

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 833**

51 Int. Cl.:

B22D 17/00 (2006.01)

B22D 17/20 (2006.01)

B22D 17/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.11.2012 E 12805558 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015 EP 2776189**

54 Título: **DISPOSITIVO, INSTALACIÓN, Y PROCEDIMIENTO PARA LA FUNDICIÓN A PRESIÓN DE MATERIAL METÁLICO EN EL ESTADO TIXOTRÓPICO**

30 Prioridad:

10.11.2011 AT 16642011

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

14.12.2015

73 Titular/es:

**MOLD-THIX-CONSULTING BUELTERMANN
GMBH (100.0%)
Trinklweg 39
044 Graz-Weinitzen, AT**

72 Inventor/es:

BÜLTERMANN, BERND

74 Agente/Representante:

ZEA CHECA, Bernabé

ES 2 553 833 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

Dispositivo, instalación, y procedimiento para la fundición a presión de material metálico en el estado tixotrópico

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para la fundición a presión de material metálico, con una unidad de tornillo sin fin para hacer pasar el material a un estado tixotrópico y con una unidad de cilindro-pistón alimentada por ésta para la aplicación de presión al material tixotrópico para la fundición a presión. La invención se refiere además a una instalación para la fundición a presión de material metálico en el estado tixotrópico, que comprende un dispositivo de este tipo, así como a un procedimiento para la fundición a presión de material metálico en el estado tixotrópico usando un dispositivo de este tipo.

15 En la fundición a presión de material metálico en el estado tixotrópico ("semisólido" o "sólido-líquido"), llamado también "moldeo por inyección de metal" y conocido p.ej. bajo la marca 'Thixomolding®', pueden fabricarse piezas fundidas a presión con propiedades mejoradas en comparación con las piezas formadas en el procedimiento de fundición a presión convencional. Los materiales deben calentarse a la temperatura de transición entre la fase sólida y líquida, de modo que componentes cristalizados distribuidos quedan incorporados en zonas fundidas coherentes ("fase tixotrópica"). Gracias a la acción adicional de fuerzas de cizallamiento, se reducen las estructuras cristalinas de los componentes sólidos, la viscosidad del material se reduce, lo que facilita la inyección del mismo en el molde para la fundición a presión y permite una fundición a presión precisa.

20 Las máquinas para el moldeo por inyección de metal se conocen por ejemplo por el documento EP 0 080 787. Según este estado de la técnica conocido, un material metálico se calienta en el espacio del tornillo sin fin de una unidad de cilindro-pistón del tornillo sin fin combinada y se expone a un esfuerzo de cizallamiento por el giro del pistón del tornillo sin fin para hacerlo pasar al estado tixotrópico. El giro del pistón del tornillo sin fin transporta el material al mismo tiempo del espacio del tornillo sin fin al espacio de inyección dispuesto delante del pistón del tornillo sin fin de la unidad de cilindro-pistón del tornillo sin fin, retrocediendo el pistón del tornillo sin fin progresivamente en el cilindro. Cuando hay una cantidad de material tixotrópico suficiente para la fundición a presión en el espacio de inyección, se realiza la inyección del material en un molde mediante aplicación de presión al pistón del tornillo sin fin mediante un sistema hidráulico. Para impedir que el material tixotrópico vuelva a fluir hacia atrás durante la inyección del espacio de inyección al espacio del tornillo sin fin por la alta presión, la punta del pistón del tornillo sin fin está provista de una válvula de retención. Una válvula de este tipo está expuesta a grandes sollicitaciones por la fricción del pistón del tornillo sin fin en la pared del cilindro, las elevadas temperaturas del proceso en el interior del cilindro y la aplicación de presión. Debido a su disposición en el pistón del tornillo sin fin, se usa por regla general una válvula no controlada, lo que conduce a pérdidas de precisión. También los cortos tiempos de inyección requeridos en combinación con la masa grande del pistón del tornillo sin fin exigen requisitos estrictos del sistema hidráulico y de sus elementos de control debido a las inercias de las masas en combinación con las aceleraciones de las masas.

40 Por el documento DE 190 79 118 se conoce una máquina para el moldeo por inyección de metal, que gracias a la separación de la unidad de tornillo sin fin y de la unidad de cilindro-pistón consigue una masa de pistón sustancialmente inferior. En una máquina de este tipo, el material se hace pasar en primer lugar al estado tixotrópico en una unidad de tornillo sin fin (extrusora de tornillo sin fin) y una unidad de cilindro-pistón separada, que realiza el proceso de inyección, es alimentada con el mismo. La unidad de tornillo sin fin transporta el material tixotrópico a través de un canal caliente a un espacio de alimentación en el cilindro dispuesto detrás del pistón. Para la inyección, el pistón retrocede en primer lugar, el material llega a través de una válvula de retención en el pistón del espacio de alimentación al espacio de inyección al otro lado del pistón y gracias a la aplicación de presión al pistón se inyecta en el molde para la fundición a presión. También en este procedimiento, la válvula dispuesta en el pistón está expuesta a grandes sollicitaciones; además, el pistón movido durante el proceso de inyección con la válvula de retención cerrada provoca a través del canal caliente una succión no deseada, no controlable en la extrusora de tornillo sin fin.

55 Por el documento WO 2011/116838 se ha dado a conocer un procedimiento en el que se fabrica una barra de metal semisólida en una extrusora y se hace pasar en porciones mediante unas pinzas al espacio de alimentación de una unidad de cilindro-pistón separada.

60 El documento US 2002/0053416 muestra como alternativa una alimentación directa desde la unidad de tornillo sin fin a través del canal caliente al espacio de inyección de la unidad de cilindro-pistón. En una configuración de este tipo, la elevada presión de inyección de la unidad de cilindro-pistón repercute a través del canal caliente directamente en la unidad de tornillo sin fin. Por ello se produce un retorno de material tixotrópico en una dimensión apenas controlable a la unidad de tornillo sin fin y, por consiguiente, una cantidad de inyección de material no definida en el molde para la fundición a presión con efectos negativos en la calidad de la pieza fundida a presión. Al mismo tiempo, la unidad de tornillo sin fin y todo su sistema mecánico e hidráulico están expuestos a repetidos golpes de ariete, lo que además de la sollicitación directa aumenta también el desgaste.

65 El documento WO 01/021343 describe un procedimiento para hacer pasar una aleación de metal líquida al estado tixotrópico en una extrusora de doble tornillo y para el posterior moldeo por inyección mediante una unidad de

cilindro-pistón. Gracias a un número de revoluciones muy elevado, el tornillo doble debe limitar que la masa fundida se adhiera a la pared y endurezca en la pared refrigerada de la extrusora y una válvula mecánica controlable en la extrusora debe impedir una salida prematura de la masa fundida a la unidad de cilindro-pistón. Una válvula de este tipo con partes móviles está expuesta a altas sollicitaciones por las continuas variaciones de las temperaturas y las cargas mecánicas y está susceptible a fallos.

La invención tiene el objetivo de crear un dispositivo para la fundición a presión de material metálico en el estado tixotrópico, que supere los inconvenientes indicados del estado de la técnica.

Este objetivo se consigue según un primer aspecto de la invención con un dispositivo del tipo indicado al principio, que está caracterizado por que entre la unidad de tornillo sin fin y la unidad de cilindro-pistón está dispuesta una válvula térmicamente controlable. Una válvula de este tipo, que está dispuesta entre la unidad de tornillo sin fin y el espacio de inyección de la unidad de cilindro-pistón permite, por un lado, liberar de forma controlada el flujo de material de la unidad de tornillo sin fin al alimentar la unidad de cilindro-pistón y de impedir, por otro lado, un retorno del material de la unidad de cilindro-pistón a la unidad de tornillo sin fin durante la aplicación de presión para la fundición a presión. De este modo, el material puede dosificarse de forma precisa para el proceso de inyección y la unidad de tornillo sin fin se protege de forma fiable de la alta presión en el cilindro de la unidad de cilindro-pistón en el momento de la inyección. Además, el espacio del cilindro no llenado con material puede llenarse con gas, en particular con gas inerte, lo que impide una oxidación del material y reduce la energía empleada para el sistema hidráulico para la fundición a presión. Puesto que la válvula no está dispuesta en el pistón de la unidad de cilindro-pistón, está sometida a sollicitaciones claramente inferiores y solo está sometida a pocas restricciones constructivas.

La válvula controlable está formada preferentemente por un canal de conexión, que está provisto de medios controlables para la refrigeración forzada del material que se encuentra en el mismo hasta por debajo de la temperatura de solidificación del mismo. De este modo, no hay partes mecánicas de la válvula en el flujo de material al ser alimentada la unidad de cilindro-pistón por la unidad de tornillo sin fin, lo que reduce sustancialmente la sollicitación de la válvula y aumenta su vida útil. Una válvula de este tipo también puede ser construida sin piezas móviles, de modo que se suprimen el mantenimiento y el desgaste de las válvulas convencionales. La función de cierre propiamente dicha de la válvula es asumida simplemente por la solidificación del material en el canal de conexión.

Es especialmente ventajoso que el canal de conexión se ensanche en dirección a la unidad de cilindro-pistón. Un ensanchamiento de este tipo puede estar realizado de forma cónica o escalonada. Gracias a ello, el material solidificado en el canal de conexión forma allí un tapón con ajuste positivo, que mantiene alejadas de forma segura las altas presiones de inyección de la unidad de cilindro-pistón de la unidad de tornillo sin fin.

Para volver a permitir el paso por el canal de conexión para material nuevo tras haberse realizado el proceso de inyección, éste se equipará de forma especialmente preferible también de medios controlables para el calentamiento del material que se encuentra en el mismo. Tras el calentamiento del canal de conexión hasta la fluencia del material que se encuentra en el mismo, la unidad de tornillo sin fin puede alimentar material tixotrópico a la unidad de cilindro-pistón para otra fundición a presión.

Según otra configuración preferida de la invención, la unidad de tornillo sin fin y la unidad de cilindro-pistón forman una brecha entre sí, que aparte de eventuales aisladores térmicos, solo es puenteada por la válvula. Esto permite un desacoplamiento térmico de la unidad de tornillo sin fin y de la unidad de cilindro-pistón y permite, por lo tanto, una regulación de la temperatura independiente una de la otra en la unidad de tornillo sin fin y en la unidad de cilindro-pistón. Además, se facilita la accesibilidad de la válvula, que está fijada en sus dos extremos respectivamente de forma amovible en la unidad de tornillo sin fin, por un lado, y la unidad de cilindro-pistón, por otro lado. La posibilidad de soltar la fijación permite el intercambio de la válvula independientemente de la unidad de tornillo sin fin y de la unidad de cilindro-pistón.

Como se ha descrito, la válvula es preferentemente un canal de conexión con medios de refrigeración forzada, aunque también podría estar realizada como válvula convencional con un canal de conexión con cierre mecánico entre la unidad de tornillo sin fin y la unidad de cilindro-pistón. De forma especialmente preferible, la válvula está realizada en forma de un trozo de tubo, que encaja con bridas en los extremos en aberturas de empalme de la unidad de tornillo sin fin, por un lado, y de la unidad de cilindro-pistón, por otro lado.

Aquí es especialmente ventajoso que el trozo de tubo esté fijado con anillos roscados en las aberturas de empalme, encajando estos anillos roscados con roscas exteriores en roscas interiores de las aberturas de empalme y estando divididos en la dirección axial. Una unión por brida de este tipo garantiza un asiento seguro, a prueba de presión de la válvula en la unidad de tornillo sin fin, por un lado, y la unidad de cilindro-pistón, por otro lado. Además, es posible soltar el asiento rápidamente, ya que hay solo un anillo roscado en cada brida. Gracias a la división preferida de los anillos roscados en la dirección axial puede insertarse, además, en primer lugar la válvula en la abertura de empalme correspondiente y colocarse a continuación el anillo roscado correspondiente, poco a poco, de forma que envuelve el trozo de tubo y puede fijarse allí. Gracias a este modo de construcción, los anillos roscados no son partes integrantes de la válvula o del trozo de tubo, por lo que pueden manipularse de forma independiente de la

válvula y pueden volver a usarse.

Es especialmente ventajoso que la desembocadura del canal de conexión que está dispuesta en la abertura de empalme de la unidad de cilindro-pistón pueda cerrarse mediante una compuerta de cierre arrastrada por el pistón. Cuando se cierra la desembocadura del canal de conexión mediante la compuerta de cierre, al enfriar y solidificarse el material no queda en el dispositivo ninguna conexión entre el material solidificado en el canal de conexión de la válvula y el que se encuentra en la unidad de cilindro-pistón, por lo que el trozo de tubo puede levantarse de la unidad de cilindro-pistón, p.ej. para cambiar la válvula, sin aplicar un gran esfuerzo y sin el peligro de dañar la desembocadura del canal de conexión y/o la unidad de cilindro-pistón.

La compuerta de cierre puede ser arrastrada por el pistón en una guía separada en el interior o en el exterior del cilindro. La compuerta de cierre sobresale preferentemente en la dirección de desplazamiento del pistón de la superficie efectiva de pistón. De este modo, la compuerta de cierre forma una unidad con el pistón que lo arrastra y no requiere componentes, juntas o guías adicionales.

Es especialmente favorable que el tornillo sin fin de la unidad de tornillo sin fin sea desplazable en la dirección axial y disponga en su extremo orientado hacia la válvula de una junta cónica para estanqueizar respecto a un talón anular cónico en la circunferencia interior de la unidad de tornillo sin fin. Mediante un asentamiento temporal de la junta cónica contra el talón anular puede conseguirse una estanqueidad adicional durante el proceso de inyección, que mantiene alejado, por ejemplo, el material tixotrópico en el interior del tornillo sin fin del canal de conexión durante el enfriamiento de éste y del material que se solidifica dentro del mismo. Esto simplifica volver a realizar el procedimiento tras el proceso de inyección e impide un retorno del material de la válvula a la unidad de tornillo sin fin. Una estanqueidad de este tipo protege también la unidad de tornillo sin fin de daños por el proceso de inyección en caso de fallar la válvula.

La junta cónica porta de forma especialmente preferible un empujador en su punta, el cual puede introducirse en el canal de conexión. Un empujador de este tipo no solo aumenta la distancia entre el material que se solidifica en el canal de conexión y el material tixotrópico en la unidad de tornillo sin fin sino que facilita, de forma similar a la compuerta de cierre en el lado de la unidad de cilindro-pistón del canal de conexión, la retirada de la válvula de la unidad de tornillo sin fin con poco esfuerzo, por ejemplo en caso de un cambio de la misma.

Para mantener el tornillo sin fin sin tener que emplear energía en la posición en la que la junta cónica estanqueiza en el talón anular cónico, la unidad de tornillo sin fin puede disponer de forma opcional de un cierre a bayoneta para la retención del tornillo sin fin en su posición estanca.

Todo el dispositivo puede realizarse con unidad de tornillo sin fin, válvula y unidad de cilindro-pistón en una posición de montaje que puede elegirse libremente en cada caso. Es especialmente preferible que la unidad de cilindro-pistón esté dispuesta aproximadamente en la dirección horizontal y la unidad de tornillo sin fin aproximadamente en la dirección vertical. Una disposición de este tipo ocupa un espacio especialmente pequeño y facilita gracias a ello el reequipamiento de una instalación de fundición a presión convencional con un sistema hidráulico para la fundición a presión y un molde para la fundición a presión o de una instalación existente para el moldeo por inyección de metal con el dispositivo según la presente invención. Además, hay un buen acceso a la unidad de tornillo sin fin, la válvula y la unidad de cilindro-pistón en esta posición y la limpieza o el vaciado de la unidad de tornillo sin fin pueden realizarse de forma asistida por la fuerza de gravedad, calentándose el interior de la unidad de tornillo sin fin por encima del punto de fusión del material, de modo que éste fluye al espacio de inyección cuando la válvula está abierta (p.ej. para otra inyección). Además, la unidad de tornillo sin fin puede alimentarse así de forma muy sencilla bajo la acción de la fuerza de gravedad en su lado superior.

Preferentemente, en la superficie efectiva de pistón del pistón está dispuesto al menos un elemento agitador y el pistón puede accionarse adicionalmente de forma giratoria. De este modo, el material tixotrópico que se encuentra en el espacio de inyección puede mantenerse en movimiento, lo que favorece también una temperatura homogénea y crea una posibilidad adicional para influir en las propiedades del material tixotrópico gracias a la elección de la velocidad de giro. Los elementos agitadores pueden estar realizados por ejemplo como botones inclinados respecto al eje del pistón. Dicha compuerta de cierre también puede asumir la función de un elemento agitador de este tipo.

Es especialmente favorable que el accionamiento de giro del pistón esté provisto de medios para medir el par. A partir del par medido puede deducirse en particular la viscosidad y, por lo tanto, el estado del material tixotrópico que se encuentra en el espacio de inyección, pudiendo automatizarse y regularse así aún más el procedimiento y controlarse también la seguridad del procedimiento.

De forma opcional, el tornillo sin fin puede estar provisto de una calefacción interior. De este modo es posible un calentamiento rápido, preciso del material metálico cuando el mismo se hace pasar al estado tixotrópico en el interior de la unidad de tornillo sin fin, por lo que también se acorta la longitud constructiva necesaria de toda la unidad de tornillo sin fin. Para ello es adecuada cualquier tipo de calefacción conocida en la técnica. La calefacción interior comprende preferentemente al menos una hélice calentadora, que está arrollada alrededor de trozos de tubo bimetálicos ranurados en la dirección axial. Gracias a ello, la hélice calentadora se contrae en el estado frío y puede

introducirse fácilmente en el tornillo sin fin para el montaje y el intercambio, mientras que se expande en el estado caliente apretándose debido a ello contra el lado interior del tornillo sin fin en un contacto estrecho, conductor del calor.

- 5 El tornillo sin fin dispone recomendablemente de al menos un sensor de temperatura dispuesto en el interior, mediante el cual pueden obtenerse informaciones adicionales, precisas acerca de los procesos en el interior de la unidad de tornillo sin fin para el control del dispositivo.

10 En otra forma de realización preferida de la invención están previstos al menos dos canales de carga distribuidos en la circunferencia del tornillo sin fin para cargar la unidad de tornillo sin fin con material metálico. Así queda garantizado que el tornillo sin fin se llene uniformemente cuando gira. Esto evita una "formación de puentes" en el interior del cilindro del tornillo sin fin, en la que el tornillo sin fin se encuentra en distintas zonas a lo largo de su circunferencia diferentes factores de fricción por un llenado no uniforme, lo que perjudicaría la homogeneidad del material tixotrópico.

15 De forma opcional, la unidad de tornillo sin fin puede estar realizada con al menos dos tornillos sin fin que giran en sentido contrario, que engranan uno en otro a modo de ruedas dentadas. Una forma de realización de este tipo aumenta las fuerzas de cizallamiento, que actúan gracias al giro del tornillo sin fin sobre el material metálico introducido. Así, el estado tixotrópico del material se vuelve más homogéneo.

20 Para estanqueizar mejor el espacio de inyección, el pistón de la unidad de cilindro-pistón está provisto preferentemente de al menos un aro de pistón. Los aros de pistón simplifican también una lubricación de pistón en su desplazamiento en el cilindro sin el peligro de una contaminación del material tixotrópico en el espacio de inyección por lubricantes.

25 En otra configuración preferida de la invención, en el pistón de la unidad de cilindro-pistón está dispuesto al menos un sensor de temperatura. Un sensor de temperatura dispuesto de este modo permite una detección continua de la temperatura, a diferencia de lo que podría ofrecer un sensor de temperatura integrado según el estado de la técnica habitualmente en la pared del cilindro. Un sensor integrado en la pared ofrece durante la inyección datos acerca de la temperatura del material tixotrópico en el espacio de inyección solo hasta que el pistón pase por el mismo durante el proceso de inyección. Al pasar el pistón por encima, un sensor integrado en la pared está expuesto, además, a grandes sollicitaciones por fricción; un sensor de temperatura dispuesto directamente en el pistón no presenta ninguno de estos inconvenientes.

35 En el pistón de la unidad de cilindro-pistón puede estar dispuesto de forma opcional al menos un sensor de presión, que permite una detección continua de la presión en el espacio de inyección, de forma comparable al sensor de temperatura integrado en el pistón.

40 Es especialmente favorable que la unidad de tornillo sin fin y/o la unidad de cilindro-pistón estén provistas de medios para la refrigeración forzada. Así, el dispositivo y el material que se encuentra en el mismo pueden enfriarse rápidamente, p.ej. en paradas para el mantenimiento o para el cambio del módulo, lo que acorta los tiempos de parada.

45 En un segundo aspecto, la invención crea también una instalación para la fundición a presión de material metálico en el estado tixotrópico, que comprende el dispositivo descrito, un sistema hidráulico para la fundición a presión para la aplicación de presión al pistón de la unidad de cilindro-pistón y un molde para la fundición a presión alimentado por la unidad de cilindro-pistón para la fundición a presión de material metálico en el estado tixotrópico. Una instalación de este tipo reúne las ventajas arriba descritas del dispositivo de acuerdo con la invención.

50 En un tercer aspecto, la invención crea un procedimiento para la fundición a presión de material metálico en el estado tixotrópico, que comprende las etapas:

- 55 hacer pasar un material metálico al estado tixotrópico en una unidad de tornillo sin fin;
- transportar el material tixotrópico de la unidad de tornillo sin fin a través de un canal de conexión a la unidad de cilindro-pistón;
- dejar solidificarse el material que se encuentra en el canal de conexión; e
- inyectar el material tixotrópico de la unidad de cilindro-pistón en un molde para la fundición a presión, mientras el canal de conexión está bloqueado por el material solidificado en el mismo.

60 Respecto a las ventajas del procedimiento de acuerdo con la invención se remite a las explicaciones anteriormente expuestas respecto al dispositivo.

65 Una forma de realización preferida del procedimiento de la invención está caracterizada por la etapa adicional del calentamiento del canal de conexión hasta que el material que se encuentra en el mismo vuelva a recuperar la fluidez para la preparación de una nueva realización del procedimiento. Así, el presente procedimiento puede convertirse en un proceso cíclico altamente productivo con duraciones de ciclo muy cortas.

Para acortar aún más las duraciones de ciclo del procedimiento, la solidificación del material se realiza preferentemente mediante refrigeración forzada del canal de conexión. De forma alternativa o adicional, la solidificación también puede realizarse mediante desconexión de una calefacción del canal de conexión.

5 Es especialmente preferible que el material tixotrópico se agite en la unidad de cilindro-pistón antes y/o durante el proceso de inyección. Como está representado, así el material tixotrópico contenido en el espacio de inyección puede mantenerse en un estado homogéneo en la unidad de cilindro-pistón y también pueden cambiarse de forma selectiva sus propiedades.

10 A continuación, la invención se explicará más detalladamente con ayuda de un ejemplo de realización representado en los dibujos adjuntos. En los dibujos muestran:

La Figura 1 una instalación de moldeo por inyección de metal con un dispositivo de acuerdo con la invención en una vista lateral.

15 La Figura 2 la unidad de tornillo sin fin del dispositivo de la Figura 1 en una vista en corte longitudinal.

La Figura 3 la válvula y la unidad de cilindro-pistón del dispositivo de la Figura 1 en una vista en corte longitudinal.

20 Según la Figura 1, una instalación de moldeo por inyección de metal 1 presenta un dispositivo 2 para la fundición a presión de materiales metálicos en el estado tixotrópico en un molde para la fundición a presión 3, un sistema hidráulico para la fundición a presión 4 para la aplicación de presión al dispositivo 2 y un dispositivo de control electrónico (no representado), para el control del proceso de toda la instalación 1. La instalación 1 también puede construirse basada en una instalación convencional para la fundición a presión, que se reequipa mediante el montaje del dispositivo 2 entre el sistema hidráulico para la fundición a presión 4 (convencional) y el molde para la fundición a presión 3 (convencional) especialmente para el moldeo por inyección de metal, dado el caso también a posteriori, formando el dispositivo 2 en este caso un juego de reequipamiento o adaptación.

25 El dispositivo 2 comprende una unidad de tornillo sin fin 5 dispuesta aproximadamente en la dirección vertical, una válvula 6 y una unidad de cilindro-pistón 7 dispuesta aproximadamente en la dirección horizontal formada por un pistón 7' y un cilindro 7". En la unidad de tornillo sin fin 5 se hace pasar un material metálico (no mostrado) al estado tixotrópico, cargándose la unidad de cilindro-pistón 7 a través de la válvula 6 con el mismo. El sistema hidráulico para la fundición a presión 4 aplica a continuación presión al pistón 7' de la unidad de cilindro-pistón 7, para inyectar el material tixotrópico desde la unidad de cilindro-pistón 7 en el molde para la fundición a presión 3.

30 Todas las partes de la instalación para la fundición a presión 1 están alojadas en carriles de alojamiento 8. El dispositivo 2 está dispuesto en un dispositivo de ajuste 9 en una taza de sujeción 10 y ésta en los carriles de alojamiento 8. El dispositivo de ajuste 9 sirve para adaptar la altura y el ángulo de la posición de montaje del dispositivo 2 al molde para la fundición a presión 3 y al sistema hidráulico para la fundición a presión 4; dado el caso, es posible prescindir del dispositivo de ajuste 9 y/o de la taza de sujeción 10.

35 Tanto la unidad de tornillo sin fin 5 como la unidad de cilindro-pistón 7 disponen de ojete de transporte 11. Los ojete de transporte 11 sirven para la manipulación del dispositivo 2 en conjunto, por ejemplo al cambiar el dispositivo 2 por cualquier otro dispositivo para la fundición a presión o por ejemplo para fines de mantenimiento o para levantar la unidad de tornillo sin fin 5 de la unidad de cilindro-pistón 7, por ejemplo para cambiar la válvula 6.

40 Durante el proceso de inyección, el sistema hidráulico para la fundición a presión 4 acciona a través de un vástago del pistón 13 el pistón 7' de la unidad de cilindro-pistón 7 y el material tixotrópico se transporta desde la unidad de cilindro-pistón 7 a través de una tobera de inyección 14 al molde para la fundición a presión 3, como se explicará en lo sucesivo más detalladamente. Como es conocido en la técnica, el molde para la fundición a presión 3 está realizado por regla general al menos en dos partes y está sujetado por un bastidor tensor 5 y con pernos de centraje 16. Para retirar una pieza fundida a presión acabada después de su solidificación en el molde para la fundición a presión 3, el bastidor tensor 15 y el molde para la fundición a presión 3 se abren en su división de forma conocida por el experto.

45 50 55 Un accionamiento agitador 17 opcional acciona mediante un engranaje 18 el vástago del pistón 13 y por lo tanto el pistón 7' de la unidad de cilindro-pistón 7 para que gire alrededor de su eje. Al menos una rueda dentada del engranaje 18 puede estar provista de dientes de una anchura excesiva para compensar los movimientos axiales del pistón 7' durante la fundición a presión. En lugar del engranaje 18 también puede usarse otro accionamiento conocido en el estado de la técnica, por ejemplo un accionamiento por correa, pero también un accionamiento directo, dado el caso hidráulico.

60 65 Un sistema hidráulico de mantenimiento 19, también opcional, sirve para el desplazamiento del pistón 7' independiente del sistema hidráulico 4 a una posición de mantenimiento 20 (figura 3), como se explicará en lo sucesivo más detalladamente, en caso de que esta función no sea asumida por el sistema hidráulico para la fundición a presión 4 por lo tanto dicho.

La Figura 2 muestra la unidad de tornillo sin fin 5 detalladamente. La unidad de tornillo sin fin 5 hace pasar material metálico a un estado tixotrópico para la preparación de la posterior fundición a presión. A través de unos canales de carga 21 en forma de embudos, que están distribuidos a lo largo de la circunferencia de un cilindro del tornillo sin fin 22 y que están adaptados de forma opcional en su posición axial en el cilindro del tornillo sin fin 22 al paso del tornillo sin fin, la unidad de tornillo sin fin 5 puede cargarse con material metálico, p.ej. en forma de granulado o virutas. Los canales de carga 21 se extienden de forma inclinada hacia abajo a través de la pared del cilindro del tornillo sin fin 22, preferentemente en un ángulo entre aproximadamente 45° y aproximadamente 60°, lo que simplifica la carga uniforme.

Además de con material metálico, la unidad de tornillo sin fin 5 y, por lo tanto toda la instalación 1 también puede cargarse en caso necesario con gas inerte o con otro material gaseoso, líquido y/o sólido. Puede ser material que mejora el moldeo por inyección de metal desde el punto de vista del procedimiento, por ejemplo para afinar el grano o para mejorar las propiedades ignífugas o puede ser material que influye en las propiedades de la posterior pieza fundida a presión, como para la aleación o para la incorporación de fibras. El gas inerte para mejorar las propiedades ignífugas se infiltra gracias a su masa elevada siguiendo la fuerza de gravedad en la unidad de tornillo sin fin 5 y la instalación 1, desplazando por ejemplo el oxígeno que favorece el fuego que se encuentra en la misma.

Un accionamiento de tornillo sin fin 23 acciona un tornillo sin fin 24 alojado de forma giratoria y de forma axialmente desplazable en el cilindro del tornillo sin fin 22, que ejerce sobre el material las fuerzas de cizallamiento necesarias para hacer pasar el material al estado tixotrópico. Mediante una calefacción de tornillo sin fin 25 controlable, que comprende el cilindro del tornillo sin fin 22 y que está dividida preferentemente en la dirección del eje del cilindro del tornillo sin fin 22 en al menos dos segmentos S', S'' de una forma de construcción de por sí conocida se calienta el material en la unidad de tornillo sin fin 5. Los segmentos S', S'' pueden generar distintas zonas de temperatura en el cilindro del tornillo sin fin 22 mediante un control selectivo.

Gracias a la acción de las fuerzas de cizallamiento y al calentamiento del material metálico en la unidad de tornillo sin fin 5, éste se hace pasar a un estado tixotrópico. Al mismo tiempo, es transportado en dirección a la válvula 6 por el movimiento del tornillo sin fin 24. El dispositivo 2 puede estar concebido de tal modo que la unidad de tornillo sin fin 5 cargue la unidad de cilindro-pistón 7 a través de la válvula 6, de forma similar a una extrusora convencional de forma continua con material tixotrópico. Como alternativa, el material tixotrópico puede acumularse de forma preparatoria en la unidad de tornillo sin fin 5 en la zona inferior del cilindro del tornillo sin fin 22, como puede verse en la Figura 2, moviéndose el tornillo sin fin 24 en el cilindro del tornillo sin fin 22 de forma continua hacia arriba y transportando el material tixotrópico a la zona inferior del cilindro del tornillo sin fin 22. Este movimiento puede ser apoyado activamente por un sistema hidráulico del tornillo sin fin 26. Cuando está preparado en este caso la cantidad prevista de material tixotrópico en el cilindro del tornillo sin fin 22, éste es transportado por el tornillo sin fin 24 solicitado por el sistema hidráulico del tornillo sin fin 26 a través de la válvula 6 a la unidad de cilindro-pistón 7.

Como se muestra en la Figura 2, el tornillo sin fin 24 puede disponer en su extremo inferior, orientado hacia la válvula 6, de una junta cónica 27 para estanqueizar respecto a un talón anular 28 cónico en la circunferencia interior del cilindro del tornillo sin fin 22. Con ayuda del sistema hidráulico del tornillo sin fin 26, el tornillo sin fin 24 puede desplazarse a su asiento estanco (no representado) contra el talón anular 28 cónico y puede enclavarse en esta posición estanca mediante un cierre a bayoneta 29 opcional. De este modo puede conseguirse una estanqueidad de la unidad de tornillo sin fin 5 respecto a la válvula 6 sin emplear más energía. En lugar del cierre a bayoneta 29 también puede usarse cualquier otro tipo de enclavamiento conocido en el estado de la técnica.

Un empujador 30 en forma de cilindro que sobresale de la punta de la junta cónica 27 puede entrar en la posición estanca del tornillo sin fin 24 en la desembocadura de un canal de conexión 31 central de la válvula 6. El empujador 30 simplifica el cambio de la válvula 6 por distanciar el material solidificado que se encuentra dado el caso en la misma de la unidad de tornillo sin fin 5. Así es posible un cambio de válvula en el estado frío, sin peligro de causar daños en la unidad de tornillo sin fin 5 y en la válvula 6. El empujador 30 puede presentar de forma alternativa otra forma adaptada a la válvula o puede suprimirse de forma opcional. El talón anular 28 cónico también podrá estar realizado directamente en la desembocadura del canal de conexión 31 central de la válvula 6.

De forma alternativa o adicional a la calefacción del tornillo sin fin 25 en el cilindro del tornillo sin fin 22, el tornillo sin fin 24 puede estar provisto de una calefacción interior (no representada), por ejemplo también dividida en segmentos. Cuando una calefacción interior de este tipo está realizada como calefacción eléctrica, puede estar formada preferentemente por hélices calentadoras, que están arrolladas alrededor de trozos de tubo bimetalicos ranurados en la dirección axial, que están concebidos de tal modo que pueden desplazarse en el estado frío en el tornillo sin fin 24 y que en el estado caliente asientan fijamente contra la pared interior del tornillo sin fin 24.

De forma opcional, el tornillo sin fin 24 dispone de uno o varios sensores de temperatura (no representados) distribuidos, dispuestos en el interior. Puesto que el tornillo sin fin gira, la transmisión de señales de los sensores de temperatura, así como el abastecimiento de energía de los sensores y de la calefacción interior deben adaptarse al movimiento giratorio. La transmisión de señales puede realizarse de forma inalámbrica, p.ej. mediante radio o mediante anillos colectores (no representados) en el tornillo sin fin 24. Las mismas posibilidades existen para el abastecimiento de energía, pudiendo cubrirse el consumo de energía comparativamente reducido de los sensores

de temperatura de forma inalámbrica o mediante “energy harvesting” (aprovechamiento del calor residual) del entorno, mientras que para la calefacción interior son preferibles anillos colectores.

5 Como alternativa a la representación en la Figura 2, la unidad de tornillo sin fin 5 también puede estar realizada con al menos dos tornillos sin fin 24 que giran en sentido opuesto, que engranan uno en otro a modo de ruedas dentadas.

10 La Figura 3 muestra la válvula 6 detalladamente. La válvula 6 está fijada con una brida superior 32 en una abertura de empalme 33 de la unidad de tornillo sin fin 5 y con una brida inferior 34 en una abertura de empalme 35 de la unidad de cilindro-pistón 7. La válvula 6 crea una conexión para el material tixotrópico preparado en la unidad de tornillo sin fin 5 para la carga de la unidad de cilindro-pistón 7 e impide un retorno del material de la unidad de cilindro-pistón 7 a la unidad de tornillo sin fin 5 durante la inyección. La válvula 6 sirve aquí en particular para mantener alejada la alta presión que se forma durante el movimiento de inyección del pistón 7' en la unidad de cilindro-pistón 7 de la unidad de tornillo sin fin 5. Según la Figura 3, la válvula 6 está realizada como trozo de tubo 36 con canal de conexión 31 central, controlable para la conexión opcional del interior del cilindro del tornillo sin fin 22 con el interior del cilindro 7" de la unidad de cilindro-pistón 7 que sirve como espacio de inyección 37.

15 La válvula 6 representada en la Figura 3 trabaja de forma térmica y dispone para ello de un canal de conexión 31 que puede ser calentado y/o refrigerado, que pasa por el trozo de tubo 36 y que se ensancha de forma opcional hacia la unidad de cilindro-pistón 7. En la Figura 3, el canal de conexión 31 está representado de tal modo que se ensancha de forma escalonada, aunque también puede estar realizado alternativamente de forma cónica (véase la Figura 2), de forma escalonada-cónica, abombada-cónica, abombada o simplemente de forma cilíndrica; también pueden estar dispuestas distintas formas de este tipo una tras otra en la dirección axial.

20 Para la sollicitación térmica del canal de conexión 31 y, por lo tanto, el control de la válvula 6, ésta está provista de una calefacción 39 controlable y/o de medios de refrigeración forzada 40 controlables. Mediante la calefacción 39, el material que se encuentra en el canal de conexión 31 puede mantenerse en el estado tixotrópico, además de poder volver a fluidizarse dado el caso material solidificado que se encuentra en el mismo, para “liberar” la válvula 6. De forma similar a lo que se describe respecto a la calefacción del tornillo sin fin 25, la calefacción 39 puede dividirse en segmentos para un control de la temperatura por zonas.

25 Por el contrario, al dejarse enfriar el canal de conexión 31, el material que se encuentra en el mismo puede solidificarse formando en este caso un tapón macizo en el canal de conexión 31, que impide el paso de material a través del canal de conexión 31, “bloqueando” por lo tanto la válvula 6.

30 La solidificación del material en el canal de conexión 31 puede realizarse mediante la desconexión de la calefacción 39 y/o mediante conexión de los medios de refrigeración forzada 40. Los medios de refrigeración forzada 40 pueden comprender por ejemplo un refrigerante gaseoso en canales de refrigeración 40 en el trozo de tubo 36.

35 Para poder realizar duraciones de ciclo especialmente cortos en caso de un procedimiento cíclico de moldeo por inyección de metal, la calefacción 39 puede estar realizada preferentemente como calefacción inductiva por impulsos y los medios de refrigeración forzada 40 como refrigeración con gas CO₂. Como alternativa, también pueden usarse otras calefacciones y/o refrigeraciones conocidas por el estado de la técnica para la válvula 6.

40 La calefacción 39 y/o los medios de refrigeración forzada 40 pueden estar dispuestos en el interior o en la superficie de la pared del trozo de tubo 36 o en uno o varios cartucho(s) de inserción que pasan aproximadamente en la dirección transversal por la pared del trozo de tubo 36 y por el canal de conexión 31.

45 Entre la unidad de tornillo sin fin 5 y la unidad de cilindro-pistón 7 está formada una brecha 41, que desde el punto de vista térmico solo está puenteadada por la válvula 6, por lo que garantiza en gran medida un desacoplamiento térmico entre la unidad de tornillo sin fin 5 y la unidad de cilindro-pistón 7. Para un apoyo adicional de la unidad de tornillo sin fin 5 en la unidad de cilindro-pistón 7 pueden estar previstos aisladores térmicos 42, por ejemplo de cerámica.

50 Para la fijación de la válvula 6 junto con sus bridas 32, 34 en las aberturas de empalme 33, 35, unos anillos roscados 43 encajan con roscas exteriores en roscas interiores de las aberturas de empalme 33, 35. Los anillos roscados 43 están divididos preferentemente en la dirección axial, por lo que pueden manejarse de forma independiente de la válvula 6 y pueden colocarse también después de la introducción de esta última en las aberturas de empalme 33, 35 alrededor del trozo de tubo 36 enroscándose en la rosca interior de la abertura de empalme 33, 35 correspondiente.

55 Para el ataque de la herramienta de apretar o aflojar, los anillos roscados 43 pueden presentar de forma opcional escotaduras correspondientes en sus superficies de ataque 44 dispuestas al descubierto. Unos tampones (no representados) en las ranuras de división de los anillos roscados 43 impiden su desplazamiento involuntario o atascamiento, ya que rellenan la brecha de corte que se forma en la fabricación de los anillos roscados a partir de un anillo en una pieza y el posterior corte mediante sierra. De forma alternativa, pueden usarse fijaciones de brida convencionales, p.ej. mediante fijación por tornillos a través de taladros en las bridas (no representados), para la

fijación de la válvula 6 en las aberturas de empalme 33, 35.

La desembocadura 45 del canal de conexión 31 desemboca directamente o, como está representado, a través de un canal auxiliar 48 en la pared del cilindro 7^o de la unidad de cilindro-pistón 7 entre el pistón 7' y una tobera de inyección 14 en el espacio de inyección 37 del cilindro 7^o. Una compuerta de cierre 46 que sobresale de la superficie efectiva de pistón 47 del pistón 7' cierra la desembocadura 45 de la válvula 6 al moverse el pistón 7' a la posición de mantenimiento 20, entrando en el canal auxiliar 48 y colocándose delante de la desembocadura 45. La sección transversal de la compuerta de cierre 46 puede ser, por ejemplo, circular, ovalada, poligonal u ovoidada o lenticular, pero también puede ser asimétrica y presentar p.ej. segmentos cóncavos. De forma alternativa, la compuerta de cierre 46 puede ser arrastrada a través de un varillaje por el pistón 7' y también puede ser guiada en el exterior del cilindro 7^o o en una guía separada (no representada), por ejemplo en la pared del cilindro 7^o.

El movimiento del pistón a la posición de mantenimiento 20 realiza el sistema hidráulico de mantenimiento 19 en la mayoría de los casos con fines de mantenimiento, por ejemplo para el cambio de la válvula 6; en el proceso de inyección durante el servicio, el pistón 7' por regla general no se desplaza hasta el cierre de la desembocadura 45 por parte de la compuerta de cierre 46.

El canal auxiliar 48 está dispuesto en paralelo a la dirección de desplazamiento 49 del pistón 7' y tiene una sección transversal adaptada a la sección transversal de la compuerta de cierre 46. Como alternativa, el canal auxiliar 48 puede presentar también una sección transversal diferente de la sección transversal de la compuerta de cierre 46, mientras que la compuerta de cierre 46 pueda estanqueizar la desembocadura 45 de la válvula 6 respecto al espacio de inyección 37. Para la evacuación del material que se encuentra en el canal auxiliar 48 al entrar la compuerta de cierre 46, el canal auxiliar 48 está abierto a los dos lados hacia el espacio de inyección 37.

Al cargar la unidad de cilindro-pistón 7 con material tixotrópico de la unidad de tornillo sin fin 5 a través de la válvula 6 al espacio de inyección 37, el pistón 7' o retrocede por la presión de la unidad de tornillo sin fin 5 o se retira activamente mediante el sistema hidráulico para la fundición a presión 4, pudiendo también apoyar la unidad de tornillo sin fin 5 al cargar gracias a su efecto de succión. El material tixotrópico se acumula por lo tanto en el espacio de inyección 37 para la inyección que sigue ahora.

Para garantizar de forma óptima el estado tixotrópico del material en el espacio de inyección 37, la unidad de cilindro-pistón dispone de una calefacción de cilindro 51. La calefacción de cilindro 51, al igual que la calefacción del tornillo sin fin 25, está segmentada de forma opcional y puede controlarse por zonas. También para la limpieza y el vaciado de la unidad de tornillo sin fin 5, de la válvula 6 o de la unidad de cilindro-pistón 7, la calefacción del tornillo sin fin 25, la calefacción 39 o la calefacción del cilindro 51 pueden licuar el material que se encuentra respectivamente en la misma. Además, la unidad de tornillo sin fin 5 o la unidad de cilindro-pistón 7 pueden estar provistas de medios de refrigeración forzada, por ejemplo a modo de los medios de refrigeración forzada 40 de la válvula 6, para un enfriamiento rápido para fines de mantenimiento o de intercambio de módulo.

En la superficie efectiva de pistón 47 del pistón 7' pueden estar dispuestos además de la compuerta de cierre 46 uno o varios elementos agitadores 52. Los elementos agitadores 52 son p.ej. botones inclinados respecto al eje del pistón, aunque también pueden estar realizados en forma de palas o anillos o pueden presentar otra forma adecuada para agitar el material tixotrópico que se encuentra en el espacio de inyección 37 o también pueden estar formados por la compuerta de cierre 46 propiamente dicha.

Cuando el accionamiento agitador 17 hace girar mediante el engranaje 18 el pistón 7' mediante el vástago del pistón 13, los elementos agitadores 52 se encuentran en el espacio de inyección 37 con diferentes resistencias, según el estado del material tixotrópico que se encuentra en el mismo. Gracias a la medición del par en el vástago del pistón o en el accionamiento agitador 17 o mediante una célula de medición separada (no representada) puede deducirse, por lo tanto, el estado del material tixotrópico en el espacio de inyección 37.

Otras informaciones acerca del estado del material tixotrópico que se encuentra en el espacio de inyección 37 pueden suministrar sensores de temperatura y de presión en el espacio de inyección 37. Según la Figura 3, al menos un sensor de temperatura 53 y/o al menos un sensor de presión 54 están dispuestos en el pistón 7'. Las señales 55 de los sensores 53, 54 se transmiten p.ej. mediante el vástago del pistón 13 y, dado el caso, de la forma arriba descrita mediante anillos colectores o por radio a una unidad de evaluación de señales dispuesta en el exterior (no representada).

Cuando existe una cantidad de material en estado tixotrópico suficiente para el siguiente proceso de fundición a presión en el espacio de inyección 37, la válvula 6 se cierra mediante desconexión de la calefacción 39 y/o conexión de los medios de refrigeración forzada 40, lo que prepara el dispositivo 2 para la inyección del material en el molde para la fundición a presión 3. Para la inyección, el sistema hidráulico para la fundición a presión 4 aplica presión al pistón 7' mediante el vástago del pistón 13, por lo que se inyecta el material tixotrópico desde el espacio de inyección 37 mediante la tobera de inyección 14 en el molde para la fundición a presión 3, donde se solidifica y puede retirarse a continuación como pieza moldeada.

El pistón 7' puede estar provisto de uno o varios aros de pistón para una mejor estanqueidad del espacio de inyección 37 respecto a la pared interior del cilindro 7". Los aros de pistón pueden estar realizados p.ej. de forma de por sí conocida como aros de compresión, cuya presión de aplicación contra la pared interior del cilindro 7" se realiza sobre todo mediante la presión del material tixotrópico en el espacio de inyección 37, p.ej. mediante una conformación adecuada de los aros de compresión o mediante canales de presión adicionales en el pistón 7' entre el espacio de inyección 37 y los aros de compresión. De forma opcional, también es posible una lubricación de la pared interior del cilindro 7", para lo que podrían alimentarse lubricante, por ejemplo a través de taladros de lubricantes en la pared del cilindro 7" o a través de aquel espacio en el cilindro 7" que está dispuesto en el lado del pistón 7' que está dispuesto en el lado no orientado hacia el molde para la fundición a presión 3.

La tobera de inyección 14, que desemboca en el molde para la fundición a presión 3, dispone preferentemente de una calefacción de tobera 56. La tobera de inyección 14 puede estar concebida gracias a ésta como llamado canal caliente, para impedir una solidificación del material en su interior. La Figura 3 muestra además una camisa aislante 57 opcional para el aislamiento térmico alrededor de la tobera de inyección 14. Una camisa aislante 57 de este tipo de un tamaño adecuado también puede usarse para el aislamiento térmico de la unidad de tornillo sin fin 5, de la válvula 6 y/o de la unidad de cilindro-pistón 7.

Después de la inyección del material tixotrópico en el molde para la fundición a presión 3 y tras la apertura de la válvula 6 mediante calentamiento, el procedimiento puede realizarse nuevamente.

La invención no está limitada a las formas de realización representadas sino que comprende todas las variantes y modificaciones que entran en el marco de las reivindicaciones indicadas a continuación. La desembocadura 45 de la válvula 6 podría desembocar p.ej. también en el lado del pistón 7' no orientado hacia el molde para la fundición a presión 3 en un espacio de alimentación (no representado) del cilindro 7". En esta forma de realización alternativa, la unidad de tornillo sin fin 5 alimenta a través de la válvula 6 este espacio de alimentación en lugar del espacio de inyección 37. Cuando a continuación retrocede el pistón 7' y deja pasar material tixotrópico a través de una válvula de retención del espacio de alimentación al espacio de inyección 37, la válvula 6 puede proteger la unidad de tornillo sin fin 5 del efecto de presión y/o de succión.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo (2) para la fundición a presión de material metálico, con una unidad de tornillo sin fin (5) para hacer pasar el material a un estado tixotrópico y con una unidad de cilindro-pistón (7) alimentada por ésta para la aplicación de presión al material tixotrópico para la fundición a presión, **caracterizado por que** entre la unidad de tornillo sin fin (5) y la unidad de cilindro-pistón (7) está dispuesta una válvula (6) térmicamente controlable.
- 10 2. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la válvula (6) controlable está formada por un canal de conexión (31), que está provisto de medios controlables (40) para la refrigeración forzada del material que se encuentra en el mismo hasta por dea de la temperatura de solidificación del mismo.
- 15 3. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** el canal de conexión (31) se ensancha en dirección a la unidad de cilindro-pistón (7).
- 20 4. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, **caracterizado por que** el canal de conexión (31) está provisto de medios controlables (39) para el calentamiento del material que se encuentra en el mismo.
- 25 5. El dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la unidad de tornillo sin fin (5) y la unidad de cilindro-pistón (7) forman una brecha (41) entre sí, que aparte de los aisladores térmicos (42), sólo está puentada por la válvula (6).
- 30 6. El dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** la desembocadura (45) (45) del canal de conexión (31) dispuesta en una abertura de empalme (35) de la unidad de cilindro-pistón (7) puede cerrarse mediante una compuerta de cierre (46) arrastrada por el pistón (7') de la unidad de cilindro-pistón (7).
- 35 7. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** la compuerta de cierre (46) sobresale de la superficie efectiva de pistón (47) del pistón (7') en la dirección de desplazamiento del mismo.
- 40 8. El dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** el tornillo sin fin (24) de la unidad de tornillo sin fin (5) es desplazable en la dirección axial y dispone en su lado orientado hacia la válvula (6) de una junta cónica (27) para estanqueizar respecto a un talón anular (28) cónico en la circunferencia interior de la unidad de tornillo sin fin (5).
- 45 9. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 en combinación con la reivindicación 2, **caracterizado por que** la junta cónica (27) porta un empujador (30) en su punta, el cual puede introducirse en el canal de conexión (31).
- 50 10. El dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** la unidad de cilindro-pistón (7) está dispuesta aproximadamente en la dirección horizontal y la unidad de tornillo sin fin (5) aproximadamente en la dirección vertical.
- 55 11. El dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** en la superficie efectiva de pistón (47) del pistón (7') está dispuesto al menos un elemento agitador (52) pudiendo accionarse el pistón (7') adicionalmente de forma giratoria.
- 60 12. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado por que** el accionamiento de giro (17) del pistón (7') está provisto de medios para la medición del par.
- 65 13. El dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que** el tornillo sin fin (24) está provisto de una calefacción interior.
14. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado por que** la calefacción interior comprende al menos una hélice calentadora, que está arrollada alrededor de trozos de tubo bimetálicos ranurados en la dirección axial.
15. El dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado por que** en el pistón (7') de la unidad de cilindro-pistón (7) está dispuesto al menos un sensor de temperatura (53).
16. Una instalación para la fundición a presión de material metálico en estado tixotrópico, que comprende un dispositivo (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 15, un sistema hidráulico para la fundición a presión (4) para la aplicación de presión al pistón (7') de la unidad de cilindro-pistón (7) y un molde para la fundición a presión (3) alimentado por la unidad de cilindro-pistón (7) para la fundición a presión de material metálico en estado tixotrópico.
17. Un procedimiento para la fundición a presión de material metálico en estado tixotrópico, que comprende las etapas:

- hacer pasar un material metálico al estado tixotrópico en una unidad de tornillo sin fin (5),
transportar el material tixotrópico de la unidad de tornillo sin fin (5) a través de un canal de conexión (31) a la
unidad de cilindro-pistón (7),
dejar solidificarse el material que se encuentra en el canal de conexión (31), e
5 inyectar el material tixotrópico de la unidad de cilindro-pistón (7) en un molde para la fundición a presión (3),
mientras el canal de conexión (31) está bloqueado por el material solidificado en el mismo.
18. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 17, **caracterizado por** la otra etapa del calentamiento del
canal de conexión (31) hasta que el material que se encuentra en el mismo recupere la fluidez para la preparación
10 de una nueva realización del procedimiento.
19. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 17 o 18, **caracterizado por que** la solidificación se realiza
mediante una refrigeración forzada (40) del canal de conexión (31).
- 15 20. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 17 o 18, **caracterizado por que** la solidificación se realiza
mediante una desconexión de una calefacción (39) del canal de conexión.
21. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 17 a 20, **caracterizado por que** el material
tixotrópico en la unidad de cilindro-pistón (7) se agita antes y/o después del proceso de inyección.
20

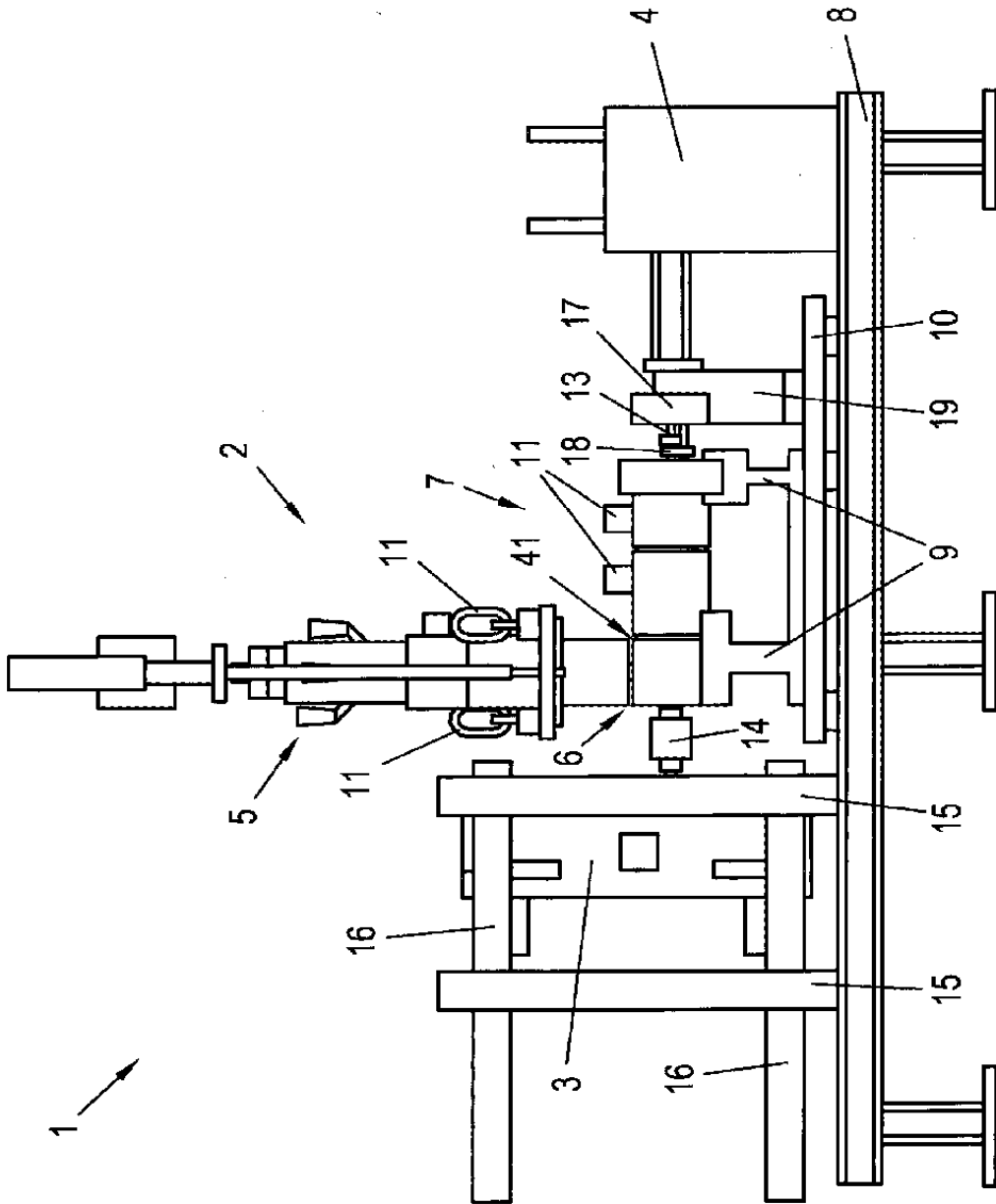


Fig. 1

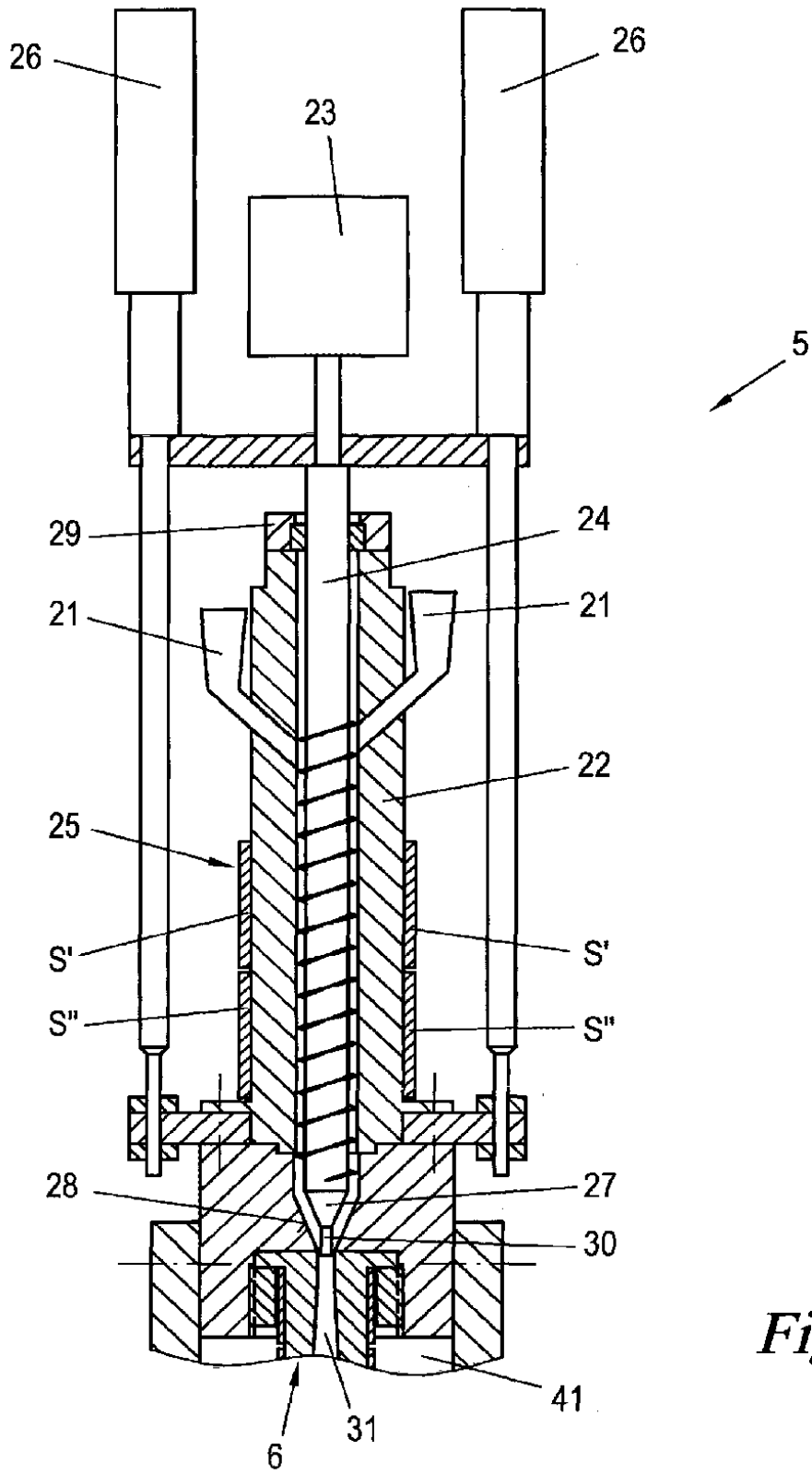


Fig. 2

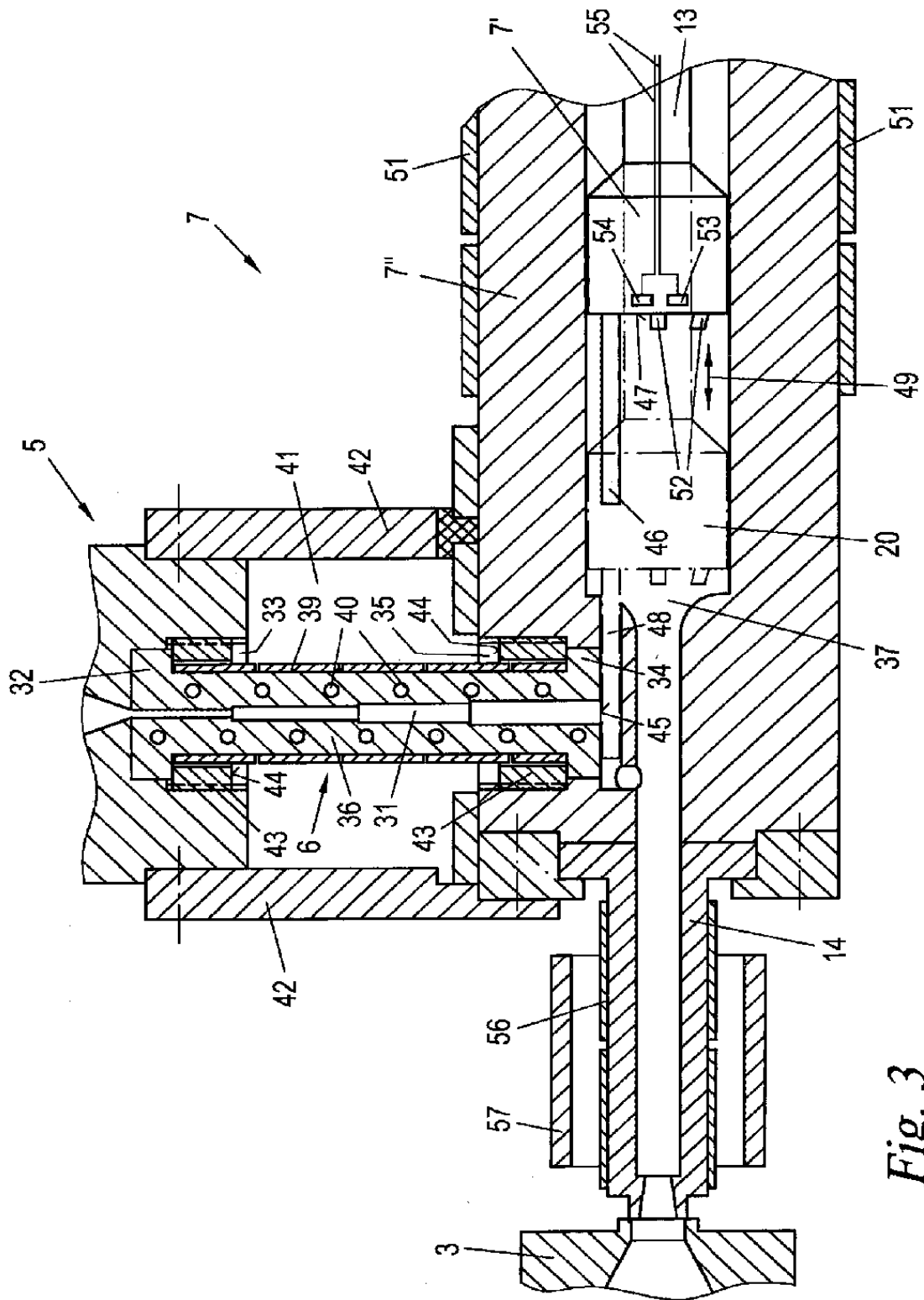


Fig. 3

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

Documentos de patentes citados en la descripción

- 10
- EP 0080787 A [0003]
 - DE 19079118 [0004]
 - WO 2011116838 A [0005]
 - US 20020053416 A [0006]
 - WO 01021343 A [0007]