

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 910 060**

51 Int. Cl.:

**F27B 1/00** (2006.01)

**C03B 19/10** (2006.01)

**C04B 38/00** (2006.01)

**C04B 20/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.07.2018 E 18185606 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.01.2022 EP 3438589**

54 Título: **Horno de tubo de bajada para calentar un material particulado**

30 Prioridad:

**01.08.2017 DE 102017213275**

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

**11.05.2022**

73 Titular/es:

**VEIT DENNERT KG BAUSTOFFBETRIEBE  
(100.0%)**

**Veit-Dennert-Strasse 7  
96132 Schlüsselfeld, DE**

72 Inventor/es:

**DENNERT, FRANK y  
DENNERT, VEIT**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 910 060 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**

Horno de tubo de bajada para calentar un material particulado

5 La presente invención reivindica la prioridad de la solicitud de patente alemana DE102017213275.2.

La invención se refiere a un horno de tubo de bajada para calentar un material particulado y, en particular, para expandir un material particulado expandible, como la perlita.

10 Las características indicadas en el preámbulo de la reivindicación 1 indican los componentes básicos de un horno de tubo de bajada de este tipo. Por lo tanto, está previsto un tubo de bajada con un espacio de caída para el material particulado que se introduce en el tubo de bajada a través de un dispositivo de alimentación dispuesto en el extremo superior del tubo de bajada. En el extremo inferior del tubo de bajada está dispuesto un dispositivo de extracción para el material particulado. En al menos una longitud parcial, el tubo de bajada está circundado por un dispositivo calentador, por el cual el material particulado que pasa por el espacio de caída puede ser calentado por calor radiante.

20 En cuanto a los antecedentes de la invención cabe señalar que en los hornos de tubo de bajada conocidos, el material particulado que ha de ser tratado se hace pasar por el horno mediante soplado con un flujo de aire. En este caso, el aire al mismo tiempo puede estar calentado, por lo que se calienta entonces el material. Sin embargo, por regla general, un tubo de bajada compuesto de material de acero se calienta desde fuera, generalmente de forma eléctrica.

25 En el caso del procesamiento de perlita, cuyo diámetro de partículas varía fuertemente y en la que son parte integrante de la mezcla de partículas especialmente unas granulaciones finísimas de < 0,1 mm, el tiempo de permanencia de las partículas en el horno varía fuertemente a causa de los diferentes tamaños y la acción recíproca, dependiente del diámetro, entre las fuerzas de gravitación que actúan sobre las partículas con el medio aire que las circunda. Por lo tanto, existe el peligro de que las partículas que permanezcan demasiado tiempo en el tubo de bajada se expandan demasiado o no se expandan nada.

30 Para resolver esta problemática, el documento EP2697181B1 propone generar a través de la cuba de horno una ligera depresión que hace que el material de perlita sea aspirado, junto con el aire de proceso, por una abertura de carga abierta al entorno, pasando por la cuba de horno. De esta manera, las partículas de perlita se mueven por el tubo de bajada a una velocidad comparativamente constante e igual. No obstante, las condiciones de depresión y la distribución de velocidad de las partículas de diferentes tamaños requieren mejora, especialmente porque el horno de tubo de bajada se somete a aire refrigerante en el lado de salida, lo que conduce a una merma notable de las condiciones de depresión dentro del tubo de bajada. Además, el documento EP2708517A1 de la misma solicitante describe el mismo horno de tubo de bajada.

40 En el documento DE2130194A1 se describe un horno de tubo de expansión para perlita, en el que, a través de toberas dispuestas transversalmente a la dirección de caída, se puede introducir soplando aire comprimido, de manera que la perlita se acumula por encima de una zona de expansión y, por tanto, permanece durante más tiempo en el tubo de expansión.

45 El documento EP3050854A1 dio a conocer una instalación para la fabricación de microesferas huecas de vidrio, en la que las esferas se soplan desde abajo en una cámara de combustión tubular y son transportadas hacia arriba por el gas de combustión y durante ello al mismo tiempo se expanden. La cámara de combustión tubular puede estar provista de una camisa de doble pared, que permite una refrigeración de la pared de la cámara de combustión y, por tanto, evita la adherencia del material a expandir.

50 En todos los dispositivos de horno conocidos según el estado de la técnica, es decir, también en aquellos con conducción de las partículas que han de expandirse, asistida por flujo de aire, existe una acción recíproca entre las partículas en cuanto a su tamaño y el aire que porta o transporta las partículas, lo que hace que, especialmente en el caso de una fuerte variación del tamaño de partículas, varíen fuertemente los tiempos de permanencia en el horno de tubo de bajada bajo la influencia de la temperatura y, por lo tanto, los resultados de expansión en las distintas partículas.

55 Por lo tanto, la invención tiene el objetivo de proporcionar un horno de tubo de bajada en el que también un material particulado que varía fuertemente en tamaño pueda calentarse uniformemente, es decir, especialmente expandirse con una mejor homogeneidad.

60 Este objeto se consigue mediante las características indicadas en la parte caracterizadora de la reivindicación 1. Por lo tanto, está previsto un dispositivo de evacuación que está unido al espacio de caída del tubo de bajada, de manera que el material particulado cae a través del espacio de caída durante el calentamiento en condiciones de depresión al menos de un vacío grosero de < 300 mbar. Además, el dispositivo de alimentación está previsto de una disposición de al menos un depósito de almacenamiento hermético a la presión.

5 A causa de las condiciones de vacío en el espacio de caída, la acción recíproca problemática en el estado de la técnica entre las partículas que han de ser tratadas y el flujo o colchón de aire que las circunda se reduce al menos significativamente, de manera que las partículas caen libremente a través del espacio de caída pasando por la zona de calentamiento con un perfil de velocidad significativamente más uniforme. A través del calor radiante de la pared del tubo de bajada calentada por el dispositivo calentador, el material particulado es tratado térmicamente de manera conocida, es decir, en particular se expande.

10 Por el paso simultáneo uniforme en el tiempo de las partículas, todos los tamaños de grano son tratados con un tiempo homogeneizado en fuerte medida, por lo que no se produce ninguna expansión excesiva en caso de un tiempo de permanencia demasiado largo en el horno o una expansión nula o mala en caso de un tiempo de permanencia demasiado corto en el horno.

15 El vacío que circunda el material particulado en el espacio de caída del horno favorece además la expansión de las partículas mismas, por lo que, en total, se requiere menos energía térmica para conseguir el mismo éxito de expansión.

20 Formas de realización preferibles de la invención resultan de las reivindicaciones dependientes. Una posibilidad favorable para la carga y descarga del tubo de bajada en condiciones de vacío es el uso de depósitos de almacenamiento de lotes, que se pueden cerrar de forma hermética a la presión, en el dispositivo de alimentación y/o de extracción, pudiendo someterse dichos depósitos de almacenamiento de lotes igualmente a al menos un vacío grosero con la ayuda del dispositivo de evacuación. De esta manera, se crea prácticamente un sistema cerrado formado por depósitos de almacenamiento en el lado de carga, un tubo de bajada y depósitos de almacenamiento de lotes en el lado de extracción, que se puede cerrar de forma hermética a la presión mediante chapaletas de cierre correspondientes en la tubuladura de llenado o la tubuladura de salida de los depósitos de almacenamiento de lotes.

30 En las variantes descritas anteriormente, solo es posible un funcionamiento por lotes del horno de tubo de bajada bajo vacío, lo que conlleva limitaciones de capacidad.

35 Para eliminar estas, según otra forma de realización preferible, el dispositivo de alimentación y el dispositivo de extracción pueden presentar depósitos de almacenamiento de lotes que están presentes respetivamente por pares y que pueden cerrarse de forma hermética a la presión alternándose en el tiempo, de manera que alternando la alimentación de un depósito de almacenamiento de lotes y el vaciado del otro depósito de almacenamiento de lotes del dispositivo de alimentación y extracción bajo condiciones de vacío se puede lograr un funcionamiento casi continuo del horno de tubo de bajada.

40 Para flexibilizar las condiciones de presión en los depósitos de almacenamiento de lotes y en el espacio de caída del horno de tubo de bajada, según una variante preferible, las válvulas de cierre de estas partes de la instalación pueden ser excitadas de manera selectiva y unirse al dispositivo de evacuación independientemente entre sí.

Para una dosificación selectiva del material particulado al espacio de caída, el dispositivo de alimentación puede estar provisto de un dispositivo dosificador, en particular, una esclusa de rueda celular.

45 Según una variante de la invención, a continuación del dispositivo de extracción del horno de tubo de bajada está dispuesto un dispositivo de transporte, por ejemplo en forma de una cinta transportadora, para el transporte de evacuación el material particulado entregado por el dispositivo de extracción.

50 Mientras las variantes descritas anteriormente de los dispositivos de carga y extracción trabajan con depósitos de almacenamiento de lotes que se pueden cerrar de forma hermética a la presión para hacer posible un funcionamiento casi continuo, como alternativa, en el extremo inferior del tubo de bajada puede estar previsto un eyector como dispositivo de extracción combinado para una descarga continua del material particulado y como dispositivo de evacuación para aplicar una depresión en el tubo de bajada. Se ha demostrado que este tipo de bomba de chorro resulta adecuada de una manera sorprendente buena para este fin, aunque el tipo del material que ha de ser transportado, en forma de un material particulado, en principio no haga suponer tal cosa.

Este eyector puede hacerse funcionar de manera relativamente sencilla en términos de tecnología de instalaciones, con un soplador de aire dimensionado correspondientemente.

60 Para la refrigeración del material particulado expandido, según otra forma de realización preferible de la invención, en el extremo inferior del tubo de bajada está dispuesta una tolva refrigerada por agua.

65 Especialmente en relación con el eyector que trabaja de forma continua en el extremo inferior del tubo de bajada, una variante preferible del horno de tubo de bajada según la invención está formada en su extremo superior por un transportador de tornillo sinfín que igualmente trabaja de forma continua, como dispositivo de alimentación, que puede ser alimentado desde un depósito de almacenamiento en forma de tolva. Este puede cerrarse con respecto al

entorno de una manera suficientemente hermética a la depresión, por el material particulado almacenado por el, especialmente si se trata de un material en polvo suficientemente fino, de manera que pueden mantenerse las condiciones de depresión previstas según la invención en el tubo de bajada y, por consiguiente, el horno también puede hacerse funcionar realmente de forma continua con las ventajas según la invención.

5 Para un material particulado más grueso, por ejemplo, a partir de un tamaño de partículas de aproximadamente 0,05 mm a 0,1 mm, el depósito de almacenamiento se puede cerrar con una tapa para mantener unas condiciones de depresión suficientes.

10 Para optimizar el suministro del material particulado, el transportador de tornillo sinfín y/o el trayecto de transporte del depósito de almacenamiento al transportador de tornillo sinfín pueden estar provistos de un dispositivo de regulación de temperatura al menos en una longitud parcial. Este último puede estar formado por una refrigeración, pero dado el caso, también por una calefacción, especialmente para precalentar el material particulado.

15 Un dispositivo dosificador que armoniza especialmente bien con el transportador de tornillo sinfín está formado por una tolva de carga con un cono de dosificación accionado de forma rotatoria en el extremo superior del tubo de bajada. De esta manera, se puede garantizar un suministro muy uniforme y sin perturbaciones de material particulado al espacio de caída del tubo de bajada.

20 Para optimizar la carga de temperatura del material particulado, por ejemplo para influir de manera selectiva en las condiciones de expansión, por ejemplo, para un material de perlita, el dispositivo calentador puede estar provisto de manguitos calentadores a lo largo del espacio de caída que puedan ser excitados de manera selectiva para formar de esta manera zonas de regulación de temperatura con diferentes grados de calor a lo largo del tubo de bajada.

25 Adicionalmente, a lo largo del espacio de caída pueden estar asignadas zonas de regulación de temperatura que puedan ser excitadas de manera selectiva, por ejemplo, para refrigerar el material particulado que cae, a lo largo de un intervalo de altura de caída determinado. Mediante la refrigeración del tubo de bajada en su pared, se puede evitar, por ejemplo, de manera fiable la adherencia de material particulado.

30 Las condiciones de depresión preferibles en el espacio de caída pueden indicarse mediante una ventana de proceso para la depresión en el intervalo de 300 mbar a 100 mbar.

35 Según otra forma de realización preferible, el tubo de bajada puede componerse al menos parcialmente de un material de vidrio permeable a la radiación térmica. De esta manera, el tubo de bajada se vuelve muy estable a la temperatura, especialmente si se compone de vidrio de cuarzo. Son posibles unas temperaturas de funcionamiento de hasta 1.200 °C y más. Por la transparencia del material de vidrio, el calor radiante puede transmitirse a través del tubo.

40 Al mismo tiempo, en una forma de realización especialmente preferible, el tubo de bajada puede estar realizado con doble pared con la pared de tubo interior compuesta del material de vidrio permeable a la radiación térmica y una pared exterior que la circunda a una distancia. Esta última preferentemente puede componerse igualmente de un material de vidrio. De esta manera, el tubo de bajada puede cargarse individualmente con energía térmica por calor radiante en su espacio de caída, y al mismo tiempo, se puede refrigerar la pared de tubo hacia el espacio de caída, preferentemente mediante una refrigeración del intersticio de separación formado entre las paredes de tubo interior y exterior. De esta manera, se puede evitar eficazmente la adherencia del material particulado a la pared del espacio de caída. Otra ventaja de un tubo de bajada de doble pared es la posibilidad de reducir la carga sobre el tubo interior de vidrio mediante un vacío parcial entre las dos paredes. De manera análoga a un "efecto de termo", esto conduce entonces también a una conducción de calor reducida del espacio de caída hacia fuera, de manera que, si no se requiere ninguna refrigeración, el tratamiento térmico del material particulado en el espacio de caída puede realizarse con más eficiencia energética.

Más características, detalles y ventajas de la invención resultan de la siguiente descripción de dos ejemplos de realización con la ayuda de los dibujos adjuntos. En estos, muestran

55 **la figura 1** una representación en sección esquemática de un horno de tubo de bajada en una primera forma de realización, así como

60 **las figuras 2 y 3** una representación esquemática en sección del dispositivo de alimentación y una vista esquemática del dispositivo de extracción de un horno de tubo de bajada en una segunda forma de realización.

65 El horno de tubo de bajada designado por 1 en su conjunto en la figura 1 presenta como pieza central un tubo de bajada 2 dispuesto verticalmente con varios metros de longitud, que presenta un espacio de caída 3 para material particulado 4 que ha de ser tratado, como por ejemplo perlita expandible, que se almacena en un silo de almacenamiento 5. En el extremo superior 6 del tubo de bajada 2 está dispuesto un dispositivo de alimentación designado por 7 en su conjunto, y en el extremo inferior 8 del tubo de bajada 2 está dispuesto un dispositivo de

extracción 9.

Alrededor del tubo de bajada 2 está dispuesto un dispositivo de calefacción 10 que se compone de manguitos de calefacción 11.1 a 11.4 anulares individuales. Éstos se calientan, por ejemplo, eléctricamente y emiten calor radiante Q a la pared 12 del tubo de bajada 2, por lo que el espacio de caída 3 puede calentarse de forma variable a lo largo de la altura de caída. Los manguitos calentadores 11 pueden ser excitados individualmente, de manera que, como se indica en la figura 1, las zonas individuales del tubo de bajada 2 se calientan menos o nada.

El dispositivo de alimentación 7 presenta dos depósitos de almacenamiento de lotes 13.1, 13.2, que se pueden llenar desde el silo de almacenamiento 5 respectivamente a través de un conducto de transporte 14 correspondiente. Los dos depósitos de almacenamiento de lotes 13.1, 13.2 están comunicados con el extremo superior 6 del tubo de bajada 2 a través de un conducto de ramificación 15. Para la dosificación del material particulado 4 procedente de los depósitos de almacenamiento 13.1, 13.2, en este conducto de transporte 14 está insertado además un dispositivo dosificador en forma de una esclusa de rueda celular 16.

El dispositivo de extracción 9 en el extremo inferior 8 del tubo de bajada 2 presenta a su vez dos depósitos de almacenamiento de lotes 17.1, 17.2 que a través de un conducto de ramificación 18 están comunicados con el extremo inferior 8 del tubo de bajada 2. En estos depósitos de almacenamiento de lotes 17.1, 17.2 se puede recoger el material particulado 4 tratado en el tubo de bajada 2. Finalmente, estos depósitos se pueden vaciar a un dispositivo de transporte 19 dispuesto a continuación del dispositivo de extracción 9, en forma de una cinta transportadora 34 que entrega el material particulado 4 tratado a un silo de almacenamiento 20.

En sus tolvas de llenado 32, su tubuladura de llenado 32, 21 y su tubuladura de salida 22, los depósitos de almacenamiento de lotes 13.1, 13.2, 17.1, 17.2 están provistos respectivamente de una chapaleta de cierre 23 que cierra de forma hermética a la presión 23 que pueden abrirse y cerrarse de forma controlada por un control no representado en detalle. Estas chapaletas de cierre 23 también sirven para cerrar los depósitos de almacenamiento de lotes 13.1, 13.2, 17.1, 17.2 contra el paso del material particulado situado dentro los mismos.

El componente central del horno de tubo de bajada 1, es decir, el espacio de caída 3 del tubo de bajada 2 así como todos los depósitos de almacenamiento de lotes 13.1, 13.2, 17.1, 17.2 pueden someterse a condiciones de depresión con la ayuda de un dispositivo de evacuación 24, que corresponden al menos a un vacío grosero, es decir, <300 mbar. Para ello, una bomba de vacío 25 del dispositivo de evacuación 24 está conectada, a través de conductos de bomba ramificados de manera correspondiente, designados por 26 en su conjunto, indirectamente a través del conducto de ramificación 15 y la esclusa de rueda celular 16, al espacio de caída 3 así como a los depósitos de almacenamiento de lotes 13.1, 13.2, 17.1, 17.2. Estos volúmenes pueden ponerse bajo vacío, lo que se hace con la ayuda de las chapaletas de cierre 23 de una manera que aún se describirá con más detalle, con una secuencia de tiempo que permite un tratamiento casi continuo del material particulado 4.

Finalmente, el tubo de bajada 2 está realizado con doble pared y está provisto de una pared de tubo interior 27, compuesta de material de vidrio permeable a la radiación térmica, como el cristal de cuarzo, y una pared de tubo exterior 28 que la circunda a una distancia, igualmente de un material de vidrio de este tipo. El intersticio de separación 29 entre las dos paredes de tubo 27, 28 está comunicado con un dispositivo de refrigeración 30 a través de tubos de refrigeración 31 correspondientes, de manera que la tubo de bajada 2 se puede refrigerar. De esta manera, se evita la adherencia de material particulado 4 a la pared del tubo interior 27, como ya se ha mencionado. Al mismo tiempo, a través de las paredes de tubo 27, 28 permeables al calor radiante puede calentarse el espacio de caída 3 y tratarse correspondientemente el material particulado 4, es decir, por ejemplo, perlita.

Un proceso de expansión con la instalación de horno de tubo de bajada representada se puede explicar en cuanto a su secuencia temporal de la siguiente manera:

partiendo de una instalación no evacuada, por ejemplo, el depósito de almacenamiento de lotes 13.1 se llena desde el silo de almacenamiento 5. A continuación, se cierran las chapaletas de cierre 23.1 en la tolva de llenado 32.1 del depósito de almacenamiento de lotes 13.1 y la chapaleta de cierre 23.2 en la tubuladura de descarga 33.1 del depósito de almacenamiento de lotes 17.1, la chapaleta de cierre 23.3 en la tubuladura de salida 22.2 del depósito de almacenamiento de lotes 13.2 y la chapaleta de cierre 23.4 en la tubuladura de llenado 21.2 del depósito de almacenamiento de lotes 17.2. Entonces, el depósito de almacenamiento de lotes 13.1, el espacio de caída 3 y el depósito de almacenamiento de lotes 17.1 pueden ser evacuados por el dispositivo de evacuación 24 y el dispositivo calentador 10 puede activarse, dado el caso, con el dispositivo refrigerador 30.

A través de la esclusa de rueda celular 16, el material particulado de perlita 4 que ha de ser expandido se dosifica por el tubo de bajada 2 y se expande correspondientemente. Durante ello están abiertas las chapaletas de cierre 23.5 en la tubuladura de salida 22 del depósito de almacenamiento de lotes 13.1 y la chapaleta de cierre 23.6 en la tubuladura de llenado 21 del depósito de almacenamiento de lotes 17.1. Por consiguiente, durante este período de producción se realiza el tratamiento del material particulado 4 procedente el depósito de almacenamiento de lotes 13.1. Mientras tanto, estando abierta la chapaleta de cierre 23.7 en la tolva de llenado 32.2 del segundo depósito de almacenamiento de lotes 13.2, se puede realizar el llenado del mismo desde el silo de almacenamiento 5. Una vez completado el llenado, se cierra la chapaleta de cierre 23.7 en la tolva de llenado 32.2 del depósito de

almacenamiento 13.2. De esta manera, durante el tratamiento del material particulado procedente del primer depósito 13.1 puede realizarse también la evacuación del segundo depósito de almacenamiento de lotes 13.2.

5 Tan pronto como el primer depósito de almacenamiento 13.1 ha sido vaciado y el material particulado 4 ha sido expandido correspondientemente y ha sido recogido en el primer depósito de almacenamiento de lotes 17.1, se cierran las chapaletas de cierre 23.5 y 23.6. El segundo depósito de almacenamiento de lotes 17.2 se evacuó durante el llenado del depósito de almacenamiento de lotes 13.2, igualmente con la ayuda del dispositivo de evacuación 24 estando cerradas las chapaletas de cierre 23.4, 23.8.

10 Tan pronto como el material particulado 4 ha sido vaciado completamente del primer depósito de almacenamiento de lotes 13.1, ha sido tratado en la cámara de caída 3 y ha sido recogido en el depósito de almacenamiento de lotes 17.1, se cierran las dos chapaletas de cierre 23.5 y 23.6. Las chapaletas de cierre 23.3, 23.4, que están asignadas a los otros dos depósitos de almacenamiento de lotes 13.2, 17.2, se abren de manera que ahora el material particulado 4 procedente de este segundo depósito de almacenamiento de lotes 13.2 puede ser tratado de manera  
15 análoga en el espacio de caída 3 y ser recogida en el segundo depósito de almacenamiento de lotes 17.2.

Mientras tanto, por una parte, se abre la chapaleta de cierre 23.1, situada en el lado de entrada, del primer depósito de almacenamiento 13.1, y este depósito de almacenamiento puede volver a llenarse desde el silo de almacenamiento 5. Al mismo tiempo, se abre la chapaleta 23.2 en la tubuladura de salida 22 del depósito de  
20 almacenamiento de lotes 17.1 y el material particulado 4 tratado, acumulado en este, es entregado al dispositivo de transporte 19. La cinta transportadora 34 de este transporta el material particulado 4 entregado, al silo de almacenamiento 20.

Tan pronto como el segundo depósito de almacenamiento de lotes 13.2 ha sido vaciado y el material particulado correspondiente ha sido recogido en el segundo depósito de almacenamiento de lotes 17.2 después de su  
25 tratamiento en el espacio de caída 3, los primeros depósitos de almacenamiento de lotes 13.1, 17.1 pueden volver a ser activados después de la evacuación y los segundos depósitos de almacenamiento 13.2, 17.2 pueden ser separados del dispositivo de evacuación 24 mediante el cierre de las chapaletas de cierre 23.3, 23.4 correspondientes.  
30

Este último presenta además válvulas controlables de manera selectiva, no representadas en detalle, en los conductos de bomba 26, para someter a vacío las partes correspondientes del horno de tubo de bajada 1 de manera definida en el tiempo.

35 Mientras el material particulado 4 procedente del primer depósito de almacenamiento de lotes 13.1 es tratado de la manera descrita anteriormente, el depósito de almacenamiento de lotes 17.2 llenado es vaciado a través de la chapaleta de cierre 23.8 abierta, y el material particulado 4 vuelve a ser transportado al silo de almacenamiento 20 a través de la cinta transportadora 34. Al mismo tiempo, el segundo depósito de almacenamiento de lotes 13.2 vuelve a llenarse con material particulado 4 desde el silo de almacenamiento 5 estando abierta la chapaleta de cierre 23.7 y  
40 vuelve a ser evacuado después del cierre de la chapaleta 23.7.

De la manera explicada anteriormente, los depósitos de almacenamiento 13.1, 17.1 y 13.2, 17.2 se incorporan alternadamente al proceso de producción, de manera que se puede realizar un proceso de expansión casi continuo.

45 Para un proceso de expansión continuo resulta adecuada la forma de realización de un horno tubular de tubo de bajada que se muestra por fragmentos en las figuras 2 y 3. En la zona de su tubo de bajada 2, este está realizado de forma análoga a la forma de realización en la figura 1 y, por lo tanto, no es necesario volver a explicarlo aquí. En el extremo superior 6 del tubo de bajada 2 está dispuesto ahora el dispositivo de alimentación 7' alternativo representado en la figura 2, cuya pieza central es un transportador de tornillo sinfín 35 que transporta  
50 horizontalmente. Este comunica un depósito de almacenamiento 36 en forma de tolva, apto para vacío, en el que se almacena un material particulado que ha de ser expandido, con un dispositivo dosificador, designado por 37 en su conjunto, en el extremo superior 6 del tubo de bajada 2. El depósito de almacenamiento 36 está equipado con un aparato de medición de depresión 38. En el extremo inferior del depósito de almacenamiento 36, en el trayecto de salida 39 hacia el transportador de tornillo sinfín 35 está dispuesto un dispositivo de regulación de temperatura 40  
55 para el material particulado, por ejemplo, en forma de un refrigerador de serpentín circunferencial.

El transportador de tornillo sinfín 35 está equipado en su lado de accionamiento con un motor de accionamiento 41 para su transportador de tornillo sinfín 42, que está montado de forma giratoria en un cojinete 43. El espacio de transporte del transportador de tornillo sinfín 35 está sellado con respecto al cojinete 43 de forma hermética al gas mediante una junta 44 ignífuga. También el transportador de tornillo sinfín 35 está provisto de un dispositivo de regulación de temperatura 45 en forma de un serpentín de refrigeración en una corta longitud parcial antes de su desembocadura en el dispositivo dosificador 37.  
60

Este dispositivo dosificador 37 presenta una caperuza 46 cónica invertida y una tolva de carga 47, asentada sobre el tubo de bajada 2, dentro de un tubo guía 65. En el extremo superior de la caperuza 46 desemboca el transportador de tornillo sinfín 35. Además, allí están previstos un sensor de temperatura 48, una válvula de ventilación 49 y un  
65

5 sensor de recorrido 50 para un árbol de cojinete 52, dispuesto centralmente dentro de la caperuza 46 y accionado por un motor 51, para un cono dosificador 53 dispuesto en la salida de la tolva de carga 47. Este último es puesto en movimiento de rotación por el motor 51, por lo que el material particulado procedente de la tolva de carga 47 es introducido de forma controlada en el espacio de caída 3 del tubo de bajada 2. La superficie del cono dosificador 53 está realizada de forma rugosa, lo que contrarresta la formación de puentes de material allí. Por último, en la pared de la caperuza 46 asienta un aparato de medición de depresión 54 adicional para determinar la depresión dentro del dispositivo dosificador 37.

10 Con la ayuda de la figura 3 se explica la combinación alternativa de un dispositivo de evacuación 24' y un dispositivo de extracción 9' en el extremo inferior 8 del tubo de bajada 2, a continuación del cual se encuentra una tolva de salida 56 provista de una refrigeración por agua 55. Desde allí, el material particulado es conducido, a través de un tubo de salida 57 inclinado 30° con respecto a la vertical, a un tubo difusor 58, que discurre horizontalmente, de un eyector 59. Este trabaja con aire ambiental como medio impulsor, que se suministra a un ventilador 62 a través de un filtro 60 y un silenciador 61. De esta manera, el aire es insuflado a alta velocidad en la tobera mezcladora 63 del eyector 59, por lo que según el modo de acción habitual de un eyector, se genera una depresión considerable en el tubo de descarga 57 y allí se ejerce un efecto de transporte sobre el material particulado. De esta manera, este último es transportado en la dirección de la flecha 64, en sentido contrario al horno de tubo de bajada, hacia un almacenaje adecuado o hacia un procesamiento posterior directo.

20 Con respecto a las condiciones de depresión en el espacio de caída 3 del horno, en la forma de realización según las figuras 2 y 3 cabe destacar que mediante el depósito de almacenamiento 36 apto para vacío, con un material particulado suficientemente fino, es decir, por ejemplo, un material en polvo con un tamaño de partículas de hasta aproximadamente 0,1 mm, se consigue un cierre prácticamente hermético del sistema y, por tanto, no se produce ninguna reducción de depresión por el flujo de aire desde el depósito de almacenamiento 36 a través del transportador de tornillo sinfín 35.

En caso de un material más grueso, el depósito de almacenamiento 36 puede cerrarse mediante una tapa 66 y la depresión resultante puede ser vigilada por el aparato de medición de depresión 38.

30 Independientemente del material particulado, la depresión generada por el eyector 59 en el extremo inferior 8 del tubo de bajada 2 también puede mantenerse sola en el tubo de bajada 2 mediante un funcionamiento correspondiente de la instalación con o sin tapa 66, por lo que también en esta variante de horno, a pesar del funcionamiento totalmente continuo pueden lograrse las ventajas de una expansión térmica del material particulado en condiciones de vacío grosero.

35

## REIVINDICACIONES

1. Horno de tubo de bajada para calentar un material particulado, en particular, para expandir un material particulado expandible, como la perlita, que comprende
- 5
- un tubo de bajada (2) con un espacio de caída (3) para el material particulado (4),
  - un dispositivo de alimentación (7, 7') dispuesto en el extremo superior (6) del tubo de bajada (2), para el material particulado (4),
  - un dispositivo de extracción (9, 9'), dispuesto en el extremo inferior (8) del tubo de bajada (2), para el material
- 10
- particulado (4), y
  - un dispositivo calentador (10) que circunda, al menos en una longitud parcial, el tubo de bajada (2), por el cual el material particulado (4) que pasa por el espacio de caída puede calentarse por calor radiante (Q), **caracterizado por**
- 15
- un dispositivo de evacuación (24, 24') que está unido al espacio de caída (3) del tubo de bajada (2), de manera que el material particulado (4) cae a través del espacio de caída (3) durante el calentamiento en condiciones de depresión de al menos un vacío grosero inferior a 300 mbar, estando provisto el dispositivo de alimentación (7; 7') de una disposición de al menos un depósito de almacenamiento (13.1, 13.2, 36) hermético a la presión.
- 20
2. Horno de tubo de bajada según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el dispositivo de alimentación (7) y/o el dispositivo de extracción (9) presentan cada uno de ellos un depósito de almacenamiento de lotes (13.1, 13.2; 17.1, 17.2) que se puede cerrar de forma hermética a la presión y que también puede/n someterse a al menos un vacío grosero con la ayuda del dispositivo de evacuación (24).
- 25
3. Horno de tubo de bajada según la reivindicación 2, **caracterizado por que** el o los depósitos de almacenamiento de lotes (13.1, 13.2; 17.1, 17.2) están provistos en su tubuladura de llenado (21) y en su tubuladura de salida (22) de chapaletas de cierre (23) que cierran de forma hermética a la presión.
- 30
4. Horno de tubo de bajada según las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizado por que** el dispositivo de alimentación (7) y el dispositivo de extracción (9) presentan cada uno de ellos depósitos de almacenamiento de lotes (13.1, 13.2; 17.1, 17.2) que están presentes por pares y que pueden cerrarse de forma hermética a la presión alternándose en el tiempo, de manera que alternando la alimentación de un depósito de almacenamiento de un lote (13.1, 13.2; 17.1, 17.2) y el vaciado del otro depósito de almacenamiento del lote (13.1, 13.2; 17.1, 17.2) de los dispositivos de alimentación y de extracción (7, 9) se puede conseguir un funcionamiento casi continuo del horno de tubo de bajada
- 35
- (1).
5. Horno de tubo de bajada según las reivindicaciones 3 y 4, **caracterizado por que** mediante una excitación selectiva de las chapaletas de cierre (23), el espacio de caída (3) del horno de tubo de bajada (1) así como los depósitos de almacenamiento de lotes (13.1, 13.2; 17.1, 17.2) pueden unirse independientemente entre sí al dispositivo de evacuación (24).
- 40
6. Horno de tubo de bajada según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el dispositivo de alimentación (7) está provisto de un dispositivo dosificador, en particular, de una esclusa de rueda celular (16).
- 45
7. Horno de tubo de bajada según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** a continuación del dispositivo de extracción (9) está dispuesto un dispositivo de transporte (19) para el transporte de evacuación del material particulado (4) entregado por el dispositivo de extracción (9).
- 50
8. Horno de tubo de bajada según la reivindicación 1, **caracterizado por** un eyector (59) en el extremo inferior del tubo de bajada (2) como combinación de un dispositivo de evacuación (9') para la descarga continua del material particulado (4) y un dispositivo de evacuación (24') para la aplicación de depresión en el tubo de bajada (2).
- 55
9. Horno de tubo de bajada según la reivindicación 8, **caracterizado por que** el eyector (59) se hace funcionar con un soplador de aire (62).
- 60
10. Horno de tubo de bajada según las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado por que** en el extremo inferior (8) del tubo de bajada (2) está dispuesta una tolva (56) refrigerada por agua.
- 65
11. Horno de tubo de bajada según la reivindicación 1 o según una de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado por que** el dispositivo de alimentación (7') en el extremo superior (6) del tubo de bajada (2) está formado por un transportador de tornillo sinfín (35) que trabaja de forma continua y que transporta el material particulado (4) de un depósito de almacenamiento (36) a un dispositivo dosificador (37) en el extremo superior (6) del tubo de bajada (2).
12. Horno de tubo de bajada según la reivindicación 11, **caracterizado por que** el depósito de almacenamiento (36) puede cerrarse mediante una tapa (66), en particular, para el procesamiento de material particulado grueso.

13. Horno de tubo de bajada según las reivindicaciones 11 o 12, **caracterizado por que** el transportador de tornillo sinfín (35) y/o el trayecto de transporte del depósito de almacenamiento (36) al transportador de tornillo sinfín (35) están provistos de un dispositivo de regulación de temperatura (40, 45) al menos en una longitud parcial.
- 5 14. Horno de tubo de bajada según una de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizado por que** el dispositivo dosificador (37) presenta una tolva de carga (47) con un cono de dosificación (53) accionado de forma rotatoria dentro de esta, preferentemente ajustable en altura.
- 10 15. Horno de tubo de bajada según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el dispositivo calentador (10) está provisto de manguitos calentadores (11) que pueden ser excitados de manera selectiva a lo largo del espacio de caída (3).
- 15 16. Horno de tubo de bajada según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al tubo de bajada (2) están asignadas zonas de regulación de temperatura que pueden ser excitadas de manera selectiva a lo largo del espacio de caída (3).
- 20 17. Horno de tubo de bajada según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el dispositivo de evacuación (24, 24') está configurado de tal manera que el espacio de caída (3) y el depósito de almacenamiento de lotes (13.1, 13.2; 17.1, 17.2) presente eventualmente, pueden ponerse bajo una depresión comprendida en el intervalo de 300 mbar a 100 mbar.
18. Horno de tubo de bajada según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el tubo de bajada (2) se compone al menos parcialmente de un material de vidrio permeable a la radiación térmica.
- 25 19. Horno de tubo de bajada según la reivindicación 17, **caracterizado por que** el tubo de bajada (2) está realizado con doble pared con una pared de tubo interior (27), compuesta del material de vidrio permeable a la radiación térmica, y una pared de tubo exterior (28), que la circunda a una cierta distancia y que preferentemente también se compone de material de vidrio.
- 30 20. Horno de tubo de bajada según las reivindicaciones 17 o 18, **caracterizado por que** el tubo de bajada (2) se puede refrigerar mediante el enfriamiento del intersticio de separación (29) formado entre las paredes de tubo interior y exterior (27, 28).

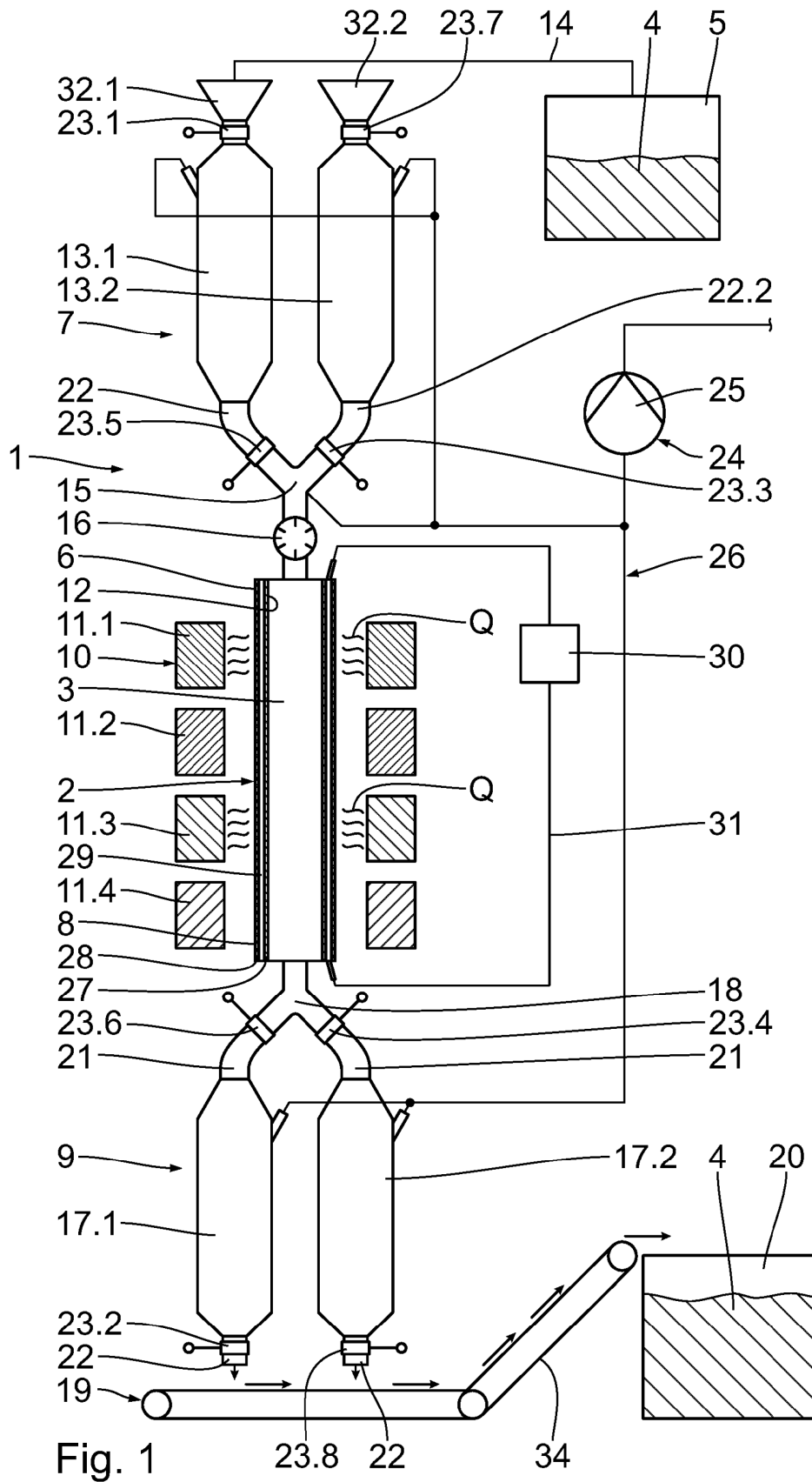


Fig. 1

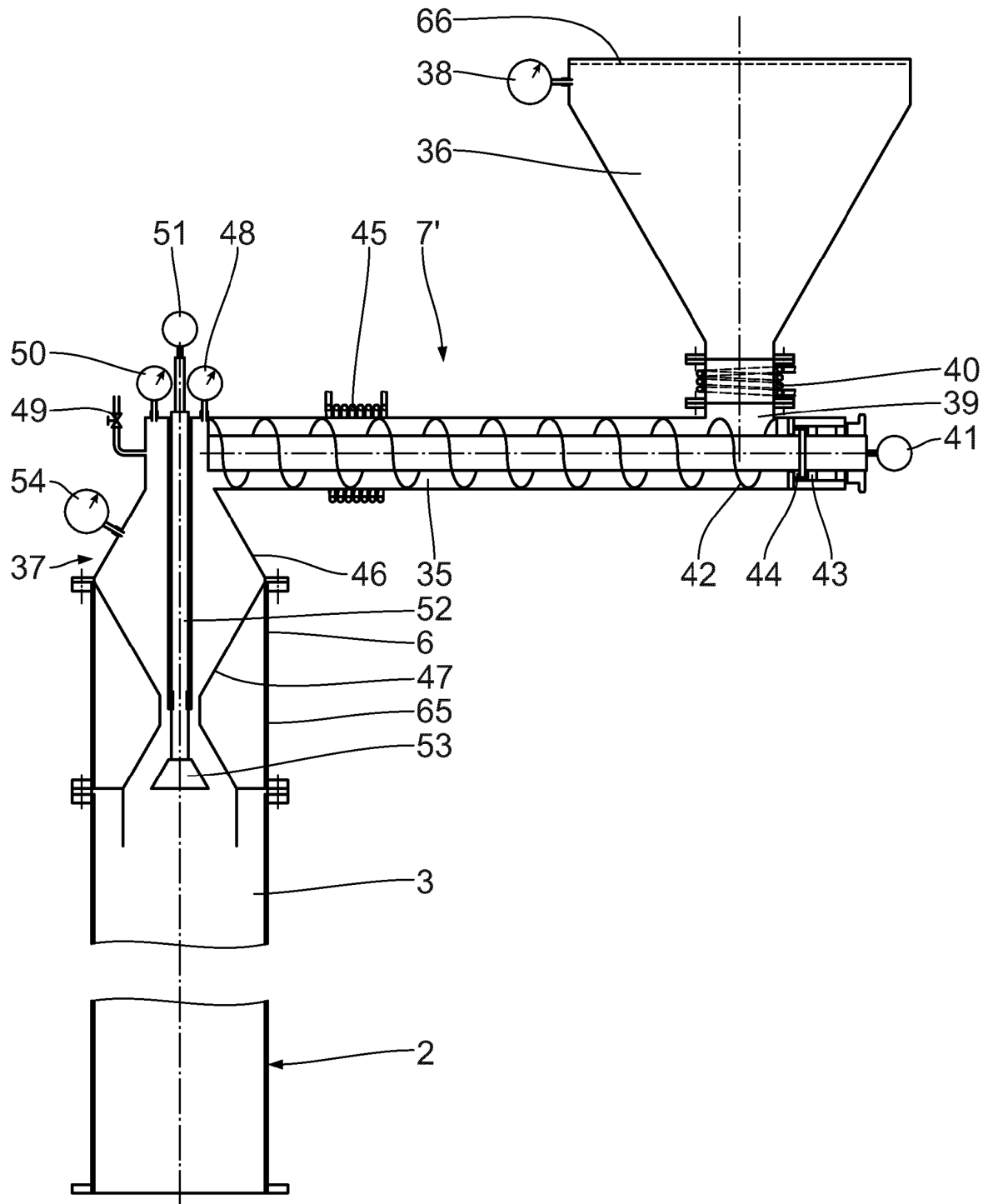


Fig. 2

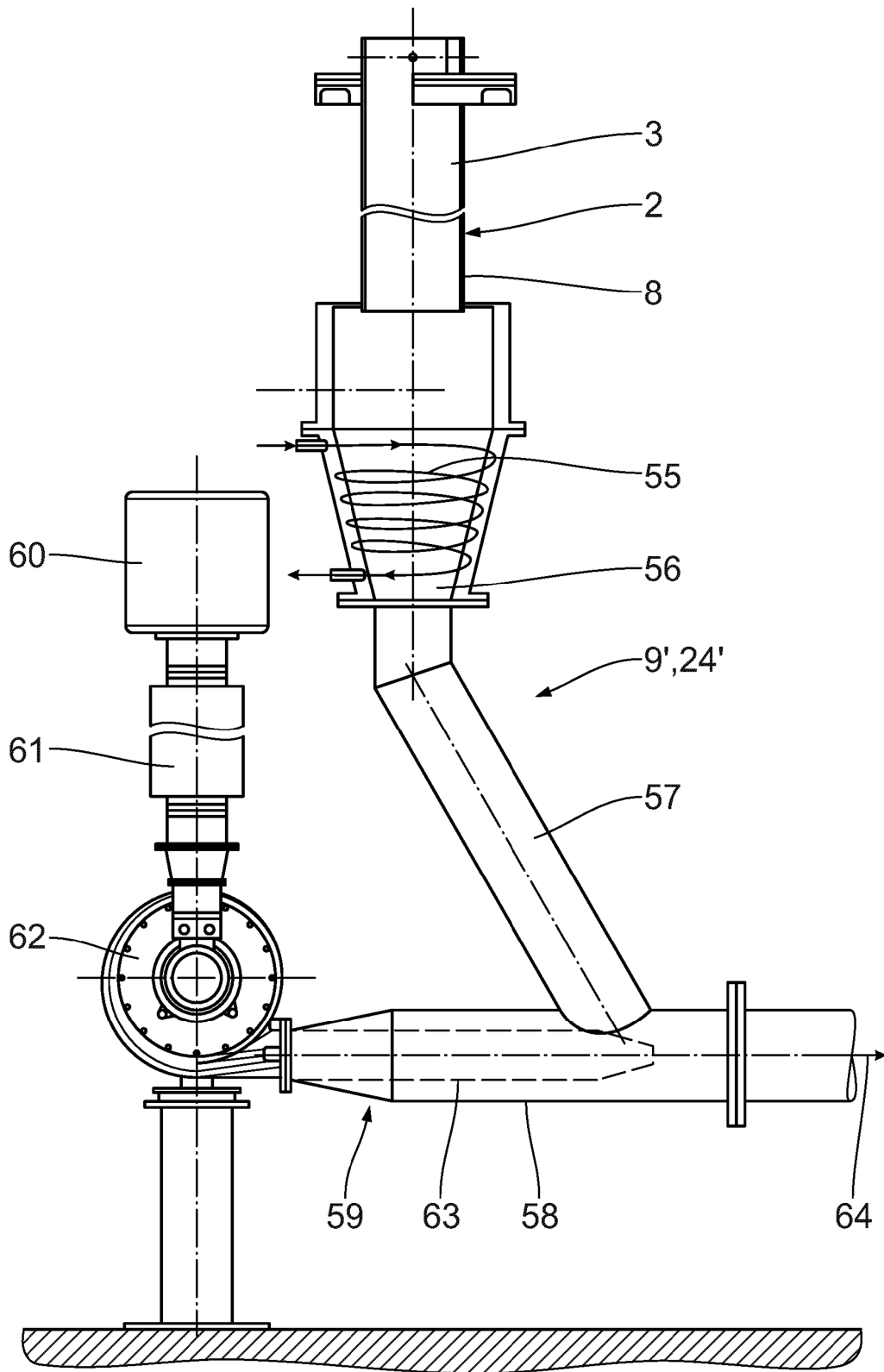


Fig. 3