

Influencia de la descarburación de chapas de acero de bajo carbono($\%C \approx 0,04$) en la textura cristalográfica

Mancini, R. A.; Gozálvez, J. C.

Centro Regional Córdoba (CEMCO-CIMM)

INTRODUCCIÓN

La textura tiene importancia porque determina la formabilidad requerida en las aplicaciones de estampado. Se puede fabricar aceros con muy bajo carbono, o disminuir éste mediante la descarburación. La disminución del contenido de carbono es una de las modificaciones factibles, que permite obtener, p. ej., aceros endurecibles por horneado (Bake Hardening Steels). Dado que el recocido en campana (Batch Annealing) suele ser parte del procesamiento de estos aceros, se podría utilizar esta etapa para descarburar el material. El objetivo de este trabajo fue evaluar la textura que se obtenía luego de descarburar. Se comenzó con chapas de un acero comercial laminado en caliente (LAC), identificado en el laboratorio como acero E. Dado los resultados negativos encontrados en este material se recurrió a un acero, que se identificó como 462, del cual se conocían los datos de Temperatura de Fin de Laminación (TFL) y Temperatura de Bobinado (TB).

La evolución de la textura durante los procesos de Laminación en Frío (LAF), recocido, descarburación, etc., fue seguida mediante técnicas de difracción de rayos X. Se obtuvieron diagramas I vs. 2θ y las Funciones de Distribución de Orientaciones (ODF). Con estos últimos datos se pueden hacer cortes en el espacio de Euler (ϕ_1, ϕ_2, ϕ) para conocer la densidad de orientaciones de la muestra. En el caso de los aceros ferríticos, las orientaciones relevantes están contenidas en el plano $\phi_2 = 45^\circ$. En particular, a lo largo, aproximadamente, de una línea, fibra γ (o también ND, por Normal Direction), aparecen las orientaciones con planos $\{111\}$ paralelos al plano de laminación^[1]. Cuando la textura contiene mucha densidad de orientaciones dentro de esta fibra γ , el acero tendrá un coeficiente de Lankford (r , ó coeficiente de anisotro-

pía normal) alto (valores típicos en aceros para embutido : 1.6-2.0). Si bien hay mucha información sobre la relación entre r y la textura^[1,2], es escasa la referente a la relación entre estos con la descarburación. La textura resultante en el estado final de una chapa depende de la evolución de la textura en todos los procesos involucrados (LAC, LAF, recocido). Es así que la textura inicial, la correspondiente a la LAC, determina fuertemente el resultado final. Los procesos posteriores de laminación en frío y recocido ayudan en general, en el caso de los aceros, a la formación de la textura favorable. En particular es importante que la ferrita de la LAC provenga de la transformación de una austenita deformada ("pancake"), que se traduce en el corte ODF de $\phi_2 = 45^\circ$ en una "fibra"^[3] que se extiende desde $\phi \approx 30^\circ$ hasta $\phi \approx 65^\circ$. En el caso de la chapa E se encontró que su corte ODF no tenía esta apariencia, mientras que la chapa 462 sí cumplía con esta condición. Es así que luego de tratamientos similares se obtuvo con la chapa 462 la textura deseada y no fue así en el caso de la chapa E.

PARTE EXPERIMENTAL

La chapa E ($\%C=0,043$; $\%Mn=0,23$; $\%Si=0,03$; $\%Al=0,048$; $N=50$ ppm) tiene una textura LAC con distribución aleatoria (random) de orientaciones. Correspondería a una ferrita proveniente de una austenita recristalizada, indicando TFL bastante mayor que Ar3. Los tratamientos térmicos de descarburación: se efectuaron a 650, 700 y 750 °C, en atmósfera descarburante (punto de rocío: 33°C), consistente en una mezcla 85%N₂-15%H₂ y vapor de agua. La velocidad de calentamiento fue 200 °C/h. Se determinó que con 270 min/700°C se obtenía la mejor textura, con $\%C=0,004$. Luego de la LAF (70%) y recocido a 700°C/3h la ODF correspondiente no pre-

sentó una fibra γ bien definida. Ante esta situación se decidió probar con otra ruta de proceso: Chapa LAC + Laminación en frío (70%) + recocido de recristalización descarburante a 700°C/2h. Se obtuvo un %C = 0,008. En este caso se midió el r en los sentidos longitudinal, transversal y a 45° de la dirección de laminación (Norma ASTM E 517). Se obtuvo $r_m = 0,8$. Las mediciones de I222/I200 y de ODF confirmaron estos resultados. El análisis de éstos últimos mostró que tanto descarburando primero y luego laminando en frío y recociendo, como laminando en frío y luego descarburando durante el recocido no se obtenía una textura adecuada. Se adjudicó este comportamiento al tipo de chapa LAC utilizada.

La chapa 462 (%C=0,038; %Mn=0,19; %Si = 0,021 ; %Al=0,046; N(ppm)=46) tiene TFL = 874°C y TB = 464°C. Un acero de composición similar tiene una temperatura crítica Ar3 = 871°C. Su textura LAC presenta un corte ODF con la fibra γ que se extiende desde $\phi = 30^\circ$ hasta $\phi = 65^\circ$. Se le efectuó una laminación en frío (70%) y recocidos atmósfera de 85%N2-15%H2 hasta los 400°C, luego esta misma atmósfera con vapor de agua (punto de rocío=34°C) en el resto del ciclo. Velocidad de calentamiento 42°C/h; velocidad de enfriamiento = 360°C/min. Se extrajeron muestras cuando la temperatura alcanzó las siguientes temperaturas: 450, 500, 525, 550, 575, 600, 625 y 650°C. A esta última temperatura se dejaron muestras a 30, 60, 90, 120, 165, 210 y 240 min. Mediante mediciones de microdureza Vickers se detectó la evolución de la recristalización durante el calentamiento. Se dedujo que ésta comenzó, aproximadamente, a los 525°C y que finalizó a los 600°C, antes de que comience la descarburación (a 625°C). En la industria el tratamiento de recocido se efectúa a temperaturas próximas, pero por debajo, a la temperatura eutéctica, típicamente a 700°C. Por esa razón se hizo un tratamiento a esta temperatura en atmósfera neutra, previa descarburación a 650°C/150 min, durante 180 min (%C=0,005). El tamaño de grano no creció durante estos tratamientos, conservando su forma "pancake". En el corte ODF ($\phi_2 = 45^\circ$) de la probeta del acero 462 con el tratamiento a 700°C/180 min se observa un gran desarrollo de la fibra γ (fig. 1) sin orientaciones correspondientes a las del cubo rotado ($\phi \approx 0^\circ$).

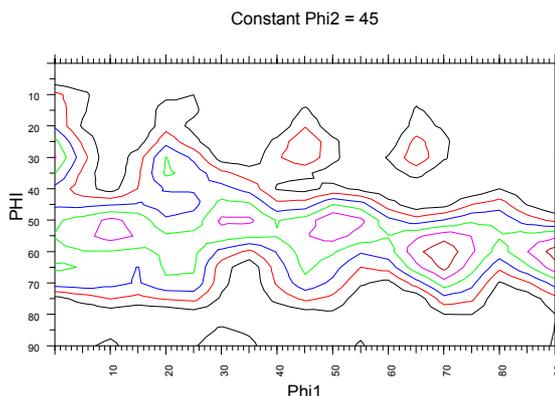


Fig. 1: corte ODF ($\phi_2=45^\circ$) de la muestra recocida a 700°C/180 min.

CONCLUSIONES

El resultado fundamental de este trabajo es que se pudo obtener un acero con contenidos de carbono del orden de 0,005% sin un crecimiento de grano y con una adecuada textura en cuanto a los requerimientos de formabilidad, partiendo de un acero comercial de bajo carbono, $C \approx 0,05\%$. Los procesos implicados son los que habitualmente se emplean para obtener una chapa para estampado: Laminación en Caliente, Laminación en frío y Recocido. Solamente se requiere utilizar una atmósfera reactiva descarburante en el recocido. Las condiciones son: 1) Temperatura de mantenimiento antes de la LAC del orden de 1200°C; 2) Temperatura de Fin de Laminación en caliente apenas por encima del punto crítico superior (Ar3) para tener una austenita "pancake"; 3) Temperatura de Bobinado baja (< 600°C). Estos aceros de carbono menor que 0,01% y con una textura adecuada pueden ser utilizados como aceros endurecibles por horneado (BH, Aceros Bake Hardening), los que son de aplicación reciente en la industria automotriz.

Referencias

- [1] R.K Ray et al., Int.Mat. Rev., 1994, vol.39, No. 4, p.129.
- [2] R.K. Kay-J.Jonas, Int.Mat. Rev., 1990,1, vol.35, No. 1, p.1
- [3] J. Jonas, Proc. of The 7th International Conference on Steel Rolling, 1998, Chiba, Japón, p. 524.

Para mayor información contactarse con:

Reinaldo Mancini – rmancini@inticemcor.gov.ar

[Volver a página principal](#) ◀