

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 634 319**

51 Int. Cl.:

B22D 29/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.09.2013 PCT/EP2013/068277**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.03.2015 WO15032427**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2013 E 13756497 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2017 EP 3041623**

54 Título: **Procedimiento para desmoldar de un molde de fundición una pieza de fundición fundida a partir de una masa de metal ligero**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.09.2017

73 Titular/es:
**NEMAK, S.A.B. DE C.V. (100.0%)
Libramiento Arco Vial Km. 3.8
66000 García, Nuevo León, MX**

72 Inventor/es:
**DIEL, VALENTIN;
WEBER, HEIKO;
KUBE, DETLEF y
SPEICHER, MARCUS**

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 634 319 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para desmoldar de un molde de fundición una pieza de fundición fundida a partir de una masa de metal ligero

5 La invención se refiere a un procedimiento para desmoldar una pieza de fundición, fundida a partir de una masa fundida de metal ligero, de un molde de fundición. El molde de fundición comprende a este respecto un macho de fundición que forma en la pieza de fundición una abertura de paso que comunica dos lados externos de la pieza de fundición y que está hecha a partir de un material de molde que se une mediante un aglutinante que se descompone a través de la acción de la temperatura. Para el desmoldeo, el molde de fundición se somete en un horno a un tratamiento térmico en el que se calienta a una temperatura a la que el aglutinante del macho de fundición pierde su acción aglutinante. Se describe un procedimiento de este tipo en el documento WO 2004/014581 A2.

15 Semejantes procedimientos, que se conocen entre los expertos también como “desarenado térmico”, se emplean en la práctica en particular durante la fundición de bloques de motor o culatas para motores de combustión de metal ligero a gran escala. Las piezas de fundición de este tipo por su diseño generalmente afiligranado complejo se funden con frecuencia en moldes de fundición que a modo de un así denominado “paquete de macho” se ensamblan a partir de una pluralidad de machos individuales, prefabricados en cada caso a partir de un material de molde. Sin embargo, también se emplean machos de fundición fabricados a partir de material de molde en la fundición en coquilla a fin de moldear canales y aberturas de paso previstos en la región interna de la respectiva pieza de fundición.

25 Los materiales de molde, a partir de los cuales se forman los machos de fundición del tipo discutido aquí, están hechos generalmente a partir de una mezcla de una arena de molde apropiada y el aglutinante que en el macho de fundición terminado aglutina las partículas individuales de la arena de molde y garantiza así la estabilidad de forma requerida del macho, formado a partir del material de molde. Además, el material de molde puede contener determinados aditivos que mejoran la interacción entre el aglutinante y la arena de molde o el comportamiento del respectivo macho de fundición durante el vaciado de la masa fundida.

30 En cuanto al aglutinante, puede ser un aglutinante inorgánico solidificable a través del suministro de calor u orgánico solidificable a través del gaseado con un gas de reacción. Estos aglutinantes tienen en común que pierden su acción cuando superan un límite superior de temperatura y el aglutinante se quema al menos parcialmente. Una vez que se ha llegado a este punto, los machos de fundición fabricados usando tales aglutinantes se descomponen en fragmentos o partículas individuales de arena que se desprenden de la pieza de fundición. A este respecto, el objetivo es el de controlar la desintegración de los machos de fundición, de modo que queden cantidades tan reducidas como sea posible del material de molde dentro o sobre la pieza de fundición.

40 En la práctica, la temperatura a la que tiene lugar el tratamiento térmico realizado para el desarenado térmico se ajusta lo suficientemente alta, para que el aglutinante se queme por completo tanto como sea posible. La arena de molde que queda como residuo se puede preparar entonces con poco esfuerzo para su reutilización.

45 El desarenado térmico se puede aprovechar de manera particularmente efectiva, por ejemplo, como se conoce a través del documento DE 693 18 000 T3 (EP 0 612 276 B1), si el desarenado de la pieza de fundición y la preparación de la arena de molde se combinan con un tratamiento incandescente de desprendimiento de la pieza de fundición y estas tres etapas de trabajo se llevan a cabo durante un paso continuo en un horno. A fin de mejorar el resultado de la preparación de la arena de molde, los fragmentos de los machos de fundición que se desprenden de las piezas de fundición en el horno se reciben en un lecho de arena de molde que se fluidifica a través de la inyección de una corriente gaseosa fluida, de modo que los fragmentos de la arena de molde se encuentran constantemente en movimiento y, como consecuencia del esfuerzo abrasivo al que son sometidos de esta manera, se desintegran rápidamente en sus partículas individuales de arena.

55 La combinación de desarenado térmico, preparación de la arena de molde y tratamiento de desprendimiento incandescente de la pieza de fundición requiere un tiempo de permanencia relativamente prolongado de las piezas de fundición en el horno respectivo. Cuando se van a tratar por calor en un paso continuo los moldes de fundición y las piezas de fundición para realizar debidamente la operación técnica a gran escala en procedimientos del tipo discutido aquí, esto lleva a hornos de paso continuo de longitud considerable. También se observa que el desarenado térmico de machos de fundición que forman en la pieza de fundición aberturas de paso se logra de manera solo poco confiable incluso cuando en cuanto a estas aberturas de paso se trata de aberturas cilíndricas o similares que poseen un diámetro de gran tamaño.

60 A la luz de la técnica anterior descrita previamente, el objetivo subyacente era el de mejorar la efectividad y el resultado de desarenado de un procedimiento del tipo indicado inicialmente.

65 A fin de lograr este objetivo, la invención propone el procedimiento indicado en la reivindicación 1.

En las reivindicaciones finales se indican realizaciones ventajosas del procedimiento de acuerdo con la invención y

se describen detalladamente a continuación como idea general de la invención.

Al igual que en el desarenado térmico del tipo descrito previamente, de acuerdo con la invención, al desmoldar una pieza de fundición, fundida a partir de una masa fundida de metal ligero, de un molde de fundición que comprende al menos un macho de fundición que forma en la pieza de fundición una abertura de paso que comunica dos lados externos de la pieza de fundición y que está hecha de un material de molde que se aglutina mediante un aglutinante que se desintegra por la acción de la temperatura, el molde de fundición se somete, para el desmoldeo, a un tratamiento térmico en un horno, calentándolo a una temperatura a la que el aglutinante del macho de fundición pierde su acción aglutinante.

De acuerdo con la invención se inyecta ahora gas caliente a través de un paso que está formado en el macho del molde de fundición que forma la abertura de paso, cuya temperatura corresponde al menos a la temperatura a la que el aglutinante del material de molde pierde su acción aglutinante, de modo que el macho de fundición que forma la abertura de paso por la acción del gas caliente se desintegra en fragmentos o partículas individuales de arena. A este respecto, el conducto de paso del molde de fundición se dispone en el macho de fundición que forma la abertura de paso, de modo que conduce desde un primer lado externo hacia otro lado externo del molde de fundición.

Cuando se habla aquí de la "pérdida de la acción aglutinante", se entiende en este sentido en cada caso que el aglutinante a causa de una combustión al menos parcial o de otro tipo de descomposición química al menos de manera parcial ya no es capaz de mantener unido el material de molde del macho de fundición.

El paso del molde de inyección previsto de acuerdo con la invención ya puede estar presente al entrar en el horno. A este respecto, para evitar una pérdida de acción prematura del aglutinante, se puede cerrar la abertura de paso primeramente a través de un medio auxiliar como una cubierta delgada de material combustible, por ejemplo, cartón, arena, vellón combustible o materiales similares. De este modo se contrarresta el peligro de que se produzca ya en el área del paso una corriente continua del paso con aire ambiental y con ello una combustión prematura del aglutinante del macho de fundición que forma la abertura de paso de la pieza de fundición. La cubierta se quema después de muy poco tiempo en el horno, de modo que se produce el efecto aprovechado de acuerdo con la invención, es decir, la corriente continua del paso con gas caliente en el horno.

Como alternativa, también es posible formar el paso recién en el horno, por ejemplo, formando el molde de fundición de modo que el paso queda libre cuando a causa de la descomposición del aglutinante se desprende una primera pieza de molde desde el molde de fundición o incorporando el paso en el área de entrada del horno por acción de fuerza mecánica en el molde de fundición.

Por lo tanto, de acuerdo con la invención se emplea un molde de fundición que se forma de modo que aumenta claramente la intensidad con la que se expone a la atmósfera caliente que prevalece durante el tratamiento térmico, en comparación con procedimientos convencionales. Para este fin se proporciona en el molde de fundición al menos un paso, a través del cual llega gas caliente formado desde la atmósfera del horno también hacia machos de fundición del molde de fundición que se encuentran dentro de la pieza de fundición. De este modo también se calientan rápidamente los machos de fundición dispuestos en el interior de la pieza de fundición a una temperatura a la que su aglutinante pierde su acción. Esto ocurre primeramente en el macho de fundición que está provisto del paso a través del que fluye el gas caliente, pero también, si están presentes, en los machos de fundición adyacentes a él, los cuales forman canales adicionales, cavidades y similares en la pieza de fundición.

En hornos convencionales de tratamiento térmico para moldes de fundición y piezas de fundición del tipo mencionado aquí, la atmósfera del horno contiene oxígeno, de modo que también puede contener oxígeno el gas caliente conducido a través del paso previsto de acuerdo con la invención. La ventaja particular de la corriente de paso continuo del molde de fundición con gas caliente prevista de acuerdo con la invención consiste en que con el gas caliente llegan también cantidades mayores de oxígeno hacia las áreas ubicadas dentro del molde de fundición, con lo que se promueve la combustión del aglutinante del material de molde y, por consiguiente, se acelera y se completa también la descomposición de los machos de fundición ubicados en el interior.

Además de la aceleración de la descomposición del aglutinante de los machos de fundición, el calentamiento acelerado originado a través de la corriente de paso continuo directo de machos de fundición ubicados en el interior del molde de fundición con gas caliente de acuerdo con la invención lleva a mayores tensiones térmicas dentro de los machos de fundición que contribuyen igualmente a un aumento de la efectividad y una optimización del resultado del desarenado térmico causado de acuerdo con la invención.

Fundamentalmente es concebible forzar la corriente de gas caliente que fluye a través del paso previsto en el molde de fundición de acuerdo con la invención a través de un ventilador o algo similar. Sin embargo, los ensayos prácticos demostraron que también es suficiente la convección natural a fin de lograr los efectos aprovechables de acuerdo con la invención. De este modo, tiene lugar el efecto de chimenea, a través del cual se forma una corriente de gas caliente natural a través del paso, en casi cualquier orientación del paso. Para este propósito es particularmente ventajoso si se orienta verticalmente en el horno el conducto de paso continuo a través del cual fluye gas caliente en

el horno. Esto se puede realizar de manera particularmente sencilla si en cuanto a las piezas de fundición de metal ligero se trata de bloques de motor para motores de combustión cuya en cada caso al menos una abertura de cilindro y la cámara de cigüeñal adyacente se moldea a través de al menos un macho de fundición provisto de acuerdo con la invención de un paso para el gas caliente.

5 Se sobrentiende, a este respecto, que es decisivo que el paso previsto de acuerdo con la invención se extienda completamente a través del molde de fundición, independientemente de cuántos machos moldean la respectiva
 10 abertura de paso continuo. Por consiguiente, en un molde de fundición previsto para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención, la abertura de paso de la pieza de fundición se puede formar a través de dos o más machos de fundición que presentan, cada uno, un paso, estando interconectados los pasos de los machos de fundición y el gas caliente en el horno los atraviesa de manera conjunta. Un ejemplo para semejante realización es el molde de fundición que ya se mencionó anteriormente, para un bloque de motor para un motor de combustión, en el que la respectiva abertura de cilindro se moldea a través de uno o varios machos de fundición que se asientan sobre otro macho de fundición que moldea la cámara de cigüeñal del bloque de motor. De acuerdo con la invención
 15 todos estos machos de fundición están provistos de un paso, estos pasos se orientan de manera óptima en forma alineada, de modo que se hace posible un flujo de corriente sin obstáculos con gas caliente.

La invención demostró ser particularmente de ventaja en aquellos moldes de fundición que se configuran como paquete de machos que se compone de dos o más machos de fundición. A este respecto, se sobrentiende que semejante paquete de machos no solamente puede comprender machos de fundición, sino también de manera conocida, elementos refrigerantes de metal o arena de mineral de cromo, como hierro refrigerante para la vía de soporte, la perforación de cilindro u otras áreas sometidas a gran esfuerzo del motor de combustión. Se incluyen también coquillas refrigerantes, placas refrigerantes de hierro que pueden sustituir machos completos y todas las piezas funcionales semejantes. Del mismo modo, en el paquete de machos se pueden asentar así denominados "revestimientos" de forma cilíndrica que están hechos de un material más resistente que el material de fundición a partir del cual se funde el motor y que en el motor de combustión acabado delimitan las cámaras de cilindros en las que se mueven los pistones del motor durante su funcionamiento.

El calentamiento rápido e intensivo causado a través del diseño del molde de fundición de acuerdo con la invención lleva específicamente en moldes de fundición de paquete de machos a elevadas tensiones térmicas una combustión intensiva del aglutinante, lo cual favorece la descomposición completa de los machos de fundición, ubicados en el interior y en el exterior. De este modo, se pudo demostrar que con el desarenado térmico de bloques de motor realizado de acuerdo con la invención, la arena de los machos de fundición provistos del paso que lleva gas caliente, los cuales forman la cámara de cigüeñal y las aberturas de cilindro del bloque de motor se retiró casi sin dejar residuos y también los machos de fundición ubicados en el exterior pudieron ser retirados en una proporción claramente mayor de lo que es posible con procedimientos convencionales.

La efectividad del desarenado de los machos de fundición ubicados en el exterior de un paquete de machos de molde de fundición se puede mejorar adicionalmente gracias a que se forman depresiones en las partes laterales externas de los machos de fundición que forman el molde de fundición del paquete de machos. A través de estas depresiones no solamente se reduce de manera conocida la arena de molde y al mismo tiempo el peso del molde de fundición, sino que se aumenta también la superficie de ataque para el gas caliente. De esta manera llegan grandes cantidades de oxígeno hacia la profundidad del macho de fundición que forma la parte lateral correspondiente, de modo que su aglutinante se quema sustancialmente por completo en un tiempo reducido.

Siempre que el molde de fundición sea un paquete de machos, partes laterales en forma de placas recubren por lo general el fondo, los lados y la cubierta del molde de fundición. En particular, en un molde de fundición diseñado de esta manera se demostró que es particularmente ventajoso si el al menos un macho de fundición que forma la abertura de paso de la pieza de fundición entra en contacto con la parte lateral respectiva que forma la terminación externa del molde de fundición y el paso del macho de fundición que forma la abertura de paso se prolonga en la parte lateral externa, hasta la superficie externa del molde de fundición. El gas caliente, que fluye entonces también a través del paso de la parte lateral correspondiente, hace que se calienten rápidamente las áreas adyacentes al paso de la parte lateral, con la consecuencia de que el aglutinante presente allí se quema de manera acelerada y se producen tensiones que aceleran la descomposición de la parte lateral.

Se demostró que el procedimiento de acuerdo con la invención es particularmente efectivo cuando el tratamiento térmico al que se somete el molde de fundición en el horno se realiza como tratamiento incandescente de desprendimiento de la pieza de fundición. El flujo de corriente continua con gas caliente, que tiene lugar en un paso ubicado en el interior del molde de inyección, no solamente produce un calentamiento rápido del macho de fundición provisto en cada caso con el paso para el gas caliente, sino favorece también un calentamiento acelerado y al mismo tiempo más uniforme del volumen de la pieza de fundición, puesto que en el horno el calor ya no tiene que penetrar exclusivamente desde el lado externo hasta el interior de la pieza de fundición, sino que también se conduce calor directamente hacia una región ubicada en el interior.

Al igual que la combinación conocida por sí misma, con una recocido por disolución en combinación con un desarenado térmico, de acuerdo con la invención se puede realizar la preparación conocida por sí misma del

material de molde, con la que los fragmentos que se forman a través de la descomposición del aglutinante y se desprenden de la pieza de fundición se atrapan y se retienen dentro del horno hasta quemarse también el aglutinante que aún quedaba en los fragmentos. A este respecto, la descomposición de los fragmentos en partículas de arena de molde individuales se puede fomentar de manera conocida por sí misma gracias a que se mantienen en movimiento los fragmentos atrapados en el horno a través de la inyección de una corriente de gas hacia dentro del lecho de material de molde que se forma en el horno a partir de los fragmentos.

De este modo, como resultado, con la invención se logra de manera sencilla retirar térmicamente los machos de piezas de fundición de manera más rápida y eficiente de lo que esto es posible con procedimientos convencionales. Debido a la descomposición más rápida y el calentamiento rápido hasta la respectiva temperatura de tratamiento térmico, se puede reducir claramente el tiempo de permanencia o el tiempo de paso continuo durante el cual el molde de fundición respectivo permanece dentro del horno de tratamiento térmico. Esto ocurre particularmente cuando el desarenado, de acuerdo con la invención, se combina con un tratamiento de recocido por disolución de la pieza de fundición. De este modo, se pudo comprobar que el procedimiento de acuerdo con la invención puede reducir claramente el tiempo de recocido por disolución, es decir, el tiempo durante el que se tenía que mantener la pieza de fundición en la temperatura de desprendimiento. En pruebas prácticas se observó aquí que con un procedimiento de acuerdo con la invención los tiempos de paso continuo que se requieren para el desarenado y la recocido por disolución que ocurre durante el paso continuo de bloques de motor para motores de combustión fundidos a partir de una masa fundida de aluminio pueden ser hasta 60 minutos más cortos que con procedimientos convencionales. Las investigaciones prácticas permiten esperar que sea posible lograr reducciones aún mayores.

Luego del desarenado térmico, realizado de acuerdo con la invención, en la pieza de fundición queda una cantidad claramente menor de arena residual que con procedimientos convencionales, puesto que no solamente en la región de la respectiva abertura de paso tiene lugar una mejor separación de machos, sino que, a causa del calentamiento más rápido de la pieza de fundición, también se calientan con mayor rapidez otros machos ubicados en el interior del molde de fundición, de modo que también con ellos se produce una descomposición más intensiva del aglutinante y junto con esto los machos respectivos se descomponen en fragmentos pequeños y partículas de arena que pueden drenarse fácilmente desde la pieza de fundición. De este modo, aquellas piezas de fundición desarenadas de acuerdo con la invención cumplen con los más estrictos requerimientos de calidad sin que sean necesarias medidas costosas para retirar residuos de suciedad y arena de los canales a ser formados en la pieza de fundición.

A través de la descomposición rápida, lograda de acuerdo con la invención y el rápido calentamiento de la pieza de fundición, es posible reducir los tiempos requeridos para la separación térmica de machos y para el tratamiento combinado asociado de recocido por disolución. Esto a su vez permite que los hornos requeridos para la realización del procedimiento en el paso continuo puedan ser construidos con longitudes más cortas y, por consiguiente, de manera más económica, y que puedan ser operados con gastos energéticos más reducidos. A través del paso previsto de acuerdo con la invención se logra además una reducción de material de molde y de peso, lo que contribuye adicionalmente a la reducción de costos lograda a través del procedimiento de acuerdo con la invención.

A continuación se describirá la invención de manera más detallada haciendo referencia a un dibujo que representa un ejemplo de realización. En los dibujos muestran, en cada caso:

- la figura 1 un molde de fundición en una vista en perspectiva,
- la figura 2 el molde de fundición, de acuerdo con la figura 1, en una vista desde arriba,
- la figura 3 el molde de fundición, de acuerdo con la figura 1, en una sección a lo largo de la línea de sección X-X indicada en la figura 1,
- la figura 4 la secuencia de las etapas de trabajo, completadas durante la fabricación de una pieza de fundición, incluyendo el procedimiento de acuerdo con la invención,
- la figura 5 el desarrollo de la temperatura en la pieza de fundición de bloque de motor, durante el paso continuo a través de un horno de paso continuo, hasta alcanzar la temperatura de recocido por disolución, en función del tiempo.

El molde de fundición 1, en forma de paralelepípedo, se utiliza para la fundición de un bloque de motor M, para un motor de combustión que no se ilustra aquí en mayor detalle.

El molde de fundición 1 se ensambla como paquete de machos a partir de una pluralidad de machos de fundición. Los machos de fundición se fabrican en cada caso, de manera conocida por sí misma, a partir de un material de molde que se formó como mezcla formada por de arena de molde y un aglutinante orgánico y eventualmente aditivos agregados opcionalmente en una sopladora de machos, no ilustrada aquí, dando lugar a los machos de fundición que se solidificaron a continuación a través del gaseado con un gas reactivo.

Como alternativa, los machos se pueden fabricar con todos los procedimientos de fabricación de machos orgánicos

conocidos en el estado de la técnica, como por ejemplo caja caliente, Hotbox, Croning, procedimientos de moldeo manual y procedimientos de autosolidificación sin catalizadores.

5 Los machos de fundición del molde de fundición 1 incluyen un macho de fundición 2 que forma el fondo del molde de fundición 1 y sobre el que se estructuran los demás machos de fundición del molde de fundición 1, dos machos de fundición 3, 4, de los cuales en cada caso uno está asociado a uno de los lados longitudinales del molde de fundición 1 y los cuales delimitan el molde de fundición 1 en sus lados longitudinales, dos machos de fundición 5, 6, de los cuales en cada caso uno está asociado a uno de los lados frontales del molde de fundición 1 y los cuales delimitan el molde de fundición 1 en sus lados frontales, y un macho de cubierta 7 que cierra al molde de fundición 1 en su lado superior.

15 En los machos de fundición 3, 4 que forman la terminación lateral del molde de fundición 1, en sus lados longitudinales, y los machos de fundición 5, 6 que forman la terminación lateral del molde de fundición 1, en sus lados frontales, se forman, en cada caso, una pluralidad de depresiones 8, 9. Las depresiones 8, 9 se disponen, a este respecto, de tal modo y en tal profundidad dentro del respectivo macho de fundición 3-6 que, por un lado, en la región de su fondo queda un grosor de pared que es suficiente para delimitar de manera segura la cámara de fundición confinada por el molde de fundición 1, pero por otro lado entre las depresiones 8, 9 quedan solamente tabiques 10, 11 con un grosor que garantiza una dureza suficiente para la rigidez de molde del respectivo macho 3-6, pero al mismo tiempo hace posible una ruptura simple de los tabiques 8, 9 y de manera simultánea la del respectivo macho de fundición 3-6 cuando queda inefectivo el aglutinante del material de molde a partir del cual se forman los machos de fundición 3-6.

25 Dentro del macho de cubierta 7, se forman cuatro aberturas de canal de paso continuo 13-14, orientadas de manera perpendicular a la superficie de cubierta externa plana 12 del macho de cubierta 7 y dispuestas en intervalos uniformes, que conducen desde la superficie de cubierta 12 hacia dentro del espacio confinado por los machos de fundición 2-7.

30 Dentro de la región de borde adyacente a la superficie de cubierta 12 de las aberturas de paso 6, se forma un saliente circunferencial. Sobre este saliente se asienta en cada caso una cubierta E de aproximadamente 1 cm de grosor, fabricada a partir del material de molde del que está formado también el macho de cubierta 7 propiamente dicho, a partir de cartón o fieltro combustible, el cual se extiende de manera suelta dentro de la abertura 13-16, a fin de mantener cerradas las aberturas de paso 13-16, después de vaciar la pieza de fundición de bloque de motor M, hasta que comienza el tratamiento térmico realizado para el desarenado y la recocido por disolución. Como alternativa a una cubierta separada E, las aberturas de paso 13-16 también se pueden cerrar con una capa de cubierta comunicada de una sola pieza con el material de macho circundante del macho de cubierta 7, la cual, cuando se expone a la temperatura reinante durante el tratamiento térmico, se rompe rápidamente y deja libre la respectiva abertura de paso 13-16. En las figuras 2 y 3 se omiten las cubiertas E, de modo que quedan visibles los pasos despejados D1-D4, formados de la manera descrita más adelante, previstos de acuerdo con la invención.

40 Dentro del espacio confinado por los machos de fundición 2-7, sobre un macho de fundición central 17 que forma la parte superior de la cámara de cigüeñal K de la pieza de fundición de bloque de motor M, en un asiento previsto en cada caso para este fin, se asientan cuatro pares de machos de fundición anulares, apilados, en cada caso dos, uno sobre el otro, 18, 18b, 19a, 19b, 20a, 20b y 21a, 21b. Los pares de machos de fundición 18a, 18b, 19a, 19b, 20a, 20b y 21a, 21b delimitan con sus superficies circunferenciales externas en cada caso una de las cuatro cámaras de cilindro de la pieza de fundición de bloque de motor M, de las cuales, por razones de claridad, en la figura 4 se representan simbólicamente solo tres cámaras de cilindro Z1-Z3. Las cámaras de cilindro forman en cada caso una abertura de paso de la pieza de fundición de bloque de motor M. Las aberturas anulares confinadas por los machos de fundición 18a-21b se orientan al mismo tiempo de manera alineada entre ellas y en relación con las aberturas de paso 13-16 asociadas en cada caso del macho de cubierta 7, asentado de manera adyacente sobre el borde asociado del respectivo macho de fundición superior 18b, 19b, 20b, 21b, creando la continuidad de las aberturas de paso 13-16.

55 Como prolongación del espacio anular del respectivo macho de fundición 18a, 19a, 20a, 21a de los machos de fundición 18a-21b se forma en el macho de fundición 17 en forma de placa en cada caso una abertura adicional de paso 22-25 que se dispone igualmente de manera alineada a la abertura de paso 13-16 asociada del macho de cubierta 7.

60 En su extremo inferior asociado al macho de fondo 2, las aberturas de paso 22-25 se prolongan en cada caso en una abertura de paso 26-29. Las aberturas de paso 26-29 se forman ensanchándose en forma de embudo en la dirección del macho de fondo 2 en un macho de fundición adicional 30 que moldea la parte inferior de la cámara de cigüeñal K y se asienta sobre el macho de fondo 2.

65 Dentro del macho de fondo 2 se forman finalmente cuatro aberturas de paso adicionales 31-34, de las cuales en cada caso una está asociada a una de las aberturas de paso 26-29.

Las aberturas de paso 13, 22, 26 y 31 orientadas de manera alineada entre ellas y coaxialmente a un eje longitudinal

en común L1 forman, de manera conjunta con las aberturas anulares, rodeadas por los machos de fundición 18a, 18b un primer paso D1, el cual conduce desde la superficie plana de apoyo 35, con la que el macho de fondo 2 durante el funcionamiento se para sobre la respectiva base, hacia la superficie de cubierta igualmente plana 12 del macho de cubierta 7.

5 De manera correspondiente, las aberturas de paso 14, 23, 27 y 32 orientadas en forma alineada entre ellas y coaxialmente a un eje longitudinal L2 dispuesto en forma paralela al eje longitudinal L1 forman conjuntamente con las aberturas anulares rodeadas por los machos de fundición 19a, 19b un segundo paso D2, las aberturas de paso 15, 24, 28 y 33 orientadas en forma alineada entre ellas y coaxialmente a un eje longitudinal L3 dispuesto en forma
10 paralela al eje longitudinal L1 forman conjuntamente con las aberturas anulares rodeadas por los machos de fundición 20a, 20b un tercer paso D3 y las aberturas de paso 16, 25, 29 y 34 orientadas de forma alineada entre ellas y coaxialmente a un eje longitudinal L4 dispuesto igualmente en forma paralela al eje longitudinal L1 forman conjuntamente con las aberturas anulares rodeadas por los machos de fundición 21a, 21b un cuarto paso D4.

15 Para fabricar un bloque de motor M, en una primera estación de procesamiento se ensambla el molde de fundición 1, a partir de los machos de fundición 2-7, 17, 18a-21b y 30, al igual que otros machos de fundición no ilustrados aquí por razones de claridad.

20 A continuación se llena el molde de fundición 1 con masa fundida de aluminio. A este respecto, el molde de fundición 1 se orienta alrededor de un eje de rotación orientado horizontalmente de modo que él se dispone arriba y el macho de cubierta 2 se dispone abajo en la dirección de la fuerza de gravedad. De este modo, una abertura de llenado no visible en las figuras 1-3 de un alimentador tampoco ilustrado en las figuras 1-3, con el cual se realiza el llenado del molde de fundición 1, para el llenado se dispone arriba, mientras que el alimentador se encuentra abajo en la
25 dirección de la fuerza de gravedad. Al finalizar el procedimiento de llenado, el molde de fundición 1 se gira nuevamente alrededor del eje de giro orientado horizontalmente, de modo que ahora el alimentador y el macho de fundición 7 se ubican arriba, mientras que la abertura de llenado del alimentador se dispone abajo en dirección de la fuerza de gravedad. A través de este método conocido también como "fundición por rotación" se logra una solidificación uniforme de la pieza de fundición en el molde de fundición 1.

30 No antes de comenzar la solidificación y, a más tardar, después de solidificarse completamente la masa fundida de aluminio en el molde de fundición 1, el molde de fundición 1 ingresa dentro de un horno de paso continuo O, en el que se desarena el bloque de motor M, el bloque de motor M se somete a un tratamiento de recocido por disolución y el material de molde, que se desprende del bloque de motor M de los machos de fundición del molde de fundición 1, se prepara para su reutilización.

35 El molde de fundición 1 que ingresa en el horno 1 se calienta para este fin hasta la temperatura de recocido por disolución, la cual, dependiendo de la aleación de fundición de Al procesada en cada caso se ubica normalmente en la región desde 450 hasta 550 °C. Esta temperatura de recocido por disolución es mayor que la temperatura a partir de la que se quema el aglutinante del material de molde de los machos del molde de fundición 1.

40 A causa de la convección natural, a este respecto, se producen corrientes de gas caliente H que fluyen desde abajo a través de los pasos D1-D4 del molde de fundición 1. De este modo comienza la descomposición del molde de fundición 1 no solamente en la región de los machos externos de fundición 2-7, sino también en las regiones alcanzadas por las corrientes de gas caliente H1-H4 de los machos de fundición 17, 18a-21b y 30 en el interior del
45 molde de fundición 1. Al mismo tiempo, el metal ligero del bloque de motor M se calienta rápidamente no solo desde el lado externo del molde de fundición 1, sino también desde adentro hasta la temperatura de recocido por disolución.

50 Al avanzar el calentamiento y la combustión simultánea del aglutinante de su material de molde, el aglutinante se vuelve cada vez más inefectivo, los machos de fundición laterales 2-7 y los machos de fundición 2-7, 17, 18a-21b y 30 comienzan a fracturarse. Los fragmentos que se desprenden de la pieza de fundición de bloque de motor M y las partículas de arena B se atrapan en un lecho de arena SB previsto por debajo de la vía transportadora F del molde de fundición 1 en el horno O.

55 A fin de mantener en movimiento los fragmentos B, recolectados en el lecho de arena SB, para promover su trituración y regeneración, se inyecta gas caliente HG mediante inyectores incorporados en el fondo del horno O hacia dentro del lecho de arena SB. A través de la fluidificación así lograda y el atemperado del lecho de arena SB, se quema el aglutinante que queda todavía en los fragmentos B de machos de fundición y los fragmentos B se desintegran en sus partículas individuales de arena. La arena de molde S obtenida a través de esta preparación se
60 envía para su reutilización de regreso hacia la máquina disparadora de machos, la cual fabrica los machos de fundición, con los que se ensambla el respectivo molde de fundición 1.

65 En la medida en que se transporta la pieza de fundición de bloque de motor M, en dirección hacia la salida del horno O, más completo será el desarenado del bloque de motor M, hasta que finalmente se desprenden del mismo incluso los fragmentos B más pequeños.

Al llegar a la salida del horno O, se ha concluido también el tiempo requerido para el tratamiento de recocido por disolución, de modo que la pieza de fundición de bloque de motor M se puede enfriar hasta temperatura ambiente en una estación por la que pasa directamente a continuación. Luego se realiza un procesamiento mecánico en el que se separa el alimentador y se llevan a cabo operaciones de procesamiento adicionales de desprendimiento de virutas en el bloque de motor M. Finalmente se realiza entonces de manera opcional un tratamiento de externalización.

En la figura 5 se representa el desarrollo de la temperatura de la pieza de fundición de bloque de motor M en el horno O para una pieza de fundición de bloque de motor desarenada en la forma de operación convencional y sometida a recocido por disolución (línea discontinua) y una pieza de fundición de bloque de motor semejante, desarenada y sometida a recocido por disolución de acuerdo con la invención (línea continua). Los moldes de fundición que contienen la respectiva pieza de fundición ingresaron en el horno O después de llegar a una temperatura inferior a la temperatura de *liquidus* de la masa fundida de aluminio, a partir de la cual se vacían las piezas de fundición, pero sin una solidificación completa de la respectiva pieza de fundición de bloque de motor. Gracias a que las piezas de fundición de bloque de motor ya se envían al horno O en un estado semisólido solamente, se puede aprovechar el calor de fundición que aún se conserva en este estado.

La temperatura de la pieza de fundición en la forma de operación convencional y de acuerdo con la invención al ingresar en el horno O era de aproximadamente 430 °C en cada caso. Sin embargo, la pieza de fundición atravesada por una corriente de gas caliente de acuerdo con la invención alcanzó la temperatura de recocido por disolución TLG de aproximadamente 485 °C de forma claramente más rápida que la pieza de fundición calentada convencionalmente sin ser atravesada por una corriente. En consecuencia, la pieza de fundición atravesada por una corriente de gas caliente de acuerdo con la invención permaneció en el horno convencional O aproximadamente 90 minutos más en la temperatura de recocido por disolución TLG que la pieza de fundición tratada convencionalmente. Por consiguiente, puesto que el desarenado en el procedimiento de acuerdo con la invención se realizó de manera sustancialmente más efectiva, el procedimiento de acuerdo con la invención hace posible acortar el proceso de desarenado y de recocido por disolución en aproximadamente 30 % en comparación con procedimientos convencionales.

30 Símbolos de referencia

1	Molde de fundición
2	Macho de fundición de fondo
3, 4	Machos de fundición que delimitan los lados longitudinales del molde de fundición 1
35 5, 6	Machos de fundición que delimitan los lados frontales del molde de fundición 1
7	Macho de cubierta
8, 9	Depresiones
10, 11	Tabiques
12	Superficie de cubierta del macho de cubierta 7
40 13-16	Aberturas de paso del macho de cubierta 7
17	Macho de fundición
18a-21b	Machos de fundición de forma anular
22-25	Aberturas de paso del macho de fundición 17
26-29	Aberturas de paso del macho de fundición 30
45 30	Macho de fundición
31-34	Aberturas de paso del macho de fondo 2
35	Superficie de apoyo del macho de fundición de fondo 2
B	Fragmentos de macho de fundición
D1-D4	Pasos
50 E	Cubierta
H	Gas caliente
HG	Corrientes de gas caliente
K	Cámara de cigüeñal del bloque de motor M
M	Pieza de fundición del bloque de motor
55 O	Horno de paso continuo
S	Arena de molde preparada
SB	Lecho de arena
Z1-Z3	Cámaras de cilindros del bloque de motor M
F	Vía de transporte

60

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para desmoldar una pieza de fundición (M), fundida a partir de una masa fundida de metal ligero, de un molde de fundición (1) que comprende al menos un macho de fundición (2-7, 17, 18a-21b, 30) que forma en la
 5 pieza de fundición (M) una abertura de paso (Z1-Z3) que comunica dos lados externos de la pieza de fundición y que está fabricado a partir de un material de molde aglutinado mediante un aglutinante que se descompone por la acción de la temperatura, sometiéndose el molde de fundición (1), para el desmoldeo, en un horno (O) a un tratamiento térmico en el que se calienta a una temperatura a la que el aglutinante pierde su efecto aglutinante, **caracterizado por que**, en el horno (O), un paso (D1-D4) formado en el macho de fundición (18a-21b) del molde de fundición (1)
 10 que forma la abertura de paso es atravesado por una corriente de gas caliente (H), cuya temperatura corresponde al menos a la temperatura a la que el aglutinante del material de molde pierde su acción aglutinante, de modo que el macho de fundición (18a-21b) que forma la abertura de paso (Z1-Z3) se descompone, a causa de la acción del gas caliente, en fragmentos (B) o partículas de arena individuales.
- 15 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el paso (D1-D4) del macho de fundición (18a-21b) del molde de fundición (1) está orientado verticalmente en el horno (O).
3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la abertura de paso (Z1-Z3) de la pieza de fundición (1) está formada por dos o más machos de fundición (18a-21b) que presentan cada uno un paso (D1-D4) y **por que** los pasos (D1-D4) de los machos de fundición (18a-21b) asociados a una abertura de paso (Z1-Z3) se conectan entre sí y en el horno (O) pueden ser atravesados de forma conjunta por una corriente de gas caliente (H).
 20
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el molde de fundición (1) está configurado como paquete de machos compuesto por dos o más machos de fundición (2-7, 17, 18a-21b, 30).
 25
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** están formadas depresiones (8, 9) en los machos de fundición (3-6) que forman las partes laterales externas del molde de fundición (1).
 30
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el al menos un macho de fundición (18a-21b) que forma la abertura de paso (Z1-Z3) de la pieza de fundición (M) topa con una parte lateral (7) que forma la terminación externa del molde de fundición (1) y el paso (D1-D4) del macho de fundición (18a-21b) que forma la abertura de paso (Z1-Z3) se prolonga en la parte lateral externa (7) hasta la superficie externa (12) del molde de fundición (1).
 35
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el tratamiento térmico al que se somete el molde de fundición (1) en el horno (O) se realiza como tratamiento de recocido por disolución de la pieza de fundición (M).
 40
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los fragmentos (B) que se forman por la descomposición del aglutinante y que se desprenden de la pieza de fundición (M) de al menos el macho de fundición (2-7, 17, 18a-21b, 30) que forma la abertura de paso se recogen y se retienen en el horno (O) hasta que se haya quemado también el aglutinante contenido todavía en los fragmentos (B).
 45
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la pieza de fundición (M) es un bloque de motor para un motor de combustión interna y **por que** la abertura de paso formada por el al menos un macho de fundición (18a-21b) es una abertura de cilindro (Z1-Z3) de esta pieza de fundición (M).
- 50 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el molde de fundición (1) y la pieza de fundición (M) atraviesan el horno (O) en un paso continuo.

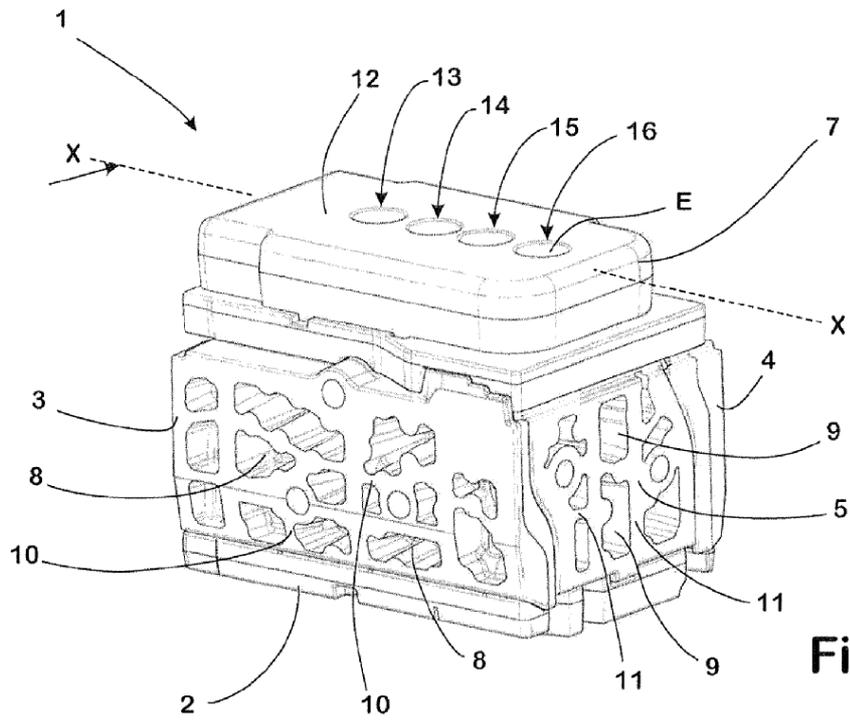


Fig. 1

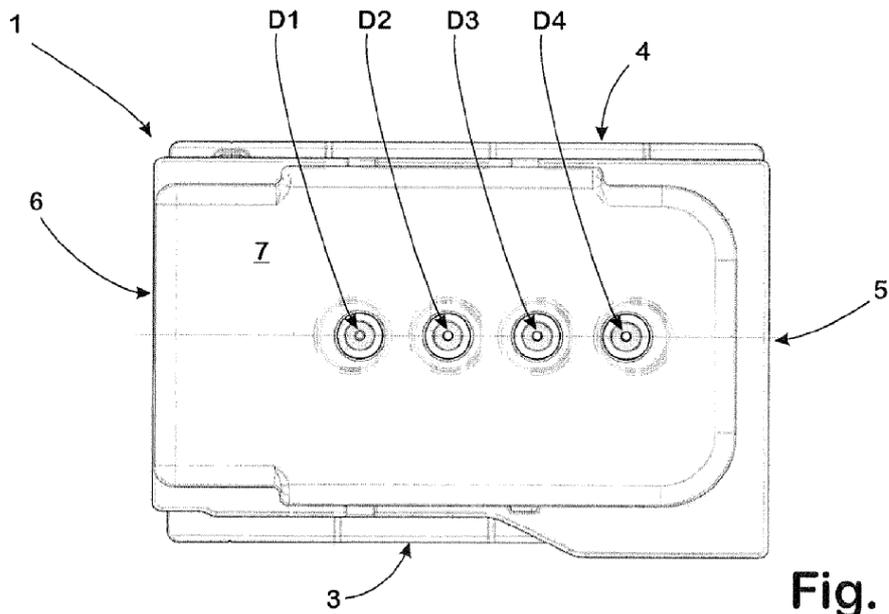


Fig. 2

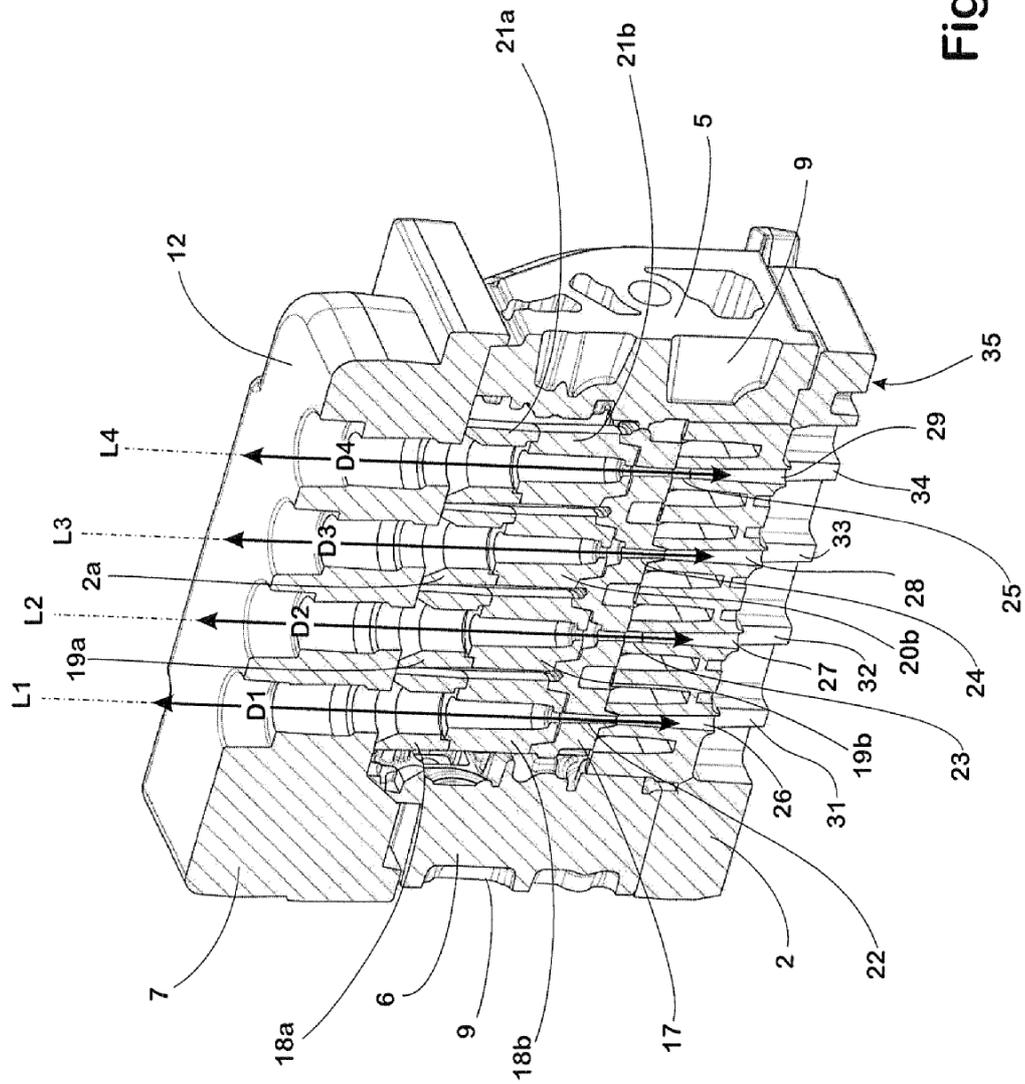


Fig. 3

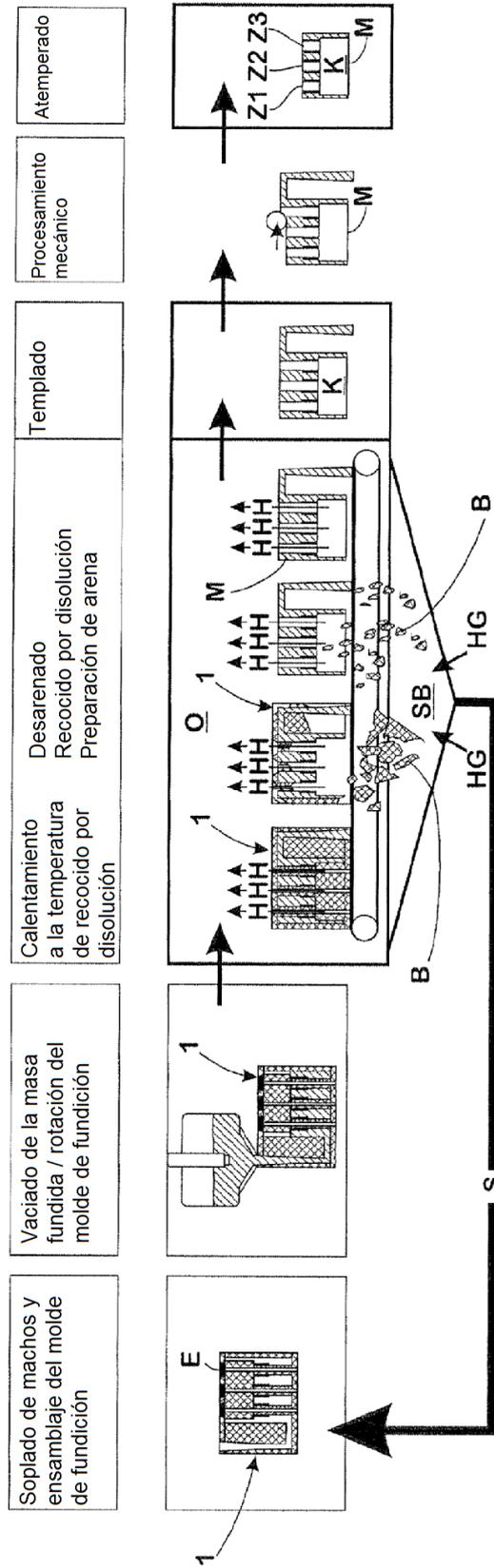


Fig. 4

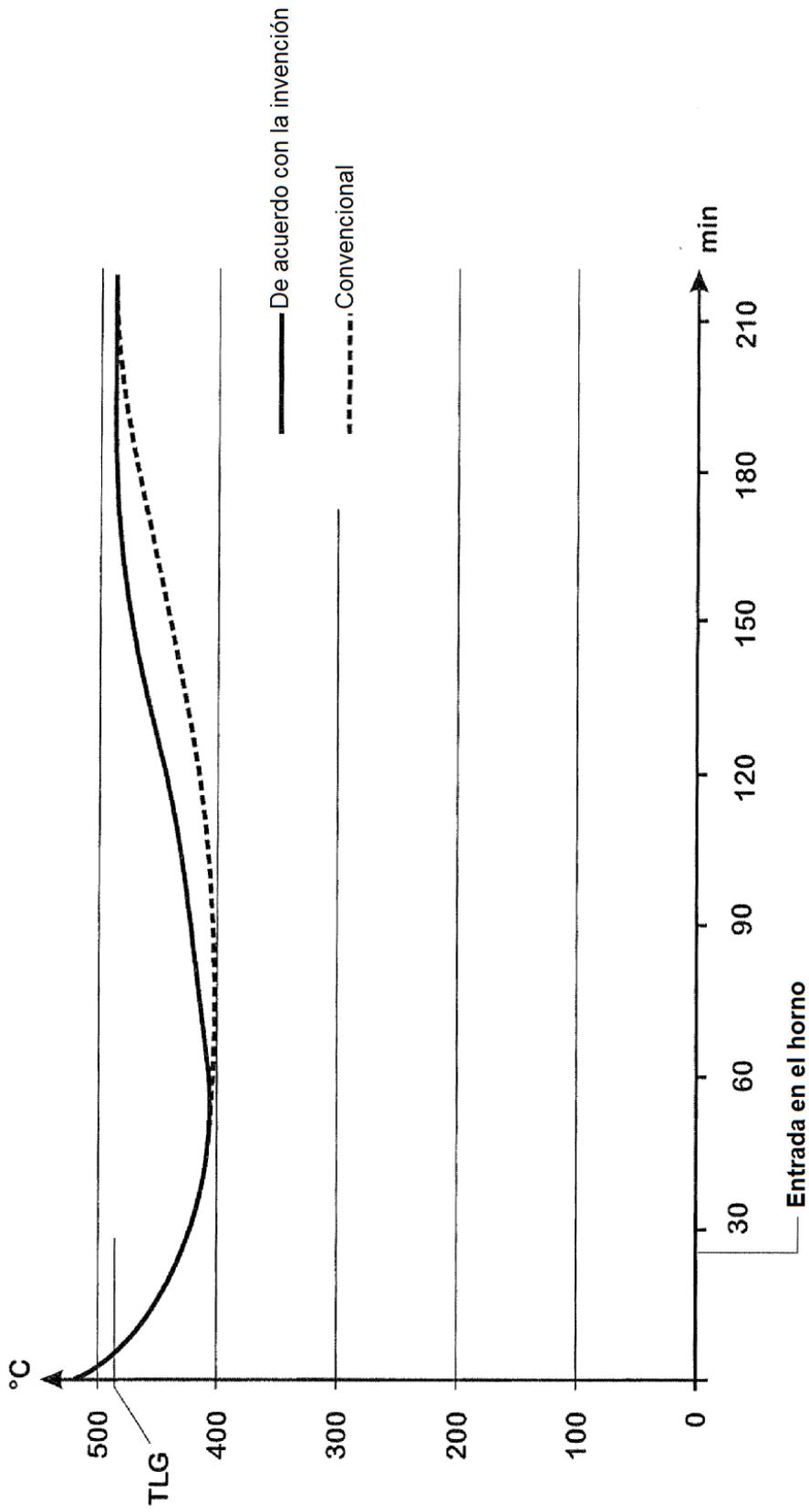


Fig. 5