

"PROCESO PARA PRODUCCIÓN DE PIEZAS ESTAMPADAS DE ALTA RESISTENCIA MECÁNICA, POR MEDIO DE CALENTAMIENTO ELÉCTRICO CONTROLADO"

001- La presente patente de invención se refiere a la industria metalúrgica, particularmente a la rama de autopartes, y corresponde a un proceso de producción de piezas estampadas, que cuenta con una significativa mejoría en la eficiencia, a partir del calentamiento eléctrico controlado.

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

003- En este proceso, después del calentamiento, se transporta la pieza de forma automatizada para un molde de estampado ubicado en el interior de una prensa. El molde o la herramienta, como es denominado en la técnica, contiene en su interior canales por donde circula un líquido refrigerante para realizar el intercambio de calor con el conjunto (herramienta + chapa) y generar su rápido enfriamiento. Con el enfriamiento concluido, la pieza estampada, que posee una dureza elevada, es sacada por un sistema automatizado y permanece

disponible para la próxima operación -operación de limpieza superficial u operación de corte con laser-.

004- En el actual estado de esta técnica se utilizan diversos tipos de equipos específicos para que se obtenga el calentamiento, entre ellos equipos que hacen el calentamiento por radiación, la quema de combustible (comúnmente natural o GLP), el calentamiento eléctrico (resistencias) y el calentamiento por inducción eléctrica.

005- Para los equipos que utilizan calentamiento por combustible, eléctrico o mixto (eléctrico + combustible) existen las opciones de hornos continuos, en las cuales la pieza atraviesa un largo camino (por encima de 10 metros de longitud), donde la pieza recibe el calor generado por la quema del combustible o por el calentamiento de las resistencias eléctricas, elevando, de este modo, su temperatura hasta que al salir en la otra extremidad del horno, se encuentre en la temperatura deseada. Normalmente estos hornos poseen zonas con temperaturas diferentes y crecientes a las cuales se expone la pieza a lo largo del trayecto, igualando su temperatura con la temperatura de cada zona.

006- También se utilizan hornos estacionarios en los cuales se deposita la pieza por medio de una puerta en el interior de una cámara con alta temperatura y la pieza permanece en este sitio por determinado tiempo hasta que alcance la temperatura deseada. Pasado este tiempo, la puerta se abre y se saca la pieza del interior de la cámara.

007- 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.

008- Al analizar los equipos existentes, se notó que, en el caso de hornos continuos a combustible y eléctricos, al igual que en los hornos de inducción continuos, hay un gran consumo de espacio debido a la longitud del recorrido necesario para que se pueda elevar la temperatura del producto durante el trayecto. De este modo, el espacio físico ocupado dentro de un galpón es grande y perjudica que se instalen otros procesos de producción, de almacenamiento, además de otras posibilidades de mejoras logísticas, etc.

009- Otro punto observado se refiere a la tasa de calentamiento, que afecta el tiempo necesario para el calentamiento y tiene gran impacto en la productividad del proceso. En el caso de los calentamientos 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 $200^{\circ}\text{C}/\text{seg}$.

010- 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%

011- La presente patente de invención, con el fin de mejorar estas tasas y hacer más eficiente el calentamiento, reduciendo el espacio de ocupación de los equipos involucrados, presenta un proceso de calentamiento por conducción (calentamiento por efecto Joule), el cual utiliza un dispositivo de calentamiento de pequeño porte que ocupa un espacio menor y dispone, de este modo, de un mejor aprovechamiento del área utilizada por la línea de montaje. Además, permite el calentamiento de hasta 400°C/seg y es hasta dos veces más rápido que el calentamiento por inducción y 61 veces más rápido que el calentamiento por radiación. Cuanto 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%, generando una gran economía en los costos de transformación de la chapa.

012- Posteriormente al calentamiento en la operación de estampado, normalmente se utiliza una prensa hidráulica con fuerza equivalente a lo requerido por el respectivo proceso de estampado, pieza y herramienta. El enfriamiento ocurre por la circulación de líquido, comúnmente agua, resfriado a aproximadamente 8°C por un equipo de enfriamiento de alta capacidad térmica. Para algunas situaciones la temperatura del líquido puede ser más baja y, quizás por ello, sea necesario mezclar algún aditivo al agua para que ella no congele en la temperatura de trabajo del equipo.

013- Se pueden realizar los movimientos de las piezas tanto calientes como frías por medio de brazos robóticos o por sistemas de

movimiento dedicado, “transfer”, proyectados específicamente para las aplicaciones. En el caso de que se mueva la pieza caliente, se los debe construir con material que soporte la temperatura y la radiación proveniente de la chapa sin que se dañen.

014- El método de calentamiento utilizado en dicho proceso posee mayor aprovechamiento energético que los demás medios de calentamiento normalmente utilizados para elevar la temperatura de la pieza que será endurecida en herramienta, logrando así un mejor costo en lo que se refiere a los costos operacionales del equipo. También por generar el calentamiento rápido de las piezas, es posible disminuir las cantidades de piezas en proceso y el espacio ocupado debido a las características de los equipos y del proceso aplicado.

015- El calentamiento de chapas por efecto joule, utilizado en el producto en cuestión, posee alta eficiencia energética, a eso del 80 al 90%. En conjunto con los sistemas de control y movimiento de piezas, genera una línea de montaje más eficiente en términos energéticos; asimismo, aprovecha mejor el espacio y presenta menor tiempo de ciclo.

016- El proceso para producción de piezas estampadas de alta resistencia mecánica, por medio de calentamiento eléctrico controlado, objeto de esta patente, puede ser mejor comprendido considerándose 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.

017- La figura 1 es una ilustración, con la vista superior de los equipos involucrados en el proceso.

018- La figura 2 es una flujograma del proceso y exhibe sus fases operacionales.

019- De acuerdo dichas figuras y sus referencias numéricas, el objeto de esta patente se refiere a un proceso de producción de piezas estampadas de alta resistencia mecánica, utilizando procedimiento de endurecimiento en herramienta (molde y prensa). Dicho proceso se realiza a partir de conjuntos de chapas (1) de alimentación, un primer robot de manipulación (2), un dispositivo de calentamiento (3), un segundo robot de manipulación (4), herramienta específica de moldeo (5) con unidad de enfriamiento líquido (6), un tercer robot de manipulación (7), una prensa hidráulica (8). Se comandan todos estos equipos por una unidad de control electrónico (9).

020- En la práctica, las piezas en forma de chapas con formatos diversos (con figuras definidas o no) son alimentadas en línea de montaje de modo automático, por medio de conjuntos de chapas (1), las cuales se mueven por el primer robot de manipulación (2), que saca una chapa a la vez y la deposita en el equipo de calentamiento (3) eléctrico. El equipo de calentamiento (3) eléctrico emplea la teoría de calentamiento por efecto joule y eleva la temperatura de la chapa a valores próximos de 900°C, de modo más eficiente, con menor gasto de energía y de forma más rápida. Luego, se desplaza la pieza calentada por medio del segundo robot de manipulación (4) al interior de una herramienta de estampado específica (5) refrigerada por una unidad de enfriamiento (6) contenida en una prensa hidráulica (8) por un tercer robot de manipulación (7). Todos los equipos se controlan por una unidad de control electrónico (9).

021- Dicha herramienta específica de estampado (5) proviene de una unidad de enfriamiento líquido (5) y contiene canales para

refrigeración, por intercambio de calor, vía circulación de agua, que quita la energía térmica del producto estampado de modo rápido para generar el cambio de fase de su microestructura y el consecuente endurecimiento del material.

022- Se realiza el enfriamiento en temperatura de aproximadamente 5°C en los canales; el agua proviene de una unidad de agua helada con alta capacidad nominal. Se controla la tasa de enfriamiento de la herramienta de estampado para promover el cambio de resistencia necesario a cada producto, controlándose la salida y la temperatura del líquido que circula en la herramienta.

023- Finalizada esta etapa, se saca el producto acabado de la herramienta por el tercer robot de manipulación (7) y se lo envía al próximo paso que puede ser el corte con laser de la pieza, considerando la geometría especificada o para el envase.