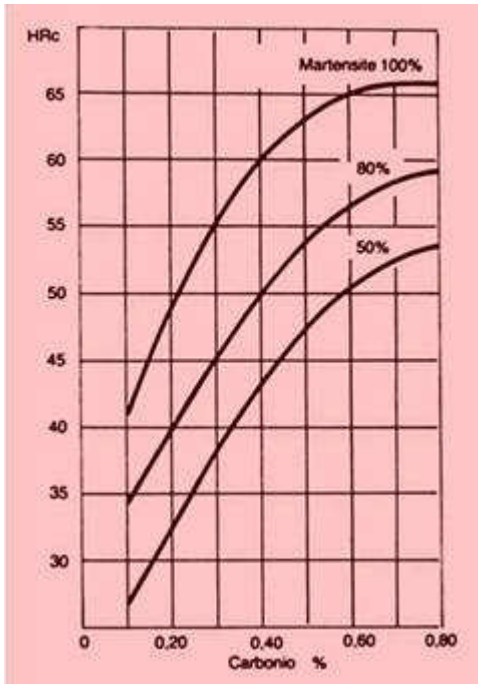


LA SELECCIÓN CORRECTA DE UN EQUIPO PARA EL TEMPLE POR INDUCCIÓN

Cálculo de la potencia necesaria



Elección de la frecuencia de trabajo

Geometría de la pieza a tratar y sus características electromagnéticas

Geometría del inductor de calentamiento

Factores variables

Cuando una empresa debe adquirir un equipo para el temple por inducción, somete a los eventuales proveedores una especificación técnica; frecuentemente las respuestas técnicas recibidas son tan contrastantes que desconciertan no poco, pues evidentemente, no se ajustan a los trabajos.

Aún más frecuentemente, no hay una correlación lógica con el problema planteado sino sólo la clara intención de vender el producto disponible porque la pobreza de los medios técnicos no permite que el proveedor fabrique el equipo que efectivamente sería necesario.

Es necesaria la claridad

Luca Bello

Giorgio Mazzola

Massimo Mosca

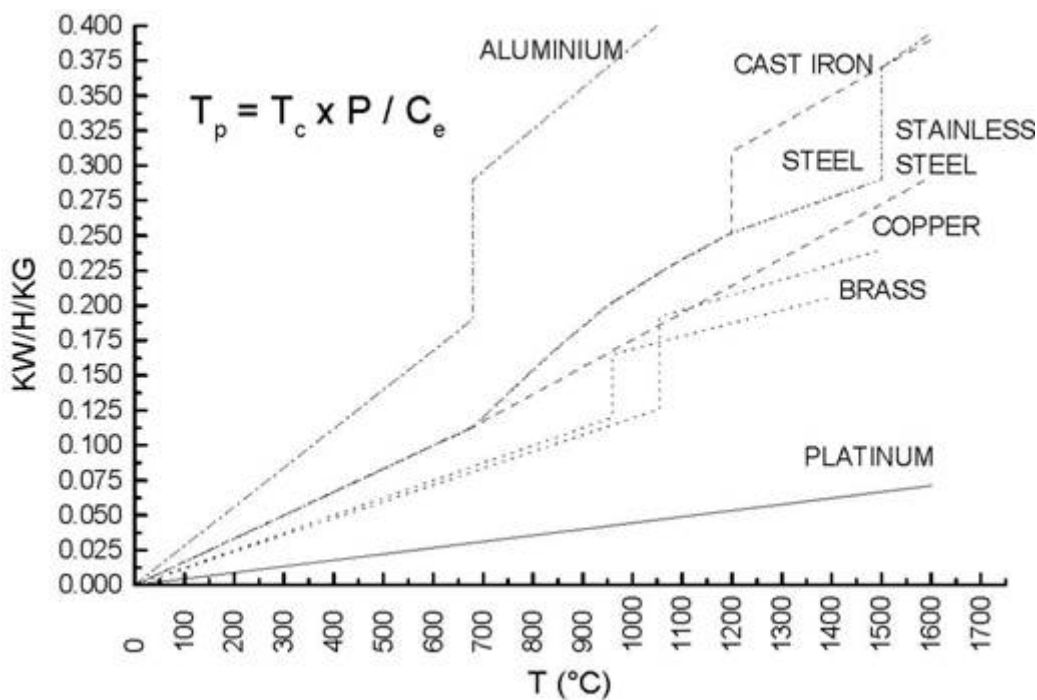
La potencia representa la energía por unidad de tiempo que el equipo debe tener disponible para transferir a la pieza.

En un tratamiento térmico por inducción, la potencia calentadora es la que se determina por el circuito oscilante y más precisamente se le denomina potencia reactiva.

En base a las características físicas geométricas de la pieza y a la temperatura a obtener, la selección de un factor de mérito óptimo permite maximizar la operación del generador minimizando los consumos.

Exacto, ahora ¿cómo sin ser un técnico, puedo entender “más o menos” la potencia que sirve para templar una cierta pieza?

Nos auxiliaremos de la física



T_p = potencia teórica en KW/H/KG

T_c = capacidad térmica en KW/H/KG deducida de la gráfica

P = cantidad por hora de materiales a procesar en KG

C_e = eficiencia del inductor en valor absoluto

Realicemos un ejemplo práctico

Debemos templar un árbol en acero C 40 con un diámetro de 30 mm. y longitud de 300 mm.



Calculamos su peso: 1,660 Kg

Se deben temprar 60 piezas por hora

El ciclo de tiempo de 60 segundos estará compuesto de varios tiempos pasivos (carga, descarga, posicionamiento del inductor, cierre de las protecciones, enfriamiento suplementario al terminar el ciclo) y de un tiempo activo a dedicar al calentamiento.

En un total de 60 segundos sólo 30 se dedicarán al calentamiento.

Calculamos la cantidad por hora de producto a calentar, que será de:

3.600 segundos divididos entre 30 = 120 ciclos/hr. multiplicados por 1,660 Kg = 199,2 Kg

Sabemos que la temperatura óptima de temple para este acero es de 900°C

Del gráfico leemos sobre la curva “steel” que se requieren 0,18 Kw/h por cada kilogramo de material; por lo que la potencia necesaria es de 36 KW.

Ahora debemos dividir la potencia teórica entre el rendimiento del inductor de la pieza.

Esto depende de varios factores y cambia también en función de la temperatura de la pieza durante el calentamiento (a la temperatura de Curie = 720° el material pierde el magnetismo).

A fin de no adentrarse en argumentos demasiado técnicos se estima un rendimiento de 0.5, lo que nunca falla

De aquí que, la potencia correcta proviene de 36 KW dividida entre 0,5 = 72 KW

Puesto que la pieza no se ha de endurecer en su interior no se necesita disponer de más potencia que la necesaria para calentar rápidamente y llevar la temperatura de transformación sólo a la capa superficial en la que se está interesado.

Acepte otro consejo que proviene de la práctica

Si se quiere un templeado con profundidad de 4 a 6 mm. multiplique la potencia por 2

Es decir, $72 \times 2 = 144$ KW

Si se quiere un temple con profundidad de 2 a 3 mm. multiplique la potencia por 1,5

Es decir, $72 \times 1,5 = 108$ KW

Se trata naturalmente de un cálculo que impactará a los teóricos de la inducción pues no tiene en cuenta la frecuencia de trabajo ni muchos otros factores importantes.....pero le permitirá comprender si su proveedor ha propuesto el equipo apropiado.



Elección de la frecuencia de trabajo

La frecuencia generada por el circuito oscilante influye en las características del tratamiento térmico en dos aspectos:

- 1) La profundidad de penetración por el “efecto cuticular”
- 2) La intensidad de las líneas del campo electromagnético

El primero (1) define la profundidad del calentamiento por inducción; éste es independiente de la duración y de la potencia aplicada en el tratamiento.

Unida a la conducción térmica (en función del tiempo de calentamiento, de la potencia aplicada y de la conductividad térmica del material tratado) se define la profundidad efectiva del tratamiento térmico.

La profundidad (1) se puede expresar, en una primera aproximación, como:

$$D_{pen} \cong 75000/f \text{ [mm]}$$

Ejemplos:

- Para una frecuencia de 100 KHz: $D_{pen} \cong 0.75 \text{ mm}$.
- Para una frecuencia de 10 kHz : $D_{pen} \cong 7.5 \text{ mm}$.

De los ejemplos se transparenta de manera evidente la influencia de la frecuencia sobre la profundidad de la zona tratada.

El segundo (2) es un parámetro físico característico de cualquier emisión electromagnética e indica la densidad de las líneas del campo electromagnético mismo.

A la misma potencia, las líneas de campo resultan tanto más concentradas en cuanto más elevada sea la frecuencia.

De este análisis resulta evidente que las altas frecuencias son las indicadas para los tratamientos térmicos en los que se quiere que la zona de interés del material sea poco profunda (temples superficiales con zona de transición entre el material endurecido y no bien definido).

Geometría de la pieza a tratar y sus características electromagnéticas

La geometría de la pieza en particular y el perfil del tratamiento térmico que se quiere obtener son dos parámetros fundamentales para la elección de la potencia y de la frecuencia de trabajo.

Otros parámetros importantes son las características metalúrgicas físicas del material a tratar y su evolución al variar la temperatura así como el tipo de inductor empleado, lo que representa frecuentemente un compromiso entre los requerimientos mecánicos y eléctricos.

Un parámetro similarmente importante es el acoplamiento físico entre el inductor y la pieza a tratar; desde un punto de vista únicamente energético, tanto menor es la distancia entre el inductor y la pieza, tanto mejor es el resultado.



Factores variables que pueden influir en la selección del equipo para el templeado por inducción

Ahora que se sabe como dimensionar la potencia del equipo, a elegir la frecuencia más apropiada y a reconocer cual es el inductor más adecuado se arriba al problema de elegir a que proveedor comprarle.

¿Cuáles y cuántos son los elementos que deben influir sobre la elección?

Revisaremos algunos:

Gestión del líquido de enfriamiento

El generador calienta pero el temple se obtiene ¡enfriando la pieza!

La gestión correcta del líquido de templees fundamental; es necesario enfriar (en ciertos casos, incluso, calentar al inicio del turno) el líquido, filtrarlo cuidadosamente, regulando el flujo y la presión.

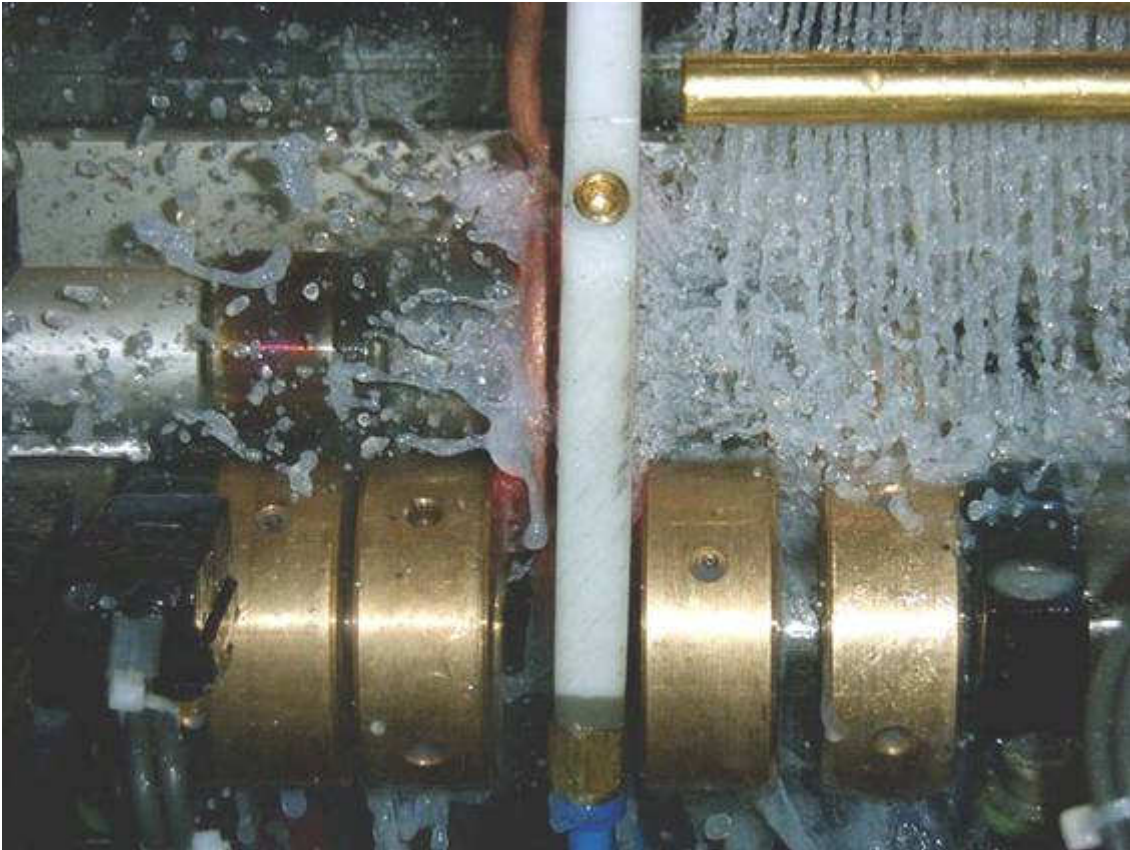


Baño de enfriamiento

El líquido de temple debe ser asperjado sobre la pieza utilizando un rociador correctamente construido, no con “un tubo ordinario y un par de boquillas”

Los hoyos de los que fluya el líquido debe ser elegido de manera que los chorros sean perfectamente ortogonales a la pieza.

El rocío debe ser pensado en términos de mantener una buena eficiencia en el tiempo y garantizar la consistencia de los resultados, por lo que se han de utilizar materiales resistentes a la oxidación.



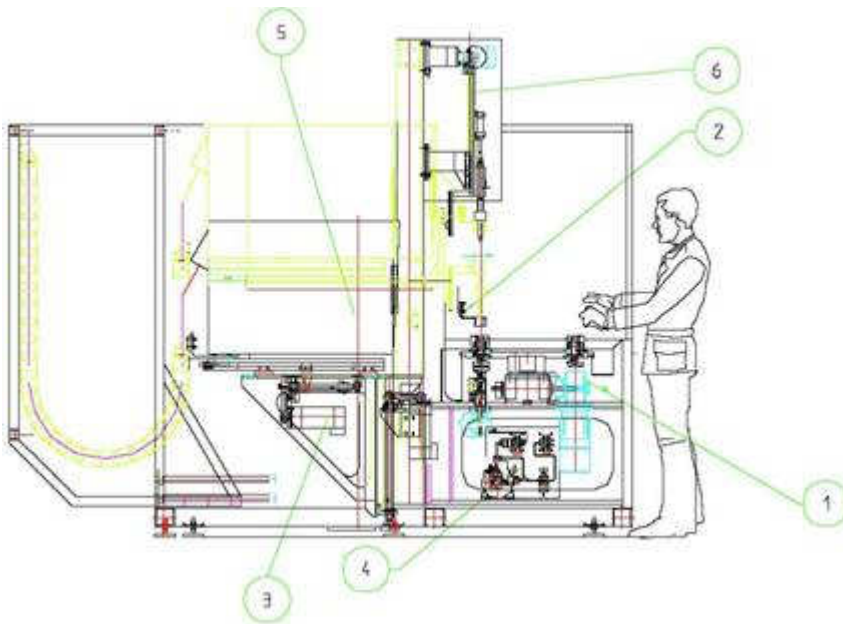
Componentes usados para la construcción del equipo

Eventualmente se puede requerir de un reemplazo y de un técnico de mantenimiento

Elija fabricantes que posean un verdadero “know-how” y no empresas que produzcan el generador de calentamiento comisionando la parte mecánica a terceros.

Reclame que se usen componentes de proveedores primarios con redes de venta en vuestro territorio.

Solicite un manual de uso y de mantenimiento claro y completo de los distintos componentes, copia de los programas de cómputo para la operación y el diagrama de mantenimiento.



Seguridad

El proveedor debe proporcionar un certificado de medición de las emisiones de campo electromagnético.