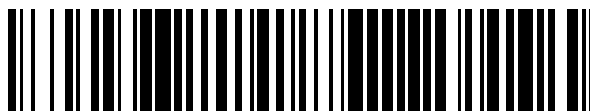


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 929 107**

51 Int. Cl.:

B02C 19/06 (2006.01)

B02C 23/08 (2006.01)

B02C 23/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2018** **PCT/EP2018/053429**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2018** **WO18177644**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2018** **E 18715475 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.06.2022** **EP 3600676**

54 Título: **Dispositivo para triturar y secar residuos, escorias, rocas y materiales similares**

30 Prioridad:

27.03.2017 CH 4062017

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

24.11.2022

73 Titular/es:

LPT AG (100.0%)
Industriestrasse 32
9491 Ruggell, LI

72 Inventor/es:

KOENIG, EGON

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 929 107 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

Dispositivo para triturar y secar residuos, escorias, rocas y materiales similares

- 5 La invención se refiere a un dispositivo para triturar y secar residuos, escorias, rocas y materiales similares según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Los residuos y materiales similares a menudo todavía se eliminan en vertederos. Dado que los vertederos presentan una capacidad de absorción limitada, es deseable triturar los desechos antes de su deposición. No obstante, la trituración de residuos también se puede utilizar para el procesamiento de los mismos para la generación de energía por medio de una incineración posterior o una planta de desgasificación. Al triturar los residuos o pulverizar las escorias y las rocas, por ejemplo, rocas minerales, también pueden separarse y recuperar más fácilmente materias primas valiosas. Un problema conocido en el tratamiento de residuos, tales como residuos sólidos municipales, lodos industriales tales como, por ejemplo, de las industrias del cemento y la cal, y lodos de depuradora, es el contenido de humedad relativamente alto que a menudo está retenido en estos residuos. Este contenido de humedad, que suele ser difícil de separar de los residuos, representa un problema en los vertederos como agua de vertedero que no debe subestimarse. En las plantas de incineración, el alto contenido de humedad tiene como consecuencia un menor poder calorífico del residuo utilizado. El alto contenido de humedad en los residuos y el tamaño del material generalmente tienen un efecto negativo sobre el balance de energía y transporte (emisión de CO₂).

25 Los molinos o dispositivos similares conocidos por el estado de la técnica para triturar los residuos presentan un grado de eficacia relativamente bajo y no son lo suficientemente adecuados para reducir el contenido de humedad. También se conoce por el estado de la técnica un aparato de trituración de material que presenta un recipiente con forma sustancialmente de embudo con una pieza accesorio cilíndrica. Se sopla aire comprimido en la dirección circunferencial en la pieza accesorio cilíndrica para crear un remolino de aire dentro del recipiente con forma de embudo. Este dispositivo conocido requiere hasta 100 m³ de aire comprimido por minuto, lo que representa una gran desventaja para el balance energético y para la economía del dispositivo. Las placas deflectoras conectadas a las aberturas de entrada para el aire comprimido dirigen el aire en la dirección circunferencial del recipiente. El material que se va a triturar se introduce en la pieza accesorio cilíndrica a través de un conducto de alimentación y se somete al remolino de aire. En el remolino de aire, tal como se indica, se tritura el material insertado. Las placas deflectoras también sirven como placas de impacto y, tal como se indica, protegen las aberturas de entrada de aire del material que gira en remolino. El material triturado cae al fondo por gravedad y se descarga a través de una abertura sobre el fondo del recipiente con forma de embudo. Una chimenea cilíndrica dispuesta en la pieza accesorio cilíndrica en el extremo opuesto, de mayor diámetro, del recipiente asegura que se descargue el exceso de aire. Precautando el aire inyectado, deberá ser posible lograr un determinado nivel de secado del material insertado. Las placas de impacto están sometidas a un alto nivel de desgaste y deben reemplazarse con relativa frecuencia. Dado que el material siempre choca con las paredes del recipiente con forma de embudo o de la pieza accesorio cilíndrica, estos componentes del dispositivo también están sujetos a un desgaste relativamente alto y deben diseñarse de una forma correspondientemente robusta. El remolino de aire que se puede lograr en el recipiente solo presenta una velocidad relativamente pequeña. Como resultado, el dispositivo ejerce únicamente un efecto de trituración relativamente pequeño sobre el material insertado. Un dispositivo para triturar y secar residuos según el preámbulo de la reivindicación 1 se divulga en los documentos WO2012/102619A2 y US2002/027173A1.

45 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es crear un dispositivo para triturar y secar residuos, escoria, rocas y materiales similares, que tenga en cuenta las desventajas descritas anteriormente de los aparatos del estado de la técnica. El dispositivo debe ser menos susceptible al desgaste y debe posibilitar una trituración adecuada, incluso una pulverización, y/o el secado de los residuos utilizados. A este respecto, el dispositivo debe construirse de la forma menos complicada posible y presentar componentes probados y estructuralmente sencillos, y ser económico de fabricar y de operar.

50 Estos objetivos se alcanzan con un dispositivo para triturar y secar residuos, escorias, rocas y materiales similares que presenta las características enumeradas en la reivindicación 1. Otros desarrollos, así como variantes de realización ventajosas y preferidas, de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

60 La invención propone un dispositivo para triturar y secar residuos, escorias, rocas y materiales similares, que comprende un recipiente con forma sustancialmente de embudo con una pieza accesorio cilíndrica. En la pieza accesorio cilíndrica, están dispuestas por lo menos dos entradas de aire distribuidas a lo largo del perímetro para la introducción de aire comprimido y, dado el caso, calentado. El fondo del recipiente con forma de embudo está equipado con una salida para material triturado. En el extremo de mayor diámetro del recipiente opuesto a la abertura de salida está dispuesta una abertura de salida de aire en la pieza accesorio cilíndrica. Un dispositivo de alimentación para el material que se va a triturar desemboca en la pieza accesorio cilíndrica. En cada una de dichas por lo menos dos entradas de aire distribuidas sobre el perímetro de la pieza accesorio cilíndrica está dispuesta una boquilla supersónica con sistema Venturi, de tal forma que el aire alimentado pueda introducirse en la dirección circunferencial de la pieza accesorio cilíndrica y del recipiente con forma de embudo.

Mediante el uso de boquillas supersónicas, el aire alimentado, preferentemente calentado, alcanza velocidades de flujo muy altas en la entrada de la pieza accesorio cilíndrica dispuesto sobre el recipiente con forma de embudo, que pueden alcanzar la velocidad del sonido y superarla varias veces. Como resultado, se genera un remolino de aire calentado en la pieza accesorio cilíndrica y en particular en el recipiente, que se estrecha en forma de embudo hacia su fondo. Las altas velocidades de flujo se logran alimentando aire a una presión de aproximadamente 4-6 bar. Dependiendo del nivel del mar, la cantidad de aire pasante puede ser de aproximadamente 30 a 50 m³/min. Por ejemplo, estas cantidades de aire se pueden generar e impulsar por medio de un compresor de tornillo exento de aceite controlable. A este respecto, por una boquilla supersónica debe entenderse, por ejemplo, una boquilla que tiene un perfil de sección transversal correspondiente a una boquilla Laval. El diseño de la boquilla supersónica como boquilla Laval permite reducir significativamente la cantidad de aire necesaria, por ejemplo, hasta en un 50%. Esto ejerce un gran efecto sobre un balance energético positivo. Como resultado de las altas velocidades del aire, los materiales insertados se trituran en un alto grado e incluso se pulverizan. Como resultado de la pulverización de los materiales utilizados, las materias primas valiosas contenidas en los materiales pueden sencillamente reciclarse de nuevo a la industria. Como resultado del alto grado de trituración, también se puede utilizar mucho mejor la capacidad de carga de las instalaciones de transporte, lo que a su vez puede ejercer un efecto positivo sobre el medio ambiente (reducción de emisiones de CO₂).

Mediante el uso de un sistema Venturi, los materiales que se van a triturar alcanzan el remolino de aire generado y experimentan una enorme aceleración. A este respecto, el sistema Venturi sirve para "romper" el remolino de aire generado por las boquillas supersónicas. Los materiales insertados en el remolino de aire no pueden resistir las fuerzas que se producen durante la aceleración repentina y, por lo tanto, se descomponen en sus componentes más pequeños. Las altas fuerzas centrífugas y centrípetas, de cizallamiento y de fricción, así como la presión negativa y la cavitación que se producen dentro del remolino de aire favorecen la trituración de los materiales. La humedad contenida en los materiales, por ejemplo, el agua contenida en lodos de clarificación y lodos industriales y unida a las partículas sólidas, se separa y se transporta al exterior con el aire calentado en el remolino de aire a través de la abertura de salida de aire, que puede disponerse en un apéndice de tipo chimenea ajustable. La temperatura del aire de escape puede ser, por ejemplo, de hasta 100 °C. Mediante la disposición de al menos dos boquillas supersónicas, se genera un flujo constante de aire en el dispositivo, lo que da como resultado un remolino de aire que se aparta de las paredes interiores del dispositivo. Esto puede evitar que los materiales golpeen las paredes interiores de la pieza accesorio cilíndrica y del recipiente con forma de embudo.

Puede estar previsto según una variante de realización del dispositivo según la invención que las boquillas supersónicas con sistema Venturi dispuestas sobre las entradas de aire estén dispuestas a la misma altura axial que la pieza accesorio cilíndrica sobre el recipiente con forma de embudo. Como resultado, se puede mejorar la uniformidad del remolino de aire y se pueden lograr velocidades de flujo más altas con el mismo aporte de energía.

En una variante de realización del dispositivo según la invención, las boquillas supersónicas pueden presentar una salida que posee una sección transversal diferente de una forma circular. Al elegir la sección transversal del flujo en la salida, los componentes tangencial y vertical del flujo de aire pueden verse influenciados en el sentido de una mejor generación del remolino de aire.

Puede estar previsto según una variante de realización de la invención que la sección transversal de la salida de la boquilla supersónica sea rectangular. Esto puede favorecer la formación de cavitación y presión negativa dentro del remolino de aire generado.

En otra variante de realización del dispositivo según la invención, las boquillas supersónicas pueden presentar, cada una, una sección transversal de flujo, en las que la sección transversal de flujo más estrecha puede cambiarse cuando se requiera. Al cambiar la sección transversal del flujo, las velocidades del flujo en la salida de las boquillas supersónicas pueden verse influenciadas específicamente. Los tornillos de ajuste o medios de ajuste mecánicos similares pueden estar dispuestos de tal manera que también sean accesibles para el usuario durante el funcionamiento del dispositivo.

El cambio de por lo menos la sección transversal de flujo más estrecha de las boquillas supersónicas se puede realizar mecánicamente, por ejemplo, por medio de tornillos de ajuste o similares. Puede estar previsto según una variante de realización conveniente de la invención que la sección transversal de flujo más estrecha de las boquillas supersónicas pueda ajustarse automáticamente mediante servomotores. La posibilidad de ajuste motorizado permite ajustar la sección transversal de flujo más estrecha de las boquillas, por ejemplo, sin tener que abrir o incluso desmontar una carcasa que aloja el recipiente con forma de embudo y la pieza accesorio cilíndrica.

Junto con la posibilidad de ajuste motorizado, la sección transversal de flujo más estrecha de las boquillas supersónicas puede controlarse en función del material que se va a triturar. Los datos de control se pueden almacenar, preferentemente en forma de tabla, en una unidad de control externa que está conectada al dispositivo. Los datos de control para ajustar la sección transversal de flujo más estrecha de las boquillas se pueden determinar y compilar empíricamente. Una variante de realización ventajosa de la invención puede permitir al usuario del dispositivo seleccionar los datos de control correctos para el ajuste de las boquillas supersónicas en función del

material utilizado. La unidad de control incluye preferentemente un sistema de procesamiento de datos electrónico. Esto puede simplificar la adquisición y el control de parámetros y su selección.

Puede estar previsto según otra variante de realización de la invención que las boquillas supersónicas en las entradas de aire de la pieza accesorio cilíndrica desemboquen cada una en una placa de guiado de aire que está insertada en una cavidad en la pared interior de la pieza accesorio cilíndrica. La placa de guiado de aire delimita la salida de la boquilla supersónica y está montada de forma que se proyecte más allá de la pared interior de la pieza accesorio cilíndrica al menos en la zona de la salida. Como resultado, el aire comprimido alimentado puede introducirse tangencialmente a lo largo del perímetro interior de la pieza accesorio cilíndrica.

En una variante de realización de la invención, las placas de guiado de aire se pueden girar 180° con respecto a un cuerpo de boquilla de la boquilla supersónica. Como resultado, el dispositivo se puede adaptar muy fácilmente con respecto a diferentes condiciones en los hemisferios norte y sur de la tierra. Mientras que en el hemisferio norte puede resultar conveniente un remolino de aire ciclónico, es decir, uno que gira en sentido antihorario, en el hemisferio sur es más deseable en el dispositivo un remolino de aire anticiclónico. Como resultado, se puede mejorar la eficacia del dispositivo con respecto a la trituración y el secado. Puede estar previsto según una variante de realización de la invención que la placa de guiado de aire esté firmemente conectada a una placa de montaje y el cuerpo de boquilla de la boquilla supersónica pueda estar embreadado a la placa de montaje. La placa de montaje se utiliza para el montaje de la boquilla supersónica en la pared exterior de la pieza accesorio cilíndrica. El cuerpo de boquilla se puede embrear a la placa de montaje en dos posiciones giradas 180°. Como resultado, la posición de la boquilla supersónica y la de los conductos de alimentación de aire pueden permanecer sin cambios con respecto al perímetro de la pieza accesorio cilíndrica. Sin embargo, en una forma de realización alternativa de la invención, la placa de guiado de aire, la placa de montaje y el cuerpo de boquilla también pueden estar conectados entre sí de forma rígida. Para cambiar la dirección de rotación del remolino de aire generado, la unidad de boquilla supersónica completa se puede montar girada 180° junto con la placa de montaje y la placa de guiado de aire.

Otra variante de realización del dispositivo según la invención puede estar asociada con un dispositivo de control que está conectado a una red global, por ejemplo, Internet, de forma que los parámetros operativos del dispositivo se pueden leer de forma remota y el dispositivo se pueda controlar de forma remota. La conexión a Internet del dispositivo de control, que también puede incluir la unidad de control para cambiar la sección transversal de las boquillas supersónicas, puede utilizarse, por ejemplo, para fines de mantenimiento, para el diagnóstico remoto y para el control remoto del dispositivo.

Puede estar previsto según otra variante de realización más del dispositivo según la invención que estén dispuestas más de dos boquillas supersónicas a la misma distancia angular entre sí en el perímetro de la pieza accesorio cilíndrica. El número de boquillas supersónicas requeridas se puede seleccionar según el tamaño y el diámetro del recipiente con forma de embudo, incluida la pieza accesorio cilíndrica, para optimizar las velocidades de flujo en el remolino de aire generado.

Otras ventajas y variantes de realización de la invención se desprenden de la descripción de ejemplos de formas de realización siguiente con referencia a los dibujos. Se muestra en una representación que no se presenta a escala real:

Figura 1: una representación esquemática de un dispositivo según la invención en sección axial;

Figura 2: una representación esquemática ampliada de una boquilla supersónica fijada al dispositivo;

Figura 3: una vista en perspectiva de una boquilla supersónica con una vista de una placa de montaje en su lado de entrada;

Figura 4: una vista en perspectiva de la boquilla supersónica según la figura 4 con una vista de una placa de guiado de aire; y

Figura 5: una vista en perspectiva de otra variante de realización de la invención.

Un dispositivo según la invención, representado esquemáticamente en sección axial en la figura 1, se indica en general con el número de referencia 1. El dispositivo presenta un recipiente 2 con forma de embudo con una abertura de salida 3. En su extremo alejado de la abertura de salida 3, el recipiente 2 con forma de embudo presenta una pieza accesorio cilíndrica 4. En la pieza accesorio cilíndrica 4 están previstas al menos dos entradas de aire 5 para aire comprimido y, dado el caso, calentado, y están distribuidas a lo largo del perímetro de la pieza accesorio cilíndrica 4. Una chimenea 7 que se proyecta a través de una tapa 6 al interior de la pieza accesorio cilíndrica 4 presenta una abertura de salida de aire. La sección transversal de la abertura de salida de aire en la chimenea 7 se puede cambiar cuando se requiera, lo que se indica en la figura 1 mediante una abertura 8 ajustable y las flechas P1. Un dispositivo de alimentación 9 para materiales M que se van a triturar y secar pasa a través de la tapa 6 y se proyecta al interior de la pieza accesorio cilíndrica 4.

En cada una de dichas por lo menos dos entradas de aire 5 distribuidas a lo largo del perímetro de la pieza accesorio cilíndrica 4, está dispuesta una boquilla supersónica 10. A través de las boquillas supersónicas 10 se introduce aire L comprimido y, dado el caso, calentado en la pieza accesorio cilíndrica 4. Según la invención, por boquilla supersónica 10 debe entenderse una boquilla que, por ejemplo, presenta un perfil de sección transversal correspondiente a una boquilla Laval. Mediante el uso de boquillas supersónicas 10, el aire alimentado, preferentemente calentado L, alcanza velocidades de flujo muy altas en la entrada en la pieza accesorio cilíndrica 4 y el recipiente con forma de embudo 2, que pueden alcanzar la velocidad del sonido e incluso superarla varias veces. Como resultado, se genera un remolino de aire W calentado en la pieza accesorio cilíndrica 4 y en particular en el recipiente 2 que se estrecha con forma de embudo en la dirección de su abertura de salida 3. Las altas velocidades de flujo se consiguen alimentando el aire L a una presión de aproximadamente 4-6 bar. Dependiendo del nivel del mar, la cantidad de aire pasante puede ser de aproximadamente 30 a 50 m³/min. Por ejemplo, estas cantidades de aire se pueden generar e impulsar por medio de un compresor de tornillo exento de aceite controlable. La dirección de rotación del remolino de aire W generado en el dispositivo 1 se puede ajustar en función de la ubicación de la instalación en el hemisferio norte o sur. Mientras que en el hemisferio norte puede resultar conveniente un remolino de aire ciclónico, es decir, que gira en sentido antihorario, en el hemisferio sur es más deseable en el dispositivo un remolino de aire anticiclónico. Para ello, la dirección de entrada de flujo de las boquillas supersónicas 10 en las entradas de aire 5 puede cambiarse, en particular girarse 180°. Esto se indica en la figura 1 mediante las flechas curvas P2.

Los materiales M que se van a triturar insertados en el dispositivo 1 a través del dispositivo de alimentación 9 se introducen en el remolino de aire generado utilizando un sistema Venturi previsto en las boquillas supersónicas 10. A este respecto, el sistema Venturi se utiliza para la "ruptura" a corto plazo del remolino de aire W generado por las boquillas supersónicas 10. Los materiales M insertados en el remolino de aire W se aceleran intensamente después de liberarlos en el remolino de aire W. Los materiales M no pueden resistir las fuerzas que surgen de la aceleración repentina y, por lo tanto, se descomponen en componentes más pequeños. Las altas fuerzas centrífugas y centrípetas, de cizallamiento y de fricción, así como la presión negativa y la cavitación que se producen dentro del remolino de aire W contribuyen a la trituración de los materiales M. La humedad contenida en los materiales M, por ejemplo, el agua contenida en lodos de clarificación y lodos industriales y unida a las partículas sólidas, se separa y se transporta al exterior con el aire de escape A, que se calienta en el remolino de aire W, a través de la salida de aire 7 de tipo chimenea, cuya sección transversal de salida puede ajustarse. La temperatura del aire de escape A puede ser, por ejemplo, de hasta 100 °C. Mediante la disposición de al menos dos boquillas supersónicas 10 con función Venturi se genera un flujo de aire constante en el dispositivo 1, lo que da como resultado un remolino de aire W, que se aparta de las paredes interiores del dispositivo 1. Como resultado, se puede evitar que los materiales M golpeen las paredes interiores 41 o 21 de la pieza accesorio cilíndrica 4 o del recipiente 2 con forma de embudo. El material triturado alcanza en forma de gránulos G, a lo largo de la pared interior 21 del recipiente 2 con forma de embudo, la abertura de salida 3 del dispositivo y escurre hacia el suelo. Esto se indica mediante una acumulación de gránulos G sobre el suelo F en la figura 1.

La figura 2 muestra esquemáticamente una sección axial de una boquilla supersónica 10 montada en la pieza accesorio cilíndrica 4. La boquilla supersónica 10 presenta, por ejemplo, aproximadamente el perfil de sección transversal de una boquilla Laval. En el lado de entrada, la boquilla supersónica 10 está conectada a un conducto de alimentación de aire 16. Las cantidades de aire necesarias para generar el remolino de aire se pueden generar y transportar, por ejemplo, por medio de un compresor de tornillo exento de aceite controlable. La boquilla supersónica 10 posee un cuerpo de boquilla 11 que, por ejemplo, está diseñado en varias partes. Las partes del cuerpo de boquilla 11 están conectadas entre sí de tal manera que puedan ajustarse entre sí para poder cambiar al menos la sección transversal de flujo más estrecha 12 de la boquilla supersónica 10. El ajuste entre sí de las partes del cuerpo de boquilla 11 se puede realizar, por ejemplo, por medio de uno o más tornillos de ajuste. En el ejemplo de forma de realización ilustrado esquemáticamente, se muestra una posibilidad de ajuste motorizado de la sección transversal de flujo más estrecha 12 con la ayuda de un servomotor 18. La posibilidad de ajuste motorizado permite el ajuste automático de la sección transversal de flujo más estrecha 12 de la boquilla supersónica 10 sin, por ejemplo, tener que abrir o incluso desmontar una carcasa que aloja el recipiente con forma de embudo y la pieza accesorio cilíndrica. Junto con la posibilidad de ajuste motorizado, la sección transversal de flujo más estrecha 12 de la boquilla supersónica puede controlarse en función del material que se va a triturar. Los datos de control se pueden almacenar, preferentemente en forma de tabla, en una unidad de control externa que está conectada al dispositivo. Los datos de control para ajustar la sección transversal de flujo más estrecha 12 de las boquillas supersónicas 10 se pueden determinar y recopilar empíricamente. Una variante de realización ventajosa de la invención puede permitir al usuario del dispositivo seleccionar los datos de control correctos para el ajuste de las boquillas supersónicas 10 en función del material utilizado. La unidad de control incluye preferentemente un sistema de procesamiento de datos electrónico (figura 4). Esto puede simplificar la adquisición y el control de parámetros y su selección.

La boquilla supersónica 10 presenta una función Venturi. Para ello, en la sección transversal de flujo más estrecha 12 del cuerpo de boquilla 11 está dispuesto un orificio Venturi 13, que se puede abrir y cerrar de nuevo cuando se requiera. Mediante la apertura del orificio Venturi 13 se aspira aire ambiente a la boquilla supersónica 10. Como resultado, se altera el flujo de aire dentro de la boquilla supersónica 10. Este efecto se puede utilizar para "romper" específicamente el remolino de aire creado por el aire que entra dentro del recipiente con forma de embudo y la

pieza accesorio cilíndrica, por ejemplo, para alimentar materiales al remolino de aire.

El cuerpo de boquilla 11 de la boquilla supersónica 10 desemboca en una placa de guiado de aire 14 que, en el estado montado, termina de forma sustancialmente enrasada con la pared interior 41 de la pieza accesorio cilíndrica 4. La placa de guiado de aire 14 está insertada en la entrada de aire 5 de la pieza accesorio cilíndrica de tal manera que se proyecta más allá de la pared interior 41 de la pieza accesorio cilíndrica 4 al menos en la zona de una salida de aire 15 de la boquilla supersónica 10. Como resultado, el aire comprimido puede introducirse de forma sustancialmente tangencial a lo largo de la pared interior 41 de la pieza accesorio cilíndrica 4. La salida de aire 15 delimitada por la placa de guiado de aire 14 presenta una sección transversal diferente de una forma circular. Por ejemplo, la salida de aire 15 posee una sección transversal sustancialmente rectangular. Debido a la sección transversal del flujo diferente de una forma circular en la salida, los componentes tangencial y vertical del flujo de aire pueden verse influenciados en el sentido de una mejor generación del remolino de aire. Esto puede favorecer el desarrollo de cavitación y presión negativa en el remolino de aire generado.

Para el montaje de la boquilla supersónica 10 en la pieza accesorio cilíndrica 4, el cuerpo de boquilla 11 se conecta a una placa de montaje 17. La placa de montaje 17 está conectada a la placa de guiado de aire 14 y está dispuesta de tal manera que se proyecta en la dirección del flujo de aire desde la placa de guiado de aire 14. La placa de montaje 17 está fijada a una pared exterior 42 de la pieza accesorio cilíndrica 4 por medio de tornillos.

La placa de montaje 17 y la placa de guiado de aire 14 conectada a la misma se pueden conectar rígidamente al cuerpo de boquilla 11. Para cambiar la dirección de rotación del remolino de aire generado en el dispositivo, la unidad de boquilla supersónica completa, incluido el cuerpo de boquilla 11, la placa de montaje 17 y la placa de guiado de aire 14, debe girarse 180°. Sin embargo, la placa de montaje 17 y la placa de guiado de aire 14 conectada a la misma también pueden girar 180° con respecto al cuerpo de boquilla 11, tal como se muestra en particular en la figura 3. Para ello, el cuerpo de boquilla 11 se puede desembridar de la placa de montaje 17 y, después de girar y montar la placa de montaje 17 y la placa de guiado de aire 14, se puede volver a embridar a la pieza accesorio cilíndrica. Debido a la capacidad de rotación del cuerpo de boquilla 11 con respecto a la placa de montaje 17 y la placa de guiado de aire 14, la posición de la boquilla supersónica 10 y la de los conductos de alimentación de aire con respecto al perímetro de la pieza accesorio cilíndrica 4 pueden permanecer sin cambios.

La figura 3 muestra una vista en perspectiva de una boquilla supersónica 10 según la invención con una vista de la placa de montaje 17. Los mismos componentes tienen los mismos números de referencia que en la figura 2. El cuerpo de boquilla está embridado a la placa de montaje 17. El conducto de alimentación de aire 16 está indicado en el extremo del lado de entrada de la boquilla supersónica 10. La placa de montaje 17 se proyecta en la dirección del flujo de aire desde la placa de guiado de aire 14 que, en el estado montado de la boquilla supersónica 10, termina de forma sustancialmente enrasada con la pared interior de la pieza accesorio cilíndrica.

La figura 4 muestra la boquilla supersónica según la figura 4 en una vista en perspectiva con una vista de la placa de guiado de aire 14. La placa de montaje se indica de nuevo con el número de referencia 17. En la figura se puede observar que el lado de la placa de montaje 17 orientado hacia la placa de guiado de aire 14 está diseñado de forma curvada cóncava para seguir la curvatura de la pieza accesorio cilíndrica. La salida de aire 15 de la boquilla supersónica 10 está dispuesta en el lado de la placa de guiado de aire 14 opuesto al espectador. Presenta una sección transversal diferente de una forma circular. Preferentemente, es sustancialmente rectangular. El cuerpo de boquilla de la boquilla supersónica 10 se indica con el número de referencia 11.

La figura 5 muestra una representación en perspectiva esquemática de otro ejemplo de forma de realización de un dispositivo según la invención para triturar y secar residuos y materiales similares, que a su vez se indica con el número de referencia 1 como un todo. Los mismos componentes del dispositivo 1 están provistos de los mismos símbolos de referencia que en la figura 1. El dispositivo presenta de nuevo un recipiente 2 con forma de embudo con una abertura de salida 3. En su extremo opuesto a la abertura de salida 3 el recipiente 2 con forma de embudo está conectado a la pieza accesorio cilíndrica 4. Las boquillas supersónicas 10 para aire comprimido y, dado el caso, calentado están montadas en la pieza accesorio cilíndrica 4 y están preferentemente distribuidas a lo largo del perímetro de la pieza accesorio cilíndrica 4 a distancias angulares iguales entre sí. En el ejemplo de forma de realización mostrado, en particular, se proporcionan cuatro boquillas supersónicas 10, dos de las cuales son visibles en la figura. Las boquillas supersónicas 10 están montadas a la misma altura que la pieza accesorio cilíndrica 4. A través de la tapa 6, que cierra la pieza accesorio cilíndrica, se proyecta un apéndice 7 de tipo chimenea, cuya sección transversal de salida puede regularse. Un dispositivo de alimentación 9 para materiales M que se van a triturar y secar atraviesa la tapa 6 y también se proyecta al interior de la pieza accesorio cilíndrica 4.

Las boquillas supersónicas 10 están conectadas a un conducto de alimentación de aire 19 con un perfil aproximadamente en forma de anillo, que a su vez puede conectarse a través de otro conducto de aire central (no representado), por ejemplo, a un compresor de tornillo exento de aceite. A este respecto, los conductos de alimentación de aire pueden estar diseñados según un sistema Tichelmann. Esto significa que los coeficientes de pérdida de presión de los conductos de alimentación a las boquillas supersónicas 10 individuales son los mismos para todas las boquillas supersónicas, de modo que se garantice un flujo uniforme. Las pérdidas de presión de los conductos de alimentación dependen sustancialmente de la fricción de la tubería, es decir, la rugosidad interna, el

diámetro y la longitud y los coeficientes de pérdida de presión de los elementos de la tubería. Los coeficientes de pérdida de carga de los elementos de la tubería se pueden determinar empírica y generalmente se pueden encontrar en la literatura.

5 Utilizando el compresor de tornillo exento de aceite controlable, el aire se puede comprimir a una presión de aproximadamente 4-6 bar y alimentarse con un volumen de 30 a 50 m³/min a las boquillas supersónicas 10. Las boquillas supersónicas 10 permiten velocidades de flujo que superan la velocidad del sonido. Como resultado, se genera un remolino de aire dentro del dispositivo 1, que de nuevo se indica con el símbolo de referencia W en la ilustración parcialmente recortada del dispositivo 1 en la figura 4.

10 Los materiales M que se van a triturar insertados en el dispositivo 1 a través del dispositivo de alimentación 9 se introducen en el remolino de aire generado y se aceleran intensamente inmediatamente después de liberarlos en el remolino de aire W. Los materiales M no pueden resistir las fuerzas que surgen de la aceleración repentina y, por lo tanto, se descomponen en componentes más pequeños. Las altas fuerzas centrífugas y centrípetas, de cizallamiento y de fricción, así como la presión negativa y la cavitación que se producen dentro del remolino de aire W favorecen la trituración, por ejemplo, la pulverización, de los materiales M. La humedad contenida en los materiales M, por ejemplo, el agua contenida en lodos de clarificación y unida a las partículas sólidas, se separa y se transporta al exterior a través de la salida de aire 7 de tipo chimenea con el aire de escape A que se calienta en el remolino de aire W. La temperatura del aire de escape A puede ser, por ejemplo, de hasta 100 °C. El remolino de aire W generado en el dispositivo se aparta de las paredes interiores del dispositivo 1. Esto evita que los materiales M golpeen las paredes interiores de la pieza accesorio cilíndrica 4 o del recipiente 2 con forma de embudo. El material triturado alcanza la abertura de salida 3 del dispositivo en forma de gránulos G y escurre hacia el suelo.

25 El dispositivo 1 para triturar y secar residuos, escorias, rocas y materiales similares se puede conectar a un dispositivo de control, que se indica con el número de referencia 100. El dispositivo de control 100 se puede conectar a una red global, por ejemplo, Internet, de tal manera que los parámetros operativos del dispositivo se puedan leer de forma remota y el dispositivo se pueda controlar preferentemente de forma remota. La conexión del dispositivo de control 100, que también puede incluir la unidad de control para cambiar la sección transversal de la boquilla supersónica 10, a Internet se puede utilizar, por ejemplo, para fines de mantenimiento, diagnóstico remoto, y control remoto del dispositivo.

35 La descripción anterior de ejemplos de formas de realización concretos sirve únicamente para explicar la invención y no debe considerarse limitante. Más bien, la invención está definida por las reivindicaciones y los equivalentes que son evidentes para un experto en la materia y están abarcados por la idea general de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la trituración y el secado de residuos, escorias, rocas y materiales (M) similares, que comprende un recipiente (2) con forma sustancialmente de embudo con una pieza accesorio cilíndrica (4), sobre el cual por lo menos dos entradas de aire (5) para introducir aire (L) comprimido y, dado el caso, calentado están dispuestas de forma distribuida sobre el perímetro, con una abertura de salida (3) para material triturado (G) sobre el fondo del recipiente (2) con forma de embudo y con una abertura de salida de flujo de aire que está dispuesta sobre la pieza accesorio cilíndrica (4) en el extremo del recipiente (2) de mayor diámetro opuesto a la abertura de salida (3), así como con un dispositivo de alimentación (9) para el material (M) que se va a triturar, que desemboca en la pieza accesorio cilíndrica (4), caracterizado por que sobre cada una de dichas por lo menos dos entradas de aire (5) que están distribuidas sobre el perímetro de la pieza accesorio cilíndrica (4) está dispuesta una boquilla supersónica (10) con un perfil de sección transversal que corresponde a una boquilla Laval y con una función Venturi, de manera que el aire (L) alimentado pueda introducirse en la dirección circunferencial de la pieza accesorio cilíndrica (4) y del recipiente (2) con forma de embudo.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que las boquillas supersónicas (10) dispuestas sobre las entradas de aire (5) están dispuestas a la misma altura axial que la pieza accesorio cilíndrica (4) sobre el recipiente (2) en forma de embudo.
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que cada boquilla supersónica (10) presenta una salida (15), que tiene una sección transversal diferente a una forma circular.
4. Dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado por que la sección transversal de la salida (15) de la boquilla supersónica (10) está configurada de forma rectangular.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que cada boquilla supersónica (10) presenta una sección transversal de flujo más estrecha (12), que puede cambiarse cuando se requiera.
6. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado por que la sección transversal de flujo más estrecha (12) de la boquilla supersónica (10) se puede ajustar mecánicamente por medio de unos tornillos de ajuste o similares.
7. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado por que la sección transversal de flujo más estrecha (12) de la boquilla supersónica (10) se puede ajustar automáticamente, preferentemente por medio de un servomotor.
8. Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado por que la sección transversal de flujo más estrecha (12) de la boquilla supersónica (10) se puede ajustar de forma controlada en función del material (M) insertado que se va a triturar, siendo los datos de control, preferentemente en forma de tabla, almacenados en una unidad de control externa.
9. Dispositivo según la reivindicación 8, caracterizado por que los datos de control para ajustar la sección transversal de flujo más estrecha (12) de la boquilla supersónica (10) se pueden determinar y compilar empíricamente.
10. Dispositivo según la reivindicación 8 o 9, caracterizado por que la unidad de control comprende un sistema de procesamiento de datos electrónico.
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que cada boquilla supersónica (10) en la entrada de aire (5) de la pieza accesorio cilíndrica (4) está delimitada por una placa de guiado de aire (14), que está montada sobre la entrada de aire (5).
12. Dispositivo según la reivindicación 11, caracterizado por que la placa de guiado de aire (14) está conectada a una placa de montaje (17).
13. Dispositivo según la reivindicación 12, caracterizado por que la placa de guiado de aire (14) y la placa de montaje (17) están rígidamente conectadas a una salida de un cuerpo de boquilla (11) asociado de la boquilla supersónica (10).
14. Dispositivo según la reivindicación 12, caracterizado por que el cuerpo de boquilla (11) de la boquilla supersónica (10) puede montarse de forma girada 180° con respecto a la placa de montaje, cuando se requiera.
15. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que está conectado a un dispositivo de control (100), que está conectado a una red internacional, por ejemplo, a Internet, de manera que los parámetros de funcionamiento del aparato puedan leerse de forma remota y el aparato pueda controlarse preferentemente de forma remota.
16. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que tres o más boquillas

supersónicas (10) están dispuestas sobre el perímetro de la pieza accesorio cilíndrica (4) a la misma distancia angular entre sí.

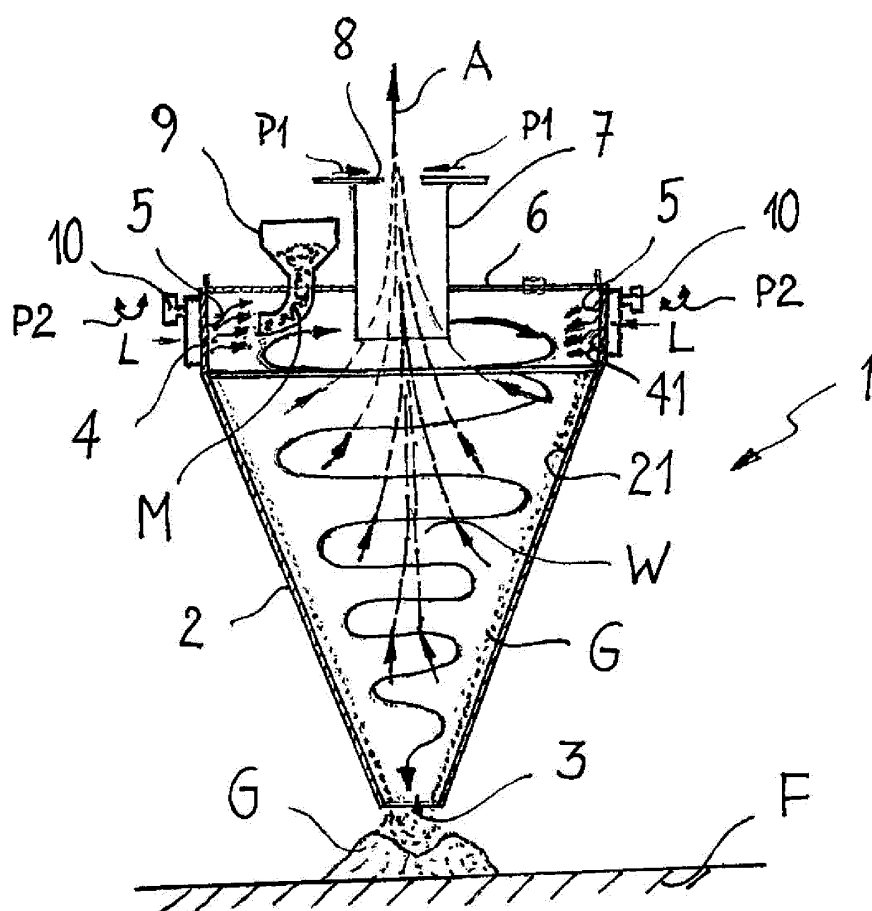
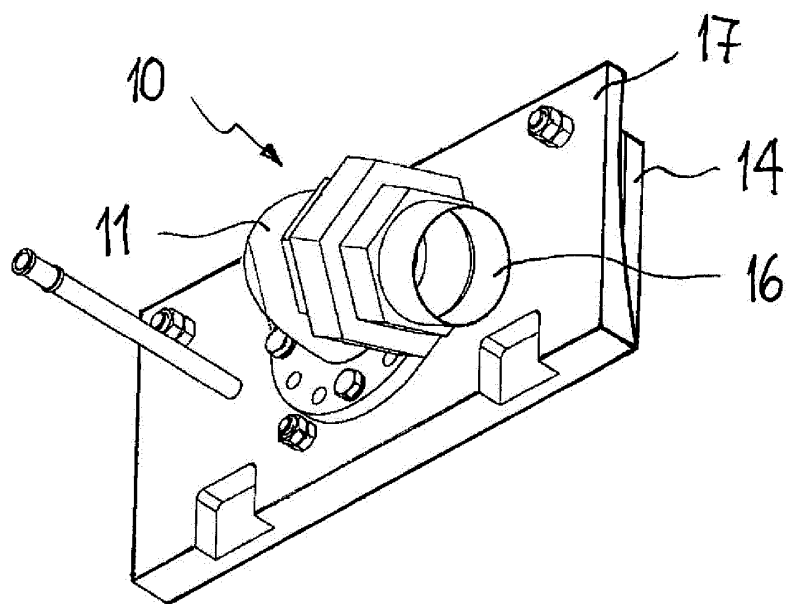
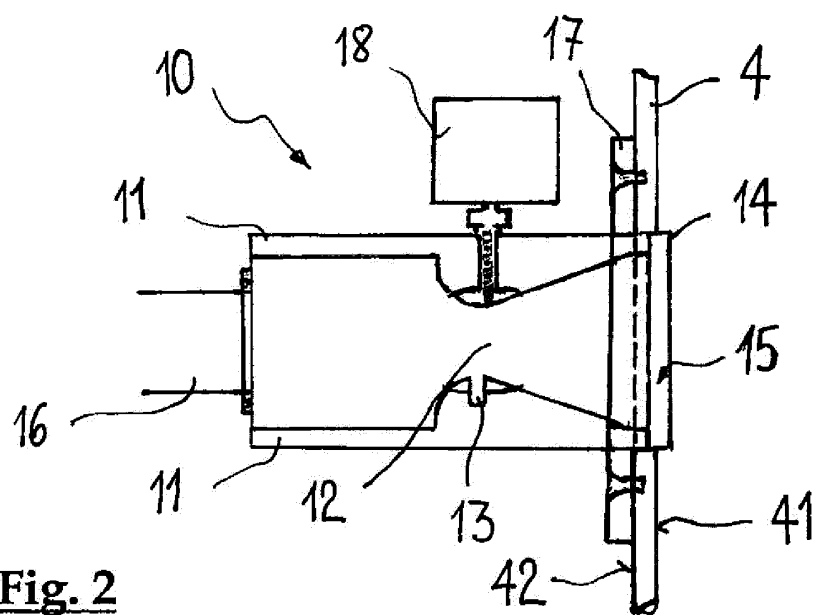


Fig. 1



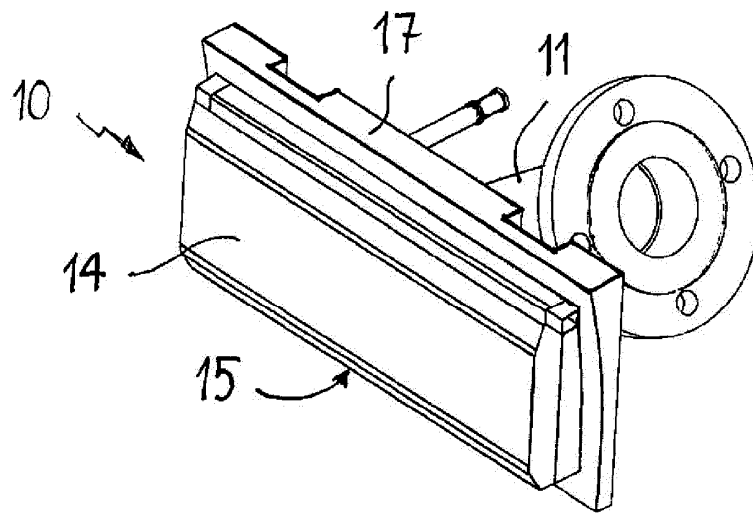


Fig. 4

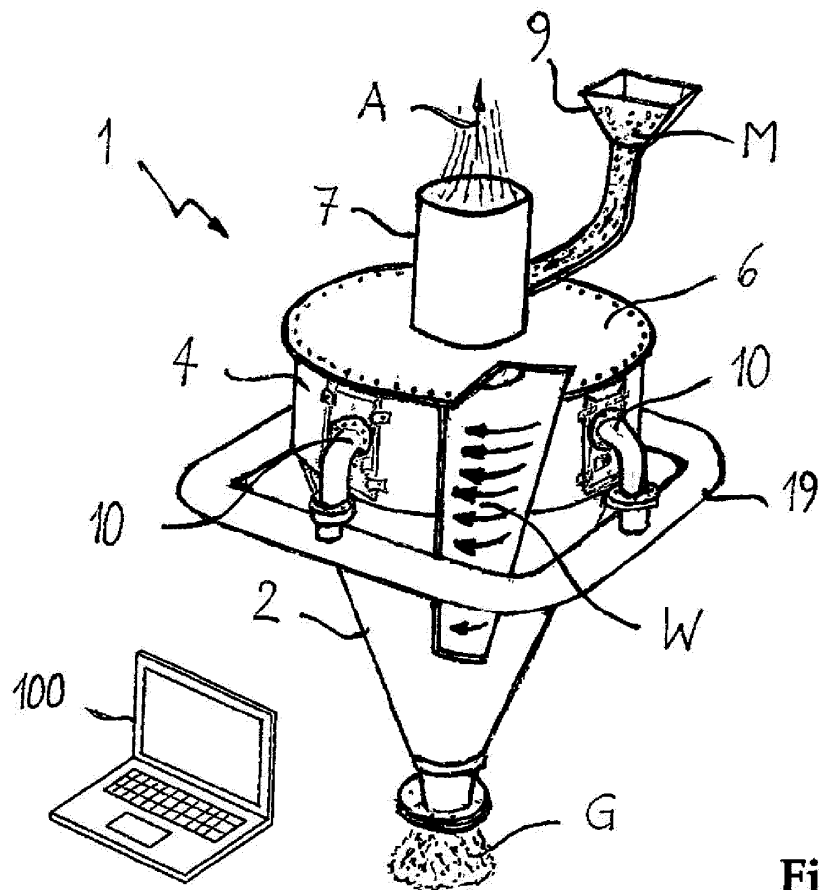


Fig. 5