



38 1089

PATENTE DE INTRODUCCION

Br. 46814/68

SECCION TECNICA  
CLASIFICACION IPC  
CLASE B.65  
SUBCLASE G

*Memoria Descriptiva*

sobre:

PERFECCIONAMIENTOS EN APARATOS PARA TRANSPORTAR MATERIALES PARTICULADOS COHESIVOS DESDE UNA TOLVA A UN PUNTO DE DESCARGA.

\*\*\*\*\*

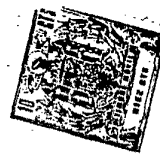
*Solicitante:* NATIONAL RESEARCH DEVELOPMENT CORPORATION, entidad nor teamericana, residente en P.O. Box 236. Kingsgate House, 66/74 Victoria Street, Londres SW1., Inglaterra.

\*\*\*\*\*

La presente invención se relaciona con aparatos para transportar materiales particulados cohesivos de un lugar a otro.

Ya se conocen varios sistemas para transportar materiales particulados de un lugar a otro por medios

BAD ORIGINAL



- que comprenden fluidización ó por lo menos una sensible aireación del material, pero ésto exige flujos de gran volumen del medio gaseoso de fluidización ó aireación y se tienen que adoptar medidas para desairear el material en el punto de descarga. Además, no es fácil fluidizar materiales muy cohesivos.
5. El presente invento se refiere al transporte de material particulado cohesivo en lo que se llama comunmente la "fase densa" en cuya fase la relación de masa de sólido a gas es del orden de 250 a 400.
10. La distribución de dichos materiales de lo que se conoce comunmente como "tolva de flujo en masa" es una operación conocida. Dicha tolva tiene paredes convergentes en sentido descendente cuyo ángulo se puede calcular por medios conocidos y depende del coeficiente mútuo de fricción entre cualquier material particular que haya de manejar y el material de la superficie de las paredes convergentes con el que el material que se ha de manejar se pone en contacto. Cuanto más elevados sea éste coeficiente tanto menor habrá de ser el ángulo incluido de las paredes convergentes para evitar la formación
15. de un túnel vertical hacia abajo en el material que se ha de manejar, rodeado por un volumen de dicho material que permanece en la tolva. Habiendo determinado dicho ángulo, el tamaño del orificio de descarga en el cual deben converger las paredes depende de una característica del material particulado que se ha de manejar, que comunmente se denomina la "resistencia de una superficie libre". Esta característica refleja las cualidades coexas del material particulado y por lo tanto la
20. tendencia que tiene a formar un puente de un lado al otro del orificio de salida ó descarga de la tolva. Cuanto más elevada sea la "resistencia en una superficie libre" tanto mayor debe
- 25.
- 30.



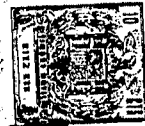
rá ser el orificio de salida ó descarga, y tanto más voluminosa habrá de ser la tolva en conjunto para inhibir la formación de puente.

5. Cuando se deseen transportar materiales desde una tolva de flujo en masa por medio de una tubería de dimensiones convenientes hasta un punto de descarga, el diámetro de ésta tubería determina virtualmente el tamaño del orificio de salida ó descarga de la tolva de flujo en masa y éste, para los materiales más coxivos, es sensiblemente menor que lo que debería ser para evitar la formación de puente.
- 10.

Para impulsar el material coxivo a través de dicha tubería, se tiene que aplicar fuerza en algún punto de la instalación y se propone aplicar ésta fuerza en forma de gas a presión introducido por encima del material en la tolva. Esto en sí agrava la tendencia de la formación de puente del material en la tolva. Se ha averiguado que ésta tendencia a formar puente por parte del material se puede evitar introduciendo en las zonas inferiores de la tolva una cantidad relativamente pequeña de gas a presión que es insuficiente para reducir la relación de masa de sólido a gas por debajo de la gama de "fase densa" arriba explicada.

- 15.
20. Es necesario evitar la tendencia del material particulado a obstruir la tubería de descarga.

25. La presión necesaria para impulsar un material particulado dado a lo largo de una tubería de diámetro dado varía como el cuadrado de la longitud continua de material en la tubería y puede elevarse hasta alcanzar niveles totalmente anti-económicos. Se ha propuesto resolver ésta dificultad dividiendo el material en la tubería en longitudes separadas o tapones con interespacios llenos de gas entre los mismos pero éste me
- 30.



no se puede contar entre las medidas adoptadas complicadas ó molestas para descargar el material en el lugar de formación del tapón.

5. Es preferible que la velocidad del flujo de gas en la parte superior de la tolva sea igual a la velocidad de transporte de material a lo largo de la tubería, mientras que la velocidad de flujo de gas en la parte inferior de la tolva es del orden de la cuarta parte de la velocidad de transporte del material.

10. El promedio de velocidad de flujo de gas en dicho punto de introducción en la tubería es preferiblemente una fracción de la velocidad de transporte de material igual a la velocidad deseada de los espacios de aire entre tapones y la longitud de cada tapón de material que pasa a lo largo de la tubería. Esta relación puede ser del orden de 1:5 para una gama considerable de materiales particulados cohesivos apropiados para transportar por medio del aparato del invento.

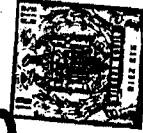
15. De preferencia al punto de entrada de gas en la parte inferior de la tolva se sitúa a una cierta distancia por encima de la boca de salida de la tolva y cuya distancia está comprendida entre un tercio y un sexto de la altura de las paredes inclinadas de la tolva por encima de dicha boca de salida.

20. El invento se comprenderá más fácilmente por la descripción que sigue de una modalidad del mismo ilustrada en los dibujos adjuntos, en los que:

25. La figura 1 es una representación algo esquemática de un aparato según el invento; y

30. La figura 2 es una vista en sección de los medios empleados para introducir gas en la tubería.

381089



En la figura 1, una tolva 1 tiene una parte conifcada 2 cuyo ángulo de cono es el de una tolva de flujo en masa para el material que haya de transportar el aparato.

5. La parte superior de la tolva 1 se cierra con una tapa 3 que se separa para recargar la tolva, pero que cuando se cierra forma un ajuste hermético al aire sobre el cuerpo de la tolva. Los medios de sujeción y cierre hermético son del tipo tradicional y no se ilustran en el dibujo.

10. El extremo inferior de la parte conificada de la tolva 2 se une a un tramo corto curvado de tubería 4, cuyo tramo de tubería 4 y el orificio de salida 5 de la tolva son menores que el tamaño del orificio de salida de tolva necesario para que el material en cuestión fluya libremente de la tolva sin formar puente.

15. El otro extremo de la tubería curvada 4 se conecta por medio de un dispositivo de introducción de gas 6 a un tramo complementario de tubería 7, que se extiende hasta el punto de descarga (no ilustrado).

20. Una fuente 8 de gas a presión alimenta a una tubería ramificada 9 que divide el flujo en chorros separados que fluyen a través de las tuberías 10, 11 y 12 hasta la parte superior de la tolva 1, hasta un punto 13 próximo al orificio de salida 5 y hasta el dispositivo de introducción de gas 6, respectivamente. Lógicamente las tuberías 10, 11 y 12 se podrían abastecer también con gas a presión procedente de  
25. fuentes separadas.

30. En las tuberías 10, 11 y 12, respectivamente, se introducen dispositivos reguladores de flujo 14, 15 y 16 y unos dispositivos de medición de presión 17, 18 y 19 se conectan respectivamente a dichas tuberías.



Un dispositivo de introducción de gas 6 se alimenta con gas procedente de la tubería 12 a través de una válvula de solenoide 20 que se controla por medio de un generador de impulsos eléctricos 21.

5. El dispositivo de introducción de gas 6 se ilustra con detalle en la figura 2. Los extremos de las tuberías 4 y 7 tienen bridas enterizas 22 y 23 y el dispositivo 6 tiene placas extremas anulares 24 y 25 del mismo tamaño que éstas bridas. Estas placas extremas 24 y 25 se separan por una sección tubular 26 que se ilustra alojada en canales 27 y 28 de las placas extremas 24 y 25. La tubería se suelda a la sección tubular 26 que se taladra alineada con el ánima de la tubería 12.

15. Las esquinas interiores de las placas 24 y 25 se rebajan para alojar un revestimiento interior poroso 29 que puede ser de bronce sinterizado.

20. Unos pernos como los indicados por el número 30 atraviesan las bridas 22 y 23 y las placas extremas 24 y 25 para sujetar el conjunto y mantener la sección tubular 26 y el revestimiento poroso, 29 en sus canales respectivos y rebajos revestidos interiormente con material obturador elástico preferiblemente. De otro modo, las placas extremas 24 y 25 y la sección tubular 26 y el revestimiento interior 29 se pueden soldar entre sí permitiendo la utilización de pernos cortos individuales para sujetar la brida 22 a la placa extrema 24 y la brida 23 a la placa extrema 25.

El aparato funciona como sigue:

30. Una fuente de presión 8 descarga gas a una presión que puede ser del orden de 0,42 a 0,70 kg/cm<sup>2</sup>. Esta presión se alimenta por la tubería 10 a la parte superior (indicada



por la línea de puntos 31 en la figura 1) del material contenido en la tolva 1 que se ve obligado a descender.

5. La misma presión se alimenta a la tubería 11 que conduce al punto 13 de la tolva 1. La entrada de gas en el punto 13 puede ser radial ó parcialmente tangencial ó por medio de un anillo de aireación interior. La cantidad del gas que penetra en el punto 13 es pequeña y el regulador de flujo 15 se ajusta para restringir el flujo apropiadamente.

10. Se comprenderá que la finalidad de introducir gas en el punto 13 es romper el puente de material particulado que de otro modo se formaría por encima del orificio de salida 5 de la tolva debido al tamaño de dicho orificio. No es conveniente introducir en el material particulado más que la cantidad mínima de gas necesaria para evitar la formación de puente. El

15. objeto del invento es transportar el material en la fase densa, de forma que se pueda conseguir un flujo más satisfactorio, al punto de descarga sin las altas velocidades de flujo asociadas con el material muy aireado y sin necesidad de ciclones ó dispositivos similares en el punto de descarga, para separar el

20. gas del material particulado. El flujo a través de la tubería 11 es tan solo la cuarta aproximadamente del flujo a través de la tubería 10. A medida que el material particulado penetra en el tubo curvado 4 se produce una cierta compactación debido a la presión de impulsión aplicada por la tubería 10.

25. Cuando el material particulado pasa a través del dispositivo de introducción de gas se somete periódicamente a un impulso de flujo de gas producido por la apertura periódica de la válvula 20 bajo el control del generador de impulsos 21. Esta acción separa el material en tapones discontinuos separados

30. por interespacios llenos de gas. La longitud de cada tapón



está en funcióna la velocidad de flujo del material por el dispositivo 6 y la frecuencia de los impulsos procedentes del generador de impulsos 21. La duración de cada impulso gobierna las longitudes de los interespacios llenos de gas entre los tapones.

5.

Las longitudes óptimas de los tapones dependerán de la naturaleza del material particulado que se transporte.

10.

Según se ha indicado anteriormente, la presión necesaria para impulsar un material particulado a lo largo de una tubería de un diámetro dado varía como el cuadrado de la longitud de material interrumpido en la tubería y, habiéndose elegido una presión de impulsión conveniente existirá una longitud máxima de tapón que pueda ser impulsada por ésta presión.

15.

Logicamente habra una disminución de presión en interespacios sucesivos entre tapones a lo largo del tramo de la tubería de descarga hacia el punto de descarga y la presión existente en el interespacio situado por detrás del último tapón completo adyacente al punto de descarga.

20.

Para conseguir un transporte satisfactorio de material particulado coesivo en la fase densa, las longitudes de los tapones deberán ser cortas y se ha averiguado que un tapón de calcita de 30 cm de longitud exige solamente una presión del orden de  $0,04 \text{ kg/cm}^2$  para moverlo en su estado de reposo y una presión de tan solo la tercera parte de la presión citada para mantenerlo en movimiento.

25.

Esto explica el hecho de que los tapones hacia el extremo de descarga de la tubería 7 se pueden mantener en movimiento a pesar del hecho de que la presión en los interespacios entre dichos tapones haya disminuido de la presión inicial en el dispositivo 6 a una presión no muy superior a la pre

30.



sión atmosférica al extremo de descarga de la tubería 7.

5. La distancia del dispositivo 6 de la salida de la tolva necesita encontrarse dentro de ciertos límites que se pueden calcular por experimentación. Si la distancia es demasiado corta no se puede formar un tapón satisfactorio, y si es demasiado larga, es necesaria una presión excesiva para impulsar los tapones a lo largo de la tubería 7.

10. Las uniones de tubería deben ser muy lisas, porque de otro modo los tapones se romperían al pasar a través de la unión.

Una temperozación típica para el funcionamiento de la válvula 20 es una relación del 1:1 de los estados abierto a cerrado con una frecuencia de un ciclo por segundo. El gas procedente de la fuente 8 será generalmente aire.

15. El aparato ilustrado en los dibujos se adapta a la operación discontinua. Cuando se vacía la tolva, la caída de presión a lo largo de la tubería 7 cae repentinamente<sup>y</sup>/el flujo de gas aumenta de una forma excesiva.

20. Este gas a alta velocidad barre el polvo de la tubería dejando solamente una pequeña capa residual de polvo sobre la superficie interior de la tubería. Entonces se puede introducir un material diferente a través del aparato solamente con una contaminación inicial mínima por el material que se había hecho pasar anteriormente por dicho aparato.

25. Al poner en marcha el aparato después de cargada la tolva, es preferible graduar los reguladores del flujo 14, 15 y 16 a las condiciones apropiadas y alimentar entonces gas comprimido a plena presión inmediatamente, desde la fuente 8 a la tubería 9. En los tres puntos de admisión de gas tiene lugar una rápida acumulación de presión y el transporte comien

30.



381089

za instantáneamente.

A continuación se exponen ejemplos del comportamiento del aparato según el invento:

EJEMPLO I

5.	Material	calcita "tal como se envía" 63 micras
	Longitud de la tubería 7	7,62 m
	Elevación vertical	3,35 m
	Presión en la tolva (tubería 10)	0,56 kg/cm <sup>2</sup>
	Temporización de la válvula 20	0,5 segundos abierta/ 0,5 segundos cerrada
10.	Velocidad del polvo	52,15 kg/minuto
	Velocidad del aire	0,157 m <sup>3</sup> /minuto
	Relación de volumen, aire:polvo	2,15
	Relación de masa, polvo:aire	345
	Trabajo útil realizado	1.142 m/kg/minuto
15.	H.P. del aire adiabático	0,159

EJEMPLO II

	Material	Calcita "tal cual se envía", 66 micras
	Longitud de la tubería 7	9,14 m
	Generación vertical	6,70
20.	Presión en la tolva (tubería 10)	0,59 kg/cm <sup>2</sup>
	Temporización de la válvula 20	0,5 segundos abierta/ 0,5 segundos cerrada
	Velocidad del polvo	14,78 kg/minuto
	Velocidad del aire	0,045 m <sup>3</sup> /minuto
	Relación de volumen, aire:polvo	2,94
25.	Relación de masa, polvo:aire	250
	Trabajo útil realizado	481 m/kg/minuto
	H.P. del aire adiabático	0,05



381089

EJEMPLO III

	Material	Cemento portland
	Longitud de la tubería 7	7,62 m
	Elevación vertical	3,35 m
5.	Presión en la tolva	0,49 kg/cm <sup>2</sup>
	Temporización de la valvula 20	0,5 segundos abierta/ 0,5 segundos cerrada
	Velocidad del polvo	94,33 kg/minuto
10.	Velocidad del aire	0,279 m <sup>3</sup> /minuto
	Relación de volumen, aire:polvo	2,2
	Relación de masa, polvoaire	400
	Trabajo útil realizado	153 m/kg/minuto
	H.P. del aire adiabático	0,156

15. El aparato utilizado en los ejemplos anteriores fué un modelo experimental a una escala relativamente pequeña que tenía una tolva de 457 mm de diámetro con una sección cilíndrica superior de 76 cm de altura, con una capacidad de 136 kg de polvo. La tapa 3 se sujetó con pernos de palanca accodada de desmontaje rápido. El diámetro interior de los tubos 4 y 7 era de 50,8 mm. La tubería 4 en el punto 13 tenía un diámetro interior de 1,59 mm.

N O T A

25. Descrita suficientemente la naturaleza del invento así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Introducción por 10 años en España sobre: Perfeccionamientos en apa

30.

4573



381089

ratos para transportar materiales particulados cohesivos desde una tolva a un punto de descarga; caracterizándose por lo siguiente:

- 1ª.- Perfeccionamientos en aparatos para transportar
5. materiales particulados cohesivos desde una tolva a un punto de descarga; caracterizados porque se dota a cada aparato de una tolva de flujo en masa, como dispositivo de almacenamiento, dotado de un orificio de salida pequeño para eliminar la formación de puente del material cuando es propulsado por la fuerza de la gravedad solamente, una tubería de descarga conectada al citado orificio de salida que conduce al punto de descarga
10. medios para alimentar gas a presión a la superficie del material en la tolva con una velocidad de flujo igual a la velocidad de transporte del material desde la tolva, medios para introducir gas a presión en la tolva en un punto máximo al orificio de salida y para regular la velocidad de flujo de forma que no exceda de la cuarta parte de la velocidad de transporte del material procedente de la tolva, y medios para introducir intermitentemente gas a presión en la tubería de descarga
15. en un punto próximo pero separado de la unión de la misma con el orificio de salida de la tolva, por lo que el material particulado en la tubería de descarga se divide en tapones discontinuos separados por espacios llenos de gas.
- 20.

- 2ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª,
25. caracterizados porque cuando dicha tolva tiene una parte inferior con paredes inclinadas hacia dentro en dirección al orificio de salida, dicho punto próximo al orificio de salida para la introducción de gas a presión en la tolva se separa del orificio de salida en una distancia comprendida entre un tercio y un sexto de la altura general de dicha parte inferior de la
- 30.



38 1089  
6 DIC 1972

tolva.

5. 3ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, caracterizados porque se introduce gas a presión intermitente en la tubería de descarga a través de una válvula cuya apertura y cierre se controla cíclicamente por medio de un oscilador.

4ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3ª, caracterizados porque el oscilador es un oscilador eléctrico.

10. 5ª.- Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque la tubería de descarga tiene un trozo corto de pared en forma de manguito permeable al gas con una camisa rodeando dicho trozo corto de pared de tubería y con una lumbrera de entrada de aire en la camisa, acoplada a una fuente de impulsos intermitentes de gas a presión.

15. 6ª.- Perfeccionamientos en aparatos para transportar materiales particulados cohesivos desde una tolva a un punto de descarga; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado en los adjuntos dibujos.

20. Esta Memoria consta de Trece hojas, escritas a máquina por una sola cara.

- 6 DIC. 1972

Madrid,

NATIONAL RESEARCH DEVELOPMENT CORPORATION

J. GOMEZ ACEBO Y MORA  
c/ P. Elvador L. Gasta Fundador

381089

ESCALA  
VARIABLE

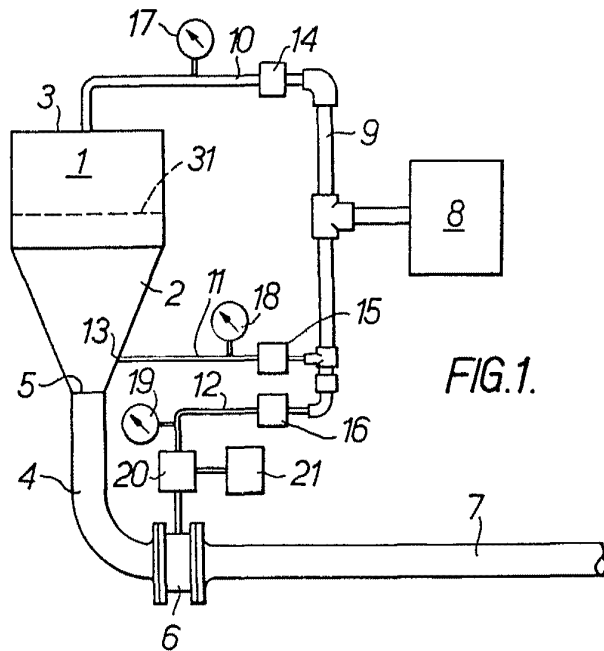


FIG. 1.

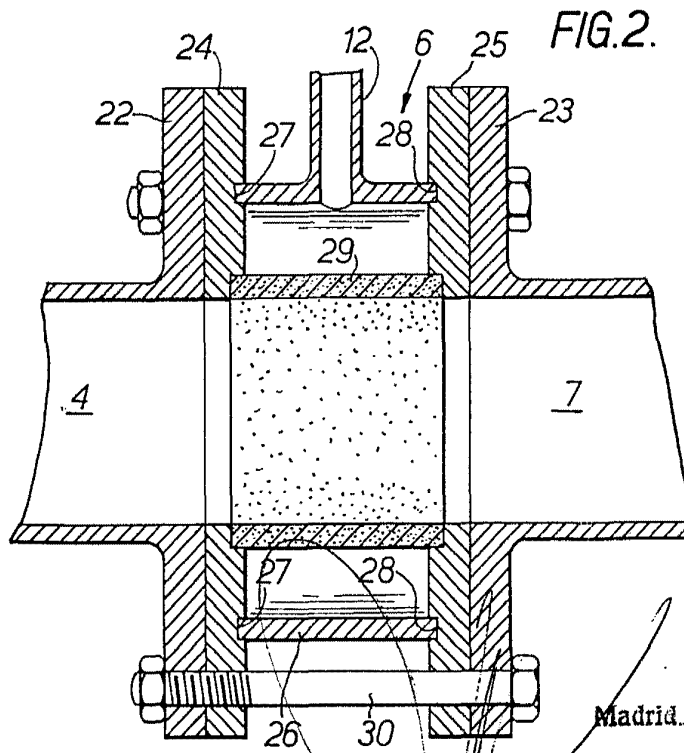


FIG. 2.

24 JUN. 1970

Madrid  
I. GOMEZ ACEBO Y MOJER  
e. p. Firmador F. Hernández Ruiz