

CARACTERIZACIÓN DE LA CAPA DESCARBURIZADA DE UN ACERO SOMETIDO A TRATAMIENTO TÉRMICO

Henry Hernando Suárez Soler
Ingeniero Mecánico, Maestría en Ingeniería, materiales y procesos,
Docente Universidad Autónoma de Colombia, Ingeniería Electromecánica.
Correo: henry.suarez@fuac.edu.co

Recibido: 01-12-2008, aceptado: 01-03-2009, versión final: 01-06-2009

RESUMEN

Este trabajo trata acerca de los procedimientos utilizados para caracterizar capas superficiales delgadas en materiales metálicos. El estudio se realiza en un acero para resortes al cual se le hizo tratamiento térmico de Temple-Revenido, se caracterizó la capa que presenta pérdida de carbono superficial. Las herramientas utilizadas son la observación metalográfica, las pruebas de microdureza y el análisis químico.

***Palabras clave.** Descarburización. Tratamiento térmico. Microdureza. Análisis químico.*

ABSTRACT

This work treat about the different methods used to characterize thin superficial layers of metallic materials. The study was realized to spring steel which heat treated of quenching and tempering was carry out in order to characterize the decarburizing lawyer from element surface. The usual tools are obseroation metallographic, microhardness testing and chemical analysis.

***Keywords.** Decarburization, Heat treatment, Microhardness, Knoop, chemical analysis.*

INTRODUCCIÓN

Durante la fabricación de piezas de máquinas, algunos procesos se deben hacer a elevada temperatura con el objetivo de facilitar el trabajo de conformado. Por ejemplo, en la preparación para la forja el material debe ser lo suficientemente blando con el fin de facilitar la deformación o, cuando se requiere ajustar las propiedades mecánicas necesarias para el buen funcionamiento de un componente es necesario realizar un tratamiento térmico de Temple-revenido¹. Como consecuencia se pueden inducir defectos, como fisuras o descarburización, que afectan la vida útil del componente.

En las piezas que se fabrican con aceros de alto contenido de carbono (superior a 0,4%), y que se deben someter a la temperatura de austenización en una atmósfera circundante no controlada, se puede presentar una reacción del carbono libre superficial del material con el oxígeno presente en el medio para formar dióxido de carbono, esto da como resultado la descarburización en el componente.

Para evaluar la profundidad de descarburización, es conveniente hacer una caracterización adecuada, para ello existen muchos y variados procedimientos, pero los más utilizados son la inspección metalográfica, los ensayos de microdureza y el análisis químico (ASTM, E1077).

2. LA DESCARBURIZACIÓN EN LOS ACEROS

Por lo general, cuando se hace tratamiento térmico a los aceros, se debe llevar el material hasta la temperatura de austenización², el proceso se realiza en atmósfera no controlada; en este ambiente una parte de los átomos de carbono libres se remueven desde la superficie del

acero y se combinan con el oxígeno presente alrededor (debido a que existe una atracción fuerte entre estos átomos) para formar dióxido de carbono. Se presenta, por lo tanto, una pérdida de carbono superficial que provoca una modificación en las propiedades mecánicas del acero (ASM, 2005).

La capa descarburada que se caracteriza por presentar regiones superficiales blandas en una matriz de mayor dureza, trae como efecto la reducción de la durabilidad por fatiga del material (Avilés, 2005). Es difícil hacer un control, pero algunos investigadores sugieren realizar el tratamiento en vacío o en una atmósfera con un contenido de carbono similar a la composición del elemento.

De acuerdo con la norma ASTM E1077, se sugieren unos límites que sirven para identificar el grado de descarburización:

- Tipo 1, pérdida total del carbono superficial medible en una distancia corta (1 milímetro) desde la superficie, se tiene un problema de descarburización grave;
- Tipo 2, pérdida parcial, aproximadamente el 50% del carbono base permanece en la superficie, se nota una capa de descarburización de 0.25 mm; no es tan severa pero en algunos elementos mecánicos no es permitida;
- Tipo 3, existe una pérdida parcial, cerca del 80% del carbono base permanece en la superficie, es aceptable para aplicación en elementos mecánicos que no trabajan bajo sollicitaciones de fatiga (ASTM, E1077).

3. CARACTERIZACIÓN DE LA CAPA DESCARBURIZADA

Se han propuesto varios métodos para caracterizar la capa descarburizada, los más importantes y ampliamente aceptados son el análisis químico, la observación metalográfica, y la medición del perfil de dureza realizados a una sección transversal del elemento de estudio (ASTM, E1077). En algunas investigaciones

¹ El temple consiste en un enfriamiento rápido desde la temperatura de austenización del acero para obtener una estructura de gran dureza. Con el revenido se hace un alivio de las tensiones térmicas inducidas durante el enfriamiento.

² Dependiendo del contenido de Carbono, esta temperatura está en el rango de los 750 a 950°C, a este nivel de calentamiento se presenta un cambio de fase en la estructura metalográfica del acero.

recientes, a partir de las corrientes de Eddy, se propone un método que tiene en cuenta la diferencia de permeabilidad magnética entre la ferrita y la perlita, se observa que la inductancia varía con la frecuencia y está relacionada con la profundidad de descarburización (Hao, 2008) (Masahiro,2000).

4. ESTUDIO DE LA DESCARBURIZACIÓN EN EL ACERO AISI 5160

El estudio de la descarburización involucra los siguientes pasos:

1. Conocer la composición química del material;
2. Realizar un tratamiento térmico que requiera temperatura de austenización;
3. Preparar el material para realizar las respectivas pruebas metalográficas.
4. Medición de la microdureza desde la superficie del material.
5. A partir de los datos se estima la profundidad de la capa descarburizada;
6. Con análisis químico final se comprueba que existe una capa descarburizada, además a partir de este análisis se deduce la severidad del problema.

Para el desarrollo de este trabajo se cortaron probetas de una platina (sección transversal 63mm x 6mm), de acero AISI 5160. De acuerdo con la información del proveedor del material, la composición química se resume en la tabla 1.

Tabla 1

Análisis químico del material del estudio, información suministrada por el fabricante

%C	%Mn	%P	%Si	%Ni
0,60	0,77	0,026	0,24	0,09
%Cr	%Mo	%Cu	%S	
0,7	0,01	0,2	0,016	

Todas las probetas se sometieron a un tratamiento térmico de Temple-Revenido (temperatura de austenización 900°C, enfriamiento en aceite y alivio de tensiones entre 200 y 500°C).

Para estudiar la microestructura resultante y la toma de durezas se prepararan las probetas de acuerdo con el procedimiento que se sigue para la observación metalográfica tradicional, que requiere de un lijado progresivo (desde lijas número 80 hasta 600), para terminar en un pulido utilizando paño y Alúmina como elemento abrasivo. En la figura 1 se muestra la capa descarburizada (zona clara) que se obtiene después del tratamiento, la parte oscura corresponde al material que no registra pérdida de carbono.

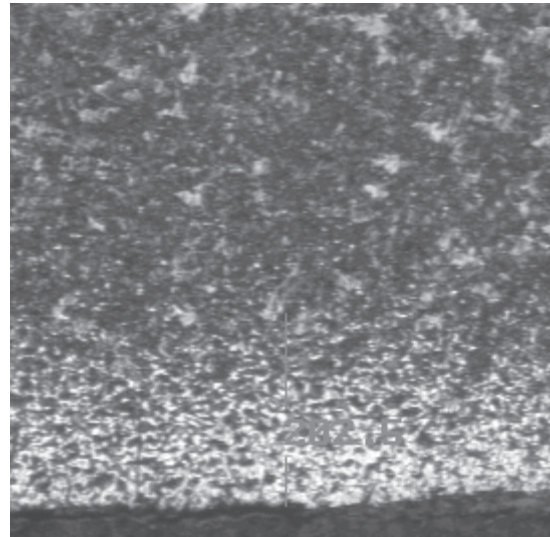


Figura 1

Capa descarburizada después del tratamiento térmico, se muestra la profundidad promedio. Ataque Nital. 100X

Un dato más exacto de la profundidad de la capa se obtiene a partir de pruebas de microdureza, para el caso de estudio las mediciones se hicieron en escala Knoop, que utiliza un penetrador pirámide de diamante, para una aplicación de carga de 50 gramos.

En la figura 2 se muestran las huellas registradas para la probeta. De acuerdo con la Norma ASTM E1077, las medidas se toman cada 20 micras, en diferentes puntos a partir de la superficie de la probeta.

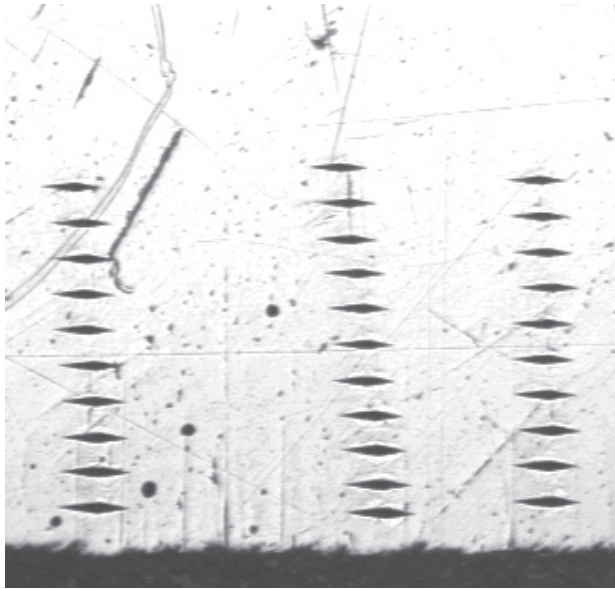


Figura 2

Huellas para microdureza Knoop, la distancia entre ellas es 20 micras. 100X.

La profundidad de la capa está definida por el punto a partir del cual se estabiliza el valor de microdureza (en este caso 350 knoop), en la gráfica mostrada en la figura 3 se obtiene que la profundidad de la capa corresponde a 220 micras.

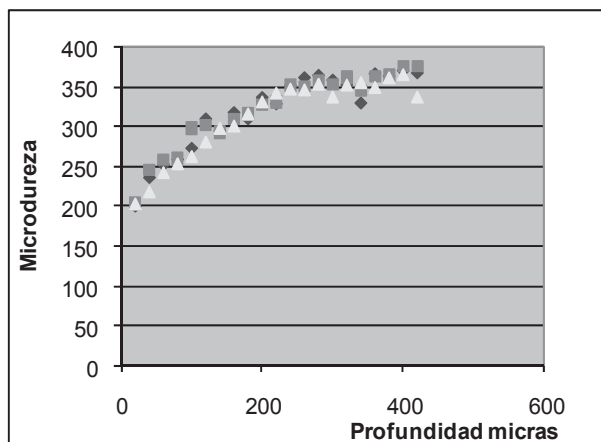


Figura 3

Perfil de microdureza para la probeta con Temple-revenido (500°C).

Con los dos métodos mostrados, es posible concluir que existe descarburización, pero no se puede definir con exactitud cuál es el grado, por lo que es necesario recurrir al análisis químico tanto de la superficie como del núcleo de

la probeta, este se realizó en un espectrógrafo de gases, y dio los resultados que se consignan en la tabla 2.

Tabla 2
Análisis químico del material estudiado

	Superficie	Núcleo
% Fe	97,7	97,24
% C	0,133	0,593
% P	0,023	0,023
% Cr	0,74	0,74
% Ni	0,08	0,08
% Cu	0,2	0,2

Se puede observar que la composición química suministrada por el fabricante es similar a la obtenida para el núcleo de la probeta de estudio, esto muestra que existe un alto grado de descarburización (Tipo 1), pero definir la magnitud del problema es difícil todavía, tal vez se deba recurrir a otras herramientas para obtener nuevos resultados, que permitan caracterizar el comportamiento de la capa cuando es sometida a condiciones reales de trabajo.

CONCLUSIONES

El procedimiento de caracterización es sencillo, y arroja resultados satisfactorios. Tal vez con técnicas más avanzadas se consigan datos más exactos, pero es conveniente evaluar la verdadera aplicación en situaciones prácticas.

Definitivamente se debe utilizar diferentes técnicas de caracterización para identificar problemas asociados al comportamiento de los materiales.

Un punto interesante de estudio es analizar la interfase entre las dos zonas características y obtener información relacionada con el comportamiento en condiciones de trabajo para aplicaciones específicas.

Con las pruebas de microdureza se caracteriza la profundidad de la capa, pero si se quiere conocer el grado de descarburización es necesario hacer análisis químico.

REFERENCIAS

- American Society of Metals (1995). Metals handbook. Heat treating, Vol. 4.
- ASTM. Métodos de ensayo estándar para estimar la profundidad de descarburización de probetas de acero. Norma E1077.
- Avilés, Rafael (2005). *Análisis de fatiga en máquinas*. España. Thomson.
- Chiaverini, Vicente (1985). Aceros y fundiciones de hierro. Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero. Sao Paulo.
- Ferrer Giménez, Carlos y Amigó Borrás, Vicente (2005). *Tecnología de materiales*. Universidad Politécnica de Valencia. Alfaomega.
- Masahiro, Nomura; Hiroyuki, Morimoto y Masao, Toyama (2000). *Calculation of ferrite decarburizing depth, considering chemical composition of steel and heating condition*. The Iron and steel institute of Japan international, volume 40, No. 6 (pp. 619-623).
- Schey, John (2002). *Procesos de manufactura*. 3ª edición. México. McGraw Hill.
- Smith, William (2004). *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales*. McGraw Hill. 3ª edición.
- X. J. Hao; W. Yin; M. Strangwood; A. J. Peyton; P. F. Morris y C. L. Davis (2008). *Off-line measurement decarburization of steels using a multifrequency electromagnetic sensor*. Scripta Materialia, volume 58, issue 11.

