

EQUIPO AUTOMÁTICO DE CALENTAMIENTO ELÉCTRICO CONTROLADO PARA PRODUCCIÓN DE PIEZAS DE ALTA RESISTENCIA

001- La presente patente de invención se refiere a la industria metalúrgica, particularmente a la rama de autopartes, y corresponde a un equipo automático de calentamiento eléctrico para producción de piezas estampadas de alta resistencia por medio del endurecimiento en herramienta a partir del estampado en caliente del material con materia prima específica, concediendo mayor dureza y resistencia mecánica a la pieza, lo que permite la creación de productos finales más ligeros y con soporte para mayores cargas e impactos.

002- La producción de piezas estampadas de alta dureza a partir del proceso de conformado en caliente, en altas temperaturas, consiste en el calentamiento de una chapa metálica (material específico) y el endurecimiento de este material, por medio de la transformación de la microestructura del material metálico para condiciones de mayor dureza por el enfriamiento rápido de la chapa ya conformada en su forma final en el interior de la herramienta. Para esto, es necesario que se realice el calentamiento de la chapa desde la temperatura ambiente hasta la temperatura denominada de temperatura de austenitización del material, estado en el cual su microestructura se encuentra transformada en austenita.

003- En el actual estado de la técnica, el calentamiento de esta chapa consiste en la utilización de equipos específicos para este fin y puede realizarse de los siguientes modos: por calentamiento, por medio de radiación; por la quema de combustible (comúnmente natural o GLP); por calentamiento eléctrico (resistencias); o por calentamiento por medio de inducción eléctrica.

004- En los equipos que utilizan calentamiento por combustible, eléctrico o mixto (eléctrico + combustible) las opciones de hornos

continuos, en los cuales la pieza atraviesa un largo camino dentro del horno (por encima de 10 metros de longitud), la pieza recibe durante el trayecto el calor generado por la quema del combustible o por el calentamiento de las resistencias eléctricas, progresivamente, para elevar su temperatura hasta alcanzar la temperatura deseada en la salida del horno. Normalmente estos hornos poseen zonas con temperaturas diferentes y crecientes, en las cuales se expone la chapa a lo largo del trayecto igualando su temperatura con la temperatura de cada zona. También se pueden utilizar hornos estacionarios. En estos casos, el material se deposita en una cámara con alta temperatura y la pieza permanece en su interior por un determinado tiempo hasta lograr la temperatura deseada. Después de este tiempo se saca la pieza.

005- En el calentamiento por inducción eléctrica, se genera calor en la pieza por medio de una corriente eléctrica en la chapa, inducida por una bobina en la cual circula una determinada corriente eléctrica. Se coloca dicha bobina alrededor de la pieza, generándose una corriente eléctrica en su interior y, consecuentemente, su calentamiento. Este horno puede ser continuo o estacionario, siendo que en el continuo la pieza es conducida por una cinta transportadora cercana a la bobina para generar el calentamiento, entrando de un lado en temperatura ambiente y saliendo del otro en la temperatura deseada. En el horno estacionario, la pieza es depositada en una cámara, donde se ubican las bobinas y, cuando se alcanza la temperatura necesaria, se saca la pieza.

006- Al analizar los equipos existentes, se notó que, en el caso de hornos continuos a combustible y eléctrico, al igual que en los hornos de inducción continuos, hay un gran consumo de espacio debido a la longitud del tramo necesario a ser recorrido para que se pueda elevar la temperatura del producto. El aprovechamiento del espacio físico dentro de un galpón es valioso para las empresas, una vez que se

pueden instalar otros procesos productivos, así como utilizarlos para almacenamiento, mejoras logísticas, etc.

007- Otro punto observado en estos equipos se refiere a la tasa de calentamiento que afecta el tiempo necesario para el calentamiento y tiene gran impacto en la productividad de un proceso. En el caso del calentamiento por radiación, se pueden alcanzar tasas de calentamiento de aproximadamente $6,5^{\circ}\text{C}/\text{seg}$ y para los casos de calentamiento por inducción se pueden alcanzar tasas de $200^{\circ}\text{C}/\text{seg}$.

008- Del mismo modo que las deficiencias levantadas anteriormente, el consumo energético proveniente de ineficiencias en el proceso de calentamiento puede generar un costo elevado de producción para la empresa, haciéndose siempre necesario haber procesos más eficientes para que se tengan costos reducidos. En el caso del calentamiento por radiación, la eficiencia de un horno continuo es de aproximadamente el 26% y, para calentamiento por inducción, este valor está entre el 40 y el 60%.

009- La presente patente, en este sentido, presenta un equipo para calentamiento en el cual el calentamiento ocurre por el proceso de conducción (calentamiento por efecto Joule), que no ocupa un área mucho mayor que la de la pieza a ser calentada. De ahí se obtiene un mayor aprovechamiento del área utilizada por la línea de producción. Además, se puede, con este tipo de calentamiento, alcanzar tasas de calentamiento de hasta $400^{\circ}\text{C}/\text{seg}$, siendo hasta 02 veces más rápido que el calentamiento por inducción y 61 veces más rápido que el calentamiento por radiación. De este modo, respecto a la eficiencia del proceso, es decir, la eficiencia del aprovechamiento de la energía utilizada para realizar el calentamiento de la chapa, el calentamiento por conducción puede alcanzar el 87%, lo que genera un gran ahorro en los costos de transformación de la chapa.

010- El calentamiento por conducción, en el cual el equipo se basa, elimina algunos problemas encontrados en los procesos conocidos y

utilizados para este fin en el actual estado de la técnica, generando un mejor aprovechamiento del espacio utilizado en su instalación, considerando las dimensiones de equipo necesarias ante las dimensiones de la chapa metálica a ser calentada. Además, genera la posibilidad de un calentamiento más rápido teniendo en cuenta la tasa de calentamiento que se obtendrá con la aplicación de esa tecnología. Otro punto que promueve grandes beneficios en la utilización de esa técnica es su eficiencia energética, visto que el mayor porcentaje de la energía gastada durante el calentamiento se transforma en beneficio real de temperatura del producto, mejorando con esto los costos productivos y disminuyendo el desperdicio energético.

011- Se puede comprender mejor el equipo automático de calentamiento eléctrico controlado para producción de piezas de alta resistencia, objeto de esta patente, al considerarse las figuras en anexo, las cuales integran este informe descriptivo y contienen referencias numéricas en conjunto con la descripción de sus particularidades técnicas. Dichas figuras no restringen su configuración cuanto a sus dimensiones, proporciones y eventuales tipos de acabados inseridos ni al alcance de su aplicación práctica.

012- La figura 1 es una ilustración, con vista en perspectiva del equipo.

013- La figura 2 es una ilustración, con vista en perspectiva del equipo y muestra en destaque el sistema de compensación de dilatación térmica.

014- La figura 3 es una ilustración, con vista lateral del equipo y muestra la disposición de los electrodos y su estructura mecánica.

015- La figura 4 es una ilustración, con vista en perspectiva del electrodo y muestra su ducto interno de resfriamiento.

016- La figura 5 es un esquema eléctrico en bloque del equipo.

017- La figura 6 es un flujograma de la actividad del equipo.

018- De acuerdo con estas figuras y sus referencias numéricas, el

objeto de esta patente se refiere a un equipo (1) automático de calentamiento eléctrico controlado, para producción de piezas de alta resistencia constituido básicamente de las siguientes partes: sistema controlador de calentamiento (2), sistema controlador de potencia (3), transformador de potencia (4), sistema de adquisición de datos (5), dispositivo mecánico de fijación de la chapa (6) y realización del contacto eléctrico y sistema de compensación de dilatación (7).

019- En este equipo (1), el sistema controlador de calentamiento (2) realiza el control en malla cerrada del calentamiento de la pieza, recibiendo señales del sensor de temperatura (St) (termopar, cámara térmica, etc.) actuando sobre el controlador de potencia (3) con el fin de proveer la potencia eléctrica (tensión y corriente) necesaria para que se realice un calentamiento homogéneo, según los parámetros especificados.

020- El sistema controlador de potencia (3), alimentado por la red de energía eléctrica (R) del local de instalación y a partir del comando del sistema controlador de calentamiento (2), suministra al transformador de potencia (4) la energía necesaria durante el calentamiento, siendo responsable por el suministro de toda la demanda energética de calentamiento.

021- El transformador de potencia (4) convierte los valores de tensión y corriente provistos por el sistema controlador de potencia (3) para los niveles aplicados directamente en la chapa a partir de una relación de transformación definida.

022- El sistema de adquisición de datos (5) realiza el cierre de la malla de control, realizando mediciones de temperatura de la pieza, alimentando estas informaciones al sistema controlador de calentamiento (2), para que se pueda hacer el control. Este sistema de control de calentamiento (2) genera el control y el seguimiento preciso y eficiente de la temperatura.

023- El dispositivo mecánico (6) de fijación de la chapa (P) y la realización de contacto eléctrico fijan mecánicamente la chapa a ser calentada y genera el contacto eléctrico de los electrodos con la chapa (P). Este dispositivo (6) contiene las siguientes partes móviles para fijación de la chapa: estructura de sustentación (6.1), conjunto compensador de dilatación térmica (6.2), cilindros de fijación (6.3), electrodos de cobre (6.4) con canales de refrigeración (6.4.1), dispositivo mecánico (7) de fijación y cierre de los electrodos (6.5), que se conectan al conjunto eléctrico de potencia formado por el sistema controlador de potencia (3) y transformador de potencia (4). Todos los equipos de potencia (3 y 4), incluso los electrodos (6.4), son refrigerados para evitar calentamientos que puedan generar pérdida de eficiencia, no deseada en el equipo.

024- Los electrodos (6.4) utilizados en el equipo (1) automático de calentamiento están compuestos de material (cobre) de alta conductividad eléctrica y buena resistencia mecánica con el fin de conducir la corriente eléctrica utilizada en el calentamiento de modo eficiente para disminuir las pérdidas del sistema. Además, tienen canales internos de refrigeración (6.4.1) para mantenimiento de baja temperatura para aumentar la eficiencia de la transferencia de energía.

025- En la práctica, al depositarse una chapa o pieza (P) en el equipo (1), la misma se queda en contacto con los electrodos (6.4) y los cilindros de fijación (6.3) se cierran para generar el mejor contacto de los electrodos (6.4) con la chapa (P). Con la chapa (P) en posición, el sistema de control de calentamiento (2) empieza la operación, enviando al sistema controlador de potencia (3) una referencia para liberación de energía eléctrica para el transformador de potencia (4).

026- El sistema controlador de potencia (3) al recibir en su alimentación la energía a ser utilizada (red eléctrica de la instalación) realiza su tratamiento, por medio de rectificación/modulación, y libera el sistema controlador de calentamiento (2) para el inicio del calentamiento

aplicando sobre el transformador de potencia (4) una tensión específica para aquel momento del calentamiento. El transformador de potencia (4) realiza la transformación de esta tensión recibida y aplica el valor transformado sobre los electrodos (6.4), en los cuales la chapa (P) está posicionada. La aplicación de esta tensión sobre la chapa (P) genera el surgimiento de una alta corriente eléctrica su interior, generando el calentamiento.

027- Iniciado el calentamiento, el sistema de adquisición de datos (5) realiza mediciones de temperaturas y las envía al sistema controlador de calentamiento (2), que, a su vez, trata las informaciones y envía comandos para que el sistema controlador de potencia (3) ajuste los valores de tensión/corriente aplicados en el transformador y consecuentemente en la chapa (P) que se está calentando.

028- Durante el calentamiento, la chapa sufre dilatación térmica debido al calentamiento generado, así el sistema de compensación de dilatación (7) hace mover los electrodos (6.4) para evitar la deformación de la chapa (P) durante el proceso, garantizando que esté siempre llana.