

ACERCA DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Ing. Eulogio Santos De la Cruz
Ing. Oswaldo Rojas Lazo

RESUMEN

El tratamiento de los metales y sus aleaciones es un procedimiento tecnológico complejo que comprende las operaciones de calentamiento, mantenimiento y enfriamiento, en el procedimiento se logra la transformación completa de fases estructurales, seguido de una velocidad de enfriamiento adecuado, con lo cual se modifican sus propiedades, que dependen de la naturaleza, tamaño y distribución de los constituyentes estructurales que se relacionan con el esfuerzo de fluencia, esfuerzo de rotura, elongación y la energía absorbida.

ABSTRACT

The treatment of the metals and their alloys are a complex technological procedure that consists on the heating operations, maintenance and cooling, in the procedure the complete transformation of structural phases it is achieved, followed by a speed of appropriate cooling, which modify their properties that depend on the nature, size and distribution of the structural constituents that are related break effort, elongation and the absorbed energy.

“El tratamiento de los metales y sus aleaciones es un procedimiento tecnológico complejo que comprende las operaciones de calentamiento, mantenimiento y enfriamiento...”

TRATAMIENTO TÉRMICO

El tratamiento térmico comprende el calentamiento del metal o aleación hasta la temperatura elegida, el mantenimiento a esta temperatura durante el tiempo prefijado y el enfriamiento, siguiendo cierto régimen determinado, el esquema de un tratamiento térmico se muestra en la figura 1 con las coordenadas de tiempo-temperatura. Pese a la sencillez exterior y una cantidad relativamente pequeña de parámetros, el número de variantes posibles del tratamiento térmico puede estar constituido por varios ciclos: calentamiento –mantenimiento a la temperatura de calentamiento– enfriamiento. Por ejemplo, temple más envejecimiento, recocido doble o triple, etc.; por esta razón, una elección óptima del tratamiento térmico, permite obtener la mejor combinación de las propiedades mecánicas y funcionales del metal o aleación; por lo tanto, cada caso concreto es un problema bastante complicado.

Reviste gran importancia no solamente la elección fundamentada de los parámetros y del tiempo de tratamiento térmico, sino también la elección del método de calentamiento, de la atmósfera del horno y del medio refrigerante. El calentamiento puede efectuarse por convección, por radiación, o por métodos de contacto eléctrico e inducción, así como en un baño de

sales fundidas. La elección del procedimiento de caldeo depende de muchos factores (naturaleza de la aleación, forma del semiproducto, tipo del tratamiento térmico, etc.)

La elección de la atmósfera del horno se determina, ante todo, por la intensidad de la interacción de los metales y aleaciones con los gases. Algunos metales y aleaciones como el aluminio, cobre, magnesio, como regla para ser tratados térmicamente, pueden ser calentados. Es imprescindible, en muchos casos, que las aleaciones de titanio pueden ser efectuadas en el vacío. Cuando se trata de metales refractarios y sus aleaciones se efectúa en ambientes de gases protectores o en el vacío.

Para el tratamiento de metales no ferrosos, es importante la elección de la atmósfera, con el fin de evitar el efecto de los gases que contienen hidrógeno, especialmente el titanio y sus aleaciones es saturado, lo cual provoca su fragilidad hidrogénica.

En una serie de casos, la elección de la velocidad admisible de caldeo y de enfriamiento queda definida por la geometría y las dimensiones del semiproducto o artículo. Un calentamiento y enfriamiento demasiado rápidos, puede provocar combaduras de las piezas, sobre todo si están constituidas por distintos espesores.

En el tratamiento térmico endurecedor de las aleaciones de los metales se debe tener en cuenta la templabilidad de las aleaciones y la concentración de los aleantes, tampoco se debe perder de vista la importancia que tienen los diagramas de transformación isotérmica, siendo la tarea de sacar el máximo provecho, para estructurar el ciclo tecnológico óptimo del tratamiento térmico.

El tratamiento térmico se aplica tanto a las piezas semiacabadas tales como bloques, lingotes, planchas y otros, con la finalidad de disminuir su dureza, mejorar la maquinabilidad y preparar su estructura para el tratamiento térmico, es decir, para ablandar el metal y a ayudar a formarlo más fácilmente mientras se encuentra caliente; también es empleado para aliviar los efectos del endurecimiento por deformación que ocurre durante el formado y poder destinarlo a una deformación posterior; así como también a las piezas terminadas, herramientas, instrumentos de medición con el propósito de conseguir las propiedades definitivas exigibles para su uso. A consecuencia del tratamiento térmico se puede modificar en amplios límites las propiedades de las aleaciones; entre las propiedades que se modifican son la dureza que se incrementa hasta 4 veces, así mismo la resistencia a la rotura, la resiliencia. La elevación de las propiedades mecánicas de los metales por medio del tratamiento térmico permite aumentar las tensiones admisibles y reducir el tamaño y peso de la pieza conservando o incluso aumentado la resistencia mecánica, seguridad y estabilidad de servicio. Sobre este caso, el ejemplo típico del acero; cuando es tratado por recocido o por temple y en función del contenido del carbono la dureza obtenida para un mismo tipo es muy importante, tal como se muestra en la figura 2.

Los principales factores que regulan el régimen de tratamiento térmico son la temperatura y el tiempo; por lo tanto cualquier régimen de tratamiento térmico, tiene el esquema mostrado en la figura 1, con la diferencia que durante el enfriamiento depende del medio empleado y el objetivo del tratamiento térmico.

La velocidad de enfriamiento depende del baño o medio refrigerante empleado y el poder de éste, que en gran medida depende de su severidad. Según esta característica los medios de enfriamiento pueden ser de dos grupos: aquellos cuyo estado de agregación cambia con el proceso de enfriamiento tales como el agua, las soluciones de sales acuosas, etc., cuya temperatura de ebullición es inferior a la de los materiales. El segundo grupo son aquellos cuyo estado de agregación no cambia con el proceso de enfriamiento de los artículos, esto es, su temperatura de ebullición supera la temperatura de los artículos

sometidos al enfriamiento, estos son metales, sales, álcalis y sus mezclas fundidas, también en este grupo están el aire y el helio.

La velocidad de enfriamiento de un metal y sus aleaciones, en sentido térmico se determina mediante la fórmula:

$$V_e = \alpha(T_i - T_0)e^{-\alpha t}$$

Esto es, considerando que el enfriamiento del metal, desde la T_i hasta la temperatura de taller T_0 (temperatura del medio refrigerante) sigue la ley de Newton:

$$T - T_0 = (T_i - T_0)e^{-\alpha t}$$

La elección del medio de enfriamiento queda definida, ante todo, por el tipo de tratamiento térmico. Al templar las aleaciones, la velocidad de enfriamiento debe ser lo suficientemente elevada para poder fijar en ellas las fases metaestables, capaces de asegurar el endurecimiento durante el envejecimiento posterior. En algunos casos el temple también puede servir como operación tecnológica definitiva, la velocidad de enfriamiento en el caso de los aceros juega papel importante en cuanto a sus propiedades; para algunos materiales no ferrosos la velocidad de enfriamiento su influencia es relativa.

La selección del medio de enfriamiento es en función de sus propiedades físicas como la capacidad calorífica, y la velocidad de absorción del calor se determina mediante la fórmula siguiente:

$$Q = V \cdot \delta \cdot C_i \frac{dT}{dt}$$

con lo cual se determina el volumen mínimo requerido del medio de enfriamiento, según la relación siguiente:

$$V = \frac{mC_s(T_i - T_0)}{\delta C_i \Delta T_0}$$

donde:

m , masa del material
 V , volumen del medio de enfriamiento
 δ , densidad del medio de enfriamiento
 C_s, C_i , Calor específico
 dT/dt , gradiente térmico

“La elevación de las propiedades mecánicas de los metales por medio del tratamiento térmico permite aumentar las tensiones admisibles y reducir el tamaño y peso de la pieza..”

TENSIONES TÉRMICAS

Tanto el proceso de calentamiento, así como el enfriamiento, durante el tratamiento térmico provocan la aparición de tensiones internas en la pieza, que se denominan tensiones térmicas. La magnitud y el carácter de la distribución de estas tensiones varían tanto durante el calentamiento como en el enfriamiento, la causa principal de la aparición de las tensiones térmicas se debe a que las velocidades de calentamiento

y enfriamiento de los distintos volúmenes del material son diferentes.

El tema del tratamiento térmico, en el caso particular del cobre y sus aleaciones, merece mucha atención, por cuanto nuestro país es rico en este recurso y cuyo volumen de extracción ocupa el segundo lugar en Sudamérica.