

Ensaio não destrutivo: dispersão de fluxo magnético

Lucas da Costa Lemos*

Resumo

O ensaio de partícula magnética é um método de ensaio não destrutivo para detecção de imperfeições internas ou externas em superfícies metálicas. É um método rápido e confiável para detecção e localização de trincas em superfícies de metal ferroso. Neste trabalho, buscou-se analisar a grande utilização de ensaios não destrutivos por partícula magnética em diversas áreas, além da sua confiabilidade.

Palavras-chave: Partícula magnética. Confiabilidade.

Introdução

Os Ensaio Não Destrutivo (END) são técnicas utilizadas na inspeção de materiais e equipamentos sem danificá-los, sendo executados nas etapas de fabricação, construção, montagem e manutenção. Constituem uma das principais ferramentas de controle da qualidade de materiais e produtos, contribuindo para garantir a qualidade, reduzir os custos e aumentar a confiabilidade da inspeção. São largamente utilizadas nos setores petróleo/petroquímico, químico, aeronáutico, aeroespacial, siderúrgico, naval, eletromecânico, papel e celulose, entre outros. Contribuem para a qualidade dos bens e serviços, redução de custo, preservação da vida e do meio ambiente, sendo fator de competitividade para as empresas que os utilizam.

Todo esse elevado grau de tecnologia foi desenvolvido e aplicado para um fim comum, que é assegurar e proteger a vida daqueles que dependem de alguma forma, do bom funcionamento dessas máquinas nas indústrias automobilísticas, de petróleo e petroquímicas, de geração de energia inclusive nuclear, siderúrgica, naval e aeronáutica.

Quando aplicados com as licenças de utilização e manutenção preventiva das instalações técnicas, os Ensaio Não Destrutivo (END) são técnicas indispensáveis. Os Ensaio Não Destrutivo também oferecem as garantias necessárias quando a qualidade, redução de custos, garantia dos negócios e segurança são requeridos, tanto para instalações já existentes quanto para novas.

Os Ensaio Não Destrutivo diminuem o risco de vazamentos ou outros defeitos que aumentam a integridade e segurança na instalação e podem reduzir custos.

Para obter resultados satisfatórios e válidos, os seguintes itens devem ser considerados como elementos fundamentais para os resultados desses ensaios:

- Pessoal treinado, qualificado e certificado;
- Um procedimento para conduzir o ensaio;
- Procedimentos de execução de ensaios qualificados com base em normas e critérios de aceitação previamente definidos e estabelecido;
- Um sistema para anotar os resultados.

Os principais métodos de Ensaio Não Destrutivo utilizados são:

- Inspeção visual
- Partículas magnéticas
- Líquidos penetrantes
- Ultrassom
- Radiografia
- Emissão acústica
- Correntes parasitas

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, 2009, p. 5).

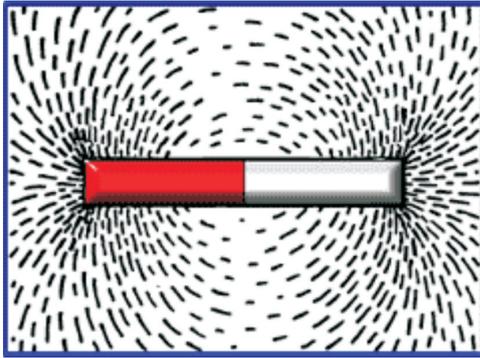


Figura 1 - Forma do campo magnético produzido por uma barra imantada e visualizada por limalha de ferro

Os materiais podem ser divididos em três grandes grupos, segundo a influência que venham a sofrer em função do campo magnético:

Materiais ferromagnéticos: Em elementos como o Ferro (Fe), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Gadolínio (Gd), e em certas ligas deles, ocorre um fenômeno denominado ferromagnetismo, que os possibilita adquirir um alto grau de alinhamento magnético de tal modo que venham ser fortemente atraídas por ímãs. Nesses elementos a permeabilidade magnética é maior do que um.

Materiais paramagnéticos: Quando colocadas num campo magnético, o alinhamento dos dipolos atômicos elementares não é perfeito, ocasionando uma fraca atração pelos ímãs. Normalmente a permeabilidade magnética relativa de tais metais é praticamente igual a um.

Materiais diamagnéticos: Como exemplo, tem-se o Zinco (Zn), Mercúrio (Hg), Bismuto (Bi) e o Cobre (Cu), em que a permeabilidade relativa é pouco menor que um.

Permeabilidade Magnética

A permeabilidade magnética é definida como sendo a facilidade com que um material pode ser magnetizado, e é representado pela letra "m". É um número adimensional, isto é, não possui unidade, pois é uma relação entre duas grandezas. A permeabilidade magnética de um material é a relação entre a condutividade magnética do material e a condutividade magnética do ar, ou ainda a relação entre o magnetismo adquirido pelo material (B) pela presença de um magnetismo externo e a força de magnetização externa (H). É importante salientar que a permeabilidade magnética de um material não é constante e depende da força externa de magnetização (ANDREUCCI, 2009, p. 8).

Fluxo Magnético

Suponha uma superfície plana de área A que é colocada na presença de um campo magnético

uniforme e de indução magnética B. Seja n normal à superfície e α o ângulo que n faz com a direção da indução magnética.

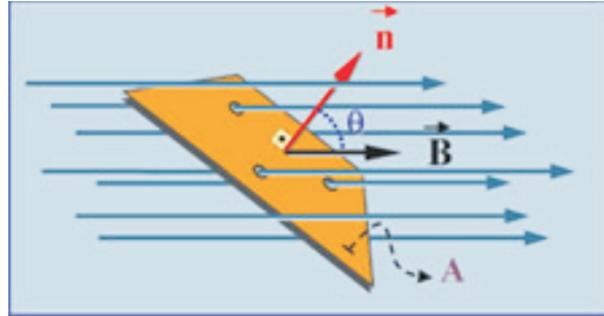


Figura 2 – Fluxo magnético

Dessa forma, podemos definir fluxo magnético pela letra Φ (fi), como sendo o produto entre a indução magnética, a área da superfície plana e o cosseno do ângulo formado:

$$\Phi = BA \cos \theta$$

O fluxo magnético pode ser entendido como sendo o número de linhas de indução que atravessam a superfície, assim sendo, podemos concluir que quanto maior o número de linhas que atravessam a superfície maior será o valor do fluxo magnético.

Princípio de ensaio por partículas magnéticas

Este ensaio é utilizado para detectar descontinuidades superficiais e subsuperficiais em materiais ferromagnéticos fundidos, forjados, soldados, laminados, extrudados, trefilados, usinados, etc. Aplicado durante a fabricação, após a fabricação e na manutenção para a detecção de descontinuidades em serviço.

O método de ensaio está baseado na geração de um campo magnético que percorre toda a superfície da peça em ensaio. Esta peça deve ser constituída por material ferromagnético.

As linhas magnéticas do fluxo induzido no material desviam-se de sua trajetória ao encontrar uma descontinuidade superficial ou subsuperficial no material, pulando para fora da superfície e criando uma região denominada de campo de fuga, altamente atrativa à partículas magnéticas. No momento em que se provoca essa magnetização da região de ensaio, aplicam-se partículas magnéticas que serão atraídas à localidade da superfície que contiver uma descontinuidade, formando assim uma indicação de defeito.

É um método rápido e confiável para detecção e localização de trincas em superfícies de metal ferroso.

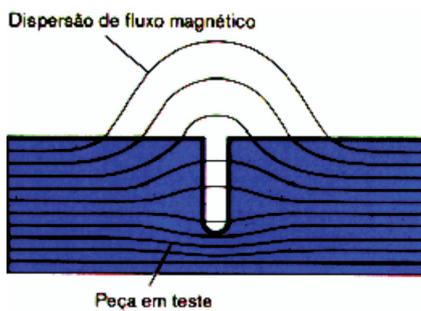


Figura 3 - Fuga de fluxo

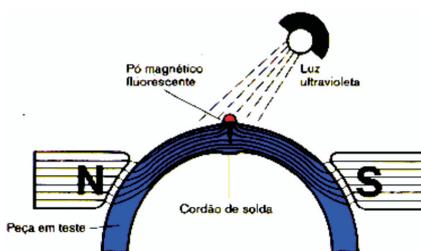


Figura 4 - Acúmulo de partículas na região

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, 2009, p. 11).

Outro aspecto interessante que podemos observar é que o campo de fuga somente ocorre quando existe uma diferença na continuidade das características magnéticas do material base inspecionado. Assim todas as discontinuidades a serem detectadas, trincas, escórias, falta de fusão, porosidade, inclusões, etc., possuem características magnéticas bem diferente do metal base, o que atribui ao ensaio grande sensibilidade de detecção (ANDREUCCI, 2009, p. 11).

Outro aspecto também é a não existência de 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 dos métodos superficiais, até mesmo do que o ensaio por líquidos penetrantes, para materiais ferromagnéticos (ANDREUCCI, 2009, p. 11).

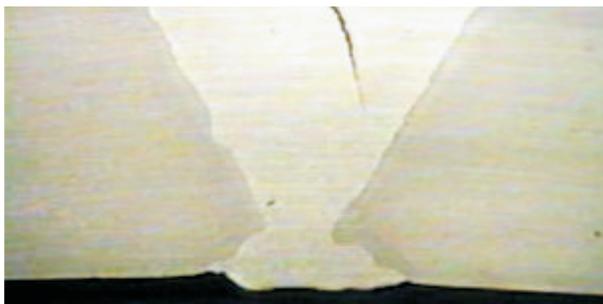


Figura 5 - Corte da seção transversal de uma junta soldada de topo contendo uma indicação de trinca longitudinal superficial na solda

Limpeza da peça que sofrerá ação de partículas magnéticas

É a remoção de camadas mais densas ou mais espessas de óxido; tintas; produtos de queima de óleos, combustíveis ou qualquer lubrificante; carepas de laminação soltas ou aderentes; escória ou respingos de solda; rebarbas; camadas de tinta, cromo, níquel ou outros tipos de contaminantes que possam interferir no ensaio. Tais contaminantes não devem ser removidos pelos executantes do ensaio, pois, geralmente exige-se para tais remoções, conhecimento e técnicas específicas, tais como a aplicação de substâncias ácidas e alcalinas ou algum processo mecânico específico.

Métodos ou produtos impróprios podem causar danos irreversíveis à superfície em ensaio, como por exemplo, a corrosão. Por esse motivo, o método de limpeza deverá ser criteriosamente especificado.

Deve-se remover todo material estranho, contaminantes ou sujeira, pois interferem na formação das discontinuidades, dificultando ou impedindo a mobilidade das partículas ou encobrendo um possível campo de fuga

Magnetização Circular

Magnetização circular com máquina estacionária: Consiste em posicionar a peça entre contatos elétricos, feitos nas extremidades da peça em ensaio através de placas, malhas de cobre ou placas de chumbo, possibilitando um bom contato. A corrente passa pela peça criando um campo magnético circular, que irá detectar as discontinuidades longitudinais.

Magnetização circular com condutor central: Consiste em introduzir uma barra de material condutor (cobre), no interior de peças (tubos, anéis, porcas, arruelas, furos, etc.), e fazer passar uma corrente elétrica por esse material, gerando um campo magnético circular ao redor dele, que será induzido na peça magnetizando-a.

Magnetização circular com Prods: Prods são dispositivos usados aos pares, são compostos por manoplas isoladas e os contatos elétricos, feitos de barras cilíndricas de cobre. Em um dos prod, é mantido o interruptor de acionamento da corrente elétrica, que será ativado somente quando os dois contatos estiverem devidamente posicionados na superfície a ser ensaiada. Estando os contatos devidamente posicionados, aplica-se a corrente que irá fluir entre os contatos e a região da peça que estiver entre eles. Isso produzirá um campo magnético circular em torno dos contatos e nas regiões da peça ao redor dos pontos de contato.

Magnetização longitudinal: A corrente elétrica também é usada para criar um campo magnético

longitudinal. Nesse caso a corrente não passa diretamente pela peça. A corrente circula pelas espiras de uma bobina, produzindo um campo circular ao redor de cada espira que somado, irá induzir um campo longitudinal na peça posicionada em seu interior, polarizando suas extremidades, sendo uma norte e outra sul. O campo longitudinal detecta as descontinuidades no sentido transversal.

Magnetização longitudinal com bobinas: Quando uma peça ferromagnética é colocada dentro de uma bobina, as linhas de força do campo gerado penetram na peça, induzindo nela um campo longitudinal paralelo ao eixo longitudinal.

Magnetização longitudinal com Yoke: O yoke é um gerador de campo magnético, o qual consiste basicamente de uma barra de aço de altíssima permeabilidade, em forma de “U” onde é enrolado um cabo condutor (bobina), que irá gerar um campo magnético longitudinal na barra que é conectada em pernas fixas ou articuláveis, que quando devidamente em contato com uma peça ferromagnética, induzirá à esta um campo magnético longitudinal. Recebe uma carcaça protetora que poderá ser de metal ou de plástico de alta resistência, deixando as pernas expostas.

Essa técnica é amplamente utilizada para ensaios em campo, em juntas soldadas, chapas, chanfros, peças pequenas, regiões específicas em componentes montados, etc.

Métodos de ensaios por partículas magnéticas

Via Seca: Dizemos que as partículas são para via seca, como o próprio nome indica, quando aplicadas a seco. Nesse caso é comum dizer que o veículo que sustenta a partícula até a sua acomodação é o ar. Na aplicação por via seca usamos aplicadores de pó manuais ou bombas aspersoras que pulverizam as partículas na região do ensaio, na forma de jato de pó (ANDREUCCI, 2009, p. 29).

Via Úmida: É método de ensaio pela qual as partículas encontram-se em dispersão em um líquido, denominado de veículo. Este líquido pode ser a água, querosene ou óleo leve.

No método por via úmida as partículas possuem granulometria muito fina, sendo possível detectar descontinuidades muito pequenas, como trincas de fadiga. (ANDREUCCI, 2009, p. 30).

Desmagnetização e Limpeza Final

O mecanismo residual interfere com instrumentos sensíveis de medição ou navegação, colocando em risco a operação dos equipamentos, uma vez que as leituras obtidas não correspondem à

realidade. Há registros de acidentes aéreos por interferências de campos magnéticos de trens de pouso nos instrumentos de navegação da aeronave (ANDREUCCI, 2009, p. 27).

Uma peça com magnetismo residual poderá interferir nos processos futuros de usinagem, pois o magnetismo da peça induzirá a magnetização das ferramentas de corte afetando o acabamento da peça (ANDREUCCI, 2009, p. 27).



Figura 6 - Medidor de campo

Todas as peças devem ser desmagnetizadas independentemente de estarem aprovadas ou rejeitadas. Após a desmagnetização, deve-se realizar a limpeza final, para eliminar os resíduos provenientes do ensaio.

Limitações

- A técnica é aplicável somente em materiais ferromagnéticos;
- Baixa sensibilidade para descontinuidades esféricas;
- Só pode ser automatizado com sucesso nas etapas manuais;
- A interpretação dos resultados deve ser realizada por pessoal qualificado;
- Apesar da existência de especificações e padrões fotográficos, sempre existirá o elemento subjetivo na interpretação dos resultados;
- Normalmente o ensaio é limitado a áreas com fácil acesso;
- Este ensaio pode ser realizado em superfícies com temperaturas de até 60°C na técnica via úmida e até 300°C na técnica via seca.

Referências

ANDREUCCI, Ricardo. Partículas Magnéticas. ABENDE, 2009. Apostila

ANDREUCCI, R. A radiologia industrial. 6.ed. Disponível em: <http://abcdeamor.vilabol.uol.com.br/rx_arquivos/rait.htm>. Acesso em: dez. 2010.

ENSAIO de partícula magnética. Disponível em: <http://www.br.sgs.com/pt_br/magnetic_particle_testing?serviceld=17540&lobld=23312>. Acesso em: dez. 2010.

ENSAIOS não destrutivos: partículas magnéticas. Disponível em: <<http://www.demec.ufmg.br/site/cursos/arquivos/120pdf>>. Acesso em: dez. 2010.

ENSAIOS por partpículas. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/busca.buscar.logic?q=Ensaio%20por%20Part%EDculas%20Magn%E9ticas%201>>. Acesso em: dez. 2010.

FLUXO magnético e a Lei Faraday. Disponível em: <<http://www.brasile scola.com/fisica/fluxo-magnetico-lei-faraday.htm>>. Acesso em: dez. 2010.

GIMENEZ, Marcelo. Escolha por ensaios não destrutivos na inspeção de manutenção. Disponível em: <<http://inspecaoequipamentos.wordpress.com/category/ensaios-nao-destrutivos/>>. Acesso em: dez. 2010.

LÍQUIDOS penetrantes. Disponível em: <<http://www.sosestudante.com/quimica/liquidospentrantes.html>>. Acesso em: dez. 2010.

PARTÍCULA magnética. Apostila. BlogIsraelBorges. Disponível em: <<http://ensaiosnaodestrutivos.blogspot.com/2008/11/apostila-de-partcula-magntica.html>>. Acesso em: dez. 2010.

NOGUEIRA, Carnot. Ensaaios não destrutivos: novas ferramentas para inspeção de obras públicas. Disponível em: <http://www.ibraop.org.br/site/media/sinaop/06_sinaop/painel_01/01_ensaios_nao_destrutivos.pdf>. Acesso em: dez. 2010.

