


TRATAMIENTO TERMOQUÍMICO EN ACERO AISI 8620

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.797112404113>

Data de aceite: 08/11/2024

Jesús Salvador Luna Álvarez

Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Coahuila, Coah, México

Pedro Martínez Juárez

Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Coahuila, Coah, México

Gerardo Daniel Olvera Romero

Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Coahuila, Coah, México

Adriana Lucio Cerecero

Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Coahuila, Coah, México

Felipe de Jesús García Vázquez

Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Coahuila, Coah, México

Jorge Acevedo Dávila

Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Coahuila, Coah, México

RESUMEN: Se realizó un tratamiento termoquímico en un acero AISI 8620. Este tratamiento tiene como finalidad enriquecer la superficie del acero con carbono mediante el mecanismo de difusión. así, se consigue que la capa superficial del acero contenga una concentración de carbono más alta

que la de su núcleo. Consecuentemente, el acero cementado adquiere una combinación de propiedades: conteniendo mayor dureza en la superficie y mayor resistencia al desgaste, pero sin perder tenacidad en el núcleo. los componentes cementantes que se agregaron fueron: 90% de carbón vegetal y 10% carbonato de bario (BaCO_3), la temperatura en el horno fue de 930°C , con una permanencia de 8 hrs. posteriormente la pieza de acero fue enfriada en aceite para temple y posteriormente se realizó un revenido a 230°C por un tiempo de 30 minutos el proceso se desarrolló satisfactoriamente obteniendo una profundidad de cementado de 1.03 mm La profundidad total se define como la distancia perpendicular desde el límite de la superficie hasta el final de la zona endurecida. Por otro lado, la microestructura obtenida en la superficie fue de una fase de martensita y el núcleo fue de una fase de perlita y ferrita logrando así un acero de alta tenacidad y resistente al desgaste.

PALABRAS-CLAVE: Acero, Cementación, carbono.

INTRODUCCIÓN

La cementación es un tratamiento termoquímico, que, mediante un proceso de difusión, enriquece con carbono la superficie de un acero, con la finalidad de obtener una capa con una concentración mayor de carbono a la del núcleo [1].

La saturación de carbono en la superficie induce la formación de martensita. Dando lugar a una pieza formada por dos fases microestructurales que presentan una combinación de propiedades: la del núcleo de bajo índice de carbón tenaz y resistente a la fatiga y la superficie con mayor dureza, resistencia al desgaste, mayor fuerza a la compresión [2]. La cementación depende principalmente de la temperatura, esta debe estar por encima del límite de solubilidad del carbono [3] siendo de 900°C- 930°C. Y el acero debe permanecer un tiempo determinado siendo de 8 a 12 horas. La profundidad de carbono difundido en el acero, desde la superficie hacia el núcleo, será dependiente del tiempo que dure el tratamiento. Una concentración más alta de carbono en la capa incrementará la dureza de esta. Con la ayuda de un tratamiento térmico se pueden preparar piezas que serán sometidas a desgaste por fricción y esfuerzos, y la cementación es una opción con la que se logra obtener propiedades mecánicas que puedan garantizar el trabajo de los elementos que componen una máquina o herramienta partiendo de un acero comercial de bajo contenido de carbono [4].

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Para el desarrollo de este estudio se maquinaron probetas para la prueba de tensión bajo la norma de la ASTM E8 y muestras de media pulgada de longitud para análisis químico metalografía y microdureza. Ver figura.1

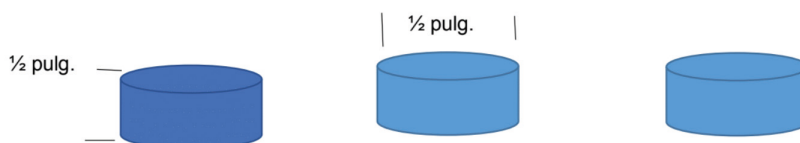


Figura 1. Probetas para Metalografía, Análisis Químico y Dureza.

Se realizó análisis químico a barra de acero AISI 8620 utilizada para el estudio de tratamiento termoquímico, mediante un espectrómetro de emisión óptica PMI-Master Smart de la marca HITACHI. El análisis químico se realizó para corroborar si correspondía a un acero AISI 8620 para la primera muestra. Y para la segunda muestra fue para ver qué cantidad de carbono difundió en el acero después de ser tratado térmicamente.

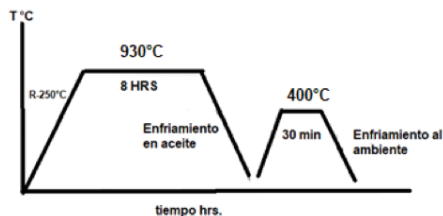
El procedimiento para el tratamiento termoquímico fue mediante la colocación de la probeta de tensión y la muestra para metalografía de acero AISI 8620 y una mezcla de carbón vegetal (90%) y (BaCO₃) (10%) en una caja metálica que posteriormente se cubrió con una tapa, sellando con arcilla los huecos existentes entre la caja y tapa para evitar la entrada de oxígeno, durante el tratamiento. Una vez preparada la caja conteniendo las

probetas y la mezcla de carbón y BaCO_3 , se introduce en un horno calentando a una temperatura de 930°C permaneciendo 8 horas, enseguida se saca la caja del horno se le quita la tapa y se extraen las probetas que son para tensión junto con los testigos que serán dispuestos para análisis químico, dureza y metalografía. Con rapidez se templan en un recipiente que contiene aceite para temple de alta velocidad de enfriamiento siempre manteniendo agitación durante el enfriamiento de las probetas. una vez que las probetas tienen una temperatura de 60°C son colocadas en un horno para efectuar el revenido a temperatura de 400°C . La figura 2 muestra la caja utilizada para el tratamiento termoquímico.



Figura 2. Muestra la caja para el tratamiento y cuando ya esta revestida con arcilla lista para el tratamiento termoquímico.

La figura 3. Muestra el ciclo térmico aplicado en la cementación termoquímica.



La figura 4. Muestra el momento en que la caja es extraída del horno y se procedió a realizar el temple en aceite mineral.



Figura 4. Desarrollo de tratamiento termoquímico.


Las probetas tratadas en el tratamiento termoquímico fueron analizadas mediante un durómetro Vickers previamente montadas y pulidas con la finalidad de obtener la profundidad de capa cementada en el acero AISI 8620 y la probeta de tensión fue ensayada en una maquina universal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis químico

De la barra de acero AISI 8620 que se utilizó para el estudio se obtuvo una muestra y se envió para análisis químico obteniéndose el siguiente resultado.

Measurement Results

Instrument	78Y0021						
Sample	MUESTRA 1						
Alloy	FE_100	Mode			Element Concentration	28.03.2023 17:34:45	
	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cr [%]	Mo [%]
1	0.1822	0.2309	0.8608	0.0262	0.0009	0.5753	0.1502
2	0.1765	0.2267	0.8687	0.0256	0.0017	0.5783	0.1495
3	0.1722	0.2224	0.8630	0.0259	0.0005	0.5670	0.1481
4	---	---	---	---	---	---	---
5	---	---	---	---	---	---	---
6	---	---	---	---	---	---	---
Ø	0.1770	0.2267	0.8642	0.0259	0.0011	0.5735	0.1493

Fuente: espectrómetro de emisión óptica PMI-Master Smart de la marca HITACHI.

Se muestra el análisis químico en base a la norma AISI 8620.

Análisis químico AISI 8620

Grado	estándar	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo
ASTM	8620	0,18-	0,70-	<0,035	<0,040	0,15-	0,40-	0,40-	0,15-
A29		0,23	0,90			0,35	0,70	0,60	0,25

Comparando el análisis químico del acero a estudiar con el análisis químico que marca la norma para el acero AISI 8620. Se determina que si corresponde a un acero AISI 8620.

Se envió otra muestra para análisis químico, esta muestra fue tratada mediante tratamiento termoquímico las condiciones térmicas fueron: temperatura 930°C permanencia 8 hrs, enfriamiento en aceite y revenido a 400°C por un tiempo de 30 minutos y enfriamiento al ambiente. Se muestra el resultado obtenido.

PM Smart SNr. 57U0097 Optik Nr. 57U0103
 Sample : Muestra 1
 Alloy : FE_T_200 Mode : PA 01/11/2023 10:45:23

	Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr
1	95,2	2,10	0,258	0,719	0,0123	< 0,0020	0,471
2	95,2	2,10	0,249	0,739	0,0140	< 0,0020	0,474
3	95,2	2,06	0,250	0,755	0,0165	< 0,0020	0,480
Average	95,2	2,09	0,252	0,738	0,0143	< 0,0020	0,475

	Mo	Ni	Al	Co	Cu	Mg	Nb
1	0,164	0,901	0,0269	< 0,0040	0,130	0,0025	< 0,0050
2	0,160	0,902	0,0267	< 0,0040	0,130	0,0025	< 0,0050
3	0,161	0,903	0,0256	< 0,0040	0,130	0,0024	< 0,0050
Average	0,161	0,902	0,0264	< 0,0040	0,130	0,0024	< 0,0050

Como se puede observar, el análisis químico obtenido en la muestra que fue cementada bajo las condiciones establecidas el porcentaje de carbono difundido arroja un promedio de 2.09 esto indica que su incremento en la subsuperficie fue de 1.92 % de carbono considerando que el análisis inicial fue de 0.17% de C. Por lo tanto y siguiendo la regla que menciona que a mayor carbono mayor dureza en el acero si se logró el incremento de dureza, como también la formación de una estructura de martensita característica de alta dureza.

Profundidad de cementado obtenida en el tratamiento termoquímico

El resultado obtenido de la profundidad de cementado contemplan un estudio general donde se anexa profundidad de cementado y micro dureza que es obtenida cuando se registra el valor de 50 Hrc encontrado en el mapeo de acuerdo a la norma SAE J423, se obtuvo el grafico y las microestructuras en la zona superficial, zona intermedia y núcleo. Se muestran los resultados La pieza fue seccionada, posteriormente se realizó el montaje metalográfico (encapsulado en resina fenólica termoestable, baquelita de retención de bordes) ver figura 5 y se preparó metalográficamente. (Desbaste con papel abrasivo de carburo de silicio de diferente granulometría, finalizando con pulido con paño y de pasta de diamante de 1 μm).



Figura 5. Muestra la probeta que fue montada para realizar el mapeo, para determinar la profundidad de cementado

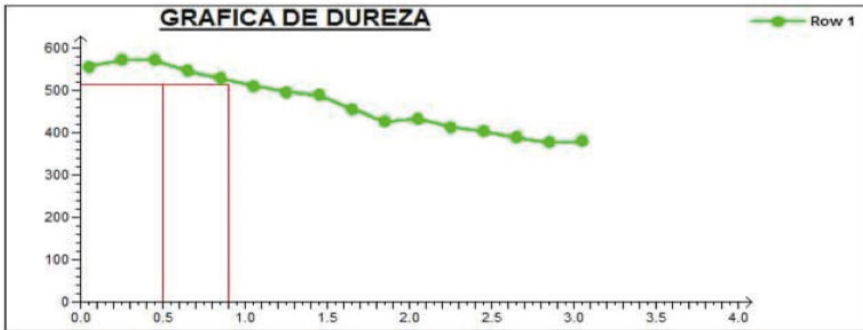
El resultado de profundidad de cementado fue de 1.03 mm de acuerdo con el estudio realizado



VICKERS HARDNESS TEST

Company Name: Sample : **PIEZA 3**
 Company SubName: Date : 10/06/2013
 Company Address 1: Order Number : PTT
 Company Address 2: Tester : User

DataField # 1
 DataField # 2
 DataField # 3
 DataField # 4
 DataField # 5
 DataField # 6
 DataField # 7
 DataField # 8
 DataField # 9
 DataField # 10



Result

CHD 513 HV 0.5 = 1.03 mm

Row 1

Point	Distance	Hardness	Conv Hardness 1	Comment
1	0.0500	556 HV 0.5	52.8 HRC	
2	0.2500	572 HV 0.5	53.7 HRC	
3	0.4500	572 HV 0.5	53.7 HRC	
4	0.6500	546 HV 0.5	52.1 HRC	
5	0.8500	529 HV 0.5	51.1 HRC	
6	1.0500	511 HV 0.5	49.9 HRC	
7	1.2500	497 HV 0.5	48.9 HRC	
8	1.4500	489 HV 0.5	48.4 HRC	
9	1.6500	456 HV 0.5	45.8 HRC	
10	1.8500	426 HV 0.5	43.3 HRC	
11	2.0500	433 HV 0.5	43.9 HRC	
12	2.2500	413 HV 0.5	42.1 HRC	
13	2.4500	403 HV 0.5	41.1 HRC	
14	2.6500	389 HV 0.5	39.7 HRC	
15	2.8500	378 HV 0.5	38.6 HRC	
16	3.0500	381 HV 0.5	38.9 HRC	

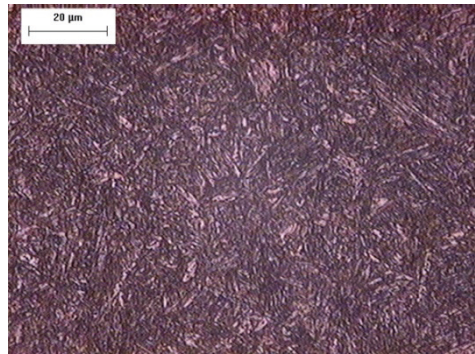
las condiciones del tratamiento termoquímico fueron: Temperatura 930°C, tiempo 8 hrs. Revenido 400°C tiempo 30 minutos, lo cual se considera una profundidad de cementado aceptable, ya que con ese resultado se puede predecir una resistencia al desgaste y resistencia a la deformación alta garantizando un buen desempeño si una pieza es fabricada y puesta en una maquinaria a condiciones severas de esfuerzo.

Análisis microestructural del acero con tratamiento termoquímico

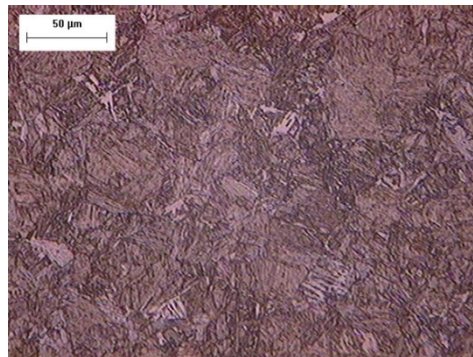
Se muestra el análisis microestructural de la zona superficial, zona de transición y núcleo de la muestra sometida a tratamiento termoquímico.



Fotomicrografía 1.- Pieza 1, **Superficie**, la microestructura consiste de una matriz de martensita revenida, 500x, ataque químico: Nital al 5%.



Fotomicrografía 2.- Pieza 1, **interfase**, la microestructura consiste de una matriz de martensita revenida, 500x, ataque químico: Nital al 5%.



Fotomicrografía 3.- Pieza 1, **Núcleo**, la microestructura consiste de una matriz de mezcla de fases (ferrita-perlita-martensita), 200x, ataque químico: Nital al 5%.

Resultado del ensayo de dureza y ensayo de tensión obtenidos en la muestra original y muestra sometida a tratamiento termoquímico

A continuación, se muestran el valor de dureza que se obtuvieron en el acero AISI 8620 antes y después de ser tratada térmicamente.

Tratamiento al Acero AISI 8620	Dureza (HRc)	Esfuerzo máximo (psi)
Muestra, acero Sin tratamiento	23	74,216
Muestra, acero con tratamiento termoquímico. temp.930°C, tiempo 8 hrs. Revenido 400°C	53	117,609

En base a los resultados obtenidos en los ensayos de dureza y de tensión se observa que la muestra que fue cementada mediante tratamiento termoquímico es la que tiene mayor dureza y resistencia a la tensión, siendo un valor de 117,609 psi, comparada con la muestra original que presentó un valor de 74,216 psi esto refleja un valor muy aceptable para las condiciones térmicas establecidas.

CONCLUSIONES

El estudio de este proyecto fue haber logrado obtener una capa de cementación como se indica en la investigación previa. Y efectivamente, con el análisis de los resultados obtenidos, se consiguió una capa superficial con un porcentaje de carbono superior al que tenía originalmente el acero, siendo de 2.09%. Esto se puede comprobar con los resultados metalográficos, ensayos de dureza. Por todo esto se puede concluir:

- El valor obtenido en la profundidad de cementado fue muy aceptable alcanzando como máximo 1.03 mm.
- En el análisis metalográfico claramente se observa una capa superficial de cementación, lo que demuestra que el proceso fue exitoso, formando las tres fases importantes que son martensita, perlita y ferrita. Lo que hace que el acero tenga una alta tenacidad y resistencia al desgaste.
- Si realizamos un análisis comparativo con otros aceros convencionales en la industria, la cementación con carbono y carbonato de bario tiene una resistencia a la tensión más alta que alguno de esos aceros.
- Utilizar este proyecto como referencia, garantiza que un acero de bajo contenido de carbón como el acero AISI 8620 va a poder ser cementado de manera satisfactoria.

REFERENCIA

- [1] Kucher, A. (1987). Tecnología De Metales. URSS: Mir Moscú.
- [2] Portal, A. J. (2008). Estructuras Metalográficas De Aleaciones Hierro -Carbono: Aceros Al Carbono Y Fundiciones. Madrid.
- [3] Avner, S. H. (1988). Introducción A La Metalurgia Física. McGraw-Hill.
- [4] Rodríguez, S. D. (agosto De 2006). Experimentación Y Valorización De La Influencia De Los Elementos De Aleación En La Resistencia Al Desgaste De La Capa Dura En Un Proceso De Cementación Solida. México, Df.
- [5] Groover, M. P. (2007). Fundamentos De Manufactura Moderna. McGraw-Hill.
- [6] Askeland, D. R. (2004). Ciencia E Ingeniería De Los Materiales. México: Thomson