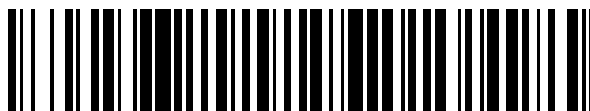


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 424 219**

51 Int. Cl.:

C04B 35/14 (2006.01)
C01B 33/12 (2006.01)
E04B 1/80 (2006.01)
B32B 5/16 (2006.01)
F16L 59/02 (2006.01)
F16L 59/04 (2006.01)
C01B 33/18 (2006.01)
C01B 33/193 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2009 E 09152833 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2013 EP 2218703**

54 Título: **Un material de aislamiento térmico que comprende sílice precipitada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.09.2013

73 Titular/es:
EVONIK DEGUSSA GMBH (100.0%)
Rellinghauser Strasse 1-11
45128 Essen, DE

72 Inventor/es:
MENZEL, DR. FRANK;
MEIER, KARL y
PANZ, DR. CHRISTIAN

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 424 219 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

Un material de aislamiento térmico que comprende sílice precipitada

Esta invención se refiere a un material de aislamiento térmico que comprende una sílice precipitada, y moldes que comprenden el material de aislamiento térmico.

5 El desarrollo de materiales de aislamiento, incluyendo materiales para enfriar, calentar, y para estructuras que almacenan la temperatura, está ampliamente estudiado. Se han desarrollado muchos sistemas que usan productos fibrosos y en polvo o espumas.

10 El uso de sílice, ya sea una sílice precipitada o una sílice pirolizada, se describe en varias solicitudes de patente. La sílice pirolizada, que se produce mediante hidrólisis por llama u oxidación por llama de material silánico, por ejemplo tetracloruro de silicio, como polvo esponjoso, da habitualmente mejores resultados en aplicaciones de aislamiento térmico en comparación con una sílice precipitada.

15 Las sílices precipitadas se forman habitualmente mediante la interacción de un vidrio de agua alcalino y un ácido mineral, por medios bien conocidos en la técnica. Se pueden procesar después mecánicamente, tal como secado por pulverización y molienda. Normalmente, las sílices precipitadas tienen un coste menor que sus contrapartes pirolizadas. Su uso como material de aislamiento térmico se describe, por ejemplo, en los documentos US 4636415, EP 355295, EP 396961 o en EP 463311. Sin embargo, el comportamiento de las sílices precipitadas como material de aislamiento térmico fracasó a la hora de igualar las expectativas.

Un ejemplo adicional de un material de aislamiento a base de sílice se describe en el documento GB 2.256.192.

20 Por lo tanto, fue un objeto de la presente invención proporcionar un material de aislamiento térmico de coste eficiente que se comporta de forma comparable a aquel que comprende sílice pirolizada. Es un objeto adicional de la invención proporcionar un molde que comprende el material de aislamiento térmico.

La invención proporciona un material de aislamiento térmico que comprende una sílice precipitada que tiene una densidad compactada modificada menor o igual a 70 g/l, preferiblemente de 1 a 60 g/l, más preferiblemente de 5 a 55 g/l, muy preferiblemente de 10 a 50 g/l, y en particular de 10 a 30 g/l.

25 Se entiende que "densidad compactada modificada" significa una densidad compactada que se logra mediante una soltura definida de la estructura de sílice antes de una determinación de la densidad compactada convencional según DIN EN ISO 787-11. Esto se hace para evitar números falsos producidos por la compactación preliminar de la sílice precipitada. Los detalles se darán más tarde en la descripción.

En una realización especial de la invención, la sílice precipitada del material de aislamiento térmico tiene

- 30 a) un valor d_{50} de 150 a 2000 nm, preferiblemente de 200 a 1500 nm, más preferiblemente de 250 a 1200 nm, lo más preferible de 300 a 900 nm y particularmente preferido de 350 a 600 nm,
- b) un valor d_{90} de 500 a 7000 nm, preferiblemente de 700 a 6500 nm, más preferiblemente de 800 a 6000 nm, lo más preferible de 900 a 6000 nm y particularmente preferido de 1000 a 5000 nm y
- 35 c) una densidad de grupos silanol de 2,5 a 8 OH/nm², preferiblemente de 2,6 a 7 OH/nm², más preferiblemente de 2,7 a 6 OH/nm², lo más preferible de 2,8 a 5,5 OH/nm² y particularmente preferido de 3,1 a 5 OH/nm².

Los valores d_{50} y d_{90} se determinan mediante difracción por láser. La densidad de grupos silanol se determina mediante reacción de la sílice precipitada con hidruro de litio y aluminio. Los detalles de cada determinación se darán más tarde en la descripción.

40 En una realización adicional de la invención, la superficie específica de BET de la sílice precipitada es preferiblemente de 100 a 350 m²/g, preferiblemente de 100 a 350 m²/g, más preferiblemente 110 a 340 m²/g, lo más preferible 120 a 330 m²/g, especialmente preferida 130 a 300 m²/g, y muy particularmente preferida 145 a 280 m²/g.

En realizaciones adicionales de la invención, la pérdida al secar la sílice precipitada es de 1,5 a 8% en peso y/o una pérdida en la ignición es de 1,5 a 9% en peso, y el valor de pH de la sílice precipitada es de 4 a 9.

45 En realizaciones especiales, el material de aislamiento térmico según la invención puede comprender 30 a 100% en peso de la sílice precipitada. De este modo, la sílice precipitada puede actuar como material de aislamiento térmico solo. Preferiblemente, el material de aislamiento térmico comprende 30 a 95% en peso, más preferiblemente 40 a 80% en peso, basado en el material de aislamiento térmico.

La sílice de la presente invención se puede preparar moliendo y clasificando una sílice precipitada que tiene

50 - un número de Sears de 10 a 30 ml/(5 g), preferiblemente 10 a 25 ml/(5 g),

- una superficie BET de 100 a 350 m²/g, preferiblemente 130 a 300 m²/g,
- una pérdida al secar de 2 a 8% en peso, preferiblemente 2 a 7% en peso, más preferiblemente 2,5 a 6% en peso,
- una pérdida en la ignición de 2 a 9% en peso, preferiblemente 2 a 7% en peso, más preferiblemente 2,5 a 5% en peso,
- un valor de pH de 4 a 9, preferiblemente 4 a 8, más preferiblemente 5 a 8, y
- un valor DBP de 230 a 400 g/100 g, preferiblemente de 250 a 350 g/100 g,

con un sistema de trituración (aparato de trituración), particularmente preferido un sistema de trituración que comprende un molino de chorros, caracterizado por que el molino del sistema de trituración se hace funcionar en la fase de trituración con un medio operacional seleccionado del grupo que consiste en gas y/o vapor, preferiblemente vapor de agua, y/o un gas que comprende vapor, y por que la cámara de trituración se calienta en una fase de calentamiento, es decir, antes de la operación real con el medio operacional, de manera que la temperatura en la cámara de trituración y/o en la salida del molino es mayor que el punto de rocío del vapor y/o medio operacional, y por que la sílice molida se clasifica hasta un valor d₅₀ de 150-2000 nm y un valor d₉₀ de 500-7000 nm. La sílice comercialmente disponible adecuada como material de partida es Sipernat 160, Sipernat 22, Sipernat 22 S, Sipernat 22 LS de Evonik Degussa GmbH, Alemania, y una sílice de grado denominado YH 350, de DWS, China.

La trituración tiene lugar con preferencia particular según el método descrito en el documento WO 2008046727, usando el sistema de trituración (molino) descrito allí, siendo el medio operacional usado, con preferencia especial, vapor de agua.

En la Figura 1, los números de referencia son los siguientes: molino de chorro (1), alojamiento cilíndrico (2), cámara de trituración (3), alimentación de material para ser triturado (molido) (4), entrada de chorro de trituración (5), abertura o boquilla de calentamiento (5a), salida de producto (6), clasificador por aire (7), rueda clasificadora (8), abertura de entrada o boquilla de entrada (9), chorro de trituración (10), fuente de calor (11), fuente de calor (12), tubería de suministro (13), camisa de aislamiento térmico (14), entrada (15), salida (16), centro de la cámara de trituración (17), depósito o medio generador (18), un tanque (18a) e instalaciones de tubería (19).

En la Figura 2, los números de referencia son los siguientes: molino de chorros (1), clasificador por aire (7), espacio del clasificador (8a), puerta de salida (tubería sumergida) (20), alojamiento del clasificador (21), parte del alojamiento superior (22), parte del alojamiento inferior (23), saliente circunferencial (24), saliente circunferencial (25), junta articulada (26), flecha (27), alojamiento de la cámara clasificadora (28), brazos portadores (28a), cono de descarga (29), saliente (30), saliente (31), placa de cubierta (32), placa de cubierta (33), paleta (34), eje de la rueda clasificadora (35), cojinete de pivote (35a), guía del eje (35b), placas maquinadas superiores (36), placas maquinadas inferiores (37), sección terminal del alojamiento (38), puerto de alimentación de producto (39), eje de rotación (40), cámara de salida (41), placa de cubierta superior (42), tapa retirable (43), brazos portadores (44), alojamiento anular cónico (45), filtro de captación (46), placa perforada (47), tubería de descarga de finos (48), cono de deflexión (49), bobina de entrada de aire clasificador (50), descarga de material grueso (51), saliente (52), saliente (53), zona de dispersión (54), saliente maquinado (biselado) en el borde interior, y revestimiento (55), tubería de protección sustituible (56), tubería de protección sustituible (57), salida/salida de finos (58).

En la Figura 3, los números de referencia son los siguientes: espacio del clasificador (8a), puerta de salida (tubería sumergida) (20), placa de cubierta (32), placa de cubierta (33), paleta (34), guía del eje (35b), eje de rotación (40), anillo de paletas (59).

En la Figura 4, los números de referencia son los siguientes: molino de chorros (1), clasificador por aire (7), puerto de salida (tubería sumergida) (20), alojamiento del clasificador (21), parte del alojamiento superior (22), parte del alojamiento inferior (23), saliente circunferencial (24), saliente circunferencial (25), junta articulada (26), flecha (27), alojamiento de la cámara clasificadora (28), brazos portadores (28a), cono de descarga (29), saliente (30), saliente (31), placa de cubierta (32), placa de cubierta (33), paleta (34), eje de la rueda clasificadora (35), cojinete de pivote (35a), placas maquinadas superiores (36), placa maquinada inferior (37), sección terminal del alojamiento (38), puerto de alimentación de producto (39), eje de rotación (40), cámara de salida (41), placa de cubierta superior (42), tapa retirable (43), brazos portadores (44), alojamiento anular cónico (45), filtro de captación (46), placa perforada (47), tubería de descarga de finos (48), cono de deflexión (49), bobina de entrada de aire clasificador (50), descarga de material grueso (51), saliente (52), saliente (53), zona de dispersión (54), saliente maquinado (biselado) en el borde interior, y revestimiento (55), tubería de protección sustituible (56), tubería de protección sustituible (57), salida/salida de finos (58).

En la Figura 5, los números de referencia son los siguientes: puerto de salida (tubería sumergida) (20), placa de cubierta (32), placa de cubierta (33), paleta (34), eje de rotación (40), anillo de paletas (59).

En una realización especialmente preferida, en preparación para la trituración real con vapor de agua sobrecalentado, se calienta en primer lugar un molino de chorros opuestos de lecho fluidizado como se muestra en

la Figura 1, con un clasificador neumático dinámico integrado como se muestra en las Figuras 2 y 3, vía las dos aberturas o boquillas de calentamiento (5a) (de las cuales sólo una se representa en la Figura 1), que se cargan con aire comprimido caliente, preferiblemente a 10 bares y 160°C, hasta que la temperatura de salida del molino es mayor que el punto de rocío del vapor de agua y/o del medio operacional, preferiblemente alrededor de 105°C.

5 Conectado aguas abajo del molino, para la separación del material triturado, se encuentra un sistema de filtro (no mostrado en la Figura 1), cuyo alojamiento de filtro se calienta en su tercio inferior indirectamente, vía bobinas calentadoras adjuntas, por medio de vapor de agua saturado (vapor de agua saturado a 6 bares), igualmente con el fin de evitar la condensación. Todas las superficies del aparato en la región del molino, del filtro de separación, y de las líneas de suministro para el vapor de agua y el aire comprimido caliente tienen un aislamiento especial.

10 Después de que se ha alcanzado la temperatura de calentamiento deseada, se apaga el suministro de aire comprimido caliente hacia las boquillas calentadoras, y se comienza la carga de las tres boquillas trituradoras con vapor de agua sobrecalentado, preferiblemente a 38 bares (abs) y 325°C. A fin de proteger el medio del filtro usado en el filtro de separación, y también a fin de ajustar un nivel definido de agua residual en el material triturado, de preferiblemente 2% a 6%, se introduce agua en la fase de partida, y durante la trituración, en la cámara de trituración del molino, vía una boquilla de dos fluidos que se hace funcionar con aire comprimido, en función de la temperatura de salida del molino.

La cantidad de alimentación se regula en función del flujo de corriente del motor clasificador. El flujo de corriente regula la cantidad de alimentación de manera que no es posible superar aproximadamente el 70% del flujo de corriente nominal.

20 El elemento de introducción (4) que funciona aquí es una rueda de cubeta regulada por la velocidad, que mide el material de alimentación desde un recipiente de depósito vía un cierre cíclico, que sirve como punto final barométrico, en la cámara de trituración, que está a una presión superatmosférica.

El material grueso se tritura en los chorros de vapor de agua de expansión (gas de trituración). Junto con el gas de trituración despresurizado, las partículas de producto ascienden en el centro de la vasija del molino hasta la rueda clasificadora. Dependiendo de la velocidad del clasificador y de la cantidad de vapor de trituración que se hayan ajustado, las partículas que tengan finura suficiente entran junto con el vapor de agua de trituración en la salida de finos, y desde allí pasan al sistema de separación aguas abajo, mientras que las partículas que son demasiado gruesas vuelven nuevamente a la zona de trituración y se someten a una trituración repetida. La descarga de los finos separados desde el filtro de separación al almacenamiento en el silo subsiguiente y la operación de embolsado tienen lugar por medio de un cierre de rueda de cesto.

La presión de trituración del gas de trituración que se obtiene en las boquillas de trituración, y el volumen resultante del gas de trituración, juntamente con la velocidad del clasificador de ruedas de paletas dinámico, determinan la finura de la función de distribución de tamaños de partículas, y también el límite de tamaños de partículas superior.

En una realización preferida, la trituración se lleva a cabo según lo siguiente. El procedimiento según la invención se lleva a cabo en un sistema de molienda (aparato de molienda), preferiblemente en un sistema de molienda que comprende un molino de chorros, particularmente de forma preferible que comprende un molino de chorros opuestos. Para este fin, un material de alimentación a triturar se acelera en chorros de gas de expansión de alta velocidad y es triturado por impactos de partícula con partícula. Los molinos de chorros muy preferiblemente usados de modo particular son molinos de chorros opuestos de lecho fluidizado o molinos de chorros de lecho denso o molinos de chorros en espiral. En el caso del molino de chorros opuestos de lecho fluidizado muy particularmente preferido, están presentes dos o más entradas de chorros de molienda en el tercio inferior de la cámara de molienda, preferiblemente en forma de boquillas de molienda, que están presentes preferiblemente en el plano horizontal. Las entradas de los chorros de molienda están dispuestas particularmente de forma preferible en la circunferencia del recipiente de molienda preferiblemente redondo, de manera que los chorros de molienda se encuentran todos en un punto en el interior del recipiente de molienda. Particularmente de forma preferible, las entradas de chorros de molienda se distribuyen de forma uniforme a lo largo de la circunferencia del recipiente de molienda. En el caso de tres entradas de chorros de molienda, el espacio sería en cada caso por lo tanto 120°.

En una realización especial del procedimiento según la invención, el sistema de molienda (aparato de molienda) comprende un clasificador, preferiblemente un clasificador dinámico, particularmente de forma preferible un clasificador de rueda de paletas dinámico, especialmente de forma preferible un clasificador según las Figuras 4 y 5.

En una realización particularmente preferida, se usa un clasificador de aire dinámico según las Figuras 2 y 3. Este clasificador de aire dinámico contiene una rueda clasificadora y un eje de rueda clasificadora y un alojamiento del clasificador, formándose un espacio del clasificador entre la rueda clasificadora y el alojamiento del clasificador y formándose una guía de eje entre el eje de la rueda clasificadora y el alojamiento del clasificador, y se caracteriza por que se efectúa la inundación del espacio del clasificador y/o de la guía del eje con gases comprimidos de baja energía.

Cuando se usa un clasificador en combinación con el molino de chorros operado en las condiciones según la invención, se impone un límite sobre las partículas sobredimensionadas, ascendiendo juntas las partículas de

producto con los chorros de gas expandidos que se hacen pasar desde el centro del recipiente de molienda a través del clasificador, y descargándose entonces el producto que tiene una finura suficiente desde el clasificador y desde el molino. Las partículas que son demasiado gruesas vuelven a la zona de molienda y se someten a una trituración adicional.

- 5 En el sistema de molienda, se puede conectar un clasificador a una unidad separada aguas abajo del molino, pero preferiblemente se usa un clasificador integrado.

Este procedimiento de molienda particular preferido según la presente invención comprende una fase de calentamiento que está incluida aguas arriba de la etapa de molienda real, en el cual la fase de calentamiento se asegura que la cámara de molienda, particularmente de forma preferible todos los componentes sustanciales del molino y/o del sistema de molienda en los que se podría condensar agua y/o vapor de agua, se calienta o calientan de manera que su temperatura está por encima del punto de rocío del vapor. El calentamiento se puede efectuar en principio mediante cualquier método de calentamiento. Sin embargo, el calentamiento se efectúa preferiblemente haciendo pasar gas caliente a través del molino y/o a través de todo el sistema de molienda, de manera que la temperatura del gas es mayor en la salida del molino que el punto de rocío del vapor. Particularmente de forma preferible, se asegura que el gas caliente calienta preferiblemente de forma suficiente todos los componentes sustanciales del molino y/o de todo el sistema de molienda que entran en contacto con el vapor de agua.

El gas de calentamiento usado puede ser en principio cualquier gas deseado y/o mezclas de gases, pero preferiblemente se usa aire caliente y/o gases de combustión y/o gases inertes. La temperatura del gas caliente está por encima del punto de rocío del vapor de agua.

- 20 El gas caliente se puede introducir en principio en cualquier punto deseado en la cámara de molienda. Preferiblemente están presentes para este fin entradas o boquillas en la cámara de molienda.

Estas entradas o boquillas pueden ser las mismas entradas o boquillas a través de las que también se hacen pasar los chorros de molienda durante la fase de molienda (boquillas de molienda). Sin embargo, también es posible que estén presentes en la cámara de molienda entradas o boquillas separadas (boquillas de calentamiento) a través de las cuales se puede hacer pasar el gas caliente y/o mezcla de gases. En una realización preferida, el gas de calentamiento o mezcla de gases de calentamiento se introduce a través de al menos dos, preferiblemente tres o más, entradas o boquillas, que están dispuestas en un plano y están dispuestas en la circunferencia del recipiente de molino preferiblemente redondo, de tal manera que todos los chorros se encuentran en un punto en el interior del recipiente de molienda. Particularmente de forma preferible, las entradas o boquillas están distribuidas de manera uniforme a lo largo de la circunferencia del recipiente de molienda.

Durante la molienda, se deja caer un gas y/o un vapor, preferiblemente vapor de agua y/o una mezcla de gas/vapor de agua, a través de las entradas de los chorros de molienda, preferiblemente en forma de boquillas de molienda, como medio de operación. Este medio de operación tiene como regla una velocidad del sonido sustancialmente mayor que el aire (343 m/s), preferiblemente al menos 450 m/s. Ventajosamente, el medio de operación comprende vapor de agua y/o gas hidrógeno y/o argón y/o helio. Es particularmente de forma preferible vapor de agua sobrecalentado. A fin de lograr una molienda muy fina, se ha demostrado particularmente ventajoso si el medio de operación se deja descender al molino a una presión de 15 a 250 bares, particularmente de forma preferible de 20 a 150 bares, muy particularmente de forma preferible 30 a 70 bares, y especialmente de forma preferible 40 a 65 bares. El medio de operación también tiene particularmente de forma preferible una temperatura de 200 a 800°C, particularmente de forma preferible 250 a 600°C, y en particular 300 a 400°C. La presión incluye todos los valores y subvalores entremedias, especialmente incluyendo 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220 y 240 bares. La temperatura del medio de operación incluye todos los valores y subvalores entremedias, especialmente incluyendo 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750°C.

- 45 En el caso de vapor de agua como medio de operación, es decir, particularmente cuando la tubería de alimentación de vapor se conecta a una fuente de vapor de agua, demuestra ser particularmente ventajoso si la entrada o boquillas de molienda están conectadas a una tubería de alimentación de vapor, que está equipada con codos de expansión.

Además, se ha demostrado que es ventajoso si la superficie del molino de chorros tiene un valor tan pequeño como sea posible y/o las rutas de flujo están al menos sustancialmente libres de proyecciones y/o si los componentes del molino de chorro se diseñan para evitar acumulaciones. Mediante estas medidas, se puede evitar adicionalmente la deposición del material a moler en el molino.

La invención se explica con más detalle simplemente a título de ejemplo con referencia a las realizaciones preferidas y especiales descritas más abajo del procedimiento según la invención y las versiones preferidas y particularmente adecuadas de molinos de chorros y los dibujos y descripciones de los dibujos, es decir, no está limitada a estos ejemplos de trabajo y ejemplos de uso o a las combinaciones respectivas de características en ejemplos de trabajo individuales.

Las características individuales que se señalan y/o muestran en relación con los ejemplos de trabajo específicos no están limitadas a estos ejemplos de trabajo o la combinación con las otras características de estos ejemplos de

trabajo, sino que se pueden combinar, dentro de las posibilidades técnicas, con cualesquiera otras variantes, incluso si no se explican separadamente en los presentes documentos.

Números de referencia idénticos en las figuras e imágenes individuales de los dibujos designan componentes idénticos o similares o componentes que tienen un efecto idéntico o similar. Los diagramas en el dibujo también aclaran aquellas características que no se proporcionan con referencias numéricas, independientemente de si tales características se describen más abajo o no. Por otro lado, las características que están contenidas en la presente descripción pero no visibles o mostradas en el dibujo, también son fácilmente comprensibles por una persona experta en la técnica.

Como ya se indicó más arriba, se puede usar un molino de chorros, preferiblemente un molino de chorros opuestos, que comprende un clasificador integrado, preferiblemente un clasificador de aire dinámico integrado, para la producción de partículas muy finas en el procedimiento según la invención. De forma particularmente preferible, el clasificador de aire contiene una rueda clasificadora y un eje de la rueda clasificadora y un alojamiento del clasificador, formándose un espacio del clasificador entre la rueda clasificadora y el alojamiento del clasificador, y formándose una guía de eje entre el eje de la rueda clasificadora y el alojamiento del clasificador, y se hace funcionar de tal manera que se efectúa la inundación del espacio del clasificador y/o la guía del eje con gases comprimidos de baja energía.

Preferiblemente, el gas de inundación se usa a una presión no mayor que al menos aproximadamente 0,4 bares, particularmente de forma preferible no mayor que al menos alrededor de 0,3 bares, y en particular no mayor que alrededor de 0,2 bares por encima de la presión interna del molino. La presión interna del molino puede estar al menos alrededor de en el intervalo de 0,1 a 0,5 bares.

Además, es preferible si se usa el gas de inundación a una temperatura de alrededor de 80 a alrededor de 120°C, en particular aproximadamente 100°C, y/o si el gas de inundación usado es aire comprimido de baja energía, en particular a alrededor de 0,3 bares a alrededor de 0,4 bares.

La velocidad de un rotor clasificador del clasificador de aire y la relación de amplificación interna se pueden escoger o ajustar o pueden ser regulables de manera que la velocidad circunferencial del medio de operación (B) en un tubo de inmersión o boquilla de salida coordinado con la rueda clasificadora alcanza hasta 0,8 veces la velocidad del sonido del medio de operación.

Esto se puede desarrollar además si la velocidad de un rotor clasificador del clasificador de aire y la relación de amplificación interna se escogen o ajustan o son regulables de manera que la velocidad circunferencial del medio de operación (B) en el tubo de inmersión o boquilla de salida alcanza hasta 0,7 veces, y particularmente de forma preferible hasta 0,6 veces la velocidad del sonido del medio de operación.

En particular, es posible además ventajosamente asegurar que el rotor clasificador tenga un espacio libre de altura que aumenta al disminuir el radio siendo preferiblemente esa área del rotor clasificador a través de la cual tiene lugar el flujo al menos aproximadamente constante. Como alternativa, o además, puede ser ventajoso si el rotor clasificador tiene un tubo de inmersión intercambiable, cogiratorio. En una variante incluso adicional, es preferiblemente proporcionar una cámara de salida de finos que tenga una sección transversal creciente en la dirección del flujo.

Además, el molino de chorro según la invención puede contener ventajosamente en particular un clasificador de aire que contiene las características individuales o combinaciones de características del clasificador de viento según el documento EP-A-472930. En particular, el clasificador de aire puede contener medios para reducir los componentes circunferenciales de flujo según el documento EP-A-472930. En particular, es posible asegurar que una boquilla de salida que se coordina con la rueda clasificadora del clasificador de aire y está en forma de un tubo de inmersión tenga, en la dirección del flujo, una sección transversal creciente que se diseña preferiblemente para ser redonda para evitar formaciones de remolinos.

Realizaciones preferidas y/o ventajosas del sistema de molienda que se puede usar en el procedimiento según la invención o del molino son evidentes a partir de las Figuras 1 a 5 y la descripción asociada, enfatizándose una vez más que estas realizaciones explican simplemente la invención con más detalle a título de ejemplo, es decir, dicha invención no está limitada a estos ejemplos de trabajo y ejemplos de uso o a las combinaciones respectivas de características con ejemplos de trabajo individuales.

Las características individuales que se afirman y/o muestran en relación con los ejemplos de trabajo específicos no están limitadas a estos ejemplos de trabajo o a la combinación con las otras características de estos ejemplos de trabajo, sino que se pueden combinar con las posibilidades técnicas con cualesquiera otras variantes, incluso si no se discuten de forma separada en los presentes documentos.

Números de referencia idénticos en las figuras e imágenes individuales de los dibujos designan componentes idénticos o similares o componentes que tienen un efecto idéntico o similar. Los diagramas en el dibujo también aclaran aquellas características que no se proporcionan con los números de referencia, independientemente de si tales características se describen más abajo o no. Por otro lado, las características que están contenidas en la

presente descripción pero no son visibles o no se muestran en el dibujo también son fácilmente comprensibles por una persona experta en la técnica.

La Fig. 1 muestra un ejemplo de trabajo de un molino de chorros 1 que comprende un alojamiento cilíndrico 2, que encierra una cámara de molienda 3, una alimentación 4 de material a triturar (moler), aproximadamente a la mitad de la altura de la cámara de molienda 3, al menos una entrada 5 de chorros de molienda en la región inferior de la cámara de molienda 3, y una salida 6 de producto en la región superior de la cámara de molienda 3. Se dispone un clasificador de aire 7 que tiene una rueda clasificadora giratoria 8 con la que el material molido (no mostrado) se clasifica a fin de eliminar material sólo molido por debajo de un cierto tamaño de partículas a través de la salida de productos 6 desde la cámara de molienda 3, y para alimentar material molido que tiene un tamaño de partículas por encima del valor escogido a un proceso de molienda adicional.

La rueda clasificadora 8 puede ser una rueda clasificadora que es habitual en clasificadores de aire, y cuyas cuchillas (véase más abajo, por ejemplo en relación con la Fig. 5) unen canales de cuchillas radiales, en cuyos extremos exteriores el aire clasificador entra y las partículas de tamaño de partículas o de masa relativamente pequeño son arrastradas a la salida central y a la salida de producto 6, mientras que las partículas más grandes o partículas de mayor masa son rechazadas bajo la influencia de la fuerza centrífuga. Particularmente de forma preferible, el clasificador de aire 7 y/o al menos la rueda clasificadora 8 del mismo están equipados con al menos una característica de diseño según el documento EP-A-472930.

Es posible proporcionar sólo una entrada 5 de chorros de molienda, por ejemplo que consiste en una única abertura de entrada o boquilla de entrada 9 radialmente dirigida, a fin de permitir que un único chorro 10 de molienda haga que se encuentren, a energía elevada, las partículas de material a moler, que alcanzan la región del chorro 10 de molienda desde la alimentación 4 de material a triturar (moler), y divida las partículas de material a moler en partículas más pequeñas que son recogidas mediante la rueda clasificadora 8 y, si han alcanzado un tamaño o masa apropiadamente pequeña, son transportadas al exterior a través de la salida 6 de producto. Sin embargo, se logra un mejor efecto con entradas 5 de chorros de molienda que están diametralmente opuestos entre sí en pares y forman dos chorros 10 de molienda que golpean entre sí y dan como resultado una división de partículas más intensa que la que es posible con un solo chorro 10 de molienda, en particular si se produce una pluralidad de pares de chorros de molienda.

Preferiblemente se usan dos o más entradas de chorros de molienda, preferiblemente boquillas de molienda, en particular 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ó 12 entradas de chorros de molienda, que están dispuestos en el tercio inferior del alojamiento preferiblemente cilíndrico de la cámara de molienda. Estas entradas de chorros de molienda están dispuestas idealmente distribuidas en un plano y uniformemente a lo largo de la circunferencia del recipiente de molienda, de manera que los chorros de molienda se encuentran todos en un punto en el interior del recipiente de molienda. Particularmente de forma preferible, las entradas o boquillas están distribuidas de forma uniforme a lo largo de la circunferencia del recipiente de molienda. En el caso de tres chorros de molienda, esto sería un ángulo de 120° entre las entradas o chorros respectivos. En general, se puede afirmar que cuanto más grande es la cámara de molienda, más entradas o boquillas de molienda se usan.

En una realización preferida del procedimiento según la invención, la cámara de molienda puede contener, además de las entradas de chorros de molienda, aberturas o boquillas calentadoras 5a, preferiblemente en forma de boquillas de calentamiento, a través de las cuales se puede hacer pasar gas caliente al molino en la fase de calentamiento. Estas boquillas o aberturas pueden estar dispuestas – como ya se describe más arriba – en el mismo plano que las aberturas o boquillas 5 de molienda. Puede estar presente una abertura o boquilla de calentamiento 5a, pero preferiblemente también puede estar presente una pluralidad de aberturas o boquillas 5a de calentamiento, particularmente de forma preferible 2, 3, 4, 5, 6, 7 u 8 aberturas o boquillas 5a de calentamiento.

En una realización muy particularmente preferida, el molino contiene dos boquillas o aberturas de calentamiento y tres boquillas o aberturas de molienda.

Por ejemplo, la temperatura de procesamiento se puede influir además usando una fuente de calentamiento interna 11 entre la alimentación 4 de material a (triturar) moler y la región de los chorros de molienda 10 o una fuente de calentamiento correspondiente 12 en la región fuera de la alimentación 4 del material a triturar (moler), o procesando partículas de material a moler que ya están en cualquier caso calientes y evita pérdidas de calor al alcanzar la alimentación 4 de material a triturar (moler), para cuyo fin se rodea un tubo 13 de alimentación mediante una camisa 14 aislante de la temperatura. La fuente 11 ó 12 de calentamiento, si se usa, puede ser en principio de cualquier forma deseada, y por lo tanto usable para el fin particular y escogida según la disponibilidad en el mercado, de manera que no se necesitan explicaciones adicionales en este contexto.

En particular, la temperatura del chorro de molienda o de los chorros de molienda 10 es relevante a la temperatura, y la temperatura del material a moler debería corresponder al menos aproximadamente a esta temperatura de los chorros de molienda.

Para la formación de chorros de molienda 10 introducidos a través de entradas 5 de chorros de molienda en la cámara de molienda 3, en el presente ejemplo de trabajo se usa vapor de agua sobrecalentado. Se ha de suponer

que el contenido de calor del vapor de agua tras la boquilla 9 de entrada de la entrada 5 de chorros de molienda respectivo no es sustancialmente menor que antes de esta boquilla 9 de entrada. Debido a que la energía necesaria para la trituración por impacto está disponible principalmente como energía de flujo, la caída de presión entre la entrada 15 de la boquilla 9 de entrada y su salida 16 será considerable en comparación (la energía de presión se convertirá muy sustancialmente en energía de flujo) y la caída de temperatura tampoco será despreciable. Esta caída de temperatura en particular se debería de compensar mediante el calentamiento del material a moler, en un grado tal que el material a moler y el chorro 10 de molienda tengan la misma temperatura en la región del centro 17 de la cámara 3 de molienda cuando al menos dos chorros 10 de molienda se encuentran uno con el otro, o en el caso de una multiplicidad de dos chorros 10 de molienda.

Con respecto al diseño y procedimiento para preparar el chorro 10 de molienda que comprende vapor de agua sobrecalentado, en particular en forma de un sistema cerrado, se hace referencia al documento DE 19824062 A1. Por ejemplo, es posible la molienda de desecho caliente como material a moler con una eficiencia óptima mediante un sistema cerrado.

En la Figura 1 del molino 1 de chorros, cualquier alimentación de un medio de operación B está tipificada mediante un depósito o dispositivo de generación 18, que representa, por ejemplo, un tanque 18a, a partir del cual se hace pasar el medio de operación B vía dispositivos 19 de tuberías a la entrada 5 de los chorros de molienda o a las entradas 5 de los chorros de molienda para formar el chorro 10 de molienda o los chorros 10 de molienda.

En particular, partiendo de un molino 1 de chorros equipado con un clasificador de aire 7, destinándose y entendiéndose aquí que los ejemplos de trabajo relevantes son sólo ejemplares y no limitantes, se lleva a cabo un procedimiento para producir partículas muy finas con este molino 1 de chorros usando un clasificador de aire dinámico integrado 7. Aparte del hecho de que la fase de molienda va precedida por una fase de calentamiento en la que todas las partes que entran en contacto con el vapor se calientan hasta una temperatura por encima del punto de rocío del vapor y el hecho de que se usa un clasificador preferiblemente integrado, la innovación en comparación con los molinos de chorros convencionales es que la velocidad del rotor clasificador o de la rueda clasificadora 8 del clasificador de aire 7 y la relación de amplificación interna se escogen preferiblemente, se ajustan o se regulan de manera que la velocidad circunferencial de un medio de operación B en un tubo de inmersión o boquilla de salida 20 coordinado con la rueda clasificadora 8 alcanza hasta 0,8 veces, preferiblemente hasta 0,7 veces, y particularmente de forma preferible hasta 0,6 veces la velocidad del sonido del medio de operación B.

Con referencia a la variante previamente explicada con vapor de agua sobrecalentado como medio de operación B, o como una alternativa a esto, es particularmente ventajoso usar, como medio de operación, gases o vapores B que tienen una mayor, y en particular sustancialmente mayor velocidad de sonido que el aire (343 m/s). Específicamente, se usan gases o vapores B que tienen una velocidad del sonido de al menos 450 m/s como medio de operación. Esto mejora sustancialmente la producción y el rendimiento de partículas muy finas en comparación con procedimientos que usan otros medios de operación, como se usan convencionalmente según el conocimiento práctico, y por tanto optimiza el procedimiento en su conjunto.

Como medio de operación B se usa un fluido, preferiblemente el vapor de agua mencionado anteriormente, pero también hidrógeno gaseoso o helio gaseoso.

En una realización preferida, el molino 1 de chorros, que es en particular un molino de chorros de lecho fluidizado o un molino de chorros de lecho denso o un molino de chorros en espiral, se forma o diseña con el clasificador de aire dinámico integrado 7 para producir partículas muy finas, o se proporciona con dispositivos adecuados de manera que la velocidad del rotor clasificador o de la rueda clasificadora 8 del clasificador de aire 7 y la relación de amplificación interna se escogen o ajustan o se regulan o se controlan de manera que la velocidad circunferencial del medio de operación B en el tubo de inmersión o boquilla de salida 20 alcanza hasta 0,8 veces, preferiblemente hasta 0,7 veces, y particularmente de forma preferible hasta 0,6 veces la velocidad del sonido del medio de operación B.

Además, el molino 1 de chorros está equipado preferiblemente con una fuente, por ejemplo el depósito o dispositivo de generación 18 para vapor de agua o vapor de agua sobrecalentado u otro depósito o dispositivo de generación adecuado, para un medio de operación B, o tal fuente del medio de operación está coordinado con él, a partir de lo cual, para la operación, un medio de operación B se alimenta a una velocidad del sonido mayor, y particularmente de forma sustancial mayor que el aire (343 m/s), tal como, preferiblemente, una velocidad del sonido de al menos 450 m/s. Esta fuente del medio de operación, tal como, por ejemplo, el depósito o dispositivo de generación 18 para vapor de agua o vapor de agua sobrecalentado, contiene gases o vapores B para uso durante la operación del molino 1 de chorros, en particular el vapor de agua mencionado anteriormente, pero también son alternativas preferidas el hidrógeno gaseoso y el helio gaseoso.

Particularmente con el uso de vapor de agua caliente como medio de operación B, es ventajoso proporcionar dispositivos 19 de tuberías que están equipados con codos de expansión (no mostrados), y entonces también se han de diseñar como tubería de alimentación de vapor, a la entrada o boquillas 9 de molienda, es decir, preferiblemente cuando la tubería de alimentación de vapor está conectada a una fuente de vapor de agua como un depósito o dispositivo de generación 18.

Un aspecto ventajoso adicional en el uso de vapor de agua como medio de operación B consiste en proporcionar al molino 1 de chorros con una superficie que es tan pequeña como sea posible, o en otras palabras, optimizar el molino 1 de chorros con relación a una superficie tan pequeña como sea posible. Particularmente en relación con vapor de agua como medio de operación B, es particularmente ventajoso evitar intercambio de calor o pérdida de calor, y por tanto pérdida de energía en el sistema. Este propósito también se sirve mediante las medidas de diseño alternativas o adicionales posteriores, a saber, diseñar los componentes del molino 1 de chorros para evitar acumulaciones u optimizar dichos componentes a este respecto. Esto se puede hacer, por ejemplo, usando salientes que son tan delgados como sea posible en los dispositivos 19 de tuberías y para la conexión de dispositivos 19 de tuberías.

La pérdida de energía y también otros efectos adversos relacionados con el flujo se pueden suprimir o evitar adicionalmente si los componentes del molino 1 de chorros se diseñan u optimizan para evitar la condensación. Para este fin, pueden estar presentes incluso dispositivos especiales (no mostrados) para evitar la condensación. Además, es ventajoso si las rutas de flujo están al menos sustancialmente libres de proyecciones u optimizadas a este respecto. En otras palabras, el principio de evitar tanto como sea posible o cualquier cosa que se pueda enfriar y donde pueda surgir por lo tanto condensación se implementa mediante estas variantes de diseño individualmente o en cualquiera de las combinaciones deseadas.

Además, es ventajoso, y por lo tanto preferible, si el rotor clasificador tiene un espacio libre de altura que aumenta al disminuir el radio, es decir, hacia su eje, en particular aquella área del rotor clasificador a través de la cual tiene lugar el flujo que es al menos aproximadamente constante. En primer lugar, o como alternativa, es posible proporcionar una cámara de salida de finos que tiene una sección transversal creciente en la dirección del flujo.

Una realización particularmente preferida en el caso del molino 1 de chorros consiste en el rotor clasificador 8 que tiene un tubo de inmersión 20 intercambiable cogiratorio.

Otros detalles y variantes de diseños preferidos del molino 1 de chorros y sus componentes se explican más abajo con referencia a las Figs. 4 y 5.

El molino 1 de chorros contiene preferiblemente, como se muestra en el diagrama esquemático en la Fig. 4, un clasificador de aire integrado 7 que es, por ejemplo, en el caso de diseños del molino 1 de chorros como un molino de chorros de lecho fluidizado o como un molino de chorros de lecho denso o como un molino de chorros en espiral, un clasificador de aire dinámico 7 que está dispuesto ventajosamente en el centro de la cámara 3 de molienda del molino 1 de chorros. Dependiendo del caudal volumétrico del gas de molienda y de la velocidad del clasificador, se puede influir sobre la finura deseada del material a moler.

En el clasificador 7 de aire del molino 1 de chorros según la Fig. 4, todo el clasificador de aire vertical 7 está encerrado por un alojamiento 21 del clasificador que comprende sustancialmente la parte superior 22 del alojamiento y la parte inferior 23 del alojamiento. La parte superior 22 del alojamiento y la parte inferior 23 del alojamiento están provistas en el borde superior e inferior, respectivamente, en cada caso, con un saliente circunferencial 24 y 25, respectivamente, dirigido hacia fuera. Los dos salientes circunferenciales 24, 25 están presentes uno encima del otro en la instalación o estado operacional del clasificador de aire 8, y están fijos entre sí por medios adecuados. Los medios adecuados para la fijación son, por ejemplo, conexiones de tornillos (no mostradas). Las abrazaderas (no mostradas) o similares también pueden servir como medios de fijación separables.

En virtualmente cualquier punto deseado de la circunferencia del saliente, están conectados dos salientes circunferenciales 24 y 25 entre sí por una junta 26 de manera que, después de que se ha liberado el medio que conecta el saliente, la parte superior 22 del alojamiento se puede girar hacia arriba con respecto a la parte inferior 23 del alojamiento en la dirección de la flecha 27. La parte superior 22 del alojamiento es accesible desde abajo, y la parte inferior 23 del alojamiento desde arriba. La parte inferior 23 del alojamiento está formada a su vez por dos partes, y comprende sustancialmente el alojamiento de la cámara clasificadora cilíndrica 28 con el saliente circunferencial 25 en su extremo abierto superior y un cono de descarga 29 que se estrecha cónicamente hacia abajo. El cono de descarga 29 y el alojamiento 28 de la cámara clasificadora descansan uno encima del otro con salientes 30, 31 en el extremo superior e inferior, respectivamente, y los dos salientes 30, 31 del cono de descarga 29 y del alojamiento 28 de la cámara clasificadora están conectados entre sí por medios de fijación separables (no mostrados) como los salientes circunferenciales 24, 25. El alojamiento 21 del clasificador ensamblado de esta manera está suspendido en y desde brazos 28a de soporte, una pluralidad de los cuales están distribuidos tan lejos como sea posible espaciados uniformemente alrededor de la circunferencia del alojamiento 21 del clasificador o del compresor del clasificador 7 de aire del molino 1 de chorros, y agarran el alojamiento 28 de la cámara clasificadora cilíndrica.

Una parte sustancial del interior del alojamiento del clasificador 7 de aire es a su vez la rueda clasificadora 8 que tiene un disco de cubierta superior 32, que tiene un disco de cubierta inferior 33 alejado axialmente una distancia y en el lado de salida del flujo y que tiene cuchillas 34 de contorno apropiado que están dispuestas entre los bordes exteriores de los dos discos de cubierta 32 y 33, conectadas firmemente a estos y distribuidas uniformemente alrededor de la circunferencia de la rueda clasificadora 8. En el caso de este clasificador de aire 7, la rueda clasificadora 8 es accionada vía el disco de cubierta superior 32, mientras que el disco de cubierta inferior 33 es el

disco de cubierta en el lado de salida de flujo. El montaje de la rueda clasificadora 8 comprende un eje 35 de la rueda clasificadora que es accionado positivamente de una manera apropiada, es conducido fuera del alojamiento 21 del clasificador en el extremo superior y, con su extremo inferior dentro del alojamiento 21 del clasificador, soporta la rueda clasificadora 8 de forma no giratoria en un cojinete colgante. El eje 35 de la rueda clasificadora es conducido fuera del alojamiento 21 del clasificador en un par de placas trabajadas 36, 37 que cierran el alojamiento 21 del clasificador en el extremo superior de la sección 38 del extremo del alojamiento en forma de un cono truncado en la parte superior, guía el eje 35 de la rueda clasificadora y cierra herméticamente este pasaje del eje sin impedir los movimientos rotacionales del eje 35 de la rueda clasificadora. Apropiadamente, la placa superior 36 se puede coordinar en forma de un saliente no giratorio con el eje 35 de la rueda clasificadora y soportada de forma no giratoria vía un cojinete giratorio 35a en la placa inferior 37, que a su vez está coordinado con una sección 38 del extremo del alojamiento. El lado inferior del disco 33 de cubierta en el lado de salida de flujo está en el plano común entre los salientes circunferenciales 24 y 25, de manera que la rueda clasificadora 8 está dispuesta en su totalidad en la parte 22 superior con bisagras del alojamiento. En la región de la sección 38 del extremo del alojamiento cónica, la parte superior 22 del alojamiento también tiene una boquilla 39 de alimentación de producto tubular de la alimentación 4 de material a triturar (moler), cuyo eje longitudinal de la boquilla de alimentación de producto es paralelo al eje 40 de rotación de la rueda clasificadora 8 y su eje de conducción o de rueda clasificadora 35 y cuya boquilla de alimentación de producto está dispuesta radialmente hacia fuera en la parte superior 22 del alojamiento, tan lejos como sea posible de este eje 40 de rotación de la rueda clasificadora 8 y su eje de conducción o de rueda clasificadora 35.

En una realización particularmente preferida según las Figuras 2 y 3, el clasificador 1 de aire dinámico integrado contiene una rueda clasificadora 8 y un eje 35 de la rueda clasificadora y un alojamiento del clasificador, como ya se explicó. Un espacio 8a del clasificador se define entre la rueda clasificadora 8 y el alojamiento 21 del clasificador, y se forma una guía del eje 35b entre el eje de la rueda clasificadora y el alojamiento 21 del clasificador (véase en este contexto las Figs. 2 y 3). En particular, partiendo desde un molino 1 de chorros equipado con tal clasificador de aire 7, entendiéndose aquí los ejemplos de trabajo relevantes como sólo ejemplares y no limitantes, se lleva a cabo un procedimiento para producir partículas muy finas usando este molino 1 de chorros, que comprende un clasificador 7 de aire dinámico integrado. Además del hecho de que la cámara de molienda se calienta antes de la fase de molienda hasta una temperatura por encima del punto de rocío del vapor, la innovación comparada con los molinos de chorros convencionales consiste en inundar el espacio 8a del clasificador y/o la guía del eje 35b con gases comprimidos de baja energía. La peculiaridad de este diseño es precisamente la combinación del uso de estos gases de baja energía comprimidos con el vapor de agua sobrecalentado de energía elevada, con el que se alimenta el molino a través de las entradas de los chorros de molienda, en particular boquillas de molienda o boquillas de molienda presentes allí. De este modo, se usan simultáneamente medios de alta energía y medios de baja energía.

En la realización según ambas figuras 4 y 5 por un lado y 2 y 3 por otro lado, el alojamiento 21 del clasificador recibe la boquilla 20 de salida tubular que está dispuesta axialmente de forma idéntica con la rueda clasificadora 8 y descansa con su extremo superior justo debajo del disco 33 de cubierta de la rueda clasificadora 8, disco de cubierta el cual está en el lado de salida de flujo, pero sin estar conectado a él. Montado axialmente en coincidencia en el extremo inferior de la boquilla 20 de salida en forma de un tubo está una cámara 41 de salida que es igualmente tubular pero cuyo diámetro es sustancialmente mayor que el diámetro de la boquilla 20 de salida y, en el presente ejemplo de trabajo, es al menos dos veces tan grande como el diámetro de la boquilla 20 de salida. Por lo tanto, existe un salto sustancial de diámetro en la transición entre la boquilla 20 de salida y la cámara 41 de salida. La boquilla 20 de salida está insertada en una placa 42 de cubierta superior de la cámara 41 de salida. En la parte inferior, la cámara 41 de salida está cerrada por una cubierta 43 retirable. El ensamblaje que comprende la boquilla 20 de salida y la cámara 41 de salida se mantiene en una pluralidad de brazos 44 de soporte que están distribuidos uniformemente de una manera parecida a una estrella alrededor de la circunferencia del montaje, conectado firmemente en sus extremos internos en la región de la boquilla 20 de salida al montaje y fijos en sus extremos exteriores al alojamiento 21 del clasificador.

La boquilla 20 de salida está rodeada por un alojamiento 45 anular cónico, cuyo diámetro externo inferior más grande corresponde al menos aproximadamente al diámetro de la cámara 41 de salida, y cuyo diámetro externo superior más pequeño corresponde al menos aproximadamente al diámetro de la rueda clasificadora 8. Los brazos 44 de soporte terminan en la pared cónica del alojamiento 45 anular y están conectados firmemente a esta pared, que a su vez es parte del montaje que comprende la boquilla 20 de salida y la cámara 41 de salida.

Los brazos 44 de soporte y el alojamiento 45 anular son partes del dispositivo de aire de inundación (no mostrado), previniendo el aire de inundación la penetración de material desde el interior del alojamiento 21 del clasificador en el espacio entre la rueda clasificadora 8, o más exactamente el disco de cubierta inferior 3 de la misma, y la boquilla 20 de salida. A fin de ser capaces de que este aire de inundación alcance el alojamiento anular 45, y de allí mantener el espacio libre, los brazos 44 de soporte están en forma de tubos, con sus secciones extremas exteriores conducidas a través de la pared del alojamiento 21 del clasificador y conectadas vía un filtro 46 de captación a una fuente de aire de inundación (no mostrada). El alojamiento 45 anular está cerrado en la parte superior por una placa perforada 47, y el propio espacio puede ser ajustable mediante un disco anular axialmente ajustable en la región entre la placa perforada 47 y el disco de cubierta inferior 33 de la rueda clasificadora 8.

La salida desde la cámara 41 de salida está formada por un tubo 48 de descarga de finos que es conducido desde el exterior al alojamiento 21 del clasificador, y está conectado tangencialmente a la cámara 41 de salida. El tubo 48 de descarga de finos es parte de la salida 6 de producto. Un cono 49 de deflexión sirve para revestir la entrada del tubo 48 de descarga de finos en la cámara 41 de salida.

5 En el extremo inferior de la sección 38 del extremo del alojamiento cónico, una espiral 50 de entrada de aire clasificador y una descarga 51 de material grueso se coordinan en disposición horizontal con la sección 38 del extremo del alojamiento. La dirección de rotación de la espiral 50 de entrada de aire clasificador está en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la rueda 8 clasificadora. La descarga 51 de material grueso está coordinado de manera separable con la sección 38 del extremo del alojamiento, coordinándose un saliente 52 con el extremo inferior de la sección 38 del extremo del alojamiento y un saliente 53 con el extremo superior de la descarga 51 de material grueso, y estando conectados entre sí a su vez de forma separable ambos salientes 52 y 53 por medios conocidos cuando el clasificador 7 de aire está listo para la operación.

La zona de dispersión a diseñar está designada por 54. Los salientes trabajados (biselados) en el extremo interior, para flujo limpio, y un revestimiento simple se designan por 55.

15 Finalmente, también se monta un tubo 56 protector intercambiable como una parte de cierre en la pared interna de la boquilla 20 de salida, y se puede montar un tubo 57 protector intercambiable correspondiente en la pared interna de la cámara 41 de salida.

20 Al comienzo de la operación del clasificador 7 de aire en el estado de operación mostrado, se introduce aire clasificador vía la espiral 50 de entrada de aire clasificador en el clasificador 7 de aire a un gradiente de presión y con una velocidad de entrada escogida según el fin. Como resultado de introducir el aire clasificador por medio de una espiral, en particular en combinación con la conicidad de la sección 38 del extremo del alojamiento, el aire clasificador asciende espiralmente hacia arriba en la región de la rueda clasificadora 8. Al mismo tiempo, el "producto" que comprende partículas sólidas de diferente masa se introduce vía la boquilla 39 de alimentación de producto en el alojamiento 21 del clasificador. De este producto, el material grueso, es decir, la fracción de partículas que tiene una mayor masa, se mueve en dirección opuesta al aire clasificador en la región de la descarga 51 de material grueso, y se proporciona para un procesamiento posterior. Los finos, es decir, la fracción de partículas que tiene una menor masa, se mezclan con el aire clasificador, pasan radialmente desde el interior hacia dentro a través de la rueda clasificadora 8 en la boquilla 20 de salida, en la cámara 41 de salida y finalmente vía un tubo 48 de salida de finos a una salida 58 de finos, y desde allí a un filtro en el que el medio de operación en forma de fluido, tal como por ejemplo aire, y los finos se separan unos de los otros. Los constituyentes más gruesos de los finos se eliminan radialmente desde la rueda 8 clasificadora mediante fuerza centrífuga y se mezclan con el material grueso a fin de dejar el alojamiento 21 clasificador con el material grueso o circular en el alojamiento 21 clasificador hasta que se convierten en finos que tienen un tamaño de partículas de manera que se descarga con el aire clasificador.

35 Dado el crecimiento abrupto de la sección transversal desde la boquilla 20 de salida a la cámara 41 de salida, tiene lugar una reducción sustancial en la velocidad de flujo de la mezcla de finos/aire. Esta mezcla pasará por lo tanto a una velocidad de flujo muy lenta a través de la cámara 41 de salida vía el tubo 48 de salida de finos a la salida 58 de finos y produce sólo una pequeña cantidad de material erosionado en la pared de la cámara 41 de salida. Por esta razón, el tubo 57 protector es también sólo una medida muy preventiva. La elevada velocidad de flujo en la rueda clasificadora 8 por razones relacionadas con una técnica de buena separación, también prevalece sin embargo, en la boquilla 20 de descarga o de salida, y por lo tanto el tubo 56 protector es más importante que el tubo 57 protector. Se prefiere particularmente el salto de diámetro con un incremento de diámetro en la transición desde la boquilla 20 de salida a la cámara 41 de salida.

45 El clasificador 7 de aire puede además a su vez mantenerse fácilmente como resultado de la subdivisión del alojamiento 21 del clasificador en la manera descrita, y la coordinación de los componentes del clasificador con los alojamientos de partes individuales, y cuyos componentes se han dañado, se puede cambiar con un esfuerzo relativamente pequeño y dentro de tiempos de mantenimiento cortos.

50 Aunque la rueda clasificadora 8 con los dos discos de cubierta 32 y 33 y el anillo 59 de cuchillas dispuesto entre ellos y que tiene las cuchillas 34 se muestra en el diagrama esquemático de la Fig. 4 y 2 en la forma habitual ya conocida con discos de cubierta paralelos 32 y 33 que tienen superficies paralelas, la rueda clasificadora 8 se muestra en la Fig. 5 y 3 para un ejemplo de trabajo adicional del clasificador 7 de aire de un desarrollo adicional ventajoso.

55 Esta rueda clasificadora 8 según la Fig. 5 y 3 contiene, además del anillo 59 de cuchillas con las cuchillas 34, el disco de cubierta superior 32 y el disco de cubierta inferior 33 una distancia axial alejada de ellos y localizada en el lado de salida del flujo, y es giratorio alrededor del eje 40 de rotación y de este modo del eje longitudinal del clasificador de aire 7. La dimensión diametral de la rueda clasificadora 8 es perpendicular al eje 40 de rotación, es decir, al eje longitudinal del clasificador 7 de aire, independientemente de si el eje 40 de rotación, y por tanto dicho eje longitudinal, sea perpendicular u horizontal. El disco de cubierta inferior 33 en el lado de salida de flujo encierra concéntricamente la boquilla 20 de salida. Las cuchillas 34 están conectadas a los dos discos de cubierta 33 y 32. Los dos discos de cubierta 32 y 33 son ahora, en contraste con la técnica anterior, cónicos, preferiblemente de

manera que la distancia del disco de cubierta superior 32 desde el disco de cubierta 33 en el lado de salida de flujo aumenta desde el anillo 59 de las cuchillas 34 hacia dentro, es decir, hacia el eje 40 de rotación, y lo hace preferiblemente de forma continua, tal como, por ejemplo, lineal o no linealmente, y más preferiblemente de manera que el área de la camisa del cilindro a través de la cual tiene lugar el flujo permanece aproximadamente constante para cada radio entre los bordes de salida de las cuchillas y la boquilla 20 de salida. La velocidad de salida del flujo que disminuye debido al radio decreciente en soluciones conocidas permanece al menos aproximadamente constante en esta solución.

Además de la variante del diseño del disco de cubierta superior 32 y del disco de cubierta inferior 33 que se explica anteriormente y en la Fig. 5 y 3, también es posible para sólo uno de estos dos discos de cubierta 32 ó 33 que sea cónico en la manera explicada y que el otro disco de cubierta 32 ó 33 sea plano, como es el caso para ambos discos de cubierta 32 ó 33 en relación con el ejemplo de trabajo según la Fig. 4. En particular, la forma del disco de cubierta que no tiene superficies paralelas puede ser tal que el área de la camisa del cilindro a través de la cual tiene lugar el flujo permanece al menos aproximadamente constante para cada radio entre los bordes de salida de las cuchillas y la boquilla 20 de salida.

Particularmente de forma preferible, el diámetro de las boquillas de trituración es de 2 a 11 mm, el tipo de boquilla es Laval, el número de boquillas es de 3 a 5, la presión del molino interna es de 0,8 a 1,5 bares (abs.), la presión de entrada del medio de trituración es de 12 a 300 bares (abs.), la temperatura de entrada del medio de trituración es de 190 a 600°C, la temperatura de salida del medio de trituración es de 105 a 250°C, la velocidad del clasificador es de 100 a 6000 min⁻¹, el diámetro del puerto de salida (diámetro de tubería sumergida) es de 100 a 500 mm.

Además de la sílice precipitada como compuesto esencial, el material de aislamiento térmico puede comprender además un material opacificador. El material opacificador se puede seleccionar de negro de humo, óxido de hierro, óxido de titanio y hierro, dióxido de titanio, silicato de circonio, óxido de circonio, carburo de silicio, y sus mezclas. Se da preferencia a negro de humo, que comprende negro de lámpara, negro de horno, negro de gas, negro de canal y/o negro térmico. La superficie específica de BET del negro de humo es preferiblemente de 10 a 400 m²/g, más preferiblemente de 20 a 200 m²/g.

En una realización especial, el material de aislamiento térmico según la invención puede comprender hasta 70% en peso del material opacificador. Preferiblemente, el material de aislamiento térmico comprende 5 a 70% en peso del material opacificador, basado en el material de aislamiento térmico.

En una realización adicional de la invención, el material de aislamiento térmico comprende material de carga aislante en partículas distinto de la sílice precipitada que tiene una densidad compactada modificada menor o igual a 70 g/l. El material de carga aislante en partículas se puede seleccionar de vermiculita, perlita, ceniza volátil, sílice volatilizada, sílice pirolizada, sílice precipitada, y sus mezclas. La cantidad de material de carga aislante en partículas es de 0 a 50% en peso, basado en el material de aislamiento térmico.

En una realización adicional de la invención, el material de aislamiento térmico comprende un material aglutinante. Este material puede ser un aglutinante orgánico, por ejemplo polialcohol vinílico, o poliuretano, o puede ser un aglutinante inorgánico, por ejemplo seleccionado de silicato de sodio, silicato de potasio, ortofosfato de aluminio, y sus mezclas. La cantidad de material aglutinante es de 0 a 70% en peso, basado en el material de aislamiento térmico.

Preferiblemente, el material de aislamiento térmico según la invención presenta una conductividad térmica a una temperatura media de 300 K de menos de 0,05 W/mK, más preferiblemente 0,001 a 0,02 W/mK, a una presión de gas reducida, es decir, 0,01-100 mbares.

Un objeto adicional de la invención es el uso del material de aislamiento térmico como aislamiento térmico lleno suelto, láminas o bloques, por ejemplo aislamiento tubería en tubería, tal como para sistemas de tuberías de gases de escape, cavidades de hornos, forros de doble piel, áreas sobre tejados arqueados, juntas abiertas y para nivelar fondos de hornos y chimeneas, en sistemas de aislamiento de vacío.

Ejemplos

Los datos físicos/químicos de la sílice precipitada usada en el material de aislamiento térmico de la invención se determinaron mediante los siguientes métodos:

La superficie específica de BET se midió según ISO 9277. El procedimiento se usó para determinar la superficie específica de sílices y silicatos en N₂ según el procedimiento de BET. Con el método descrito aquí, se determinó el valor medido mediante adsorción criogénica de nitrógeno a presiones parciales bien definidas. El análisis se logró como determinación de múltiples puntos, y mostró en el intervalo de presiones parciales (p/p₀) de 0,05-0,2, midiendo 5 puntos juntos, un comportamiento lineal.

La pérdida al secar (LOD) se determinó siguiendo ISO 787-2: Se calentó en un horno a 105°C durante al menos 1 h una botella de pesada sin tapón. Después de enfriar en el secador e insertar el tapón, se pesó (al menos) al 0,01 g más próximo en una balanza de precisión. Se extendieron 10 + 1 g de la muestra en una

capa uniforme en la parte inferior de la botella de pesada. El tapón se insertó nuevamente y la botella de pesada llena se pesó con una exactitud de 0,01 g (m_{sp}). La botella de pesada se abrió con cuidado y se calentó con el tapón (retirado) en el horno a $105 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 2 h. Después, la botella de pesada se cerró lentamente con el tapón y se dejó enfriar en un secador. La botella de pesada se pesó con una exactitud de 0,01 g (m_{LOD}). El resultado del ensayo se dio con 1 cifra decimal; los valores menores que 0,1% se dieron como " $< 0,1$ ".

$LOD [\% \text{ en peso}] = (m_{sp} - m_{LOD}) \times 10 / m_{sp}$, m_{sp} = peso de la muestra original [g],

m_{LOD} = peso del residuo después de la pérdida al secar [g].

Determinación de la pérdida en ignición (LOI): Se pesó exactamente 1 g de material de muestra original de sílice (m_{sp}) en un crisol de platino tarado y se calentó a 1000°C durante 2 h. Después de enfriar en un secador en presencia de P_2O_5 , el crisol se pesó nuevamente. Se calculó el peso después de la pérdida en la ignición (m_{LOI}).

La pérdida de ignición (LOI) se dio mediante la ecuación:

$LOI [\% \text{ en peso}] = [(m_{sp} - m_{LOI}) / m_{sp}] \times 100$, m_{sp} = peso de la muestra original [g],

m_{LOI} = peso de la muestra después de la pérdida en ignición [g]

Determinación de la densidad compactada modificada

Con la determinación de la densidad compactada "convencional" de DIN EN ISO 787-11, el resultado se puede falsificar por el hecho de que la sílice ya ha sufrido una compactación preliminar en el transcurso, por ejemplo, de ser empaquetada. Para descartar esto, se determinó una "densidad compactada modificada" para las sílices de la presente invención.

Un filtro de succión de porcelana (tamaño nominal 110, diámetro = 12 cm, altura = 5,5 cm), ajustado con un filtro circular (por ejemplo tipo 598, Schleicher + Schull), se llenó de forma suelta con sílice hasta aproximadamente 1 cm del borde superior, y se cubrió con película elástica (Parafilm®). La forma y dimensiones de la película elástica se seleccionaron de manera que acaba de forma muy próxima e inunda completamente con el borde de la unidad del filtro de succión de porcelana. La unidad se montó en una botella de succión, y después se aplicó un vacío de -0,7 bares durante un período de 5 minutos. Durante esta operación, la sílice se compactó uniformemente en virtud de la película bajo succión. Después se readmitió aire con cautela, y la placa de sílice resultante se retiró de la unidad del filtro al empujarla en la placa de porcelana.

El material ligeramente triturado previamente se volvió a dispersar uniformemente (en la manera de un aerosol de sílice/aire) vía un molino centrífugo (ZM1, Retsch, inserto de tamiz de 0,5 mm, ajuste 1 de velocidad, sin ciclón, sin inserto de embudo interno) con una placa de recolección centrífuga (la sílice (material de partida) se introdujo lentamente – espátula por espátula – en la alimentación del molino; la placa de recogida de producto interna nunca debería llenarse completamente). Durante esta operación, el consumo de energía del molino no debería superar 3 amperios. Esta operación fue una trituración menos convencional que una soltura definida de la estructura de sílice (por ejemplo de sílices molidas por chorros de aire), puesto que la entrada de energía aquí fue sustancialmente más débil que en el caso de la molienda con chorros. Se pesaron 5 g del material resultante hasta una exactitud de 0,1 g en el cilindro volumétrico de 250 ml del volúmetro de traqueteo (STAV 2003 de Engelsmann). En un método basado en DIN ISO 787-11, después de traquetear 1250 veces, el volumen resultante de la sílice, en ml, se leyó en la escala.

Determinación de la densidad de grupos silanoles: En primer lugar, se determinó el contenido de humedad de la muestra de sílice según la sección "Determinación del contenido de humedad o pérdida al secar". Después, se transfirieron 2-4 g de la muestra (hasta una exactitud de 1 mg) a un aparato de vidrio hermético a la presión (frasco de vidrio con embudo de goteo) con un medio para medir la presión adjunto. En este aparato se secó a presión reducida ($< 1 \text{ hPa}$) a 120° durante 1 h. Entonces, a temperatura ambiente, se añadieron gota a gota desde el embudo de goteo aproximadamente 40 ml de una disolución de fuerza 2% desgasificada de LiAlH_4 en diglima. Si es apropiado, se añadió gota a gota más disolución hasta que no se observó incremento adicional de la presión. El incremento de presión como resultado del hidrógeno desprendido cuando el LiAlH_4 reacciona con los grupos silanoles de la sílice se determinó mediante la medida de la presión (con el volumen conocido como resultado de la calibración del aparato antes de la medida) hasta una exactitud de $\leq 1 \text{ hPa}$. A partir del incremento de la presión fue posible, mediante cálculo usando la ecuación general de los gases, volver a la concentración de grupos silanoles de la sílice, teniendo en cuenta el contenido de humedad de la sílice. La influencia de la presión de vapor del disolvente se debería de corregir correspondientemente. La densidad de grupos silanoles se calculó según lo siguiente:

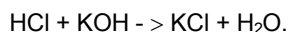
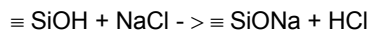
Densidad de grupos silanoles = concentración de grupos silanoles/superficie específica de BET

Determinación del número de Sears

El número de Sears modificado (en lo sucesivo aquí número de Sears V2) fue una medida del número de grupos silanoles libres, y se puede determinar vía valoración de sílice con disolución de hidróxido de potasio en el intervalo de pH 6 a pH 9.

El método de determinación se basó en las siguientes reacciones químicas, y

5 $\equiv \text{SiOH}$ está destinado a simbolizar un grupo silanol de la sílice:



Método

10 Se trituraron uniformemente durante 60 segundos, usando un molino universal IKA M 20 (550 W; 20000 rpm), 10,00 g de una sílice pulverulenta, esférica o granular con un nivel de humedad de $5 \pm 1\%$. Si es apropiado, el contenido de humedad de la sustancia de partida se hubo de ajustar vía secado a 105°C en una cabina de secado, o humectación uniforme, y se repitió el proceso de trituración. Se pesaron 2,50 g de la sílice tratada resultante a temperatura ambiente en una vasija de titulación de 250 ml, y se mezcló con 60,0 ml de metanol (grado analítico).
15 Una vez que la muestra se humedeció completamente, se añadieron 40,0 ml de agua desionizada, y se usó un agitador Ultra-Turrax T 25 (eje del agitador KV-18G, diámetro 18 mm) para la dispersión durante 30 segundos con una velocidad de giro de 18000 rpm. Para inundar las partículas de la muestra que se adhieren al borde de la vasija y al agitador en la suspensión se usaron 100 ml de agua desionizada, y la temperatura de la mezcla se controló a 25°C en un baño de agua con termostato.

20 El dispositivo de medida del pH (peachímetro Knick 766 Calimatic con sensor de temperatura) y el electrodo de pH (electrodo de combinación Schott N7680) se calibraron usando disoluciones tampón (pH 7,00 y 9,00) a temperatura ambiente. El peachímetro se usó en primer lugar para medir el valor del pH de partida de la suspensión a 25°C , y después, en función del resultado, se usó disolución de hidróxido potásico (0,1 moles/l) o disolución de ácido clorhídrico (0,1 moles/l) para ajustar el valor del pH a 6,00. Se seleccionó un método de titulación dinámica con los siguientes parámetros: volumen de titulación incremental $V_{\min} = 0,05$ ml a $V_{\max} = 1,0$ ml; tiempo de espera entre las adiciones de volúmenes $t_{\min} = 2,0$ s a $t_{\max} = 20,0$ s. El consumo de disolución de KOH o de disolución de HCl en ml a pH 6,00 fue V_1' . Entonces se añadieron 20,0 ml de disolución de cloruro de sodio (250,00 g de NaCl (grado analítico) completado hasta 1 l con agua desionizada). Después se usó 0,1 moles/l de KOH para la titulación a un valor de pH de 9,00. El consumo de la disolución de KOH en ml hasta pH 9,00 fue V_2' .

30 Entonces se estandarizaron primero los volúmenes V_1' y, respectivamente, V_2' hasta el peso de partida teórico de 1 g, y se multiplicaron por 5, para dar V_1 y el número de Sears V_2 en las unidades $\text{ml}/(5 \text{ g})$.

Determinación del pH: El pH de la sílice precipitada, como una suspensión acuosa al 5% en peso, se determinó a temperatura ambiente en un método basado en DIN EN ISO 787-9. En contraste con las especificaciones del estándar mencionado anteriormente, las masas iniciales se cambiaron (5,00 g de sílice a 100 ml de agua desionizada).

35 Determinación de la distribución de tamaño de partículas por medio de difracción de láser: La distribución de partículas se determinó según el principio de difracción de láser en un difractómetro de láser (Horiba, LA-920).

40 En primer lugar, la muestra de sílice se dispersó en 100 ml de agua sin aditivos dispersantes adicionales en un vaso de precipitados de vidrio de 150 ml (diámetro: 6 cm) de tal manera para dar una dispersión que tiene una fracción en peso de 1% en peso de SiO_2 . Esta dispersión se dispersó entonces usando una sonda ultrasónica (Dr. Hielscher UP400s, Sonotrode H7) durante un tiempo de 5 minutos intensamente (300 W, sin pulso). Para este fin, la sonda ultrasónica se montó de manera que su extremo inferior se sumergió a una distancia de aproximadamente 1 cm por encima de la base del vaso de precipitados de vidrio. Inmediatamente tras la operación de dispersión, se determinó la distribución de tamaños de partículas de una muestra de la dispersión sometida a ultrasonidos usando un difractómetro de láser (Horiba LA-920). Para la evaluación, usando el software estándar suministrado por Horiba LA-920, se seleccionó un índice de refracción de 1,09.

45 Todas las medidas tuvieron lugar a temperatura ambiente. La distribución de tamaños de partículas y también las variables relevantes tales como, por ejemplo, el tamaño de partículas d_{50} y d_{90} , se calcularon automáticamente y se representaron en forma de gráfica por el instrumento. Se debería prestar atención a las notas en las instrucciones de operación.

50 Ejemplo 1:

La sílice precipitada comercialmente disponible Sipernat 160, de Evonik Degussa GmbH, datos fisicoquímicos véase la Tabla 1, se sometió a trituración ultrafina en un molino de chorros opuestos de lecho fluidizado operado por vapor de agua a una presión superatmosférica. En la descripción anterior se dieron los detalles del sistema de trituración (molino) y del método de trituración usado.

En la preparación para la trituración actual con vapor de agua sobrecalentado, se calentó en primer lugar un molino de chorros opuestos de lecho fluidizado como se muestra en la Figura 1, con un clasificador neumático dinámico integrado como se muestra en las Figuras 2 y 3, vía las dos aberturas de calentamiento o boquillas 5a (de las cuales sólo una se mostró en la Figura 1), que se cargaron con aire comprimido caliente a 10 bares y 160°C, hasta que la temperatura de salida del molino fue aproximadamente 105°C.

Para la separación del material triturado, se conectó un sistema de filtro aguas abajo del molino (pero no mostrado en la Figura 1), calentándose su alojamiento de filtro en el tercio inferior indirectamente vía bovinas de calentamiento adjuntas por medio de vapor de agua saturado a 6 bares, igualmente con el fin de evitar la condensación. Todas las superficies del aparato en la región del molino, el filtro separador, y las líneas de suministro para el vapor de agua y el aire comprimido caliente tienen un aislamiento especial.

Después de que se ha alcanzado la temperatura de calentamiento, se apagó el suministro de aire comprimido caliente hacia las boquillas de calentamiento, y se comenzó la carga de las tres boquillas de trituración con el medio de trituración de vapor de agua sobrecalentado.

A fin de proteger el medio de filtro usado en el filtro separador, y también a fin de ajustar un nivel definido de agua residual en el material triturado (véase la Tabla 1), se introdujo agua en la fase de partida y durante la trituración, en la cámara de trituración del molino, vía una boquilla de dos fluidos operada con aire comprimido, en función de la temperatura de salida del molino. En la Tabla 2 se dan los detalles de la configuración de la molienda.

La alimentación de producto se comenzó cuando los parámetros operacionales mencionados anteriormente fueron constantes. La cantidad de alimentación se reguló en función del flujo de corriente del motor clasificador. El flujo de corriente regula la cantidad de alimentación de manera que no fue posible superar aproximadamente 70% del flujo de corriente nominal.

El elemento de introducción (4) que funciona aquí fue una rueda de cubeta regulada por la velocidad que mide el material de alimentación desde un recipiente de depósito vía un cierre cíclico, que sirve como punto final barométrico, a la cámara de trituración, que estaba a presión superatmosférica.

El material grueso se trituró en los chorros de vapor de agua de expansión (gas de trituración). Junto con el gas de trituración despresurizado, las partículas de producto ascienden en el centro de la vasija del molino hacia la rueda clasificadora. Dependiendo de la velocidad del clasificador y de la cantidad de vapor de agua de trituración que se hayan ajustado, las partículas cuya finura fue suficiente entran junto con el vapor de agua de trituración en la salida de finos, y desde allí pasan al sistema de separación aguas abajo, mientras que las partículas que fueron demasiado gruesas vuelven de nuevo a la zona de trituración y se sometieron a una trituración repetida. La descarga de los finos separados del filtro de separación al almacenamiento en silo subsiguiente y operación de envasado tiene lugar por medio de un cierre de rueda de cesto.

La presión de trituración del gas de trituración que se obtiene en las boquillas de trituración, y el volumen resultante de gas de trituración, junto con la velocidad del clasificador de rueda de paletas dinámico, determina la finura de la función de distribución de tamaños de partículas y también el límite superior de los tamaños de partículas.

El material se trituró hasta el tamaño de partículas definido en la Tabla 3 el valor d_{50} y el valor d_{90} .

Tabla 1: Datos fisicoquímicos de Sipernat 160

BET	m ² /g	183
pH	-	5,6
Pérdida al secar	% en peso	2,9
Pérdida en ignición	% en peso	3,2
Número de Sears	ml/ (5g)	11,8
DBP	ml/100g	276

Tabla 2: Parámetros de operación

Diámetros de las boquillas de trituración	mm	3,2
Tipo de boquillas		Laval
Número de boquillas	unidades	3

Presión interna del molino	bares (abs.)	1,144
Presión de entrada del medio de trituración	bares (abs.)	37,0
Temperatura de entrada del medio de trituración	°C	348
Temperatura de salida del medio de trituración	°C	124
Velocidad del clasificador	min ⁻¹	4500
Flujo de corriente del motor del clasificador	A%	62
Diámetro del puerto de salida *	mm	140
Sílice	kg/h	56
* diámetro de la tubería sumergida		

Tabla 3: Datos fisicoquímicos de sílice precipitada (Ejemplo 1)

BET	m ² /g	179
pH	-	6,4
Pérdida al secar	% en peso	2,8
Pérdida en ignición	% en peso	3,0
Densidad de grupos silanoles	SiOH/nm ²	3,800
Densidad compactada modificada	g/l	26
Valor d ₉₀ *	pm	1,07
Valor d ₅₀	pm	0,385
* distribución de partículas a base de volumen		

Ejemplo 2:

- 5 Material de aislamiento térmico 1: Se mezclan 90 partes en peso de la sílice precipitada del Ejemplo 1 con 10 partes en peso de Carbon Black F 101, Evonik Degussa. La densidad del material de aislamiento térmico 1 es 146,2 kg/m²).

Material de aislamiento térmico 2: Se mezclan 80 partes en peso de la sílice precipitada del Ejemplo 1 con 20 partes en peso de Carbon Black F 101, Evonik Degussa. La densidad del material de aislamiento térmico 2 es 158 kg/m²).

- 10 Material de aislamiento térmico 3 (comparación): Se mezclaron 90 partes en peso de sílice pirolizada Aerosil® 300, Evonik Degussa, con 10 partes en peso de Carbon Black F 101, Evonik Degussa. La densidad del material de aislamiento térmico 3 es 126 kg/m².

- 15 La Figura 6 muestra la conductividad térmica en W/(mK) frente a la temperatura en K de los materiales de aislamiento térmico 1 a 3 a vacío (pGAs < 10-3 hPa) a una presión externa de 1047 mbares. Se puede observar claramente que la conductividad térmica de los materiales de aislamiento térmico 1 [■] y 2 [□] que comprenden la sílice precipitada es comparable a aquella obtenida por el material de aislamiento térmico 3 [●]. Si se tiene en cuenta el menor precio de la sílice precipitada, el material de aislamiento térmico según la invención es una alternativa a los materiales de aislamiento a base de sílices pirolizadas.

REIVINDICACIONES

1. Uso de un material de aislamiento térmico como aislamiento térmico lleno suelto, láminas o bloques o en sistemas de aislamiento de vacío, caracterizado por que
- 5 el material de aislamiento térmico comprende 30-95% en peso de sílice precipitada que tiene una densidad compactada modificada de 10-50 g/l y 5-70% en peso de material opacificador.
2. Uso de un material de aislamiento térmico como aislamiento térmico lleno suelto, láminas o bloques o en sistemas de aislamiento de vacío según la reivindicación 1, caracterizado por que la sílice precipitada tiene
- a) un valor d_{50} de 150 a 2000 nm,
 - b) un valor d_{90} de 500 a 7000 nm, y
- 10 c) una densidad de grupos silanoles de 2,5 a 8 OH/nm².
3. Uso de un material de aislamiento térmico como aislamiento térmico lleno suelto, láminas o bloques o en sistemas de aislamiento de vacío según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por que la superficie específica de BET de la sílice pirolizada es de 100 a 350 m²/g.
- 15 4. Uso de un material de aislamiento térmico como aislamiento térmico lleno suelto, láminas o bloques o en sistemas de aislamiento de vacío según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la pérdida al secar de la sílice precipitada es de 1,5 a 8% en peso y/o una pérdida en ignición es de 1,5 a 9% en peso.
5. Uso de un material de aislamiento térmico como aislamiento térmico lleno suelto, láminas o bloques o en sistemas de aislamiento de vacío según las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el valor del pH de la sílice precipitada es de 4 a 9.
- 20 6. Uso de un material de aislamiento térmico como aislamiento térmico lleno suelto, láminas o bloques o en sistemas de aislamiento de vacío según las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el material de aislamiento térmico comprende además material de carga aislante en partículas.
7. Uso de un material de aislamiento térmico como aislamiento térmico lleno suelto, láminas o bloques o en sistemas de aislamiento de vacío según reivindicación 6, caracterizado por que la cantidad de material de carga aislante en partículas es de 0 a 70% en peso, basado en el material de aislamiento térmico.
- 25 8. Uso de un material de aislamiento térmico como aislamiento térmico lleno suelto, láminas o bloques o en sistemas de aislamiento de vacío según las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el material de aislamiento térmico comprende un material aglutinante.
9. Uso de un material de aislamiento térmico como aislamiento térmico lleno suelto, láminas o bloques o en sistemas de aislamiento de vacío según las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que la conductividad térmica del material de aislamiento térmico a una temperatura media de 300 K es menor que 0,05 W/mK a una presión reducida del gas.
- 30

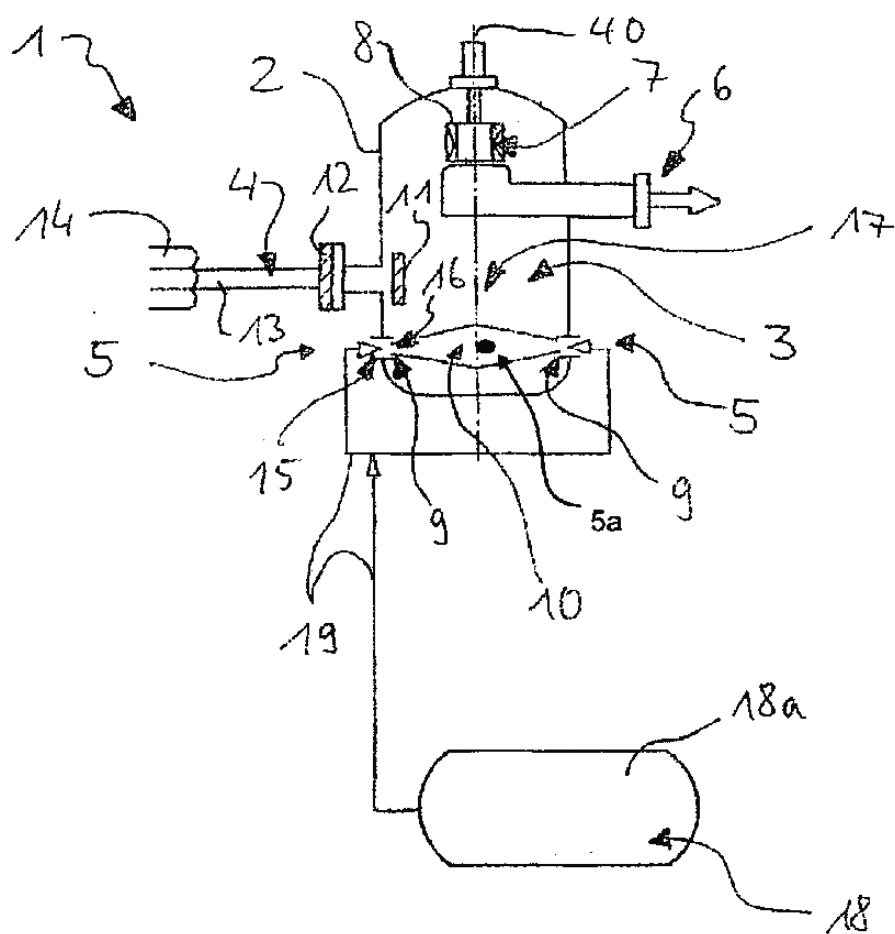


Figura 1

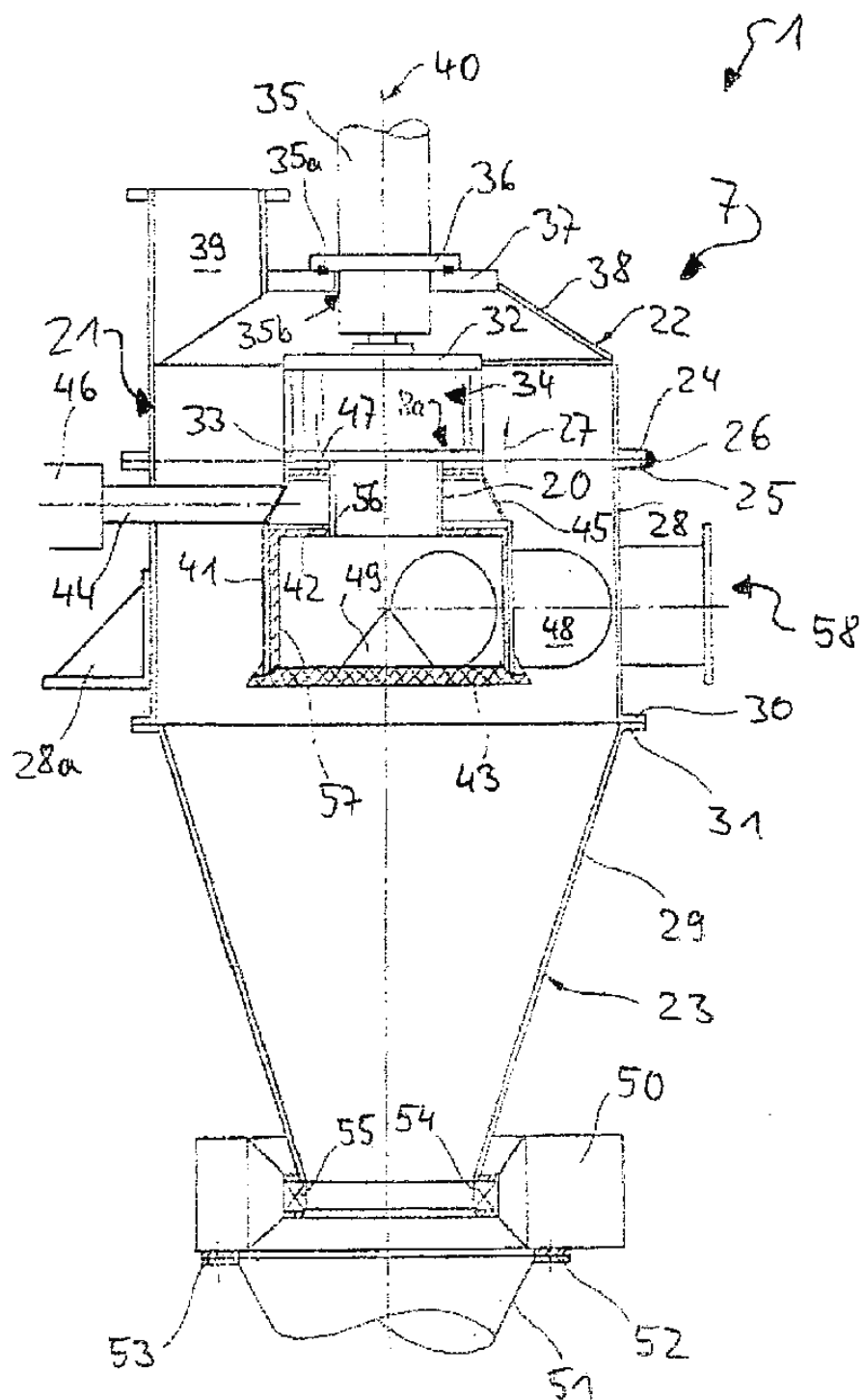


Figura 2

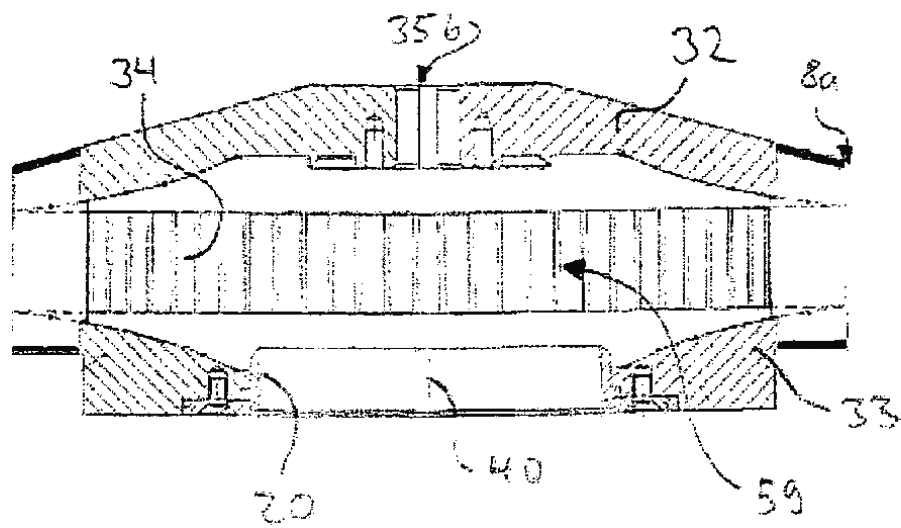


Figura 3

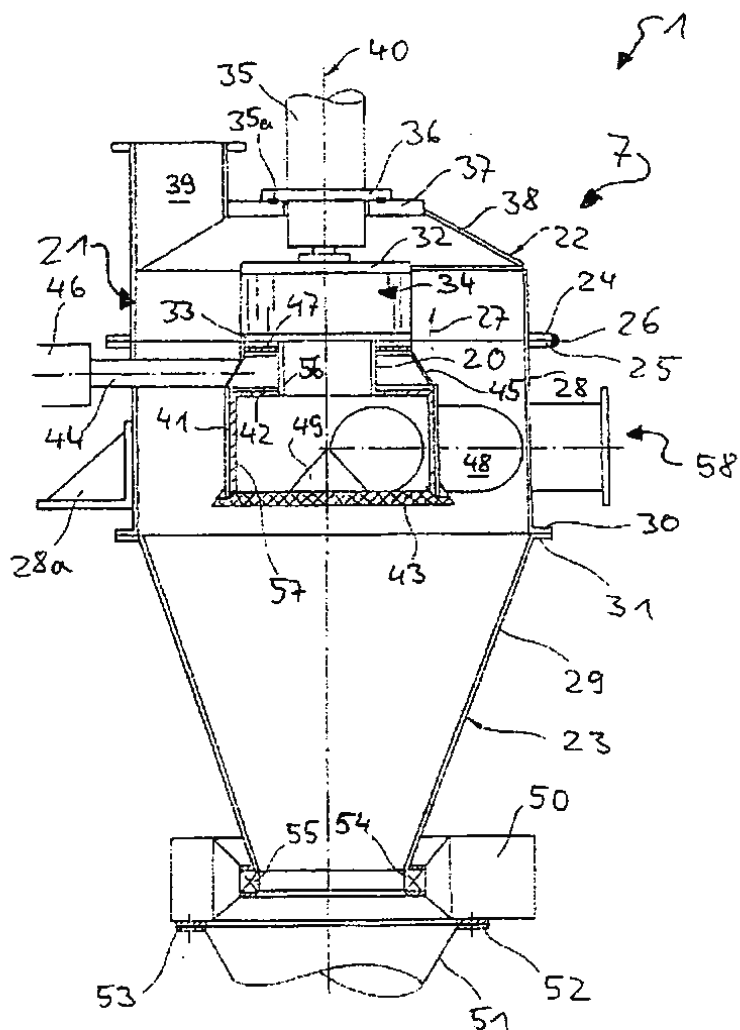


Figura 4

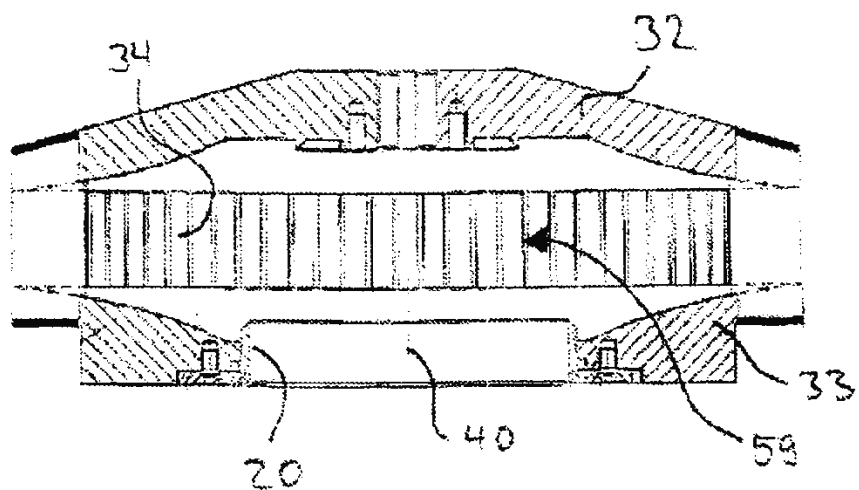


Figura 5

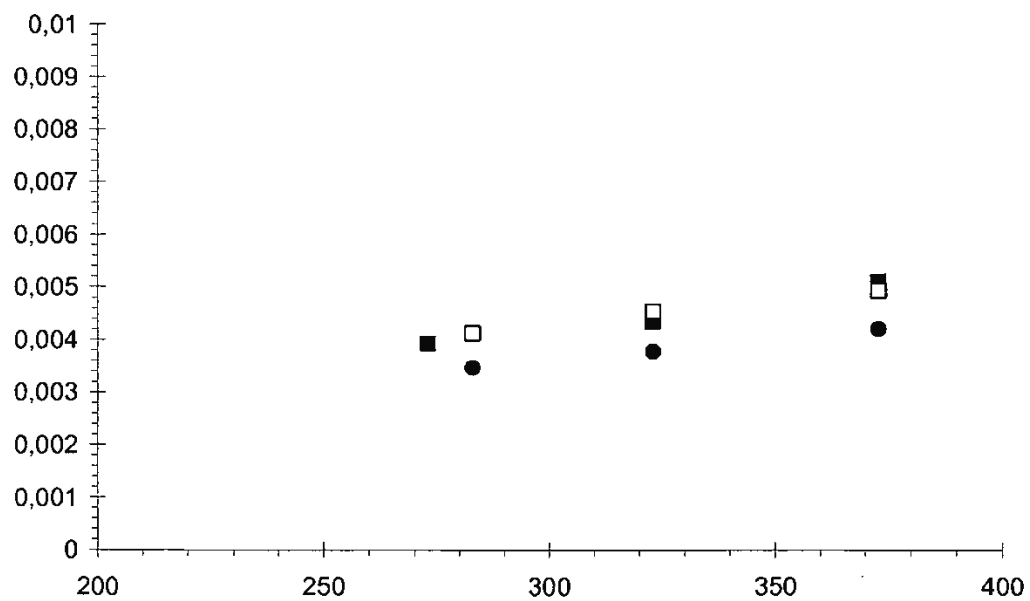


Figura 6