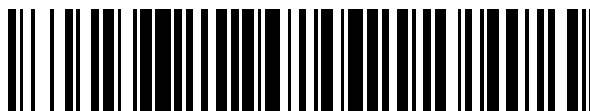


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 196**

51 Int. Cl.:
B29C 45/78 (2006.01)
B29C 45/77 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06754096 .3**
96 Fecha de presentación: **02.06.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1888316**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.02.2008**

54 Título: **Procedimiento para la regulación de un proceso de fundición inyectada de una máquina de fundición inyectada**

30 Prioridad:
10.06.2005 DE 102005027121
24.06.2005 DE 102005029705

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.06.2012

73 Titular/es:
PRIAMUS SYSTEM TECHNOLOGIES AG
BAHNHOFSTRASSE 36
8200 SCHAFFHAUSEN, CH

72 Inventor/es:
BADER, Christopherus

74 Agente/Representante:
Arpe Fernández, Manuel

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).

ES 2 383 196 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la regulación de un proceso de fundición inyectada de una máquina de fundición inyectada

5 El invento se refiere a un procedimiento para la regulación del tiempo de enfriamiento de una pieza inyectada en un proceso de fundición inyectada de una máquina de fundición inyectada con una herramienta de fundición inyectada, la cual forma al menos una cavidad para la pieza inyectada a fabricar, en cuyo caso se introduce una masa fundida en la cavidad a través de una entrada macho.

Estado de la técnica

El proceso de fundición inyectada de una máquina habitual de fundición inyectada está dividido básicamente en fases temporales diferentes entre las que se encuentran:

- 10 - el cierre de la herramienta
- la inyección de la masa fundida
- el tiempo de presión posterior
- el tiempo de enfriamiento de la pieza inyectada
- la apertura de la herramienta

- 15 - la extracción de la pieza inyectada

Mientras la apertura, el cierre y la extracción ocupan aproximadamente el 35% del recorrido temporal de un ciclo, la inyección ocupa el 5% y el tiempo de presión posterior un 10%, el tiempo para el enfriamiento ocupa al fin y al cabo el 50% del recorrido temporal del ciclo. Debido a que hoy en día se prefiere que los ciclos duren cada vez menos tiempo, la atención del desarrollo se concentra en la reducción de dicho tiempo.

- 20 Existen diferentes enfoques para calcular el tiempo de enfriamiento, en cuyo caso las ecuaciones matemáticas apenas varían entre sí. Una de las ecuaciones conocidas es, por ejemplo, la siguiente:

$$T_{cool} = \frac{s^2}{\pi^2 \cdot a_{eff}} \cdot \ln \left(\frac{4}{\pi} \cdot \frac{T_M - T_W}{T_E - T_W} \right)$$

donde,

T_{cool} = tiempo de enfriamiento

- 25 S = grosor medio de pared de la pieza del molde (mm)

a_{eff} = conductividad térmica

T_M = temperatura de fundición del plástico

T_E = temperatura del desmolde de la pieza de plástico

T_W = temperatura de la pared de la herramienta

- 30 Estas ecuaciones u otras similares se utilizan generalmente para calcular el tiempo de enfriamiento de una pieza moldeada o bien para estimarlo a groso modo antes de la producción. A partir de estas estimaciones a groso modo se realiza entonces la regulación del proceso de fundición inyectada.

- 35 En la actualidad se ofrece una regulación del tiempo de enfriamiento, cuyo objetivo es determinar los tiempos de enfriamiento más cortos posibles para cada ciclo durante la producción, interrumpir automáticamente el ciclo en este momento y abrir la herramienta para el desmolde de las piezas. En el caso de esta regulación del tiempo de enfriamiento se introduce el grosor de la pared de la pieza de molde y la conductividad térmica del plástico, así como la temperatura de fundición y la temperatura del desmolde, después de que ésta haya sido determinada en un determinado momento. El punto decisivo en este caso es el valor máximo de la temperatura de la pared de la herramienta, la cual se determina en cada ciclo. Al mismo tiempo se determina cuándo la presión interna dentro de la herramienta cae nuevamente a valores de la presión atmosférica (1 bar). Estos valores se comparan con los cálculos teóricos y a continuación se envían a la unidad del control de la máquina como valores optimizados a modo de una señal digital para abrir la herramienta. En la práctica, sin embargo, ha llamado la atención que apenas se
- 40

pudo conseguir una reducción en el tiempo. La selección de diferentes sensores térmicos pueden provocar una mayor difusión o un mayor error de medición.

En la EP-A-0704293 se describe un procedimiento para el templado de unidades de máquinas de fundición inyectada y herramientas de molde para el procesamiento de plástico. Este documento presenta los términos generales de la reivindicación 1.

La US-A-5411686 se refiere a un procedimiento para alcanzar tanto un valor constante de la temperatura del molde como un valor constante de la temperatura de fundición, como también un valor constante de la temperatura de la expulsión del objeto creado. Los correspondientes sensores térmicos se encuentran en medio de la herramienta.

Objetivo

El objetivo del presente invento es desarrollar un procedimiento de la manera anteriormente descrita, el cual conlleva una reducción de la duración del tiempo de los ciclos.

Solución del objetivo

El objetivo se alcanza mediante un procedimiento conforme a la reivindicación 1.

La consecución del objetivo lleva a que se determine el recorrido temporal de la temperatura de la pared de la herramienta en la cavidad y a que se regule el tiempo de enfriamiento en función del recorrido, en cuyo caso se utiliza como valor inicial para el recorrido de la temperatura de la pared de la herramienta una temperatura máxima de la pared de la herramienta o el punto de conmutación a presión posterior o el valor máximo de la presión interna de la herramienta, en cuyo caso la regulación temporal del recorrido de la temperatura se produce indirectamente en forma de un cálculo de la integral de la curva térmica, en cuyo caso la integral de la curva térmica se suma hasta alcanzar un valor umbral.

Se encontró también que la causa para un rápido desmolde no está en primer lugar en la pieza inyectada sino en la extracción del calor en la herramienta. Un buen enfriamiento, por ejemplo cerca de la superficie, evacúa el calor principalmente más rápido que un mal enfriamiento lejos de la superficie de la herramienta. Un núcleo de una aleación de cobre también evacúa mejor el calor que un típico núcleo de acero. Un análisis del procedimiento conforme al invento ha demostrado que mediante el tipo de enfriamiento elegido se puede ahorrar realmente hasta un 50% del tiempo de enfriamiento. Un hecho destacable, en este caso, es que el ahorro se refleja sin duda alguna en el recorrido de las curvas de la temperatura de la herramienta (véase la figura 1).

Se puede reconocer con claridad que en el caso de que se utilice una aleación de cobre para el núcleo de la herramienta la curva representada por una línea discontinua de puntos y rayas con el tiempo de enfriamiento decae con mayor rapidez, de tal modo que el desmolde puede empezar también rápidamente. En el caso de un enfriamiento cerca del contorno, representado aquí por una línea de puntos, sí que es cierto que se puede alcanzar una aceleración, sin embargo dicha aceleración no es muy elevada. En el caso de un mal enfriamiento estándar, como el utilizado hasta el momento, la curva también decae de forma substancialmente más lenta debido a la mala evacuación del calor. Hay que destacar que en el caso de las tres curvas las temperaturas máximas de la pared de la herramienta son prácticamente idénticas, lo que explica a su vez porqué el procedimiento descrito en el estado de la técnica no puede funcionar.

Esto significa que un control del proceso y una regulación del proceso de una máquina de inyección, por ejemplo para la determinación de un tiempo de enfriamiento lo más corto necesario, se ha de llevar a cabo a través del recorrido de la curva de temperatura y no a través de su valor máximo. En este caso la determinación tiene lugar a través del recorrido temporal de la temperatura de la pared de la herramienta, o bien de forma indirecta a través de la integral de la curva térmica.

Un cambio en la evacuación del calor durante la producción provoca diferentes propiedades de contracción de la pieza moldeada y de este modo diferentes calidades. El control del recorrido de la temperatura por ejemplo en forma del mencionado control integral permite la criba de piezas defectuosas debido a la evacuación térmica variada.

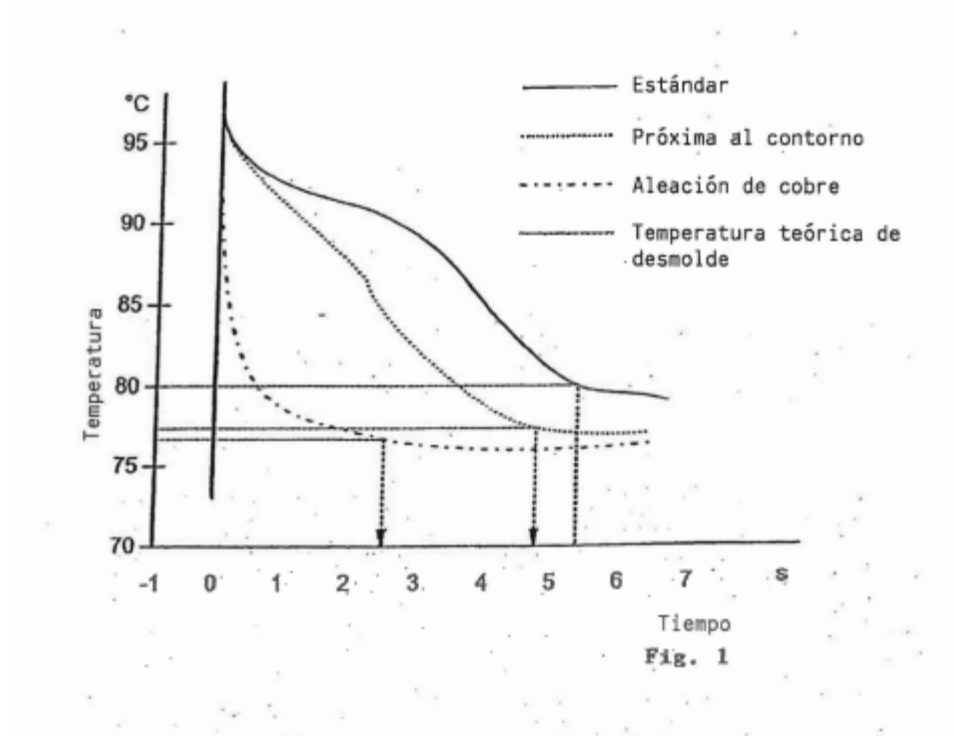
Sin embargo, la regulación ocurre preferiblemente no sólo dependiendo del recorrido térmico sino también de la presión interna de la herramienta, y en particular en el momento en el que la presión interna alcanza la presión atmosférica. Además, como valor de apoyo o bien valor inicial también se puede utilizar la temperatura máxima de la pared de la herramienta.

Con el fin de determinar el tiempo de enfriamiento óptimo se posiciona un sensor correspondiente de la presión interna de la herramienta preferiblemente cerca de la entrada macho ya que en este lugar la presión interna de la herramienta permanece durante más tiempo. Cuanto más alejado se posiciona el sensor en la dirección final del recorrido de flujo más pequeña y por lo tanto más corta será la curva de la presión interna de la herramienta.

- Un valor umbral t_1 , en el cual se puede abrir la herramienta después de un tiempo de enfriamiento óptimo, se encuentra antes del momento t_2 , en el cual la presión interna de la herramienta alcanza la presión atmosférica. Esto significa que el tiempo de enfriamiento óptimo siempre es más corto que el tiempo medido cuando se alcanza la presión atmosférica t_2 cerca de la entrada macho. La meta es determinar entonces el tiempo de enfriamiento óptimo t_1 como tiempo real: $t_2 = t_1 + \otimes t$. Para ello, sin embargo, el invento contempla también que el tiempo de enfriamiento pueda ser más largo que el tiempo para alcanzar la presión atmosférica (véase figura 2).
- El valor determinante para el cálculo del tiempo óptimo de enfriamiento t_1 , sin embargo, es la integral de la curva térmica de la pared de la herramienta (véase figura 3).
- La propia regulación se debe de producir entonces de tal manera que la integral de la curva térmica se suma en tiempo real hasta que se alcanza un determinado valor umbral en t_1 .
- El valor inicial del tiempo para la formación de la integral, tal y como ha sido mencionado anteriormente, es el valor máximo de la curva térmica de la pared de la herramienta o el punto de conmutación a una presión posterior o el valor máximo de la presión interior de la herramienta. El punto de conmutación puede ser generado en este caso de forma automática a través de la señal de la temperatura o a través de un valor umbral (por ejemplo 120 bares) de la presión interna de la herramienta.
- El valor umbral t_1 , con el cual se puede abrir la herramienta de forma efectiva con el tiempo de enfriamiento óptimo, se puede determinar, por ejemplo, de tal manera que de la integral completa ($A_1 + A_2$) del ciclo anterior se sustrae una superficie determinada A_2' . La superficie A_2' puede ser determinada o bien de forma empírica y/o bien mediante el cálculo con valores específicos de material o de geometría de la pieza moldeada ($A_2' \times X$).
- Para el ciclo actual se consigue entonces una superficie resultante A_1 , a partir de la cual se puede calcular el momento para la apertura de la herramienta. La apertura se produce entonces en tiempo real.
- En el caso de una herramienta de múltiples cavidades, cada cavidad debe ser templada a la misma temperatura, con el fin de conseguir las mismas características de las piezas en las múltiples cavidades, en cuyo caso el medio refrigerante (agua, aceite, electricidad, etc.) no influye en absoluto. En una situación ideal el recorrido de las diferentes curvas térmicas sería idéntico en las diferentes cavidades. Antes de la subida de las curvas térmicas el valor medido de la temperatura de la pared de la herramienta, sin embargo, corresponde con la temperatura de la herramienta, ya que la masa fundida aún no ha alcanzado el sensor. La temperatura de la herramienta se mantiene estable y a lo largo se puede alcanzar o bien mantener a través de valores nominales pre-fijados con sistemas de templado de diferentes sensibilidades.
- En el caso de una refrigeración con agua la temperatura nominal en cada una de las cavidades puede ser alcanzada tanto con una corriente laminar (poco caudal) como con una corriente turbulenta (mucho caudal). Con el fin de conseguir realmente condiciones térmicas iguales hay que realizar de forma efectiva dos regulaciones, es decir la regulación de las temperaturas nominales de los aparatos de refrigeración y la regulación de la evacuación del calor, cuya oscilación será visible a lo largo del recorrido de las curvas térmicas después de que la masa fundida alcanza la posición del sensor. En el caso de que el recorrido de las temperaturas de herramientas difiera en cavidades individuales, se puede producir una adaptación automática (regulación) mediante el aumento o la disminución del caudal. El objetivo de ambas regulaciones es alcanzar condiciones térmicas idénticas, en cuyo caso el número de circuitos de refrigeración (y por ello el número de señales térmicas) es ajustable a voluntad. Un requisito es que por cada canal de refrigeración (o por cada zona de calefacción eléctrica) se inserte un sensor térmico.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la regulación del tiempo de enfriamiento de una pieza de inyección en un proceso de fundición por inyección de una máquina para fundición por inyección con una herramienta para fundición por inyección, la cual forma al menos una cavidad para la pieza inyectada a fabricar, en cuyo caso una masa fundida será introducida en la cavidad a través de una entrada macho, caracterizado en que, se determina el recorrido a lo largo del tiempo de la temperatura de la pared de la herramienta en la cavidad y se regula el tiempo de enfriamiento a partir del recorrido de la misma, en cuyo caso se utiliza como valor inicial para el recorrido de la temperatura de la pared de la herramienta una temperatura máxima de la pared de la herramienta, el punto de cambio de presión posterior o el valor máximo de la presión interior de la herramienta, y la regulación temporal del recorrido de la temperatura se produce indirectamente en forma de un cálculo integral de una curva térmica, en cuyo caso se suma el valor de la integral de la curva térmica hasta alcanzar un valor de umbral pre-determinado.
2. Procedimiento conforme a la reivindicación 1, caracterizado en que se utiliza un punto de cambio, determinado automáticamente a través de la temperatura de la pared de la herramienta, como valor inicial para el cálculo de la integral.
3. Procedimiento conforme a la reivindicación 1 ó 2, caracterizado en que la presión interior de la herramienta se supervisa adicionalmente y la presión máxima o el punto de cambio se utilizan como valor inicial para el cálculo de la integral.
4. Procedimiento conforme a la reivindicación 3, caracterizado en que se determina la presión interior de la herramienta cerca de la entrada macho.
5. Procedimiento conforme a la reivindicación 3 ó 4, caracterizado en que se supervisa la presión interior de la herramienta hasta alcanzar la presión atmosférica y se utiliza como parámetro de regulación el momento en el que se alcanza dicha presión atmosférica.
6. Procedimiento conforme a la reivindicación 5, caracterizado en que la apertura de la herramienta tiene lugar tras un tiempo de enfriamiento óptimo antes o bien después de alcanzar la presión atmosférica.
7. Procedimiento conforme con al menos una de las reivindicaciones 1 hasta 6, caracterizado en que la temperatura de la pared de la herramienta se determina cerca del final del recorrido del flujo.
8. Procedimiento conforme con al menos una de las reivindicaciones 1 hasta 7, caracterizado en que en el caso de una herramienta con múltiples cavidades se estabiliza el recorrido de la temperatura de la pared de la herramienta mediante la regulación individual de los medios de refrigeración en las diferentes cavidades, a mayores de la regulación de la temperatura de la herramienta.
9. Procedimiento conforme con al menos una de las reivindicaciones 1 hasta 8, caracterizado en que en todas las clases de herramientas de fundición por inyección con varias zonas de refrigeración o bien circuitos de refrigeración se estabiliza el recorrido de la temperatura de la pared de la herramienta mediante una regulación individual de los medios de refrigeración en cada zona de la temperatura de la pared de la herramienta mediante una regulación individual de los medios de refrigeración en cada zona o bien en cada circuito, a mayores de la regulación de la temperatura de la herramienta.



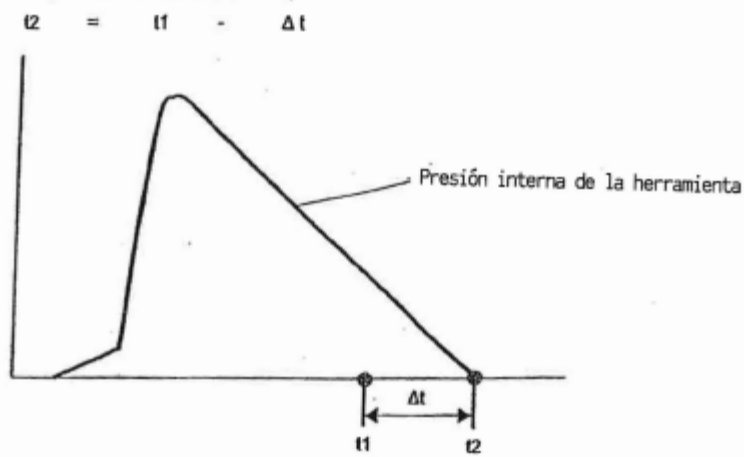


Fig. 2

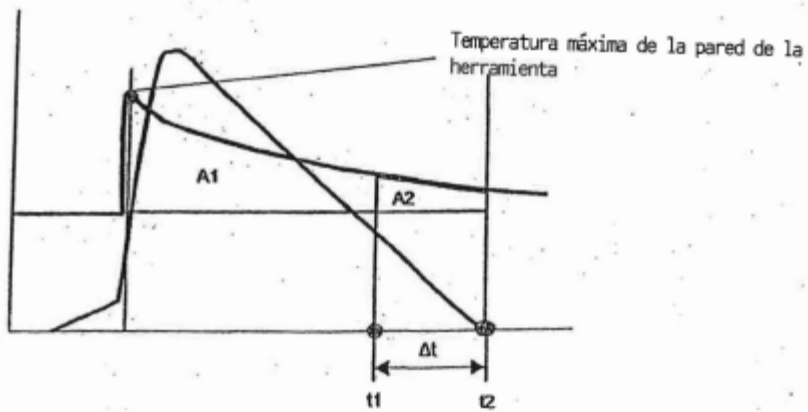


Fig. 3

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

• EP 0704293 A [0007]

• US 5411686 A [0008]