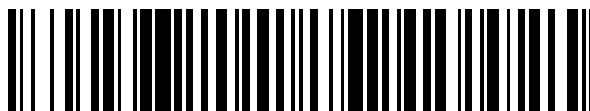


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 529 073**

51 Int. Cl.:

B29C 47/10 (2006.01)

B29C 47/92 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2008** **E 08841803 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.11.2014** **EP 2217426**

54 Título: **Procedimiento para la extrusión de material plástico**

30 Prioridad:

22.10.2007 AT 17072007

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

16.02.2015

73 Titular/es:

**EREMA ENGINEERING RECYCLING MASCHINEN
UND ANLAGEN GESELLSCHAFT M.B.H. (100.0%)
FREINDORF UNTERFELDSTRASSE 3
4052 ANSFELDEN, AT**

72 Inventor/es:

**FEICHTINGER, KLAUS;
WENDELIN, GERHARD;
HACKL, MANFRED y
ECKHART, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

SANZ-BERMELL MARTÍNEZ, Alejandro

ES 2 529 073 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

La invención se refiere a un procedimiento según el concepto general de la reivindicación 1 así como a un extrusor según el concepto general de la reivindicación 8.

5 De GB PS 1.140.693 se conoce la regulación del volumen de carga de un extrusor mediante la presión predominante en el extrusor. No se hace ninguna referencia sobre en qué punto debe medirse la presión interna del extrusor.

En GB 2 301 795 A se divulga el uso de sensores con los que se puede regular la velocidad o el par de los tornillos sinfín del extrusor para poder realizar la extrusión a una presión constante y/o a una temperatura constante.

10 De US 4.500.481 A se conoce un procedimiento o un extrusor del tipo mencionado al principio. Un extrusor de este tipo lleva antepuesto un tornillo sinfín de alimentación, que sirve para calentar el material plástico llevado al extrusor pero no para la regulación del volumen de carga. Se produce el calentamiento del material plástico alimentado para conseguir una extrusión más uniforme, pero no una regulación del volumen de carga en función de una señal de medición de la presión.

15 En la regeneración de residuos o residuos de producción de materiales plásticos, existen amplios ámbitos en los que la densidad aparente a granel de los materiales de entrada oscila fuertemente en el momento en que se alimentan a través del orificio de carga de un extrusor. Por ejemplo, la densidad aparente a granel oscila en material molido de botellas de PET entre 200 kg/m³ y 600 kg/m³; en las películas de PET, la densidad aparente a granel oscila entre 20 kg/m³ y 300 kg/m³.

20 Incluso cuando el extrusor lleva antepuestos compresores de corte o reactores o unidades de tratamiento, no siempre se puede uniformar la densidad aparente a granel de tal modo que se consiga una alimentación uniforme del tornillo sinfín del extrusor. A la hora de diseñar un tornillo sinfín o el paso de extrusión, la densidad aparente a granel o el grado de llenado del tornillo sinfín alcanzado son una magnitud determinante. En la mayoría de los casos, no es demasiado difícil ajustar el grado de llenado del tornillo sinfín a una determinada densidad aparente a granel y, con ello, conseguir un buen resultado de extrusión. Sin embargo, resulta considerablemente más difícil mantener constante el grado de llenado del tornillo sinfín cuando la densidad aparente a granel varía u oscila y, en consecuencia, lograr un buen resultado de extrusión con una velocidad de rotación determinada del tornillo sinfín o la dimensión deseada del tornillo sinfín, como por ejemplo un caudal más elevado y uniforme, temperaturas más bajas de la masa fundida, una buena capacidad de homogeneización y un aumento estable de la presión en el tornillo sinfín.

30 En ciertos modos de proceder en el tratamiento de materiales plásticos, es necesario desde el punto de vista económico y realizable desde el punto de vista técnico emplear extrusores de alta velocidad, que pueden presentar un diámetro de tornillo sinfín relativamente pequeño. Con estas unidades, se pueden conseguir elevados caudales de masa a pesar del diámetro más reducido de tornillo sinfín (extrusor más pequeño) y, con ello, construir una máquina extrusora más rentable. Puesto que el material a tratar en la mayoría de los casos no se puede introducir en el extrusor en forma de gránulos que fluyen fácilmente, también es conveniente aquí tomar las medidas necesarias para que la alimentación de material al tornillo sinfín del extrusor se mantenga lo más uniforme posible. Sobre todo en este tipo de tornillos sinfín de alta velocidad es importante que el material plástico a extruir sea alimentado en una cantidad suficiente, ya que en caso de que el tornillo sinfín esté insuficientemente lleno se puede producir una sobrecarga térmica o termo-oxidante del plástico.

Estos problemas se resuelven según la invención con un procedimiento del tipo mencionado al principio, con las características distintivas de la reivindicación 1.

40 Según la invención, un extrusor del tipo indicado al principio se caracteriza por las particularidades especificadas de la reivindicación 8.

45 Se ha comprobado que con el modo de proceder según la invención se puede mantener la densidad aparente a granel o bien el grado de llenado de la carcasa del extrusor o en la zona de entrada del tornillo sinfín del extrusor con una constancia tal que el grado de llenado del tornillo sinfín se mantiene constante en la zona en la que el material plástico a tratar está fundido. El punto de medición seleccionado de la primera señal de presión ofrece la posibilidad de alcanzar condiciones de medición exactas.

50 Según la invención, es posible regular la alimentación de material y/o el volumen de carga independientemente entre sí o de forma coordinada entre sí, evaluando correspondientemente las señales de presión medidas. Según la invención, se pueden procesar distintos materiales plásticos sin necesidad de grandes requisitos en cuanto al tipo o dimensiones del tornillo sinfín. Esto permite a su vez fundir y extruir de forma rápida y efectiva con un mismo extrusor materiales plásticos de distinta calidad y distinta composición, en particular cuando la velocidad de rotación del al menos un tornillo sinfín se mide o regula en función de la presión medida.

55 En el modo de proceder según la invención, además del volumen de carga, también se tienen en cuenta de forma decisiva la densidad aparente a granel, el comportamiento de corrimiento, el comportamiento de flujo y la presión de carga KSW del material plástico en cuestión.

- Resulta ventajoso medir una primera señal de presión de acuerdo con las características de la reivindicación 1. Esta señal de presión aporta valores exactos sobre la necesidad de carga o el grado de llenado del tornillo sinfín. Se dispone de tiempo suficiente para ajustar o modificar el volumen de carga de la carcasa del tornillo sinfín a fin de compensar una caída o incremento de la presión sin que se produzcan oscilaciones significativas de la temperatura o de la presión del material plástico fundido. Esta señal de presión también se puede emplear para regular la velocidad de rotación del tornillo sinfín: en cuanto se detecta una caída de presión, se puede reducir la velocidad de rotación del tornillo sinfín. En particular, con la combinación del aumento de la carga y la reducción de la velocidad de rotación del tornillo sinfín, se puede mejorar aún más la constancia de la extrusión del material plástico fundido, sobre todo cuando dicho material está suficientemente triturado, precompactado o tratado.
- Según la parte distintiva de la reivindicación 1, está previsto que se detecte una segunda presión en al menos un punto o en una zona del interior de la carcasa, en la zona de entrada del tornillo sinfín, presentando el tornillo sinfín un diámetro del núcleo invariable y/o midiéndose la segunda presión en el punto o en la zona de la carcasa en la que el material plástico presenta una temperatura que se corresponde con su temperatura de Vicat (T_c) $\pm 15\%$ T_c , asociando, si procede, la segunda señal de medición de la presión – dado el caso tras la correspondiente ponderación, en particular para tener en cuenta los rápidos cambios que se producen en el volumen de carga - con la primera señal de medición de la presión y empleando la primera y la segunda señal de medición de la presión conjuntamente para la regulación de la alimentación del extrusor y/o para la regulación de la velocidad de rotación del tornillo sinfín. Con esto se obtiene una segunda señal de medición de la presión con la que se puede incrementar la precisión de la alimentación. Aquí es conveniente que el material plástico previsto para la regeneración, en particular residuos de plástico, se lleve al extrusor desde un compresor de corte o reactor o un depósito de almacenamiento en función de la primera señal de medición de la presión y, si procede, de la segunda señal de medición de la presión con una regulación del volumen y/o que al material plástico se le añadan antes de la extrusión pigmentos, suplementos, materiales de relleno, fibras, plastificantes y/o blanqueadores, o bien que el volumen de carga y/o la velocidad de rotación del tornillo sinfín se regule en función de la primera señal y, si procede, de la segunda señal de medición de la presión de tal modo que se consiga o se ajuste en la carcasa un grado de llenado constante y/o una densidad aparente a granel constante y/o que, al detectar una reducción de la presión del volumen, se pueda aumentar el volumen de llenado y/o se pueda reducir la velocidad de rotación del extrusor. Al proceder de este modo, se consigue un amplio abanico de aplicaciones, y las irregularidades de carga de la carcasa del extrusor se pueden detectar y compensar rápidamente.
- El número de puntos para la lectura o verificación de las señales de medición de la presión es discrecional. En caso de que se disponga de varios sensores para el primer o segundo valor de medición de la presión, los valores de medición indicados por los sensores podrían combinarse promediados o ponderados. En particular, también se dispone para ello de una unidad de mando para evaluar las señales de medición de la presión, con la que se regulan la unidad de carga del extrusor y/o la unidad de accionamiento del tornillo sinfín del extrusor. A este respecto, son ventajosas las características de la reivindicación 6.
- Con el procedimiento según la invención, es posible añadir al material plástico antes de la extrusión pigmentos, suplementos, materiales de relleno, fibras, plastificantes y/o blanqueadores sin la menor dificultad.
- Además, no importa en absoluto la forma que presente el material plástico. Puede tratarse de escamas de plástico, películas de plástico, trozos de plástico, gránulos de plástico o bien de material plástico ya tratado, alimentado al extrusor desde, por ejemplo, un compresor de corte o reactor.
- Para que la estructura sea simple, robusta y de funcionamiento seguro, resulta ventajoso que al extrusor vaya antepuesta una unidad de suministro de material plástico, por ejemplo un depósito o un compresor de corte o reactor, y que entre la unidad de suministro y el extrusor esté colocada la unidad de carga regulada por la unidad de mando.
- También es posible que estén previstos a modo de unidad de carga del extrusor un tornillo sinfín de transporte o una esclusa de rueda celular, cuya cantidad de suministro pueda ser modificada por la unidad de mando, en particular mediante la regulación o variación de su velocidad de rotación en función de la primera presión medida. La unidad de carga dispuesta entre una unidad de suministro de este tipo y el extrusor es una unidad con la que se puede efectuar la alimentación de material plástico al extrusor de forma regulada. No es demasiado importante en qué modo se lleve a cabo esta regulación: lo que es necesario es que esta regulación reaccione correctamente a las señales de mando suministradas por la unidad de mando y que la carga de la carcasa del tornillo sinfín se pueda aumentar o reducir en un tiempo relativamente corto. Del mismo modo, el accionamiento del tornillo sinfín también debería responder rápidamente a las señales de mando suministradas por la unidad de mando. Para una regulación sencilla y exacta, es ventajoso que, al detectar una caída de presión, aumente el volumen de carga y/o disminuya la velocidad de rotación del extrusor.
- A continuación, se describe la invención con mayor detalle sobre la base del dibujo, en el que está representado esquemáticamente un extrusor con las correspondientes unidades conectadas.
- En una carcasa 1, está alojado de forma giratoria un tornillo sinfín 2 del extrusor S. El tornillo sinfín 2 del extrusor S presenta pasos de rosca helicoidal marcados con el número 5, que poseen la correspondiente profundidad de paso de rosca G. En la carcasa 1 del extrusor S está constituido un orificio de carga 11, a través del cual una unidad de carga 13, representada esquemáticamente, puede suministrar el material plástico a extruir. La unidad de carga 13 recibe el material plástico de una unidad de suministro 14, como por ejemplo un depósito, un compresor de corte o un reactor. La

- alimentación del material plástico de la unidad de suministro 14 a la unidad de carga 13 o de la unidad de carga 13 al orificio de carga 11 puede realizarse del modo que se desee. Puede ser ventajoso que el orificio de descarga de material de la unidad de carga 13 esté conectado directamente al orificio de carga 11.
- 5 En la pared interior de la carcasa 1, en la zona de entrada EB del tornillo sinfín 2, están dispuestos sensores de presión 6, 7 con los que se captan u obtienen señales de medición de la presión P1, P2 que se transmiten a una unidad de mando 4. En función de estas señales de presión, desde la unidad de mando 4 se puede controlar una unidad de accionamiento 15 del tornillo sinfín 2 para regular la velocidad de rotación del tornillo sinfín 2 y/o la unidad de carga 13 para ajustar la cantidad de plástico alimentada a través del orificio de carga 11.
- 10 La disposición de los sensores de medición de la presión 6, 7 se efectúa en la zona EB o en la superficie de la pared interior 12 de la carcasa 1 para medir la presión ejercida por el material alimentado a través de la unidad de carga 13 o a extruir sobre la pared interior 12 de la carcasa 1.
- 15 Una primera presión P1 se mide en al menos un punto o en una zona A de la carcasa 1 en el que o en la que el material plástico se encuentra aglomerado o ablandado y aún no fundido, en particular aún no completamente fundido, o aún no homogéneo, en forma de masa en fusión, es decir: preferentemente al principio de la zona de fusión A. Por lo tanto, la primera presión P1 se comprueba en la zona A de la carcasa 1, en la que el diámetro del núcleo D del tornillo sinfín 2 empieza a aumentar o bien la profundidad del paso de rosca G del tornillo sinfín 2 empieza a disminuir.
- Resulta ventajoso que al menos una segunda unidad de medición de la presión 7 esté dispuesta en un punto o en una zona E de la carcasa 1 en el que o en la que el tornillo sinfín 2 presenta un diámetro de núcleo D invariable.
- 20 En la práctica, se ha comprobado que es conveniente que la segunda presión P2 se mida en el punto o en la zona E de la carcasa 1 en el que o en la que el material plástico presenta una temperatura dentro de la gama predeterminada por la temperatura de Vicat (T_c) $\pm 15\% T_c$.
- Como unidades de medición de la presión se utilizan sensores que pueden soportar las temperaturas que se generan y los posibles picos de presión, en particular sistemas piezoeléctricos y piezorrestrictivos o bien sistemas basados en bandas extensiométricas.
- 25 Con la primera señal de medición de la presión P1 medida, se averigua si el material plástico alimentado ha obtenido ya en la zona de entrada A del tornillo sinfín 2 la consistencia correspondiente, es decir: está casi pero aún no completamente fundido o bien no totalmente homogeneizado. La determinación de la presión en esta zona proporciona información exacta mediante señales sobre el grado de llenado de la zona de entrada EB del tornillo sinfín 2 y del propio tornillo sinfín 2. La señal de la unidad de medición de presión 6 dispuesta en la zona de fusión A se utiliza, por lo tanto,
- 30 como señal esencial de regulación para la unidad de carga 13 o bien para el accionamiento 15 del tornillo sinfín 2 del extrusor S.
- Complementariamente, se puede utilizar la segunda señal de medición de la presión P2, la cual, teniendo en cuenta la fluctuación de la densidad aparente a granel o la fluctuación del grado de llenado, puede variar con relativa rapidez en el tiempo y, por lo tanto, se puede combinar con la primera señal de medición de la presión P1 en la unidad de mando 4.
- 35 Es conveniente que la unidad de mando 4 presente un regulador, en particular un regulador PID, que regule la unidad de carga 13 o el accionamiento 15.
- Para una regulación exacta, es ventajoso, sobre todo en la extrusión de poliolefinas, que la primera señal de medición de la presión P1 se mida en una zona de $L=(1 \text{ a } 16)D$, preferentemente $L=(4 \text{ a } 10)$, desde el punto en el que la profundidad del paso de rosca G del tornillo sinfín 2 empieza a decrecer, y/o que la segunda señal de medición de la presión P2 se mida a una distancia de $L=(0,1 \text{ a } 10)D$, en particular $L=(0,5 \text{ a } 5)D$, del borde 9 del orificio de carga 11 situado en el sentido de flujo, o que en la extrusión de materiales semicristalinos de alto contenido energético, como por ejemplo las poliamidas, la primera señal de medición de la presión P1 se mida a una distancia o zona de $L=(1 \text{ a } 20)D$, en particular $(5 \text{ a } 15)D$, del borde 9 del orificio de carga 11 situado en el sentido de flujo.
- 40 La longitud L se mide partiendo del borde 9 del orificio de carga 11 situado en el sentido de flujo. Se ha comprobado que con la disposición de la unidad de medición de la presión 7 en esta zona se puede conseguir una buena uniformidad de carga de los materiales plásticos introducidos, transportados por los pasos de rosca 5 del tornillo sinfín, ya que con estas señales se puede detectar una tendencia a una carga demasiado elevada o demasiado baja de la carcasa 1 del tornillo sinfín 2. Del mismo modo se realiza el emplazamiento de la unidad de medición.
- 45 En particular, la segunda señal de medición de la presión P2 se utiliza para un análisis a tiempo, o también podría promover la aplicación de las medidas de urgencia necesarias cuando se considera que el grado de llenado en la zona de entrada del tornillo sinfín 2 no es suficiente. La segunda señal de medición de la presión P2 proporciona una señal rápida en cuanto a una carga desigual, ya que, con esta unidad de medición de la presión, las variaciones de la densidad aparente a granel del material alimentado pueden detectarse bien y con rapidez.
- 50 La selección del tipo de unidad de carga 13 es discrecional. Puede estar previsto que la unidad de carga 13 contenga una unidad de cierre, en particular una válvula corredera 8 regulable mediante un elemento de regulación o motor, o un
- 55

obturador regulable con el que se pueda modificar el diámetro del orificio de carga 11 o de una tubuladura de llenado en función de las señales de medición de presión P1 y P2 transmitidas a la unidad de mando 4, tal y como está representado en el dibujo a modo de ejemplo.

- 5 También puede estar previsto que a modo de unidad de carga 13 del extrusor S estén previstos un tornillo sinfín de transporte o una esclusa de rueda celular, cuya cantidad de suministro pueda modificarse por la unidad de mando 4, en particular mediante la regulación o modificación de su velocidad de rotación.

- 10 Para conseguir un suministro exacto de material plástico de la unidad de descarga 13, siempre que se efectúe una regulación mediante una válvula corredera, se puede realizar una odometría electrónica o una medición electrónica de la posición de la válvula corredera para poder ajustar con precisión el orificio de paso. Lo mismo es aplicable a la regulación de esclusas de rueda celular, cuya apertura y cierre se pueden supervisar o controlar de forma correspondiente.

Las señales de presión medidas P1 y P2 se pueden suministrar a la unidad de mando 4 o transmitirse al regulador PID tras un procesamiento previo como, por ejemplo, un filtrado.

- 15 Se ha comprobado que, cuando se utiliza el procedimiento conforme a la invención, la carga o caudal de material plástico o bien su extrusión mediante un extrusor convencional puede aumentarse en comparación con los caudales obtenidos hasta ahora, ya que la carga del tornillo sinfín puede efectuarse de forma más uniforme o bien siempre con un grado de carga suficientemente alto. Esto permite aumentar la velocidad de rotación de los tornillos sinfín e incrementar el caudal del extrusor. En particular, este modo de proceder es especialmente apto para el tratamiento de materiales plásticos relativamente limpios, suministrados en forma de copos.

- 20 En principio, también es posible aplicar el procedimiento según la invención en extrusores con varios tornillos sinfín o extrusores de doble husillo.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la extrusión de material plástico, con un extrusor (S) de tornillo sinfín (2), en el que se mide una primera presión (P1) del material a extruir en al menos un punto de la zona de entrada (EB) de al menos un tornillo sinfín (2) en la zona de fusión (A) de la carcasa (1), en cuya zona de fusión el material plástico se encuentra ablandado y aún no completamente fundido, regulándose el volumen de carga del tornillo sinfín (2) en función de la primera presión medida (P1),
 - estando dispuesta la primera unidad de medición de la presión (6) en una zona (A) del tornillo sinfín (2) en la que el diámetro del núcleo (D) del tornillo sinfín (2) se empieza a ensanchar y/o la profundidad del paso de rosca (G) del tornillo sinfín (2) empieza a disminuir, caracterizado
 - por que se mide una segunda presión (P2) en al menos un punto o en una zona de la carcasa (1), en la zona de entrada E del tornillo sinfín (2), en el que o en la que el tornillo sinfín (2) presenta un diámetro de núcleo (D) invariable, midiéndose la segunda presión (P2) en el punto o en la zona (E) de la carcasa (1) en el que o en la que el material plástico presenta una temperatura equivalente a su temperatura de Vicat (Tc) $\pm 15\%$ Tc, y
 - por que la segunda señal de medición de la presión (P2), si procede tras la correspondiente ponderación para tener en cuenta los cambios que se produzcan rápidamente en el volumen de carga, se acopla con la primera señal de presión (P1) y por que la primera y la segunda señal de medición de la presión se emplean conjuntamente para la regulación de la carga del extrusor (S) y/o regulación de la velocidad de rotación del tornillo sinfín (2).
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la velocidad de rotación de al menos un tornillo sinfín (2) se determina o regula en función de la primera presión medida (P1).
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que se mide la presión (P1, P2) que el material a extruir ejerce sobre la pared interior de la carcasa (1), efectuándose la medición de la presión (P1, P2) cerca de o en la superficie de la pared interior de la carcasa (12).
- 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el material plástico previsto para la regeneración se alimenta al extrusor (S) de forma regulada cuantitativamente desde un compresor de corte o reactor (R) o desde un depósito de almacenamiento en función de la primera señal de medición de la presión (P1) y, si procede, de la segunda señal de medición de la presión (P2) y/o por que al material plástico se le añaden antes de la extrusión pigmentos, suplementos, materiales de relleno, fibras, plastificantes y/o blanqueadores.
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el volumen de carga y/o la velocidad de rotación del tornillo sinfín (2) se regulan en función de la primera señal y, si procede, de la segunda señal de medición de la presión (P1, P2), de tal modo que en la carcasa (1) se obtienen o ajustan un grado de llenado constante y/o una densidad aparente a granel constante, y/o por que al detectar una caída de presión (P1, P2) se aumenta el volumen de carga y/o se reduce la velocidad de rotación del extrusor (S).
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la primera señal de medición de la presión (P1) se transmite a una unidad de mando (4), si procede a través de un regulador, con la que se puede controlar una unidad de carga (13) o un elemento de regulación o un servomotor (3).
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que, sobre todo en la extrusión de poliolefinas, la primera señal de medición de la presión (P1) se mide en una zona de $L=(1 \text{ a } 16)D$, preferentemente $L=(4 \text{ a } 10)$, desde el punto en el que la profundidad del paso de rosca (G) del tornillo sinfín (2) empieza a decrecer, y/o por que la segunda señal de medición de la presión (P2) se mide a una distancia de $L=(0,1 \text{ a } 10)D$, en particular $L=(0,5 \text{ a } 5)D$, del borde (9) del orificio de carga (11) situado en el sentido de flujo, o por que en la extrusión de materiales semicristalinos de alto contenido energético, como por ejemplo los poliamidas, la primera señal de medición de la presión (P1) se mide a una distancia o zona de $L=(1 \text{ a } 20)D$, preferentemente $(5 \text{ a } 15)D$, del borde (9) del orificio de carga (11) situado en el sentido de flujo.
- 8.- Extrusor para material plástico con al menos un tornillo sinfín (2) que rota dentro de una carcasa (1), con un orificio de carga (11) que desemboca en la carcasa para la alimentación de material, para realizar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, estando dispuesta al menos una unidad de medición de la presión (6, 7) en la zona de entrada (EB) del tornillo sinfín (2) para comprobar una primera presión (P1) ejercida por el material alimentado en la carcasa (1), estando situada la primera unidad de medición de la presión (6) en una zona (A) de la carcasa (1) en la que el material plástico se encuentra ablandado y aún no completamente fundido, en concreto en una zona (A) del tornillo sinfín (2) en la que el diámetro del núcleo (D) del tornillo sinfín (2) empieza a aumentar y/o la profundidad del paso de rosca (G) del tornillo sinfín (2) empieza a disminuir, transmitiéndose las señales de medición de la presión a una unidad de mando (4) que regula el volumen de carga del tornillo sinfín (2) en función de las señales de medición de la presión (P1), caracterizado por que al menos una segunda unidad de medición de la presión (7) está dispuesta en un punto o en una zona (E) de la carcasa (1) situado/a en el sentido de flujo del orificio de carga (11) en el que o en la que el tornillo sinfín (2) presenta un diámetro del núcleo (D) invariable y/o en cuyo punto o en cuya zona el material plástico presenta una temperatura equivalente a su temperatura de Vicat (Tc) $\pm 15\%$ Tc, y por que los respectivos dispositivos

de medición de la presión (6, 7) están conectados con una unidad de mando (4) con la que se puede regular una unidad de carga (13) prevista del extrusor (S) y, si procede, una unidad de accionamiento (15) prevista del tornillo sinfín (2).

- 5 9.- Extrusor según la reivindicación 8, caracterizado por que la(s) unidad(es) de medición de la presión (6, 7) está(n) dispuesta(s) en la zona de o en la superficie de la pared interior (12) de la carcasa (1) y/o por que las señales de medición de la presión (P1, P2) de los dispositivos de medición de la presión (6, 7) se transmiten a una unidad de mando (4) que está conectada con la unidad de accionamiento (15) o con el motor del tornillo sinfín (2) del extrusor (S) y regula la velocidad de rotación de la unidad de accionamiento (15) o del motor.
- 10 10.- Extrusor según la reivindicación 8 o 9, caracterizado por que para la extrusión de materiales semicristalinos de alto contenido energético, como por ejemplo los poliamidas, la primera unidad de medición de la presión (6) está dispuesta a una distancia de $L=(1 \text{ a } 20)D$, en particular de $L=(5 \text{ a } 15)D$, del borde (9) del orificio de carga (11) situado en el sentido de flujo o por que, para la extrusión de poliolefinas, la primera unidad de medición de la presión (6) está dispuesta a una distancia de $L=(1 \text{ a } 16)D$, preferentemente $L=(4 \text{ a } 10)$, del borde del orificio de carga (11) situado en el sentido de flujo y/o por que la segunda unidad de medición de la presión (7) está dispuesta a una distancia de $L=(0,1 \text{ a } 10)D$, preferentemente $L=(0,5 \text{ a } 5)D$, del borde (9) del orificio de carga (11) situado en el sentido de flujo.
- 15 11.- Extrusor según una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado por que el extrusor (S) lleva antepuesta una unidad de suministro (14) de material plástico, por ejemplo, un depósito o un compresor de corte o un reactor, y por que entre la unidad de suministro (14) y el extrusor (S) está dispuesta la unidad de carga (13) regulada por la unidad de mando (4) y/o por que la unidad de carga (13) contiene una unidad de cierre, preferentemente una válvula corredera (8) regulable o un obturador regulable mediante un elemento de regulación o motor, con la que se puede modificar el
- 20 diámetro del orificio de carga (11) o de una tubuladura de llenado en función de las señales de medición de la presión transmitidas a la unidad de mando (4) y/o por que a modo de unidad de carga (13) del extrusor (S) está previsto un tornillo sinfín de transporte o una esclusa de rueda celular cuya cantidad de suministro puede ser modificada por la unidad de mando (4), en particular mediante la regulación o modificación de su velocidad de rotación, y/o por que un conducto de descarga de material de la unidad de carga (13) está conectado directamente al orificio de carga (11) de la
- 25 carcasa (1) del tornillo sinfín (2).

