

SUMÁRIO	Página
1 Objetivo .....	1
2 Condições gerais .....	1
3 Condições específicas .....	3

## 1 OBJETIVO

1.1 Este procedimento se propõe descrever o método não destrutivo de medição da espessura de revestimento não magnético sobre base metálica magnética mediante a utilização de aparelhos que utilizam o magnetismo como princípio de funcionamento.

1.2 Os aparelhos acusam a relutância do fluxo magnético devido à presença do revestimento entre o ímã do aparelho e a base magnética.

## 2 CONDIÇÕES GERAIS

### 2.1 Fatores que afetam a exatidão de medida

#### 2.1.1 Espessura do revestimento

É inerente ao método que para espessura finas a incerteza é constante e independente da espessura, mas para espessuras superiores a 25µm esta incerteza é proporcional à espessura do revestimento.

#### 2.1.2 Propriedades magnéticas da base metálica

A medição é afetada por variações nas propriedades magnéticas da base. Para efeitos práticos pode considerar-se insignificante tal influência.

#### 2.1.3 Espessura da base metálica

Para cada instrumento existe uma espessura crítica da base metálica acima da qual a medição não é afetada pelo aumento da espessura da base. Como depende de cada instrumento e da natureza da base, deve ser determinada experimentalmente se não for fornecida pelo fabricante.

#### 2.1.4 Efeito das bordas

O método é sensível à mudança do contorno da superfície do corpo de prova. Medições feitas perto das bordas ou quinas não são válidas, a menos que o instrumento seja especificamente calibrado para cada medida. O efeito pode

ser sentido até ao redor de 20 mm a partir da descontinuidade, da superfície base dependendo do instrumento.

#### 2.1.5 Curvatura

As medidas são afetadas pela curvatura do corpo de prova. Esta influência varia com o tipo de instrumento, porém sempre se torna mais pronunciada à medida que diminui o raio de curvatura. Os instrumentos com 2 pólos também podem apresentar leituras diferentes se as pontas são alinhadas em planos paralelos ou perpendicularmente ao eixo da superfície cilíndrica. Efeito similar pode acontecer com os instrumentos de 1 pólo se a ponta está irregularmente gasta.

#### 2.1.6 Rugosidade da superfície

A medição é afetada pela rugosidade da superfície do metal-base ou do revestimento. Numa superfície rugosa é necessário realizar o maior número possível de leituras para obter o valor mais representativo da superfície. Se a superfície do metal-base é também rugosa, torna-se necessário verificar o "zero" do instrumento em diversos pontos de uma seção não revestida do metal-base.

#### 2.1.7 Sentido de mecanizado do metal-base

Tanto nos instrumentos de dois pólos como nos de um pólo, a medição é afetada pela mudança de orientação das pontas de prova em relação ao sentido do mecanizado.

#### 2.1.8 Magnetismo residual

O magnetismo residual no metal base afeta a medição com instrumentos que se utilizam de campo magnético estacionário. A influência é muito menor se os instrumentos se utilizam de campo magnético alternado.

#### 2.1.9 Campos magnéticos estranhos

Campos magnéticos criados por diversos equipamentos elétricos podem interferir seriamente na operação de instrumentos magnéticos de medição de espessura.

#### 2.1.10 Partículas estranhas

A presença de material particulado entre a superfície e a ponta de prova afeta a medição.

#### 2.1.11 Condutividade do revestimento

Instrumentos que trabalham com frequências entre 200 e 2 000 Hz podem produzir correntes circulantes nos revestimentos condutores que afetam a leitura.

#### 2.1.12 Pressão

As leituras são sensíveis à pressão com que a ponta de prova é aplicada sobre a superfície.

### 2.1.13 Orientação da ponta de prova

Instrumentos utilizando-se do princípio de atração magnética podem apresentar sensibilidade do ímã em relação ao campo magnético terrestre. Estes instrumentos podem requerer calibração diferente em função da posição de operação, e inclusive pode tornar impossível sua utilização.

## 2.2 Calibração de instrumentos

2.2.1 Os instrumentos devem ser calibrados de acordo com as instruções do fabricante, antes de sua utilização, com auxílio de padrões de espessura.

2.2.2 Durante a utilização deve ser verificada a calibração a intervalos frequentes e uma vez pelo menos por dia.

2.2.3 Os padrões podem ser lâminas ou corpos de prova revestidos.

2.2.3.1 As lâminas geralmente não são indicadas para calibrar instrumentos baseados no princípio da atração magnética devido à dificuldade de garantir um contato adequado, porém podem ser utilizados em algumas circunstâncias, tomando-se as necessárias precauções.

2.2.3.2 As lâminas apresentam vantagens sobre os padrões revestidos quando se hão de utilizar sobre superfícies curvas.

2.2.3.3 Deve-se garantir um contato íntimo entre a lâmina e o substrato.

2.2.3.4 Deve-se evitar a utilização de lâminas de material resiliente.

2.2.3.5 As lâminas devem ser identificadas e repostas frequentemente.

2.2.3.6 Os padrões de espessura consistem de revestimento de espessura conhecida e uniforme, permanentemente ancorados no substrato.

2.2.3.7 O metal-base dos padrões deve ter propriedades magnéticas similares ao do metal-base do corpo de prova. Uma comparação das leituras obtidas sobre o metal-base de um padrão nu e aquela do corpo de prova confirmará sua adequação.

2.2.3.8 Pode-se confirmar a calibração, girando o instrumento  $90^{\circ}$ .

2.2.3.9 No caso de não se atingir a espessura crítica, a espessura para calibração deve ser a mesma do metal-base de ensaio.

2.2.3.10 No caso de se medir a espessura de revestimento de uma superfície curva, o padrão deve apresentar o mesmo raio de curvatura.

## 3 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

### 3.1 Procedimento de medição

### 3.1.1. Precauções

3.1.1.1 Operar cada instrumento de acordo com as instruções do fabricante.

3.1.1.2 Aferir o instrumento no local de ensaio antes de entrar em serviço e a intervalos frequentes durante o ensaio.

3.1.1.3 Certificar-se que a espessura do metal-base exceda a espessura crítica e, se isso não acontecer, que a espessura do padrão de calibração seja a mesma do corpo de prova.

3.1.1.4 Verificar se as propriedades magnéticas do metal-base e do padrão são similares.

### 3.1.2. Efeito das bordas

3.1.2.1 Não tomar leituras perto das bordas, furos, cantos internos, etc. de um corpo de prova, a menos que tenha sido realizada calibração para essa medida.

### 3.1.3. Curvatura

3.1.3.1 Não tomar leituras em superfícies curvas de um corpo de prova, a menos que tenha sido realizada calibração para essa medida.

### 3.1.4. Número de leituras

3.1.4.1 Devem ser feitas diversas leituras em cada posição devido às variações normais do instrumento. Quando a superfície é rugosa deve-se mudar o local de medida.

3.1.4.2 Como os instrumentos de força atrativa são sensíveis a vibrações, devem ser rejeitados os valores obviamente altos.

3.1.5 Se o sentido de mecanizado tem efeito sobre a leitura, realizar a medição no sentido que foi feita a calibração. Se não for possível, deve-se realizar medições girando a ponta de prova em incrementos de  $90^{\circ}$ .

### 3.1.6. Magnetismo residual

3.1.6.1 Quando aparece magnetismo residual e se utilizam instrumentos de dois pólos com campo magnético estacionário, devem-se realizar medições a  $180^{\circ}$ .

3.1.6.2 Com instrumentos de um polo e campo magnético estacionário deve-se proceder à desmagnetização do corpo de prova para obter resultados aceitáveis.

### 3.1.7. Limpeza da superfície

3.1.7.1 Antes de realizar as medições deve-se proceder à limpeza da superfície, eliminando partículas estranhas, óleo, graxas, etc., evitando defeitos como fluxos de solda, óxidos, depósitos de ácido, etc.

### 3.1.8 Revestimento de chumbo

3.1.8.1 O ímã do instrumento pode aderir ao chumbo ou liga de chumbo. Aplicar uma fina camada de óleo para melhorar a reprodutividade das leituras. Não usar este procedimento com outros revestimentos.

### 3.1.9 Técnicas

3.1.9.1 A leitura depende da técnica do operador. Assim, a pressão aplicada à ponta de prova pode variar de indivíduo para indivíduo. Reduzir ao mínimo tais efeitos, assegurando-se uma pressão constante e o operador de medida seja o mesmo que faz a calibração.

### 3.1.10 Posição da ponta de prova

3.1.10.1 Em geral, colocar o instrumento perpendicular ao corpo de prova no ponto de medição. Para alguns instrumentos isto é essencial, para outros é desejável inclinar a ponta de prova ligeiramente e selecionar o ângulo de inclinação dando a leitura mínima. Se em uma superfície as leituras obtidas variam substancialmente com o ângulo de inclinação, é provável que a ponta esteja gasta e necessite ser repostada. Se o instrumento é utilizado na posição horizontal, deve ser calibrado para essa posição.

## 3.2 Exatidão da Medida

3.2.1 O instrumento deve ser calibrado de tal forma que a espessura do revestimento seja determinada com  $\pm 10\%$  da espessura certa. Quando se medem espessuras menores que  $5\mu\text{m}$  isto só pode ser possível mediante avaliação estatística de medições repetidas.