chất kiểm (bột từ, bột từ huỳnh quang, huyền phù bột từ). Tại những vị trí có khuyết tật, từ trường bị gián đoạn tạo ra những cực từ cục bộ hút bột từ xung quanh, hình thành các vân bột từ nhìn thấy được.

1.2 Độ nhạy quy ước

1.2.1 Độ nhạy của phương pháp xác định bằng các đặc trưng từ tính của vật liệu vật kiểm, hình dạng, kích thước và trạng thái bề mặt vật kiểm, cường độ và chiều từ trường từ hoá, phương pháp kiểm tra, vị trí tương quan giữa hướng từ hoá và hướng phát triển của khuyết tật, các đặc tính kỹ thuật của bột từ, phương pháp phủ chất kiểm tra và phương pháp chiếu sáng vật kiểm.

1.2.2 Tùy theo độ lớn của các khuyết tật phát hiện được chia ra 3 cấp độ nhạy quy ước ghi trong Bảng 1.

Bảng 1 - Các cấp độ nhạy quy ước

Cấp độ nhạy quy ước	Chiều rộng của khuyết tật quy ước, μm	Độ sâu nhỏ nhất của khuyết tật quy ước, μm
A	2,5	Lớn hơn 500
B	10,0	
C	25,0	

TCVN 4396 : 1986

1.2.3 Nhóm bề mặt vật kiểm theo TCVN 2511 : 1978 đối với cấp độ nhay A, Ra không lớn hơn 2,5 μm ; với cấp độ nhay B và C, R_2 không lớn hơn 40 μm .

1.2.4 Khi cần thiết, trong các văn bản kỹ thuật có thể quy định độ nhay ở cấp trung gian theo tỷ lệ với các trị số ghi trong Bảng 1.

1.3 Các thuật ngữ sử dụng trong tiêu chuẩn này ghi trong Phụ lục 4.

2 Phương tiện kiểm tra

2.1 Để kiểm tra khuyết tật bằng phương pháp dùng bột từ có thể sử dụng các máy đo khuyết tật từ tính như sau: Loại vạn năng cố định, cơ động và xách tay; Loại chuyên dùng cố định, cơ động và xách tay.

2.2 Máy dò khuyết tật loại vạn năng đảm bảo khả năng kiểm tra bằng các phương pháp từ hoá vòng, từ hóa dọc và từ hoá kết hợp. Máy vạn năng cần được trang bị dụng cụ đo cường độ dòng điện từ hoá với sai số không quá 10 %.

2.3 Máy dò khuyết tật từ tính chuyên dùng chế tạo theo các yêu cầu kỹ thuật riêng tùy thuộc vào yêu cầu kiểm tra của sản phẩm cụ thể.

2.4 Máy dò khuyết tật từ tính khi từ hoá vật kiểm bằng dòng điện xoay chiều, dòng chỉnh lưu nửa chu kỳ hoặc xung điện cần đảm bảo ngắt dòng khi kiểm tra bằng phương pháp từ dư sao cho việc ngắt dòng không làm giảm cảm ứng từ vật kiểm xuống giá trị nhỏ hơn 0,9 giá trị của cảm ứng từ dư B_r của vật liệu vật kiểm.

2.5 Máy dò khuyết tật từ tính vạn năng cần đảm bảo khả năng khử từ vật kiểm sau khi kiểm tra.

2.6 Dụng cụ đo dòng điện, đo cường độ từ trường cần được kiểm định theo các văn bản kỹ thuật quy định.

2.7 Bột từ hoặc bột từ huỳnh quang dùng cho phương pháp kiểm tra từ tính cần phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật quy định trong các văn bản kỹ thuật.

Phương pháp kiểm tra chất lượng bột từ quy định trong các văn bản kỹ thuật.

2.8 Mật độ bột từ trong chất lỏng pha bột từ kiểm tra bằng phương pháp lắng trong bình đo hoặc bằng các phương pháp đo khác cho kết quả tương tự với sai số không quá 5 %.

3 Kỹ thuật kiểm tra

3.1 Chuẩn bị vật kiểm

Bề mặt kiểm tra phải sạch, không được có các lớp phủ cản trở việc từ hoá và bột từ di chuyển (dầu mỡ, vẩy sắt, gỉ bẩn, các lớp phủ cách điện...). Các lớp phủ bằng vật liệu không từ dày hơn 0,05 mm

ảnh hưởng lớn đến độ nhạy của phương pháp kiểm tra phải được tẩy sạch bằng các biện pháp thích hợp.

3.2 Tiến hành từ hoá vật kiểm

Tùy theo đặc trưng từ tính của vật kiểm, kích thước và hình dạng vật kiểm, loại máy dò khuyết tật từ tính có thể dùng hai phương pháp từ hoá liên tục và từ trường dư.

3.2.1 Khi dùng phương pháp từ hoá liên tục, vôn bột từ của khuyết tật tạo thành trong thời gian đang có tác dụng của từ trường bên ngoài lên vật kiểm. Từ hoá phải bắt đầu trước hoặc cùng lúc với việc phun chất kiểm lên mặt vật kiểm và được ngừng sau khi phần chất kiểm thừa đã chảy ra khỏi mặt vật kiểm.

Khi dùng phương pháp dòng điện trực tiếp chạy qua vật kiểm, thời gian tác dụng dòng điện được tính toán hợp lý sao cho chỗ tiếp xúc giữa vật kiểm và điện cực không bị cháy.

Thời gian bắt đầu quan sát mặt vật kiểm quy định trong văn bản kỹ thuật về kiểm tra chất lượng sản phẩm cụ thể.

3.2.2 Trong phương pháp từ dư, chất kiểm được phun lên mặt vật kiểm sau khi đã ngừng từ hoá và vôn bột từ khuyết tật tạo thành bằng cảm ứng từ dư của vật kiểm, khi không còn tác dụng của từ trường bên ngoài. Nếu không có quy định khác thì thời gian giữa thời điểm ngừng từ hoá và phủ chất kiểm không lâu quá 1 giờ.

3.2.3 Phương pháp kiểm tra dùng bột từ dùng ba phương pháp từ hoá: từ hoá vòng, từ hoá dọc và từ hoá kết hợp. Từ hoá kết hợp chỉ dùng trong phương pháp từ hoá liên tục. Các cách từ hoá chủ yếu, sơ đồ nguyên lý và ký hiệu trình bày trong Bảng 2.

3.2.4 Tùy theo hướng phát triển dự đoán của khuyết tật từ hoá cần tiến hành theo một hoặc hai hướng vuông góc với nhau hoặc từ hoá kết hợp.

3.2.5 Khi từ hoá kết hợp bằng hai dòng điện cùng loại, thì cường độ từ trường do chúng tạo ra phải bằng nhau về độ lớn nhưng lệch pha 90 độ, hoặc các dòng điện tác dụng lệch nhau về thời gian. Trường hợp từ hoá kết hợp bằng hai dòng điện cùng loại thì cường độ từ trường do chúng tạo ra phải bằng nhau nhưng lệch pha 90 độ, hoặc các dòng điện tác dụng lệch nhau về thời gian. Trường hợp từ hoá kết hợp bằng hai dòng điện khác loại thì từ trường tạo bởi dòng điện có thời gian tác dụng bằng nửa và nhỏ hơn so với dòng điện thứ hai, cần lớn hơn từ trường của dòng điện thứ hai một vài lần.

3.2.6 Cường độ từ trường từ hoá vật kiểm đo bằng các dụng cụ thích hợp (từ kế) được quy định trong văn bản kỹ thuật của sản phẩm. Với các vật kiểm có hình dạng đơn giản: hình trụ, hình ống, tấm phẳng thì cường độ từ trường có thể xác định bằng các công thức ghi trong Phụ lục 2.

3.3 Phun chất kiểm

3.3.1 Có thể sử dụng hai phương pháp phun chất kiểm lên bề mặt vật kiểm: phương pháp từ khô dùng bột từ khô rải đều trên vật kiểm, phương pháp từ ướt dùng chất lỏng pha bột từ tưới lên mặt vật kiểm. Chất lỏng thường được sử dụng là: nước, dầu hoả, hỗn hợp dầu....

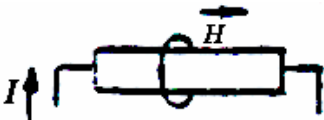
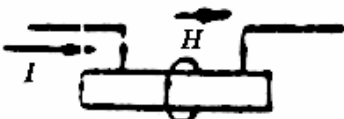
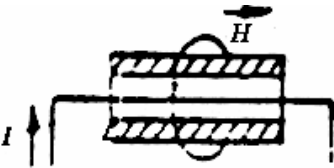


3.3.2 Độ nhớt động học của chất lỏng pha bột từ không lớn hơn $30 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (30 CCT) ở nhiệt độ kiểm tra. Khi dùng chất lỏng có độ nhớt động học lớn hơn $10 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ cần quy định thời gian để bột từ thừa chảy đi trước khi quan sát mặt vật kiểm.

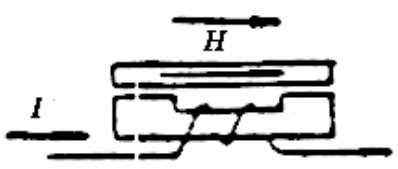
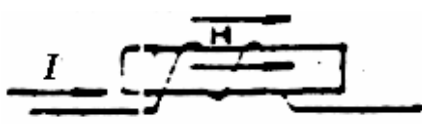
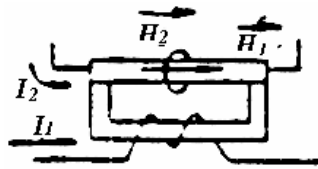
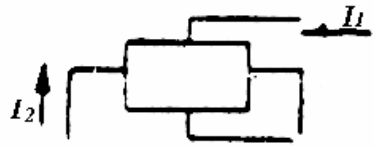
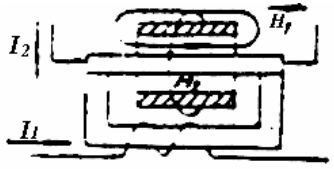
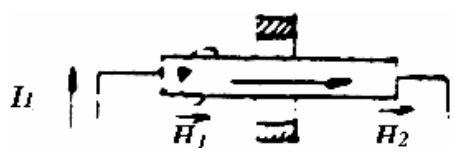
3.3.3 Chất lỏng pha bột từ phải thêm các chất cần thiết đảm bảo làm ướt đều và không gây ăn mòn mặt vật kiểm, đồng thời không làm giảm khả năng phát hiện khuyết tật.

3.3.4 Tỷ lệ bột từ pha trong một lít chất lỏng quy định như sau:

- bột từ thường $(20 \pm 5) \text{ g}$;
- bột từ huỳnh quang $(4 \pm 1) \text{ g}$.

Bảng 2 – Các cách từ hoá dùng trong kiểm tra bột từ

Phương pháp từ hoá	Cách từ hoá	Sơ đồ nguyên lý	Ký hiệu
Từ hoá vòng	Dòng điện chạy qua toàn bộ vật kiểm		V1
	Dòng điện chạy qua một phần vật kiểm		V2
	Dòng điện chạy qua dây dẫn trong lòng vật kiểm		V3
	Dòng điện cảm ứng trong vật kiểm		V4
Từ hoá dọc	Nam châm vĩnh cửu		D1

	Nam châm điện		D 2
	Ống dây từ hoá (Sôlênoít)		D 3
Từ hoá kết hợp	Dòng điện chạy qua vật kiểm và từ trường của nam châm điện		K 1
	Hai dòng điện độc lập chạy theo hai hướng vuông góc với nhau		K 2
	Dòng điện cảm ứng chạy trong vật kiểm và dòng điện chạy qua dây dẫn lồng trong lòng vật kiểm		K 3
	Dòng điện trực tiếp chạy qua vật kiểm và từ trường của Sôlênoít		K 4

Trong trường hợp đặc biệt, tỷ lệ bột từ thường có thể giảm xuống tới 5 g/l tùy theo quy định trong văn bản kỹ thuật kiểm tra sản phẩm cụ thể (ví dụ kiểm tra chi tiết có rãnh khe hẹp, hình dáng phức tạp, ren... hoặc chi tiết có cấu trúc không đồng nhất).

3.3.5 Chất lỏng pha bột từ huỳnh quang không được phép phát quang dưới ánh sáng tử ngoại làm cản trở việc quan sát khuyết tật trên mặt vật kiểm.

3.4 Quan sát mặt vật kiểm

3.4.1 Việc quan sát mặt vật kiểm tiến hành khi không còn bột từ thừa đọng trên mặt vật kiểm. Có thể xem xét bằng mắt thường hoặc dùng các dụng cụ quang học có độ phóng đại quy định trong văn bản kỹ thuật kiểm tra.

3.4.2 Độ rọi đo tại mặt vật kiểm khi dùng các nguồn sáng thông thường (ánh sáng tự nhiên, bóng đèn điện nung sáng...) không nhỏ hơn 500 lux. Nguồn sáng đặt sao cho không phản xạ chói mắt người quan sát.

TCVN 4396 : 1986

3.4.3 Khi kiểm tra bằng phương pháp bột từ huỳnh quang nguồn sáng huỳnh quang có bước sóng trong phạm vi từ 315 nm đến 400 nm. Chỉ bắt đầu quan sát mặt vật kiểm khi mắt người quan sát đã có đủ thời gian thích nghi với môi trường mới.

3.5 Đánh giá khuyết tật

3.5.1 Loại, độ lớn, hướng phát triển của các khuyết tật cho phép và không cho phép được quy định trong các văn bản kỹ thuật kiểm tra cho sản phẩm cụ thể.

3.5.2 Tại vị trí kiểm tra phải có các tài liệu cần thiết (ví dụ: ảnh vật kiểm có khuyết tật không cho phép), các mẫu chuẩn để kiểm tra hoạt động của máy dò khuyết tật và chất lượng kiểm, các mẫu kiểm để điều chỉnh chế độ kiểm tra trước mỗi loạt kiểm tra. Phương pháp chọn mẫu kiểm ghi trong Phụ lục 3.

3.6 Khử từ

Việc cần thiết khử từ vật kiểm, phương pháp khử từ, mức độ từ dư cho phép được quy định trong văn bản kỹ thuật kiểm tra sản phẩm cụ thể.

4 Yêu cầu an toàn

4.1 Yêu cầu về an toàn các thiết bị sản xuất theo TCVN 2290 : 1978.

4.2 Yêu cầu về an toàn điện theo TCVN 2290 : 1978, điều 2.1.17 và 2.1.18; QPVN 10-77 chương G.

4.3 Yêu cầu về chiếu sáng vị trí làm việc theo QPVN 10-77 chương D.

4.4 Yêu cầu về an toàn cháy theo TCVN 3254 : 1979.

4.5 Yêu cầu về quần áo bảo hộ lao động theo TCVN 1600 : 1983 và TCVN 1601 : 1983.

4.6 Yêu cầu về bao tay bảo hộ lao động theo TCVN 1841 : 1976.

4.7 Yêu cầu về phương tiện bảo vệ mặt khi quan sát mặt vật kiểm bằng nguồn sáng huỳnh quang, kính bảo vệ phải hấp thụ được các tia bức xạ có bước sóng nhỏ hơn 400 nm.

Phụ lục của TCVN 4396 : 1986

Phụ lục 1

Cách tính cường độ từ trường từ hoá

Để xác định chế độ kiểm tra có thể dùng các công thức ghi trong Bảng 3 và Bảng 4 để sơ bộ tính cường độ từ trường cần thiết H từ hoá vật kiểm theo các đặc trưng từ tính của vật liệu. Biết cường độ từ trường H, dùng các công thức thích hợp sẽ tính được cường độ dòng điện từ hoá tương ứng.

1 Bảng 3 ghi các công thức tính H cho cấp độ nhạy A, phương pháp từ hoá liên tục. Các vật liệu có cảm ứng từ dư. $B_r \leq 0,45 T$ thực tế không kiểm tra với độ nhạy cấp A được. Chế độ kiểm tra cho những vật liệu đó cần được xác định bằng thực nghiệm cho mỗi loại vật liệu cụ thể và chế độ nhiệt luyện riêng biệt.

Bảng 3 - Công thức tính cường độ từ trường từ hoá vật kiểm theo cấp độ nhạy A

Lực kháng từ H_c , λ/cm	Từ dư B_r , T	Công thức tính cường độ từ trường H, A/cm
Từ 4 đến 16	đến 1,2	$52 + 1,3 H_c$
	trên 1,2	$32 + 1,3 H_c$
Trên 16 đến 24	đến 1,0	$52 + 1,3 H_c$
	trên 1,0	$32 + 1,3 H_c$
Trên 24 đến 40	đến 0,7	$52 + 1,3 H_c$
	trên 0,7	$32 + 1,3 H_c$
Trên 40 đến 50	đến 0,6	$52 + 1,3 H_c$
	trên 0,6	$32 + 1,3 H_c$
Trên 50	từ 0,45 đến 0,5	$52 + 1,3 H_c$
	trên 0,5	$32 + 1,3 H_c$

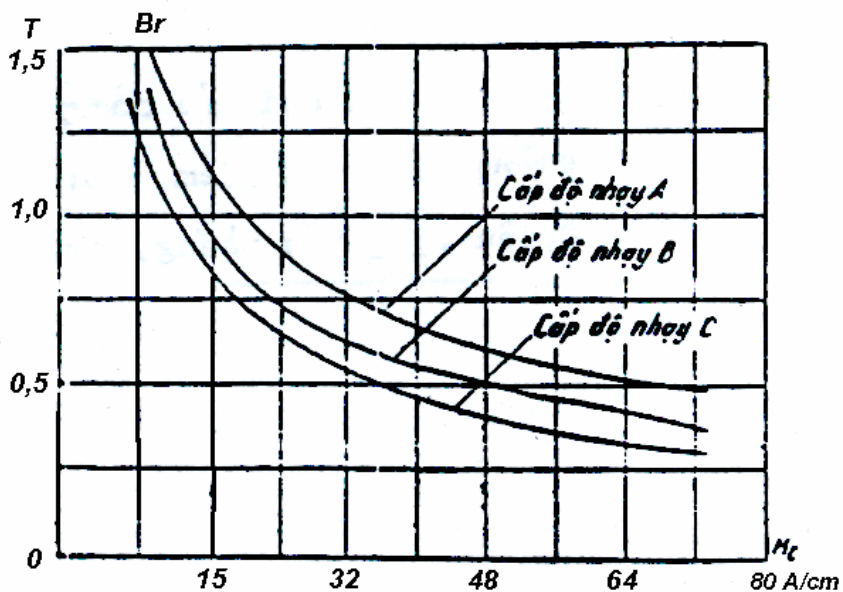
2 Cường độ từ trường kiểm tra bằng phương pháp từ hoá liên tục theo cấp độ nhạy B và C tính theo công thức ghi trong Bảng 4.

Bảng 4 - Công thức tính cường độ từ trường từ hoá vật kiểm theo cấp độ nhạy B và C

Lực kháng từ H_c , A/cm	Độ từ thẩm tương đối cực đại, μ_{max}	Công thức tính H , A/cm	
		Độ nhạy cấp B	Độ nhạy cấp C
Từ 4 đến 16	đến 500	$26 + 1,1 H_c$	$21 + 1,1 H_c$
	trên 500	$13 + 1,1 H_c$	$9,6 + 1,1 H_c$
Trên 16 đến 32	đến 160	$26 + 1,1 H_c$	$21 + 1,1 H_c$
	trên 160	$13 + 1,1 H_c$	$9,6 + 1,1 H_c$
Trên 32 đến 48	đến 90	$26 + 1,1 H_c$	$21 + 1,1 H_c$
	trên 90	$13 + 1,1 H_c$	$3,6 + 1,1 H_c$
Trên 48	đến 50	$26 + 1,1 H_c$	$21 + 1,1 H_c$
	trên 50	$13 + 1,1 H_c$	$9,6 + 1,1 H_c$

CHÚ THÍCH: Mỗi cặp công thức trong Bảng 3 và Bảng 4 ứng với mỗi cấp độ nhạy quy ước, xác định giới hạn vùng phân bố của các trị số cường độ từ trường từ hoá đối với các loại vật liệu tương ứng. Trị số tính toán H đảm bảo phát hiện các khuyết tật với cấp độ nhạy cho trước. Trong một số trường hợp, trị số tính toán H có thể hơi lớn hơn trị số tối thiểu cần để phát hiện các khuyết tật có độ lớn định trước.

3 Để xác định khả năng ứng dụng phương pháp từ dư có thể dùng đồ thị trên hình. Nếu cảm ứng từ dư của vật liệu không nhỏ hơn trị số xác định trên đồ thị ứng với trị số lực kháng từ đã chọn thì có thể áp dụng phương pháp từ dư. Chế độ kiểm tra theo phương pháp từ dư xác định bằng cách chọn cường độ từ trường từ hoá vật kiểm theo giản đồ chu trình từ hoá ứng với điểm sau đó cảm ứng từ dư thực tế không thay đổi nữa. Khi cần thiết chế độ kiểm tra có thể xác định bằng thực nghiệm phù hợp với sản phẩm cụ thể.



Xác định điều kiện ứng dụng phương pháp từ dư

Phụ lục 2**Xác định cường độ trường từ hoá**

1 Cường độ trường từ hoá H, A/cm trong các vật kiểm hình trụ và ống tính theo công thức:

$$H = \frac{I_{\max}}{\pi \cdot d}$$

2 Cường độ trường từ hoá H, A/cm trong các vật kiểm dạng tấm phẳng (tỉ số chiều rộng và chiều dài không nhỏ hơn 10)

$$H = \frac{I_{\max}}{2b}$$

Trong đó I_{\max} – Giá trị cực đại của dòng điện từ hoá;

d – Đường kính vật kiểm, cm;

b – Chiều rộng tấm phẳng, cm.

Phụ lục 3

Chọn mẫu kiểm

1 Mẫu kiểm được chọn trong số các vật kiểm có cùng vật liệu và công nghệ chế tạo, có các khuyết tật nông trên bề mặt.

2 Để chọn mẫu kiểm, mẫu được kiểm tra theo chế độ kiểm tra tương ứng với cấp độ nhạy A và B, chú ý trước mỗi lần từ hoá phải khử từ mẫu. Sau khi kiểm tra, mẫu kiểm được chọn phải có ít nhất hai khuyết tật bề mặt với tổng số chiều dài không nhỏ hơn 10 mm. Các khuyết tật đó phát hiện được trong chế độ kiểm tra ứng với cấp độ nhạy A và không phát hiện được trong chế độ kiểm tra ứng với cấp độ nhạy B.

Phụ lục 4

Thuật ngữ dùng trong tiêu chuẩn

- 1 Khuyết tật quy ước:** là khuyết tật dạng khe hở chữ nhật có tỉ lệ chiều rộng và chiều sâu là 1:10.
 - 2 Cấp độ nhạy quy ước:** Cấp độ nhạy xác định chiều rộng tối thiểu của khuyết tật bề mặt còn phát hiện được, có dạng khe phẳng, thành song song, hướng vuông góc với hướng từ hoá.
 - 3 Từ trường dư:** Từ trường còn tồn tại trong vật kiểm sau khi đã ngừng từ hoá.
 - 4 Bột từ:** Bột chế tạo bằng vật liệu sắt từ dùng làm phương tiện chỉ thị từ trường khuyết tật.
 - 5 Bột từ huỳnh quang:** Bột từ có các hạt được phủ chất huỳnh quang.
 - 6 Chất lỏng pha bột từ:** hỗn hợp bột từ hoặc bột từ huỳnh quang trong môi trường chất lỏng (nước, dầu hoả, hỗn hợp dầu...), khi cần có thể thêm các chất thấm ướt hoặc chống ăn mòn.
 - 7 Chế độ kiểm tra:** Các điều kiện kỹ thuật quy định cho việc kiểm tra sản phẩm cụ thể: phương pháp từ hoá, cường độ dòng từ hoá, chất kiểm, cách đánh giá khuyết tật phát hiện được v.v...
-