

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 108**

51 Int. Cl.:

**B28C 7/00** (2006.01)

**B65G 53/32** (2006.01)

**F25D 3/10** (2006.01)

**B65G 53/52** (2006.01)

**C04B 40/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2010 E 10165079 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.02.2015 EP 2266771**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para enfriar y cargar una corriente de material fluyente o pulverulento en un recipiente de almacenamiento**

30 Prioridad:

**23.06.2009 DE 102009029893**

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

**20.05.2015**

73 Titular/es:

**MESSER GROUP GMBH (50.0%)  
Messer-Platz 1  
65812 Bad Soden, DE y  
MESSER AUSTRIA GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**HATZ, GOTTFRIED y  
TAUCHMANN, JENS**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 536 108 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 y procedimiento para enfriar y cargar una corriente de material fluyente o pulverulento en un recipiente de almacenamiento.

5 La invención concierne a un dispositivo para enfriar una corriente de material fluyente o pulverulento en el que la corriente de material se alimenta por una tubería de transporte que une un depósito de reserva con un recipiente de almacenamiento y, en una tobera que desemboca en el recipiente de almacenamiento con una abertura de la misma, es puesta en contacto con un refrigerante criógeno aportado desde una alimentación de refrigerante. La invención concierne, además, a un procedimiento correspondiente.

10 Estos dispositivos son conocidos. Así, por ejemplo, en la producción de hormigón fresco no es raro que sea necesario enfriar los áridos, por ejemplo cemento o arena, antes de mezclarlos para impedir temperaturas demasiado altas durante el fraguado. En este caso, el árido se pone usualmente en contacto directo con nitrógeno líquido o dióxido de carbono gaseoso actuante como refrigerante y es así enfriado.

15 Se conoce por el documento DE 36 23 726 A1 el recurso de inyectar cemento y nitrógeno líquido en un recipiente de almacenamiento, por ejemplo un silo, a través de tuberías de alimentación separadas. El nitrógeno se evapora al contacto con el cemento y se descarga como gas juntamente con la corriente de aire de salida. Sin embargo, con este procedimiento no puede lograrse un enfriamiento suficiente, ya que se tiene que, durante la alimentación separada de cemento y nitrógeno, se establece tan sólo un contacto térmico insuficiente entre ambos materiales. Una gran parte del nitrógeno utilizado escapa así sin ser aprovechada y el gas de escape de nitrógeno frío puede provocar fácilmente una congelación de un filtro de desempolvado asociado al silo.

20 Se conoce por el documento DE 40 10 045 A1 un procedimiento para enfriar una corriente de material pulverulento, especialmente cemento, durante su transporte mecánico hasta un silo. La corriente de material se alimenta aquí al silo por medio de una tubería de transporte en la que está incorporada una tobera Venturi. En la tobera Venturi desemboca una tubería de alimentación de refrigerante a través de la cual se introduce el nitrógeno líquido en la corriente de material. En este objeto se considera como especialmente ventajoso el prever ya la tobera Venturi al principio de la tubería de transporte para garantizar un trayecto de mezclado lo más largo posible en la tubería de transporte. Sin embargo, en este objeto es desventajoso el hecho de que, al alcanzar el nitrógeno líquido a la sustancia que se debe enfriar, se producen en la tobera Venturi una transición de fase del nitrógeno y, por tanto, un alto desprendimiento de gases en el punto de contacto. Esto conduce a un bloqueo de corta duración de la corriente de material en la tubería de transporte. Únicamente después de la desintegración de la burbuja de gas se puede reanudar el transporte de material sólido, pero éste se vuelve a detener enseguida debido a la evaporación renovada de nitrógeno líquido al contacto con material sólido alimentado todavía caliente. Este proceso se repite continuamente y, en consecuencia, conduce a una expulsión de golpe de polvos a través de la tubería de aire de salida del silo de almacenamiento. Se pierde así sustancia y se produce una contaminación no despreciable de los trabajadores y el medio ambiente.

35 En el documento DE 10 2005 037 081 A1 se describen un dispositivo y un procedimiento para enfriar cemento según el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 8, en los que un refrigerante criógeno y el cemento a enfriar son introducidos simultáneamente en el silo por una tobera de dos materiales de mezclado exterior. La tobera de dos materiales comprende unas aberturas de desembocadura concéntricamente dispuestas entre ellas para el cemento y para el refrigerante. Debido al principio del mezclado exterior se evita fiablemente el problema antes citado de la expulsión de golpe. Sin embargo, el entremezclado del material y el refrigerante y, por tanto, la eficiencia del enfriamiento siguen siendo mejorables.

Por consiguiente, el problema de la invención consiste en indicar una posibilidad para cargar y enfriar corrientes de material, especialmente para cargar y enfriar cemento, que haga posible un enfriamiento eficiente y al mismo tiempo reduzca la contaminación de hombres y medio ambiente.

45 Este problema se resuelve en un dispositivo según la reivindicación 1 por el hecho de que la tobera está equipada con una cámara mezcladora en la que desemboca la tubería de transporte con un segmento de desembocadura y en la que la al menos una alimentación de refrigerante está dispuesta inclinada con un segmento de desembocadura en ángulo agudo con el eje longitudinal de la tubería de alimentación de tal manera que una corriente de refrigerante es expulsada de la alimentación de refrigerante con una componente direccional en dirección a la abertura de la tobera.

50 Por tanto, la tubería de transporte y la alimentación de refrigerante están unidas para flujo una con otra solamente en la tobera que desemboca en el interior del recipiente de almacenamiento (silo). Por consiguiente, ambas corrientes de material entran en contacto térmico directamente en la tobera. El mezclado comienza en el interior de la tobera y se continúa fuera de la tobera después de la descarga de las corrientes de material desde la tobera. Por tanto, el entremezclado de ambas corrientes de material y así también la transición de fase del refrigerante tienen lugar, al menos en una parte importante, solamente fuera de la tobera y con ello fuera de la tubería de transporte. Se logra de este modo, por un lado, una buena acción de enfriamiento y, por otro lado, se evitan las perturbaciones a manera de

impulsos durante el transporte del material, conocidas por el estado de la técnica y causadas por una transición de fase del refrigerante en el interior de la tubería de transporte, y se evita así también la expulsión de golpe de polvos. No obstante, los materiales entran en un contacto tan intensivo de uno con otro que se garantiza una buena transmisión de calor y se aprovecha bien la entalpía del refrigerante. Debido a la conducción del flujo del refrigerante en ángulo agudo, es decir, una conducción configurada con una componente en dirección a la desembocadura de la tobera, se forma una corriente de refrigerante que envuelve en espiral a la corriente de material y que sale de la tobera en la desembocadura de ésta juntamente con la corriente de material. Se evita así un contacto directo de la corriente de material con las paredes de la tobera, el cual, en caso contrario, actuaría con efecto abrasivo y reduciría la vida útil de la tobera. El ángulo con el que las tuberías de alimentación para el refrigerante están inclinadas con respecto al eje longitudinal de la tubería de transporte se determina según las necesidades de cada caso. Cuanto mayor sea la pendiente con la que el refrigerante se introduce en la corriente de material, tanto más rápidamente se mezclaran los materiales uno con otro, pero tanto más pequeña será la formación de la corriente de refrigerante que envuelve a la corriente de material. Se logran resultados especialmente favorables con ángulos comprendidos entre 10° y 45°, en particular preferiblemente 20° y 30°. Como refrigerante criógeno preferido se utiliza nitrógeno líquido o nitrógeno gaseoso frío o bien dióxido de carbono líquido o dióxido de carbono gaseoso frío.

Un perfeccionamiento ventajoso de la invención prevé que el segmento de desembocadura de la tubería de transporte presente en su entrada en la cámara mezcladora un estrechamiento a manera de tobera, un llamado confusor. El confusor reduce la sección transversal de flujo de la corriente de material y aumenta así la velocidad del chorro que sale de la tobera de dos materiales, estabiliza con ello este chorro y prolonga así el trayecto de mezclado de material sólido y refrigerante. Además, la alta velocidad de la corriente de material conduce a una depresión en la cámara mezcladora, cuya acción de aspiración refuerza la introducción del refrigerante en la cámara mezcladora.

Convenientemente, el segmento de desembocadura de la tubería de transporte en la cámara mezcladora y la abertura de tobera están dispuestos coaxialmente entre ellos, siendo el diámetro de la abertura de tobera circular mayor que el diámetro de la abertura de desembocadura igualmente circular de la tubería de transporte en la cámara mezcladora. Por tanto, la abertura de tobera es más ancha que la corriente del material a enfriar que sale de la abertura de desembocadura de la tubería de transporte durante el funcionamiento del dispositivo. En la zona comprendida entre la corriente de material y la abertura de tobera queda así un espacio anular abierto que se llena de la corriente de refrigerante envolvente.

Preferiblemente, se han previsto al menos dos tuberías de alimentación para el refrigerante que desembocan a distancias angulares iguales con sus segmentos de desembocadura en la cámara mezcladora. Se logra así una configuración especialmente eficiente de la corriente de refrigerante que envuelve en espiral a la corriente de material.

Como alternativa o como complemento de la forma de realización antes citada de varias alimentaciones de refrigerante dispuestas a distancias angulares iguales alrededor del segmento de desembocadura de la tubería de transporte, una ejecución ventajosa de la invención prevé que la tubería de alimentación para el refrigerante desemboque en la cámara mezcladora como una tobera anular dispuesta con su segmento de desembocadura en forma de tronco de cono alrededor del segmento de desembocadura de la tubería de transporte. Para el ángulo de introducción de la corriente de refrigerante aportada a través de la tubería de alimentación troncocónica se aplica lo dicho anteriormente sobre las medidas angulares preferidas para la aportación del refrigerante.

Ventajosamente, la tubería de alimentación para el refrigerante está equipada con una válvula de bloqueo que se cierra automáticamente al quedarse por debajo de una presión prefijada. Se impide así que, al desconectar el equipo, algunos componentes de la corriente de material o de la atmósfera ambiente, tal como, por ejemplo, la humedad del aire, puedan penetrar en la alimentación de refrigerante o las alimentaciones de refrigerante y puedan conducir allí a congelaciones.

Una ejecución especialmente preferida de la invención prevé que un equipo de regulación regule los caudales volumétricos de material a enfriar y refrigerante en función de parámetros físicos o químicos. La regulación se efectúa, por ejemplo, en función de la temperatura medida del material alimentado o de la temperatura objetivo del material enfriado y/o de la carga de polvo de una corriente de gas de escape evacuada del silo. Se optimiza así la utilización de refrigerante, se minimiza la descarga de material sólido del silo y por tanto, se reduce la contaminación de hombres y medio ambiente.

El problema de la invención se resuelve también con un procedimiento para enfriar un material pulverulento según la reivindicación 8, en el que se alimenta la corriente de material por una tubería de transporte que une un depósito de reserva con un recipiente de almacenamiento y se pone dicha corriente en contacto con un refrigerante criógeno en una tobera que desemboca en el recipiente de almacenamiento con una abertura de la misma, y que se caracteriza según la invención por que la corriente de material se descarga como una corriente de partículas a través de la abertura de la tobera y el refrigerante se descarga al menos parcialmente a través de dicha abertura como una corriente de refrigerante que envuelve a la corriente de partículas. La corriente de refrigerante que envuelve al chorro de partículas impide especialmente daños abrasivos en la tobera originados por la corriente de partículas

saliente y alarga así la vida útil de la tobera. Al mismo tiempo, produce un entremezclado íntimo del refrigerante y la corriente de material después de la salida de la desembocadura de la tobera.

Preferiblemente, se utiliza como corriente de material a enfriar un material de construcción, por ejemplo cemento, y como refrigerante se utiliza nitrógeno líquido nitrógeno gaseoso frío o bien dióxido de carbono líquido o dióxido de carbono gaseoso frío.

Se explicará un ejemplo de realización de la invención con más detalles ayudándose de los dibujos. Muestran en vistas esquemáticas:

La figura 1, un dispositivo según la invención para enfriar cemento y

La figura 2, una tobera de dos materiales utilizada en el dispositivo según la figura 1 para la aportación de cemento y refrigerante.

En el dispositivo de la figura 1 según la invención se alimenta neumáticamente a un silo 10 un material pulverulento, en el ejemplo de realización cemento, desde un vehículo de suministro 1. En la cabeza del silo está dispuesto un filtro de desempolvado 11. La alimentación se efectúa desde el vehículo de suministro 1 a través de una tubería de alimentación 2 que está unida con una tubería de transporte 9 a través de una acometida. La tubería de transporte 9 desemboca en el silo 10 por una tobera 8. Un refrigerante, en el ejemplo de realización nitrógeno líquido o nitrógeno gaseoso frío, es conducido por una tubería de refrigerante 3, a través de un caudalímetro 4, hasta una válvula de control 6 que es regulada por medio de una unidad de control 5 a un caudal determinado fijamente ajustado o establecido en función de parámetros medidos. A continuación, se transporta el refrigerante hasta la tobera 8 a través de una tubería de refrigerante 7. Las tuberías de refrigerante 3, 7 consisten en tuberías termoaisladas en el caso del enfriamiento con un medio criógeno ultrafrío, tal como, por ejemplo, nitrógeno líquido, mientras que en el caso de un medio criógeno licuado a presión, tal como dióxido de carbono líquido, consisten en tuberías resistentes a la presión. La unidad de control 5 está en unión de datos de una manera aquí no mostrada con un sensor para captar la temperatura del cemento almacenado en el silo 10 y/o con un sensor para captar la proporción de sólidos en el aire de salida alimentado al filtro de desempolvado 11 y hace así posible una alimentación del refrigerante regulada en función de valores prefijados de la temperatura del cemento y de la proporción de sólidos.

La tobera 8 representada en la figura 2 tiene una cámara mezcladora 14 en la que desembocan una tubería de alimentación 15 para la corriente de material y dos alimentaciones de refrigerante 16, 17. La tubería de alimentación 15 para la corriente de material dispone de una unión de brida 18 para la conexión de la tubería de transporte 9. Las alimentaciones de refrigerante 16, 17 presentan también unas bridas 19, 20 a las que se pueden fijar - no mostrado aquí tampoco - unas tuberías de alimentación que están en unión de flujo con la tubería de refrigerante 7. La tubería de alimentación 15 de forma circular en sección transversal se estrecha en su segmento delantero, alcanzando el diámetro su mínimo en la zona de la abertura de desembocadura 21. El confusor formado de esta manera sirve para aumentar la velocidad de flujo del material conducido por la tubería de alimentación 15.

En el segmento de la cámara mezcladora 14 opuesto a la tubería de alimentación 15 para la corriente de material la tobera 8 presenta un segmento de desembocadura dispuesto coaxialmente a la tubería de alimentación 15, con una abertura de salida 22 cuya sección transversal preferiblemente circular presenta un diámetro mayor que el de la tubería de alimentación 15 en la zona de su abertura de desembocadura 21. El segmento de desembocadura de la tobera 8 está unido de manera fija, pero soltable, por medio de una unión de brida 23, con una pared 24 del silo 10 en la zona de una abertura de alimentación 25 allí prevista.

Las alimentaciones de refrigerante 16, 17 desembocan en la tubería de alimentación 15 por la cámara mezcladora 14 bajo un respectivo ángulo agudo - igual para ambas alimentaciones 16, 17 -. El valor del ángulo  $\alpha$  entre el eje 26 de la tubería de alimentación 15 y el eje 27 de la alimentación de refrigerante 16 posee un valor comprendido entre  $10^\circ$  y  $45^\circ$ , preferiblemente entre  $20^\circ$  y  $30^\circ$ , por ejemplo  $22,5^\circ$ .

En el interior de las alimentaciones de refrigerante 16, 17 están dispuestas unas válvulas de retención 28, 29 que se cierran automáticamente al quedarse por debajo de una diferencia de presión prefijada entre la presión (más alta) en la tubería de refrigerante 7 conectada a las alimentaciones de refrigerante 16, 17 y la presión (más baja) en el interior de la cámara mezcladora 14. Se impide de esta manera que, una vez concluido el llenado del silo 10 con cemento, penetren partículas de cemento o humedad del aire en las alimentaciones de refrigerante 16, 17 y las obstruyan o congelen. Por ejemplo, las válvulas de retención 28, 29 consisten en una válvula del tipo que se ha descrito en el documento DE 10 2006 027 561 A1.

Durante el funcionamiento del dispositivo se transporta neumáticamente un material pulverulento, por ejemplo cemento, desde el vehículo de suministro 1 hasta la tobera 8 a través de la tubería de alimentación 2 y la tubería de transporte 9 y dicho material entra en la cámara mezcladora 14 a través de la tubería de alimentación 15. Después de salir de la abertura de desembocadura 21 la corriente de material forma un chorro de partículas que se extiende a través de la cámara mezcladora 14 y que penetra profundamente en el espacio interior del silo 10 antes de la abertura de salida 22 de la tobera 8. Una cantidad de un refrigerante exactamente dosificada a través de la válvula

- de control 6 llega por la tubería de refrigerante 7 a las alimentaciones de refrigerante 16, 17 y desde allí a la cámara mezcladora 14 de la tobera 8. Debido a la disposición en ángulo agudo de las alimentaciones de refrigerante 16, 17 en la cámara mezcladora 14 solamente una parte del refrigerante entrante se mezcla todavía dentro de la cámara mezcladora 14 con el cemento que se debe enfriar. La parte restante forma un chorro de gas frío que envuelve al chorro de partículas. En el interior del silo 10 entran en contacto adicionalmente las corrientes de material pulverulento y del refrigerante. Se enfría entonces el material pulverulento, mientras que el refrigerante absorbe calor y se evapora - siempre que antes estuviera en el estado de licuado a una temperatura ultrafría -. La alimentación del refrigerante por dos alimentaciones de refrigerante separadas 16, 17 conduce aquí a un movimiento rotativo de la corriente de refrigerante alrededor del eje longitudinal 26 dentro de la tobera 8 y seguidamente a un movimiento rotativo sobre sí mismo del chorro de refrigerante en la zona situada delante de la abertura de salida 22 de la tobera 8. Mediante este movimiento rotativo y mediante el aumento de la velocidad del chorro provocado a consecuencia del estrechamiento de la sección transversal de la tubería de alimentación 15 se estabilizan los chorros de material y, por tanto, se alarga el trayecto de mezclado dentro del cual el cemento está en contacto con el refrigerante. De esta manera, se garantiza una transmisión de calor eficiente y uniforme del refrigerante a la corriente de material.
- En lugar de un refrigerante criógeno licuado se pueden utilizar también refrigerantes gaseosos fríos, tal como, por ejemplo, un gas, por ejemplo nitrógeno, argón o dióxido de carbono, que se mantenga a una temperatura que sea igual o un poco superior al punto de ebullición en las condiciones de presión correspondiente reinantes en la alimentación de refrigerante 7. Asimismo, se puede utilizar dióxido de carbono u otro gas licuado a presión que se transporte a presión en estado líquido hasta la tobera 8 de dos materiales y se expande produciendo frío en la tobera 8 de dos componentes o delante de su desembocadura. En este caso, en lugar de la tubería termoaislada 7 está prevista una tubería de presión que hace posible el transporte del dióxido de carbono líquido a temperatura ambiente. Asimismo, está previsto un equipo de generación de torsión que estabiliza la corriente de material y el chorro de refrigerante envolvente de la misma y alarga el trayecto del entremezclado de ambas corrientes de material.
- Por lo demás, el dispositivo según la invención no se limita al enfriamiento de cemento, sino que puede utilizarse en general para el enfriamiento de sustancias pulverulentas o fluyentes con un refrigerante criógeno.

#### Lista de símbolos de referencia

- |    |    |  |
|----|----|--|
|    | 1  | Vehículo de suministro                                       |
|    | 2  | Tubería de alimentación                                      |
| 30 | 3  | Tubería  |
|    | 4  | Caudalímetro   |
|    | 5  | Unidad de control  |
|    | 6  | Válvula de control   |
|    | 7  | Tubería de refrigerante                                      |
| 35 | 8  | Tobera de dos materiales                                     |
|    | 9  | Tubería de transporte  |
|    | 10 | Silo   |
|    | 11 | Filtro de desempolvado                                       |
|    | 12 | -  |
| 40 | 13 | -  |
|    | 14 | Cámara mezcladora  |
|    | 15 | Tubería de alimentación para la corriente de material        |
|    | 16 | Alimentación de refrigerante                                 |
|    | 17 | Alimentación de refrigerante                                 |
| 45 | 18 | Unión de brida   |
|    | 19 | Brida  |
|    | 20 | Brida  |
|    | 21 | Abertura de desembocadura (de la tubería de alimentación 15) |
|    | 22 | Abertura de salida   |
| 50 | 23 | Brida  |
|    | 24 | Pared de silo  |
|    | 25 | Abertura de alimentación                                     |
|    | 26 | Eje  |
|    | 27 | Eje  |
| 55 | 28 | Válvula de retención   |
|    | 29 | Válvula de retención   |

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo para enfriar una corriente de material fluyente o pulverulento, en el que se alimenta la corriente de material por una tubería de transporte (9, 15) que une un depósito de reserva (1) con un recipiente de almacenamiento (10) y en el que dicha corriente de material es puesta en contacto, en una tobera (8) que desemboca en el recipiente de almacenamiento (10) con una abertura de tobera (22), con un refrigerante criógeno aportado desde al menos una alimentación de refrigerante (7, 16, 17), **caracterizado** por que la tubería de transporte (9, 15) y la alimentación de refrigerante (7, 16, 17) están unidas para flujo una con otra en la tobera (8), estando equipada la tobera (8) con una cámara mezcladora (14) en la que desemboca la tubería de transporte (9) con un segmento de desembocadura (15), y en la que la al menos una alimentación de refrigerante está dispuesta inclinada con un segmento de desembocadura (16, 17) en ángulo agudo con el eje longitudinal (26) de la tubería de alimentación (15) de tal manera que una corriente de refrigerante es expulsada de la alimentación de refrigerante (7) con una componente direccional en dirección a la abertura de tobera (22).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el segmento de desembocadura (15) de la tubería de transporte presenta en su entrada a la cámara mezcladora (14) un estrechamiento a manera de tobera.
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** por que el segmento de desembocadura (15) de la tubería de transporte (9) en la cámara mezcladora (14) y la abertura de tobera (22) están dispuestas coaxialmente entre ellos, siendo el diámetro de la abertura de tobera (22) mayor que el diámetro de la abertura de desembocadura (21) de la tubería de transporte en la cámara mezcladora (14).
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que al menos dos alimentaciones de refrigerante espaciadas una de otra a distancias angulares iguales desembocan con sus segmentos de desembocadura (16, 17) en la cámara mezcladora (14).
5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que la alimentación de refrigerante desemboca en la cámara mezcladora (14) como una tobera anular dispuesta con su segmento de desembocadura (16, 17) en forma de tronco de cono alrededor del segmento de desembocadura (15) de la tubería de transporte (9).
6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que la alimentación de refrigerante (7, 16, 17) está equipada con una válvula de bloqueo que se cierra automáticamente al quedarse por debajo de una presión prefijada.
7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por un equipo de regulación que regula los caudales volumétricos de la corriente de material y/o el refrigerante en función de parámetros físicos o químicos, tal como, por ejemplo, la temperatura de la corriente de material antes y/o después del enfriamiento.
8. Procedimiento para enfriar un material pulverulento, en el que se alimenta la corriente de material por una tubería de transporte (9, 15) que une un depósito de reserva (1) con un recipiente de almacenamiento (10), **caracterizado** por que se pone en contacto la corriente de material con un refrigerante criógeno en una cámara mezcladora (14) de una tobera (8) que desemboca en el recipiente de almacenamiento (10) con una abertura de tobera (22), descargándose la corriente de material como una corriente de partículas a través de la abertura de tobera (22) y descargándose al menos parcialmente el refrigerante a través de dicha abertura como una corriente de refrigerante que envuelve a la corriente de partículas.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado** por que se utiliza como corriente de material un material de construcción, por ejemplo cemento, y como refrigerante se utiliza nitrógeno líquido o nitrógeno gaseoso frío o bien dióxido de carbono líquido o dióxido de carbono gaseoso frío.

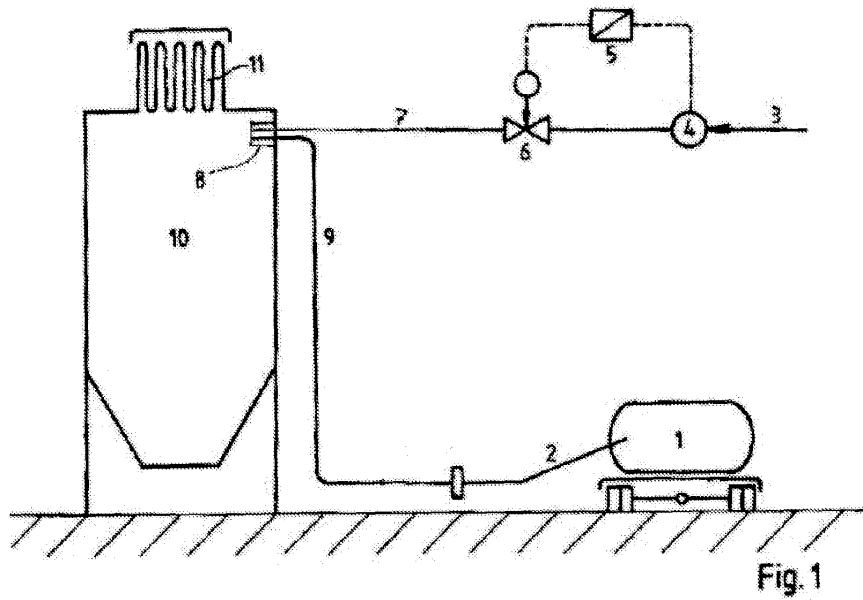


Fig. 1

