

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 531 091**

51 Int. Cl.:

**B29C 45/76** (2006.01)

**G01N 11/02** (2006.01)

**B29C 45/78** (2006.01)

**B29C 45/77** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2008 E 08802473 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.12.2014 EP 2212086**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la monitorización, documentación y/o control de una máquina para la fundición inyectada**

30 Prioridad:

**20.09.2007 DE 102007045111**

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

**10.03.2015**

73 Titular/es:

**PRIAMUS SYSTEM TECHNOLOGIES AG (100.0%)  
BAHNHOFSTRASSE 36  
8200 SCHAFFHAUSEN, CH**

72 Inventor/es:

**BADER, CHRISTOPHERUS**

74 Agente/Representante:

**ARPE FERNÁNDEZ, Manuel**

ES 2 531 091 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 y dispositivo para la monitorización, documentación y/o control de una máquina para la fundición inyectada.

5 El invento se refiere a un procedimiento para la monitorización, registro y/o control de una máquina de fundición inyectada de acuerdo con el término general de las reivindicaciones 1 y 2, así como también una máquina de fundición inyectada para la realización de dicho procedimiento.

Estado de la técnica

10 Para controlar la consistencia de materiales plásticos, masas pastosas, emulsiones y fluidos, la viscosidad de los mismos se determina en base al gradiente de cizallamiento. La viscosidad describe tensiones dinámicas de cizallamiento debido a la fricción interior de los fluidos en movimiento o de las masas pastosas. La definición de viscosidad se basa en el planteamiento de Newton, el cual dice que el esfuerzo de cizallamiento es proporcional al gradiente de cizallamiento. El factor de proporcionalidad se denomina en este caso viscosidad (viscosidad de cizallamiento). Los dos términos, esfuerzo de cizallamiento y gradiente de cizallamiento, se pueden explicar a través del ejemplo de una película líquida con un grosor  $d$  que reposa en una interfase y es movida a otra con una velocidad  $v$  debido a la fuerza de empuje que actúa sobre la misma. El esfuerzo de cizallamiento corresponde a la fuerza de empuje por unidad de superficie mientras que el gradiente de cizallamiento corresponde al cociente  $v/b$  y de este modo al cambio de la velocidad de desplazamiento desde una interfase a la otra dividido por la distancia entre ambas interfases.

20 Con el fin de determinar la relación entre el gradiente de cizallamiento y el esfuerzo de cizallamiento con respecto a la viscosidad, hay que realizar mediciones de la viscosidad para diferentes gradientes de cizallamiento. La viscosidad puede ser determinada en base al procedimiento de Hagen / Poiseuille por medio de un capilar, el cual será atravesado por el fluido o por la masa que se desea analizar debido a la presión de carga. Por medio de los valores de flujo, de la presión de carga, de la variación de la presión a lo largo de los capilares y del corte transversal del capilar se pueden determinar el esfuerzo de cizallamiento y el gradiente de cizallamiento para obtener, de este modo, el valor de la viscosidad. Debido a que el gradiente de cizallamiento viene determinado tanto por la presión de carga como por la sección transversal del capilar, se pueden realizar mediciones con diferentes gradientes de cizallamiento por medio de la variación de estas variables.

30 De la US-GS-3438158 se conoce, por ejemplo, la determinación no-newtoniana de la tensión de flujo y de la viscosidad de un fluido. En este caso se bombea el fluido a través de un tubo con un diámetro conocido con una velocidad de flujo conocida. Por medio de mediciones continuadas de las diferencias de presión, o bien del gradiente de presión a lo largo de una longitud de tubo determinada bajo condiciones variables en cada caso, se pueden determinar los parámetros reológicos anteriormente mencionados.

35 De la DE 102005032367 A1 se conoce ya un procedimiento para la monitorización y/o el control del relleno con fundición de al menos una cavidad de una máquina de fundición inyectada. Según este documento se pueden determinar, monitorizar y controlar de forma indirecta las variaciones del material o bien de la viscosidad, gracias a que se analizan ciclo a ciclo las diferencias de tiempo de llenado de la fundición. Aunque con un procedimiento de este tipo se pueden reconocer variaciones de la viscosidad, y si fuera preciso corregirlas, no se puede determinar sin embargo una verdadera variación de la viscosidad en la magnitud física de Pascales por segundo (Pa s). Para poder cuantificar un cambio en la viscosidad esta tiene que ser conocida en la unidad física real.

40 En la reometría clásica, la viscosidad se determina habitualmente en un laboratorio por medio del cociente entre el esfuerzo de cizallamiento y el gradiente de cizallamiento para la evaluación de los materiales. Para ello se utilizan los conocidos como reómetros, los cuales poseen una tobera y un canal de fundición definido de forma precisa para la determinación de la viscosidad, en cuyo caso se dan condiciones isotérmicas, al contrario de lo que ocurre en un proceso de fundición inyectada. Esto significa que tanto la tobera de metal como la fundición de plástico presentan la misma temperatura. Para la medición con un reómetro se utilizan dos sensores de presión de fundición (ningún sensor de presión interior de la herramienta), que están colocados a una distancia determinada y miden el gradiente de presión por medio de dicha distancia. A través de la geometría del canal de fundición, el cual puede estar realizado por ejemplo como un taladro o como un canal rectangular, y a través del gradiente de presión se puede calcular entonces el esfuerzo de cizallamiento. Para ello, la fundición, inyectada a través de la tobera, puede ser prensada con diferentes velocidades o con diferentes presiones, de tal modo que se obtienen diferentes gradientes de presión ( $\Delta p$ ). Cada uno de los gradientes de presión resulta en un esfuerzo de cizallamiento propio y de este modo en un valor a lo largo de la curva de viscosidad.

55 Al mismo tiempo, se calcula de nuevo la velocidad de cizallamiento correspondiente a través de la geometría del canal de fundición y a través del tiempo que transcurre desde que la fundición pasa por el primer sensor de presión de fundición hasta que alcanza el segundo sensor de presión de fundición.

Por último, en comparación con este procedimiento existe aún otro método más fácil para la determinación de las viscosidades, en cuyo caso se utiliza tan solo un sensor de presión de fundición. Este mide el gradiente de presión

desde el sensor hasta la presión atmosférica de 1 bar. En el caso de este procedimiento, sin embargo, hay que hacer una corrección aritmética – conocida como la “Corrección de Bagley” – con el fin de compensar las pérdidas de presión de salida. Estas pérdidas de presión de salida se producen en el caso de que la fundición salga del canal al exterior y se expanda. Por lo demás, el siguiente procedimiento se corresponde con el funcionamiento de un reómetro.

En la US 4.833.910 se muestra otro procedimiento para la monitorización de procesos de fundición inyectada. Para ello, en la dirección de flujo de la fundición se colocan dos sensores de presión a una distancia determinada dentro de un canal caliente. Al llegar la masa fundida, uno de los sensores de presión pone en marcha un generador de impulsos, mientras que el otro sensor mide variaciones de tensión determinadas a través de dos espigas de presión, en cuyo caso se tienen que convertir los valores correspondientes. A través de los valores encontrados para la diferencia de presión, la diferencia de tiempo, el radio del canal y la distancia entre los dos sensores, se determina la viscosidad.

Objetivo del invento

El objetivo del presente invento es monitorizar un proceso de fundición inyectada orientado a la práctica y, si fuera necesario, controlar el mismo.

Solución del objetivo

La consecución de dicho objetivo conlleva el cumplimiento de las características indicativas de las reivindicaciones 1 y 2.

Conforme a las condiciones del presente invento se puede realizar el procedimiento de forma fácil conforme al invento según un primer ejemplo de ejecución preferido, de tal modo que la viscosidad se determina por medio de al menos un sensor de presión interior de la herramienta y al menos un sensor de la temperatura de la pared de la herramienta. La presión de la masa fundida se determina en primer lugar al llegar al sensor de presión interna de la herramienta y por otro lado se determina su temperatura cuando llega al sensor de la pared de la herramienta. La pérdida de presión corresponde en este lugar exactamente al valor de presión que hay en el momento de la subida de la temperatura, de tal modo que no es necesario un segundo valor de presión, ya que se presupone la diferencia entre este valor y la presión atmosférica. Para la determinación de la tensión de cizallamiento se evalúa el tiempo que la masa fundida necesita para recorrer la distancia que hay entre ambos sensores.

Para ello es conveniente que el sensor de presión interna de la herramienta esté colocado cerca del punto en el que la masa fundida entra en la cavidad y que el sensor de la temperatura esté colocado cerca de la pared de la herramienta en el siguiente recorrido del flujo o bien cerca del recorrido del flujo de la masa fundida. Por ejemplo, al mismo tiempo, en el caso de que el sensor de temperatura de la pared de la herramienta esté colocado próximo al recorrido del flujo, también podría ser utilizado para una conmutación automática de la presión posterior, pero en cualquier caso, en el supuesto de que el sensor de temperatura de la pared de la herramienta esté colocado en cualquier punto del recorrido del flujo de la masa fundida, el funcionamiento del procedimiento conforme al invento también resulta óptimo.

Si en el caso del presente invento se habla de un sensor de temperatura de la pared de la herramienta, o bien del sensor de presión interna de la herramienta, se ha de entender que ambos sensores están colocados preferiblemente en la pared interior o cerca de la superficie de la cavidad, lo que quiere decir que en el primer caso entran en contacto directamente con la masa fundida, mientras que en el segundo caso solo son tocados por la masa fundida por un estrecho puente.

Como ejemplo de ejecución preferido puede estar previsto un segundo ejemplo de ejecución, que mida la viscosidad por medio de un sensor de temperatura de la pared de la herramienta, previsto en el recorrido de la masa fundida en el área de la cavidad, en cuyo caso, como base para la determinación de los esfuerzos de cizallamiento, se utilizan las diferencias de presión en las toberas de inyección de la máquina para la fundición inyectada, mientras que para la determinación de la velocidad de cizallamiento se utiliza la distancia que va desde la entrada de la masa fundida en la cavidad hasta la posición del sensor de temperatura de la pared de la herramienta. En vez de utilizar las diferencias de presión en las toberas de inyección también se pueden utilizar las diferencias de presión en el sistema hidráulico de la máquina de fundición inyectada o dentro del canal caliente. En este caso, las presiones de la masa fundida corresponden a valores de presión reales que no es necesario convertir, mientras que la presión hidráulica, de forma correspondiente a la sección transversal del pistón hidráulico y a la sección transversal del cilindro helicoidal, sí que ha de ser convertida a valores de presión reales.

El procedimiento para la medición de la presión hidráulica es relativamente barato, ya que no es necesario instalar ningún sensor adicional, al contrario de lo que ocurre con la medición de la presión de la masa fundida dentro de la tobera de la máquina o dentro del canal caliente. Sin embargo, debido a las pérdidas por fricción no es un procedimiento demasiado exacto.

- Finalmente, también es posible que las pérdidas de presión durante la fase de inyección de la masa fundida sean determinadas por medio de una medición de fuerza, ya que además de las máquinas hidráulicas clásicas se utilizan cada vez más máquinas eléctricas para la fundición inyectada, las cuales encuentran aplicación debido al ahorro que suponen de energía. Debido a que, en este caso, no se miden presiones, sino fuerzas, resulta ventajoso que durante la fase de inyección se pueda determinar de manera indirecta la pérdida de presión a través de una determinación de fuerza. En el caso de una medición de fuerza de este tipo la determinación de la velocidad de cizallamiento puede realizarse entonces de manera análoga al segundo ejemplo de ejecución, es decir, de tal forma que se mide y evalúa el tiempo de recorrido entre la entrada de la pieza y la posición del sensor de temperatura de la pared de la herramienta.
- De nuevo se quiere indicar expresamente que el presente invento no sustituye al reómetro. Al contrario de lo que ocurre con la determinación de la viscosidad con el reómetro, el presente invento permite que se lleve a cabo una supervisión permanente del proceso de fundición inyectada. Se supervisa el valor de la viscosidad, y en cuanto se produce una variación en el mismo, se empieza a reaccionar conforme al procedimiento, con el fin de, por ejemplo, reajustar dicho valor de viscosidad.
- Descripción de las figuras
- Otras características y ventajas del invento resultan de la siguiente descripción de varios ejemplos de ejecución, así como también del dibujo; el cual muestra en:
- Figura 1 una vista lateral esquemática de una máquina para la fundición inyectada conforme al invento,
  - Figura 2 un primer ejemplo de ejecución de la construcción principal de una cavidad de una herramienta de fundición inyectada, equipada con sensores de medición, más concretamente con un sensor de presión interior de la herramienta y un sensor de temperatura de la pared de la herramienta,
  - Figura 2a, una representación esquemática de diferentes colocaciones de sensores de presión o de temperatura dentro de una cavidad con los correspondientes diagramas en bloque de la evolución de la presión y la temperatura a lo largo del tiempo,
  - Figura 3 un gráfico de la evolución de la presión y la temperatura a lo largo del tiempo, el cual ha sido elaborado con los datos de medición determinados con el primer ejemplo de ejecución conforme a la figura 2,
  - Figura 4 una representación esquemática de una cavidad de una herramienta para la fundición inyectada con un único sensor de temperatura de la pared de la herramienta, como un segundo ejemplo de ejecución.
- En la figura 1 está representada, de forma esquemática, una máquina para la fundición inyectada P, la cual incluye, tal y como es conocido, una herramienta de fundición inyectada 1 con una cavidad 1.1 y una tobera 2, a través de la cual se introduce una masa fundida de plástico dentro de la cavidad 1.1. La tobera 2 está conectada a su vez con el extrusor 3, al cual está asignado un embudo de introducción 4 para el granulado de plástico.
- Por medio de la flecha 5 se indica un lugar de medición para medir la temperatura de la pared de la herramienta – en particular la temperatura de la pared interior de la cavidad -, mientras que por medio de una flecha 6 se indica el sitio donde se mide la presión de la masa fundida en el área de la tobera de inyección. Además, una flecha 7 indica el sitio donde la presión hidráulica es determinante como valor de referencia.
- La construcción conceptual del primer ejemplo de ejecución de una cavidad 9, representada en la figura 2, con una sección transversal en forma cuadrículada con las medidas de altura H y anchura W (por sus iniciales en inglés) para la determinación de la geometría correspondiente, se muestra únicamente a modo de ejemplo. Un sensor de la presión interior de la herramienta 10 está previsto cerca de la entrada 19, y a una distancia S (9) del mismo está colocado un sensor de temperatura de la pared de la herramienta 11, en cuyo caso una pared de la herramienta, indicada con el número 12, se encuentra “fría” mientras que el interior de la cavidad 9 está “caliente” cuando se introduce la masa fundida.
- El gráfico representado en la figura 3 se ha elaborado con los datos obtenidos de las mediciones que fueron determinadas por medio de los sensores colocados en la cavidad 9 conforme a la figura 2. Para ello, en el eje de las abscisas se representa en segundos el transcurso del tiempo  $t_s$ , mientras que en el eje izquierdo de las ordenadas se representa la presión p y en el eje derecho de las ordenadas se representa la temperatura (abstracto), en cuyo caso, una línea 13 representa la evolución de la presión del interior de la herramienta mientras que una línea 14 indica la evolución de la temperatura de la pared de la herramienta. En el punto de intersección de ambas líneas se indica mediante una flecha 15 el valor de la presión en el momento en el que aumenta la temperatura, lo que quiere decir que tiene lugar un cálculo automático de un esfuerzo de cizallamiento a partir de  $\Delta p$ . El cálculo automático de la velocidad de cizallamiento se realiza a partir de  $\Delta t$ .
- Como segundo ejemplo de ejecución, en la figura 4 está representada de forma esquemática una cavidad 17, la cual presenta tan solo un sensor 18 de la temperatura de la pared de la herramienta, el cual está ubicado a una distancia S (17) del punto de entrada de la masa fundida (entrada 19).

El procedimiento conforme al invento para la determinación del transcurso de la viscosidad de una masa fundida dentro de una cavidad de una herramienta para la fundición inyectada de una máquina de fundición inyectada y para su supervisión, documentación y/o regulación tiene lugar de la siguiente manera:

5 Partiendo del primer ejemplo de ejecución conforme a la figura 2, durante la fase de inyección en la cavidad 9 a través de la tobera 2 de la máquina de fundición inyectada P se determina la viscosidad de la masa fundida por medio de los cocientes entre los correspondientes esfuerzos de cizallamiento y las velocidades de cizallamiento a partir de los gradientes de presión presentes en la cavidad 9 y de la geometría (H x W x longitud total de la cavidad 9). Esto significa, en relación con el ejemplo de ejecución conforme a la figura 2, que el sensor 10 de la presión interior de la herramienta mide la presión de entrada de la masa fundida en las proximidades del punto de entrada de la masa fundida. En cuanto la masa fundida alcanza el sensor de temperatura 11 de la pared de la herramienta se produce una nueva medición de la presión, en cuyo caso la diferencia de la presión medida corresponde exactamente al valor de presión que se produce en el momento del aumento de la temperatura indicado en la figura 3. En este caso, no es necesario un segundo valor de presión ya que se asume la diferencia de presión entre la presión atmosférica (1 bar) y este valor. La ventaja de este procedimiento reside en el hecho de que el sensor de temperatura 11 se puede utilizar al mismo tiempo para la conmutación automática de la reproducción. Además, el sensor de temperatura 11 puede estar ubicado en cualquier punto a lo largo del recorrido de la masa fundida. Esto muestra en particular la figura 2a, en la cual se indica por medio de tres ejemplos de ejecución una colocación diferente del sensor de presión 10 y del sensor de temperatura 11. Además, se pueden ver los diagramas correspondientes conforme a la figura 3. Independientemente de donde se encuentren el sensor de presión 10 o bien el sensor de temperatura 11, al alcanzar el sensor de temperatura 11 se determina el esfuerzo de cizallamiento  $\Delta p$  y la velocidad de cizallamiento  $\Delta t$ , a partir de lo cual se determina el valor de la viscosidad. En el supuesto de que este valor se encuentre en un valor determinado o cerca del mismo, no se tiene que variar nada para el procedimiento de la fundición inyectada. Sin embargo, en el caso de que este valor varíe se puede modificar el procedimiento de la fundición inyectada, por ejemplo en lo que respecta a la temperatura de la masa fundida y/o de la presión o de parámetros similares, hasta que se alcance de nuevo el valor de viscosidad deseado.

Con respecto al primer ejemplo de ejecución, la medición con el segundo ejemplo de ejecución conforme a la figura 4 supone entonces una simplificación, ya que en el recorrido de la masa fundida tan solo se encuentra un sensor de temperatura 18 de la pared de la herramienta.

30 Para el cálculo de los correspondientes esfuerzos de cizallamiento se utilizan las diferencias de presión dentro del sistema de canal caliente y/o en la tobera 6 de la máquina de la fundición inyectada P y/o las diferencias de presión en el sistema hidráulico. Como base para el cálculo de las velocidades de cizallamiento se puede utilizar la distancia S (17) desde la entrada 19 de la pieza formada hasta la posición del sensor de temperatura 18 de la pared de la herramienta.

35 La ventaja de este procedimiento es que las presiones de la masa fundida dentro del canal caliente y en la tobera de la máquina representan valores de presión reales, por lo que ya no es necesario recalcularlos. Sin embargo, el procedimiento más económico en lo que respecta a los gastos, es la medición de la presión hidráulica, ya que para ello no es necesario instalar ningún sensor adicional, al contrario de lo que ocurre con la medición de la presión de la masa fundida en la tobera de la máquina o en el interior del canal caliente, ya que la presión hidráulica siempre será medida y utilizada para el control de la máquina. Sin embargo, debido a las pérdidas por fricción este método es el menos exacto.

El recorrido de la viscosidad es finalmente el resultado de cada uno de los diferentes esfuerzos de cizallamiento y de las velocidades de cizallamiento.

45 En la práctica, el primer ejemplo de ejecución dio especialmente buen resultado. En este caso se determina la viscosidad tal y como se ha indicado y se supervisa de la manera conocida, en cuyo caso el recorrido de la viscosidad determinado de esta manera puede ser documentado y regulado al mismo tiempo.

Básicamente, no es deseable que haya diferentes viscosidades, ya que conducen a diferentes características parciales. Las causas para estas diferentes viscosidades son, o bien diferentes condiciones durante el proceso o bien diferentes propiedades del material (variaciones del material). Es por ello que también es posible utilizar el procedimiento y el dispositivo conforme al invento para llevar a cabo una comprobación inicial de la calidad del material.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la supervisión, documentación y/o regulación de una máquina para la fundición inyectada (P) con una herramienta para la fundición inyectada (1), en la cual se introduce una masa fundida, en cuyo caso se determina directamente la viscosidad de la masa fundida dentro de la herramienta de fundición inyectada (1) por medio del correspondiente cociente entre el esfuerzo de cizallamiento y la velocidad de cizallamiento en base a las diferencias de presión ( $\Delta p$ ), a la geometría de la cavidad (1.1; 9; 17; 20) y a la velocidad de flujo ( $\Delta t$ ) de la masa fundida, caracterizado en que,
- la velocidad será determinada por medio de al menos un sensor de la presión interior de la herramienta (10) y al menos un sensor de la temperatura de la pared de la herramienta (11), en cuyo caso para el esfuerzo de cizallamiento se utiliza la diferencia de presión ( $\Delta p$ ) entre la presión, determinada por el sensor (10) de la presión interior de la herramienta cuando la masa fundida llega a su altura, la presión cuando la masa fundida llega al lugar del sensor de temperatura (11) de la pared de la herramienta, y para la determinación de la velocidad de flujo se utiliza el tiempo ( $\Delta t$ ) que necesita la masa fundida desde el sensor de la presión interior de la herramienta (10) hasta el sensor de temperatura de la pared de la herramienta (11).
2. Procedimiento para la supervisión, documentación y/o regulación de una máquina para la fundición inyectada (P) con una herramienta para la fundición inyectada (1), en la cual se introduce una masa fundida, en cuyo caso la viscosidad de la masa fundida dentro de la herramienta de la fundición inyectada (1) se determina directamente por medio del cociente correspondiente entre el esfuerzo de cizallamiento y la velocidad de cizallamiento en base a las diferencias de presión ( $\Delta p$ ), a la geometría de la cavidad (1.1; 9; 17; 20) y a la velocidad de flujo ( $\Delta t$ ) de la masa fundida, caracterizado en que, la viscosidad será determinada por medio de al menos un sensor de temperatura (18) de la pared de la herramienta, previsto dentro del recorrido de flujo de la masa fundida en el área de la cavidad (17), y como base para la determinación de los correspondientes esfuerzos de cizallamiento se determinan las diferencias de presión ( $\Delta p$ ) en la tobera de inyección (6), las diferencias de presión ( $\Delta p$ ) en el sistema hidráulico (7) de la máquina de fundición inyectada (P) y/o en el sistema del canal caliente o durante la fase de inyección de la masa fundida a través de mediciones de las fuerzas, las cuales tienen que lograr elementos de agregados al presionar la masa fundida en la cavidad, y para la determinación de las velocidades de cizallamiento ( $\Delta t$ ) se utiliza la distancia (S17) o bien el tiempo que va desde que la masa fundida (entrada 19) entra en la cavidad (17) hasta la posición del sensor de temperatura (18) de la pared de la herramienta.
3. Máquina de fundición inyectada (P), la cual presenta elementos de control que están diseñados para poder realizar el procedimiento conforme a la reivindicación 1, con una herramienta de fundición inyectada (1), en la cual se introduce la masa fundida, en cuyo caso la viscosidad de la masa fundida dentro de la herramienta de fundición inyectada (1) se determina directamente por medio de los correspondientes cocientes entre los esfuerzos de cizallamiento y la velocidad de cizallamiento a partir de las diferencias de presión ( $\Delta p$ ), de la geometría de la cavidad (1.1; 9; 17; 20) y de la velocidad de flujo de la masa fundida ( $\Delta t$ ), en cuyo caso están previstos al menos un sensor de presión interior de la herramienta y un sensor de temperatura de la pared de la herramienta (10, 11, 18, 21, 22), en cuyo caso los correspondientes cocientes para la viscosidad pueden ser determinados a partir de los correspondientes esfuerzos de cizallamiento y de la velocidad de cizallamiento por medio de las diferencias de presión que pueden ser calculadas durante la fase de inyección de la masa fundida en la cavidad (1.1, 9, 17, 20) y por medio de la geometría de la cavidad (1.1, 9, 17, 20),
4. Máquina para la fundición inyectada conforme a la reivindicación 3, en cuyo caso el sensor de la presión interior de la herramienta (10) está previsto cerca del punto de entrada de la masa fundida (19) en la cavidad (9) y el sensor de temperatura de la pared de la herramienta (11) está previsto en el siguiente recorrido del flujo (S9) de la masa fundida.
5. Máquina para la fundición inyectada conforme a la reivindicación 3 o 4, en cuyo caso el sensor de temperatura de la pared de la herramienta (11) está previsto cerca del final del recorrido del flujo de la masa fundida.
6. Máquina para la fundición inyectada (P), la cual presenta elementos de control que están instalados para la realización del procedimiento conforme a la reivindicación 2, con una herramienta para la fundición inyectada (1) en la cual se introduce una masa fundida, en cuyo caso la viscosidad de la masa fundida dentro de la herramienta de la fundición inyectada (1) se determina directamente por medio de los correspondientes cocientes entre el esfuerzo de cizallamiento y la velocidad de cizallamiento a partir de las diferencias de presión ( $\Delta p$ ), de la geometría de la cavidad (1.1; 9; 17; 20) y de la velocidad de flujo ( $\Delta t$ ) de la masa fundida, en cuyo caso en la pared de la cavidad está colocado al menos un sensor de temperatura de la pared de la herramienta (18) a una distancia (S17) del punto de entrada de la masa fundida (19), y un sensor de presión está asignado a la tobera de inyección (6) de la máquina para la fundición inyectada (P) y/o a un sistema hidráulico (7) de la máquina para la fundición inyectada (P) y/o a un canal caliente.

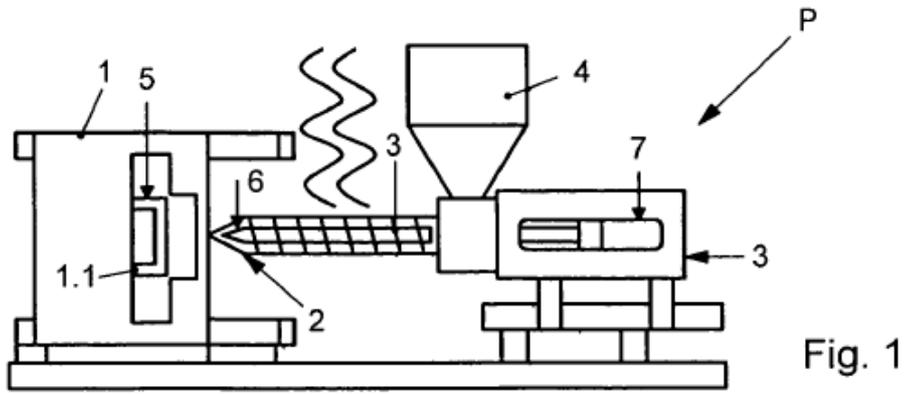


Fig. 1

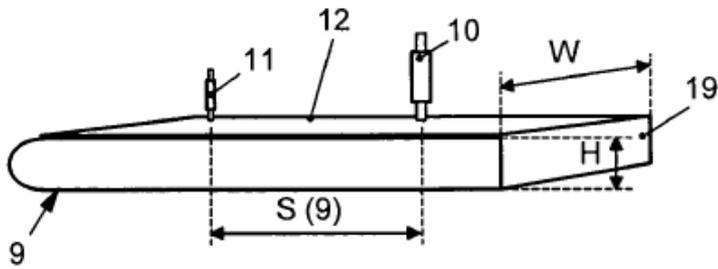


Fig. 2

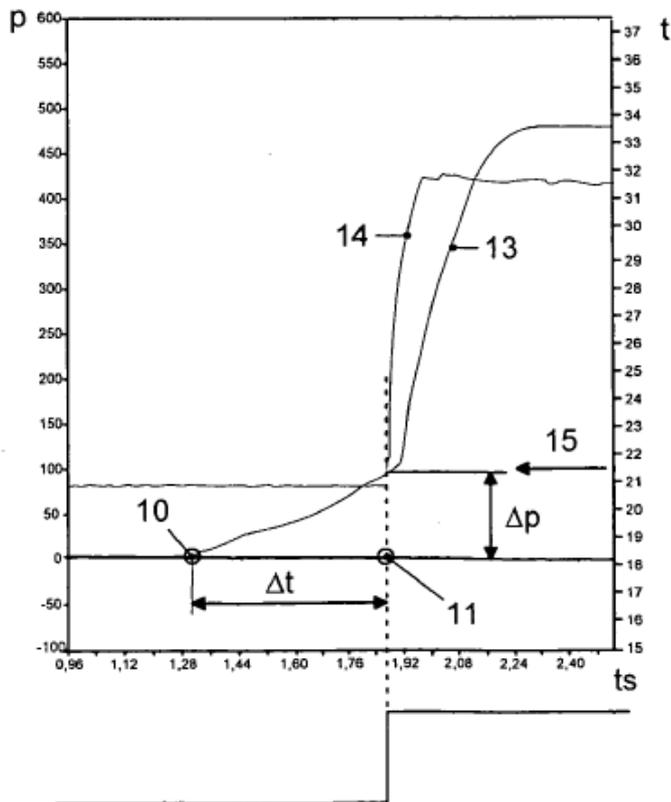


Fig. 3

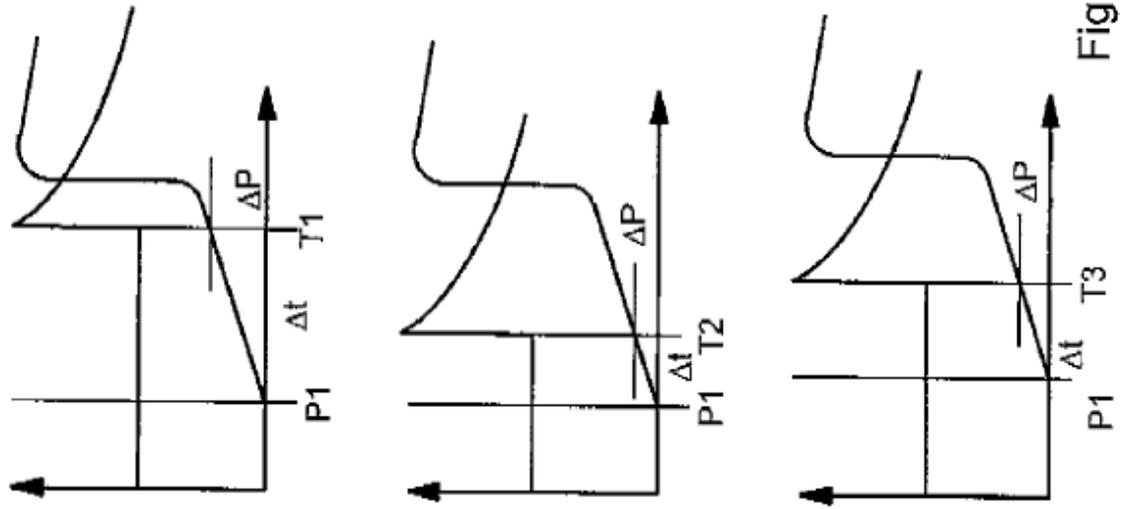
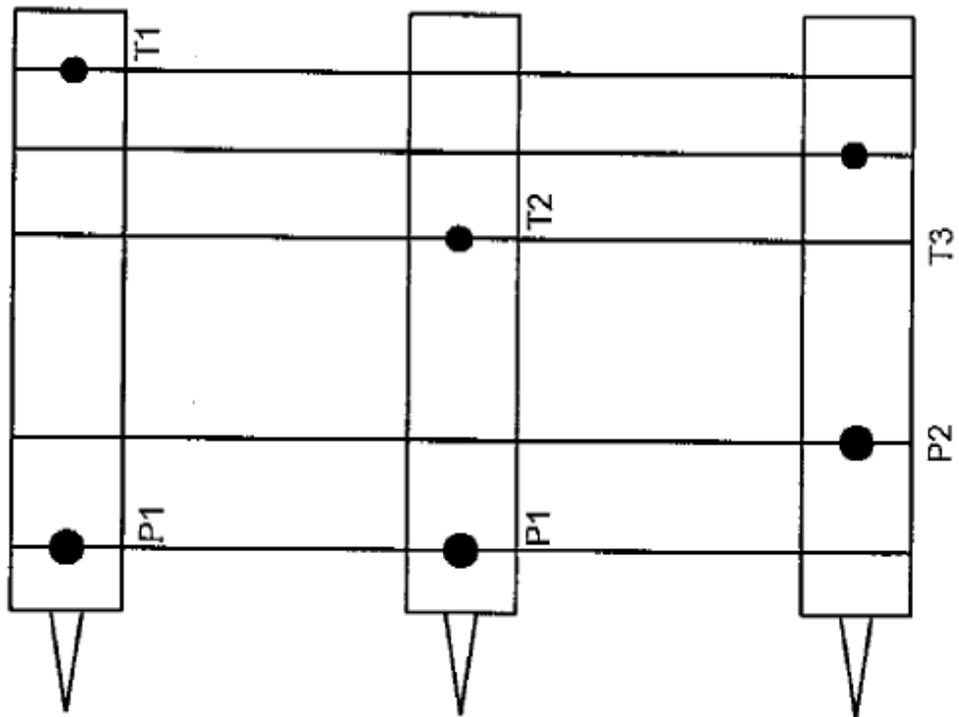


Fig 2a



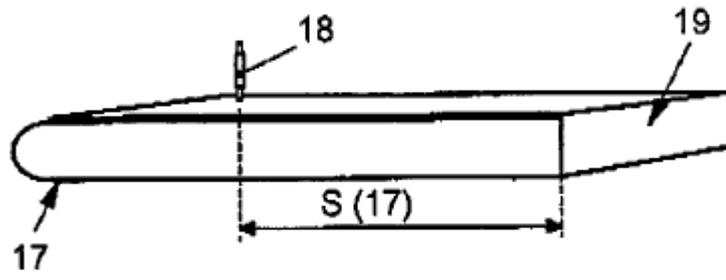


Fig. 4

**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.

**5 Documentos de patente citados en la descripción**

- US GS3438158 A [0004]
- US 4833910 A [0009]
- DE 102005032367 A1 [0005]