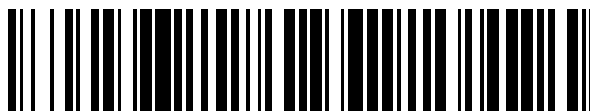


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 518**

51 Int. Cl.:

B29C 48/92 (2009.01)

B29C 48/255 (2009.01)

B29C 48/40 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.02.2016 PCT/EP2016/052139**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.08.2016 WO16124570**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.02.2016 E 16703468 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019 EP 3253552**

54 Título: **Procedimiento de control y mando de una máquina de extrusión de doble husillo, así como máquina de extrusión de doble husillo**

30 Prioridad:

03.02.2015 FR 1550835

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

19.02.2020

73 Titular/es:

**CLEXTRAL (100.0%)
1 Rue du Colonel Riez
42700 Firminy, FR**

72 Inventor/es:

**DURAND, DANIEL y
JAROUSSE, THIERRY**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 743 518 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 control y mando de una máquina de extrusión de doble husillo, así como máquina de extrusión de doble husillo

5

[0001] La presente invención se refiere a una máquina de extrusión de doble husillo, así como a un procedimiento de control-mando de dicha máquina.

[0002] La invención concierne a las denominadas máquinas de extrusión de doble husillo, que constan de un manguito, generalmente termorregulado, dentro del cual dos husillos interpenetrantes, son rotados sobre sí mismo de manera que provocan que un material se extruya desde una parte aguas arriba del manguito hasta el extremo aguas abajo del manguito en el que el material es entonces forzado a fluir a través de un dispositivo de salida que suele incluir una boquilla de la extrusora de conformación del material extruido. En dicha máquina de extrusión, el material se somete a la vez a una transformación mecánica por presurización y por cizallamiento por los husillos, y una transformación térmica, por regulación de la temperatura a lo largo del manguito.

[0003] El comportamiento de dicha máquina de extrusión es delicado en el sentido en que la calidad del producto extruido depende no solo del dominio de los parámetros de ajuste termomecánico de la máquina de extrusión, que son, entre otros, la velocidad de rotación de los husillos, la geometría de los husillos, la temperatura impuesta al manguito y el caudal de admisión de la materia prima en la máquina de extrusión, pero también de la calidad de la materia prima introducida en la máquina de extrusión; de hecho, la calidad de cada uno de los ingredientes de esta materia prima puede variar, en concreto debido a su variabilidad físico-química (grado de humedad, contenido de materia grasa, granulometría, etc.), de su origen o incluso de sus condiciones de almacenamiento, a pesar de que la calidad del material extruido se ve afectado por un ajuste constante de la máquina de extrusión.

25

[0004] Para dar respuesta a este problema, es conocido tomar regularmente muestras del producto extruido para luego analizarlas a posteriori; se comprende que esta estrategia no permite regular la máquina de extrusión en tiempo real.

[0005] También es conocido tratar de regular el comportamiento de la máquina de extrusión al basarse en la denominada magnitud de energía específica mecánica, comúnmente llamada SME que es el acrónimo de la expresión inglesa correspondiente para "Specific Mechanical Energy". La SME corresponde a la energía suministrada por el motor de accionamiento de los husillos de la máquina de extrusión, indicada por la unidad de masa del material extruido. De este modo, la SME refleja el nivel de transformación mecánica del material en proceso de extrusión. La técnica anterior enseña que mediante la medición continua de la SME, se puede regular la máquina de extrusión al ajustar, en la parte corriente de los husillos, una sección de paso para el material en proceso de extrusión; la idea es "cerrar", dicho de otro modo, manejar una variación de sección de paso para el material en proceso de extrusión, con la medida de la SME. Sin embargo, esta solución solo proporciona una respuesta muy parcial al problema descrito anteriormente. De hecho, la SME únicamente ofrece una visión general parcial de la calidad del producto a la salida de la máquina de extrusión. En particular, la SME no tiene en cuenta el tiempo de permanencia del material en la máquina de extrusión, aunque influye directamente en la calidad del producto final extruido.

[0006] Por su parte, el documento US 2004/0020272 propone realizar mediciones reológicas del material tratado por la máquina de extrusión durante la extrusión de un polímero por medio de una máquina de extrusión de doble husillo, siendo estas mediciones realizadas en línea, es decir, en el flujo del material dentro de la máquina de extrusión. Para ello, los sensores de presión y temperatura están dispuestos en la máquina de extrusión, más precisamente a nivel de una boquilla de la extrusora de salida de esta máquina, así como a nivel del espacio que separa el extremo aguas abajo de los husillos y la boquilla de la extrusora. Con las diferentes mediciones se calcula, entre otras cosas, la viscosidad del material en la máquina de extrusión. De manera más general, estas mediciones son tratadas en tiempo real para controlar la calidad del polímero extruido, así como para regular la máquina de extrusión, sin que por ello el documento US 2004/0020272 explique cómo implementar esta regulación.

[0007] El documento DE 44 33 593 sigue una estrategia similar a la del documento US 2004/0020272; una máquina de extrusión integra, entre la punta de su husillo y una boquilla de la extrusora de salida, un viscosímetro que está constituido por varios sensores de presión que se suceden en la dirección del flujo del material tratado. La información proporcionada en conjunto por estos sensores de presión es representativa de la viscosidad del material que fluye entre la punta del husillo y la boquilla de la extrusora de salida. Esta información se utiliza, en tiempo real, para regular la máquina de extrusión con respecto a su temperatura de funcionamiento y SME.

[0008] El objeto de la presente invención es proponer una respuesta más eficaz y completa al problema de control y mando de las máquinas de extrusión para obtener un material final extruido de calidad controlada.

[0009] A tal fin, la invención tiene por objeto un procedimiento de control y mando de una máquina de extrusión como se define en la reivindicación 1.

65

[0010] Una de las ideas tomando como base la invención es recurrir a la medición de la viscosidad del material en la máquina de extrusión, siendo la viscosidad un marcador relevante de las variaciones reológicas del material en proceso de extrusión. Esta medición se realiza en línea, es decir, en el flujo del material dentro de la máquina de extrusión; de hecho, para asegurar una regulación en tiempo real, la evolución de la viscosidad debe ser evaluada continuamente para el material que se extruye. Además, la viscosidad es el resultado de los efectos de cizallamiento, presión, tiempo de permanencia, temperatura, etc. aplicados al material extruido. De hecho, la viscosidad corresponde a la resistencia al flujo de un material bajo la influencia de al menos una tensión como cizallamiento, presión, gravedad, etc.; a medida que aumenta la viscosidad, disminuye la capacidad del fluido para fluir. La invención propone así medir continuamente la viscosidad del material en proceso de extrusión y ajustar en tiempo real, a partir de esta medición continua, una sección de paso para el material a la salida de la máquina de extrusión, es decir, para el material en esta máquina aguas abajo de sus husillos; al hacer uso en esta sección de paso de la máquina de extrusión mientras que todas las demás cosas son iguales, la tasa de llenado de la máquina se modifica en consecuencia por el material en proceso de extrusión, más precisamente su tasa de llenado a lo largo de sus husillos interpenetrantes que hacen avanzar el material dentro de la máquina, lo que hace que la viscosidad del material que se extruye varíe en consecuencia. En particular, se entiende que, por ejemplo, al reducir la sección de paso aguas abajo de los husillos de interpenetración, la cantidad de material aguas arriba de la restricción, es decir, a nivel de los husillos, aumenta; esto significa que la tasa de llenado de la máquina de extrusión a lo largo de estos husillos aumenta; y, bajo la acción de estos husillos, el material se cizalla más, reduciendo así su viscosidad. Así, conociendo de antemano una imagen del valor de viscosidad del producto a obtener a la salida de la máquina de extrusión, es posible, cuando la medición de la viscosidad se desvía del valor de viscosidad deseado, volver a este valor de viscosidad deseado ajustando esta sección de paso y compensar así, con un accionador correspondiente del comportamiento de la máquina de extrusión, los efectos de las irregularidades antes mencionadas en la materia prima. La calidad del material extruido se mantiene sustancialmente constante en términos de densidad, dimensiones características, grado de cocción, textura, etc. De manera más general, al controlar la viscosidad del material que se extruye, se tiene una visión general de la calidad del producto final extruido. De forma ventajosa, incluso es posible, ajustando esta sección de paso aguas abajo de los husillos, controlado mediante la medición de la viscosidad en línea, compensar los efectos del desgaste de la máquina de extrusión, en particular los efectos de los cambios en la tasa de cizallamiento resultantes de este desgaste.

[0011] Más generalmente, el procedimiento de mando según la invención permite, entre otras cosas:

- mantener una calidad constante y continua del producto final extruido;
- evitar pérdidas de material extruido, ya que la medición de la viscosidad en línea proporciona información instantánea sobre las variaciones del material que se está extruyendo;
- visualizar instantáneamente las fluctuaciones en las condiciones de extrusión, en concreto el cambio de la materia prima, posibles incidentes en el procedimiento de extrusión y posibles problemas técnicos en la máquina de extrusión;
- utilizar la máquina de extrusión durante un periodo de tiempo más largo ya que, en lugar de cambiar las piezas desgastadas, se puede aumentar el tiempo de permanencia del material de modo que esté sujeto a una tasa de cizallamiento igual a la de una máquina nueva, los husillos y el manguito se pueden seguir utilizando a pesar de su desgaste natural debido a la fricción; y
- probar y desarrollar, de forma controlada y repetible, nuevas características para los productos extruidos.

[0012] Las realizaciones preferidas del procedimiento según la invención se especifican en las reivindicaciones 2 y 3.

[0013] Según la disposición opcional ventajosa especificada en la reivindicación 4, uno o más accionadores del comportamiento de la máquina de extrusión, distintos del accionador para modificar la sección de paso del material en la máquina de extrusión aguas abajo de los husillos de esta última, pueden ser implementados en combinación con el accionamiento del ajuste de esta sección de paso, siempre a partir de la medición de viscosidad en línea. Esto mejora el rendimiento de control y mando de la máquina de extrusión.

[0014] En la práctica, la naturaleza del material extruido es irrelevante; la invención se refiere tanto a la extrusión de materiales agroalimentarios como a no agroalimentarios, tales como plásticos, productos químicos, productos farmacéuticos, etc. Sin embargo, el procedimiento según la invención encuentra una aplicación particularmente ventajosa cuando el material a extrudir es no newtoniano, en particular alimentario, como se menciona en la reivindicación 5. Un fluido se considera aquí como no newtoniano cuando su viscosidad depende de la tasa de cizallamiento. Queda entendido que para tal material no newtoniano, no existen leyes lineales relacionadas con su viscosidad; sin embargo, la invención permite regular eficazmente la máquina de extrusión de doble husillo variando su tasa de llenado, de modo que, a lo largo de los husillos, el material es cizallado o, más generalmente, en tensión, impactando así la viscosidad en todo el material, excepto en las porciones marginales y por lo tanto insignificantes de este último.

[0015] La invención también tiene por objeto una máquina de extrusión como se define en la reivindicación 6.

[0016] Características adicionales ventajosas de la máquina de extrusión según la invención se especifican en las reivindicaciones 7 a 15.

[0017] Por supuesto, la invención se aplica, sin limitación, a varias máquinas de extrusión de doble husillo, si los dos husillos de estos últimos son contrarrotativos o corrotativos. La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que aparece a continuación, dada únicamente a título de ejemplo y realizada con referencia a los 5 dibujos anexos, en los que:

- la figura 1 es una sección longitudinal esquemática de una máquina de extrusión según la invención;
- la figura 2 es una vista a mayor escala de solo una parte de la máquina de la figura 1;
- las figuras 3 y 4 son secciones a lo largo de las líneas III-III y IV-IV respectivamente de la figura 2; y
- 10 - las figuras 5 y 6 ilustran una variante de la parte mencionada anteriormente de la máquina de extrusión, según la invención, siendo la figura 6 una vista en perspectiva de esta parte de la máquina de extrusión mientras que la figura 5 es una sección longitudinal parcial, en un plano similar al de la figura 2.

[0018] En la figura 1 se representa de manera esquemática una máquina de extrusión 1, comúnmente conocida 15 como "extrusora de doble husillo".

[0019] Esta máquina de extrusión 1 consta de un manguito 10 alargado, que se extiende a lo largo y está centrado en su eje geométrico X-X. En el interior del manguito 10, dos husillos 20 se extienden paralelos al eje X-X, siendo recibidos en un orificio longitudinal complementario del manguito, centrado en su eje X-X. Estos dos husillos 20 se extienden a ambos lados del eje X-X, siendo interpenetrantes, presentado el citado orificio del manguito 10 un perfil transversal de doble lóbulo. Cada tornillo 20 es impulsado en rotación sobre sí mismo, alrededor de su eje central, por una unidad de tracción, no representada en la figura 1, en acoplamiento mecánico con un extremo aguas arriba del husillo, a saber, el de la derecha en la figura 1, emergiendo fuera del manguito 10.

[0020] Los husillos 20 de la máquina de extrusión 1 están diseñados, en virtud de su perfil roscado, para conducir un material a extrudir a lo largo del eje X-X desde una parte aguas arriba del manguito 10, en la que el ingrediente o ingredientes de este material se introducen en el orificio antes mencionado del manguito, hasta el extremo aguas abajo del manguito 10, orientándose los términos "aguas arriba" y "aguas abajo" en la dirección de la progresión del material dentro del manguito bajo la acción de los husillos 20, siendo esta dirección de progresión de derecha a izquierda en las figuras 1 y 2. Además, de una manera conocida per se y como se menciona en la parte introductoria del presente documento, los husillos 20 están diseñados para, además de impulsar el material a extruir, 30 cizallar y presurizar este material, transformarlo mecánicamente. Este aspecto de la máquina de extrusión 1 es bien conocido en el campo, por lo que no será descrito aquí.

[0021] El manguito 10 consta de varios elementos modulares sucesivos a lo largo del eje X-X, cinco de los cuales se enumeran a continuación, cada uno con referencias de 11 a 15 de aguas arriba a aguas abajo. Cada uno de los elementos 11 a 15 delimita internamente una parte correspondiente del orificio longitudinal central del manguito 10, estando estas partes del orificio en extensión entre sí, a lo largo del eje X-X, en el estado ensamblado de los elementos 11 a 15, como se muestra en la figura 1. En la práctica, como se representa en la figura 1, los elementos 40 11 a 15 se unen por pares mediante abrazaderas de fijación 16.

[0022] En el ejemplo de realización considerado en la figura 1, el elemento 11 más aguas arriba permite que uno o más ingredientes al menos parcialmente sólidos del material a extrudir sean introducidos en su parte de orificio central. A tal fin, en una manera conocida per se y no detallada aquí, este elemento 11 está provisto de un orificio 45 pasante 11A, el cual, transversalmente al eje XX, abre hacia afuera la parte de orificio central de este elemento 11 y en la cual desemboca una tolva 31 para alimentar en el ingrediente o ingredientes sólidos al menos parcialmente sólidos mencionados anteriormente. Del mismo modo, en el ejemplo considerado aquí, el elemento 12 está diseñado para introducir, desde el exterior, uno o más ingredientes líquidos en la parte de orificio central correspondiente. En la práctica, de una manera conocida per se y no detallada, el elemento 12 está provisto de uno o más orificios pasantes 50 que, transversalmente al eje X-X, conectan la parte del orificio antes mencionada a una o más bombas 32 de inyección de este o estos ingredientes líquidos. Más generalmente, se entiende que, entre los elementos 11 a 15 del manguito 10, uno o más de ellos permiten la introducción, dentro del orificio longitudinal central del manguito 10, de ingrediente o ingredientes del material a ser extrudido por la máquina de extrusión 1.

[0023] La máquina de extrusión 1 también comprende un dispositivo de salida 40, que se dispone en el extremo aguas abajo del manguito 10. El material que sale del manguito 10 es, bajo la acción de los husillos 20, forzado a fluir a través del dispositivo de salida 40, del cual el material extruido emerge fuera de la máquina. En el ejemplo de realización de las figuras, el dispositivo de salida 40 consta de tres piezas modulares distintas, a saber:

- 60 - en el extremo aguas arriba de este dispositivo 40, una placa frontal 41 para la conexión con el extremo aguas abajo del manguito 10,
- en el extremo aguas abajo del dispositivo 40, una boquilla de la extrusora 42 para dar forma al material que sale del dispositivo 40, y
- de manera interpuesta entre la placa 41 y la boquilla de la extrusora 42, un módulo 43 que conecta la placa 41 a la 65 boquilla de la extrusora 42.

[0024] La placa 41 se fija, por ejemplo, mediante una abrazadera de fijación 50, en el extremo aguas abajo del elemento 15, lo más aguas debajo del manguito 10. De una manera conocida per se, esta placa 41 delimita internamente un orificio pasante, que está centrado en su eje X-X, que se extiende a lo largo de este eje desde la parte de orificio central del elemento 15, y dentro del cual se recibe el extremo aguas abajo libre de cada husillo 20. El orificio central de esta placa 41 canaliza el material que sale del manguito 10 empujado hacia aguas abajo por los husillos 20. A modo no limitativo, en el ejemplo considerado en la figura 1, el orificio central de la placa 41 converge ventajosamente aguas abajo, en particular para maximizar el llenado del extremo aguas abajo de este orificio por el material que sale del manguito 10.

[0025] El módulo 43, que se describe con más detalle a continuación, comprende una carcasa principal 43.1, que se interpone, en la dirección del eje X-X, entre el extremo aguas abajo de la placa 41 y el extremo aguas arriba de la boquilla de la extrusora 42, y que se fija a ellos mediante las abrazaderas respectivas 44 y 45, y que delimita internamente un canal 43A de flujo de material desde el extremo aguas abajo de la placa 41 hasta el extremo aguas arriba de la boquilla de la extrusora 42. Este canal de flujo 43A pasa a través de la carcasa 43.1 axialmente, conectando los extremos axiales opuestos de la carcasa, estando centrado sustancialmente en el eje X-X y extendiéndose así en la extensión axial del orificio central de la placa 41 y el orificio longitudinal central del manguito 10, como se puede ver claramente en la figura 1.

[0026] De una manera conocida per se, la boquilla de la extrusora 42 está diseñada para dar forma al material extruido por la máquina de extrusión 1, siendo este material forzado, bajo la acción de los husillos 20, a pasar a través de los orificios 42.1 de salida aguas abajo, delimitados internamente por la boquilla de la extrusora 42. La realización de la boquilla de la extrusora 42 no es limitativa de la invención; en particular, el número, la disposición y, más en general, las características de los orificios de salida 42.1 son irrelevantes. Del mismo modo, a modo no limitativo, en el ejemplo de realización considerado aquí, la boquilla de la extrusora 42 está equipada, en su extremo aguas arriba, con un difusor 42.2 que distribuye el material que entra en la boquilla de la extrusora entre sus orificios de salida 42.1, siendo el volumen interno divergente aguas abajo, de este difusor 42.2, aguas arriba, conectado al extremo aguas abajo del canal de flujo 43A del módulo 43 y, aguas abajo, conectado al extremo aguas arriba de los orificios de salida 42.1.

[0027] Como se puede ver claramente en las figuras 2 a 4, que muestran solo el módulo 43, este último tiene un sensor de medición de viscosidad 43.2 que está dispuesto al menos parcialmente en el canal de flujo 43A para medir continuamente la viscosidad del material que fluye a través de este canal 43A, es decir, para medir la viscosidad del material en línea dentro de la máquina de extrusión 1. Por lo tanto, el sensor 43.2 puede describirse como un sensor integrado. Este sensor 43.2 se basa en una tecnología conocida y está disponible en el mercado. Este sensor 43.2 está diseñado para producir, de forma continua y en tiempo real, una señal, indicada esquemáticamente por la flecha S1 en la figura 1, representativa de la viscosidad del material que fluye en el canal 43A a partir de la interacción entre este material fluido y la parte del sensor 43.2 dispuesta en el canal 43A y por tanto en contacto con este material. En la práctica, la señal S1 antes mencionada se transmite al exterior del módulo 43 por cualquier medio adecuado, por ejemplo, mediante un enlace por cable si la señal es de naturaleza eléctrica.

[0028] En la práctica, la integración del sensor 43.2 y su instalación en el canal de flujo 43A cumplen los requisitos de higiene, flujo y medición del material a extrudir en cuestión. En el ejemplo de realización considerado en las figuras, el sensor 43.2 está soportado de forma fija por una base 43.3, la cual está conectada de forma fija y estanca en un compartimento adicional dedicado 43B delimitado por la carcasa 43.1 transversalmente al eje X-X. La conexión por cable antes mencionada está destinada, de forma no representada en las figuras, a llegar al exterior del módulo 43 a través de esta base 43.3.

[0029] El módulo 43 también consta de una solapa de obturación variable 43.4 del canal de flujo 43A, que está dispuesto a lo largo de este canal 43A de forma que gira en torno a un eje geométrico Z-Z perpendicular al eje X-X y, por tanto, perpendicular a la dirección de flujo del material en el canal 43A. Girando alrededor del eje Z-Z, la solapa 43.4 permite variar la sección de paso del canal de flujo 43A, dicho de otro modo, la sección de paso del material que se extruye en la máquina de extrusión 1. En las figuras, la solapa 43.4 ocupa una posición pivotante intermedia entre, por una parte, una posición extrema, no representada, de obturación máxima y, por tanto, de apertura mínima, en la que el plano de esta solapa se extiende generalmente hacia la perpendicular o cerca de la perpendicular al eje X-X y, por otra parte, una posición extrema, no representada, de obturación mínima y, por lo tanto, de apertura máxima, en la que el plano de la solapa se extiende generalmente paralela o casi paralela al plano geométrico que contiene los ejes X-X y Z-Z. Así, girando entre las dos posiciones extremas mencionadas anteriormente, la sección de paso del canal de flujo 43A varía entre un máximo y un mínimo, siendo esta variación de la sección de paso ajustable en función de la posición pivotante de la solapa 43.4 en torno al eje Z-Z. Se comprende que mediante la modificación de la sección de paso de flujo 43A, se modifica de manera correspondiente la tasa de llenado de la máquina de extrusión 1 aguas arriba de la solapa 43.4 y, de esta manera, en particular la tasa de cizallamiento aplicada al material por los husillos 20 y, por tanto, la viscosidad de este material. En la práctica, por razones de seguridad, es preferible que, incluso en la posición extrema de obturación máxima, la solapa 43.4 no obture completamente el canal de flujo 43A para evitar una sobrepresión de la máquina de extrusión 1.

[0030] La posición giratoria de la solapa de obturación 43.4 se controla desde el exterior del módulo 43. En el ejemplo de realización considerado en las figuras, la solapa 43.4 es solidario con una varilla 43.5 de accionamiento rotativo alrededor del eje Z-Z, que está sustancialmente centrada en este eje Z-Z y cuyo extremo longitudinal emerge fuera del módulo 43, a saber, hacia arriba en las figuras. Esta varilla 43.5 se monta girando en un soporte adicional 43.6, que a su vez se recibe fija y estanca en un compartimento adicional dedicado 43C delimitado por la carcasa 43.1 del módulo 43. Para controlar con precisión la posición angular de la varilla 43.5 sobre el eje Z-Z y por lo tanto la posición pivotante de la solapa 43.4, esta varilla 43.5 está provista ventajosamente de un roscado exterior, atornillado en una rosca hembra adicional delimitada por el soporte 43.6. Además, para reforzar la estabilidad de la solapa 43.4, este último está, opuesto, en el eje Z-Z, de la varilla 43.5, solidaria con un pasador 43.7, centrado en el eje Z-Z y recibido en rotación en torno a este eje en un soporte adicional 43.8, a su vez conectado, de manera fija y estanca, en un compartimento adicional dedicado 43D delimitado por la carcasa 43.1 del módulo 43.

[0031] Por supuesto, la realización de la solapa 43.4 y de las piezas asociadas 43.5 a 43.8 no es limitativa de la invención; más generalmente, el módulo 43 está equipado con un obturador de su canal de flujo 43A, cuya acción de obturación variable, resultante de su movilidad en el canal de flujo, es ajustable, en particular desde el exterior de este módulo.

[0032] Además, debe tenerse en cuenta que, en la realización considerada en las figuras, la solapa de obturación 43.4 o, más generalmente, un obturador variable del canal de flujo 43A se coloca ventajosamente aguas abajo del sensor de medición de viscosidad 43.2. Aunque puede considerarse, como una variante no representada, que el sensor de medición de viscosidad esté aguas debajo de la solapa de obturación 43.4 o, más generalmente, un obturador variable del canal de flujo 43A, se prefiere la disposición mostrada en las figuras, ya que de esta manera, la viscosidad medida por el sensor 43.2 es precisamente la del material que ha sido sometido exclusivamente a cizallamiento por los husillos 20, y no la del material que también ha pasado a través de la solapa 43.4 o el obturador. En cualquier caso, el módulo 43 se puede insertar ventajosamente de una manera particularmente compacta entre la placa 41 del manguito 10 y la boquilla de la extrusora 42.

[0033] Como se representa esquemáticamente en la figura 1, el módulo 43 consta además de una unidad de tracción 60 de accionamiento de la varilla 43.5 en rotación alrededor del eje Z-Z. En la práctica, esta unidad de accionamiento 60 comprende, por ejemplo, un accionador de la varilla 43.5, siendo este accionador mecánico, hidráulico o eléctrico. En cualquier caso, la unidad de accionamiento 60 está controlada por una unidad de mando 62 capaz de enviar una señal de control ad hoc, indicada por la flecha S2 en la figura 1. Esta unidad de mando 62 recibe la señal S1 del sensor de medición de viscosidad 43.2 y está diseñada para procesar esta señal S1 de tal manera que la señal de control S2 enviada a la unidad de accionamiento 60 se deduce de ella. De manera más general, se comprende que, a partir de la medición llevada a cabo de manera continua por el sensor 43.2, la unidad 62 manda, después del tratamiento de la señal S1, la posición pivotante de la solapa 43.4 y, por tanto, la sección de paso del canal de flujo 43A. En otras palabras, la unidad de mando 62 maneja la sección de paso del canal de flujo 43A en función de la medición proporcionada por el sensor 43.2. Por lo tanto existe un bucle entre la medición de la viscosidad del flujo de material dentro de la máquina de extrusión 1 y la sección de paso para este material en la máquina de extrusión, más precisamente en el canal de flujo 43A.

[0034] Un procedimiento de mando de la máquina de extrusión 1 descrito hasta ahora con referencia a las figuras 1 a 4 es el siguiente. Mientras que un material a extruir es tratado por la máquina de extrusión 1, el ingrediente o ingredientes de este material son introducidos en la manguito 10 a través de sus elementos 11 y 12, la viscosidad de este material durante la extrusión es medida continuamente en el flujo del material dentro de la máquina de extrusión 1, más precisamente en el flujo de material dentro del módulo 43, gracias al sensor 43.2. En función de esta medición de la viscosidad del material que se está extruyendo, la máquina de extrusión 1 se regula para controlar la tasa de llenado del manguito 10 con el material, ajustando la sección de paso del material en la máquina de extrusión, más precisamente ajustando la sección de paso del canal de flujo 43A variando esta sección de paso a través de la solapa 43.4. Para ello, la posición pivotante de la solapa 43.4 es mandada por la unidad 62, a través de la unidad de accionamiento 60 y la varilla 43.5. El sensor 43.2 mide entonces, en tiempo real, las modificaciones de viscosidad causadas por la variación, impuesta por la solapa 43.4, en la sección de paso del canal de flujo 43A, permitiendo así una regulación en circuito cerrado entre esta solapa 43.4 y este sensor 43.2. En la práctica, los cálculos realizados por la unidad de mando 62 para asegurar esta regulación no son limitativos de la invención. Como ejemplo de control en circuito cerrado, eficaz y fácil de implementar, la unidad de mando 62 está diseñada para mantener la viscosidad medida por el sensor 43.2 sustancialmente constante, ya que el valor de viscosidad que se debe mantener inalterado ha sido proporcionado previamente a esta unidad, por ejemplo, conociendo de antemano una imagen del valor de viscosidad "ideal" para el material extruido por la máquina de extrusión 1.

[0035] En lugar de implementar un bucle manejado como con la máquina de extrusión 1 de las figuras 1 a 4, una variante del procedimiento de mando de esta máquina de extrusión consiste en ajustar la sección de paso para el material en la máquina de la extrusión manualmente. Para ello, la máquina de extrusión correspondiente se diferencia de la máquina de extrusión 1 mostrada en las figuras 1 a 4 por la retirada de la unidad de mando manejada 62 y por el reemplazo de la unidad de accionamiento motorizada 60 con un miembro 60' de mando manual para la posición de

la varilla 43.5 girando sobre el eje Z-Z y, por lo tanto, la posición pivotante de la solapa 43.4, como se representa en las figuras 5 y 6. Según esta variante, un operador humano dispone de la información correspondiente a la señal S1 proporcionada por el sensor de medición de la viscosidad 43.2, por ejemplo a través de una pantalla, y dependiendo de esta información, el operador acciona con la mano, gracias al miembro 60', la varilla 43.5. Para facilitar el ajuste de la posición de rotación de la varilla 43.5, el extremo de esta varilla, que emerge hacia el exterior de la carcasa 43.1, está ventajosamente provisto de un indicador de posición 61' asociado con un marcado graduado 61'A llevado por la cara exterior de la carcasa 43.1 o del soporte 43.6.

[0036] Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, una opción del procedimiento de mando de una máquina de extrusión similar a la máquina 1 consiste en utilizar uno o más parámetros de comportamiento de esta máquina además de los relacionados con la sección de paso del canal de flujo 43A. De hecho, la medición en tiempo real de la viscosidad del material que se está extruyendo, en el flujo de este material dentro de la máquina de extrusión, proporciona información según la cual esta máquina de extrusión puede ser regulada ajustando a la vez la sección de paso para el material en proceso de extrusión aguas abajo del husillo o husillos 20 y ajustando uno o más parámetros de comportamiento adicionales de esta máquina de extrusión, entre los cuales se puede seleccionar este o estos parámetros adicionales:

- la velocidad de rotación de los husillos 20,
- la composición del material a extruir, en concreto la naturaleza y relación de los ingredientes de este material,
- el caudal de admisión del material en la máquina de extrusión, en concreto el caudal de admisión de cada uno de los ingredientes de este material,
- la temperatura impuesta al manguito 10, siempre que esta temperatura puede ser ajustada, previendo siempre que al menos uno, o incluso cada uno de los elementos 11 a 15 del manguito sea termorregulado, y
- la intensidad de una desgasificación del material durante la extrusión, siendo el manguito 10 entonces equipado de disposiciones específicas de desgasificación, permitiendo extraer el material durante la extrusión de gases, tales como el vapor de agua, por ejemplo.

[0037] Además, una variante del procedimiento descrito hasta ahora consiste en medir la viscosidad en línea, no en el dispositivo de salida 40, sino en uno de los elementos 11 a 15 del manguito 10, en concreto el elemento más aguas abajo 15. En otras palabras, la viscosidad medida continuamente ya no es la del material que sale del manguito, sino la del material en el manguito, en concreto en la parte aguas debajo de este manguito. Por supuesto, en este caso, la máquina de extrusión, de manera no representada en las figuras, está dispuesta en consecuencia: por ejemplo, un sensor de viscosidad, similar al sensor 43.2, está dispuesto en el orificio del manguito, en concreto en una zona de los husillos 20, en la que su rosca de tornillo se reduce o incluso suprime localmente a favor de una superficie sustancialmente lisa. Se comprende que, en general, la máquina de extrusión según la invención comprende medios de medición de viscosidad en línea, es decir, medios que permiten medir, en el flujo del material que fluye en su manguito o en su dispositivo de salida, incluso en los dos, por ejemplo, por razones de seguridad o de capacidad de adaptación de la máquina de extrusión, la viscosidad de este material.

[0038] También son posibles diversas disposiciones y opciones para máquinas de extrusión descritas hasta ahora, así como su procedimiento de mando. A modo de ejemplos:

- el módulo 43 puede ser termorregulado por medio de la integración, en su carcasa 43.1, de un sistema de calefacción/refrigeración ad hoc;
- en concreto, con fines de supervisión o seguridad, el módulo 43 puede estar equipado con sondas que miden la presión, en particular a ambos lados de la solapa de obturación 43.4, y/o la temperatura del material en proceso de extrusión que circula en el canal de flujo 43A; y/o
- en lugar de combinar la placa 41, la boquilla de la extrusora 42 y el módulo 43, el dispositivo de salida 40 puede no incluir la boquilla de la extrusora de conformación; del mismo modo, el dispositivo de salida 40 puede no incluir una placa frontal distinta de la carcasa 43.1 con una disposición apropiada del extremo aguas arriba de esta carcasa.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de control y mando de una máquina de extrusión (1), comprendiendo esta máquina de extrusión dos husillos interpenetrantes (20) de accionamiento de un material a extruir, procedimiento en el que, mientras que un material a extruir está siendo tratado por la máquina de extrusión:
- se mide continuamente, en el flujo del material en la máquina de extrusión, la viscosidad de este material, y
 - se regula la máquina de extrusión (1) a partir de esta medición de viscosidad, **caracterizado porque**, para regular la máquina de extrusión (1), se modifica su tasa de llenado por el material a lo largo de los husillos interpenetrantes (20) ajustando, aguas abajo de estos husillos, una sección de paso para este material en función de la medición de la viscosidad.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la máquina de extrusión (1) comprende además:
- un manguito (10) en cuyo interior giran los husillos interpenetrantes (20) y el material progresa bajo la acción de estos husillos, y
 - un dispositivo de salida (40), que está dispuesto en el extremo aguas abajo del manguito y en un canal de flujo (43A) desde el cual el material que sale del manguito (10) se ve obligado a fluir bajo la acción de los husillos interpenetrantes;
- y en el que para regular la máquina de extrusión (1), se modifica la tasa de llenado del manguito (10) con el material al ajustar la sección de paso del canal de flujo (43A).
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que se mide la viscosidad del material que sale del manguito (10), en el canal de flujo (43A) del dispositivo de salida (40).
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se regula la máquina de extrusión (1) ajustando además, en función de la medición de la viscosidad del material, al menos un parámetro de comportamiento de la máquina de extrusión seleccionado entre:
- la velocidad de rotación del o de los husillos de accionamiento (20),
 - la temperatura impuesta a un manguito (10) en el que giran el o los husillos de accionamiento (20),
 - la composición del o de los ingredientes, sólidos y/o líquidos, introducidos en la máquina de extrusión,
 - el caudal de admisión del o de los ingredientes, sólidos y/o líquidos, introducidos en la máquina de extrusión, y
 - la desgasificación del material en la máquina de extrusión.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material tratado por la máquina de extrusión (1) es no newtoniano, en particular, alimenticio.
6. Máquina de extrusión (1), que consta de:
- un manguito (10) en cuyo interior dos tornillos interpenetrantes (20) giran para hacer avanzar en el manguito un material a extruir,
 - medios de medición (43.2), en el flujo del material en la máquina de extrusión, de la viscosidad de este material, y
 - un dispositivo de salida (40), que está dispuesto en el extremo aguas abajo del manguito y en un canal de flujo (43A) desde el cual el material que sale del manguito (10) se ve obligado a fluir bajo la acción de los husillos interpenetrantes,
- caracterizada porque** la máquina de extrusión (1) consta además de medios de variación (43.4, 43.5, 60, 62; 43.4, 43.5, 60) adaptados para variar la sección de paso del canal de flujo (43A) a fin de modificar la tasa de llenado del manguito (10) por el material.
7. Máquina de extrusión según la reivindicación 6, **caracterizada porque** dichos medios de variación comprenden un obturador (43.4) dispuesto de forma móvil en el canal de flujo (43A) para obturarlo de una manera variable.
8. Máquina de extrusión según la reivindicación 7, **caracterizada porque** dicho obturador comprende o incluso consiste en una solapa (43.4) de obturación variable de un canal de flujo (43A), dispuesta a través del canal de flujo de manera pivotante en torno a un eje (Z-Z) sustancialmente perpendicular a la dirección de flujo del material en el canal de flujo.
9. Máquina de extrusión según una de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizada porque** los medios de medición (43.2) se disponen aguas arriba del obturador (43.4), en particular aguas arriba de la solapa (43.4).
10. Máquina de extrusión según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizada porque** dichos medios de variación comprenden una unidad de mando (62) manejada en función de una señal de control (S1) proporcionada por los medios de medición (43.2).

11. Máquina de extrusión según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizada porque** dichos medios de variación comprenden un miembro de mando manual (60').
- 5 12. Máquina de extrusión según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11, **caracterizada porque** los medios de medición comprenden un sensor de medición de viscosidad (43.2), que está dispuesto en el canal de flujo (43A) del dispositivo de salida (40) y que mide la viscosidad del material que fluye en este canal de flujo.
13. Máquina de extrusión según la reivindicación 12, **caracterizada porque** el canal de flujo (43A) está
10 delimitado en una carcasa modular dedicada (43.1) del dispositivo de salida (40), que soporta de forma fija el sensor de medición de viscosidad (43.2) y que soporta al menos una parte de dichos medios de variación (43.4, 43.5, 60, 62; 43.4, 43.5, 60').
14. Máquina de extrusión según la reivindicación 13, **caracterizada porque** el dispositivo de salida (40)
15 consta además, en su extremo aguas arriba, de una placa (41) para la conexión con el extremo aguas abajo del manguito (10), que está dispuesta aguas arriba de la carcasa modular (43.1).
15. Máquina de extrusión según una de las reivindicaciones 13 o 14, caracterizada porque el dispositivo de
salida (40) consta además, en su extremo aguas abajo, de una boquilla de la extrusora (42) para conformar el material
20 que sale del dispositivo de salida, que está dispuesta aguas abajo de la carcasa modular (43.1).

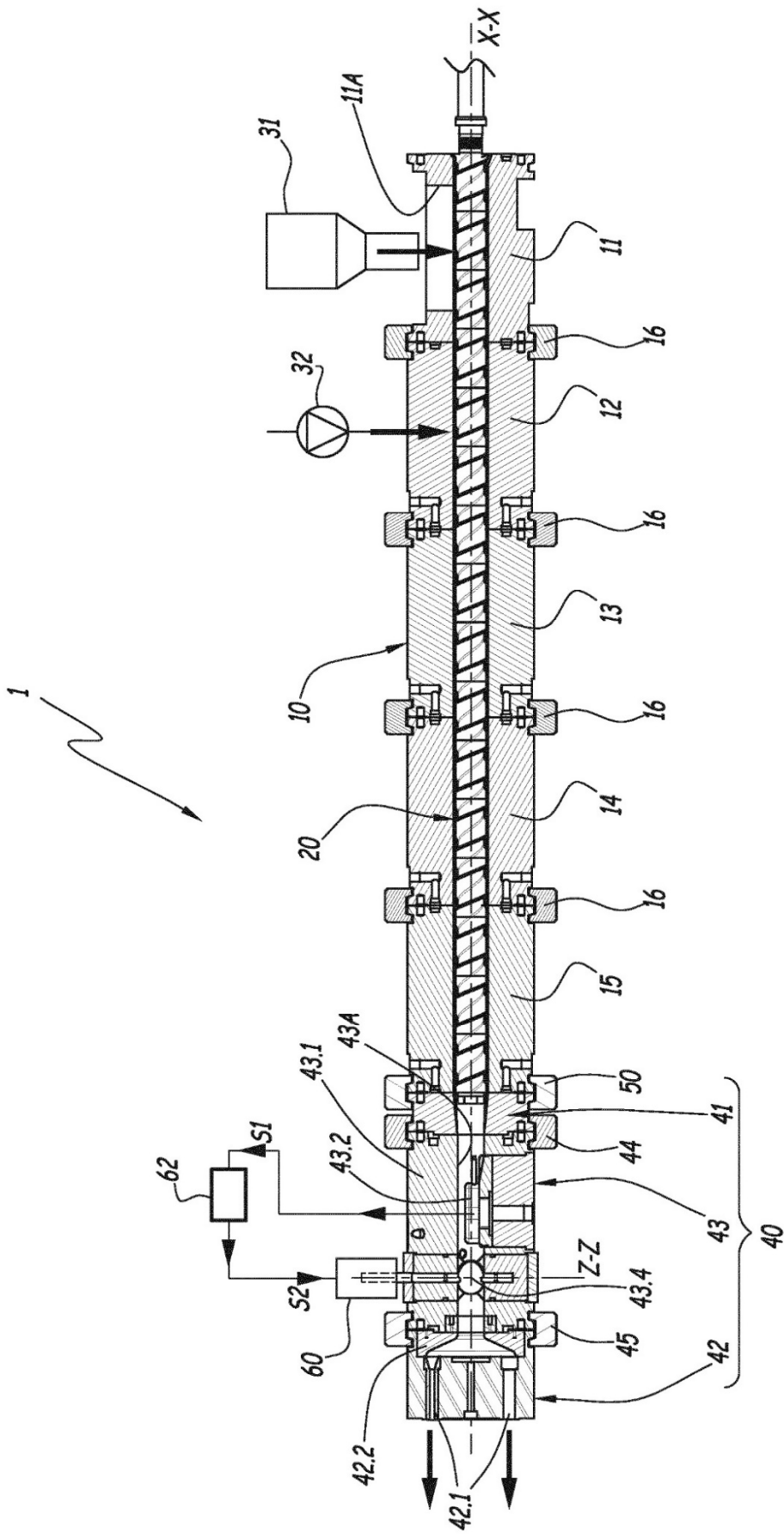
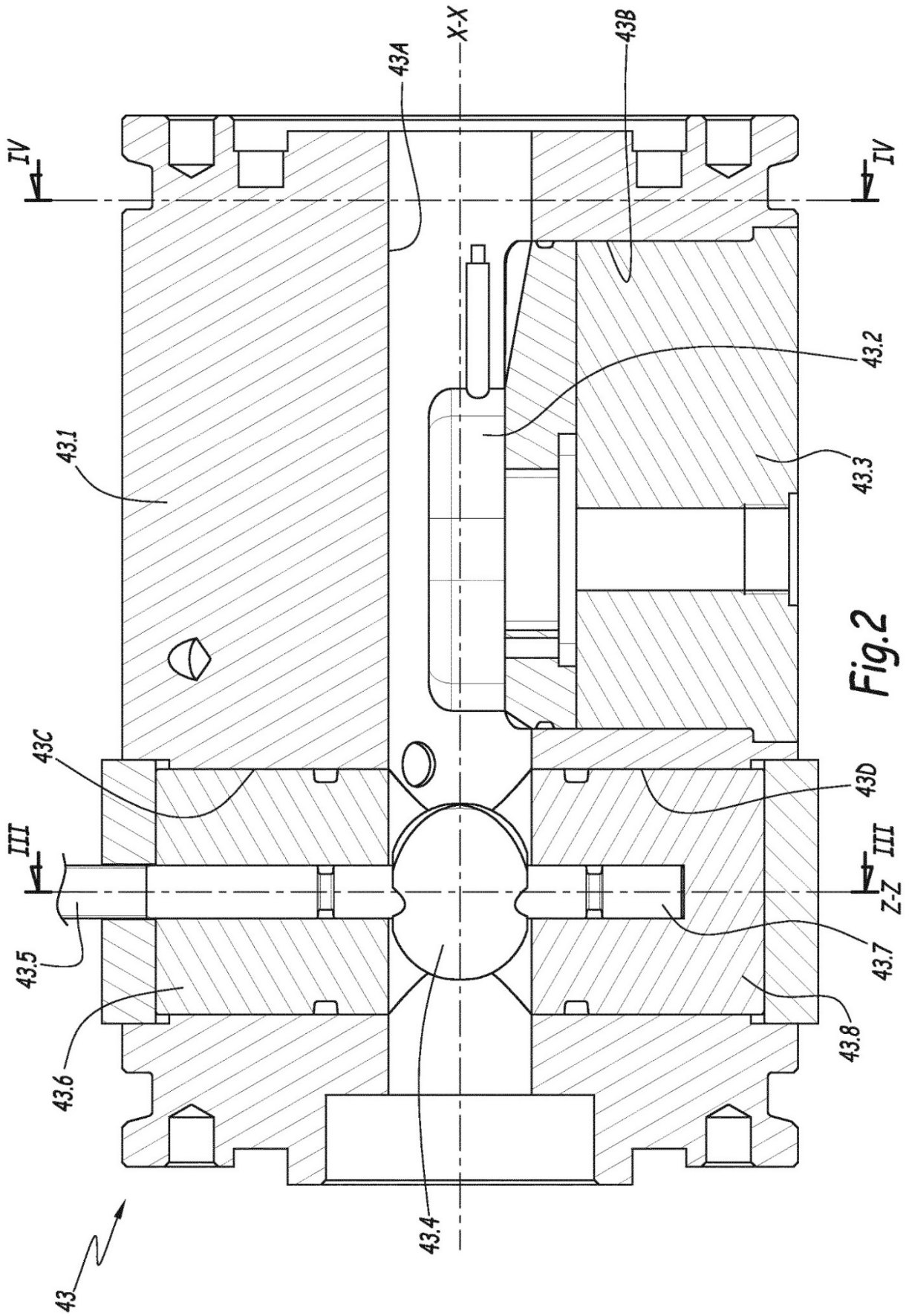
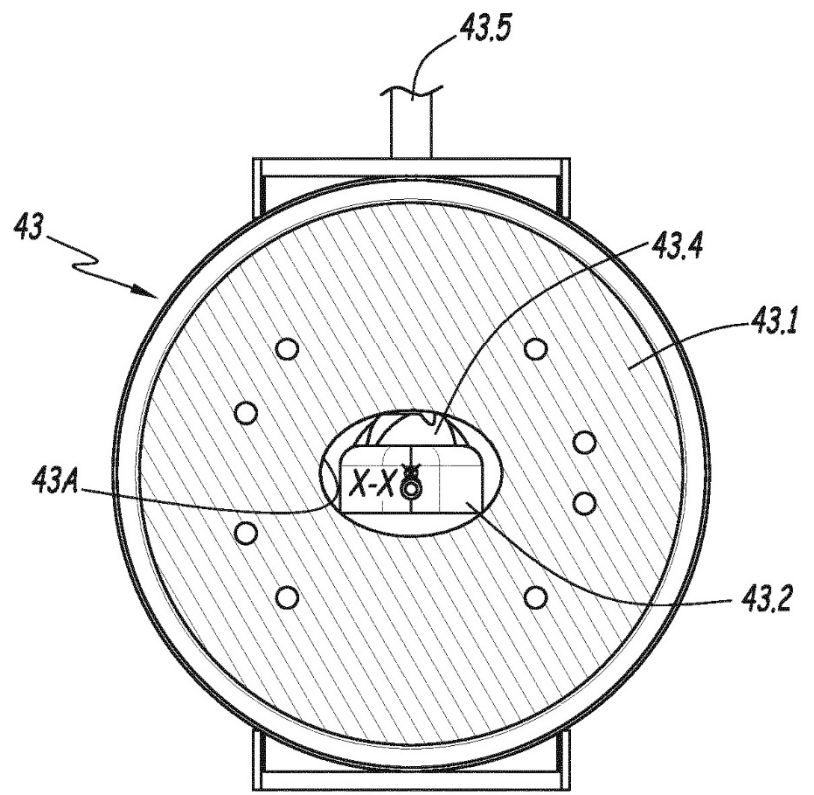
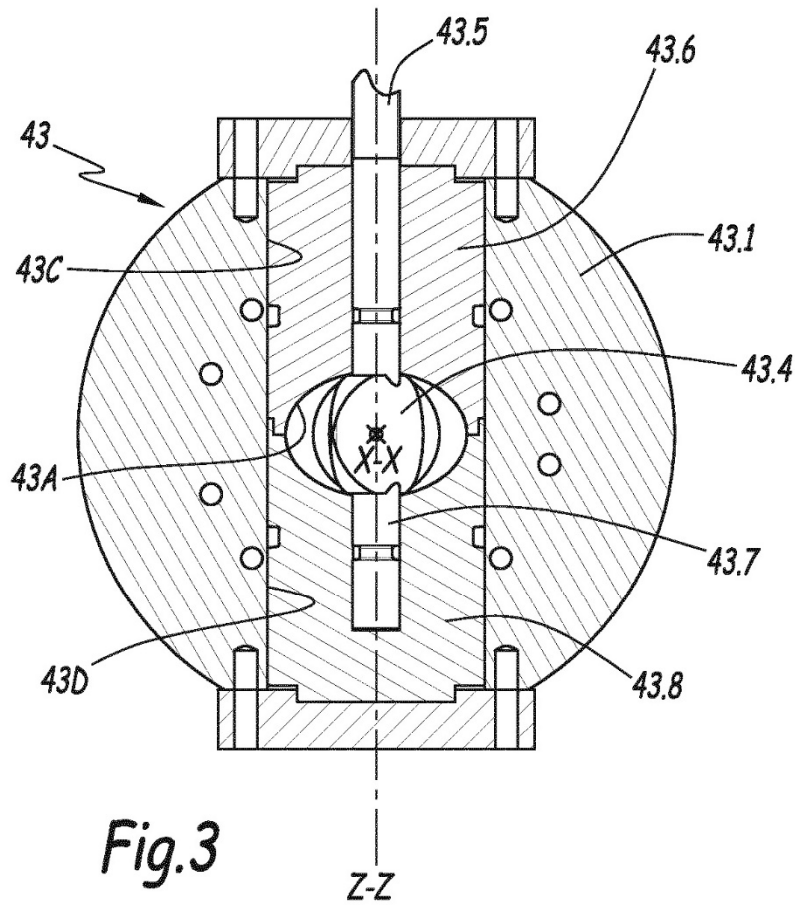


Fig.1





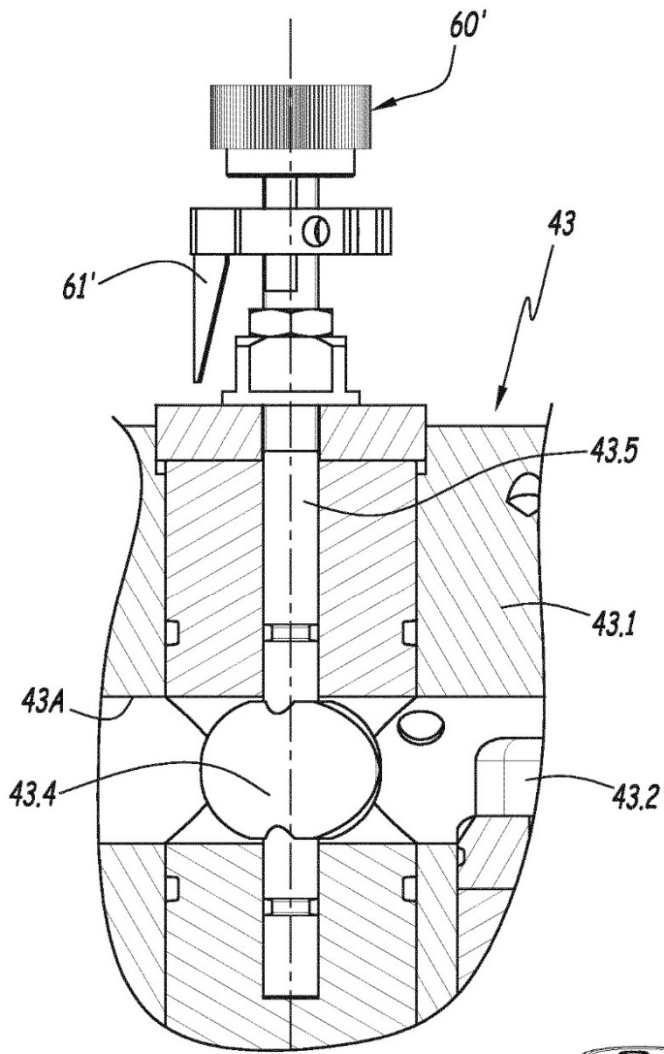


Fig.5

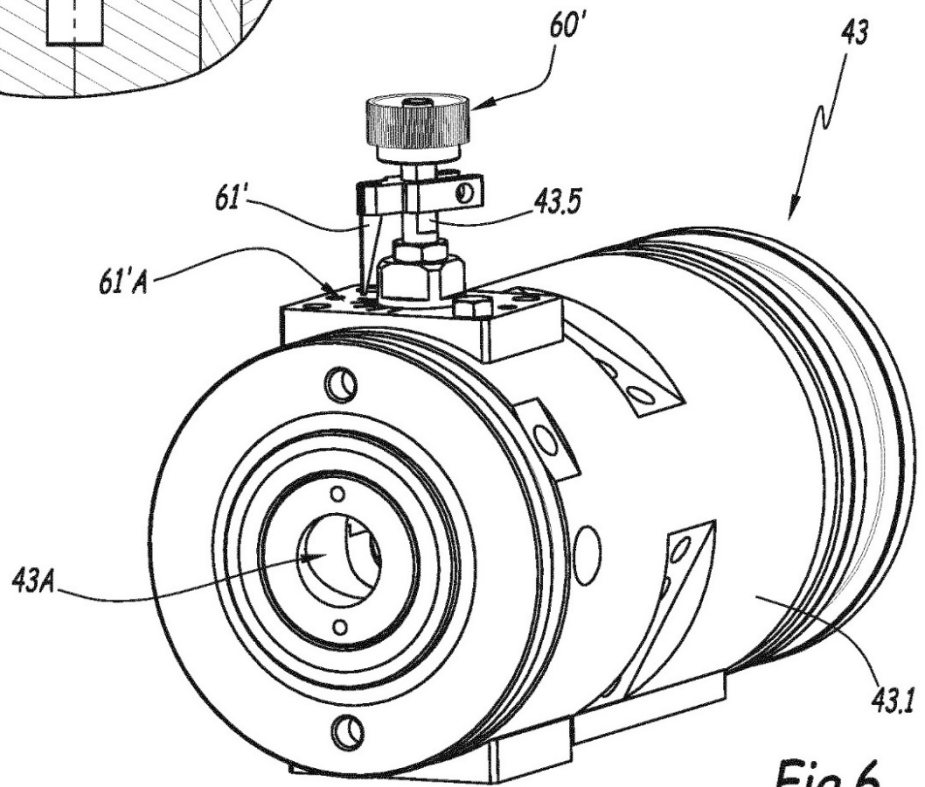


Fig.6