

Avances tecnológicos en el proceso de tratamiento térmico de los aceros

JÓZEF WÓJCIK FILIPEK*

Technical advances on the process of thermal steel treatment

Abstract. The heat treatments have great influence on the management of the properties of alloys. For this reason the preparation of the adequate technology of the process for different kinds of pieces depends on different factors of which careful specification creates the possibility of a satisfactory process.

In a field of research of new technologies of heat treatments, the project of the gyratory salt stoves is seen in its general characteristics as a great advance in this kind of process. The reasons are as follows:

- *The gyratory mechanism developed in the project allows an improvement in the uniformity of heating of the treated pieces through their total mass.*
- *The intensity is improved compared with the classical types of salt stoves.*
- *During the process there are no pre-heating zones because pieces are turned around inside the heating bath.*
- *The time of heating is shorter due to a high heat-transference, which is increased through graduated agitation of the treated pieces.*
- *The process offers an alternative that compensates the additional cost of the gyratory mechanism, thanks to versatility of the operation as well as a noticeable energy savings which comes as a result of good uniformity heating in the moveable salt-bath.*
- *The equipment provides a very good quality of service (function) in a very easy and safe way. The equipment is ecologically safe.*

Introducción

Actualmente los procesos tecnológicos de las plantas industriales orientan su desarrollo hacia la optimización tanto en los equipos como en los materiales.

Dentro de la tecnología de tratamiento térmico y de los equipos utilizados comúnmente en este proce-

so se encuentran los Hornos de Baño en Sales. Los diseños convencionales que existen de estos hornos, se caracterizan por tener periodos de calentamiento muy rápidos comparados con otro tipo de hornos. Pero en su modelo actualmente utilizado tienen los baños en forma estancada y por lo mismo no tienen en cada caso el calentamiento totalmente uniforme. Esto es muy importante, especialmente para tratamiento térmico de piezas con forma muy complicada hechas de los aceros aleados o de grado herramientas, los cuales son muy sensibles para la creación de tensiones internas en zonas con diferentes temperaturas.

El desarrollo del horno con movimientos de las piezas dentro del baño caliente perfecciona la uniformidad de calentamiento, así aumenta la efectividad del mismo obteniéndose un ahorro de energía. La característica que otorga tal beneficio es un movimiento giratorio de la carga sumergida en el baño, la recirculación del líquido salino permite en todo momento que el transporte de la energía calorífica hacia las piezas sea uniforme.

I. Horno giratorio para el tratamiento térmico y sus características

En la práctica del tratamiento térmico existe una gran variedad de equipos para realizar el calentamiento de las piezas, pero el horno giratorio con sales presenta un gran avance tecnológico cuando se trata de uniformidad de calentamiento y tiempo.

El calentamiento de baños por los electrodos sumergidos es producido por el paso de la corriente a través de la sal en el espacio de separación entre ellos, así la sal se calienta por resistencia directa.

* Centro de Investigación en Arquitectura, Ingeniería y Tecnología, UAEM, Ciudad Universitaria, Cerro de Coatepec, Toluca, Estado de México, C. P. 50110.

Los electrodos se agrupan de tal manera que se produce una circulación de la sal por la fuerza electromagnética generada.

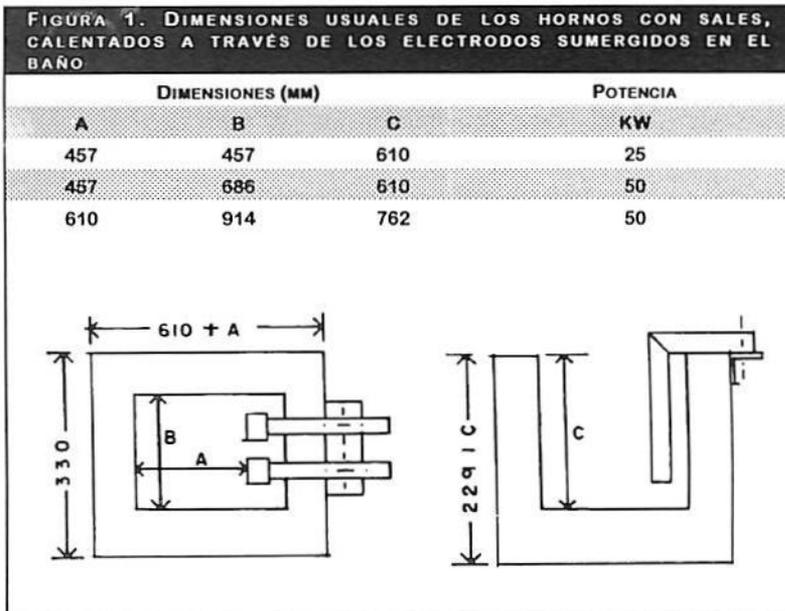
Al sumergir la carga en el baño, ésta queda aislada del contacto con la atmósfera a manera de evitar la descarburación y la oxidación por este medio.

El calentamiento en baño de sales tiene la ventaja de facilitar un proceso exento de la formación de cascarilla.

Al usar este tipo de horno se ha encontrado que pueden aún incrementarse los cambios del sistema de calentamiento, particularmente la rapidez, ofreciendo un giro de las piezas sumergidas en baño. Este proceso aumenta la uniformidad en el calentamiento y ofrece también un considerable ahorro de energía.

El diseño general de la cámara de calentamiento consiste de un revestimiento interior refractario con una capa circundante de aislante térmico y una envolvente exterior de placa de acero.

Como revestimiento se utiliza chamota y se recomienda que ésta no contenga más de 45% de SiO₂. La profundidad de los crisoles y dimensiones más usuales de este tipo de hornos se presentan a continuación.



Los electrodos se unen por medio de conectores de cobre a un transformador que convierte el voltaje de líneas a un voltaje secundario mucho más bajo.

En el proceso de calentamiento en baño, las sales representan el papel de semiconductores eléctricos; sin embargo, conducen una cantidad considerable de corriente eléctrica sólo cuando están en estado líquido, mientras que no conducen en estado sólido, es por esto que primeramente deben fundirse.

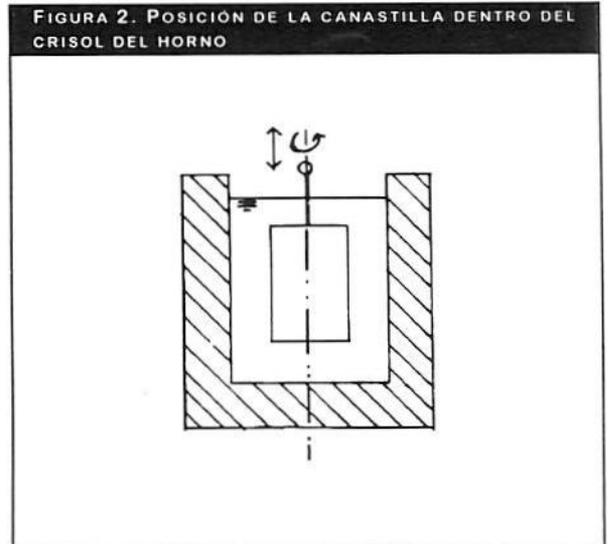
El movimiento giratorio con diferente graduación provoca igualdad de la temperatura en todo baño ca-

liente, garantizando homogeneidad total de las piezas tratadas.

La carga con piezas tratadas gira dentro de una canastilla de forma preferentemente cilíndrica, teniendo como centro de giro el eje vertical del contenedor y coincidiendo éste en todo momento con el eje correspondiente del crisol del horno.

El horno, para su utilidad en el proceso tecnológico, se compone de elementos diversos clasificados como sigue:

- a) Recinto de calentamiento.
- b) Sistema eléctrico de fuerza.
- c) Sistema de medición y control.



II. Elementos auxiliares

Como accesorios del horno se consideran los elementos transportadores de las piezas dentro y fuera del crisol. Estos elementos son canastillas metálicas cuya forma permite el manejo de diversas piezas. La utilidad del diseño particular de las canastillas estriba en su habilidad para alojar la carga dentro del horno, durante el transporte hacia y dentro de los recipientes de enfriamiento.

Los diferentes modelos de canastillas se pueden soportar de la tapa y mantener como unidad durante el proceso, como se observa en la figura 3.



Todas las canastillas muestran forma cilíndrica, lo que va en concordancia con la naturaleza del movimiento dentro del fluido y el perfil interior del crisol del horno.

III. Consideraciones para la instalación y el mantenimiento del horno

En la operación del horno intervienen los siguientes aspectos:

- a) Especificación del proceso de tratamiento térmico.
- b) Selección de las condiciones operacionales y mezclas de sales.
- c) Manejo adecuado de accesorios y elementos auxiliares.
- d) Procedimiento de ejecución.

La debida atención a estos factores influirá satisfactoriamente en los resultados obtenidos, principalmente en lo que a la calidad del servicio se refiere. El mantenimiento de un horno deberá realizarse principalmente para prevenir paros no programados, a fin de evitar severas interrupciones en ciclos de operación continuos. Es preferible contar con varios hornos pequeños, que tener un solo horno grande que soporte toda la producción. Como entre los componentes del horno existen algunos que deben ser considerados como consumibles, si bien su duración puede ser normalmente predicha a partir de los datos de mantenimiento preventivo, regularmente son motivo de reemplazo los elementos eléctricos para el calentamiento.

Además de reemplazar las partes consumibles, varios componentes del horno deben ajustarse y/o calibrarse a intervalos regulares de tiempo, para mantener la eficiencia y la exactitud de la operación del tratamiento.

Los componentes que requieren de un monitoreo regular para el ajuste y calibración, son principalmente aquellos que controlan la calidad del proceso, tales como: termopartes e instrumentos de control.

IV. Propuesta de una línea tecnológica de tratamiento térmico

Como se ha mencionado, los procesos de tratamiento térmico se especifican por ciclos cuyos parámetros son el tiempo y la temperatura. Así, se tiene la influencia de la temperatura de calentamiento, el tiempo de permanencia, la velocidad de calentamiento y la velocidad de enfriamiento.

Un aspecto importante es la velocidad de calentamiento y su uniformidad, cuya elección apropiada permite la homogeneidad de la temperatura en toda

la sección de la pieza, lo que a su vez evita inducir esfuerzos en ella.

La práctica señala que los aceros aleados y de alto contenido de carbono presentan una conductividad térmica menor, por lo que es apropiado someterlos a precalentamientos con el objeto de permitir al núcleo de las piezas igualar la temperatura de la superficie.

Como el control de los procesos más estrictos es aquel en donde intervienen herramientas o partes especiales (generalmente de aceros de aleación), se propone el siguiente arreglo para una línea de proceso de tratamiento térmico para las piezas de acero tipo 52100.



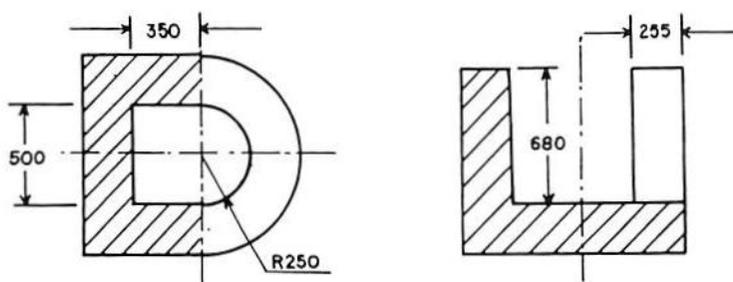
Con base en los aspectos tanto teóricos como en los resultados experimentales y práctica empíricas, se diseñó un equipo final que se presenta en la siguiente figura.



V. Análisis del impacto ambiental

La operación del horno de sales, desde el punto de vista ecológico, viene acompañado de la ventaja que representa no utilizar mecanismos de combustión para generar la energía calorífica. En este caso se

FIGURA 6. PERFIL INTERIOR DEL HORNO GIRATORIO



utiliza electricidad, que para propósitos de uso puede considerarse como no contaminante.

En cuanto a las sales básicas como NaCl, CaCl₂ y BaCl₂, las cuales son recomendables en este proceso de tratamiento térmico, no se consideran tóxicos y en concentraciones razonables pueden utilizarse como relleno sanitario.

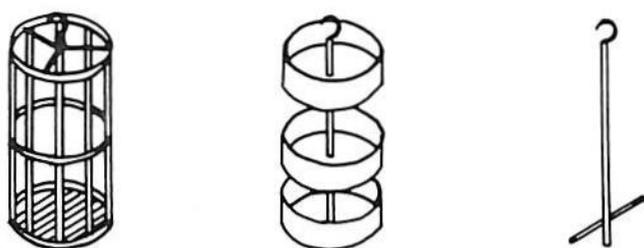
Es importante reafirmar el sentido de compatibilidad que deben tener ahora la tecnología y la ecología, por lo que uno de los aspectos principales susceptibles de ser mejorados en el actual diseño del Horno Giratorio de Sales en su perfil anticontaminante.

transferencia de calor que se incrementa con el giro de las piezas en baño de las sales.

- Eliminación de zonas precalentadas en las piezas por el cambio de posición de las mismas frente a los electrodos.
- La utilización de canastos con aletas inclinadas provoca también un flujo continuo de la sal fundida entre las piezas tratadas, igualando la temperatura en cada zona.
- La operación del equipo, así como de los medidores, es muy sencilla y segura para la salud siempre y cuando se ejecuten correctamente las recomendaciones que en cada caso proceden.
- En el aspecto económico se ofrece una nueva alternativa que compensa un costo adicional de equipo auxiliar (giro de la carga metálica), por una mayor versatilidad de operación, ahorro en el consumo de energía, además de proporcionar un servicio de muy buena calidad como resultado de conformidad de calentamiento. Esto último es uno de los factores más importantes, especialmente en el proceso de tratamiento térmico de las herramientas y matrices del acero de alta aleación. ♦

FIGURA 7. DIFERENTES TIPOS DE CANASTILLAS PARA EL TRANSPORTE DE LA CARGA

CANASTILLA SIMPLE CANASTILLA MÚLTIPLE CANASTILLA ANULAR



Conclusiones

Como resultado de la conjunción de las propuestas planteadas en el desarrollo del diseño del Horno Giratorio de Sales, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Homogeneidad total del calentamiento de las piezas tratadas térmicamente, así como el control de todo el proceso.
- Posibilidad de control del movimiento de las piezas tratadas desde el más bajo hasta el elevado según las necesidades.
- Un tiempo reducido de calentamiento, efecto obtenido a través del aumento de la rapidez de

BIBLIOGRAFÍA

A. S. M. (1982). *Metals handbook*. Heat treating. American society for Metals, Metals park. Ohio, Estados Unidos.

Apraiz, J. (1985). *Tratamientos térmicos de los aceros*. Dossant. Madrid, España.

Studeman, N. (1982). "Tratamientos térmicos de los aceros", en *Manual del ingeniero*. Vol. XII. Urmo. Bilbao, España.

Wenke, K. (1972). *Temple del acero*. Aguilar. Madrid, España.

Wójcik, J.

____ (1990). "Influencia de la estructura de materia prima en los aceros grado construcción para la vida útil de los baleros", en *Industria y arte*, No. 4. Instituto Mexiquense de Cultura. Toluca, México.

____ et. al., (1994). "Desarrollo tecnológico del horno giratorio de sales para acero", en *Ideas*, No. 5. UAEM. Toluca, México.