

Avaliação da dispersão magnética em Ensaios Não Destrutivos

Rômulo Brandão de Azevedo Nogueira*

Alcemar Rodrigues Netto**

Lucas Rainha Vianna***

Resumo

Em todos os setores da indústria, as falhas podem causar danos físicos aos trabalhadores como também consideráveis prejuízos financeiros. Portanto, ensaios para a verificação das condições de trabalho dos materiais são sempre de extrema importância, e neste trabalho falaremos sobre os Ensaios Não Destrutivos (ENDs), mais precisamente sobre os ensaios por partículas magnéticas, que são capazes de localizar descontinuidades superficiais e subsuperficiais em materiais ferromagnéticos.

Palavras-chave: Ensaios. Partículas. Descontinuidades.

Introdução

O ensaio por partículas magnéticas é utilizado na localização de descontinuidades superficiais e subsuperficiais em materiais ferromagnéticos. Pode ser aplicado tanto em peças acabadas quanto semiacabadas e durante as etapas de fabricação. O processo consiste em submeter a peça, ou parte dela, a um campo magnético. Na região magnetizada da peça, as descontinuidades existentes, ou seja, a falta de continuidade das propriedades magnéticas do material, irão causar um campo de fuga do fluxo magnético. Com a aplicação das partículas ferromagnéticas, ocorrerá a aglomeração delas nos campos de fuga, uma vez que serão por eles atraídas devido ao surgimento de polos magnéticos. A aglomeração indicará o contorno do campo de fuga, fornecendo a visualização do formato e da extensão da descontinuidade (ANDREUCCI, 2007, p. 4). Para discutir sobre esse tipo de ensaio, é necessário transmitir alguns conceitos básicos, que entre eles estão:

O magnetismo

Todos nós conhecemos os ímãs e dizemos que um material ferromagnético nas proximidades de um ímã é por ele atraído. O magnetismo é um fenômeno de atração que existe entre esses materiais. Nota-se que, por vezes, o fenômeno pode ser de repulsão ou de atração. Os ímãs podem ser naturais, conhecidos como “pedras-ímãs” e os artificiais, fabricados a partir de aços com

propriedades magnéticas específicas para esse fim. A palavra “magnetismo” vem de Magnésia na Turquia onde séculos atrás observou-se o minério magnetita que é um ímã natural (ANDREUCCI, 2007, p. 4).

Os pólos magnéticos

Quando estudamos uma barra imantada, verificamos que as características magnéticas da barra não são iguais ao longo da mesma, porém verificamos que ocorre uma concentração da força magnética de atração ou repulsão nas extremidades. A estes pontos onde se manifestam a atração com maior intensidade damos o nome de polos magnéticos (ANDREUCCI, 2007, p. 4). Se dispusermos de duas barras imantadas e colocarmos uma próxima da outra, deixando uma fixa e a outra livre, verificaremos que ocorrerá uma força de atração entre as barras de modo a fazer com que se unam. No entanto, se separarmos as barras e girarmos a barra móvel de 180° e novamente aproximarmos, verificaremos que ao invés de ocorrer a atração, ocorrerá a força de repulsão, o que nos leva a concluir que temos duas espécies de polos. Uma que promove a atração e a outra que promove a repulsão. Isto é, numa mesma barra os polos não são iguais. É por isso que se diz que polos iguais se repelem e polos diferentes se atraem (ANDREUCCI, 2007, p. 5). E esses polos são denominados de polo norte e polo sul do ímã.

O campo magnético

Uma região do espaço que foi modificada pela presença de um ímã, recebe a denominação de campo magnético. O campo magnético pode ser visualizado quando limalha de material ferromagnético é pulverizado sobre um ímã. Tais partículas se comportam como minúsculos ímãs e se alinham na direção do campo magnético, formando o que chamamos de linhas de indução ou linhas de fluxo. As linhas de indução são sempre contínuas e mostram claramente a forma do campo magnético (ANDREUCCI, 2007, p. 5).

* Técnico de Eletrotécnica pelo IF Fluminense, *campus* Campos-Centro

** Técnico de Eletrotécnica pelo IF Fluminense, *campus* Campos-Centro

*** Técnico de Eletrotécnica pelo IF Fluminense, *campus* Campos-Centro

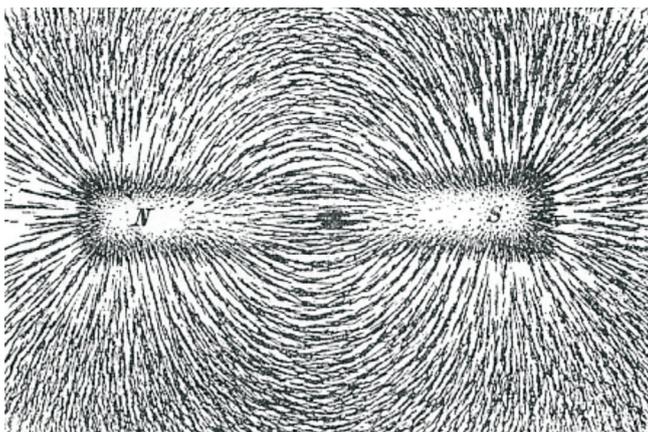


Figura 1 - Linhas de indução do campo magnético

Quando “lançamos” linhas de indução perpendicularmente à superfície que será inspecionada, a presença de discontinuidades dá origem a novos polos que provocam a dispersão das linhas de indução magnética, gerando o “Campo de Fuga”.

A partir daí, as partículas magnéticas possuem a função importante de serem atraídas para os locais de formação do “Campo de Fuga” e com isso identificaremos as discontinuidades. Essas partículas devem possuir boa mobilidade e coloração adequada para visualização. Possuem as características magnéticas de alta permeabilidade e baixa retentividade.

Verificamos na prática que, para ocorrer um campo de fuga adequado na região das discontinuidades, a intensidade de campo, deve atingir valores adequados e as linhas de força devem ser o mais perpendicular possível ao plano da discontinuidade, caso contrário não será possível o acúmulo das partículas de forma nítida (ANDREUCCI, 2007, p. 11).

É importante ressaltar que o campo de fuga somente ocorre quando existe uma diferença na continuidade das características magnéticas do material base inspecionado. Desse modo, todas as discontinuidades a serem detectadas, como por exemplo trincas, escórias, falta de fusão, porosidade e inclusões possuem características magnéticas bem diferentes do metal base, o que atribui ao ensaio grande sensibilidade de detecção.

Outro aspecto que também é muito interessante, é que não existe um tamanho mínimo da discontinuidade para que ocorra o campo de fuga, o que faz com que o método de ensaio por partículas magnéticas seja o mais eficiente dentre os métodos superficiais até mesmo que o ensaio por líquidos penetrantes, para materiais ferromagnéticos.

Métodos e técnicas de magnetização

Métodos de magnetização

→ Magnetização Longitudinal: produz um campo longitudinal da peça e fecha o circuito através do ar. Recomendado para a detecção de discontinuidades transversais na peça e essa magnetização é obtida por indução de campos por bobinas ou eletroímãs.

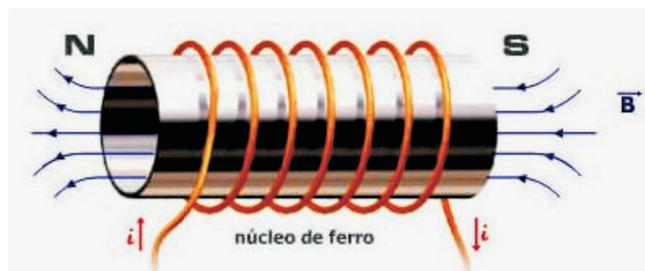


Figura 2 - Magnetização longitudinal por bobina indutora

→ Magnetização Circular: Esse método pode ser feito tanto por indução quanto por passagem de corrente elétrica através da peça. As linhas de força que formam o campo magnético circulam através da peça em circuito fechado, não fazendo uma “ligação” através do ar, e este método é utilizado para a detecção de discontinuidades longitudinais.

→ Magnetização Multidirecional: Também é conhecida como magnetização combinada ou vetorial. Nesse método, são aplicados simultaneamente na peça dois campos magnéticos, dos quais um é aplicado pelo método longitudinal e o outro pelo método circular ou ainda campos circulares em várias direções. Portanto, é fruto da combinação de duas técnicas que produzem um vetor rotativo que permite observar as discontinuidades com diversas orientações (existem algumas normas que recomendam o uso de corrente trifásica retificada de onda completa para esse tipo de magnetização).

As vantagens dessa técnica são:

- Na inspeção de componentes seriados onde se reduz substancialmente o tempo de inspeção.
- Economia de partículas magnéticas.
- Cada peça ou componente é manuseado apenas uma vez.
- Menor possibilidade de erros por parte do inspetor, uma vez que, observa-se ao mesmo tempo, tanto as discontinuidades longitudinais quanto as transversais.
- Rapidez no ensaio por partículas magnéticas.
- Grande produtividade. (ANDREUCCI, 2007, p. 13)

Podemos concluir que a magnetização simultânea possibilita menor tempo de execução, trazendo como benefício maior produção. Contudo, é limitada pelo ajuste da intensidade dos campos magnéticos que é necessário para obtenção de uma resultante capaz de detectar adequadamente as descontinuidades nas duas direções da peça em ensaio, descontinuidades longitudinais e transversais. Na prática esse ajuste é conseguido realizando testes com peças ou corpos de prova contendo defeitos conhecidos. No entanto, ressaltamos que a magnetização simultânea apresenta resultados mais confiáveis na detecção de descontinuidades de diferentes direções. A sua desvantagem é que aumenta mais uma etapa no ensaio (ANDREUCCI, 2007, p. 13).

Mencionamos que podemos obter campos magnéticos por diversas técnicas, contudo, o processo de magnetização só é obtido através de indução de campo magnético ou por indução de corrente elétrica. Dizemos que há indução de campo quando o campo magnético gerado na peça é induzido externamente. Já no processo de magnetização por passagem de corrente, a peça em inspeção faz parte do circuito elétrico do equipamento de magnetização, isto é, a corrente de magnetização circula pela própria peça. É por essa razão que se recomenda bastante cuidado na utilização da técnica de magnetização por passagem de corrente, pois poderá ocorrer a abertura de um arco elétrico nos pontos de entrada e saída de corrente, queimando a peça nessa região, o que, em se tratando de peça acabada, pode ser inaceitável, ou mesmo poderá representar risco de explosão ou incêndio, se no ambiente houver gases ou vapores inflamáveis (ANDREUCCI, 2007, p. 14).

Correntes elétricas de magnetização

- Corrente Contínua (CC)



Figura 3 - Gráfico da Corrente Contínua

- Corrente Alternada (CA), Corrente Alternada Retificada de Meia Onda e Corrente Alternada Retificada de Onda Completa.

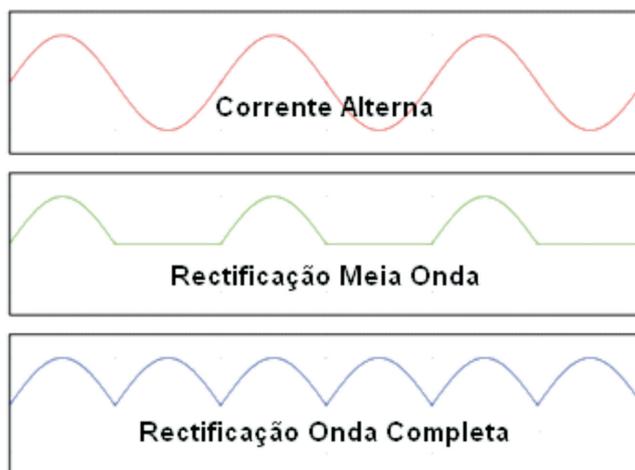


Figura 4 - Gráfico das Correntes: Alternada, Alternada Retificada de Meia Onda e Alternada Retificada de Onda Completa

- Corrente Alternada Trifásica Retificada de Meia Onda e de Onda Completa.

Técnicas de magnetização por passagem de corrente elétrica pela peça

→ Técnica dos Eletrodos: Utiliza eletrodos que quando apoiados na superfície da peça, possibilitam a passagem de corrente elétrica pela mesma. Cria um campo magnético circular.

A técnica dos eletrodos induz um campo magnético que é dependente da distância entre os eletrodos e a corrente elétrica que circula por eles. Em geral estes valores são tabelados e disponíveis nas normas técnicas de inspeção aplicáveis ao produto ensaiado (ANDREUCCI, 2007, p. 17).

→ Técnica de Contato Direto: Também conhecida como magnetização por placas ou cabeçotes de contato. Devido sua aplicação maior ser através de máquinas estacionárias, é definida como sendo a técnica de magnetização pela passagem de corrente elétrica de extremidade a extremidade da peça. O campo magnético formado é circular. Esta técnica se difere da técnica por eletrodos descrita, pois é aplicável em sistemas de inspeção automáticos ou semiautomáticos, para inspecionar barras, eixos, parafusos, principalmente nas indústrias automobilísticas ou em fábricas de produtos seriados de pequeno porte (ANDREUCCI, 2007, p. 19).

Técnicas e magnetização por indução de campo magnético

→ Técnica da Bobina: Nessa técnica a peça é

colocada no interior de uma bobina ou solenoide, ocorrendo um campo longitudinal na peça. A bobina ou solenoide é formada por um enrolamento de fios condutores da corrente elétrica alternada ou contínua, que originam o campo magnético de intensidade que dependerá da corrente elétrica que passa pela bobina e o número de voltas que o enrolamento da bobina foi formado (ANDREUCCI, 2007, p. 21).

→ Técnica do loque ou Yoke: É a técnica de magnetização pela indução em campo magnético, gerado por um eletroímã, em forma de “U” invertido, que é apoiado na peça a ser examinada. Pelo eletroímã circula a corrente elétrica alternada ou contínua. É gerada na peça um campo magnético paralelo à linha imaginária que une as duas pernas do Yoke (ANDREUCCI, 2007, p. 22). Eles produzem campos magnéticos longitudinais, podendo ser de pernas fixas ou articuláveis.

→ Técnica do Condutor Central: Essa técnica é caracterizada pela passagem de um ou mais condutores pelo centro da peça que será inspecionada. A passagem da corrente elétrica por esse(s) condutor(es), permitirá induzir um campo magnético circular na superfície interna e/ou externa da peça. Com isso, a peça a ser inspecionada deve ter geometria circular tais como: flanges, anéis, porcas e outras peças desse tipo.

Desmagnetização

Alguns materiais, devido a suas propriedades magnéticas, retém parte do magnetismo após a interrupção da força magnetizante. De acordo com a aplicação subsequente desses materiais, esse magnetismo retido (residual) poderá gerar problemas, daí então ser necessário a desmagnetização da peça.

As razões para a desmagnetização da peça são:

- Interferência nos processos de Usinagem.
- Interferência nos processos de Soldagem.
- Interferência com Instrumentos de Medição.

E a desmagnetização é dispensável quando:

- Os materiais possuem baixa retentividade.
- As peças forem submetidas à tratamento térmico (para perderem a magnetização quando chegarem a certa temperatura).
- As peças forem novamente magnetizadas.

São várias as técnicas de desmagnetização sendo que todas são baseadas no princípio de que, submetendo a peça a um campo magnético que é continuamente invertido e gradualmente reduzindo a zero, após um determinado período e um número

de ciclos, a peça será desmagnetizada. Isto pode ser obtido fazendo a peça passar pelo interior de bobinas percorridas por corrente alternada (ANDREUCCI, 2007, p. 28).

Métodos de ensaio

As partículas magnéticas podem ser fornecidas na forma de pó, em pasta ou dispersas em líquido. Em todos os casos, as partículas se constituem de um pó ferromagnético de dimensões, forma, densidades e cor adequados ao exame (ANDREUCCI, 2007, p. 29). O meio no qual a partícula está sendo aplicada pode ser:

→ Via Seca: As partículas são aplicadas a seco. Utiliza-se aplicadores de pó manuais ou bombas aspersoras que pulverizam as partículas na região do ensaio, na forma de jato de pó.

Essas partículas devem ser guardadas em locais secos e ventilados para não se aglomerarem. É de grande importância que sejam de granulometria adequada para serem aplicadas uniformemente sobre a região que será inspecionada.

Comparando com o método por via úmida, as partículas por via seca são mais sensíveis na detecção de descontinuidades próximas à superfície, mas não são mais sensíveis para pequenas descontinuidades superficiais. Também, para uma mesma área ou região examinada, o consumo é maior. Por outro lado, é possível a reutilização das partículas, caso o local de trabalho permitir e que seja isenta de contaminação (ANDREUCCI, 2007, p. 29).

→ Via Úmida: As partículas encontram-se em dispersão em um líquido denominado de veículo, que pode ser água, querosene ou óleo leve. Nesse método as partículas possuem granulometria muito fina, sendo possível detectar descontinuidades muito pequenas, como trincas de fadiga.

Devemos ressaltar que neste método de ensaio, as partículas que estão em dispersão, mesmo na presença do campo magnético, tem maior mobilidade do que na via seca, e podem percorrer maiores distâncias enquanto se acomodam ou até serem aprisionadas por um campo de fuga. Da mesma forma, nas superfícies inclinadas ou verticais requerem menor esforço para remoção do excesso (ANDREUCCI, 2007, p. 30). Nesse método, os aplicadores são na forma de chuveiros de baixa pressão. Porém, nada impede que na aplicação manual a mistura seja derramada sobre a peça a ser inspecionada. A escolha do aplicador tipo borrifo tem finalidades econômicas e de execução do ensaio, visto que a quantidade aplicada é menor, e para o inspetor a visualização imediata das indicações, enquanto ocorre a

acomodação das partículas e pouco excesso para remoção (ANDREUCCI, 2007, p. 30). Também é importante ressaltar que nesse método é necessária a constante agitação da suspensão para garantir a homogeneidade das partículas na região do exame.

A escolha da cor das partículas depende da cor de fundo, da cor da superfície da peça em exame, da temperatura da superfície e também da posição da peça.

Conclusão

- O grau de dispersão magnética do ensaio leva em consideração o método de magnetização utilizado.
- O grau de dispersão magnética do ensaio leva em consideração a técnica de magnetização utilizada.
- É necessário conhecer a peça que será submetida a inspeções para que se estabeleça a técnica de inspeção correta.
- É de extrema importância o cuidado para a determinação da desmagnetização (ou não) após os ensaios, para não causar interferências nos processos de Usinagem, de Soldagem e em Instrumentos de Medição.
- Deve-se conhecer bem o tipo de material avaliado para utilizar as partículas magnéticas corretas.

Referências

ANDREUCCI, R. Partículas Magnéticas. ABENDI, 2007. Disponível em: < http://www.abende.org.br/biblioteca_apostila.php?w=1366&h=768>. Acesso em: 20 nov. 2010.

BRASITEST. Ensaio de partículas magnéticas. 2005. Disponível em: <http://www.brasitest.com.br/Default_arquivos/Page577.htm>. Acesso em: 26 nov. 2010.

MEDICO, Fábio M. Da. Partículas magnéticas. 2007. Disponível em: <<http://www.jbsensaios.com.br/particulas.php>>. Acesso em: 3 dez. 2010.

