

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 014 457**

51 Int. Cl.:

B65G 53/52 (2006.01)

F04C 2/107 (2006.01)

B65G 53/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.11.2018** **E 18206898 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2025** **EP 3539911**

54 Título: **Método para transportar material pastoso**

30 Prioridad:

16.03.2018 DE 102018106228

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

22.04.2025

73 Titular/es:

SEEPEX GMBH (100.00%)
Scharnhölzstrasse 344
46240 Bottrop, DE

72 Inventor/es:

RICKERS, SEBASTIAN y
MOTTYLL, STEPHAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 3 014 457 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

Método para transportar material pastoso

La invención se refiere a un método para transportar material pastoso, por ejemplo, lodos o residuos alimentarios triturados o similares, con un sistema que comprende una bomba de tornillo excéntrico que tiene un estator, un rotor que gira en el estator, una carcasa de succión con una apertura de llenado conectada al estator (lado de succión) y preferiblemente una carcasa de presión con una apertura de salida conectada al estator (lado de presión).

Una bomba de tornillo excéntrico de este tipo es una bomba del grupo de bombas de desplazamiento positivo rotativas, que se utilizan para bombear una amplia variedad de medios y, en particular, líquidos altamente viscosos en una amplia variedad de sectores industriales, en los que los medios o líquidos a bombear a menudo contienen un alto contenido de sólidos. En el contexto de la presente invención, la bomba de tornillo excéntrico se utiliza para transportar material pastoso y, en consecuencia, líquidos altamente viscosos con (elevados) contenidos de sólidos.

El estator consta, por ejemplo, de material elástico o elastomérico y generalmente está rodeado por una carcasa o camisa de estator de una o varias piezas. La bomba de tornillo excéntrico tiene un accionamiento para el rotor y preferiblemente una barra de acoplamiento dispuesta en la carcasa de succión, que está conectada preferiblemente a un eje del lado del accionamiento a través de una articulación del lado del accionamiento y al rotor a través de una articulación del lado del rotor, ejecutando la barra de acoplamiento la excentricidad para el movimiento giratorio del rotor. Preferiblemente, como bomba de embudo se utiliza una bomba de tornillo excéntrico, en la que un embudo de llenado está conectado a la apertura de llenado. En una forma de realización de este tipo para el transporte de medios pastosos o altamente viscosos con un contenido sólido, la barra de acoplamiento está equipada preferiblemente con herramientas de transporte, por ejemplo, con un tornillo transportador o con paletas transportadoras, que asisten en el transporte del material desde la zona de la apertura de llenado hasta la zona del rotor.

En la práctica, es necesario procesar materiales o medios pastosos, por ejemplo, lodos deshidratados, a grandes distancias y esto plantea grandes desafíos, por ejemplo, para el tratamiento de aguas residuales municipales, ya que debido a la alta viscosidad y abrasividad de este material/medio, se debe superar una pérdida de presión considerable en la línea transportadora. Estas pérdidas de presión aumentan directamente con la longitud de la línea transportadora, lo que hace que el transporte a lo largo de distancias de varios kilómetros sea extremadamente difícil. Las soluciones de bombeo comúnmente utilizadas deben generar altas presiones para superar las pérdidas de presión, por lo que están limitadas a una distancia máxima de transporte a través de su etapa de presión. Además, la carga sobre las bombas es muy alta con una contrapresión elevada, lo que, debido al desgaste de la geometría rotor-estator y/o de las juntas, da lugar a frecuentes ciclos de mantenimiento que resultan exigentes en términos de tiempo y costes. Cuando se utilizan bombas de tornillo excéntrico para distancias de transporte tan largas, se deben utilizar bombas de tornillo excéntrico correspondientemente grandes y pesadas, que requieren un esfuerzo de mantenimiento considerable y conllevan los costes correspondientes.

Como alternativa, en la práctica se utilizan soluciones de transporte secuencial con múltiples accionamientos, como, por ejemplo: cintas transportadoras o transportadores de tornillo. Las desventajas son, por un lado, el elevado consumo energético y los costes de mantenimiento y, por otro lado, una construcción a menudo abierta con las correspondientes molestias por olores o redilución (lodos secos) por la lluvia. Estas soluciones de transporte también son ineficientes para el transporte vertical o en ángulo. El uso de tuberías cerradas generalmente requiere el uso de bombas de tornillo excéntrico de múltiples etapas o, alternativamente, bombas de pistón, que son adecuadas para medios altamente viscosos y altas presiones, pero debido a la alta contrapresión, requieren una potencia de accionamiento relativamente alta y, por lo tanto, un alto consumo de energía y también altos costes de mantenimiento.

Además, en la práctica se conocen también el transporte neumático y, en particular, el llamado transporte por tapón, que, sin embargo, se utiliza principalmente para el transporte de materiales a granel (sueltos). Un método y dispositivo de este tipo para el transporte neumático de material a granel se describe, por ejemplo, en el documento WO 01/02274 A2. El material a granel debe transportarse desde un nivel bajo a uno más alto, para lo cual primero se transporta de forma esencialmente horizontal, luego se eleva neumáticamente y, por último, se transporta neumáticamente. El primer transporte se realiza en forma de tapones de material a granel discretos, espaciados entre sí por cojines de gas, y la elevación del material a granel se realiza en forma de un flujo de material a granel prácticamente continuo.

Un sistema transportador con una tubería para el transporte fluido de trozos cortos y uniformes de un material granulado o en polvo es, por ejemplo, se describe también en el documento DE 33 19 076 A1. Este sistema consta de una línea transportadora y ramales que discurren paralelos a ella. Además, se proporciona un dispositivo de alimentación (por ejemplo, una bomba) que tiene un dispositivo de sellado contra la presión de la tubería causada por una fuente de presión de fluido. En principio, el dispositivo de alimentación también puede diseñarse como una bomba de tornillo excéntrico con rotor y estator. Detrás de la bomba se conecta en cada caso una cámara de recepción de material, en cuyo comienzo se prevé una conexión para la fuente de presión de fluido, de modo que la línea transportadora se puede presurizar continuamente con presión de fluido a través de la cámara de recepción en el lado de entrada. Además, en la línea transportadora siguiente se prevé al menos una apertura para la entrada de una cantidad parcial del fluido en la línea transportadora para el transporte del tapón de material. Cuando se utiliza una bomba de tornillo excéntrico, también se propone prever una esclusa de rueda de celdas en la cámara de recepción

del lado de salida, que no sólo debe servir para sellar mejor la bomba contra la presión que prevalece en la línea transportadora, sino que también debe triturar el material que emerge de la bomba.

Los documentos DE 874 877 y DE 559 237 también dan a conocer instalaciones destinadas al transporte de material húmedo y pastoso en tuberías en el sentido de transporte por tapón.

- 5 El documento JP 2013 112456 A divulga un método para transportar material pastoso, con un sistema que tiene un transportador de tornillo con una apertura de llenado y una apertura de salida. El sistema incluye también una línea transportadora neumática que está conectada a la apertura de salida del transportador de tornillo de tal manera que el material a transportar es presionado en la línea transportadora como una hebra de material por el transportador de tornillo. A través de una válvula controlada se conecta un suministro de medio de presión a la línea transportadora, controlándose la válvula de tal manera que se inyectan pulsos de presión de una duración predeterminada en la línea transportadora a intervalos de tiempo, que separan los tapones de material de longitud limitada de la hebra de material y los transportan a través de la línea transportadora.

- 10 Finalmente, el documento DE 42 03 571 A1 describe un dispositivo móvil para la producción de hormigón ligero con un mezclador de tornillo y una bomba de tornillo, a la que está conectada mediante una línea de conexión una cámara presurizada de una máquina mezcladora y transportadora de aire comprimido.

Basándose en el estado de la técnica conocido hasta el momento, la invención se basa en el problema técnico de crear un método con un sistema que permita un transporte impecable y eficiente de material pastoso incluso a grandes distancias con un diseño rentable y de bajo mantenimiento.

La invención resuelve este problema mediante un método según la reivindicación 1.

- 20 La invención se basa en el conocimiento de que, mediante la combinación de una bomba de tornillo excéntrico y un llamado sistema de transporte neumático en fase densa, se puede transportar material pastoso, es decir, líquidos o medios altamente viscosos, de forma económica y eficiente incluso a largas distancias sin necesidad de bombas de tornillo excéntrico especialmente grandes. El material es presionado directamente en la línea transportadora por la bomba de tornillo excéntrico, formando una hebra de material comprimida (continua). Cuando el suministro de medios de presión está integrado en la línea transportadora, se inyectan pulsos de presión en la línea transportadora a intervalos regulares, separando así los tapones de material de la hebra de material y estos tapones de material se transportan a lo largo de la dirección de transporte (a una distancia entre sí) en la línea transportadora con la ayuda de los pulsos de presión o la presión generada en la línea transportadora. No existe exposición permanente de la línea transportadora al medio de presión, por ejemplo, aire comprimido, pero solo se generan los pulsos de presión descritos en la línea transportadora, que debido al diseño actúan básicamente tanto en la dirección de transporte como en contra de la dirección de transporte y, por lo tanto, en la dirección de la bomba. Sin embargo, dado que la bomba de tornillo excéntrico se caracteriza por una línea de sellado cerrada y el material de la bomba de tornillo excéntrico se comprime y, en consecuencia, se presiona en la línea transportadora bajo presión, los pulsos de presión que ingresan a la línea transportadora solo pueden "evadirse" en la dirección de transporte y, por lo tanto, transportar los tapones de material resultantes, respaldados por el efecto de la bomba de tornillo excéntrico, en la dirección de transporte. Además, dentro del alcance de la invención no solo está previsto un suministro de medio de presión, o bien inyectar un medio de presión en la línea transportadora no solo en un punto o con una válvula, sino que opcionalmente también existe la posibilidad de inyectar pulsos de presión en la línea transportadora en varios puntos y en particular varios puntos distribuidos a lo largo de la longitud de la línea transportadora, por ejemplo, a través de varias válvulas distribuidas a lo largo de la línea transportadora.

Preferiblemente, se conecta un dispositivo de medición de presión a la línea transportadora. Además, el sistema dispone de un dispositivo de control que está conectado por un lado a la válvula de transporte del medio de presión y, por otro lado, preferiblemente al dispositivo de medición de presión, de modo que el dispositivo de control puede controlar la válvula en función de la presión en la línea transportadora medida por el dispositivo de medición de presión. Durante el funcionamiento, el material pastoso se comprime en la línea de presión mediante la bomba de tornillo excéntrico, de modo que la presión en la línea transportadora medida por el dispositivo de medición de presión aumenta gradualmente. Cuando se alcanza o se supera un umbral de presión predeterminado, que, por ejemplo, se puede almacenar en el dispositivo de control, se abre la válvula y el pulso de presión inyectado en la línea transportadora separa de esta manera el tapón de material y lo transporta a lo largo de la dirección de transporte a través de la línea transportadora. Durante la inyección del medio de presión, la presión aumenta brevemente, pero luego vuelve a caer inmediatamente cuando se separa el tapón de lodo. Al volver a alimentar de manera continua el material con la bomba de tornillo excéntrico, la presión en la línea transportadora aumenta (lentamente) hasta que se produce otra inyección de medio de presión.

- 55 Dependiendo de las propiedades del material pastoso que se va a transportar, puede ser ventajoso apoyar el proceso de transporte con una inyección simultánea de lubricante para reducir la fricción de la tubería y de esta manera reducir permanentemente la presión en toda la línea transportadora a un nivel de presión muy bajo, por debajo de 5 bar, preferiblemente por debajo de 4 bar. El uso de dicho lubricante es especialmente ventajoso, por ejemplo, cuando se bombean lodos, especialmente lodos secos. Para este fin, se prevé preferiblemente que se conecte un suministro de lubricante a la línea transportadora, preferiblemente entre la bomba de tornillo excéntrico y el suministro de medio de

presión (la desembocadura del suministro en la línea transportadora). Con este suministro de lubricante (antes del suministro del medio de presión), se puede inyectar preferiblemente un lubricante de forma continua (o casi continua) en la línea de presión o en la zona de la hebra de material. De este modo, el material y, por tanto, también el tapón de material se recubre adicionalmente con un lubricante, lo que reduce la fricción de las tuberías durante el transporte en fase densa y, de este modo, se optimiza la eficiencia energética de todo el sistema. El lubricante puede ser, por ejemplo, una solución de polímero conocida. Alternativamente, también se puede utilizar agua como lubricante. Además, es posible inyectar el lubricante en la línea transportadora de forma distribuida sobre su circunferencia, por ejemplo, con varios puntos de inyección distribuidos alrededor de la circunferencia, de modo que se crea una capa de lubricante global o una capa de lubricante que rodea el tapón de material (capa límite).

Mediante la combinación del transporte con bomba (de tornillo excéntrico) y el transporte neumático en fase densa, la presión en toda la línea transportadora se reduce permanentemente a un nivel de presión muy bajo. Este nivel de presión resulta directamente de la fuerza necesaria para mover inicialmente el tapón de material. Una vez superada la fuerza de fricción, el tapón de material es acelerado por el aire comprimido que entra y se expande (medio de presión), lo que hace que el nivel de presión en la línea caiga nuevamente. Opcionalmente, modificando la cantidad de lubricante utilizado, por ejemplo, la solución de polímero, y de la longitud del tapón de material o de su peso, se puede influir en el nivel máximo de presión en la línea y, de este modo, durante la puesta en servicio, se puede establecer un punto de funcionamiento energéticamente óptimo.

En principio, también entra dentro del ámbito de la invención trabajar sin aporte adicional de lubricante, especialmente si el material utilizado lo permite. Por ejemplo, al transportar residuos alimentarios triturados, lo que también es posible según la invención, no es necesario el uso de lubricantes correspondientes debido a las buenas propiedades de fricción.

Preferiblemente, la bomba de tornillo excéntrico está diseñada como una bomba de embudo, con un embudo de llenado conectado a la apertura de llenado. En una bomba de embudo de este tipo se prevé preferiblemente que la barra de acoplamiento, que está dispuesta entre el accionamiento y el rotor y realiza la excentricidad, esté equipada con herramientas de transporte, por ejemplo, con un transportador de tornillo o con paletas o similar.

Mediante la combinación inventiva de transporte por bomba y transporte neumático en fase densa (si es necesario con inyección simultánea de lubricante), la presión en toda la línea transportadora, como ya se ha mencionado, se puede reducir de forma permanente a un nivel de presión muy bajo, por debajo de 5 bar, preferiblemente por debajo de 4 bar. Sobre esta base, la invención propone, en una forma de realización especialmente preferida, el uso de bombas de tornillo excéntrico correspondientemente pequeñas y de mantenimiento optimizado. Se trata de bombas de tornillo excéntrico en las que el estator elástico se puede sustituir fácil y rápidamente sin desmontar la carcasa de succión ni la carcasa de presión y/o en las que el rotor se puede sustituir fácil y rápidamente sin desmontar la carcasa de succión ni la carcasa de presión, preferiblemente sin utilizar equipos adicionales. En la práctica, estas bombas de mantenimiento optimizado suelen estar diseñadas para presiones relativamente bajas. El concepto inventivo, en el que el nivel de presión en la línea transportadora está limitado a valores relativamente bajos, permite ahora el uso de precisamente tales bombas de mantenimiento optimizado, de modo que la combinación de tal bomba de tornillo excéntrico con transporte neumático en fase densa como transporte de tapón es de particular importancia. El bajo nivel de presión aumenta la vida útil de los componentes, de modo que los intervalos de mantenimiento pueden prolongarse debido a la menor carga de los componentes. Además, se reduce el esfuerzo de mantenimiento, ya que la sustitución del estator y/o del rotor se puede realizar en poco tiempo sin desmontar la línea y, normalmente, sin sistemas de elevación o grúa adicionales.

Para un cambio sencillo de estator y/o rotor es especialmente adecuada una bomba de tornillo excéntrico, en la que el estator (elástico) es un estator dividido longitudinalmente y compuesto por al menos dos carcasas de estator. Además, la carcasa del estator que rodea al estator elástico puede ser una carcasa dividida longitudinalmente que consta de varios segmentos de carcasa, que pueden formar un dispositivo de sujeción del estator para el estator elástico. Una bomba de tornillo excéntrico de este tipo se da a conocer, por ejemplo, en los documentos DE 10 2008 021 920 A1, DE 10 2010 037 440 B4, DE 10 2014 112 552 B4 o DE 10 2014 112 550 B4. Preferiblemente se pueden utilizar tales bombas de tornillo excéntrico. Para facilitar la sustitución del rotor, se propone preferiblemente una forma de realización en la que el rotor se puede sustituir independientemente de las juntas de la barra de acoplamiento, por ejemplo, estando el rotor conectado de forma desmontable a la junta de acoplamiento a través de un punto de separación desmontable (véase, por ejemplo, el documento DE 10 2010 037 440 B4).

En principio, sin embargo, también se consideran dentro del alcance de la invención las bombas de tornillo excéntrico de otros diseños, así como las bombas de tornillo excéntrico de mantenimiento optimizado de otros diseños.

Opcionalmente, la bomba de tornillo excéntrico puede equiparse con un dispositivo triturador del material. Esto es ventajoso si el material que se alimenta a la bomba de tornillo excéntrico necesita ser triturado antes de ser transportado por aire comprimido y, si es necesario, antes de ser transportado a través de la bomba. Un dispositivo triturador de este tipo, también llamado macerador, por ejemplo, puede estar integrado en la bomba de tornillo excéntrico, preferiblemente dispuesto delante del estator/rotor.

En conjunto, la invención permite transportar medios pastosos a grandes distancias. La longitud de la línea transportadora es preferiblemente superior a 25 metros, por ejemplo, más de 50 metros, en particular más de 100

metros, de manera especialmente preferible más de 200 metros. A un lado de la línea transportadora se puede conectar un tanque de almacenamiento, por ejemplo, un silo o similar. Reduciendo el nivel de presión a los valores descritos se permite el uso de las bombas de fácil mantenimiento ya descritas. Además, el bajo nivel de presión reduce el desgaste, aumentando así la vida útil de los componentes y alargando los ciclos de mantenimiento. El espacio requerido por los componentes individuales es pequeño. Asimismo, los costes operativos son bajos debido al bajo consumo de energía, a los largos ciclos de mantenimiento y al uso de repuestos económicos. Además, los costes generales de inversión se pueden reducir porque el bajo nivel de presión permite el uso de tuberías rentables, es decir, es posible trabajar con tuberías de paredes más delgadas y económicas. Se puede implementar un sistema automatizado que incluya monitorización de procesos y que se pueda integrar en sistemas de automatización y control existentes a través de interfaces de bus comunes. Además, existen ventajas en materia de seguridad laboral debido al menor peso de las piezas, lo que significa que se requiere menos personal para su mantenimiento. En el caso de bombas pequeñas, el mantenimiento puede ser realizado por una sola persona sin necesidad de equipos de elevación o grúa adicionales.

A continuación, se explica la invención con referencia a los dibujos, que simplemente representan ejemplos de realización. Se muestra en la:

- 15 Fig. 1A a 1D una vista simplificada de un sistema en diferentes posiciones funcionales,
- Fig. 2 una forma de realización modificada del sistema según la Fig. 1A,
- Fig. 3 un diagrama de funcionamiento de un sistema según las Figuras 1A a 1D (presión en la línea transportadora en función del tiempo),
- Fig. 4 una forma de realización de una bomba de tornillo excéntrico del sistema según las Figuras 1A a 1D.

- 20 Las figuras muestran un sistema para transportar material pastoso, por ejemplo, de lodos (deshidratados) o residuos alimentarios triturados.

Las Figuras 1A a 1D muestran una primera forma de realización de dicho sistema en diferentes posiciones funcionales, con lo que este sistema, por ejemplo, puede utilizarse para el transporte de material M pastoso en forma de lodo deshidratado.

- 25 En cambio, la Fig. 2 muestra una segunda forma de realización, que, por ejemplo, se puede utilizar para transportar material M pastoso en forma de residuos alimentarios triturados.

El sistema comprende una bomba 1 de tornillo excéntrico, que tiene un estator 2 (de material elástico) y un rotor 3 que gira en el estator. Además, la bomba de tornillo excéntrico tiene una carcasa 4 de succión conectada al estator en el lado de succión con una apertura 5 de llenado y una carcasa 6 de presión conectada al estator en el lado de presión con una apertura 7 de salida. La bomba está provista de un accionamiento 9 para el rotor 3. A continuación, se explican más detalles sobre la construcción de dicha bomba 1 de tornillo excéntrico haciendo referencia a la Fig. 4.

- 30 El sistema comprende además una línea 8 transportadora neumática conectada (directamente) a la apertura 7 de salida de la bomba 1 de tornillo excéntrico. Esta línea 8 transportadora está conectada a la apertura 7 de salida o a la carcasa 6 de presión de tal manera que el material M que se va a transportar es presionado en la línea transportadora como una hebra de material comprimido por la bomba 1 de tornillo excéntrico. Además, la línea 8 transportadora está conectada con un suministro 10 de medio de presión a través de una válvula 11, que en el ejemplo de realización está diseñada como suministro 10 de aire comprimido, con el que se pueden inyectar pulsos de presión en la línea 8 transportadora a intervalos de tiempo. Con estos pulsos de presión se pueden separar los tapones MP de material de longitud limitada de la hebra de material comprimido y transportarlos a través de la línea 8 transportadora. Esto se discutirá con más detalle a continuación. Al final de la línea transportadora hay conectado un tanque de almacenamiento, por ejemplo, un silo 20, de tal manera que el material M alimentado a la bomba 1 de tornillo excéntrico se transporta a través de la bomba 1 de tornillo excéntrico y la línea 8 transportadora al silo 20, es decir, a lo largo de una distancia de transporte relativamente larga, por ejemplo, más de 100 metros.

- 45 Un dispositivo 15 de medición de presión también está conectado a la línea 8 transportadora. Tanto el dispositivo 15 de medición de presión como la válvula 11 de aire comprimido están conectados preferiblemente a un dispositivo de control, no mostrado. El suministro 10 de medio de presión puede tener un compresor 12, un tanque 13 de aire y una línea 14 de aire comprimido.

- Además, en la forma de realización según las Figuras 1A a 1D, un suministro 16 de lubricante está conectado a la línea 8 transportadora, que, en este ejemplo de realización, comprende una bomba 17 y una línea 18. El suministro de lubricante o la conexión del suministro 16 de lubricante a la línea transportadora está dispuesto entre la bomba de tornillo excéntrico y el suministro 10 de aire comprimido o la conexión del suministro 10 de aire comprimido a la línea 8 transportadora. Con ayuda de este suministro 16 de lubricante se puede introducir un lubricante, por ejemplo, una solución de polímero, en la línea 8 de presión o en la zona de la hebra de material.

- 55 En este ejemplo de realización, la bomba 1 de tornillo excéntrico está diseñada como una bomba de embudo, con un embudo 21 de llenado conectado a la apertura 5 de llenado. Los detalles se muestran en la Fig. 4, que se analizará a

continuación.

El sistema mostrado en las Figuras 1A a 1D funciona de la siguiente manera:

La bomba 1 de tornillo excéntrico se llena con el material que se va a transportar, por ejemplo, lodos deshidratados, a través del embudo 21. El lodo M se comprime mediante la bomba de embudo 1 en la línea transportadora o línea 8 de presión (véase la Fig. 1A). Al mismo tiempo, la línea transportadora se alimenta (continuamente) con un lubricante, por ejemplo, una solución de polímero, a través del suministro 16 de lubricante. A medida que el lodo se introduce en la línea 8 transportadora de forma comprimida, la presión en la línea 8 transportadora, que se controla mediante el dispositivo 15 de medición de presión, aumenta gradualmente. Cuando se alcanza o se supera un valor umbral de presión predefinido (Fig. 1B), se inyecta un pulso de aire comprimido en la línea 8 transportadora abriendo la válvula 11, separando así un tapón de material MP de longitud limitada de la hebra de material comprimido y transportándolo a través de la línea 8 transportadora (Fig. 1C). Un análisis comparativo de las Figuras 1C y 1D indica que de esta manera la presión en la línea transportadora cae nuevamente y el proceso descrito comienza nuevamente con la Fig. 1A.

El modo de funcionamiento también se puede ilustrar mediante la Fig. 3, que muestra gráficamente la curva de presión en el punto de inyección de la línea 8 transportadora. El diagrama muestra la presión p en la línea transportadora, medida con el dispositivo 15 de medición de presión, es decir, en la zona del lugar 10 de inyección, dependiendo del tiempo t. A partir del tiempo 0, se puede observar inicialmente cómo, a medida que el material se introduce en la línea 8 transportadora como se muestra en la Fig. 1A, la presión p aumenta y (después de algo más de dos minutos) alcanza el umbral ps de presión (como se muestra en la Fig. 1B). En este punto, se inyecta el pulso de presión de manera que la presión p aumenta repentinamente hasta un valor de aproximadamente 4 bar y luego cae inmediatamente de nuevo a un valor muy por debajo del umbral ps de presión (según las Figuras 1C y 1D). En este ejemplo de realización, la presión p en la línea 8 cae aproximadamente 1 bar por debajo del umbral de presión. A continuación, se bombea un nuevo tapón de lodo a la tubería mediante la bomba de tornillo excéntrico durante un período de varios minutos hasta que se produce otra inyección de aire comprimido. Los estados a), b), c) y d) mostrados en la Fig. 3 corresponden a los estados mostrados en las Figuras 1A a 1D.

En la forma de realización según las Figuras 1A a 1D, se muestra que se inyecta un lubricante para reducir la fricción de la tubería para el transporte en fase densa y mejorar así la eficiencia energética del sistema global.

Por el contrario, la Fig. 2 muestra una segunda forma de realización en la que se omite el suministro de lubricante. Esta forma de realización es adecuada para materiales que ya tienen suficientes propiedades de fricción, por ejemplo, residuos de comida triturados o pulpa de alimentos pastosa. El sistema se utiliza, por ejemplo, para transportar residuos alimentarios a largas distancias, por ejemplo, a una planta de biogás remota. Los residuos alimentarios o pulpa de alimentos llegan al tanque 20 de almacenamiento mostrado a través de una larga línea 8 transportadora.

En este sistema se pueden integrar en un espacio muy pequeño varios pasos del proceso de preparación para la incineración de residuos alimentarios en una planta de biogás. La bomba 1 de tornillo excéntrico está diseñada, a su vez, como una bomba de embudo, que se diferencia de la bomba de tornillo excéntrico mostrada en la Fig. 1A en que adicionalmente proporciona un dispositivo 19 de trituración, que en el ejemplo de realización está integrado en la bomba de tornillo excéntrico, por ejemplo, entre el embudo 21 y el estator 2. Está diseñado como una herramienta de corte o está equipado con una herramienta de corte, de modo que primero se corta el material, por ejemplo, las frutas o verduras enteras, y luego se comprimen en la línea 8 de presión como una pulpa de alimentos pastosa. Aparte del suministro de lubricante, el sistema está construido de la misma manera que se muestra en las Figuras 1A a 1D y también funciona de la misma manera.

Como ya se ha mencionado, la bomba de tornillo excéntrico en los ejemplos de realización está diseñada preferiblemente como una bomba de embudo. Una posible forma de realización se muestra en la Fig. 4. El accionamiento 9 funciona a través de una barra 22 de acoplamiento en el rotor 3, estando provista la barra 22 de acoplamiento en este ejemplo de realización con una herramienta 26 de transporte, por ejemplo, un tornillo helicoidal, para asistir en el transporte del material hacia la zona del rotor o del estator. La barra 22 de acoplamiento está conectada al accionamiento o a un eje de accionamiento o a un eje 24 de conexión a través de una articulación 23 del lado de entrada y al rotor 2 a través de una articulación 25 del lado del rotor, de modo que el movimiento excéntrico del rotor 3 se permite o se ejecuta a través de la barra 22 de acoplamiento y las articulaciones 23, 24.

La bomba 1 de tornillo excéntrico está diseñada como una bomba denominada de fácil mantenimiento, en la que tanto el estator 2 como el rotor 3 se pueden sustituir sin quitar la carcasa 4 de succión y sin quitar la boquilla 6 de presión o las líneas conectadas y, en particular, también sin quitar el embudo 21. Para este fin, en el ejemplo de realización, el estator 2 está diseñado como un estator dividido longitudinalmente, que consta, por ejemplo, de dos mitades de estator. No se muestran los detalles. La carcasa 27 del estator que rodea al estator elastomérico se compone preferiblemente de varios segmentos de carcasa que, por un lado, forman un dispositivo de sujeción del estator y, por otro lado, permiten un desmontaje sencillo y una sustitución sencilla del estator. Además, el rotor 3 se puede conectar a la unión de acoplamiento del lado del rotor a través de un punto de separación adicional, de modo que el rotor 3 se puede reemplazar sin separar la unión. Aquí tampoco se muestran los detalles, si bien, en general, se puede hacer referencia a los conceptos ya conocidos descritos en los documentos DE 10 2010 037 449 B4, DE 10 2014 112 550 B4, DE 10 2014 112 552 B4 o DE 10 2008 021 920 A1.

REIVINDICACIONES

1. Método para el transporte de material (M) pastoso, por ejemplo, lodos o residuos alimentarios triturados, mediante un sistema que presenta una bomba (1) de tornillo excéntrico, que presenta un estator (2), un rotor (3) que gira en el estator (2), una carcasa (4) de succión conectada al estator, que presenta una apertura (5) de llenado y una apertura (7) de salida, y una línea (8) transportadora neumática conectada de tal manera a la apertura (7) de salida de la bomba (1) de tornillo excéntrico que el material (M) que se va a transportar mediante la bomba (1) de tornillo excéntrico se presiona como una hebra de material comprimido en la línea (8) transportadora, así como un dispositivo de control, habiendo un suministro (10) de medio de presión conectado a la línea (8) transportadora por medio de al menos una válvula (11), estando el dispositivo de control conectado a la válvula (11) del suministro de medio de presión y controlándose la válvula (11) mediante el dispositivo de control de tal manera, que se inyectan pulsos de presión en la línea (8) transportadora a intervalos de tiempo, separándose los tapones (MP) de material de longitud limitada de la hebra de material comprimido mediante los pulsos de presión y transportándose a través de la línea (8) transportadora, controlándose el sistema de tal manera, que la presión en la tubería de transporte no excede un umbral de presión superior de 5 bares, donde
 - un dispositivo (15) de medición de presión está conectado a la línea (8) transportadora, el cual está conectado al dispositivo de control, de modo que la válvula (11) se controla en función de la presión en la línea (8) transportadora medida con el dispositivo (15) de medición de presión, generándose los impulsos de presión en función de la presión en la línea (8) transportadora, concretamente cuando se alcanza o se supera un umbral de presión especificado en cada caso, o
 - los pulsos de presión presentan en cada caso una duración especificada.
2. Método según la reivindicación 1, en el que la bomba (1) de tornillo excéntrico está diseñada como una bomba de embudo, habiendo un embudo (21) de llenado conectado a la apertura (5) de llenado, estando la barra (22) de acoplamiento provista preferiblemente de herramientas (2) de transporte entre el accionamiento (9) y el rotor (3).
3. Método según la reivindicación 1 o 2, en el que la línea (8) transportadora tiene una longitud de más de 25 metros, en particular más de 100 metros, preferiblemente más de 200 metros, y en el que un tanque de material, por ejemplo, un silo (20), está conectado preferiblemente al extremo de la línea transportadora.
4. Método según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la línea (8) transportadora, preferiblemente entre la bomba (1) de tornillo excéntrico y el suministro (10) de medio de presión, se conecta con un suministro (16) de lubricante, con ayuda del cual se inyecta un lubricante, por ejemplo, agua o una solución de polímero, en la línea (8) de presión.
5. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el estator (2) elástico se puede sustituir sin necesidad de retirar la carcasa (4) de succión y/o la carcasa (6) de presión y, por ejemplo, está diseñado como un estator (2) dividido longitudinalmente.
6. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el rotor (3) se puede sustituir sin necesidad de retirar la carcasa (4) de succión y/o la carcasa (6) de presión, por ejemplo, presentando el rotor (3) un punto de separación o una apertura de la carcasa en la zona de la articulación.
7. Método según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los impulsos de presión tienen en cada caso una duración especificada de 1 segundo a 20 segundos y/o en el que la duración de los impulsos de presión se controla en cada caso de forma variable en función de la presión en la línea transportadora.
8. Método según una de las reivindicaciones 4 a 7, en el que se inyecta un lubricante en la línea (8) transportadora, controlándose preferiblemente la cantidad del lubricante inyectado en función de la presión en la línea transportadora.
9. Método según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el material vertido en la apertura (5) de llenado de la bomba (1) de tornillo excéntrico se tritura, preferiblemente antes de que llegue a la línea (8) transportadora, preferiblemente en la bomba (1) de tornillo excéntrico aguas arriba del estator (2).
10. Método según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el sistema se controla de tal manera que la presión en la línea transportadora no supere un umbral de presión superior de 4 bares.

Fig. 1A

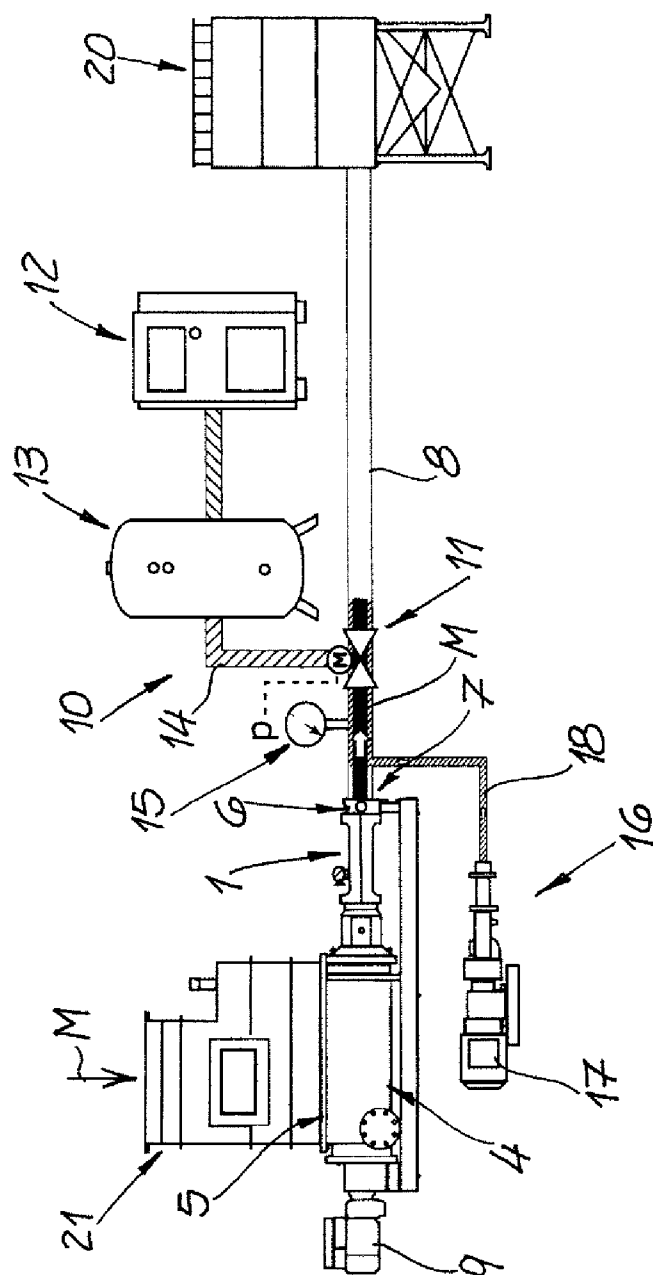


Fig. 1B

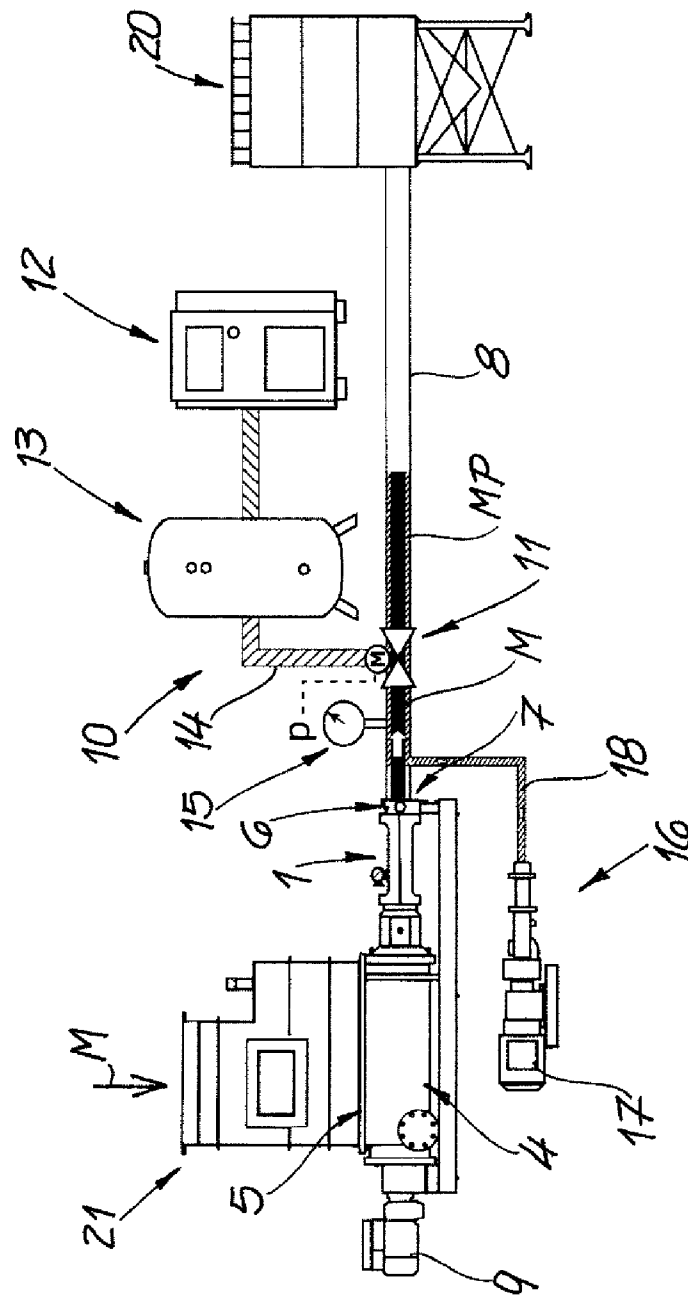
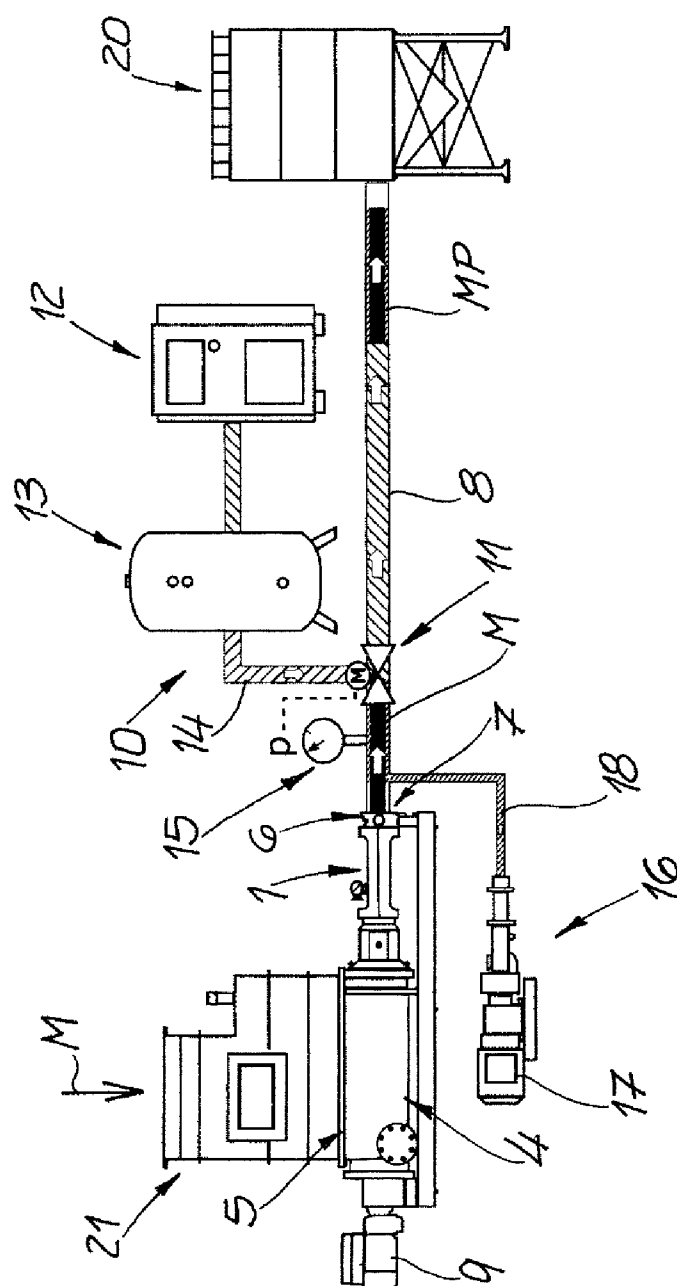


Fig. 1C



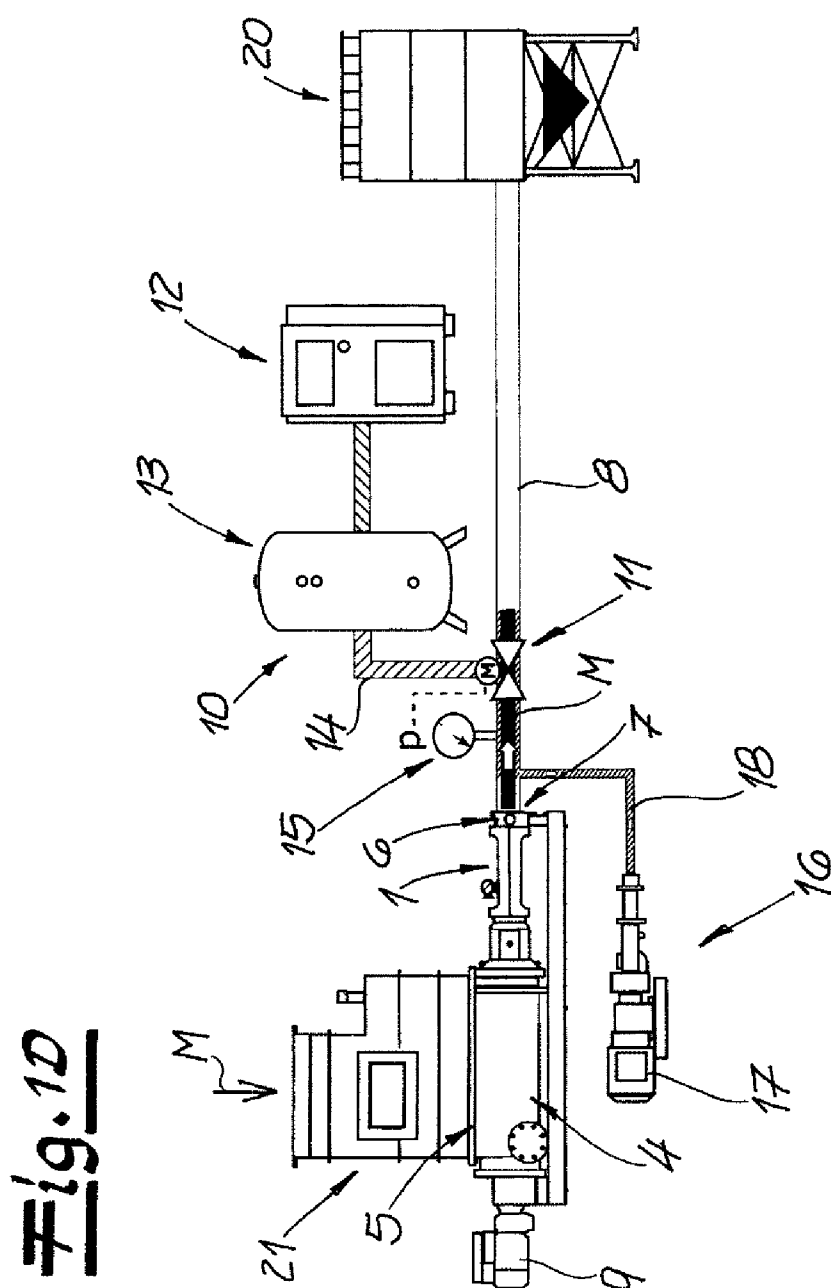
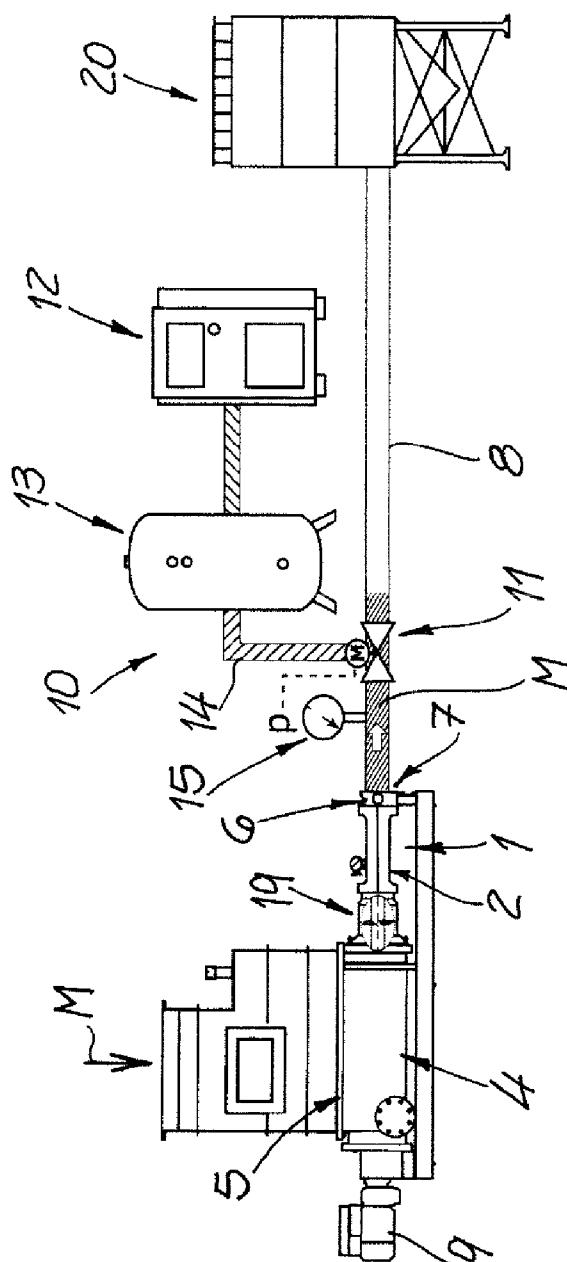


Fig. 2



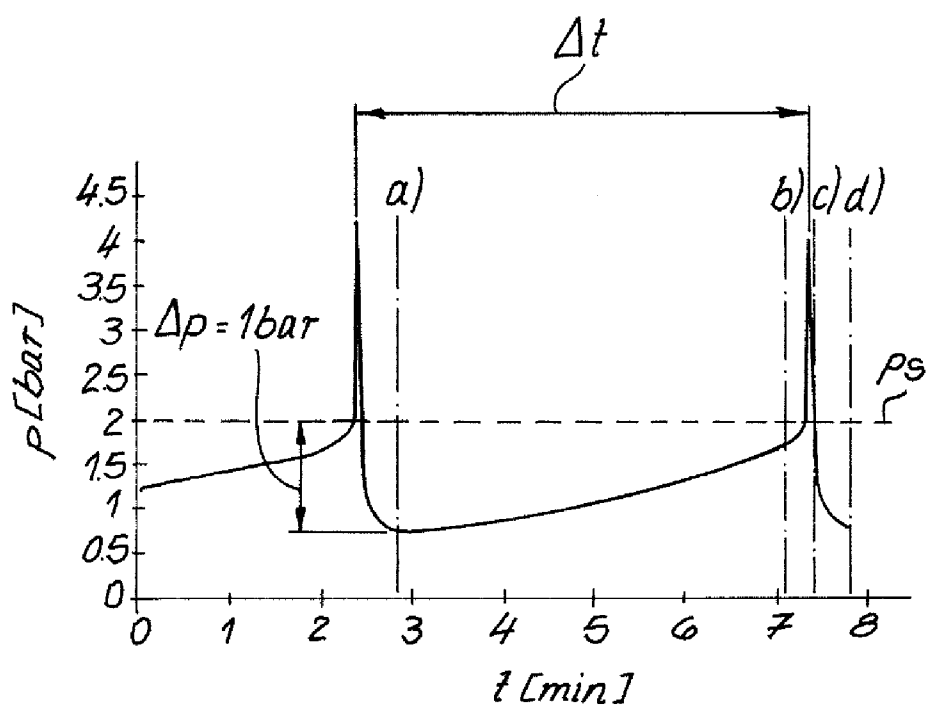
**Fig. 3**

Fig. 4

