

XIV- CARBONITRURADO

Es un tratamiento en atmósfera controlada, que consiste en la incorporación de C y N en la superficie del acero cuando éste se encuentra a elevada temperatura, es decir dentro o por encima de la zona de transformación. Es una modificación de la cementación gaseosa, más que del nitrurado. No se forman nitruros masivos, sino que el N se mantiene mayormente en solución.

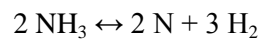
El carbonitrurado se realiza a la temperatura más baja posible ya que el N mejora su difusión respecto del C, con quien compite en la concentración en la capa carbonitrurada. Es un proceso similar al cianurado que se realiza en sales, pero éste es menos efectivo, ya que en el medio gaseoso se alcanza a controlar perfectamente el potencial de C.

La fuente de C es cualquiera de las gaseosas ya vistas, mientras que la del N es el amoníaco. Éste se disocia en la superficie de la pieza a N atómico y difunde dentro del acero junto al C.

Las ecuaciones para la incorporación de C, son:



Para la incorporación de N:



XIV.1. Aplicaciones

Se alcanzan mejores valores de dureza que en el cementado, debido a que el N, que estabiliza la austenita, mejora el temple de la capa; de allí que también puede lograr mejor resistencia al desgaste.

Por ello es muy utilizado en piezas de acero al C, que no alcanzan buena templabilidad en la cementación; también se puede aplicar en aceros aleados, como los utilizados en cementación, pero debe tenerse cuidado que no quede austenita retenida en el temple.

Las demás características son similares a lo obtenido en la cementación, como el incremento de resistencia al desgaste. Los aceros utilizados son de bajo % de C; con escasas las aplicaciones en aceros de medio % de C. El poder utilizar aceros de menor templabilidad permite al carbonitrurado disminuir el costo de fabricación con respecto al cementado.

En el revenido, el carbonitrurado retiene más la dureza que el cementado.

XIV.2. Proceso

Los dispositivos que se utilizan son similares a los indicados en la cementación gaseosa, al igual que los hornos del tratamiento.

El rango de temperatura es normalmente de 820 a 840° C, algo inferior que el cementado para mejorar la relación de difusión del N con respecto al C; por eso también se requieren profundidades de capa de menor espesor. Si se utilizan temperaturas superiores, la concentración de N en la capa es menor y, por lo tanto, inferiores los efectos de este elemento.

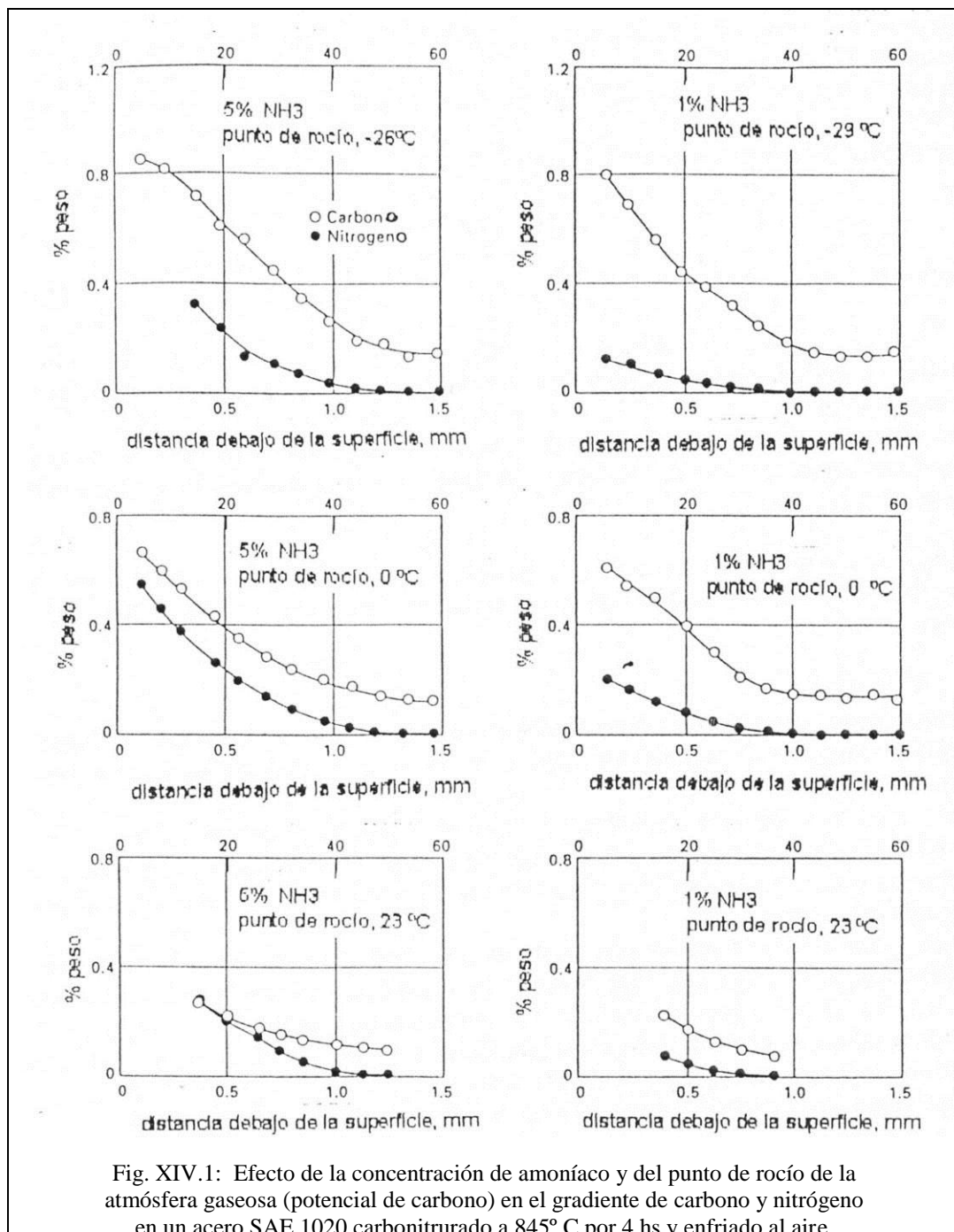
A temperatura bastante inferior, 700° C, puede aparecer la capa de compuestos, que no es adecuada para la función del carbonitrurado, pero se utiliza en el proceso de nitrurado.

Por efecto del incremento de la temperatura y del tiempo, se incrementa la profundidad de capa, pero ésta siempre está limitada por la menor difusión del N.

Las profundidades normales del carbonitrurado son del orden de 0,08 – 0,75 mm.

XIV.3. Composición de la capa carbonitrurada

La composición de la capa carbonitrurada depende de varios factores. Respecto al tipo de acero, cuanto más bajo es el porcentaje de C mejor será la difusión del N, pero la capa será de menor espesor si el acero posee elementos formadores de nitruros, como son Al, Ti, Cr y Mo, porque retendrán más al N en la superficie. Otro factor es el tiempo; como se mencionó más arriba, a mayor temperatura, menor contenido de N, pero mayor capa. Otro factor en la composición de la capa es el tipo de atmósfera; se utiliza el gas endotérmico usado para la cementación con el agregado de amoníaco, cuanto menor es el potencial de carbono de la atmósfera, mayor será el contenido de N y a su vez éste se incrementa con el caudal de NH_3 que se introduce en el horno. En la Fig. XIV.1 se indica el gradiente de N y C para diferentes atmósferas, de acuerdo a su punto de rocío (potencial de C) y concentración de amoníaco; se observa que a menor punto de rocío (mayor potencial de C), se produce menor % de N, que se incrementa un poco cuando se aumenta el caudal de NH_3 . Estos gráficos analizan el % de C y N en la capa para enfriamientos lentos.



XIV.4. Dureza de la capa

El gradiente de dureza de las capas carbonitruradas, que por supuesto son templadas, se puede observar en la Fig. XIV.2, en donde se nota que la penetración de la dureza depende principalmente de la concentración de NH_3 utilizada en el proceso y, a su vez, el incremento de templabilidad de la capa con respecto al cementado. La leve disminución de la dureza en la superficie es atribuida a la presencia de austenita retenida, ya que el N la estabiliza.

Una de las mayores ventajas del carbonitrurado es que el N disminuye la velocidad crítica de enfriamiento, al interferir en la difusión del C. La diferencia de templabilidad entre el cementado y el carbonitrurado, en un acero de poco endurecimiento, se nota perfectamente en el ensayo Jominy que se muestra en la Fig. XIV.3.

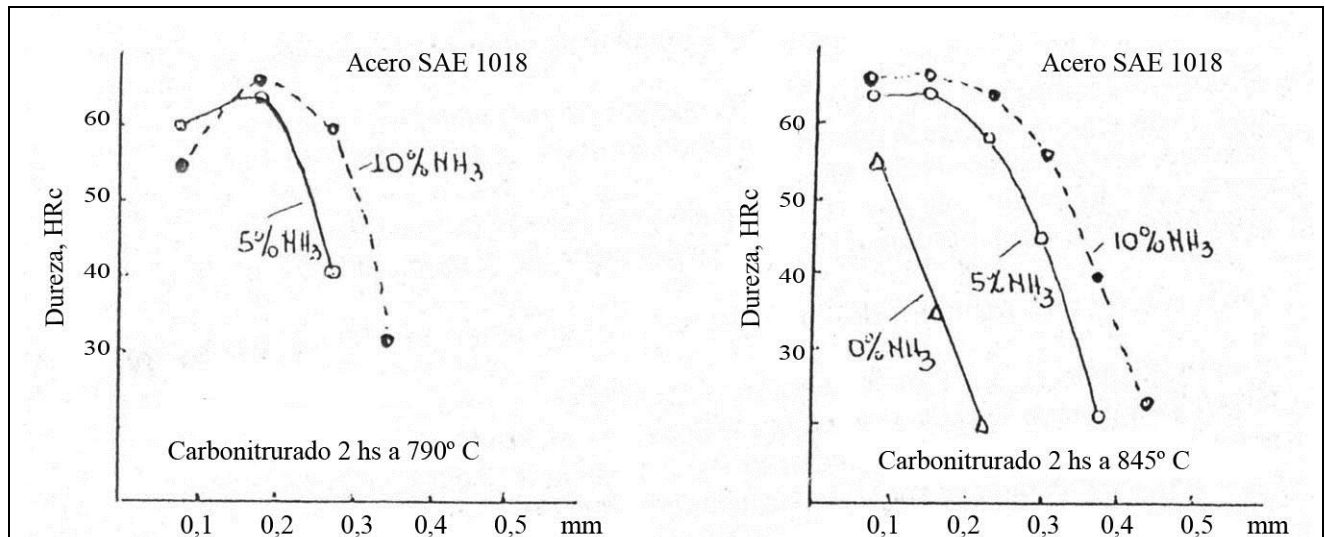


Fig. XIV.2: Efecto del contenido de amoníaco en el gradiente de dureza en una atmósfera gaseosa de carbonitrurado

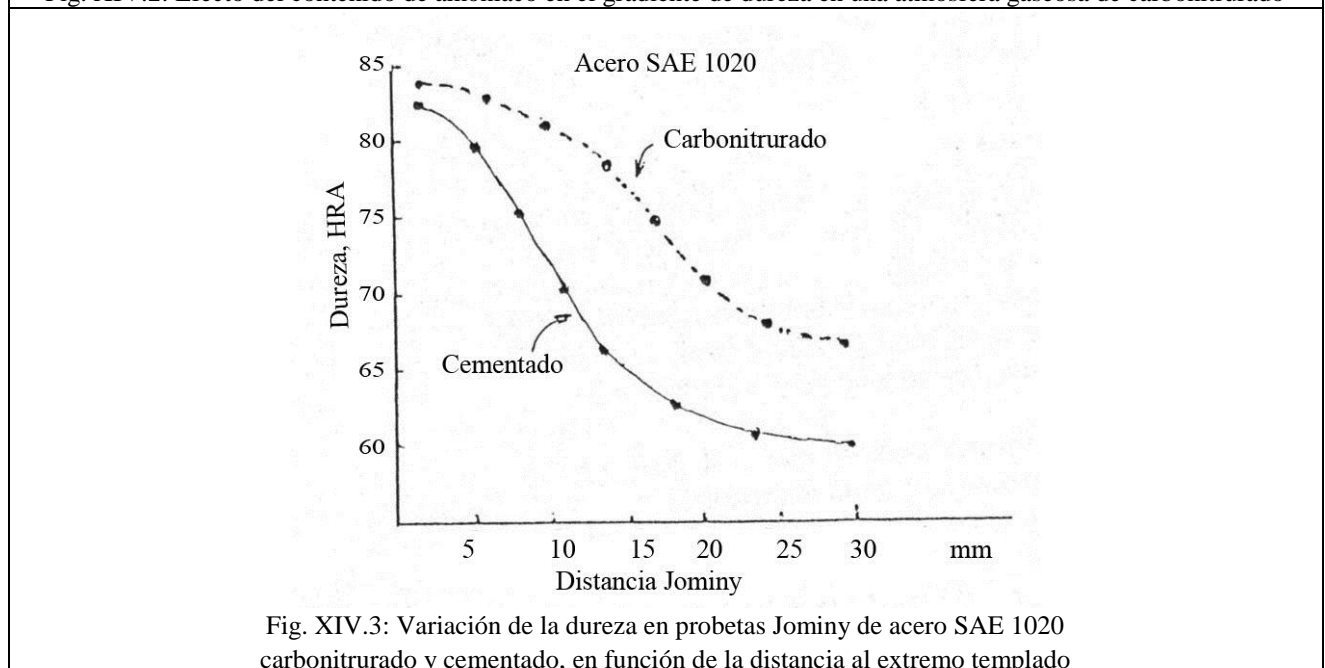


Fig. XIV.3: Variación de la dureza en probetas Jominy de acero SAE 1020 carbonitrurado y cementado, en función de la distancia al extremo templado

XIV.5. Control de composición de la capa

La determinación del % de C y N de la capa, se realiza mediante análisis químico de ambos elementos en láminas delgadas de acero (de 0,05 a 0,1 mm de espesor) sometidas al proceso en el horno durante un período de 30 minutos. Esto permite regular la atmósfera para ajustar a los valores deseados de ambos elementos, ya sea en el caudal de NH_3 y/o del gas endotérmico, tal como en cementación.