

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 592 256**

51 Int. Cl.:

B29C 45/17 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2011 E 11003092 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016 EP 2474405**

54 Título: **Procedimiento de presión interna de gas para la producción de piezas de material sintético**

30 Prioridad:

11.01.2011 DE 102011008260

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

29.11.2016

73 Titular/es:

**LINDE AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Klosterhofstrasse 1
80331 München, DE**

72 Inventor/es:

**PRALLER, ANDREAS;
ORSÉN, MIKAEL y
OP DE LAAK, MARCEL**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 592 256 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 de presión interna de gas para la producción de piezas de material sintético

5 La invención se refiere a un procedimiento para la producción de una pieza moldeada, en el que un polímero fundido líquido es incorporado en una cavidad de un molde para fundición inyectada y a la cavidad del molde se aporta un fluido de presión, con lo cual el polímero es presionado contra las paredes de la cavidad del molde.

10 Para la producción de piezas moldeadas con zonas huecas o canales se emplea a menudo el denominado procedimiento de presión interno de gas. En el caso de este procedimiento, un fluido a presión, habitualmente nitrógeno, se inyecta bajo elevada presión, por ejemplo entre 50 bares y 300 bares, en una cavidad de una herramienta de inyección no totalmente llena de masa fundida. El nitrógeno presiona la masa fundida desde el centro de la cavidad a las paredes de la cavidad, con lo que se forma la cavidad deseada.

En el denominado procedimiento de cavidades secundarias, una cavidad principal se llena primero completamente con la masa fundida y, a continuación, mediante un fluido de presión, por ejemplo mediante nitrógeno, una parte de la masa fundida es presionada en una cavidad secundaria conectada a la cavidad principal, de modo que en la cavidad principal se configura la cavidad deseada.

15 Además, se conoce también el procedimiento de contrapresión en masa o el procedimiento de retroceso, en el que, análogamente al procedimiento de cavidades secundarias, la cavidad se llena primeramente con masa fundida, la cual es aportada a través un transportador sin fin. Una parte de la masa fundida es empujada entonces a través del fluido a presión no a una cavidad secundaria, sino que es devuelta al transportador sin fin.

20 Las ventajas de la técnica de presión interna de gas son, entre otras, que para la producción de la pieza moldeada se consume menos material, que se puede alcanzar una precisión mayor, que se pueden eliminar puntos de incidencia, que se pueden producir piezas moldeadas que presentan una mayor resistencia y rigidez, que los tiempos del ciclo se pueden reducir, que las sollicitaciones en el material de la pieza moldeada, determinadas por el moldeo, se pueden reducir fuertemente y que se pueden utilizar máquinas de colada por inyección con una fuerza de cierre menor.

25 A partir del documento EP 1 259 368 B1 se conoce un procedimiento para la técnica de presión interna de gas con refrigeración interna. En el caso de este procedimiento, mientras que el polímero se enfría en la cavidad y se endurece, se conduce nitrógeno a través de la cavidad en el material sintético con el fin de acelerar de esta forma el enfriamiento y endurecimiento.

30 A una temperatura de 100°C y una presión de 200 bares, la densidad del nitrógeno es de 166 kg/cm³, a presiones menores, la densidad es todavía claramente menor. Por lo tanto, ya se propuso utilizar agua en lugar de nitrógeno con el fin de enfriar el material sintético. La densidad del agua asciende, en las condiciones mencionadas de 100°C y 200 bares, a 967 kg/m³. Junto a la densidad mayor, el agua posee también una capacidad calórica mayor que el nitrógeno. De manera correspondiente, es mayor el efecto de refrigeración que el que se puede alcanzar al emplear agua como medio refrigerante y, de manera correspondiente, son más cortos los tiempos del ciclo que se pueden alcanzar con el agua.

35 El empleo de agua tiene, sin embargo numerosos inconvenientes: la pieza moldeada de material sintético producida debe ser secada cuidadosamente después del endurecimiento. Además, deben utilizarse tipos de material sintético especiales que sean resistentes a la hidrólisis. También fugas en las partes conductoras de agua conducen a menudo a serios problemas de calidad.

40 Por lo tanto, es misión de la presente invención indicar un procedimiento mejorado de presión interna de gas con refrigeración interna. En particular, se ha de alcanzar un rápido enfriamiento de la pieza moldeada de material sintético en la cavidad.

45 Este problema se resuelve mediante un procedimiento para la producción de una pieza moldeada, en el que un polímero fundido líquido se incorpora en una cavidad de un molde para fundición inyectada y a la cavidad del molde se aporta un fluido de presión, con lo cual el polímero es presionado contra las paredes de la cavidad del molde, y se caracteriza por que como fluido de presión se emplea dióxido de carbono líquido con una presión de al menos 150 bares, preferiblemente con una presión de al menos 200 bares o de al menos 250 bares.

- 5 La expresión “molde para fundición inyectada” se utiliza en el marco de esta solicitud para una herramienta de moldeo por inyección que presenta una cavidad del molde adecuada para la producción de una pieza moldeada de material sintético o de metal. La herramienta sirve, por ejemplo, para producir grandes números de piezas de material sintético. El material sintético líquido o un polímero líquido se inyectan, para ello, en la herramienta con una presión elevada, la pieza moldeada se enfría y, después de un determinado tiempo, es expulsada de la herramienta.
- Por norma general, el molde para fundición inyectada se compone de dos o más partes de la herramienta que están separadas una de otra o que pueden ser movidas una con relación a la otra con el fin de abrir y cerrar la herramienta.
- 10 La invención se refiere al denominado procedimiento de presión interna de gas. Conforme a la invención, el molde para fundición inyectada se cierra, con lo cual se forma en el interior del molde para fundición inyectada una cavidad del molde. El polímero líquido fundido se incorpora o bien inyecta en la cavidad del molde para fundición inyectada. Para el enfriamiento de la masa fundida se utiliza, conforme a la invención, dióxido de carbono líquido bajo una presión elevada de al menos 150 bares. En este caso, en la masa fundida se ha de crear una cavidad mediante la presión del dióxido de carbono aportado.
- 15 El punto crítico del dióxido de carbono se encuentra en una temperatura de aproximadamente 31,0°C y una presión de 73,8 bares. El polímero que se encuentra en la cavidad del molde tiene una temperatura mayor que 50°C, la mayoría de las veces incluso claramente mayor que 100°C, de modo que para el dióxido de carbono se presentan, después de la aportación a la cavidad del molde, condiciones la mayoría de las veces súper-críticas. Conforme a la invención, se aporta dióxido de carbono que, antes de la entrada en el molde para fundición inyectada, se presenta en un estado de agregación líquido. Después de la inyección en la cavidad del molde, este compuesto pasará, por norma general y en virtud de las relaciones de temperatura descritas, al estado súper-crítico.
- 20 Se ha demostrado que el dióxido de carbono, bajo estas condiciones, posee, por una parte, muy buenas propiedades de transferencia de calor y, por otra parte, se adecua también muy bien como fluido de presión. El polímero líquido fundido es presionado mediante el dióxido de carbono rápidamente y de forma eficaz contra las paredes internas del molde para fundición inyectada, con el fin de formar, la pieza moldeada deseada. Además, la transferencia de calor del polímero al dióxido de carbono es elevada, de modo que la pieza moldeada a producir se enfría rápidamente, y las superficies internas de la pieza moldeada presentan una elevada calidad de la superficie. Junto a la buena conductividad del calor, el dióxido de carbono súper-crítico posee también una elevada capacidad calórica, de modo que se consigue un enfriamiento eficaz del polímero. La invención permite, por lo tanto, una clara reducción del tiempo necesario para la producción de una pieza moldeada. El tiempo de ciclo, es decir, el tiempo desde la incorporación del polímero en la cavidad del molde hasta la retirada de la pieza moldeada acabada del molde para fundición inyectada se reduce claramente con respecto a procedimientos en los que se utiliza nitrógeno como fluido de presión y medio de refrigeración.
- 25 El procedimiento conforme a la invención se puede emplear, en particular, ventajosamente cuando se deban producir piezas moldeadas, cuyas superficies internas deban satisfacer requisitos de calidad elevados. Por lo tanto, la invención se emplea preferiblemente para la producción de tubos, en particular tubos o tuberías con una escasa sección transversal interna, por ejemplo, conductos de refrigeración en la industria del automóvil.
- 30 Sorprendentemente, se ha demostrado que en el caso del modo de proceder conforme a la invención, el polímero no forma espuma en la superficie y se ajusta a una calidad de la superficie que, por lo demás, sólo se alcanza en el caso de un enfriamiento con agua. Frente a un enfriamiento con agua, la invención tiene, sin embargo, la gran ventaja de que la pieza moldeada, después de la producción, no tiene que ser secada y que el procedimiento conforme a la invención se adecua para todos los materiales sintéticos y polímeros habituales empleados en el moldeo por inyección. Con ayuda de un enfriamiento con agua, pueden enfriarse, por el contrario, sólo materiales sintéticos especiales, dado que, de lo contrario, la superficie de la pieza moldeada sería atacada por el agua.
- 35 El dióxido de carbono líquido se incorpora en la cavidad del molde preferiblemente con una presión de al menos 150 bares, al menos 200 bares o al menos 250 bares. Con una presión creciente aumentan también la densidad y la capacidad calórica, de modo que se alcanza un enfriamiento todavía más eficaz. Ventajosamente, el dióxido de carbono se incorpora en la cavidad del molde con una presión de como máximo 300 bares o 350 bares, dado que a presiones mayores pueden aparecer dificultades para el equipo y problemas de estanqueidad.
- 40 El dióxido de carbono líquido se incorpora en la cavidad del molde preferiblemente con una presión de al menos 150 bares, al menos 200 bares o al menos 250 bares. Con una presión creciente aumentan también la densidad y la capacidad calórica, de modo que se alcanza un enfriamiento todavía más eficaz. Ventajosamente, el dióxido de carbono se incorpora en la cavidad del molde con una presión de como máximo 300 bares o 350 bares, dado que a presiones mayores pueden aparecer dificultades para el equipo y problemas de estanqueidad.
- 45 Preferiblemente, como fluido de presión se emplea dióxido de carbono líquido, refiriéndose la propiedad “líquido” al estado de agregación antes de la incorporación del dióxido de carbono en la cavidad del molde. Antes de la
- 50

aportación del dióxido de carbono a la cavidad del molde llena con el polímero caliente, el dióxido de carbono tiene preferiblemente una temperatura entre 15°C y 30°C, preferiblemente entre 15°C y 25°C. Sólo después del contacto con el polímero, se calienta el dióxido de carbono y pasa del estado líquido al estado súper-crítico.

5 La calidad de la pieza moldeada producida depende tanto de la presión máxima que es ejercida a través del fluido de presión sobre la masa fundida, como del perfil de presión, es decir, el transcurso de la variación de presión hasta la presión máxima. En función de la geometría de la cavidad del molde, según la disposición, situación y ejecución de los inyectores para la masa fundida y el fluido de presión, y dependiendo del polímero utilizado, puede ser favorable no aportar inmediatamente a la cavidad del molde el fluido de presión, es decir, dióxido de carbono, con una presión de al menos 150 bares.

10 Se ha demostrado que la velocidad de circulación y el caudal másico del fluido de presión tienen influencia sobre la conformación de la cavidad en la pieza moldeada a producir. En el caso de un caudal másico demasiado grande o de una velocidad de circulación demasiado alta, en el polímero líquido fundido pueden aparecer arremolinamientos que impiden la configuración de una cavidad con una elevada calidad de la superficie.

15 Por lo tanto, en una forma de realización preferida, antes de la aportación del fluido de presión se aporta a la cavidad del molde un fluido de conformación con el fin de formar una cavidad en el polímero, empleándose como fluido de conformación dióxido de carbono con una densidad menor que 500 kg/m³, preferiblemente menor que 300 kg/m³.

20 Después de la incorporación del polímero líquido fundido, es decir, la masa fundida, en la cavidad del molde, se aporta primeramente un fluido de conformación antes de inyectar el dióxido de carbono líquido bajo alta presión de al menos 150 bares. El dióxido de carbono líquido tiene a la temperatura ambiente y una presión de 150 bares una densidad de aproximadamente 900 kg/m³. Como fluido de conformación se emplea, por el contrario, dióxido de carbono con una densidad menor que 500 kg/m³, preferiblemente menor que 300 kg/m³. En el caso del proceso de conformación inicial se emplea, por lo tanto, un fluido de conformación que presenta una densidad reducida a la mitad o más en comparación con el fluido de presión, a saber, dióxido de carbono a 150 bares. De manera correspondiente, también el caudal másico del fluido de conformación es claramente menor que el del fluido de presión. Mediante la reducción del caudal másico se evitan ampliamente arremolinamientos del polímero líquido fundido en la cavidad del molde. Cuando el fluido de conformación ha formado una cavidad en la masa fundida, puede tener lugar la aportación conforme a la invención del fluido de presión.

Ventajosamente, como fluido de conformación se aporta dióxido de carbono gaseoso con una presión menor que 100 bares, preferiblemente menor que 80 bares, de preferencia menor que 60 bares.

30 En otra forma de realización preferida, la reducción de la densidad con respecto al fluido de presión se alcanza a través de un aumento de la temperatura. En este caso, como fluido de conformación se utiliza dióxido de carbono bajo una presión de más de 150 bares y una temperatura mayor que 50°C, preferiblemente entre 50°C y 150°C.

35 En el caso de las dos variantes arriba mencionadas, el uso de dióxido de carbono a baja presión y/o el uso de dióxido de carbono a temperatura elevada, el fluido de conformación tiene una densidad esencialmente reducida con respecto al dióxido de carbono a temperatura ambiente y a una presión de 150 bares, con lo cual la corriente másica se reduce y se evitan ampliamente los arremolinamientos descritos.

40 Además, se ha comprobado que la calidad de la pieza moldeada puede verse afectada por la magnitud y el transcurso del aumento de presión. Por lo tanto, ventajosamente, la presión del fluido de conformación durante la aportación del fluido de conformación se eleva de manera que la variación de presión es menor que 50 bares/s, preferiblemente menor que 30 bares/s. Por ejemplo, mediante la aportación del fluido de conformación, la presión en la cavidad del molde o bien en la masa fundida aumenta, en el espacio de 2 a 3 segundos, uniformemente hasta 60 bares, 70 bares u 80 bares.

45 La invención se adecua, en particular, para la producción de una pieza moldeada según el procedimiento de cavidades secundarias o según el procedimiento de retroceso. En el caso del procedimiento de cavidades secundarias está unida a la cavidad del molde en el que se ha de conformar y producir la herramienta de moldeo, una cavidad secundaria. La masa fundida es introducida en la cavidad del molde y, a continuación, es empujada a la cavidad secundaria, en parte mediante el fluido de conformación y/o mediante el fluido de presión. La masa fundida que permanece en la cavidad del molde es presionada contra la pared de la cavidad del molde y es enfriada.

El procedimiento de retroceso o también procedimiento de contrapresión en masa se diferencia del procedimiento de cavidades secundarias en que una parte de la masa fundida no es empujada a una cavidad secundaria, sino que es devuelta a la tubería de alimentación o transportador sin fin a través del cual la masa fundida fue previamente conducida a la cavidad del molde.

- 5 En el procedimiento de retroceso la masa fundida debe ser empujada de la cavidad del molde en contra de una presión claramente superior que en el caso del procedimiento de cavidades secundarias. En particular, en el procedimiento de retroceso, se ha manifestado como particularmente ventajoso el modo de proceder arriba descrito con un fluido de conformación y un fluido de presión.

- 10 En una forma de realización preferida, el dióxido de carbono empleado como fluido de presión y/o el fluido de conformación se enfría antes de la inyección en la cavidad del molde, en particular a una temperatura menor que 15°C, preferiblemente menor que 10°C, de manera particularmente preferida menor que 5°C. Mediante la disminución de la temperatura, el dióxido de carbono líquido se enfría y permanece después de la incorporación en la cavidad del molde más tiempo en estado de agregación líquida antes de que pase al estado súper-crítico bajo la acción del polímero caliente. De este modo, puede aprovecharse, a lo largo de un mayor espacio de tiempo, la elevada capacidad calórica del dióxido de carbono líquido y el polímero se enfría más rápidamente.
- 15

- 20 El fluido de presión y/o el fluido de conformación se incorporan en la cavidad del molde preferiblemente a través de un inyector. En virtud de las buenas propiedades de transferencia de calor descritas de dióxido de carbono, el inyector es enfriado por el dióxido de carbono que lo recorre. Cuando el inyector está demasiado caliente, en particular cuando el inyector presenta una temperatura por encima de la temperatura de transición vítrea T_g del polímero o material sintético, existe el riesgo de que el polímero o bien material sintético pueda adherirse o pegarse. Mediante el enfriamiento del inyector con dióxido de carbono se impide una adherencia de este tipo y se garantiza que la pieza moldeada pueda ser retirada sin problemas del molde después del enfriamiento.

- 25 Otra ventaja consiste en que en el caso de utilizar dióxido de carbono, el inyector sea limpiado por sí mismo en mayor medida por el dióxido de carbono que fluye a través del inyector, dado que durante el paso por las secciones transversales muy finas en el inyector - en el caso de un inyector con rendija anular se emplean, por ejemplo, rendijas anulares con una anchura de sólo 1/100 a 3/100 mm - en virtud del tamaño molecular del dióxido de carbono se manifiestan fuerzas de cizallamiento mayores que en el caso de nitrógeno.

- 30 La invención se adecua, en particular, para la producción de piezas moldeadas en las que la calidad de las superficies internas es importante y debería ser elevada, por ejemplo para conductos de refrigeración, en particular conductos de refrigeración para vehículos automóviles. Además, la invención en el caso de la producción de piezas moldeadas con grandes espesores de pared presenta ventajas, dado que los tiempos de refrigeración mediante el empleo de dióxido de carbono a presión elevada se pueden reducir de manera esencial. En general, el procedimiento conforme a la invención se utiliza en la producción de piezas moldeadas que permiten el uso de elevadas presiones de gas por encima de 150 bares, de manera particularmente preferida por encima de 200 bares o 250 bares.
- 35

- 40 La invención representa una variante de la técnica de presión interna de gas actual, en la que, en lugar de un fluido de presión o adicionalmente a un fluido de presión gaseoso se emplea dióxido de carbono líquido. En el caso de los procedimientos de presión interna de gas habituales, el gas empleado como fluido de presión es incorporado en la cavidad del molde a través de inyectores de gas. Estos inyectores de gas están constituidos, la mayoría de las veces, como inyectores de rendija anular. En este caso, una aguja está dispuesta de forma móvil en una guía, de modo entre la aguja y la guía se forma una rendija anular estrecha, por ejemplo con una anchura de rendija de 0,01 mm.

- 45 Se ha demostrado que inyectores de gas habituales del tipo arriba mencionado, en el caso de la aportación conforme a la invención de dióxido de carbono líquido no representan el óptimo, dado que dióxido de carbono líquido presenta otras relaciones de flujo que el nitrógeno gaseoso. Por lo tanto, existe el riesgo de que en el caso de un dimensionamiento demasiado pequeño del orificio de salida, el caudal de dióxido de carbono en la cavidad de moldeo sea demasiado bajo y, con ello, la pieza moldeada sea conformada con mayor lentitud y peor. Por otra parte, velocidades de circulación demasiado elevadas del dióxido de carbono provocan arremolinamientos indeseados del polímero en la cavidad del molde.

- 50 Por lo tanto, ventajosamente se emplean inyectores cuyo orificio de salida para el dióxido de carbono presenta una superficie en sección transversal mayor que $0,1 \text{ mm}^2$, mayor que $0,5 \text{ mm}^2$, mayor que 2 mm^2 o mayor que 5 mm^2 . En

este caso, se puede tratar de inyectores de rendija anular correspondientemente modificados o de otros inyectores. Estos inyectores pueden utilizarse tanto para inyectar el fluido de presión, es decir, el dióxido de carbono líquido bajo alta presión, como también para inyectar el fluido de conformación. Los inyectores permiten un elevado caudal másico con velocidades de circulación no demasiado elevadas. En el caso de emplear inyectores de este tipo, la presión en la cavidad del molde puede constituirse de forma definida, por ejemplo hasta 200 bares o 250 bares. El polímero es presionado rápida y eficazmente contra las paredes del molde para fundición inyectada, debiéndose evitar arremolinamientos del polímero, de modo que se mejoran tanto la conformación como también el enfriamiento de la pieza moldeada.

En el caso de emplear inyectores de rendija anular, se ha manifestado ventajoso prever para el diámetro interno de la rendija anular al menos 5 mm, al menos 10 mm o al menos 15 mm. En el caso de la realización arriba descrita del inyector de rendija anular con una aguja, esto significa que la aguja posee un diámetro externo de al menos 5 mm, al menos 10 mm o al menos 15 mm.

También es favorable utilizar inyectores cuyo orificio de salida se abra, cierre o se pueda modificar en su tamaño de forma activa. Por ejemplo, puede estar previsto un dispositivo de ajuste hidráulico con el que se pueda modificar la superficie en sección transversal del orificio de salida.

Mediante las dimensiones mencionadas del inyector se optimiza, en particular, la aportación del dióxido de carbono líquido a la cavidad del molde, de modo que se puede reducir el tiempo del ciclo o bien el tiempo necesario para la producción de una pieza moldeada y/o se puede aumentar la calidad de la pieza moldeada.

Durante la reducción de la presión, después de que la pieza moldeada haya sido conformada en el molde para fundición inyectada y haya sido enfriada, se ha de tener en cuenta que la superficie interna de la pieza moldeada conformada no sea dañada por una reducción demasiado rápida de la presión.

Por lo tanto, preferiblemente, la presión en la cavidad de moldeo se reduce con una velocidad menor que 20 bares/segundo, en particular con una velocidad entre 10 bares/segundo y 20 bares/segundo. De este modo, se impide una formación de espuma en la superficie interna de la pieza moldeada y, así, se garantiza una elevada calidad de la superficie interna. La zona solicitada para la velocidad de reducción de la presión entre 10 bares/s y 20 bares/s representa un buen compromiso entre una reducción de la presión lo más rápida posible para reducir el tiempo del ciclo y una reducción de la presión lo más lenta posible para mejorar la calidad de la superficie interna.

Ventajosamente, la reducción de la presión tiene lugar de forma lineal, es decir por unidad de tiempo la presión se reduce en la misma magnitud.

A menudo, es favorable, después de alcanzar la presión máxima en la cavidad del molde, mantener la presión durante un cierto tiempo antes de que se comience con la reducción de la presión. Por ejemplo, mediante inyección de dióxido de carbono líquido en la cavidad del molde se establece una presión de 250 bares, esta presión se mantiene durante algunos segundos, por ejemplo entre 5 y 20 segundos y luego se reduce de nuevo la presión uniformemente con una velocidad de 15 bares/s.

Sin embargo, también es posible comenzar con la reducción de la presión inmediatamente después de alcanzar la presión máxima en la cavidad del molde con el fin de minimizar así el tiempo del ciclo.

Ensayo comparativo:

Un conducto de medio refrigerante a base de material sintético se produjo primero según el procedimiento habitual de presión interna de gas, a saber en particular según el procedimiento de retroceso con nitrógeno gaseoso como fluido de presión. En este caso, la masa fundida se inyectó en el molde para fundición inyectada con una temperatura de 310°C. La evaluación de los ensayos proporcionó un tiempo de refrigeración de 110 segundos por cada pieza moldeada y un tiempo total para un ciclo, es decir, el tiempo desde la inyección de la masa fundida en el molde para fundición inyectada hasta la inyección de la masa fundida para la siguiente pieza moldeada de 123 segundos.

Ejemplo 1:

Se produjo la misma pieza constructiva que en el Ensayo comparativo. En lugar de nitrógeno gaseoso se utilizó como fluido de presión, conforme a la invención, dióxido de carbono líquido. La presión del dióxido de carbono

líquido aportado se aumentó rápidamente hasta 250 bares y luego se mantuvo en este valor. Se mantuvieron las restantes condiciones del ensayo. Mediante el uso de dióxido de carbono líquido como fluido de presión, el tiempo de refrigeración pudo reducirse de 110 segundos a 60 segundos.

Ejemplo 2:

- 5 En el siguiente ensayo se examinó la influencia del perfil de presión. A diferencia del Ejemplo 1, la presión no se aumentó rápidamente hasta la presión máxima, sino que se constituyó más lentamente y de forma definida. Primeramente, se introdujo en la cavidad del molde dióxido de carbono gaseoso como fluido de conformación con el fin de volver a comprimir al menos una parte de la masa fundida en el transportador sin fin. La presión del dióxido de carbono gaseoso se aumentó en el espacio de 2 segundos hasta 60 bares y, a continuación, se mantuvo durante 14 segundos a 60 bares. Después de esta fase de parada se aportó dióxido de carbono líquido a temperatura ambiente y la presión se elevó en el espacio de 5 segundos hasta 250 bares. Después de una fase de parada de 5 segundos a 250 bares, la presión se redujo lentamente de nuevo hasta cero. El tiempo para la reducción de la presión ascendió a 10 segundos. El tiempo de refrigeración pudo reducirse con respecto al Ejemplo 1 a 36 segundos. La superficie interna de los conductos de medio refrigerante producidas era de elevada calidad.

15 Ejemplo 3:

- 20 En este ensayo se utilizó de nuevo el mismo molde para fundición inyectada, pero se empleó otro material sintético. Como un fluido de conformación se utilizó dióxido de carbono gaseoso. La presión del dióxido de carbono gaseoso se elevó en el espacio de 2 segundos a 80 bares y, a continuación, se mantuvo durante 13 segundos en 80 bares. Después de esta fase de parada se aportó dióxido de carbono líquido a temperatura ambiente y la presión se elevó en el espacio de 5 segundos hasta 250 bares. Después de una fase de parada de 8 segundos, la presión se redujo lentamente de nuevo a cero. El tiempo para la reducción de la presión ascendió a 5 segundos. El tiempo de refrigeración con este material sintético pudo reducirse de nuevo a un valor de 33 segundos. La superficie interna de los conductos de medio refrigerante producidos era de nuevo de buena calidad.

- 25 Los ejemplos anteriores demuestran que con el uso conforme a la invención de dióxido de carbono líquido como fluido de presión se puede alcanzar un acortamiento claro del tiempo de refrigeración y del ciclo. Además, un lento aumento de la presión utilizando otro fluido de conformación conlleva ventajas adicionales, tanto en relación con el tiempo del ciclo como también en relación con la calidad de las piezas moldeadas producidas.

En particular, se ha manifestado ventajoso prever las siguientes etapas de procedimiento:

- 30 a) aportar un fluido de conformación hasta que se ajuste una primera presión,
 b) mantener la primera presión durante un tiempo determinado,
 c) aportar dióxido de carbono líquido como fluido de presión hasta que se ajuste una segunda presión,
 d) mantener la segunda presión durante un tiempo determinado,
 e) descomprimir.

35 En el caso de las distintas etapas del procedimiento se han manifestado ventajosos los siguientes parámetros:

- 40 con respecto a a) La primera presión asciende preferiblemente a como máximo 100 bares, de manera particularmente preferida como máximo 80 bares, de manera muy particularmente preferida como máximo 60 bares. La constitución de la presión tiene lugar con una velocidad menor que 50 bares por segundo, preferiblemente menor que 30 bares por segundo.
- con respecto a b) La primera presión se mantiene preferiblemente durante 5 a 30 segundos, preferiblemente durante 10 a 20 segundos. También es posible renunciar a la fase de parada.
- 45 con respecto a c) La segunda presión asciende al menos a 150 bares, de manera particularmente preferida al menos a 200 bares, de manera muy particularmente preferida al menos a 250 bares. La constitución de la presión tiene lugar a una velocidad mayor que 20 bares por segundo, preferiblemente mayor que 30 bares por segundo, de preferencia mayor que 50 bares por segundo.
- con respecto a d) La segunda presión se mantiene preferiblemente durante 5 a 30 segundos, de preferencia 10 a 20 segundos. Sin embargo, eventualmente también se puede renunciar a esta fase de parada.

con respecto a e) La reducción de la presión tiene lugar preferiblemente con una velocidad entre 10 bares/s y 20 bares/s.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de presión interna de gas para la producción de una pieza moldeada, en el que un polímero fundido líquido se introduce en una cavidad del molde de un molde para fundición inyectada y se aporta un fluido de presión a la cavidad del molde, con lo que el polímero es presionado contra las paredes de la cavidad del molde y en el polímero fundido líquido se crea una cavidad, caracterizado por que como fluido de presión se emplea dióxido de carbono líquido con una presión de al menos 150 bares, preferiblemente con una presión de al menos 200 bares o de al menos 250 bares.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que antes de introducir el polímero en la cavidad del molde se inyecta dióxido de carbono en la cavidad del molde o en una parte de la superficie del molde para fundición inyectada.
- 15 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por que antes de la aportación del fluido de presión se aporta un fluido de conformación a la cavidad del molde, con el fin de formar una cavidad en el polímero, empleándose como fluido de conformación dióxido de carbono con una densidad menor que 500 kg/m^3 , preferiblemente menor que 300 kg/m^3 .
- 20 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que como fluido de conformación se aporta dióxido de carbono bajo una presión mayor que 150 bares y una temperatura mayor que 50°C , preferiblemente entre 50°C y 150°C .
- 25 5. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que como fluido de conformación se aporta dióxido de carbono gaseoso con una presión menor que 100 bares, preferiblemente menor que 80 bares, de preferencia menor que 60 bares.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado por que la presión del fluido de conformación se aumenta durante la aportación del fluido de conformación, ascendiendo la variación de presión a menos de 50 bares/s, preferiblemente a menos de 30 bares/s.
- 35 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el fluido de presión y/o el fluido de conformación se aportan a través de un inyector a la cavidad del molde, en donde el orificio de salida del inyector presenta una superficie en sección transversal mayor que $0,1 \text{ mm}^2$, mayor que $0,5 \text{ mm}^2$, mayor que 2 mm^2 o mayor que 5 mm^2 .
- 40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el fluido de presión y/o el fluido de conformación se aportan a la cavidad del molde a través de un inyector de rendija anular.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que el inyector de rendija anular presenta una rendija anular con un diámetro interno de al menos 5 mm, al menor 10 mm o al menos 15 mm.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el fluido de presión y/o el fluido de conformación se enfrían antes de la aportación a la cavidad del molde, en particular hasta una temperatura menor que 15°C , preferiblemente menor que 10°C , de manera particularmente preferida menor que 5°C .
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que después de la aportación del fluido de presión, la presión en la cavidad del molde se reduce con una velocidad entre 10 bares/s y 20 bares/s.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que la presión en la cavidad del molde se aumenta mediante la aportación del fluido de presión hasta una presión máxima y se mantiene en la presión máxima entre 5 y 20 segundos.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que la pieza moldeada se produce según el procedimiento de cavidades secundarias o el procedimiento de retroceso.