

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 424 021**

51 Int. Cl.:

B02C 17/16 (2006.01)

B02C 17/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.01.2008 E 08700982 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2013 EP 2125230**

54 Título: **Procedimiento para el funcionamiento de molienda en seco continuo de un molino de frotamiento de torre y molino de frotamiento de torre**

30 Prioridad:

02.02.2007 DE 102007005250

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

26.09.2013

73 Titular/es:

**MASCHINENFABRIK GUSTAV EIRICH GMBH & CO. KG (100.0%)
Walldürner Strasse 50
74736 Hardheim, DE**

72 Inventor/es:

**GERL, STEFAN y
SACHWEH, JENS**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 424 021 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 para el funcionamiento de molienda en seco continuo de un molino de frotamiento de torre y molino de frotamiento de torre

5 La invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de molienda en seco continuo de un molino de frotamiento de torre según el preámbulo de la reivindicación 1 y un molino de frotamiento de torre según el preámbulo de la reivindicación 10.

10 Se conoce un molino de frotamiento de torre genérico por el documento US-PS 4.754.934. Según él, se introduce el gas en la base del contenedor de molienda y atraviesa el paquete de cuerpos molidores y material a moler. En la zona superior del contenedor de molienda, claramente por encima de la entrada del material a moler, está colocada sobre el árbol de accionamiento una centrífuga que debe centrifugar las partículas de material a moler transportadas por el flujo de gas hacia arriba y debe alimentarlas de nuevo directamente al procedimiento de molienda mediante fuerza de gravedad. Para que el flujo de gas introducido desde abajo en el paquete de cuerpos molidores descompacte este paquete y descargue hacia arriba las partículas de material molido en el extremo superior del molino, el gas debe tener una presión considerable. Mediante la descompactación mencionada del paquete de cuerpos molidores y material a moler transportado de manera circundante se reduce el efecto de molienda, es decir la capacidad de trituración. Para que la pérdida de presión en el paquete de cuerpos molidores y material a moler se mantenga aún en límites razonables, este paquete debe ser proporcionalmente de poro abierto, es decir el tamaño de los cuerpos molidores está limitado hacia abajo. Además el material a moler debe ser proporcionalmente grueso. Esto tiene a su vez como consecuencia que los espacios intermedios entre los cuerpos molidores individuales están rellenos con material a moler sólo de manera insuficiente. Además, el consumo energético para el ventilador de presión forzada es muy alto y se encuentra en el mismo orden de magnitud que el consumo energético del motor de accionamiento para el propio procedimiento de molienda.

25 Por el documento DE 42 02 101 A1 se conoce un molino de frotamiento de torre en el que el material a moler se introduce desde arriba en el contenedor de molienda y se descarga en la zona de la base a través de un tamiz. Para evitar adherencias y obstrucciones del tamiz, se añade en la zona de la base un fluido, por ejemplo en forma de aire. Un molino de frotamiento de torre comparativo se conoce por el documento JP 2003 181 316 A. Las hendiduras de tamiz u orificios de tamiz que se encuentran en la zona de base pueden obstruirse mediante cuerpos molidores desgastados o deshechos. Esto conduce a su vez a un desgaste elevado, lo que finalmente puede conducir también a un deterioro de los extremos inferiores de las superficies planas entre espiras. Otro inconveniente consiste en que el material a moler que fluye bien, tal como por ejemplo arena de cuarzo seca, fluye muy rápidamente a través del paquete de cuerpos molidores y por consiguiente no se somete a ningún proceso de molienda controlado.

30 Para evitar los inconvenientes mencionados anteriormente, por el documento JP 2005 246 204 A se sabe extraer todo el paquete de cuerpos molidores junto con el material a moler triturado a través de un transportador de tornillo sin fin dispuesto en la zona de base del contenedor de molienda. Con esta configuración conocida debe separarse la mezcla de cuerpos molidores y material molido uno de otro fuera del contenedor de molienda, por ejemplo mediante tamizado. Los cuerpos molidores deben alimentarse de nuevo junto con el nuevo material a moler. Esto conduce a un considerable gasto mecánico.

35 Además, por el documento DD 268 892 A1 se sabe sacar soplando en un molino de frotamiento de torre el material molido por medio de aire comprimido alimentado en la zona de base hacia arriba o descargarlo en el extremo superior del contenedor de molienda a través de un borde de desbordamiento circular, plano. De esto es desventajoso que en el funcionamiento no se genera ningún paquete compacto de cuerpos molidores con contacto directo de material molido y cuerpos molidores, dado que los cuerpos molidores flotan en el material molido seco. Igualmente pueden descargarse cuerpos molidores a través del borde de desbordamiento.

40 Por el documento DE 15 07 653 A1 se conoce un molino agitador para moler y dispersar partes sólidas en medios líquidos, que presenta en un contenedor de molienda cilíndrico cerrado vertical un transportador de tornillo sin fin dispuesto de manera centrada. La zona superior del espacio de molienda está limitada por un tamiz cilíndrico. Un paquete de cuerpos molidores se extiende hacia el interior de este tamiz. En el extremo inferior del espacio de molienda está prevista una entrada de material a moler. Una salida de material molido rodea el tamiz cilíndrico. El material a moler se transporta mediante el paquete de cuerpos molidores hacia arriba y con esto se tritura y se dispersa. Esto se realiza mediante el movimiento relativo de los cuerpos molidores uno contra otro que se origina mediante el transportador de tornillo sin fin.

45 Por el documento DE 12 42 078 B se conoce un molino agitador muy similar, en el que el aparato agitador configurado como transportador de tornillo sin fin transporta hacia arriba cuerpos molidores en la zona del espacio de molienda y hacia abajo en la zona del transportador de tornillo sin fin.

50 La invención se basa en el objetivo de crear un procedimiento del tipo genérico y un molino de frotamiento de torre del tipo genérico en los que sea posible un funcionamiento de molienda en seco continuo con permanencia simultánea del paquete de cuerpos molidores en el contenedor de molienda y en los que se consiga también el uso de cuerpos molidores relativamente pequeños y una alta fineza del material a moler molido.

Este objetivo se consigue de acuerdo con la invención con un procedimiento del tipo genérico mediante las características en la parte representativa de la reivindicación 1. El paquete de cuerpos molidores es denso durante todo el proceso de molienda, dado que no se descompacta desde abajo, por ejemplo mediante gas. Los cuerpos molidores se transportan hacia arriba en la zona cubierta por al menos una superficie plana entre espiras y fluyen hacia abajo correspondientemente en la zona en forma de anillo no cubierta por la superficie plana entre espiras, limitada por fuera por el contenedor de molienda. El material a moler se transporta por tanto al menos una vez completamente a través del paquete de cuerpos molidores de arriba abajo y una vez abajo arriba y a este respecto se somete a un proceso de molienda. Mediante la acción de transporte de la superficie plana entre espiras en la zona del árbol de accionamiento se levanta el paquete de cuerpos molidores en la zona interna del contenedor de molienda y forma una superficie aproximadamente en forma de cono truncado, que cae hacia fuera, a través de la cual ruedan los cuerpos molidores hacia fuera. Según esto, éstos sacan presionado el material a moler que se encuentra sobre la superficie o en la superficie a través de la salida de material molido fuera del contenedor de molienda, fomentándose esto aún en medida considerable mediante el flujo de gas. Ciertas configuraciones ventajosas del procedimiento resultan de las reivindicaciones 2 a 9.

El objetivo en el que se basa la invención se consigue además con el molino de frotamiento de torre según la reivindicación 10. También en este caso resultan configuraciones ventajosas de las reivindicaciones 11 a 15.

Otras características, ventajas y particularidades de la invención resultan de la siguiente descripción de ejemplos de realización por medio del dibujo. Muestra

la figura 1 una representación esquemática de un molino de frotamiento de torre con corriente giratoria de un flujo de gas,

la figura 2 un contenedor de molienda modificado en comparación con la figura 1 de un molino de frotamiento de torre con alimentación del flujo de gas de manera diametral a la salida de material molido,

la figura 3 una tercera forma de realización de un contenedor de molienda de un molino de frotamiento de torre con alimentación vertical de un flujo de gas,

la figura 4 un corte parcial horizontal a través de un tamiz en la salida de material molido y

la figura 5 una vista en planta sobre el tamiz de acuerdo con la flecha de visión V de la figura 4.

El molino de frotamiento de torre representado en el dibujo presenta un contenedor de molienda 1 cilíndrico cerrado arriba, para cuyo diámetro interno D se aplica: $0,4 \text{ m} \leq D \leq 4,0 \text{ m}$. En el contenedor de molienda 1 está dispuesto como dispositivo de circulación de los cuerpos molidores un transportador de tornillo sin fin 2 que está dispuesto coaxialmente al eje central 3 perpendicular del contenedor de molienda 1. El transportador de tornillo sin fin 2 presenta un árbol de accionamiento 4 dispuesto coaxialmente al eje central 3 con un diámetro d_i , en el que están fijadas dos superficies planas entre espiras 5 paralelas una con respecto a otra con una altura de paso s y un diámetro externo d_a y un extremo superior 6. El árbol 4 puede accionarse giratoriamente por medio de un motor eléctrico 7 en una dirección de giro 8. El transportador de tornillo sin fin 4 se extiende hacia abajo hasta en la proximidad inmediata de la base 9 del contenedor de molienda 1. Las superficies planas entre espiras 5 se extienden desde esta proximidad hacia la base 9 por una altura h_s . El molino de frotamiento de torre está configurado de manera muy delgada. Para la proporción de la altura del tornillo sin fin h_s con respecto al diámetro D del contenedor de molienda 1 se aplica: $1,5 \leq h_s/D \leq 3$.

En la proximidad de la base 9 del contenedor de molienda 1 está prevista en este último una salida de cuerpos molidores 10 cerrada durante el funcionamiento. Aproximadamente a la altura del extremo superior 6 de las superficies planas entre espiras 5 está configurada en el contenedor de molienda 1 una salida de material molido 11, a la que se conecta un conducto de descarga del material molido 12.

En la abertura de salida 13 de la salida de material molido 11 está dispuesto un dispositivo de retención de cuerpos molidores en forma de un tamiz de orificios oblongos 14, que está representado en las figuras 4 y 5. Éste presenta entre almas 15 que se extienden aproximadamente de manera paralela al eje central 3 hendiduras 16 que se ensanchan (tal como es evidente a partir de la figura 4) radialmente al eje 3 hacia fuera y que se ensanchan adicionalmente de abajo arriba, tal como es evidente a partir de la figura 5. Al menos en la zona inferior es su anchura w menor que el diámetro d 17 del cuerpo molidor 17 usado más pequeño.

La abertura de salida 13 tiene una altura h_{13} . Las superficies planas entre espiras 5 se extienden desde $0,1 h_{13}$ hasta $0,5 h_{13}$ sobre el borde inferior 18 de la abertura de salida 13, es decir su extremo superior 6 se encuentra en esta altura sobre el borde inferior 18. La superficie de sección transversal por encima de la cual pasan las superficies planas entre espiras 5 es $(d_a^2 - d_i^2) \times \pi/4$. La superficie de sección transversal en forma de anillo libre entre las superficies planas entre espiras 5 y el contenedor de molienda asciende a $(D^2 - d_a^2) \times \pi/4$. La superficie de sección transversal libre entre las superficies planas entre espiras 5 y el contenedor de molienda 1 debe ser más grande que o a lo sumo igual a la sección transversal en forma de anillo por encima de la cual pasan las superficies planas entre espiras 5. Por tanto se aplica: $(D^2 - d_a^2) \geq (d_a^2 - d_i^2)$.

En la realización según la figura 1 desemboca de manera diametralmente opuesta a la salida de material molido 11 una entrada de material a moler 19 en el contenedor de molienda 1. Ésta está dispuesta por encima del extremo superior 6 de la superficie plana entre espiras 5 y concretamente por ejemplo comenzando por encima del borde superior 20 de la abertura de salida 13. A la entrada de material a moler 19 está superordinado un conducto de alimentación de material a moler 21 en el que se alimenta material a moler 22 a través de un dispositivo de dosificación hermético a gases 23, por ejemplo una esclusa de rueda celular.

Por encima de la abertura de salida 13, y concretamente también por encima de la entrada de material a moler 19, está prevista en el lado de la abertura de salida 13 una entrada de gas 24 abierta hacia la atmosfera, en el caso concreto por tanto una entrada de aire.

El conducto de descarga de material molido 12 está conectado a un ventilador aspirante 25 y concretamente mediante intercalación de un separador por aire 26, por ejemplo de un separador ciclónico habitual, y de un separador de filtro de polvo 27 subordinado a éste. En el separador 27 está previsto un filtro 28. Éste está conectado por debajo a una esclusa hermética a gases 29, por ejemplo una esclusa de rueda celular. A partir del separador por aire 26 se alimenta de nuevo material molido grueso a través de un conducto de recirculación 30 del dispositivo de dosificación 23 y con ello a la entrada de material a moler 19. El material molido descargado del separador 27 tiene la fineza deseada.

En el contenedor de molienda 1 está dispuesto un transmisor de presión 31. Igualmente está dispuesto otro transmisor de presión 32 en el conducto de descarga de material molido 12 de manera proporcionalmente hermética detrás de la salida de material molido 11. Sus valores de medición de presión se proporcionan a un aparato medidor de presión diferencial 33 para la determinación de la diferencia de presión entre los dos valores medidos. En el conducto 12 está dispuesto entre el separador 27 y el ventilador 25 un aparato medidor del volumen de gas 34. Además, en el conducto de descarga de material molido 12 en la proximidad de la salida de material molido 11 desemboca un conducto de gas adicional 35 que puede abrirse o cerrarse a través de una válvula regulable 36. Mediante esto puede introducirse gas adicional en el conducto 12 cuando el flujo volumétrico de gas que procede del contenedor de molienda 1 no es suficiente para descargar el material molido. También en este conducto 35 está insertado un aparato medidor del flujo volumétrico de gas 37.

El modo de funcionamiento es tal como sigue:

Antes de la puesta en marcha se rellena el contenedor de molienda 1 con cuerpos molidores 17 y concretamente hasta una altura que asciende a del 80 % al 95 % de la altura del contenedor de molienda 1 hacia el extremo superior 6 de las superficies planas entre espiras 5 hasta apenas por encima del borde inferior 18 de la abertura de salida 13. A continuación se pone en marcha el motor 7, de modo que se pone en marcha el árbol 4 con las superficies planas entre espiras 5 en dirección de giro 8. De manera correspondiente a la altura de paso de las superficies planas entre espiras 5 se transportan hacia arriba los cuerpos molidores 17 que se encuentran en la zona de sección transversal en forma de anillo, por encima de la cual pasan las superficies planas entre espiras 5, del contenedor de molienda 1. Para que este efecto transportador se produzca de manera eficaz, para la altura de paso s de las superficies planas entre espiras 5 en función del diámetro externo da de las superficies planas entre espiras 5 se aplica $0,5 da \leq s \leq 1,5 da$ y preferente $0,8 da \leq s \leq 1,2 da$. Adicionalmente se aplica que el árbol 4 con las superficies planas entre espiras 5 se acciona con un número de revoluciones de manera que las superficies planas entre espiras 5 presenten una velocidad angular externa de 2,0 a 4,0 m/s y preferentemente entre 2,2 y 3,0 m/s. Para el diámetro d17 de los cuerpos molidores 17 se aplica según esto: $10 \text{ mm} \leq d17 \leq 30 \text{ mm}$ y preferentemente $15 \text{ mm} \leq d17 \leq 25 \text{ mm}$.

Con el inicio del accionamiento giratorio del transportador de tornillo sin fin 2 se introduce material a moler que va a triturarse a través del dispositivo de dosificación 23 hermético a gases en el contenedor de molienda 1. El material a moler 22 alimentado tiene por regla general un tamaño de grano que es menor que 0,25 d17 del diámetro d17 de los cuerpos molidores 17 y preferentemente menor que 0,2 d17. Dado que los cuerpos molidores 17 en la zona de las superficies planas entre espiras 5 se transportan hacia arriba, se hunden hacia abajo en la zona exterior por encima de la cual no pasan las superficies planas entre espiras 5, tal como está indicado mediante la circulación de las flechas de flujo 38 en la figura 1. El material a moler introducido en la zona de la pared del contenedor fluye con los cuerpos molidores 17 hacia abajo y se muele entre estos. A continuación se transporta de nuevo hacia arriba con trituración adicional con los cuerpos molidores 17 en la zona de las superficies planas entre espiras 5. Tal como se deduce además del dibujo, los cuerpos molidores 17 en la zona de las superficies planas entre espiras 5, o sea de manera inmediatamente adyacente al árbol 4, se levantan por los extremos 6 de las superficies planas entre espiras 5 por lo que el paquete de cuerpos molidores 17 con material a moler 22 obtiene aproximadamente una superficie en forma de cono truncado 39. Los cuerpos molidores 17 se encuentran sólo insignificadamente, y concretamente hasta 0,3 h 13, por encima del borde inferior 18 de la abertura de salida 13 o del tamiz 14. Por otro lado, el material molido 22 que efluye radialmente hacia fuera del paquete de cuerpos molidores 17 se encuentra directamente delante del tamiz 14. Durante este proceso de molienda se aspira mediante el ventilador 25 aire desde el exterior a través de la entrada de gas 24 y fluye de manera correspondiente a la flecha de desviación 40 alrededor del árbol 4 y a través de la superficie 39 del paquete de cuerpos molidores. Cuando la entrada de gas 24 está dirigida predominantemente de manera ortogonal, o sea esencialmente sobre el eje 3, entonces se realiza sólo una desviación sencilla de 180° del aire alrededor del árbol 4. Cuando por el contrario la entrada de gas 24 está

dispuesta predominantemente de manera tangencial, entonces se forma una corriente giratoria. El aire transportado de acuerdo con la flecha de desviación 40 a través del contenedor de molienda 1 arrastra material a moler 22 especialmente fino que se alimenta a través de la entrada de material a moler 19 directamente y lo descarga directamente. El flujo de gas se incorpora a través del tamiz 14 en el conducto de descarga de material molido 12. El flujo de gas descrito presiona según esto el material molido que se encuentra en el contenedor de molienda 1 delante del tamiz 14 hacia el conducto 12. En tanto que los cuerpos moledores 17 lleguen delante del tamiz 14 se detienen por éste. Básicamente se descarga todo el material molido 22 según una circulación descrita. En el separador por aire 26 se separa el material molido 22 grueso aún no triturado de manera suficiente y se alimenta de nuevo al proceso de molienda por el conducto de recirculación 30 y a través del dispositivo de dosificación 23. El aire transportador se incorpora junto con el material a moler molido 22 en el separador de filtro de polvo 27, donde el material a moler finamente molido se separa en el filtro 28 y se descarga a través de la esclusa 29. El aire liberado del material molido 22 se extrae mediante el ventilador 25.

Cuando el aire alimentado por el contenedor de molienda 1 y extraído a través de la salida de material molido 11 no es suficiente para realizar el proceso de descarga descrito, entonces puede añadirse adicionalmente aún aire a través del conducto de gas adicional 35 del aire transportador.

La configuración del propio molino de frotamiento de torre según la figura 2 se diferencia del de según la figura 1 mediante la disposición de la entrada de gases 24'. Ésta se encuentra de manera opuesta a la salida de material molido 11 por encima de la entrada de material a moler 19. El flujo de aire fluye según esto de manera correspondiente a la flecha de corriente 41 alrededor del árbol 4 y entonces (tal como en la realización según la figura 1) a través de la superficie 39 del paquete de cuerpos moledores y material molido y presiona el material a moler molido 22 a través del tamiz 14 hacia el conducto de descarga del material molido 12. Para que el flujo de aire no transporte ya el material a moler 22 introducido por la entrada de material a moler 19 directamente hacia el tamiz 14, está trasladada la entrada de gas 24' en dirección al árbol 4 hacia el interior del contenedor de molienda 1, de modo que el material a moler 22 introducido por la entrada de material a moler 19 pueda fluir directamente en la pared interna del contenedor de molienda 1 hacia abajo en el paquete de cuerpos moledores.

La configuración según la figura 3 se diferencia de las dos representadas anteriormente debido a que el flujo de gas no se aspira por medio de un ventilador aspirante. Más bien está previsto un ventilador de presión forzada 42 que introduce a presión gas con una presión cualquiera predeterminable por una entrada de gas 24" desde arriba en el contenedor de molienda 1. El gas fluye de manera correspondiente a la flecha de corriente 43 desde arriba por el contenedor de molienda 1 y entonces a través de la superficie 39 hacia la salida de material molido 11 y presiona de manera ya descrita el material molido 22 por el tamiz 14.

Mientras que en las realizaciones según las figuras 1 y 2 debido al uso de un ventilador aspirante 25 puede conseguirse en total una presión de transporte inferior a 100 kPa, puede ajustarse usando un ventilador de presión forzada 42 una presión cualquiera en principio. Para que el gas que afluye de manera correspondiente a la flecha de corriente 43 en el contenedor de molienda 1 según la figura 3 no arrastre el material a moler 22 que se introduce por la entrada de material a moler 19 o se arremoline por encima del paquete de cuerpos moledores, la entrada de material a moler 19 está cubierta por medio de una chapa deflectora 44 de modo que la entrada de material a moler no se vea influenciada por el flujo de gas. Lógicamente puede usarse una chapa deflectora 44 de este tipo para la cubrición de la entrada de material a moler 19 en las realizaciones según las figuras 1 y 2 en caso necesario.

En esta forma de realización está prevista la salida de cuerpos moledores 10' en la base 9 del contenedor de molienda 1, de manera que puede facilitarse la extracción de los cuerpos moledores 17 del contenedor de molienda 1.

Mediante el aparato medidor de presión diferencial 33 y como alternativa o de manera acumulativa también mediante el aparato medidor del volumen de gas 34, 37 puede realizarse un control preciso de todo el proceso.

En el caso más sencillo se realiza únicamente una medición de presión diferencial mediante el aparato medidor 33 y el valor de medición correspondiente se proporciona a una unidad de control central 45. Cuando la presión diferencial medida supera un valor teórico predeterminado, esto puede ser un indicio de que el tamiz 14 está parcial o totalmente obstruido. En este caso puede activarse por la unidad de control 45 el ventilador 25 o el ventilador 42 para aumentar el caudal de gas principal que se alimenta a través de la entrada de gas 24, 24' o 24" y/o para reducir el caudal de gas secundario alimentado a través de la válvula 36. A este respecto es objetivo en un caso de este tipo aspirar o hacer pasar más gas a través del tamiz 14.

Con el uso de los dos aparatos de medición del caudal 34, 37 se ajusta para un cierto funcionamiento predeterminado un caudal de gas principal mediante el aparato medidor 34, que debe transportarse por el ventilador 25 ó 42. El caudal de gas secundario que va a alimentarse a través del conducto de gas adicional 35 se ajusta de modo que se transporte un caudal de gas teórico predeterminado a través del contenedor de molienda 1. Este caudal de gas teórico transportado a través del contenedor de molienda 1 resulta de la diferencia del caudal de gas principal y del caudal de gas secundario. Cuando los caudales de gas se miden constantemente mediante los aparatos medidores 34 y 37, resulta un aumento del caudal registrado por el aparato medidor 37, de modo que el tamiz 14 está parcial o totalmente obstruido. En un caso de este tipo aumenta el caudal de gas total que va a

transportarse por el ventilador 25 ó 42. Al mismo tiempo se cierra la válvula 36 parcial o completamente para conseguir de esta manera un caudal de gas superior a través del contenedor de molienda 1 y para limpiar por soplado por consiguiente el tamiz 14. De manera acumulativa puede usarse según esto también la medición de presión diferencial ya descrita.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el funcionamiento de molienda en seco continuo de un molino de frotamiento de torre, que presenta
- 5 - un contenedor de molienda vertical, cerrado (1),
 - un transportador de tornillo sin fin (2) dispuesto de manera centrada en el contenedor de molienda (1) con
- un árbol de accionamiento (4) con un eje central (3) y
 -- al menos una superficie plana entre espiras (5) colocada en el árbol de accionamiento (4), que se extiende por una altura (hs) hasta un extremo superior (6), que cubre la sección transversal del contenedor de molienda (1) sólo parcialmente,
- 10 - un paquete de cuerpos moledores (17) con una superficie superior (39),
 - una entrada de material a moler (19) que desemboca por encima del paquete de cuerpos moledores (17) en el contenedor de molienda (1),
 - una entrada de gas (24, 24', 24'') que desemboca en el contenedor de molienda (1) para la alimentación de gas,
- 15 - una salida de material molido (11) que se descarga del contenedor de molienda (1), que presenta un borde inferior (18) y una altura (h 13) para la descarga de material molido (22) y gas y
 - un motor (7) para el accionamiento del transportador de tornillo sin fin (2) en una dirección de giro (8), en la que la al menos una superficie plana entre espiras (5) transporta cuerpos moledores (17) hacia arriba,
caracterizado
- 20 - **porque** la superficie (39) del paquete de cuerpos moledores (17) en el accionamiento giratorio del transportador de tornillo sin fin (2) se ajusta aproximadamente en forma de cono truncado de manera que cae radialmente hacia fuera y de manera que termina radialmente fuera en la zona del borde inferior (18) de la salida de material molido (11),
 - **porque** el gas se introduce por encima del paquete de cuerpos moledores (17) en el contenedor de molienda (1) y
- 25 - **porque** se descarga gas y material molido (22) en la zona de la superficie (39) del paquete de cuerpos moledores (17) a través de la salida de material molido (11) desde el contenedor de molienda (1).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el material a moler (22) se introduce en el contenedor de molienda (1) de manera opuesta a la salida de material molido (11).
- 30 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el gas se conduce por encima del paquete de cuerpos moledores (17) con desviación con respecto a la superficie (39) del paquete de cuerpos moledores (17).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el gas se hace pasar por la entrada de material a moler (19).
5. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el gas se introduce en el contenedor de molienda (1) de manera opuesta a la salida de material molido (11).
- 35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el gas se saca por aspiración del contenedor de molienda (1).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el gas se inyecta con presión en el contenedor de molienda.
- 40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el transportador de tornillo sin fin (2) se acciona de manera que la al menos una superficie plana entre espiras (5) presenta en su perímetro exterior una velocidad angular de 2,0 a 4,0 m/s, preferentemente de 2,2 a 3,0 m/s.
9. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el paquete de cuerpos moledores (17) se ajusta hasta una altura (h13) de como máximo 0,3 h13 terminando por encima del borde inferior (18) de la salida de material molido (11).
- 45 10. Molino de frotamiento de torre que presenta
- un contenedor de molienda vertical, cerrado (1),
 - un transportador de tornillo sin fin (2) dispuesto de manera centrada en el contenedor de molienda (1), con
- 50 -- un árbol de accionamiento (4) con un eje central (3) y
 -- al menos una superficie plana entre espiras (5) colocada en el árbol de accionamiento (4), que se extiende por una altura (hs) hasta un extremo superior (6), que cubre la sección transversal del contenedor de molienda (1) sólo parcialmente,
 - un paquete de cuerpos moledores (17) con una superficie superior (39),
 - una entrada de material a moler (19) que desemboca en el contenedor de molienda (1) por encima del

- paquete de cuerpos moledores (17),
- una entrada de gas (24, 24', 24") que desemboca en el contenedor de molienda (1) para la alimentación de gas,
- una salida de material molido (11) que se descarga del contenedor de molienda (1), que presenta un borde inferior (18) y una altura (h13) para la descarga de material molido (22) y gas y
- un motor (7) para el accionamiento del transportador de tornillo sin fin (2) en una dirección de giro (8), en la que la al menos una superficie plana entre espiras (5) transporta cuerpos moledores (17) hacia arriba,
caracterizado
- **porque** la salida de material molido (11) presenta una abertura de salida (13) con un tamiz (14),
- **porque** el extremo superior (6) de la al menos una superficie plana entre espiras (5) está dispuesto a la altura del tamiz (14) y
- **porque** la entrada de gas (24, 24', 24") está dispuesta por encima del extremo superior (6) de la al menos una superficie plana entre espiras (5).
- 5
- 10
- 15
11. Molino de frotamiento de torre según la reivindicación 10, **caracterizado porque** la entrada de gas (24) está dispuesta por encima de la salida de material molido (11).
12. Molino de frotamiento de torre según la reivindicación 10, **caracterizado porque** la entrada de gas (24') está dispuesta de manera opuesta a la salida de material molido (11) y por encima de la entrada de material a moler (19).
13. Molino de frotamiento de torre según la reivindicación 10, **caracterizado porque** la entrada de gas (24") desemboca por arriba en el contenedor de molienda (1).
- 20
14. Molino de frotamiento de torre según una de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado porque** delante de la entrada de material a moler (19) está prevista una chapa deflectora de gas (44).
15. Molino de frotamiento de torre según una de las reivindicaciones 10 a 14, **caracterizado porque** el tamiz (14) está configurado como tamiz de orificios oblongos.

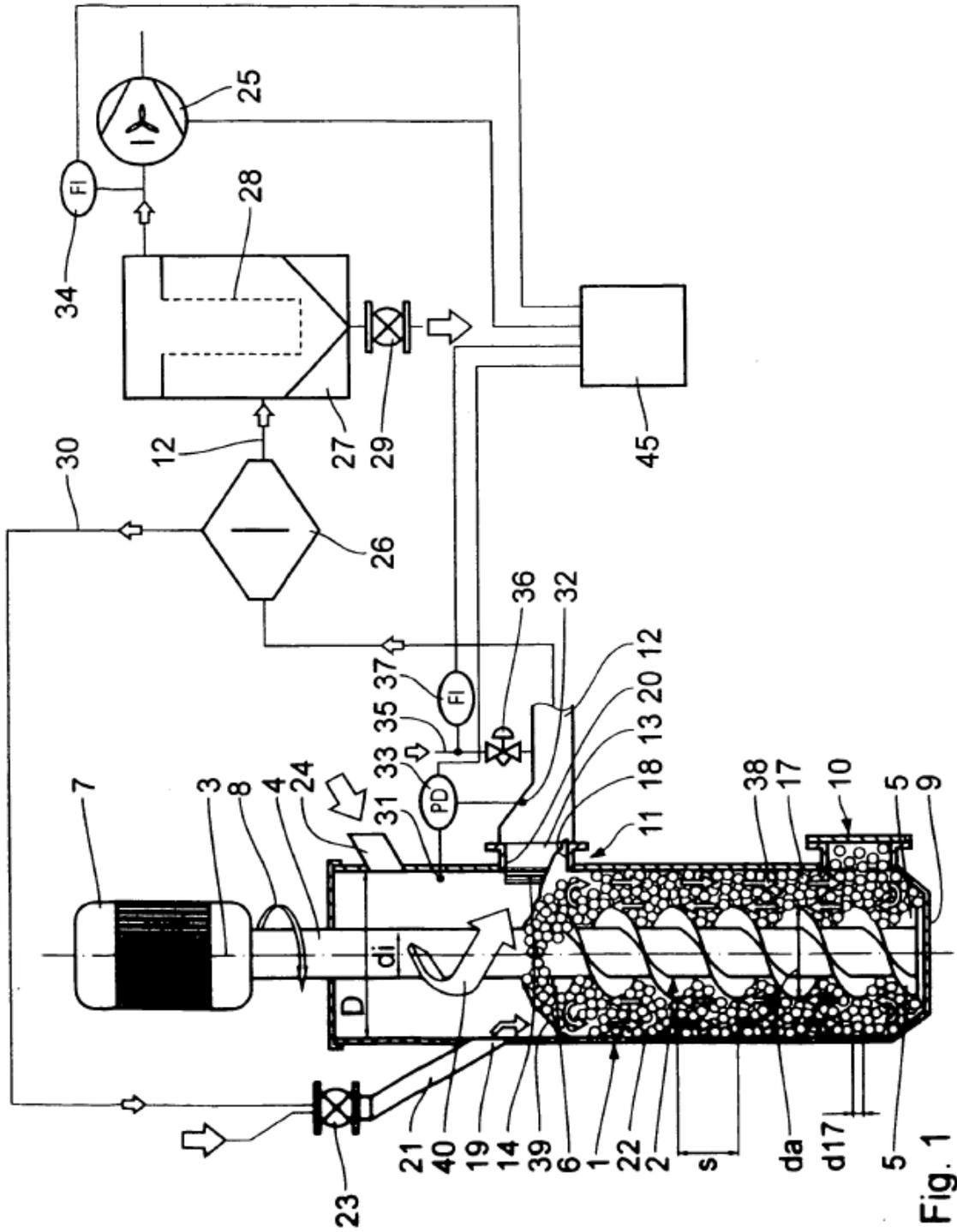
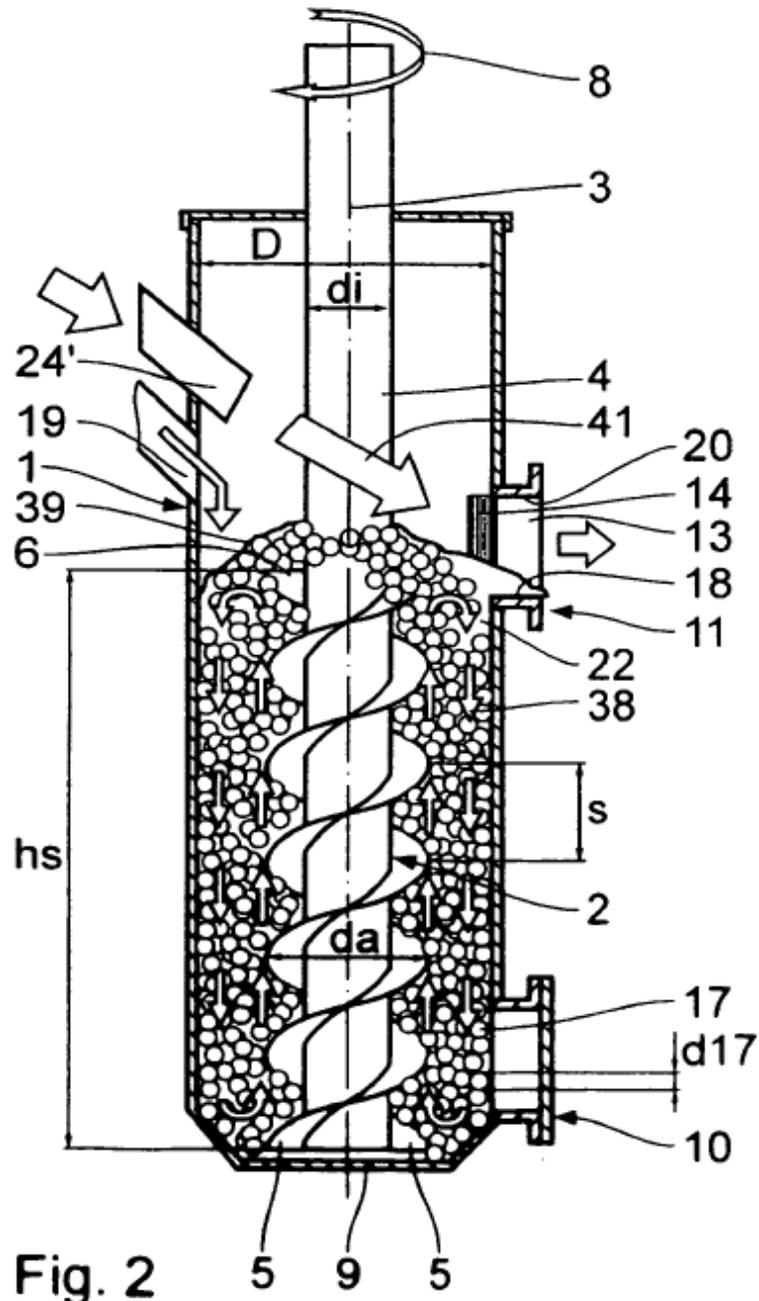


Fig. 1



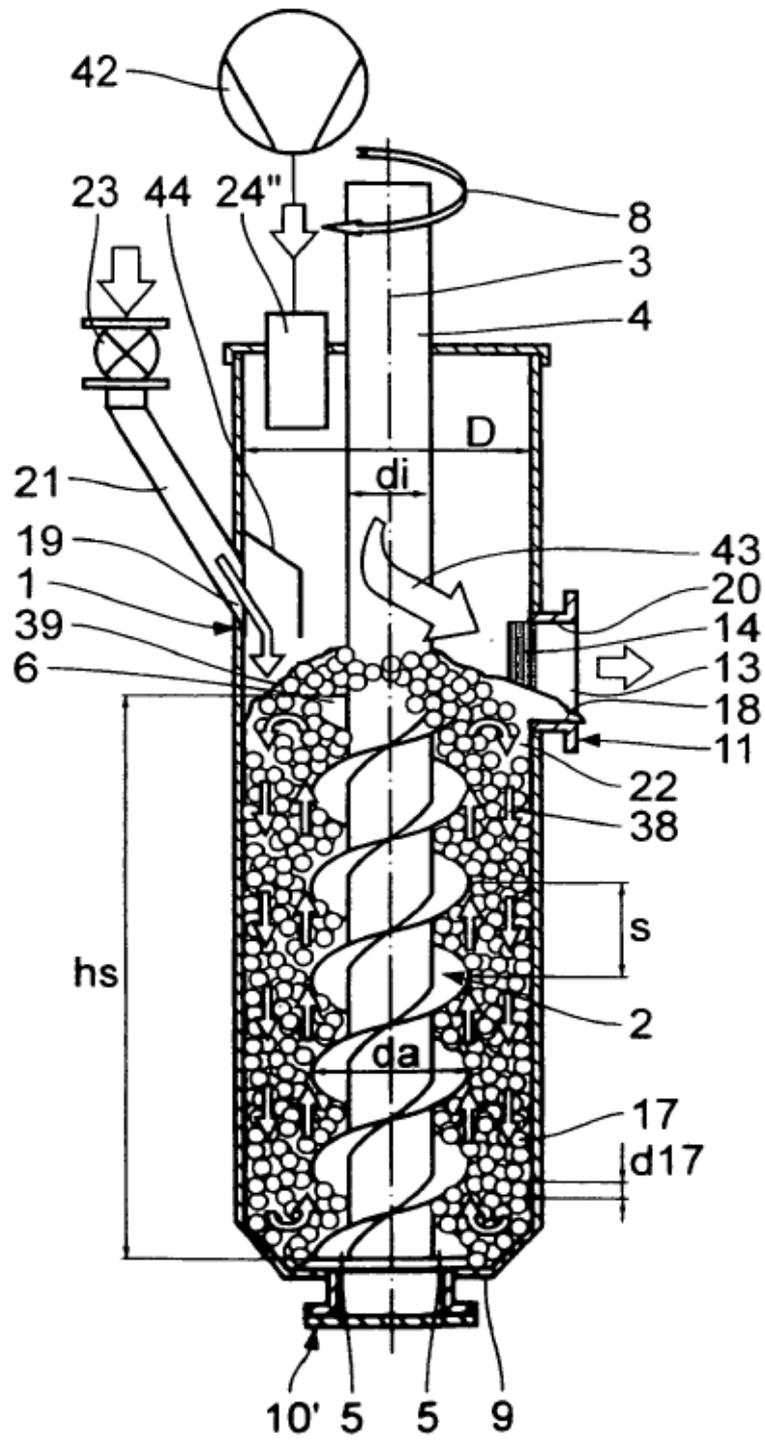


Fig. 3

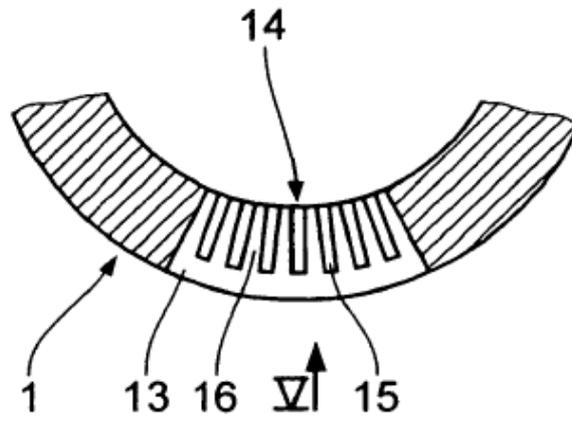


Fig. 4

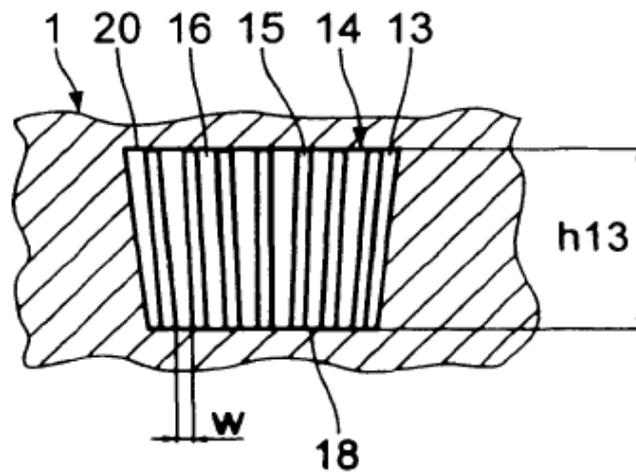


Fig. 5