

Influencia del tratamiento termocíclico en la saturación por difusión de Ni en acero CT-20

A. Duffus, universidad Central, Santa Clara. L. M. Moiseiev, Instituto Pedagógico "K. D. Uchinski", Odesa, URSS. L. Quintana Hernández y S. Castro Pérez, Instituto Superior Pedagógico "Félix Varela", Santa Clara

RESUMEN

En el trabajo se efectuó un estudio experimental de la influencia del tratamiento termocíclico en la difusión del Ni en Acero al carbono CT-20, en cuanto a algunas propiedades superficiales como resultado de la microaleación superficial, analizando algunos parámetros fundamentales en el nuevo material.

Se estableció que la variación cíclica de temperatura permite elevar el espesor de la capa endurecida, disminuye la duración del proceso de endurecimiento y eleva la microdureza en la zona endurecida.

ABSTRACT

The researchers made an experimental study the influence of the themocyclic process in the diffusion of Ni in steel on carbon CT-20 to find out some superficial properties appearing as a consequence of the microalloy, the results of the experiment show some special features in the new material.

It was observed that cyclical variation of temperature in creases the thickness of the hardened covering, shortens the period of the hardening process and increases the microsolidity in the hardened area.

INTRODUCCIÓN

Los aceros al carbono presentan gran importancia en la construcción de maquinarias, debido a que son baratos. Un problema grave en ellos es su baja resistencia a la corrosión, al desgaste, su baja dureza superficial, así como a la erosión, por lo que es de gran interés práctico proteger y endurecer la superficie de las piezas hechas de aceros al carbono.

Este problema de mejorar superficialmente las características físico mecánicas de un acero barato posee actualidad científica, existen varios métodos modernos para lograr, con un acero barato, uno con alta calidad superficial, sin hacer cambios de su composición química desde el punto de vista masivo [1].

El objetivo fundamental de este trabajo consiste en investigar la influencia del tratamiento termocíclico en algunas propiedades del acero al carbono, como resultado de la microaleación superficial de Ni en el acero obtenida por difusión y luego analizar las variaciones y los parámetros fundamentales que caractericen el nuevo material superficialmente. [3, 4, 5, 6, 7].

MATERIALES Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

En el trabajo se utilizó muestras de acero CT-20 en forma de $\frac{1}{4}$ cilindro de 10 mm de alto x 10.5 mm de radio (en media luna) con la siguiente composición química:

Carbono	Manganeso	Silicio
0,17	0,25-0,50	0,05-0,17

Las muestras fueron sometidas a un proceso de Homogeneización a 500°C durante 3 horas para eliminar las tensiones provocadas durante su preparación, posteriormente se preparó la superficie rectangular de la muestra y se recubrió las dos muestras por método electrofítico, con una capa de Ni de 27 μ m de espesor (foto 1). (Estado inicial).

En estado inicial las muestras fueron caracterizadas por las siguientes técnicas:

1. Microdurometría.
2. Difracción de R-X.
3. Microscopía óptica.

La capa de Ni electrodepositado en cada muestra fue difundido hacia el interior de la matriz del acero durante 10 horas, una de ellas por tratamiento isotérmico (TI) 960°C y en otra por tratamiento termocíclico (TTC),

variando la temperatura entre 860°C y 960°C cada 10 min, resultando 60 ciclos aproximadamente, ambos tratamientos se hicieron en atmósfera controlada con nitrógeno gaseoso para evitar la oxidación de las muestras. En el TTC los estados de temperatura pasaban la frontera del Fe_γ y Fe_γ + Fe_α varias veces.

La estructura metalográfica del acero fue observada en el microscopio metalográfico Neophot 2 de la Karl Zeiss, en estado inicial se muestra en la foto 1.

Se utilizó el análisis por difracción de R-X para la determinación de las fases presentes en el acero, utilizando el difractómetro HZG-3 del equipo TUR- M - 62 con radiación (K) de cobalto. Se encontró la presencia de una microaleación superficial de Ni.

Se determinó la concentración de Ni por profundidad (figura 5) mediante la técnica de análisis espectral de emisión atómica con la instalación espectroanalítica PGS-2 de la Karl Zeiss.

Tratando de encontrar un endurecimiento (transformación martensítica) superior se sometieron las muestras a un tratamiento sub-cero (en nitrógeno líquido a -198°C) posteriormente se realizó la medición de la microdureza del material (foto 3).

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Al comparar las curvas de la microdureza, podemos apreciar que en el caso del tratamiento termocíclico, el valor máximo de la microdureza de las muestras es 2,4 veces mayor que el valor máximo de la microdureza de las superficies de las muestras sometidas al tratamiento isotérmico (figura 1) (foto 2) y de 2,3 veces cuando además, se somete al tratamiento sub-cero (figura 2) (foto 3). Con el tratamiento subcero en la muestra que se sometió al proceso termocíclico el valor de la microdureza descendió en 0,2 por lo que no hay cambios apreciables y su valor máximo se desplazó en 18 μm. hacia la superficie (figura 3).

Además el espesor de las capas endurecidas en las superficies de las muestras sometidas a tratamiento termocíclico es 1.5 veces mayor que en el caso de la saturación en condiciones isotérmicas.

Partiendo de la (figura 1) (curva 1) podemos apreciar que la microdureza de las capas endurecidas de las muestras sometidas a la saturación termocíclica disminuye de un valor máximo en la cercanía de la superficie de la muestra hasta un valor de la microdureza que es característico para el núcleo no endurecido.

En las muestras sometidas a la saturación en condiciones isotérmicas bajo la fina capa endurecida se forma una zona no endurecida con valores de microdureza disminuidos (figura 1) (curva 2).

La microestructura de las capas endurecidas atestigua que en el caso del tratamiento termocíclico la saturación difusiva de la superficie de las muestras transcurre de forma más intensa que en el caso del tratamiento isotérmico.

Para la valoración de los coeficientes de difusión se ha utilizado la correlación $D = \frac{h^2}{2t}$ [2], donde t , es la duración de la difusión y h la profundidad de la zona de difusión, según la cual en el caso del tratamiento termocíclico la velocidad de los procesos de difusión aumenta respecto al tratamiento isotérmico.

De acuerdo con esa correlación:

$$\text{Para el TTC: } D = \frac{h^2}{2t} = \frac{(0,0086)^2 \text{ cm}^2}{72,000 \text{ s}} = 1,02 \times 10^{-9}$$

$$\text{Para el TI: } D = \frac{h^2}{2t} = \frac{(0,0055)^2 \text{ cm}^2}{72,000 \text{ s}} = 4,2 \times 10^{-10}$$

Esta correlación nos da un criterio del orden del coeficiente de difusión.

CONCLUSIONES

1. La variación cíclica de la temperatura de las muestras de acero CT-20, con Ni difundido, sometidas al tratamiento termocíclico permite elevar 1,5 veces el espesor de la capa endurecida,
2. En el caso del tratamiento termocíclico de las muestras de acero disminuye la duración del proceso de endurecimiento y debe aumentar la resistencia al desgaste.
3. Mediante el método de tratamiento termocíclico se eleva la microdureza de la zona endurecida en 2,4 veces.

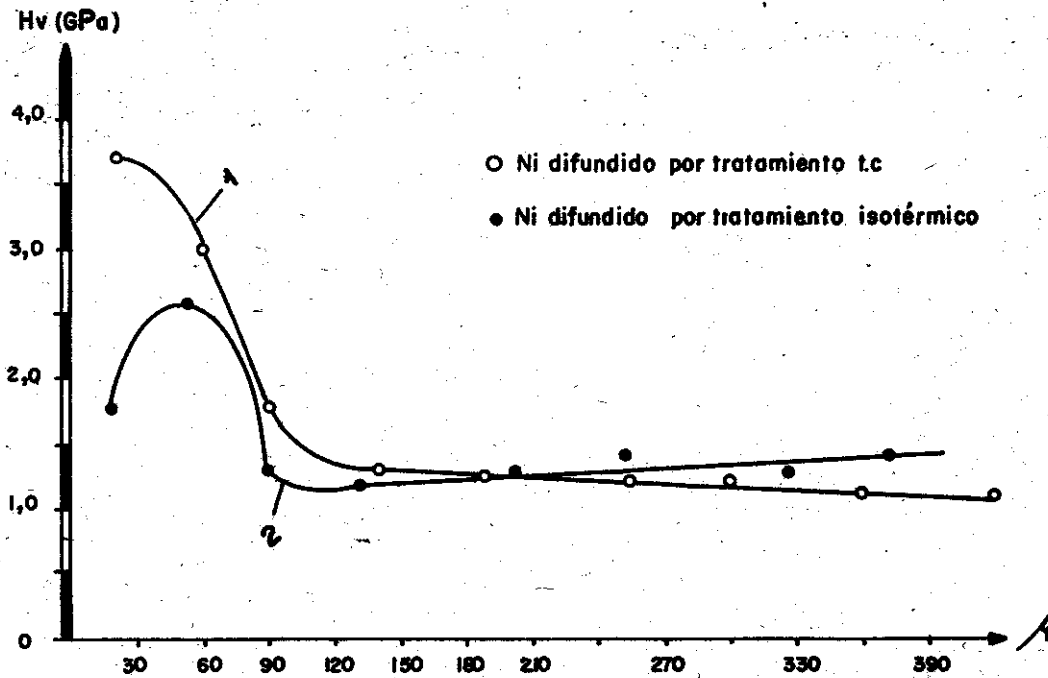


Figura 1. Microdureza de la capa endurecida V_s profundidad.
 Curva 1: Por TTC.
 Curva 2: Por T.I.

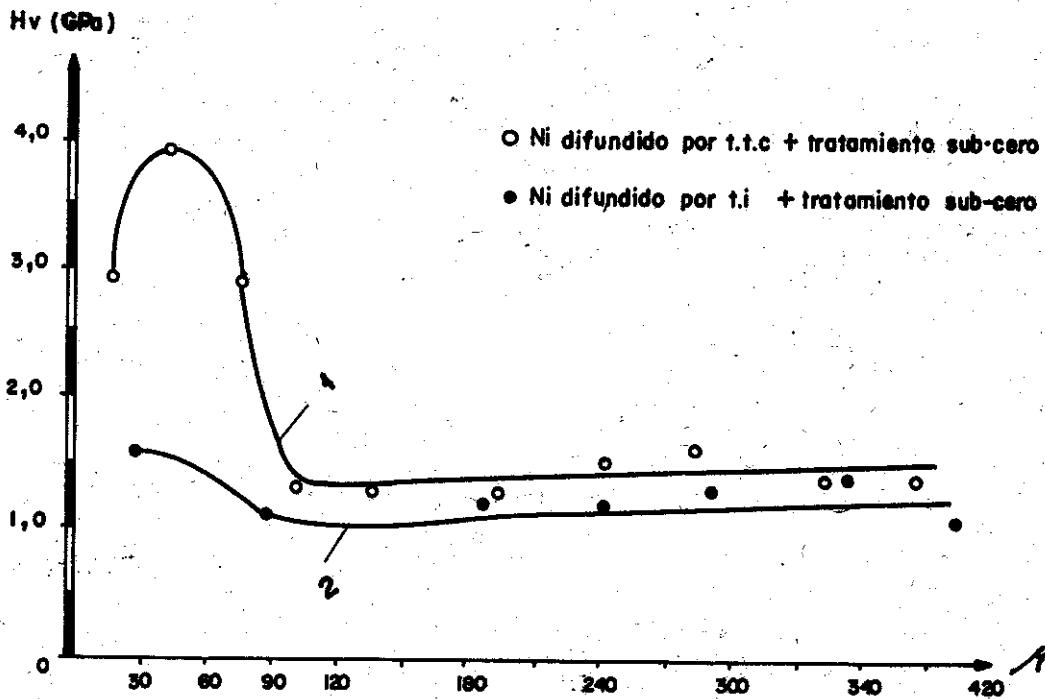


Figura 2. Microdureza de la capa endurecida V_s profundidad.
 Curva 1: Por TTC + Tratamiento Sub-cero.
 Curva 2: Por T.I. + Tratamiento Sub-cero.

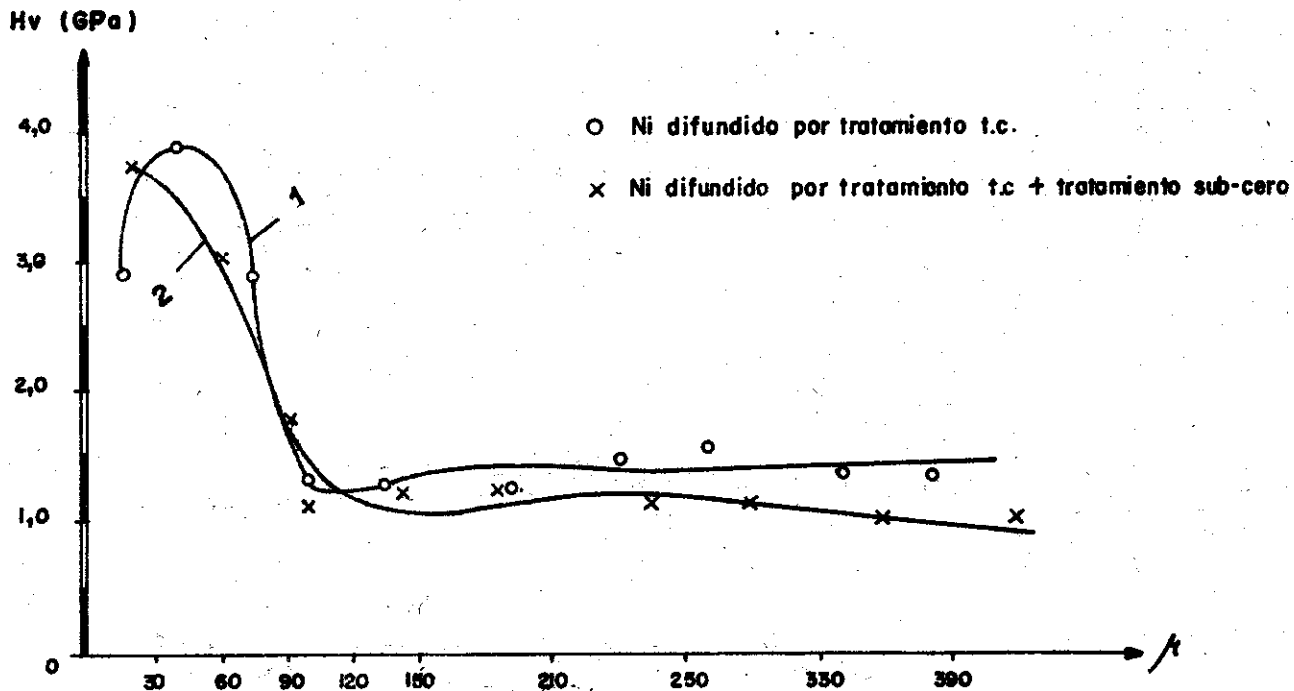


Figura 3. Microdureza de la capa endurecida. V_s profundidad.
 Curva 1: Por TTC.
 Curva 2: Por TTC + Tratamiento Sub-cero.

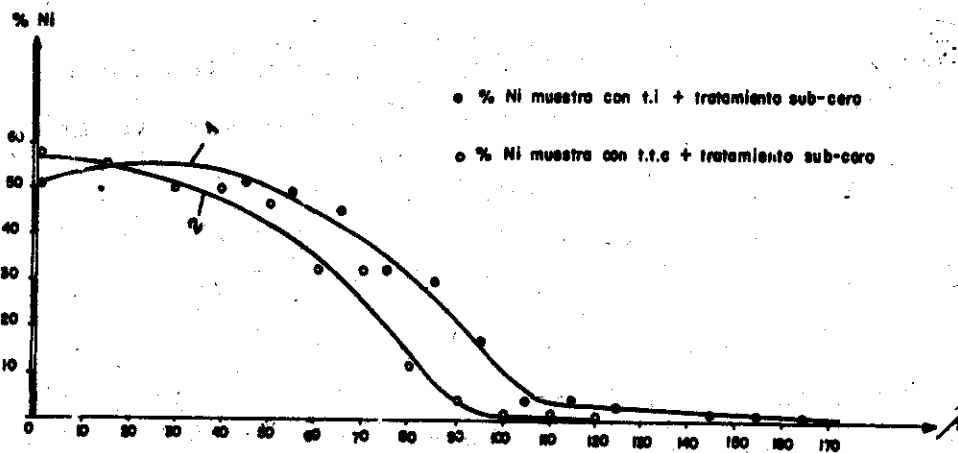


Figura 4. Concentración de Níquel Vs profundidad.
 Curva 1: Muestras con tratamiento isotérmico + tratamiento Sub-cero.
 Curva 2: Muestras con tratamiento termocíclico y tratamiento Sub-cero.



Foto 1. Capa de Ni electro-depositada 27 m
(Aumento 25 x 16).



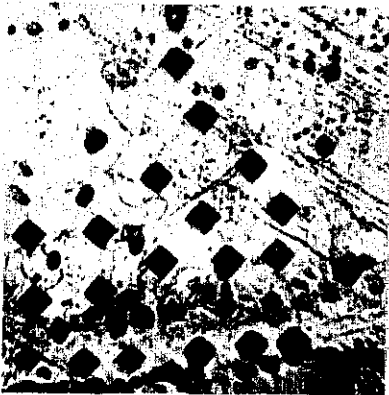
2a.



2b.

Foto 2. Diferencia entre las huellas en las
muestras (Aumento 25 x 16).

- a) Con Ni difundido por tratamiento isotérmico.
- b) Con Ni difundido por tratamiento termocíclico.



3a.



3b.

Foto 3.

- a) Diferencia entre las huellas en la muestra.
- b) Con Ni difundido por tratamiento isotérmico + tratamiento sub-cero (Aumento 25 x 8).

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Borisionok, G. V.; L. A. Vasiliev; L. G. Voroshnin y otros
Tratamiento Termoquímico de los metales y aleaciones. Moscú,
Metalurgia, 1981.
- [2]. Shultze, G.
Física de los metales. Ed. Mir, Moscú, 1971 en ruso.
- [3]. Bruno Watson, Luis
Trabajo de Diploma, 1985, UCLV. *Estudio preliminar de difusión de Níquel
en una matriz de acero 18 x GT.*
- [4]. Liajovich, L. C.
Metalurgia, 1981. Moscú. *Manual de tratamiento termoquímico de metales
y aleaciones.*
- [5]. González, Ania
Trabajo de Diploma, 1985. UCLV *Caracterización de la fundición gris con
níquel electrodepositado y difundido.*
- [6]. Duffus, A., J. Hernández y A. González
Revista Construcción de Maquinarias, UCLV Año XI, No. 2 abril-
junio, 1986. Estudio de una microaleación superficial de níquel
en hierro fundido.
- [7]. Duffus, A.; A. Rufz y H. Alejo
Trabajo presentado en la V Conferencia de Ciencias Técnicas UCLV,
1986. *Estudio de las capas de Ni electrodepositadas y difundidas en fundicio-
nes grises y con tratamiento Sub-cero.*