

El término **tratamiento térmico** describe un proceso en el cual una herramienta o parte de una herramienta se somete intencionalmente a una **secuencia específica de tiempo - temperatura**. En algunos casos, la pieza puede ser sometida adicionalmente a otras **influencias químicas y/o físicas**.

El objetivo del tratamiento térmico es conferirle a la pieza propiedades requeridas para procesos de transformación posteriores o para su aplicación final.

Un proceso de tratamiento térmico puede provocar transformaciones de los constituyentes estructurales sin modificar la composición química promedio del material. Al final del tratamiento térmico, los componentes estructurales pueden estar en equilibrio (por ejemplo ferrita + carburos después del recocido) o no (por ejemplo martensita después del temple). El tratamiento térmico también puede causar cambios en el tamaño, forma o distribución de los componentes estructurales sin cambiar el tipo constituyente (por ejemplo en el recocido). También es posible cambiar el contenido de ciertos estructurales en la zona superficial (por ejemplo cementación), o cambiar la intensidad y distribución de las tensiones internas (por ejemplo distensionado).

Cada proceso de tratamiento térmico consiste de los siguientes pasos individuales:

Calentamiento

Eleva la temperatura de un pieza

Pre calentamiento

Calentamiento seguido de un mantenimiento a una o más temperaturas (pre calentamiento de multiples etapas) por debajo de la temperatura máxima seleccionada. El objetivo del pre calentamiento es reducir las tensiones de fisuras ocasionadas por tensiones térmicas.

Calentamiento superficial

Consiste en un calentamiento hasta que la zona superficial de la pieza obtiene una temperatura específica.

Calentamiento a Fondo

Calentamiento Superficial + igualación de la temperatura.

Mantenimiento

Consiste en mantener una cierta temperatura sobre toda la sección.

Enfriamiento

Consiste en disminuir la temperatura de una pieza. Todo enfriamiento que sucede más rápidamente que aquel que se presenta al aire quieto, es denominado **temple**. (cuando se enfrían acros austenítica con buenas propiedades de tenacidad, el enfriamiento en aire también es denominado temple.)

El **tiempo de exposición**(antiguamente llamado tiempo de inmersión, en caso del temple en baño de sales), p.ej. el período de tiempo transcurrido entre la introducción de la pieza en el horno y su retiro, comprende el tiempo de calentamiento a fondo y el tiempo de mantenimiento.

COLORES DE INCANDESCENCIA

Para el éxito de un tratamiento térmico es de vital importancia respetar las temperaturas de tratamiento específicas. Por esta razón, es necesario que los talleres de tratamiento **térmico posean equipos confiables y precisos para la medición y control de la temperatura**. Muchas veces es necesaria la adquisición de equipos adicionales para lograr una exacta medición de la temperatura y así poder controlar las piezas durante el proceso. Los **colores de incandescencia** permiten una **evaluación** aproximada de la temperatura de una pieza.

INSTALACIONES DE TRATAMIENTO TERMICO

Existen diferentes tipos de hornos para los procesos de tratamiento térmico. La elección del horno debe tomarse teniendo en cuenta el tamaño y forma de la pieza, el número de piezas (tamaño del lote) y las temperaturas de tratamiento térmico del material. Adicionalmente, debe considerarse el tipo de calentamiento y el medio de enfriamiento que habrán de ser usados.

Existen varias maneras de clasificar los hornos.

Según el tipo de proceso de tratamiento térmico, se distingue por ejemplo entre hornos de precalentamiento, hornos de recocido y hornos de temple. Otros factores para la clasificación son el diseño del horno (P.ej. cámara, campana, chimenea, tubular, de baño, crucible), el medio de tratamiento térmico (P.ej. aire circulante, gas inerte, vacío, baño de sales, lecho fluidizado) y el tipo de calentamiento (P.ej. interno o externo, electrodos, inducción o resistencia, gas).

A continuación se describen brevemente los equipos de tratamiento térmico más importantes.

Los **hornos de cámara** se cuentan entre los diseños más antiguos. Estos equipos se siguen utilizando ampliamente por su sistema de calentamiento variable, su bajo impacto ambiental y su aplicabilidad universal con relación al tamaño de la pieza y al tipo de tratamiento térmico.

En el caso de hornos de atmósfera no controlada, la superficie de la pieza puede reaccionar con la atmósfera no controlada, la superficie (excarnación, carburación o descarburación). Esto significa que las piezas deben protegerse por medio de un recubrimiento o embalaje (P.ej. papel, polvo de carbón coque quemado).

La influencia negativa de la atmósfera del horno sobre la superficie de la pieza puede evitarse si el tratamiento térmico se realiza en hornos de gas inerte. Los gases inertes pueden ser nitrógeno, gases inertes o raros producidos endotérmica o exotérmicamente. **Los gases inertes** con contenido de C controlado permiten ser ajustados al contenido de C de los materiales que se vayan a tratar.

La ventaja principal de los equipos de baño de sales es su óptima transferencia térmica y la posibilidad de realizar tratamientos térmicos superficiales o parciales. Su mayor desventaja son los altos costos requeridos para la destoxificación de las sales y la necesaria limpieza de las piezas para el retiro de residuos.

Un proceso que se ha vuelto popular en los últimos años gracias a su bajo impacto ambiental y sus ventajas cualitativas y económicas, es el tratamiento en **hornos al vacío** (P.ej. para precalentamiento, austenización, revenido, recocido y sinterización). El tratamiento térmico en estos hornos se realiza a presiones entre 1 y 10^{°C} a -6 ambar según los requerimientos específicos. En éste proceso, el contenido de gases reactivos se reduce a tal punto que las piezas mantienen su superficie brillante. La presión en el horno de cámara debe ajustarse a la presión del vapor de los elementos de aleación para prevenir su evaporación. Se han desarrollado equipos al vacío con rápidos tiempos de enfriamiento por gas (nitrógeno o gas inerte a alta presión y velocidad, así como refinamiento del gas) con el ánimo de poder utilizar las ventajas del tratamiento al vacío también en materiales con una alta velocidad crítica de enfriamiento.

El tratamiento térmico de materiales metálicos en lechos fluidizados es un proceso relativamente nuevo y que se basa en el siguiente principio: Si un gas circula a través de la retorta a una velocidad suficientemente alta, el material granular (óxido de aluminio) que inicialmente cubre el piso poroso de la retorta es llevado a un estado de fluidización -es decir, el lecho se comporta como un líquido.

Adicionalmente al proceso de temple, recocido de disolución, tratamientos de revenido y otros, el lecho fluidizado también permite tratamientos superficiales como carburación y carbonitruración si se utilizan los gases apropiados. Como consecuencia del alto coeficiente de transmisión de calor, las piezas pueden ser calentadas o enfriadas a velocidades muy similares a las que se obtienen en baño de sales.

MEDIOS DE TEMPLE

Los diferentes medios de enfriamiento utilizados se distinguen ante todo por su intensidad de enfriamiento. Las velocidades de enfriamiento pueden encontrarse en rangos de aprox. 2°C/seg para enfriamiento en horno, y hasta 300°C/seg. para el enfriamiento en agua con aditivos especiales.

Medios de temple líquidos

En el caso de los medios de temple líquidos el ciclo de enfriamiento de una pieza puede dividirse en tres fases: fase de película de vapor, fase de ebullición y fase de convección. A temperaturas por encima del punto de ebullición del medio de temple, la pieza se encuentra rodeada por una película de vapor que reduce el efecto de enfriamiento. Solamente cuando esta película comienza a romperse y las burbujas de vapor suben a la superficie (fase de ebullición), es cuando se establece un contacto permanente entre el líquido frío y la superficie de la pieza.

En la **tercera fase**, el intercambio de calor ocurre únicamente a través de convección.

El agua sin aditivos permite un enfriamiento de efecto muy intensivo, pero las burbujas de gas que se producen se adhieren fuertemente a la superficie del material (fenómeno de Leidenfrost). Esta desventaja puede evitarse mediante aditivos tales como la soda cáustica o ciertas sales. La temperatura recomendada para el agua es de un poco menos de 25°C. Esta puede ser aumentada hasta aprox. 70°C por medio de aditivos.

Los **aceites de temple** normalmente se usan a temperaturas de hasta 70°C y en algunos casos de hasta 150°C. Para temperaturas más altas existe un gran número de sales líquidas o metales líquidos (baño de sales).

Hoy en día es posible trabajar con medios de temple acuosos que cubren un amplio rango de intensidades de enfriamiento y producen un efecto aún más suave que el aceite.

Adicionalmente a la temperatura de temple, deben tenerse en cuenta factores como la templabilidad, forma y tamaño de las piezas y compatibilidad con el medio de calentamiento al realizar la escogencia del medio de temple.

Medios de temple gaseosos

La velocidad de enfriamiento de los medios de temple gaseosos es mucho más baja que la de los medios líquidos y debe ponerse bastante atención a la templabilidad del material en cada caso (velocidad de enfriamiento crítica).

El grupo de los medios de enfriamiento gaseosos incluyen el aire quieto o circulante, nitrógeno y otros gases. El efecto de enfriamiento de los gases puede ser aumentado incrementando la velocidad de flujo y la presión.

LIMPIEZA DE LAS PIEZAS ANTES Y DESPUES DEL TRATAMIENTO

Dependiendo del tipo de tratamiento térmico, medios de enfriamiento y calentamiento y del equipo de tratamiento térmico puede ser necesaria la limpieza de las piezas, particularmente antes del proceso y en algunas ocasiones después.

Antes del Tratamiento Térmico:

Solo es posible realizar una correcta inspección dimensional de las piezas si estas están perfectamente limpias.

Las piezas que hayan sido mecanizadas, deben encontrarse libres de grasa, aceite y otras suciedades antes de ir al temple. Con esto se evita que estas sustancias se quemem sobre las superficies mecanizadas, que se presenten reacciones químicas con las resistencias de los hornos eléctricos o que se den influencias indeseadas en la atmósfera del horno.

En un buen número de tratamientos térmicos superficiales, es pre requisito que las piezas tengan una superficie perfectamente limpia para obtener resultados satisfactorios. Esto es válido también para la aplicación de recubrimientos de protección en el caso de tratamientos térmicos parciales.

Para garantizar la seguridad durante la operación (el agua o residuos de sales con bajo punto de fusión sobre la superficie de la pieza pueden causar explosiones durante la inmersión en el medio de temple) y para evitar el riesgo de polución ambiental o la contaminación del medio de temple, deben evitarse las impurezas sobre la superficie de la pieza. Al escoger un baño de sales debe considerarse la reacción de este baño con otros o con el medio de temple.

Después del tratamiento térmico :

La limpieza de las piezas después del tratamiento térmico es requerida principalmente cuando se trabaja con sales y así se evita cualquier corrosión sobre la superficie de las piezas.

Este problema no ocurre en tratamientos térmicos al vacío, en gases inertes o en lechos fluidizados. El temple en aceite requiere también de una limpieza posterior. Para obtener protección contra el óxido, las piezas deben ser tratadas con una emulsión antióxido después del lavado.

Las operaciones de limpieza pueden ser ejecutadas manualmente pieza por pieza o mediante equipos de lavado automático.