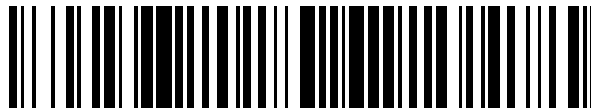


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 509 918**

51 Int. Cl.:

**B02C 13/22** (2006.01)

**B02C 19/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2010 E 10718417 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.07.2014 EP 2558210**

54 Título: **Procedimiento para trituración en húmedo de sustancias duras**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.10.2014**

73 Titular/es:

**EFFECTIVE ENERGY TECHNOLOGIES GMBH  
(100.0%)  
Voltelinistrasse 64  
1210 Vienna, AT**

72 Inventor/es:

**KLEIN, VOLKER y  
MOROZOV, ANDREY G.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 509 918 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 trituración en húmedo de sustancias duras

**Descripción**

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para trituración en húmedo y homogeneización de sustancias duras, concretamente carbón, en el que se introducen del 10 al 90% en peso, especialmente del 40 al 85% en peso de sustancias duras gruesas y del 90 al 10% en peso, especialmente del 60 al 15% en peso de agua en un dispositivo de trituración y homogeneización, en el que las sustancias duras gruesas se rompen en al menos una etapa de trituración y homogeneización mediante el uso de impulsos de choque periódicos y en el que se descarga un fluido homogéneo que consiste en sustancias duras trituradas finas y líquido.
- 10 Se conocen bien en la bibliografía procedimientos así como dispositivos para trituración o molienda en húmedo de sustancias duras y se usan para muchas aplicaciones diferentes tales como trituración de menas, cemento, carbón, rocas o mezclas complejas para perforación de petróleo o pozos de gas (mezclas de perforación) pero también para la molienda de materiales de partida médicos u otros materiales orgánicos. Para tales operaciones de trituración o molienda en húmedo, se introducen las sustancias que van a molerse y agua u opcionalmente otros líquidos
- 15 químicamente inertes en el molino, tal como por ejemplo un molino de impacto, molino de bolas o también una combinación de ambos, se trituran y la suspensión obtenida se clasifica por el tamaño de partícula. La clasificación es necesaria para filtrar las partículas con un tamaño más grande del requerido. Para obtener suspensiones o suspensiones espesas homogéneas con una distribución de tamaño de grano estrecha de las partículas sólidas contenidas, es necesario separar la suspensión en al menos dos corrientes. Tras la separación, una corriente es un producto final y la al menos otra corriente ha de recircularse hacia el molino para al menos una etapa de molienda adicional, lo que hace que el procedimiento requiera mucho tiempo. Estos procedimientos de trituración conocidos consumen mucha energía y por tanto su eficacia económica es baja.
- 20 A partir del documento GB 2 096 638 A puede deducirse un método y un dispositivo para la producción de combustibles o mezclas de combustible, que contienen componentes sólidos tales como carbón y un componente líquido tal como aceite y cuya mezcla tiene una estabilidad mejorada durante un almacenamiento prolongado del mismo y un valor calorífico utilizable aumentado. Para obtener tal mezcla, los componentes se exponen a altas aceleraciones en al menos tres zonas diferentes de un disgregador mediante lo cual las altas aceleraciones de la gravedad cambian la estructura de ambos componentes y los activan.
- 25 El documento GB 2 421 203 A describe un método para liberar minerales de matrices de roca aplicando impulsos eléctricos de alta tensión con parámetros específicos para desarrollar discontinuidades en superficies de contacto y para disminuir el tamaño de partícula rompiendo las partículas introducidas debido a estas discontinuidades.
- 30 El documento JP 2006 167 623 A describe un dispositivo de pulverización ultrafina de material fluidizado mediante discos circulares giratorios que tienen partes que sobresalen, mediante lo cual el producto se pulverizará entre las partes que sobresalen de los discos sin ninguna adición de líquidos.
- 35 En Belovo, Rusia, se usó una molienda en húmedo para producir suspensión de agua-carbón, procedimiento en el que se molieron carbón, agua y aditivos especiales, para aumentar la estabilidad de la suspensión obtenida, en un molino de bolas, para producir un combustible. Un inconveniente de este procedimiento conocido es que el producto de suspensión de carbón-agua tiene características muy inestables del producto obtenido y el procedimiento necesita siempre un cambio de los parámetros de funcionamiento dependiendo del tipo de carbón usado. Además, el equipo de molienda se desgasta muy rápido, lo que hace que el procedimiento sea caro. Además, el consumo de energía habitual en Belovo y en todas las plantas de producción adicionales que usan molinos de bolas para la producción es de aproximadamente 55 kWh por tonelada de suspensión de carbón-agua y además todas esas plantas de producción requieren un bucle de recirculación para la suspensión tras el molino de bolas. Sin embargo, en los molinos de bolas no puede controlarse la distribución de grano.
- 40 45 Un procedimiento conocido adicional para producir suspensiones de sustancias duras y agua es la molienda de la sustancia dura, un agente estabilizante y agua en una unidad de producción de cavitaciones o cavitador para obtener una molienda o trituración gruesa de la sustancia dura y después la introducción de la pasta obtenida en un cavitador adicional para obtener una molienda o trituración fina de la suspensión. El inconveniente de este método es su alto consumo de energía y el rápido envejecimiento o desgaste de las partes principales del cavitador, concretamente el estator y el rotor.
- 50 Por tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para la molienda en húmedo de sustancias duras, procedimiento mediante el cual es posible reducir el consumo de energía total del procedimiento de molienda en húmedo y al mismo tiempo lograr un producto con una distribución de tamaño de partícula controlada y/o estrecha de las partículas sólidas en la suspensión o suspensión espesa.
- 55 Para resolver esta tarea, el procedimiento inventivo se caracteriza porque se trituran sustancias duras gruesas en al menos dos etapas de trituración y homogeneización diferentes, mediante lo cual en al menos una etapa la suspensión se tritura mediante impacto de alta tensión periódico y en al menos una etapa mediante impacto

5 mecánico de agua y mediante rebotado sobre partes que sobresalen del dispositivo de trituración y homogeneización, mediante lo cual las sustancias duras gruesas se Trituran dando lugar a tamaños de partícula de aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  a 700  $\mu\text{m}$ , en especial de aproximadamente 20 a 100  $\mu\text{m}$ . Con un procedimiento de este tipo es posible obtener una suspensión homogénea con una distribución de tamaño de grano estrecha y al mismo tiempo puede reducirse adicionalmente la dependencia del procedimiento de los cambios de calidad de la sustancia dura gruesa alimentada.

10 Mediante la aplicación de impulsos de choque periódicos en una suspensión o suspensión espesa que consiste en del 10 al 90% en peso, especialmente del 40 al 85% en peso de sustancias duras gruesas y del 90 al 10% en peso, especialmente del 60 al 15% en peso de agua, es posible lograr un fluido homogéneo que consiste en sustancias duras trituradas finas y agua en un tiempo corto, por ejemplo de aproximadamente 1 a 10 segundos. Además debido al tiempo de molienda corto de las sustancias duras, el consumo de energía puede reducirse en gran medida en vista de los procedimientos conocidos.

15 Los impulsos de choque periódicos normalmente son un fenómeno destructivo, que destruye materiales y equipos, pero en el caso de suspensiones que consisten en sustancias duras que van a triturarse y líquido, el fenómeno de impulsos de choque que muestra normalmente cambios bruscos por ejemplo de presión o alta tensión en el agua o la suspensión ayuda en el machacado inventivo del procedimiento de molienda debido al hecho de que la presión o la alta tensión requerida para moler sustancias duras normalmente es muy inferior a la presión o alta tensión que destruye el equipo. Aplicar impulsos de choque periódicos ayuda adicionalmente a intensificar el procedimiento de mezclado de agua y sustancias duras mejorando las características homogéneas de la suspensión.

20 Según una realización del procedimiento, se introducen de manera continua agua en la etapa de trituración mecánica y sustancias duras gruesas en diferentes orificios de alimentación. Mediante la alimentación de líquido, especialmente agua y sustancias duras gruesas en diferentes orificios de alimentación es posible alimentar de manera continua sustancias exactamente en la proporción correcta de los componentes y por tanto es posible ajustar inmediatamente la proporción de los componentes introducidos a los cambios de calidad del material de partida que va a triturarse y por tanto obtener una suspensión o suspensión espesa homogénea que contiene sustancias duras trituradas.

25 Para lograr mejores resultados, el procedimiento se caracteriza además porque en la etapa de trituración mecánica el agua se mezcla con al menos un aditivo, tal como agentes estabilizantes, espesantes, diluyentes, agentes de modulación de la conductividad y/o mejoradores del índice de viscosidad, y porque se introduce la mezcla en el dispositivo de trituración y homogeneización. El mezclado del agua con al menos un aditivo tal como se reivindica, posibilita ajustar por ejemplo la conductividad o la estabilidad de la suspensión, etc.

30 Para obtener mejores resultados, especialmente una mejor interacción del agua con las partículas gruesas que van a triturarse, el agua se activa mediante una cavitación y se introduce en un dispositivo de trituración y homogeneización. Cuando se usa agua activada es posible simplificar muchísimo la preparación de suspensiones y reducir el tiempo para la preparación de las suspensiones. Además, cuando se usa agua que se ha activado por cavitación no es necesario añadir estabilizadores u otros aditivos al líquido, con lo que por tanto se reduce adicionalmente la complejidad y los costes del procedimiento según la presente invención.

35 La activación de agua según la presente invención se obtendrá en un generador de cavitación (cavitador) que genera cavidades dentro del líquido. Los cavitadores podrían ser o bien un cavitador hidrodinámico convencional o bien un aparato de impulsos giratorio. Un aparato de impulsos giratorio consiste en un rotor y un estator que tienen ambos varios rebajes tales como cortes u orificios en ellos. Ambos, el rotor y el estator se hacen girar a aproximadamente de 2000 a 5000 rpm. Cuando los rebajes en el rotor y el estator están en la misma posición, el líquido que está alimentándose fluye a través y cuando el rotor cambia su posición, se detiene este flujo de líquido y al mismo tiempo el líquido continúa su movimiento usando su momento o inercia tras el rotor. Este movimiento crea varias burbujas de vacío, burbujas que estallan tras un periodo de tiempo muy corto (de aproximadamente varios milisegundos) mediante lo cual se crean impulsos de energía muy pequeña.

40 Mediante tal activación, la estructura molecular del líquido cambiará y esto hace que el líquido sea más adecuado para interactuar con partículas gruesas y pueden crearse de ese modo mezclas estables de líquidos y partículas gruesas. Los mejores resultados se lograrán cuando se usa agua como líquido.

45 Según el procedimiento de la presente invención, las sustancias duras gruesas se Trituran mediante impacto mecánico de líquido y mediante rebotado sobre partes que sobresalen del dispositivo de trituración y homogeneización. La trituración de sustancias duras gruesas mediante impacto mecánico de líquido y mediante rebotado sobre partes que sobresalen del dispositivo de trituración y homogeneización crea un esfuerzo hídrico o choque hídrico periódico en la mezcla que va a tratarse. Debido al hecho de que la tensión hídrica produce cambios bruscos de presión, las sustancias duras gruesas se Triturarán muy rápido dando lugar a partículas pequeñas y es posible lograr una suspensión homogénea en un tiempo corto.

En la etapa de trituración mecánica, el impacto mecánico se obtiene con discos giratorios que están equipados en un lado que se dirige hacia otro disco con partes que sobresalen, y las partes que sobresalen están dotadas de

- 5 elementos reforzados o metalizados, especialmente anillos o tapas reforzadas o metalizadas y al menos un disco se acciona a una velocidad de rotación de 2000 a 6000 rpm. Con un procedimiento de este tipo es posible triturar las sustancias duras entre los discos y especialmente entre las partes que sobresalen de los discos y cuando los discos se accionan a una velocidad de rotación respectiva, se logrará un choque de presión o esfuerzo mecánico, tal como esfuerzo hídrico y debido a los cambios de presión bruscos en la suspensión, que se obtienen por el impacto periódico de la mezcla, que consiste en agua y carbón, sobre las partes que sobresalen de los discos, las sustancias duras se trituran inmediatamente.
- 10 Para ajustar el procedimiento según la presente invención a diferentes materiales duros que van a triturarse, el dispositivo está dotado de reguladores de velocidad de rotación para regular la velocidad de rotación de los discos a de 2000 a 6000 rpm. Mediante la regulación de la velocidad de rotación de los discos a de 2000 a 6000 rpm, será posible el ajuste del procedimiento para casi todos los requisitos diferentes, especialmente requisitos sobre el material duro.
- 15 Para evitar que las partes que sobresalen desgasten el dispositivo, las partes que sobresalen están dotadas de elementos reforzados o metalizados, especialmente anillos o tapas reforzadas o metalizadas. Con tales elementos metalizados o reforzados no sólo puede evitarse el desgaste de las partes de proyección, sino que además también es posible obtener partículas muy pequeñas con una distribución de tamaño de grano estrecha durante la molienda en húmedo o la trituración en húmedo de casi todas las sustancias duras que pueden triturarse.
- 20 Si los discos se disponen paralelos entre sí, es posible obtener una disposición simétrica en la carcasa. Con una disposición de este tipo, la tensión producida se distribuye por igual a todos los discos y por tanto puede minimizarse el desgaste.
- 25 Para la simplificación adicional en la etapa de trituración mecánica, el impacto mecánico se obtiene con al menos dos discos que están montados sobre el mismo eje de rotación y que se accionan a la misma velocidad de rotación. Si se montan al menos dos discos sobre el mismo eje de rotación, se mejora adicionalmente la estabilidad y/o vida útil.
- 30 Además, si todos los discos se accionan mediante un medio de accionamiento común, es posible simplificar adicionalmente el dispositivo según la presente invención y al mismo tiempo mejorar la resistencia al desgaste del dispositivo.
- 35 Según una realización de la presente invención, los discos se accionan para producir una rotación en sentidos opuestos. La suma de la velocidad entre dos discos, que están equipados adicionalmente en un lado que se dirige a otro disco con partes que sobresalen, es muy alta y por tanto debido al fenómeno de choque hídrico o esfuerzo hídrico, pueden obtenerse partículas extremadamente finas con una distribución de tamaño de partícula estrecha en un tiempo corto en un dispositivo de este tipo.
- 40 Según una realización de la presente invención, todos los discos se accionan a la misma velocidad de rotación, mediante lo cual puede simplificarse adicionalmente la construcción de un dispositivo respectivo y se reduce adicionalmente el número de piezas de desgaste.
- 45 Para reducir adicionalmente el tiempo de residencia de la suspensión que consiste en partículas de sustancias duras y líquido en la etapa de trituración mecánica, el impacto mecánico se obtiene con discos en los que las partes que sobresalen se distribuyen uniformemente alrededor del centro de cada disco. De ese modo es posible crear un espacio 3D entre los discos y las partes que sobresalen o fragmentos de los discos. En un espacio 3D de este tipo, que muestra cambios de presión extremos debidos por tanto al fenómeno de choque hídrico o tensión hídrico, las partículas duras, que están rodeadas por un líquido, golpean de manera caótica las partes que sobresalen y rebotan entre ellas hasta que su tamaño es tan pequeño que no se destruyen adicionalmente. Por tanto, es posible obtener suspensiones homogéneas de sustancias duras y líquido en un tiempo corto en un dispositivo según esta realización de la invención.
- 50 Para lograr resultados incluso mejores, el procedimiento se caracteriza porque en la etapa de trituración mecánica el impacto mecánico se obtiene con discos que tienen partes que sobresalen dispuestas de manera casi circular que están dispuestas sobre diferentes radios de aquellos lados de dos discos que están orientados uno hacia el otro. En esta realización, en la que las partes que sobresalen están dispuestas de manera casi circular sobre los discos y además las partes que sobresalen de dos discos que están orientados uno hacia el otro están dispuestas sobre diferentes radios, puede producirse una suspensión homogénea en un tiempo muy corto.
- Puede obtenerse una mejora adicional del procedimiento de trituración si la distancia entre los dos discos es mayor que o igual a la altura de las partes que sobresalen.
- 55 Pueden obtenerse mejores resultados del procedimiento de molienda o trituración cuando en la etapa de trituración mecánica el impacto mecánico se obtiene con discos que tienen partes que sobresalen que están formadas como puntas con forma cilíndrica o cuadrada, mediante lo cual se minimiza el desgaste de estas partes.
- Para obtener impactos periódicos de alta tensión a la suspensión sólo es necesario aplicar alta tensión entre

contactos positivos y negativos de un dispositivo de trituración, tensión que debe ser suficientemente alta para crear un cortocircuito en la suspensión, mediante lo cual es posible obtener una suspensión homogénea que contiene partículas muy pequeñas, partículas que muestran además una distribución de tamaño de grano estrecha, en tiempo corto.

5 El procedimiento según la presente invención se caracteriza además porque se elige la frecuencia de impactos de alta tensión desde 0,1 hasta 20 Hz, especialmente desde 1 hasta 5 Hz y una tensión que varía entre 1 y 20 kV. Mediante el uso de impactos periódicos de alta tensión sobre la suspensión puede obtenerse una mezcla homogénea de sustancias duras y líquido en un tiempo corto (aproximadamente de 20 s a 1 min). Debido al tiempo de trituración corto, la eficiencia energética del procedimiento es muy alta.

10 Para obtener los resultados mencionados anteriormente, el procedimiento se caracteriza además porque los impactos de alta tensión se alimentan con una frecuencia, que varía desde 0,1 hasta 20 Hz, especialmente desde 1 hasta 5 Hz. Especialmente mediante la variación de la frecuencia de los impactos de alta tensión es posible obtener una distribución de tamaño de partícula estrecha de las sustancias duras en la suspensión.

15 La invención se describe a continuación a modo de ejemplos y dibujos, ejemplos que no limitan el alcance de la presente invención en modo alguno y dibujos en los que

la figura 1 es una representación esquemática de un dispositivo de trituración

la figura 2a muestra un par de discos que van a usarse en el dispositivo de la figura 1,

la figura 2b muestra otra variante de un par de discos que van a usarse en el dispositivo de la figura 1, y

la figura 3 es un dispositivo de trituración que tiene dos etapas de trituración diferentes.

20 Ejemplo 1:

Trituración mecánica de carbón en un dispositivo que tiene discos giratorios paralelos.

25 Se introduce de manera continua carbón con un tamaño inicial de hasta 40 mm junto con agua activada, en una proporción de aproximadamente el 60% en peso de carbón y 40% en peso de agua, en un dispositivo de trituración, que está equipado con dos discos de trituración, que tienen un diámetro de 800 mm. Los discos del dispositivo están dispuestos sobre un eje de rotación común y se accionan ambos mediante el mismo medio de accionamiento. La velocidad de rotación de cada disco es de 4500 rpm y los discos se accionan para su rotación en sentidos opuestos.

30 Los discos están equipados con partes que sobresalen, concretamente puntas circulares, puntas que están dispuestas de manera uniforme alrededor del centro de los discos pero sobre diferentes radios. Todas las puntas están metalizadas en su extremo superior con material duro y su altura es un poco más pequeña que la distancia de los discos.

Se activó agua antes de su uso en un cavitador, etapa de activación en la que se generaron iones OH y estos iones contribuyen durante el procedimiento de trituración a una penetración más profunda del agua en las partículas de carbón.

35 Se introducen carbón y agua activada en diferentes orificios de alimentación directamente en los espacios tridimensionales entre los discos. En este espacio, las partículas de carbón que están rodeadas con agua, golpean de manera caótica las puntas del dispositivo de trituración y/o rebotan entre ellas, mediante lo cual se reducirá su tamaño.

40 El tiempo de residencia en el dispositivo de trituración es de aproximadamente 1 s, el consumo de energía es de aproximadamente 8,5 kWh por tonelada de carbón y el tamaño de partícula de carbón en la suspensión de producto es de entre 12 y 120  $\mu\text{m}$ .

Una posible explicación para estos resultados excelentes e inesperados es que el tamaño de partícula del producto no depende del tiempo de residencia en el dispositivo sino que depende de la energía que se proporciona a las partículas duras gruesas. Esta dependencia de energía parece tener una dependencia lineal del tamaño de partícula y una dependencia parabólica de la velocidad de partícula.

45 Ejemplo 2:

Trituración de mena en un procedimiento de dos etapas mediante el cual en la primera etapa se usan impactos de alta tensión y en la segunda etapa se usan discos giratorios paralelos.

50 Se introduce de manera continua mena, especialmente con un tamaño inicial de aproximadamente 300 mm junto con agua, en una proporción de aproximadamente el 75% en peso de mena y el 20% en peso de agua, en un dispositivo de trituración, que está equipado con dos electrodos, que están dispuestos en partes opuestas del dispositivo. Se alimentan a los electrodos impulsos de alta tensión periódicos de aproximadamente 50 kV, que tienen

una frecuencia de 8 Hz y una energía de 1 kJ, impulsos de alta tensión que crean una zona de cortocircuito en el área entre los electrodos. En esta zona de cortocircuito se crean impulsos de choque de alta tensión, impulsos de choque de alta tensión que trituran las partículas de mena gruesas en la suspensión hasta tamaños de partícula de aproximadamente 12  $\mu\text{m}$ .

5 Se alimenta la suspensión obtenida a un dispositivo de trituración, que está equipado con dos discos de trituración, que tienen un diámetro de 400 mm. Los discos del dispositivo están dispuestos sobre un eje de rotación común y se accionan ambos mediante el mismo medio de accionamiento. La velocidad de rotación de cada disco es de 2100 rpm y los discos se accionan para su rotación en sentidos opuestos.

10 Los discos están equipados con puntas que sobresalen, que tienen forma cuadrada, puntas que están dispuestas de manera uniforme alrededor del centro de los discos pero sobre diferentes radios. Todas las puntas están metalizadas en su extremo superior con material duro y su altura es un poco más pequeña que la distancia de los discos.

15 Se introduce la suspensión en un orificio común directamente en el espacio tridimensional entre los discos. El tiempo de residencia en ambos dispositivos de trituración es de aproximadamente 20 s, el consumo de energía total es de entre 9 y 12 kWh por tonelada de mena y el tamaño de partícula de mena en la suspensión de producto final es de aproximadamente 40  $\mu\text{m}$ .

20 El dispositivo 1 de trituración, que se muestra en la figura 1 tiene una carcasa 2, carcasa o cubierta 2 en la que se proporciona una tolva 3 para introducir material 4 grueso que va a molerse y opcionalmente también un líquido 5 para formar junto con el material 4 grueso la suspensión. Además, en la carcasa 2 está contenida una entrada 6 adicional para el líquido 5 para obtener una razón correcta de material 4 grueso y líquido 5. En el interior de la carcasa 2, están contenidos dos discos 7 y 8 mediante lo cual en la variante mostrada en la figura 1, las puntas 9 del disco 8 están dispuestas dentro de las puntas 10 del disco 7. Con una disposición de este tipo, se forman al menos dos filas de puntas 9 y 10 en la carcasa y el material 4 grueso que va a introducirse en el dispositivo 1 se triturará casi inmediatamente cuando se hacen girar los discos 7 y 8. En la variante según la figura 1, los discos 7 y 8 se accionan para su rotación en sentidos opuestos tal como se muestra esquemáticamente mediante las flechas 12 y 13, pero ambos discos 7 y 8 están dispuestos en el mismo eje 11 de rotación.

25 La suspensión, que se formará en el interior de la carcasa 1 se descargará a través de una salida 14 y la suspensión, que se formó en el interior de la carcasa 1 se representa esquemáticamente con 15.

30 En la figura 2a, se muestran un par de discos, por lo que se mantienen los números de referencia de la figura 1. El disco 7 está equipado con dos filas 16 y 17 de puntas 10 y las dos filas están dispuestas sobre diferentes radios. El disco 8 está equipado con una única fila de puntas 9, mediante lo cual la disposición de las puntas 9 del disco 8 es tal que la fila de puntas 9 se sitúa durante el funcionamiento entre las filas 16 y 17 del disco 7. Con una disposición de este tipo puede obtenerse una trituración muy eficaz de material duro o grueso. En la figura 2a, todas las puntas están formadas como partes que sobresalen de manera circular y están dispuestas de manera uniforme alrededor de los centros de los discos.

35 En la variante según la figura 2b, las puntas de ambos discos 7 y 8 están formadas como partes que sobresalen rectangulares, especialmente como puntas con forma de paralelepípedo. Con respecto al disco 7, las puntas están dispuestas directamente en el diámetro exterior del disco 7 y las puntas 10 están dispuestas de manera uniforme alrededor del centro del disco 7. Además, las puntas 9 del disco 8 están dispuestas de manera uniforme alrededor del centro del disco 8, pero en un radio que es más pequeño que el radio del disco 7, en el que están dispuestas las puntas 10. Con una disposición de este tipo, las puntas 9 del disco 8 están colocadas dentro de las puntas 10 del disco 7 y el espacio entre las dos filas de puntas es muy pequeño, mediante lo cual puede obtenerse una trituración muy rápida y eficaz del material grueso.

40 En la figura 3, se muestra un dispositivo de trituración que tiene dos etapas de trituración diferentes. En la primera etapa, se introducen el material grueso y agua en el dispositivo 18 tal como se indica esquemáticamente con la flecha 19 en la figura 3. El dispositivo 18 tiene una carcasa 20, carcasa 20 en la que están dispuestos dos electrodos 21. A través de los electrodos 21 se introducen impulsos de alta tensión periódicos en la carcasa 20, mediante lo cual, debido al material grueso que va a triturarse y al líquido especialmente y al agua contenidos en la carcasa 20 del dispositivo 18, se crea un cortocircuito tal como se indica esquemáticamente con 22 en la carcasa 20.

45 La tensión aplicada sobre los electrodos 21 es por ejemplo de aproximadamente 5 a 100 kV para obtener una trituración rápida del material grueso mediante descarga eléctrica.

50 La suspensión formada dentro de la carcasa 20 contiene agua y partículas de material duro trituradas, pero el grado de trituración no es suficiente para el uso final y por tanto, tal como se indica esquemáticamente mediante la flecha 23, el producto descargado del dispositivo 18 se introducirá en un segundo dispositivo de trituración, que contiene dos discos para la trituración adicional del material grueso. La segunda etapa, tal como se muestra en la figura 3 es idéntica a la ya mostrada en la figura 1 y por tanto puede omitirse una descripción detallada de este dispositivo. El material formado en dispositivo 18 se introducirá a través de la tolva 3 en el dispositivo 1 y se triturará adicionalmente mediante los discos 7 y 8 que muestran las puntas 9 y 10. Si es necesario, puede introducirse líquido

adicional, que se representa esquemáticamente con 5, en el dispositivo 1 a través de la entrada 6, especialmente en el caso 2 del dispositivo 1 para obtener una razón óptima de los materiales gruesos duros y el líquido. El producto formado se descargará a través de la salida 14 y se representa esquemáticamente una vez más con 15.

5 Además, en la variante según la figura 3, los discos 7 y 8 se accionan en sentidos opuestos tal como se muestra esquemáticamente mediante las flechas 12 y 13.

En resumen, es posible obtener con un dispositivo según la figura 3 una suspensión que contiene partículas de material duro trituradas muy finas y especialmente con una distribución de tamaño de partícula, que es extremadamente estrecha.

10

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para trituración en húmedo y homogeneización de sustancias duras, concretamente carbón, en el que se introducen del 10 al 90% en peso, especialmente del 40 al 85% en peso de sustancias (4) duras gruesas y del 90 al 10% en peso, especialmente del 60 al 15% en peso de agua (5) en un dispositivo (1) de trituración y homogeneización, en el que las sustancias (4) duras gruesas se rompen en al menos una etapa de trituración y homogeneización mediante el uso de impulsos de choque periódicos y en el que se descarga un fluido (15) homogéneo que consiste en sustancias duras trituradas finas y líquido caracterizado porque las sustancias (4) duras gruesas se trituran en al menos dos etapas de trituración y homogeneización diferentes, mediante lo cual en al menos una etapa la suspensión se tritura mediante impacto (21) de alta tensión periódico y en al menos una etapa mediante impacto (5) mecánico de líquido y mediante rebotado sobre partes (9, 10) que sobresalen del dispositivo (1) de trituración y homogeneización, mediante lo cual las sustancias duras gruesas se trituran dando lugar a tamaños de partícula de aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  a 700  $\mu\text{m}$ , en especial de aproximadamente 20 a 100  $\mu\text{m}$ .
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque en la etapa de trituración mecánica se introducen agua (5) y sustancias (4) duras gruesas de manera continua en diferentes orificios (3, 6) de alimentación.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque en la etapa de trituración mecánica se mezcla agua (5) con al menos un aditivo, tal como agentes estabilizantes, espesantes, diluyentes, agentes de modulación de la conductividad y/o mejoradores del índice de viscosidad, y porque se introduce la mezcla en el dispositivo de trituración y homogeneización.
- 20 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque en la etapa de trituración mecánica se introduce el agua (5) activada por cavitación en el dispositivo (1) de trituración y homogeneización.
- 25 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque en la etapa de trituración mecánica el impacto mecánico se obtiene con discos (7, 8) giratorios que están equipados en un lado que se dirige hacia otro disco (7, 8) con partes (9, 10) que sobresalen, y porque las partes (9, 10) que sobresalen están dotadas de elementos reforzados o metalizados, especialmente anillos o tapas reforzadas o metalizadas y porque al menos un disco (7, 8) se acciona a una velocidad de rotación de 2000 a 6000 rpm.
- 30 6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque en la etapa de trituración mecánica el impacto mecánico se obtiene con discos (7, 8) que están dispuestos paralelos entre sí.
7. Procedimiento según la reivindicación 5 ó 6, caracterizado porque en la etapa de trituración mecánica el impacto mecánico se obtiene con al menos dos discos (7, 8) que están montados sobre el mismo eje de rotación y que se accionan a la misma velocidad de rotación.
- 35 8. Procedimiento según la reivindicación 5, 6 ó 7, caracterizado porque en la etapa de trituración mecánica el impacto mecánico se obtiene con discos (7, 8) en el que las partes (9, 10) que sobresalen se distribuyen uniformemente alrededor del centro de cada disco (7, 8).
9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizado porque en la etapa de trituración mecánica el impacto mecánico se obtiene con discos (7, 8) que tienen partes que sobresalen dispuestas de manera casi circular que están dispuestas sobre diferentes radios de aquellos lados de dos discos (7,8) que están orientados uno hacia el otro.
- 40 10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizado porque en la etapa de trituración mecánica el impacto mecánico se obtiene con discos (7, 8) que tienen partes (9, 10) que sobresalen que están formadas como puntas con forma cilíndrica o cuadrada.
11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque se elige la frecuencia de impactos de alta tensión desde 0,1 hasta 20 Hz, especialmente desde 1 hasta 5 Hz.
- 45 12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 u 11, caracterizado porque los impactos de alta tensión se alimentan con una frecuencia, que varía desde 0,1 hasta 20 Hz, especialmente desde 1 hasta 5 Hz y una tensión, que varía entre 1 y 20 kV.



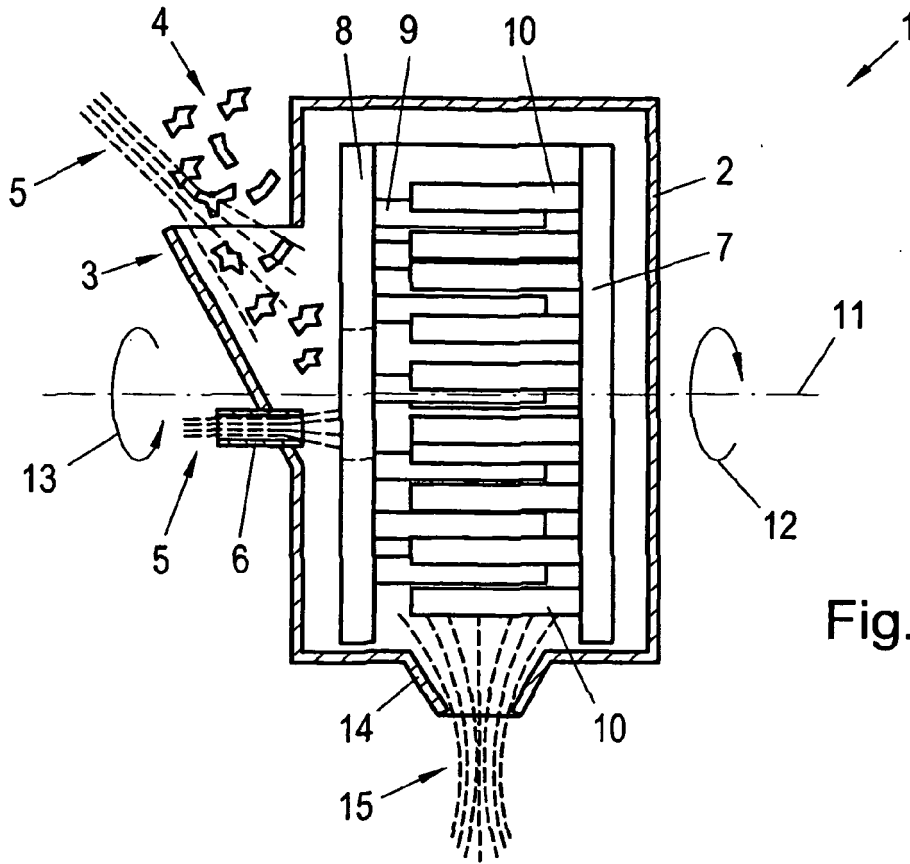


Fig. 1

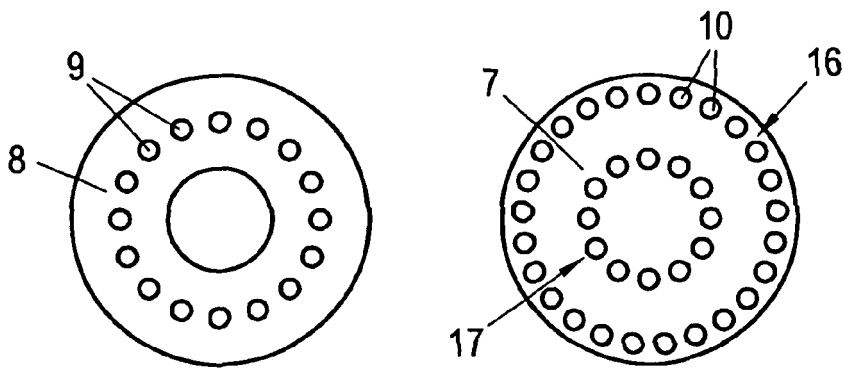


Fig. 2a

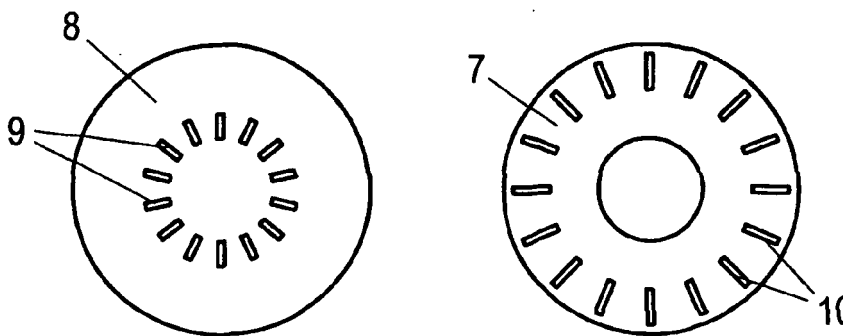


Fig. 2b

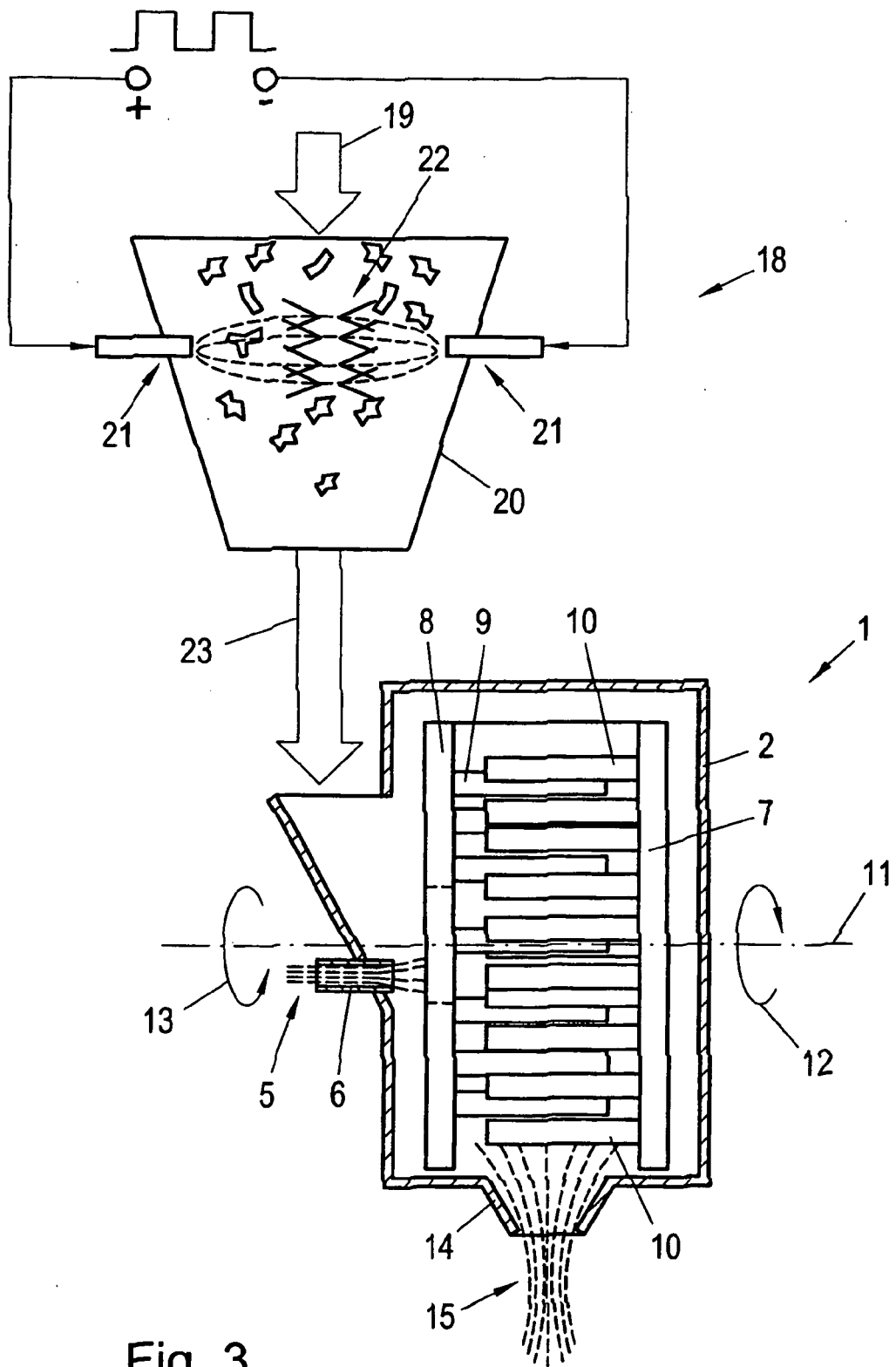


Fig. 3