



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 043**

51 Int. Cl.:
B65G 53/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06755648 .0**

96 Fecha de presentación : **27.06.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1896351**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.03.2008**

54 Título: **Dispositivo para controlar la velocidad de transporte neumático, aparato y método.**

30 Prioridad: **27.06.2005 GB 0512998**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.10.2011

73 Titular/es: **CLEAN CAT TECHNOLOGIES LIMITED**
1 Redwood Crescent Peel Park East Kilbride
Glasgow G74 5PA, GB

72 Inventor/es: **Snowdon, Brian**

74 Agente: **De Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 367 043 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 controlar la velocidad de transporte neumático, aparato y método.

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un aparato para transportar una materia particulada de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Más particularmente, la presente invención se refiere al transporte de materiales particulados (especialmente granulados) frágiles y especialmente al transporte de un catalizador para y hacia reactores de refinería de petróleo.

Antecedentes de la invención

10 El transporte neumático a baja velocidad de fase densa de material granular seco y frágil es un concepto conocido que permite que el material granular frágil sea transportado con poca rotura del producto o generación de polvo.

Este método de transporte se utiliza para transportar productos tales como azúcar granulada, jabón en polvo, esferas de plástico y catalizador utilizado en reactores de refinería de petróleo.

15 El transporte de fase densa a baja velocidad normalmente se realiza con el uso de un sistema de tipo 'vasija de soplado' que implica cargar el material a un recipiente de presión por gravedad a través de una válvula de entrada en la parte superior del recipiente, presurizando el recipiente, abriendo una válvula de salida en la base del recipiente conectada a un tubo de transporte, luego empujando el material desde el recipiente hacia el tubo de transporte con gas comprimido, hasta que es transferido desde el recipiente hacia el tubo de transporte. El recipiente de la válvula de salida luego se cierra y se puede introducir gas comprimido en el tubo de transporte para hacer que el material se siga transfiriendo a medida que el recipiente es despresurizado a través de una válvula de ventilación del recipiente, y el
20 recipiente rellenado a través de la válvula de entrada. Ni bien el recipiente se llena, la válvula de entrada se cierra, y el recipiente se presuriza hasta una presión igual o mayor que el tubo de transporte antes de que se abra la válvula de salida, de modo que el material es empujado hacia el tubo de transporte.

De esta manera, hay una serie de cargas de materiales en recipientes que se transfieren a través del tubo de transporte simultáneamente hacia la tolva receptora o el punto de descarga.

25 La presión dentro del recipiente de transporte y el tubo de transporte cerca del recipiente será una presión elevada que puede, por ejemplo, oscilar entre 1 bar y 6 bares, dependiendo del material que se esté transfiriendo y de la distancia a la que se esté transportando.

Si la tolva receptora o el punto de descarga están a presión atmosférica, el gas de transporte se expandirá y la velocidad de transporte aumentará a medida que avanza a lo largo del tubo de transporte.

30 Por ejemplo, un sistema que opera con una presión inicial de 1 bar duplicará la velocidad a medida que se expanda hacia presión atmosférica. Un sistema que comienza a una presión de 4 bares al comienzo del sistema tendrá un incremento de velocidad de 5 veces la velocidad inicial al momento que llegue al punto receptor o a la tolva.

Se sabe en la industria que el tubo de transporte y la curvatura del tubo de transporte, el desgaste y principalmente la rotura del producto, son exponencialmente proporcionales a la velocidad de transporte a la potencia entre 2,5 y 3,0.

35 A partir de lo antedicho, se puede ver que la mayor parte de la rotura del producto ocurre hacia el final del tubo de transporte, particularmente donde se producen curvaturas en el tubo o tiene lugar la descarga hacia el punto receptor.

Una solución parcial a este problema consiste en aumentar el diámetro en las etapas a lo largo del tubo de transporte hacia el punto receptor para reducir este efecto. En cada incremento del diámetro del tubo, la velocidad del gas de transporte superficial disminuye a medida que el gas de transporte ingresa en el tubo más grande. Debido a la gran
40 expansión de gas de transporte que se produce, este efecto de expansión puede reducirse pero no eliminarse.

Un efecto que no puede eliminarse o controlarse es el fenómeno del material de recoger y transferir 'cúmulos' con el gas de transporte entre los cúmulos. Éste es un efecto natural del transporte de fase densa a baja velocidad. Hacia el final del sistema, estas bolsas de gas se expanden rápida y descontroladamente cerca y hacia el punto receptor (recipiente receptor). Este efecto causa la rotura de la mayor parte del producto en los sistemas de fase densa.

45 Además del tipo de dispositivo transportado de fase densa descrito, existen otros dispositivos o métodos de fase densa para introducir material en el tubo de transporte, que tienen problemas similares con la expansión del gas de transporte al problema recientemente descrito.

50 Por ejemplo, un método alternativo consiste en usar un dispositivo o tanque transportador transportable con un depósito a granel, que puede cargar, por ejemplo, 15m³ a 20m³ de material a transportar. Después de cargar sus contenidos al punto receptor, que puede hacerse en una secuencia o en una serie de partidas más pequeñas, el recipiente sería despresurizado y retirado para volver a llenarse. Este método de operación con un gran recipiente en

relación al tubo de transporte puede generar más roturas que el sistema de 'vasija de soplado' que tiene un recipiente más pequeño, debido a la dificultad de controlar la velocidad del material que normalmente se logra controlando el flujo del gas de transporte en el recipiente. El recipiente grande y la naturaleza compresora del gas de transporte provocan fluctuaciones en la presión del recipiente y en la velocidad de transporte que no responden rápidamente a los cambios en el flujo de gas de transporte hacia el recipiente. Existe también una tendencia hacia el final del periodo de descarga, a medida que se vacía el recipiente, de que los contenidos restantes aumenten la velocidad a través del tubo de transporte.

Otro método alternativo es el uso de una llamada 'válvula giratoria de alta presión' o 'cámara de aire' que puede operar a una presión máxima de 3 bares.

Otro método alternativo sería el uso de un camión o vagón cisterna que puede presurizarse para transportar el material al silo de depósito.

Un intento de resolver algunos de los problemas anteriormente mencionados se describe en el documento WO/0039009 (Solicitud Internacional Shultz núm. PCT/AU99/01138) donde se provee una constricción al final del tubo de transporte. La constricción tiene la forma de una placa con un orificio anular que define un orificio circular central, que provee una reducción discreta de por lo menos 20% en el área transversal eficaz para el flujo desde el extremo de descarga del ducto. Esto genera una caída de presión discreta de por lo menos 5kPa. No obstante, si bien esta constricción limita los efectos de expansión del gas de transporte hacia el final del tubo de transporte, este método causaría un daño severo a un producto frágil, a medida que entrara en contacto con la construcción y también a medida que aumentara la velocidad a través de la constricción y entonces impactaría sobre la pared de la tolva receptora.

El documento US 4097092 describe un aparato de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 para preparar y transportar polvo de carbón. El carbón se deposita en una tolva y se transfiere a un molino en el que es triturado. Desde el molino, el polvo de carbón resultante es transportado neumáticamente a un separador ciclónico. El aire del separador ciclónico se ventila hacia la atmósfera y el polvo de carbón se descarga hacia un tanque de almacenamiento. El documento GB 2125358 describe una disposición para minimizar la diferencia de presiones entre un tanque de almacenamiento y una línea de transporte neumático durante la transferencia de material desde el tanque de almacenamiento hacia la línea de transporte.

Breve resumen de la invención

De acuerdo con la presente invención, se provee un aparato para transportar un material particulado desde un primer sitio hacia un segundo sitio a una velocidad controlada, comprendiendo el aparato:

un ducto que tiene un primer extremo y un segundo extremo, estando el primer extremo configurado operativamente para comunicarse con un primer recipiente en el que se dispone inicialmente el material,

un recipiente intermedio que tiene una entrada que comunica con el segundo extremo del ducto, y una salida que opera para permitir que el material particulado sea transferido por descarga de gravedad directa o indirectamente desde el recipiente intermedio hacia el segundo sitio,

un suministro de gas de transporte presurizado en comunicación fluida con el ducto para transportar el material particulado a través del ducto,

donde el recipiente intermedio comprende además un dispositivo de control de presión configurado para mantener la presión dentro del recipiente intermedio mayor que a presión atmosférica.

En una realización preferida, el aparato comprende además dicho primer recipiente en el que el material particulado está dispuesto inicialmente y está operativamente configurado para comunicarse con un primer extremo de dicho ducto. Preferiblemente, el primer recipiente es un recipiente de presión.

Preferiblemente en esta realización, dicho primer recipiente se selecciona del grupo que consiste en una vasija de soplado de fase densa, un ISO-Veyor™, un dispositivo de válvula giratoria o un camión/vagón cisterna. Un ejemplo de un ISO-Veyor™ se describe en el documento W02005/087622, cuyos contenidos se incorporan a la presente memoria por referencia.

En otra realización preferida de la invención, el dispositivo de control de presión incluye un medio para separar la corriente de material particulado y gas hacia una primera corriente que contiene una proporción relativamente alta de material particulado, y una segunda corriente que contiene una proporción relativamente baja de material particulado a gas, y un medio para restringir el flujo de gas en la segunda corriente.

Si bien en el documento WO/0039009 el material particulado se transporta dentro del gas de transporte a través del punto de restricción, en la presente invención el gas de transporte y la materia particulada se dividen en diferentes corrientes a medida que ingresan en el dispositivo, y prácticamente solo el gas de transporte pasa por el medio de

restricción del flujo de gas. Ya que la materia particulada no pasa por la restricción en ningún grado significativo, no sufre daños.

Preferiblemente, el dispositivo de control de presión incluye un medio para ventilar el gas de transporte desde el recipiente intermedio a través de un orificio de constricción de flujo.

- 5 Preferiblemente, el medio para restringir el flujo de gas en la segunda corriente es un orificio de constricción de flujo.

La restricción del flujo de la ventilación del gas de transporte desde el recipiente intermedio conduce a una elevación de la presión en el recipiente intermedio hasta encima de la presión atmosférica. La operación del recipiente intermedio a una presión encima de la atmosférica reduce el efecto de expansión de gas y además controla el flujo del gas de transporte desde el recipiente intermedio, como para eliminar el efecto de expandir rápidamente bolsas de gas de transporte hacia el final del sistema.

10

Al detener la rápida e inestable expansión de las bolsas de gas hacia el final del sistema, la rotura del producto se reduce en mayor medida. El efecto neto de estas reducciones de velocidad consiste en reducir en 50% o más, el daño del material causado por la velocidad de transporte excesiva.

15

En variaciones preferidas de la realización anterior, el contenido de material particular en la segunda corriente es mínimo. En este respecto, el contenido mínimo de material particulado es tal como para permitir que la segunda corriente sea descargada (p. ej., hacia la atmósfera) solamente con filtración convencional o con un aparato de extracción de polvo. Preferiblemente, la segunda corriente es ventilada, directa o indirectamente, hacia la atmósfera.

Preferiblemente, el orificio está dentro de una placa con orificio anular.

20

En otras realizaciones preferidas, el aparato comprende además una válvula que opera para controlar el flujo de gas de transporte en la corriente de gas ventilada.

Preferiblemente en estas realizaciones, el aparato comprende además un medio de detección operativo para determinar cuándo el nivel de material particulado dentro del recipiente intermedio ha alcanzado un nivel predeterminado, y donde la válvula opera para prevenir el flujo de material particulado transportado hacia el recipiente intermedio cuando se alcanza dicho nivel predeterminado.

25

En realizaciones particularmente preferidas, la presión dentro del recipiente intermedio es de por lo menos 1 bar más que la presión atmosférica. Se prefiere especialmente que la presión en el recipiente intermedio sea prácticamente constante.

Preferiblemente, el material particulado es un material granular.

Preferiblemente, el material particulado es un material particulado frágil.

30

Los materiales particulados preferidos se seleccionan del grupo que comprende azúcares cristalinos, jabón en polvo, esferas de plástico, catalizadores y materiales similarmente frágiles.

Los catalizados pueden ser particularmente frágiles. Un ejemplo de esto son las agujas de cerámica de alúmina de aproximadamente 6 mm de largo y 0,5 mm de diámetro. Convencionalmente, el catalizador se provee en grandes sacos o tambores que son elevados por una grúa hasta la parte superior del reactor de la refinera de petróleo, que puede tener aproximadamente 40 m de altura, lo que provoca inevitablemente un daño importante al material del catalizador.

35

En las variaciones preferidas, el catalizador es para uso en reactores de refineras de petróleo.

En realizaciones especialmente preferidas, el aparato de acuerdo con la invención comprende además un dispositivo de cambio de presión que incluye

40

un recipiente de cambio de presión que tiene una entrada operativamente conectable a la salida del recipiente intermedio, y una salida que opera para permitir que se descargue el material particulado, directa o indirectamente, en el segundo sitio,

un suministro de gas presurizado que opera para aumentar la presión en el recipiente de cambio de presión,

45

una ventilación que opera para reducir la presión en el recipiente de cambio de presión, ventilando el gas de transporte directa o indirectamente hacia la atmósfera,

donde la presión dentro del recipiente de cambio de presión puede compensarse con aquella del recipiente intermedio para descarga del material particulado desde el recipiente intermedio hacia el recipiente de cambio de presión, y puede compensarse sustancialmente con presión atmosférica para descarga del material particulado desde el recipiente de cambio de presión.

Un ejemplo de un aparato de la invención es uno en el que el aparato comprende un ISO-Veyor™ como primer recipiente y un reactor de refinería de petróleo como segundo recipiente. El uso del dispositivo de acuerdo con la invención dentro de este aparato permite la transferencia de catalizador desde el ISO-Veyor™ al reactor de refinería de petróleo con daño estructural mínimo o insignificante al catalizador.

5 Descripción detallada de los dibujos

Para una mejor comprensión de la invención y para demostrar cómo se puede poner en práctica, se hará referencia, solamente a modo de ejemplo, a los siguientes dibujos, en los que:

La Fig. 1 muestra una ilustración esquemática de un dispositivo y aparato de acuerdo con la invención, que usa una vasija de soplado de fase densa.

10 La Fig. 2 muestra una ilustración esquemática de un dispositivo y aparato de acuerdo con la invención, que usa un recipiente transportable de almacenamiento a granel.

La Fig. 3 muestra una ilustración esquemática de un dispositivo y aparato de acuerdo con la invención, que usa una válvula giratoria.

15 La Fig. 4 muestra una ilustración esquemática de un dispositivo y aparato de acuerdo con la invención, que usa un camión/vagón cisterna.

La Fig. 1 muestra el dispositivo y aparato de la invención que usa un sistema de vasija de soplado de fase densa. La tolva de almacenamiento 1 (que forma el primer sitio del material particulado) alberga el material que ha de ser transportado hacia la tolva de almacenamiento 2 (que forma el segundo sitio del material particulado). Para transferencia del material particulado hacia la vasija de soplado 3, la válvula de aire 7 y la válvula de salida 5 están inicialmente cerradas. La válvula de ventilación 6 está abierta. Cuando el primer recipiente (vasija de soplado) 3 está lleno, la válvula de entrada 4 y la válvula de ventilación 6 se cierran. La válvula de entrada del gas de transporte 7 y la válvula de salida 5 se abren ahora y el material es transportado por el tubo (ducto) 8 hacia el recipiente intermedio 9. El recipiente intermedio 9 posee una válvula de salida 10. El recipiente intermedio 9 posee una salida mediante la cual se ventila el gas de transporte desde el recipiente 9 a través del orificio de constricción 11. Por lo tanto, la corriente de material particulado y gas se divide en una primera corriente que contiene una proporción relativamente alta de material particulado que es retenido en el recipiente intermedio, y una segunda corriente que contiene una proporción relativamente baja de material particulado a gas que se ventila a través del orificio 11 y la válvula 12 hacia la tolva 2 que posee un filtro de ventilación 113. Este gas de transporte ventilado puede alternativamente ventilarse hacia un sistema de filtración separado, si es necesario.

30 El recipiente 9 es relativamente pequeño. Al controlar el flujo de ventilación desde el recipiente 9 hacia el orificio 11 es posible elevar la presión en el punto receptor (es decir, el punto de descarga del ducto 8 hacia el recipiente intermedio 9) y reducir así los efectos de expansión de gas previamente descritos. La presión elevada y el flujo controlado también reducen considerablemente el efecto de expansión rápida del gas hacia el punto receptor. La válvula 12 puede también utilizarse para detener el flujo de material hacia el recipiente 9, si el recipiente 9 queda excesivamente lleno, según lo detectado por el conmutador de control de nivel 14 o por un cálculo basado en el conmutador de control de nivel 13 que está siendo cubierto por un periodo de tiempo predeterminado.

40 Para mantener un flujo prácticamente constante de gas de transporte a través del recipiente 9 y una presión prácticamente constante, es conveniente conectar una tolva de cierre 15 entre el recipiente 9 y la tolva 2. La tolva de cierre 15 es además un recipiente de presión conectado al recipiente intermedio 9 por la salida 10. La tolva de cierre 15 tiene una línea de ventilación controlada por una válvula 17 y un suministro de gas presurizado controlado por una válvula 18. La salida de la tolva de cierre 15 es controlada por una válvula 16. Inicialmente, antes de que haya suficiente material en el recipiente 9 para cubrir el conmutador de control de nivel 13, la válvula de entrada 10, la válvula de salida 16, la válvula de ventilación 17 y la válvula de entrada de gas 18 se cierran. Cuando el conmutador de control de nivel 13 es cubierto por material, la válvula 18 se abre, aumentando la presión en el recipiente 15 hasta ser la misma que en el recipiente 9, indicado por un transductor o conmutador de diferencia de presiones 19 cuando se cierra la válvula 18. La válvula de entrada 10 se abre ahora y los contenidos del recipiente 9 caen en el recipiente (tolva de cierre) 15. Después de un periodo de tiempo la válvula 10 se cierra y la válvula de ventilación 17 se abre, permitiendo que la presión del recipiente se ventile hacia la tolva 2 u otro sistema de extracción de polvo. Cuando la presión en el recipiente 15 alcanza presión atmosférica, se abre la válvula 16, permitiendo que el material fluya por gravedad hacia la tolva 2. Cuando el recipiente 15 está vacío, la válvula 16 se cierra, y la tolva de cierre 15 está lista para repetir el ciclo cuando está cubierto el conmutador de control de nivel 13. Durante el periodo en el que la tolva de cierre se encuentra funcionando, el material sigue siendo transportado hacia el recipiente 9.

La Fig. 2 muestra el dispositivo que está siendo utilizado con un recipiente de almacenamiento a granel transportable 20.

55 Este recipiente está normalmente conectado al tubo de transporte (ducto) 8 con una manguera flexible 21. El método operativo para este sistema de gran recipiente consiste en abrir la válvula de entrada de gas 22. Se cierran la válvula de disminución de presión 23 y la válvula de salida 24. A una presión suficiente como para transportar el material, la

5 válvula 24 se abre y comienza el transporte. El dispositivo de control de velocidad opera como se describió previamente, hasta que el recipiente de almacenamiento a granel 20 está vacío, según lo indicado por el conmutador de control de nivel 25 o por un sistema de pesaje conectado al recipiente 20. Cuando el recipiente 20 está vacío, se puede permitir que se disipe la presión en el recipiente 20 a través del tubo de transporte hacia el dispositivo de control de velocidad, o abriendo la válvula de ventilación 23 después de cerrar la válvula de entrada de gas 22.

La Fig. 3 muestra el concepto básico que usa una válvula giratoria 26. Este tipo de válvula puede también conocerse como cámara de aire y puede opera a una presión máxima de 3 bares.

10 La válvula giratoria 26 es operada por un motor y transfiere los materiales 29 desde una tolva de alimentación atmosférica 27 hacia el tubo de transporte 8. El dispositivo de control de velocidad operará como se describió previamente, con la función adicional de detener la válvula giratoria 26 y de cerrar la válvula de gas de transporte 28 cuando el conmutador de control de nivel 14 esté cubierto, luego iniciando la válvula giratoria y abriendo la válvula de gas de transporte nuevamente a medida que el conmutador de control de nivel 14 queda descubierto.

15 La Fig. 4 muestra el concepto básico que se está utilizando con un camión o vagón cisterna 28. Los camiones cisterna para materiales granulares a granel pueden ser del tipo 'basculante', como se muestra, o del tipo no basculante, que posee múltiples salidas conectadas a un tubo de descarga común. El método de tipo no basculante también se utiliza en vagones cisterna. Ambos tipos se conocen en la industria pero no se utilizan actualmente para materiales muy frágiles debido a la rotura de material que tiene lugar en la descarga.

Ambos tipos basculante y no basculante de cisternas para transporte neumático a granel operarán en un modo similar al del tanque transportable que se muestra en la Fig. 2.

20

REIVINDICACIONES

1. Aparato para transportar un material particulado desde un primer sitio (1) hacia un segundo sitio (2) a una velocidad controlada, comprendiendo el aparato:
- 5 un ducto (8) que tiene un primer extremo y un segundo extremo, estando el primer extremo configurado operativamente para comunicarse con un primer recipiente (1, 3) en el que se dispone inicialmente el material particulado,
- un recipiente intermedio (9) que tiene una entrada que se comunica con el segundo extremo del ducto (8), y una entrada que opera para permitir que el material particulado sea transferido por descarga de gravedad, directa o indirectamente, desde el recipiente intermedio (9) hacia el segundo sitio (2),
- 10 un suministro de gas de transporte presurizado en comunicación fluida con el ducto (8) para transportar el material particulado a través del ducto (8),
- caracterizado porque el recipiente intermedio (9) comprende además un dispositivo de control de presión (11, 12) configurado para mantener la presión dentro del recipiente intermedio (9) mayor que presión atmosférica.
2. Aparato según la reivindicación 1, que además comprende dicho primer recipiente (1, 3) en el que el material particulado está inicialmente dispuesto y operativamente configurado para comunicarse con un primer extremo de dicho ducto (8).
3. Un aparato según la reivindicación 2, en el que dicho primer recipiente (1, 3) se selecciona del grupo que consiste en una vasija de soplado de fase densa (3), un dispositivo de válvula giratoria o un camión/vagón cisterna.
4. Aparato según la reivindicación 1, 2 o 3, en el que el dispositivo de control de presión (11, 12) incluye un medio para dividir la corriente de material particulado y gas en una primera corriente que contiene una proporción relativamente alta de material particulado, y una segunda corriente que contiene una proporción relativamente baja de material particulado a gas, y un medio (11) para restringir el flujo de gas en dicha segunda corriente.
5. Aparato según la reivindicación 1, 2 o 3, en el que el dispositivo de control de presión incluye un medio para ventilar el gas de transporte desde el recipiente intermedio (9) a través de un orificio de constricción de flujo (11).
- 25 6. Aparato según la reivindicación 4, en el que el medio para restringir el flujo de gas en la segunda corriente es un orificio de constricción de flujo (11).
7. Aparato según la reivindicación 4 o 6, en el que el contenido de material particulado en la segunda corriente es mínimo.
8. Aparato según la reivindicación 4, 6 o 7, en el que la segunda corriente es ventilada, directa o indirectamente,
- 30 hacia la atmósfera.
9. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, en el que el orificio está dentro de una placa de orificio anular.
10. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 5, 8 o 9, que además comprende una válvula (12) que opera para controlar el flujo de gas de transporte en la corriente de gas ventilada.
- 35 11. Aparato según la reivindicación 10, que además comprende un medio de detección (14) operativo para determinar cuándo el nivel de material particulado dentro del recipiente intermedio (9) ha alcanzado un nivel predeterminado, y donde la válvula (12) opera para prevenir el flujo de material particulado transportado hacia el recipiente intermedio (9) cuando se ha alcanzado dicho nivel predeterminado.
- 40 12. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la presión dentro del recipiente intermedio (9) es por lo menos 1 bar mayor que la presión atmosférica.
13. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el material particulado es un material granular.
14. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que el material particulado es un material particulado frágil.
- 45 15. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que el material particulado se selecciona del grupo que comprende azúcares cristalinos, jabón en polvo, esferas de plástico, catalizadores y materiales similarmente frágiles.
16. Aparato según la reivindicación 15, en el que el catalizador es para uso en reactores de refinería de petróleo.

17. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, que además comprende un dispositivo de cambio de presión que incluye

5 un recipiente de cambio de presión (15) que tiene una entrada operativamente conectable a la salida del recipiente intermedio (9), y una salida que opera para permitir que el material particulado sea descargado, directa o indirectamente, hacia el segundo sitio (2),

un suministro de gas presurizado que opera para aumentar la presión en el recipiente de cambio de presión (15)

una ventilación que opera para reducir la presión en el recipiente de cambio de presión (15) ventilando el gas de transporte directa o indirectamente hacia la atmósfera,

10 donde la presión dentro del recipiente de cambio de presión (15) puede compensarse con aquella del recipiente intermedio (9) para descarga del material particulado desde el recipiente intermedio (9) hacia el recipiente de cambio de presión (15) y puede compensarse sustancialmente con la presión atmosférica para descarga del material particulado desde el recipiente de cambio de presión (15).

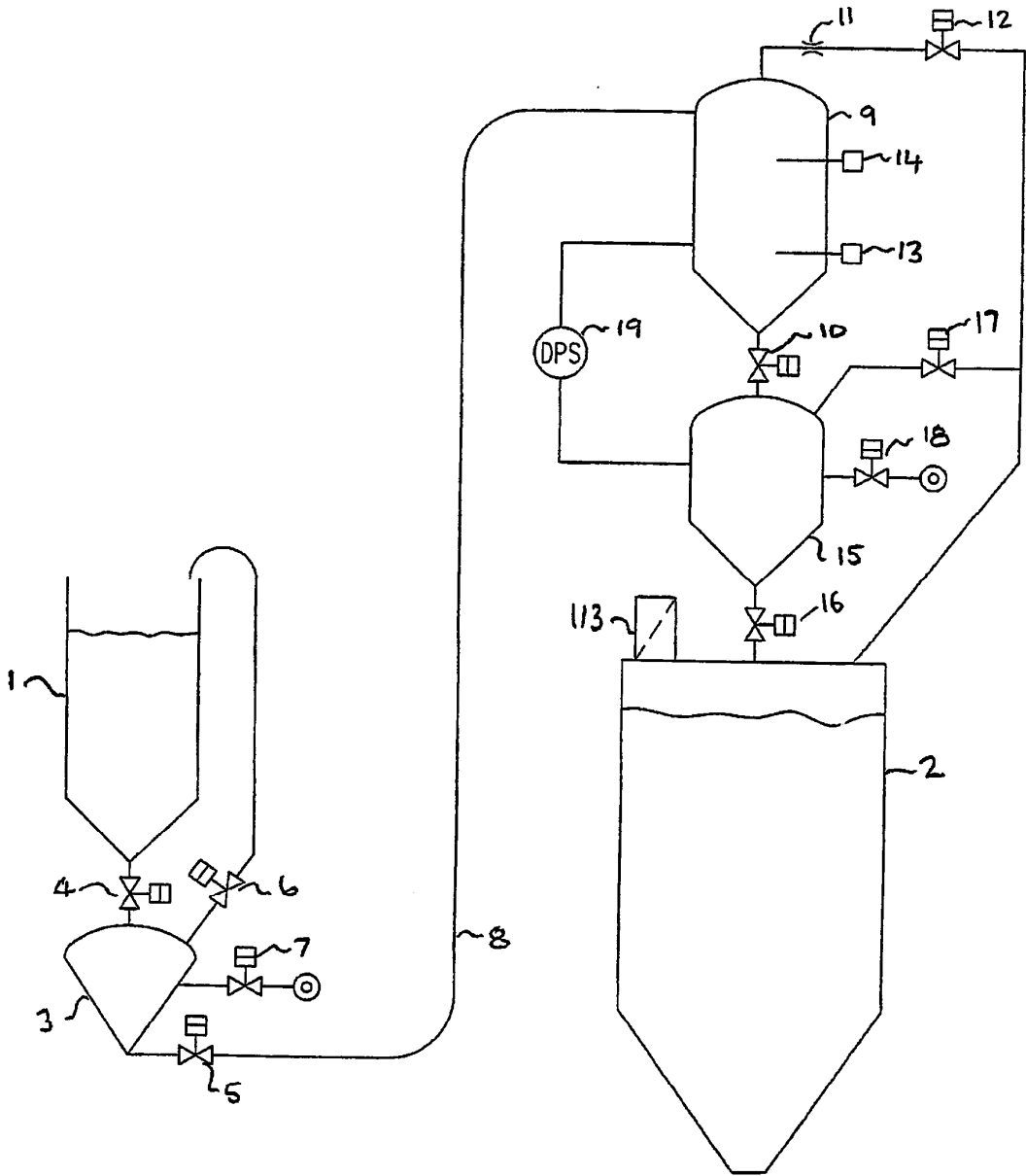


Fig 1

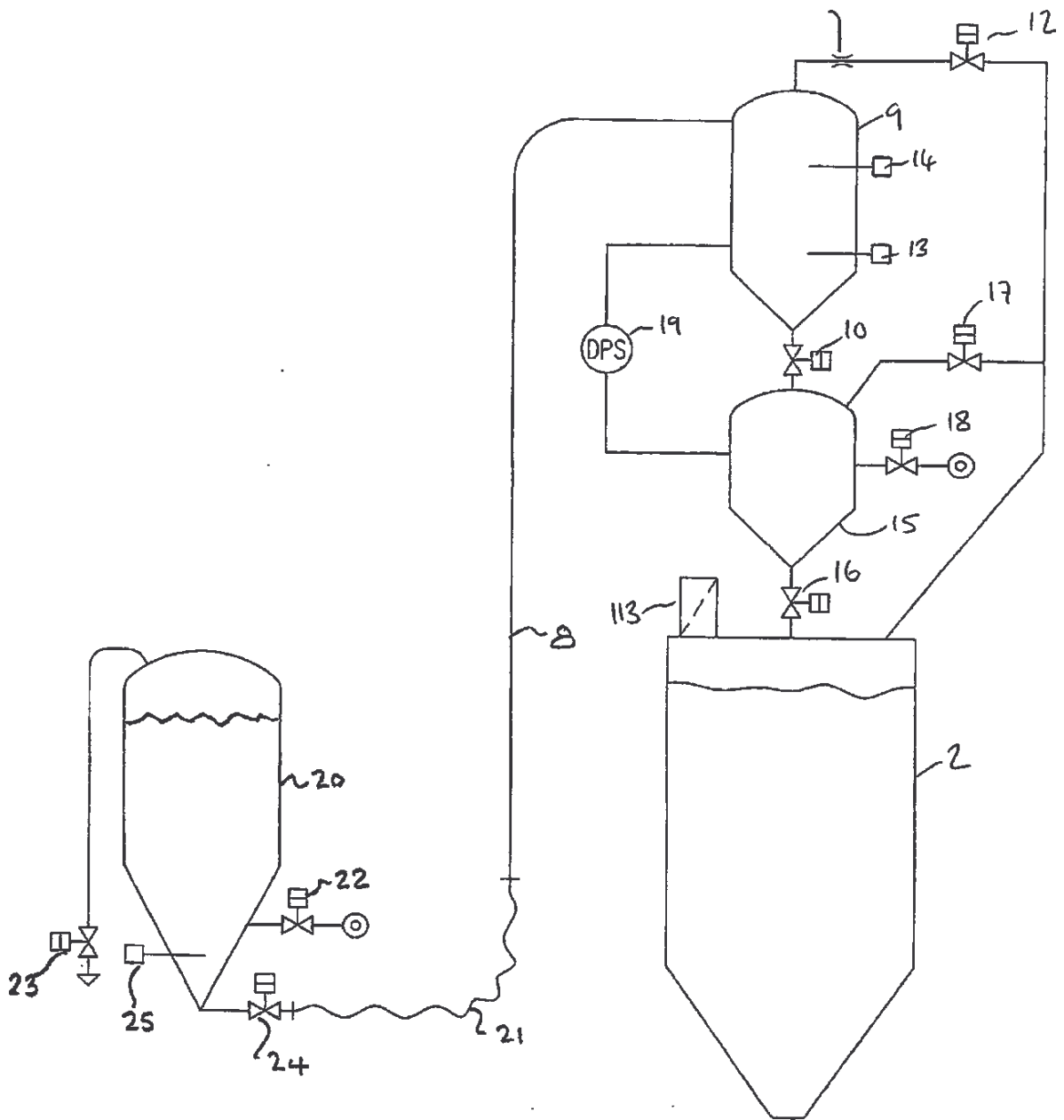


Fig. 2

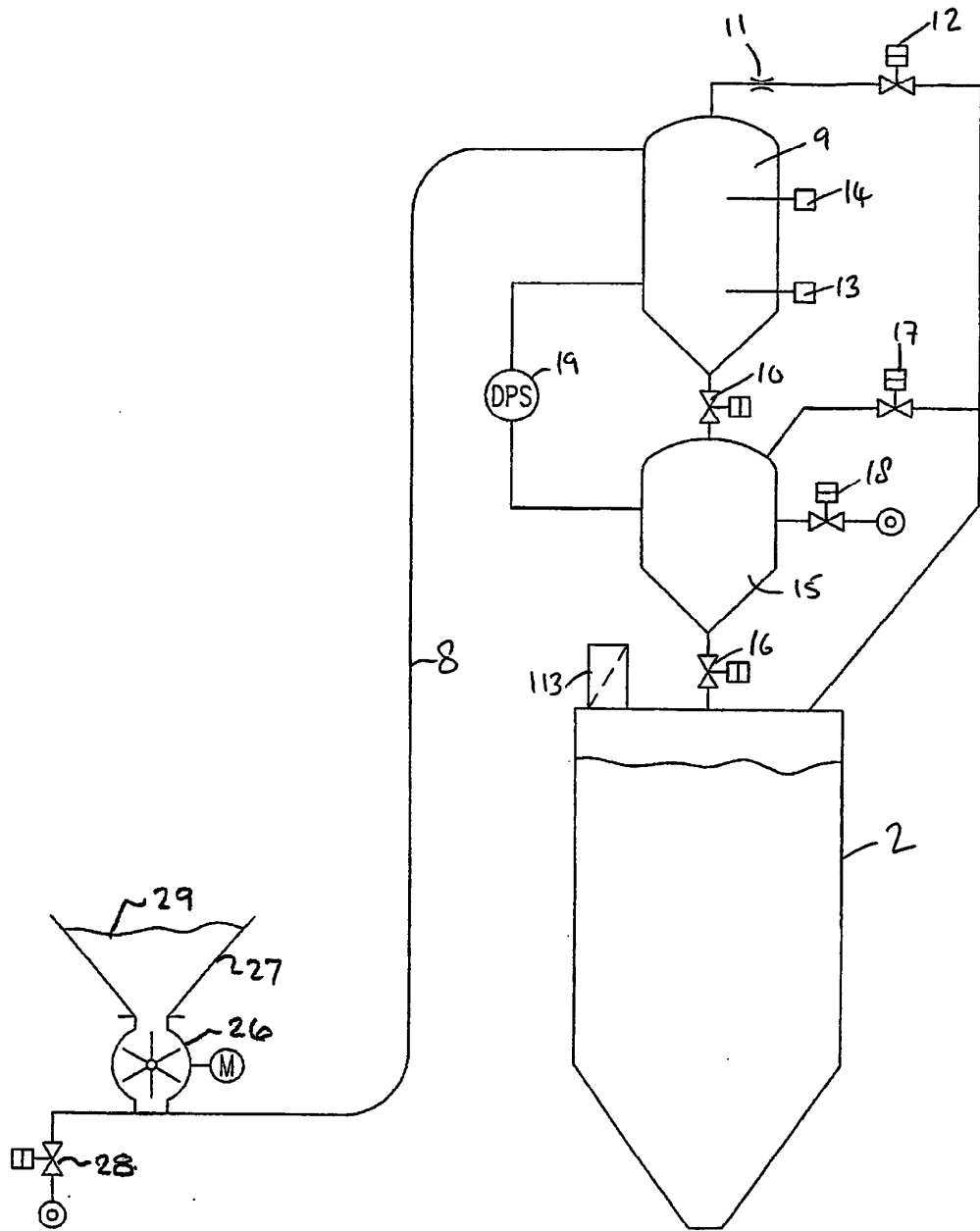


Fig. 3

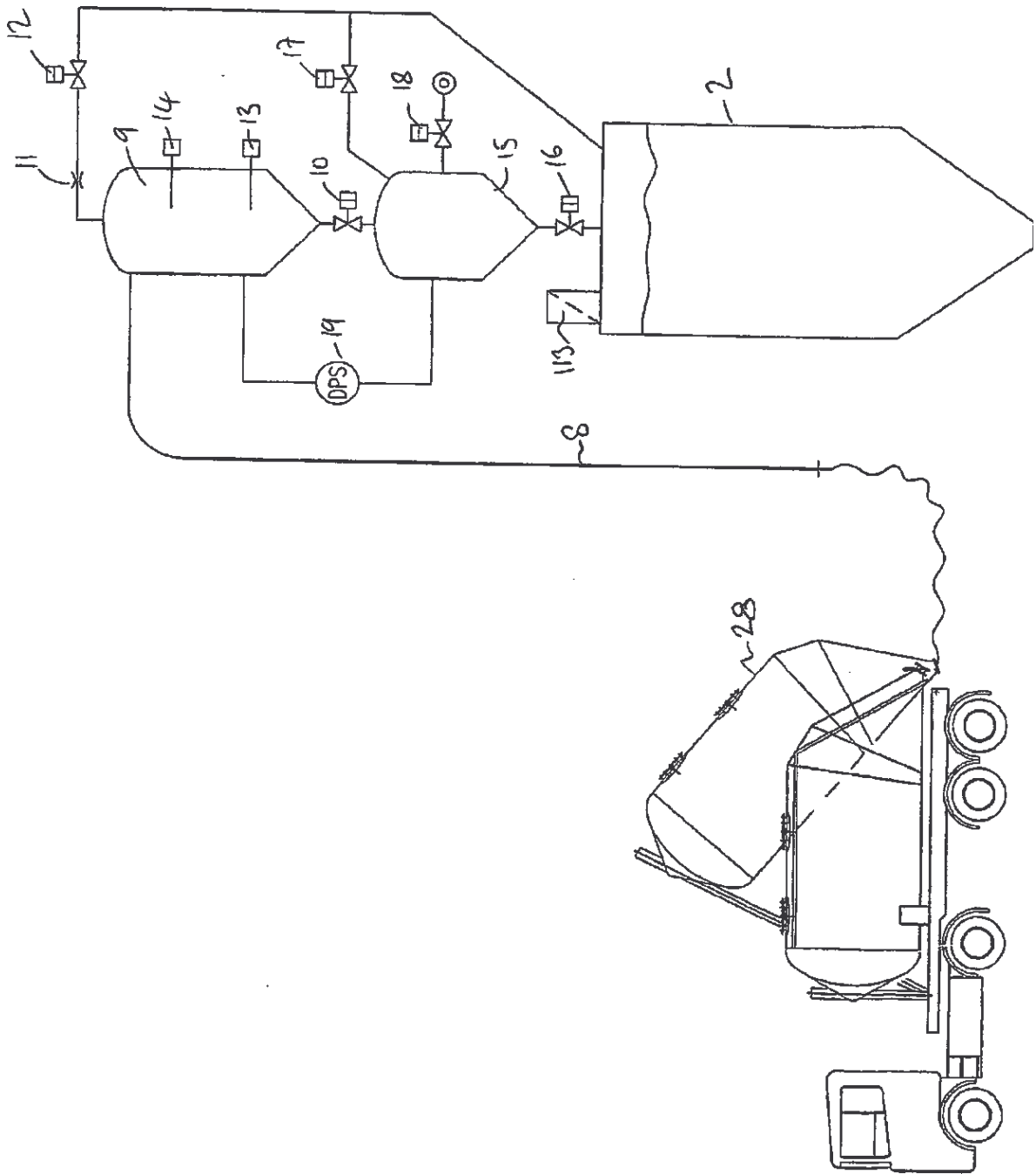


Fig. 4