

# Tratamiento térmico en la construcción de herramientas

## 1. Generalidades

Los aceros empleados en la construcción de herramientas no solamente están fundidos de un modo especialmente cuidadoso, sino que, además, contienen generalmente elementos de aleación (Cr, Ni, W, Mn, V, Co) que dan a las herramientas obtenidas determinadas propiedades, tales como elevada resistencia al desgaste, tenacidad, o inalterabilidad de medidas. Condición previa para la obtención de estas propiedades es, no obstante, un tratamiento térmico adecuado y cuidadosamente observado. Solamente así obtienen las herramientas la estructura más apropiada, la necesaria dureza para el uso, la imprescindible tenacidad, etc. Los errores cometidos durante el tratamiento térmico pueden provocar una estructura basta, descarburación o fuerte oxidación en la superficie de la pieza, grietas de templado o grandes deformaciones. Un material caro puede resultar inutilizable y pueden haberse desperdiciado muchas horas de trabajo. Por esto, todo fabricante de herramientas debe estar en situación de determinar el tratamiento térmico más adecuado y poderlo llevar a cabo intachablemente.

Como los materiales están escogidos por el constructor de herramientas de tal modo que con el tratamiento térmico se proporcionen a la herramienta propiedades bien determinadas y necesarias para ella, resulta que en el caso de obtener una pieza deteriorada a causa de la manipulación o en el de reparación de partes gastadas, no podrá de ningún modo resolverse el caso mediante el empleo de cualquier otro material arbitrario pues con ello resultaría inutilizada toda la herramienta. En los tratamientos térmicos se distingue entre: recocido, temple, revenido, envejecimiento, temple superficial y bonificado.

### 1.1. Recocido

Se entiende por recocido la operación de calentar lentamente a determinadas temperaturas, con o sin tiempo de detención, y enfriar a continuación lentamente. Los principales tipos de recocido son los siguientes: recocido para liberar tensiones, recocido de ablandamiento o aduzamiento y recocido de normalizado.

#### 1.1.1. Recocido de normalizado

El recocido de normalización sirve para transformar la estructura en el acero y se emplea para evitar la granulación basta o irregular. Este tratamiento es operación previa para otros tratamientos térmicos subsiguientes. Las temperaturas para recocido normalizado están generalmente por encima en 20 a 30°C de la temperatura superior de temple. El calentamiento tiene que realizarse lentamente y penetrar profundamente, es decir hasta los puntos más interiores de las piezas. Después de un corto tiempo de detención se dejan enfriar al aire en reposo, o en la misma estufa.

#### 1.1.2. Recocido para liberar tensiones

Mediante este tipo de recocido deben eliminarse las tensiones de manipulación que a la hora de templar pueden conducir a grietas o a fuertes deformaciones. Las herramientas se calienta antes del trabajo de acabado y, según sea su tamaño, se tienen de media hora hasta varias horas a temperaturas de 500 a 600°C; a continuación se deja que enfrién lentamente en el horno o la estufa. Mediante este recocido, realizado a temperatura correcta, la estructura del acero nunca

resulta influida desfavorablemente; sólo deberá renunciarse a este tratamiento cuando las piezas hayan de obtener después del templado, mediante rectificado, sus formas y medidas definitivas.

### **1.1.3. Recocido de ablandamiento**

Mediante este recocido debe volverse a transformar la estructura del enfriamiento brusco, como la que se produce en el temple, en una estructura blanda de recocido. Las herramientas se calientan lentamente a la temperatura de recocido prescrita (500 a 600°C) y se mantienen a esta temperatura durante un número de horas que depende del tamaño de la pieza. Después se las deja enfriar lentamente en estufa y finalmente se hace que terminen de enfriarse expuestas al aire.

## **1.2. Temple**

Las piezas que han de templarse se calientan primeramente despacio y con uniformidad a unos 600°C y después rápidamente a la temperatura de temple prescrita. En esto hay que tener cuidado de que la superficie exterior, en lo posible, no se descarburice u oxide porque, de producirse alguna de estas cosas, el efecto del temple y la aplicación de las piezas, se perjudicarían notablemente. Para evitar los efectos del oxígeno del aire, se calientan las piezas en atmósferas de gas protector, en baños de sales o en envoltorio adecuado, por ejemplo con cisco de coque bien quemado y exento de polvo, papel mojado o bórax deshidratado.

La temperatura de temple depende, dentro de un determinado tipo de acero, también de la forma y del tamaño de la pieza. Si se eligen piezas de formas delgadas y difíciles, se tomará el límite inferior de la temperatura recomendada y para piezas grandes y de conformación sencilla el límite superior.

Hay que atender a un calentamiento uniforme, ya que un el brusco calentamiento de piezas con un calentamiento irregular en su masa conduce frecuentemente a piezas inutilizadas por el temple. El tipo del medio para el enfriamiento brusco se rige por la clase del acero a templar. En el caso de aceros sin alear lo que procede es emplear agua blanda precalentada de 20 hasta 50°C; para los aceros aleados se emplea aceite fluido para templado brillante o aire de soplante. La dirección de inmersión hay que elegirla de tal modo que se evite al máximo la deformación de templado.

En algunos casos es necesario proceder en vez de a un temple al aceite a un temple en baño caliente (temple de contacto). Consiste este temple en el brusco calentamiento en baños de sales o metálicos que poseen temperaturas de 180 a 400°C y después a un enfriamiento a la temperatura ambiente. El peligro de grietas de temple y de deformaciones debidas a la misma causa, puede disminuirse con ello notablemente. De todos modos resulta aquí difícil la exacta medición de la permanencia en el baño.

## **1.3. Revenido**

Todas las piezas, excepto las nitruradas, tienen que someterse, tras el templado, al revenido; los calibres, frecuentemente, tienen que someterse también al envejecimiento. Todo ello para atenuar las tensiones de templado y para obtener la tenacidad necesaria para el fin a que se destinen las piezas. El revenido en baño de sales o en hornos de circulación de aire es particularmente ventajoso. Aquí pueden regularse fácilmente las temperaturas a las que se calientan los materiales y se mantienen largo tiempo a la temperatura de revenido. Cuando se revienen

teniendo en cuenta los colores de revenido, hay que atender a que no solamente se calienta la superficie de la pieza a la necesaria temperatura de revenido sino a que el calor penetra a fondo y de modo uniforme. En el caso de aceros de alta aleación se presentan los correspondientes colores de revenido sólo a temperaturas más elevadas. En los aceros para el trabajo en caliente y en los llamados aceros rápidos es necesario un revenido repetido dos veces. En los aceros para trabajo en caliente las temperaturas de revenido llegan a ser, del orden de los 350 a los 650°C. Los aceros rápidos se revienen a temperaturas entre 450 y 580°C.

#### 1.4. Envejecimiento

Se entiende por envejecer una pieza la operación de mantenerla una o repetidas veces, a temperatura moderada superior o inferior a la temperatura del local con objeto de provocar aceleradamente alteraciones en sus propiedades que, a la temperatura ordinaria del local, sólo se conseguirían al cabo de un tiempo mucho más largo. El envejecimiento tiene, mediante la acción de calmar la estructura, una gran influencia sobre la estabilidad de medidas de las piezas. En el caso de calibres, por ejemplo, la estabilidad de medidas, reviste una importancia especialmente notable. Son usuales diversos procedimientos para producir el envejecimiento:

a) el **envejecimiento por calor** tiene lugar sumergiendo la pieza en baño de aceite de 100 hasta 120°C o en un horno de circulación de aire y manteniéndola así, según tamaño y espesor, de 20 a 60 horas.

b) El **envejecimiento intermitente** consiste en tener la pieza a 100°C en baño de aceite o en horno de circulación de aire de 2 a 4 horas y enfriarla a continuación en agua salada a menos 5 °C. Este proceso se repite varias veces.

c) El **envejecimiento por baja temperatura** se realiza manteniendo la pieza a 80 o 100°C bajo cero durante 2 a 6 horas y a continuación, y rápidamente, llevándola a 100°C sobre cero. En el caso de calibres de conformación especialmente complicada se repite el proceso.

d) En el **envejecimiento por vibración** se somete la pieza, a la temperatura ambiente, a vibraciones con ayuda de ultrasonidos durante ½ a 1 hora.

#### 1.5. Temple superficial

Mediante el temple superficial se obtiene en la pieza una capa dura y resistente al roce mientras que el núcleo permanece blando y tenaz. En la construcción de herramientas se emplean preferentemente tres procedimientos para el endurecimiento superficial: el templado por cementación para piezas de sujeción y maniobra, piezas de asiento, etc.; la nitruración sobre todo para la construcción de moldes y de calibres y, finalmente, el templado por inducción que se aplica para el caso de calibres grandes.

##### 1.5.1. Templado por cementación

En la cementación se carbura la capa de aceros sin alear o con baja aleación de Mn, Cr, Ni o Mo cuyo contenido de C sea de hasta 0,2%, mediante recocido en medios que cedan carbono. Las temperaturas de recocido varían entre los 880 y los 930°C y cuando se recuece en baños de sales que contengan cianuro la temperatura es hasta 1000°C. La duración del recocido depende del espesor que se desee en la capa carburada. Se pueden obtener profundidades de carburación de hasta 2mm y, con baños de carburación especiales, hasta de 5 mm. Generalmente se dejan enfriar lentamente las piezas después de la carburación, se calientan a continuación a la temperatura de temple y se enfrían rápidamente en agua o en aceite. Un recocido a temperatura entre 150 y 200°C eleva la tenacidad.

### **1.5.2. Nitruración**

Para la nitruración lo que se hace en aceros aleados es recocerlos en baño de sales cianúricas a temperaturas de 550 a 570°C y bajo una corriente de gas amoniacal dejando después que se enfríen lentamente.

En la construcción de herramientas se emplean aceros nitrurados para calibres así como para moldes para prensado de materiales sintéticos y goma, moldes para fundición inyectada de masas termoplásticas, piezas para prensado de extrusión de materiales sintéticos y máquinas de fundición inyectada. En estos casos tienen una acción especialmente favorable la resistencia al envejecimiento y a la corrosión de la capa nitrurada así como su resistencia al desgaste y sus buenas propiedades de deslizamiento.

### **1.5.3. Temple por inducción**

En el temple por inducción se produce calor en la capa superficial de la pieza en virtud de las corrientes parásitas, o de Foucault, aportadas a alta frecuencia y sin contacto. Las herramientas se enfrían bruscamente después del calentamiento, según la clase de acero, en agua o en aceite, y según necesidades, sobre todo para la igualación de tensiones, se revienen de 150 hasta 200°C. En la construcción de herramientas se emplea poco el temple por inducción.

### **1.6. Bonificado**

El bonificado es un temple con subsiguiente revenido a temperaturas desde 530 a 670°C. No se pretende con este procedimiento obtener una dureza especialmente elevada, sino una estructura de grano muy fino, de elevada resistencia y tenacidad.

## **2. Tratamiento térmico de herramientas de corte y conformación**

Tanto los filos como las partes de forma de las herramientas dedicadas a cortar y a conformar, tienen que alcanzar, mediante cuidadoso tratamiento térmico, la dureza necesaria para su uso. Las partes cortantes tienen que ser tan duras que les permita poseer una vida o duración tan larga como sea posible, pero las aristas cortantes no deben mellarse bajo la acción de los esfuerzos de corte que se presentan. Tanto las aristas de plegado como las de estirado de las herramientas conformadoras tienen que ser duras y resistentes al desgaste y además tienen que poder resistir grandes sollicitaciones a la flexión. Todas las partes a templar, pero especialmente las estampas y punzones con secciones fuertemente variables así como las placas de corte y los anillos estiradores, o hileras, con grandes aberturas o penetraciones, tendrían después de los trabajos previos que ser sometidas a recocido para liberarlas de las tensiones. Cuando se templan estampas o punzones y placas de corte, hay que mantener muy exactamente las temperaturas de temple de los aceros empleados y utilizar los medios de enfriamiento brusco adecuados.

Después del enfriamiento brusco hay que revenir las piezas inmediatamente. Sobre todo las estampas o punzones y las placas cortantes de acero de herramientas sin alear, propenden con facilidad, inmediatamente después del enfriamiento brusco, a la aparición de grietas. La graduación de la temperatura de revenido rige por el espesor, la dureza y la resistencia del material que haya de cortarse. El punzón y las placas de corte para cortar chapas gruesas de

elevada resistencia, en las que se presentan grandes esfuerzos de cortadura o filos de cuchillas que se rompen fácilmente, se revienen a la más alta de las temperaturas indicadas. Para cortar chapas delgadas y blandas las herramientas se revienen solamente a la temperatura más baja, con objeto de elevar la vida de la herramienta mediante una mayor dureza y una mayor resistencia al desgaste.

La duración del revenido, es decir el tiempo transcurrido desde que se alcanza en el núcleo de la pieza la temperatura de revenido hasta el comienzo del enfriamiento, se rige por el tamaño de la pieza.

## **2.1. Punzón de corte**

Los punzones de corte que se templen en agua, aceite o en baño caliente se introducen en el medio refrigerador con el lado del filo por delante. Cuando la refrigeración se realiza en aire de soplante se hace que el aire incida sobre el lado del filo. Los punzones con secciones transversales pequeñas de aceros aleados reciben su enfriamiento brusco agitándolos en el aire. El calentamiento tiene que producirse lentamente con objeto de que la temperatura de revenido llegue también al núcleo. En este procedimiento se juzga sobre la temperatura de acuerdo con los colores de revenido.

## **2.2. Placas de corte**

Antes de calentar las placas de corte para el temple deberán rellenarse los agujeros para tornillos o clavijas por medio de una pasta de cubrimiento o de cola. Los ángulos vivos en las penetraciones, a partir de los cuales es fácil que se produzcan grietas, se cubren con alambre de atar. Mediante estas medidas de precaución se evitan los desperdicios de temple.

Las placas de corte hay que calentarlas previamente de modo muy lento y uniforme a unos 600°C y entonces llevarlas muy rápidamente a la temperatura de temple. Se sumergen por el lado estrecho por delante en el baño de temple y se mueven en él de tal modo que éste fluya siempre por la abertura. Cuando el enfriamiento brusco se produce por medio de aire de soplante se mantiene la abertura en la corriente de aire. Las placas de corte delgadas hechas con acero de alta aleación se templen con el lado de corte hacia abajo sobre una placa de acero o de fundición y se sobrecargan con una segunda placa. Con esto se consigue reducir al mínimo la deformación por temple.

Cuando se reviene sobre una placa calentada, el lado de corte debe quedar arriba. Si se realiza el revenido con un mechero Bunsen o en hornos de templar todavía encendidos, puede darse el caso de que las partes delgadas que salgan de las aberturas se calienten antes que las demás partes de la placa. Para evitar esto se interrumpe de vez en cuando la aportación de calor con objeto de que éste pueda repartirse uniformemente. Lo mejor es el revenido en baños de sales o en estufas de revenir que puedan ajustarse a la necesaria temperatura de revenido.

# **3. Tratamiento térmico en la construcción de moldes**

## **3.1. Estampas**

Para la fabricación de estampas se emplean tanto aceros de baja como de alta aleación, pero con la condición de que tienen que ser resistentes al calor. Los aceros de baja aleación se templean en aceite a temperaturas comprendidas entre los 840 y los 870°C, y según sea la dureza deseada, se revienen a temperaturas de 400 hasta 600°C. En el caso de aceros de alta aleación la temperatura de temple, al aceite o en baño caliente, está comprendida entre los 1000 y los 1600°C, y se revienen entre los 600 y los 700°C.

### 3.2. Punzones de estampación

Los punzones de estampación se hacen de aceros especiales cuya temperatura de temple va de los 1020 a los 1040°C y se enfrían bruscamente en aceite o en baño caliente. El revenido se hace a una temperatura que va desde los 180 a 250°C

**Tenacidad:** La tenacidad es la energía total que absorbe un material antes de alcanzar la rotura en condiciones de impacto. Se debe principalmente al grado de cohesión entre moléculas. Es la resistencia que opone un material a ser roto, molido, doblado, desgarrado o suprimido.

**Dureza:** es la oposición que ofrecen los materiales a alteraciones como la penetración, la abrasión, el rayado, la cortadura, las deformaciones permanentes, entre otras. Se mide en Kgf. Escala de Mohs. (1 talco.....10 diamante)