

STRESSTECH BULLETIN 2

Las propiedades del ruido de Barkhausen

En el primer boletín de Stresstech se describió el fenómeno del ruido de Barkhausen (BN). En el boletín 2 describimos las propiedades del ruido de Barkhausen.

Texto: Murat Deveci, Imágenes: Stresstech

El ruido de Barkhausen da información acerca de la superficie y del área más próxima debajo de la superficie. La señal del ruido de Barkhausen tiene un amplio espectro de potencia desde la frecuencia de magnetización ajustada y finaliza por encima 2 MHz en la mayoría de los materiales ferromagnéticos. La profundidad efectiva de la penetración de la señal está entre 0,01 mm y 1 mm. Para obtener más información de debajo la superficie (para incrementar la profundidad de penetración), una posibilidad es reducir la magnetización y analizar las frecuencias. Sin embargo, la penetración de la señal del ruido de Barkhausen es amortiguada por el efecto de piel que es causada por las corrientes de Eddy parásitas opuestas inducidas por el cambio del campo magnético.

Una estimación de la profundidad de penetración de la señal BN se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi\mu\sigma f}}$$

dónde δ indica la profundidad de penetración, μ representa la permeabilidad magnética, σ significa la conductividad eléctrica y f indica la frecuencia del campo magnético alternante.

La amortiguación de ruido similar al ruido de Barkhausen, que contiene una distribución espectral de frecuencias entre f_1 y f_2 se puede describir mediante una función de $D(x)$:

$$D(x) = \frac{\int_{f_1}^{f_2} g(f) \exp[-Ax_n\sqrt{f}] df}{\int_{f_1}^{f_2} g(f) df}$$

Dónde

$$A = \sqrt{\pi\mu\sigma}$$

μ = permeabilidad magnética

σ = conductividad eléctrica

x = distancia desde la superficie

Para un componente de acero endurecido y templado de baja aleación, si usamos una frecuencia de voltaje de magnetización de 125 Hz, la profundidad de penetración del campo magnético aplicado es alrededor de 2 mm. Para aplicaciones industriales, como detección de quemadura de rectificado, detección de defectos de tratamiento térmico, el rango de frecuencia de análisis es de 70 - 200 kHz. Para el mismo componente de acero, este rango dará una profundidad de análisis de alrededor de 0,1 mm.

	Material	
	Mild Steel (Annealed)	300M (Hardened and Tempered)
Conductivity	5*10 ⁶ Ω·m	10 ⁶ Ω·m (estimated)
Relative Permeability	2000	200
Frequency Range	Analysing Depth	
3 – 15 kHz	0.07 mm	0.40 mm
20 – 70 kHz	0.035 mm	0.18 mm
70 – 200 kHz	0.015 mm	0.10 mm

Los valores reales de análisis de la profundidad de medición pueden ser algo (aproximadamente 30%) más altos que los dados en la tabla anterior, debido a las variaciones reales en μ (f).

Cuanto menor es la permeabilidad y la conductividad, más profunda es la profundidad de análisis de la medición. Disminuir el rango de frecuencia del ruido de Barkhausen tiene el mismo efecto en la profundidad de análisis de la medición.

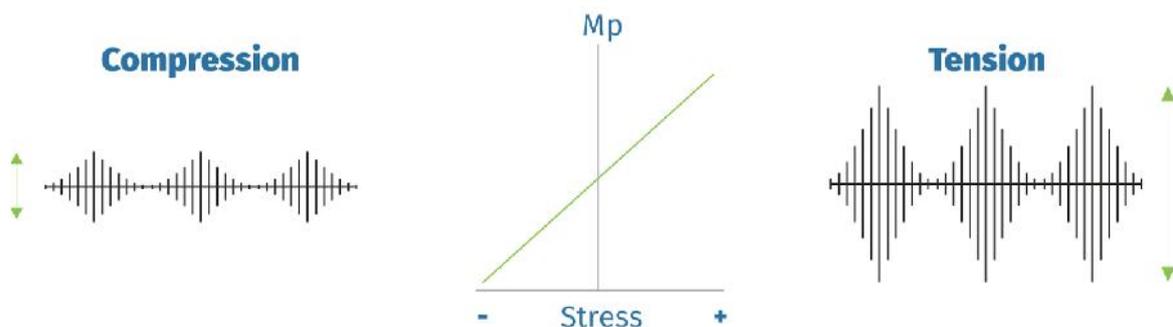
Dos características principales del material afectarán directamente la intensidad de la señal de ruido Barkhausen.

Una es la presencia y la distribución de tensiones elásticas que influirán en la forma en que los dominios eligen y se traban en su dirección fácil de magnetización. Este fenómeno de propiedades elásticas que interactúan con la estructura del dominio y las

propiedades magnéticas del material se denomina "interacción magneto elástica". Como resultado de la interacción magneto elástica, en materiales con anisotropía magnética positiva (hierro, la mayoría de los aceros y el cobalto), las tensiones de compresión disminuirán la intensidad del ruido de Barkhausen mientras que las tensiones de tracción lo aumentan.

Este hecho puede explotarse de modo que midiendo la intensidad del ruido de Barkhausen se pueda determinar la cantidad de tensión residual. La medición también define la dirección de las principales tensiones.

Los procesos como el laminado en frío y el shot peening que se utilizan para crear complejas distribuciones de tensiones residuales de compresión en la capa superficial pueden caracterizarse por el ruido de Barkhausen.



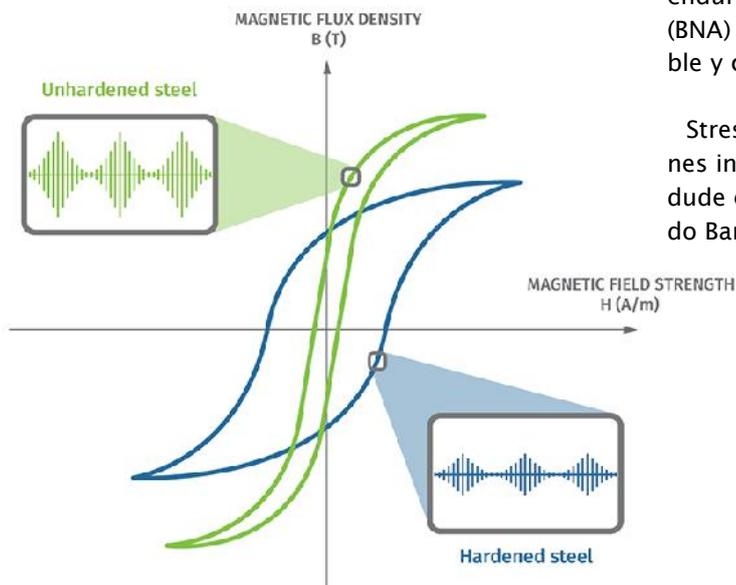
La otra característica importante del material que afecta el ruido de Barkhausen es la microestructura de la muestra. Este efecto se puede describir ampliamente en términos de dureza: la intensidad del ruido disminuye continuamente en microestructuras caracterizadas por el aumento de la dureza. De esta forma, las mediciones de ruido de Barkhausen proporcionan información sobre las condiciones micro estructurales del material. La microestructura de la muestra afecta directamente también a la forma de la señal de salida. Como ejemplo, los materiales magnéticos duros tienen formas de la envolvente de señal de BN más anchas y los materiales magnéticos blandos una forma de envolvente de señal de BN más estrecha.

Como el ruido Barkhausen es un método inductivo, existen varios factores que influyen en la señal BN.

Éstos son algunos de ellos:

Magnetismo Residual

El magnetismo residual en exceso (remanencia) evitará la correcta formación de pulsos de Barkhausen, con el resultado de que la señal de ensayo mostrada será menor. El magnetismo residual máximo permisible en las piezas de trabajo de prueba es de 4 A/cm, medido en la superficie a ensayar. En casos especiales, puede permitirse un valor de magnetismo residual de hasta 8 A/cm, pero en estos casos se deberá verificar la efectividad de los ensayos. La señal BN será más baja porque gran cantidad de dominios están bloqueados en una dirección a causa del magnetismo residual.



Contenido de austenita retenida

El contenido de austenita retenida no debe exceder el 40% por volumen. A medida que el contenido de austenita retenida aumenta, el valor de Barkhausen disminuye. Esto se debe a que la austenita es paramagnética.

Campos electromagnéticos y conexión a tierra

Campos electromagnéticos fuertes, por ejemplo de un monitor de PC o un transformador pueden ser una fuente de fallos en la señal. En este tipo de casos, se debe tener cuidado de mantener una distancia adecuada entre el sensor y la fuente de interferencias para garantizar que la señal de ensayos no se vea afectada. No tener una conexión a tierra adecuada podría ser otra fuente de problemas de señal.

En los casos relacionados con la conexión a tierra, la pieza a ensayar debe estar conectada al mismo potencial que el dispositivo de ensayos.

Suciedad en la pieza a ensayar o en el sensor

La suciedad u otras partículas impedirán la creación correcta y repetible de un contacto entre el sensor y la pieza a ensayar. Una película de aceite limpia y libre de partículas no solo beneficia la señal de ensayo, sino que también ayuda a que el sensor se deslice y reduce el desgaste. Especialmente las partículas magnéticas como las virutas o el polvo de rectificado pueden causar problemas con la señal de ruido Barkhausen.

El análisis de ruido de Barkhausen (BNA) es eficaz para detectar los defectos metalúrgicos ocultos, como las quemaduras de rectificado en componentes endurecidos y rectificadas. Se ha demostrado que (BNA) es un método de ensayo no destructivo rentable y capaz de identificar defectos.

Stresstech Group está especializado en las aplicaciones industriales del análisis de ruido Barkhausen. No dude en contactarnos para conocer más sobre el ruido Barkhausen y sus aplicaciones.

www.stresstech.com