

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 018 267**

51 Int. Cl.:

B03B 9/04 (2006.01)

B02C 17/16 (2006.01)

B02C 19/00 (2006.01)

C04B 28/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.06.2018 PCT/EP2018/067597**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.01.2019 WO19007838**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2018 E 18737213 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.03.2025 EP 3648889**

54 Título: **Procedimiento para el tratamiento de cenizas volantes, así como instalación y procedimiento para fabricar cemento**

30 Prioridad:
04.07.2017 DE 102017114831

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.05.2025

73 Titular/es:
**THYSSENKRUPP POLYSIUS GMBH (50.00%)
Graf-Galen-Str. 17
59269 Beckum, DE y
THYSSENKRUPP AG (50.00%)**

72 Inventor/es:
**KACHE, GUIDO;
WILCZEK, MICHAEL y
ASSMANN, BJÖRN-OLAF**

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 3 018 267 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

Procedimiento para el tratamiento de cenizas volantes, así como instalación y procedimiento para fabricar cemento

5 La invención se refiere a un procedimiento para el procesamiento de cenizas volantes.

10 En instalaciones de combustión como, por ejemplo, incineradoras de residuos, se producen grandes cantidades de cenizas volantes. La producción estimada de cenizas volantes solo en India fue de unos 190 millones de toneladas en 2010/11. Se espera que esta cantidad se duplique con creces en los próximos diez años. Para contrarrestar los problemas de eliminación de las cenizas volantes, se están haciendo grandes esfuerzos para encontrar formas de utilizar las cenizas volantes. Así, ya es práctica habitual incorporar cenizas volantes al cemento. Para los operadores de las fábricas de cemento indias, existe incluso la obligación legal de aceptar las cenizas volantes suministradas por el mercado e integrarlas en el proceso de producción.

15 Sin embargo, las cenizas volantes presentan densidades muy fluctuantes, lo que puede provocar problemas en el comportamiento del proceso. Las finas partículas de cenizas volantes solidificadas cristalinamente y configuradas de forma esférica pueden presentarse como esferas sólidas, esferas huecas (cenosferas) y esferas huecas rellenas de partículas (plerosferas), y varían de una ceniza volante a otra. Los operadores de cementeras por regla general procesan cenizas volantes procedentes de distintas centrales térmicas de carbón, por lo que se enfrentan a calidades muy fluctuantes. Además, a los operadores de las cementeras rara vez les es posible predecir cuándo el mercado pondrá a su disposición qué cenizas volantes.

Por el documento JP 2005 246204 se conoce un procedimiento de pulverización.

25 La invención se basa, por tanto, en el objetivo de indicar un procedimiento para procesar cenizas volantes, mediante el cual estas puedan incorporarse más fácilmente al proceso de producción de cemento.

De acuerdo con la invención, este objetivo se consigue mediante las características de la reivindicación 1.

30 El procedimiento para procesar cenizas volantes de acuerdo con la invención se caracteriza por moler las cenizas volantes en un molino de bolas agitador accionado en seco.

35 Una instalación para la fabricación de cemento para la aplicación del procedimiento de acuerdo con la invención presenta, en particular, al menos una primera etapa de molienda consistente en un primer molino y un primer tamiz para moler clínker de cemento y prevé, además, un molino de bolas agitador accionado en seco para moler cenizas volantes y al menos un equipo de descarga para la descarga conjunta y/o el almacenamiento conjunto del clínker de cemento molido y las cenizas volantes molidas.

40 La activación mecánica de las cenizas volantes mediante trituración da como resultado una ceniza con una mejora significativa de la reactividad de la cal, la finura, el contenido de vidrio y otras propiedades. Las propiedades de los cementos puzolánicos Portland fabricados con cenizas activadas de este modo pueden, por tanto, cumplir las especificaciones de las normas del cemento. El artículo de S. K. Chaturvedi, D. Yadav, V. P. Chatterjee, A. Pahuja, National Council for Cement and Building Materials, Ballabgarh, India, "Activación de cenizas volantes para mejorar las propiedades de utilización en la producción de cemento", Cement International 5/2015, Vol. 13, páginas 62 a 67, describe las pruebas realizadas para activar cenizas volantes utilizando un molino de bolas. Sin embargo, los molinos de bolas convencionales requieren una cantidad de energía considerable para moler las cenizas volantes, que es incluso mayor que la requerida para moler el clínker de cemento. Por tanto, hasta la fecha no ha sido posible una activación suficiente de las cenizas volantes para evitar problemas en el comportamiento del proceso de forma y manera económicamente viable.

50 El uso de un molino de bolas agitador de acuerdo con la invención para activar las cenizas volantes permitió reducir considerablemente la energía necesaria para la activación, de modo que la activación de las cenizas volantes puede llevarse a cabo ahora de forma económica y, de este modo, las cenizas volantes pueden prepararse también con una calidad tal que se eviten en gran medida los problemas en el comportamiento del proceso debidos a la incorporación de las cenizas volantes. A diferencia de los molinos de bolas, los molinos de bolas agitadores tienen una carcasa fija. La activación de las cenizas volantes también tiene lugar en el molino de bolas agitador por la acción de las bolas que se encuentran en el interior del molino sobre las cenizas volantes. Mientras que las bolas de un molino de bolas convencional son aceleradas esencialmente solo por la gravedad, las bolas de un molino de bolas agitador reciben un impulso adicional del agitador giratorio, lo que se traduce en un mayor aporte de fuerza.

60 También se consigue un mayor ahorro de energía en la activación de las cenizas volantes haciendo funcionar el molino de bolas agitador en seco, ya que así se elimina la necesidad de secar posteriormente el material. Las cenizas volantes ya están disponibles como material de partida en un tamaño relativamente fino (< 500 µm). Para aumentar la eficacia, el molino de bolas agitador puede equiparse con cuerpos de molienda correspondientemente pequeños (por ejemplo, en el intervalo de 2 mm a 15 mm, preferentemente de 4 mm a 6 mm). Además, los molinos de bolas agitadores son esencialmente más compactos que los molinos de bolas convencionales, ya que gran parte de la energía de molienda

la proporciona el agitador.

De acuerdo con un diseño preferido, al menos el 95 % de las cenizas volantes se muelen en el molino de bolas agitador hasta una finura final de al menos 45 µm. Además, es útil si las cenizas volantes se muelen hasta la finura final deseada en una sola pasada por el molino de bolas agitador. De esta manera, se reduce el esfuerzo de equipación necesario al evitar un tamiz y los correspondientes equipos de transporte. Para facilitar la incorporación de las cenizas volantes al cemento que se va a fabricar, las cenizas volantes presentan, por ejemplo, un contenido de dióxido de silicio reactivo de al menos el 25 % en peso. De acuerdo con la invención, las cenizas volantes del cemento que se va a fabricar presentan un contenido de óxido de calcio reactivo inferior al 15 % en peso.

De acuerdo con un modo de funcionamiento preferido, el molino de bolas agitador funciona de tal manera que las cenizas volantes se muelen hasta una finura con una superficie específica según Blaine de al menos 5.000 cm²/g.

La instalación para la fabricación de cemento puede comprender, además, una segunda etapa de molienda que comprenda al menos un segundo molino que coopere con un segundo tamiz o con el primer tamiz. El molino de bolas agitador prevé una abertura de entrada para alimentar las cenizas volantes y una abertura de salida para descargar las cenizas volantes, estando conectada preferentemente la abertura de salida al equipo de descarga. Además, puede preverse a este respecto un divisor de material con una entrada, una primera salida y una segunda salida entre la abertura de salida del molino de bolas agitador y el equipo de descarga, estando conectados la abertura de salida del molino de bolas agitador con la entrada del divisor de material; la primera salida con el equipo de descarga; y la segunda salida con el segundo molino de la segunda etapa de molienda. De este modo, una parte o la totalidad de las cenizas volantes procesadas pueden molerse opcionalmente junto con el clínker de cemento en la segunda etapa de molienda y mezclarse así profundamente.

La invención se refiere, además, a un procedimiento para moler cemento, moliéndose el clínker de cemento y al menos un aditivo más (como yeso, escoria granulada de alto horno, etc.) en al menos una primera etapa de molienda y moliéndose las cenizas volantes en un molino de bolas agitador accionado en seco, mezclándose el clínker de cemento molido con el al menos un aditivo más y las cenizas volantes molidas.

En el dibujo, muestran

la figura 1 una representación esquemática de una instalación de acuerdo con la invención para la fabricación de cemento con un molino de bolas agitador accionado en seco para moler cenizas volantes de acuerdo con un primer ejemplo de realización,

la figura 2 una representación esquemática de una instalación de acuerdo con la invención para la fabricación de cemento con un molino de bolas agitador accionado en seco para moler cenizas volantes de acuerdo con un segundo ejemplo de realización y

la figura 3 una representación esquemática del molino de bolas agitador accionado en seco para moler las cenizas volantes.

La instalación para la fabricación de cemento mostrada esquemáticamente en la figura 1 se compone esencialmente de una primera etapa de molienda 1, una segunda etapa de molienda 2 para moler clínker de cemento y un molino de bolas agitador 3 accionado en seco para moler cenizas volantes.

La primera etapa de molienda 1 prevé un primer molino 10, diseñado en este caso como molino de rodillos de alta presión, un primer tamiz 11 y un separador ciclónico 12. El primer tamiz 11 está configurado como tamiz estático-dinámico y prevé un tamiz estático 11a y un tamiz dinámico 11b. El material que se ha de tamizar se introduce primero a través de una entrada 11c en el tamiz estático 11a, que presenta, por ejemplo, una base de aireación dispuesta de manera inclinada o escalonada por la que fluye transversalmente el aire de tamizado 4. El material grueso 5 procedente del tamiz estático 11a entra en el primer molino 10, donde se tritura y se devuelve a la entrada 11c del tamiz estático 11a, por ejemplo, mediante un equipo transportador 13 configurado en forma de elevador de cangilones.

El producto fino del tamiz estático 11a se introduce junto con el aire de tamizado 4 en el tamiz dinámico 11b, que suele funcionar con un rotor de tamizado. Los granos 6 procedentes del tamiz dinámico 11b entran en un segundo molino 20, por ejemplo, un molino de bolas, de la segunda etapa de molienda 2. El producto fino del tamiz dinámico 11b se descarga junto con el aire tamizado 4 y se alimenta al separador ciclónico 12. Allí, el producto fino 7 se descarga como clínker de cemento ya molido a través de un equipo de descarga 14. Parte del aire de tamizado separado 4 se recircula de nuevo al tamiz estático 11a o, alternativamente, el polvo residual 8 se elimina en un filtro de polvo 15, y a continuación se descarga junto con el producto fino triturado 7 a través del equipo de descarga 14. El material que se ha de moler en la primera etapa de molienda 1 se compone de clínker de cemento 40 y al menos otro aditivo 41 como, por ejemplo, escoria granulada de alto horno o yeso.

En el ejemplo de realización mostrado, el material que se ha de triturar se alimenta primero al tamiz estático 11a a través del primer equipo transportador 13. Sin embargo, también sería concebible que el material se alimentara

directamente al primer molino 10.

Los granos 6 se trituran aún más en el segundo molino 20 y llegan al tamiz dinámico 11b a través de un segundo equipo transportador 21 y una segunda entrada 11d del primer tamiz 11. Alternativamente, el material molido en el segundo molino también podría recircularse a la primera entrada 11c del primer tamiz. Además, el segundo molino 20 podría funcionar junto con un tamiz independiente.

El equipo para procesar las cenizas volantes 9 presenta al menos un recipiente colector 30 para las cenizas volantes 9 que se han de triturar y un molino de bolas agitador 31. El molino de bolas agitador 31 prevé una abertura de entrada 31a, que está conectada al recipiente colector 30. Además, se prevé una abertura de salida 31b, que está conectada al equipo de descarga 14 para la descarga conjunta del clínker de cemento molido (producto fino 7) y las cenizas volantes molidas 9. También puede preverse un primer divisor de material 32 entre el recipiente colector 30 y la abertura de entrada 31a del molino de bolas agitador para evitar el molino de bolas agitador. De este modo, es posible mezclar una parte o la totalidad de las cenizas volantes con el clínker de cemento molido sin necesidad de triturarlo más. Esto se prevé en particular si las cenizas volantes ya están disponibles en calidad y finura suficientes.

De lo contrario, el primer divisor de material 32 también puede ajustarse de modo que una parte de las cenizas volantes se muele, mientras que otra parte se mezcla con el clínker de cemento 7 molido sin mayor activación. Un separador de material en forma de filtro 36 y un segundo divisor de material 33 están dispuestos entre la abertura de salida 31b y el equipo de descarga 14. Las cenizas volantes separadas en el filtro 36 se alimentan a la entrada 33a del segundo divisor de material 33, mientras que el aire de transporte separado en el filtro 36 se descarga como aire de escape. El segundo divisor de material presenta, además, una primera salida 33b, que está conectada al equipo de descarga 14. La segunda salida 33c está conectada a una entrada 20a del segundo molino 20 a través de un recipiente intermedio 34.

Además, entre el recipiente intermedio 34 y el segundo molino 20 está previsto un tercer divisor de material 35, con el que las cenizas volantes del recipiente intermedio 34 se alimentan primero al primer tamiz 11 sin pasar por el segundo molino 20. Esto tiene la ventaja de que una ceniza volante ya suficientemente fina no necesita ser triturada de nuevo innecesariamente en el segundo molino 20. El material triturado en el segundo molino 20 se descarga a través de la salida 20b y pasa a través del segundo equipo transportador 21 al primer tamiz 11, o alternativamente a un tamiz independiente. Si el segundo molino 20 funciona con un flujo de aire, el aire y el material se separan primero en otro separador de polvo 22, llegando el material separado al primer tamiz 11 a través del segundo equipo transportador 21.

En el ejemplo de realización mostrado, el clínker de cemento molido (producto fino 7 del primer tamiz 11) ya está mezclado con las cenizas volantes 9 en el equipo de descarga 14. Ambos componentes también se transportan juntos a un recipiente colector que no se muestra en detalle. Sin embargo, en el marco de la invención, también es concebible que el clínker de cemento molido 7 y las cenizas volantes 9 se transporten a una instalación de almacenamiento común a través de equipos transportadores independientes.

La figura 2 muestra un segundo ejemplo de realización de una instalación para fabricar cemento con un molino de bolas agitador accionado en seco para moler cenizas volantes. La diferencia con el primer ejemplo de realización consiste en que el filtro 36 de la figura 1 ha sido sustituido por un ciclón 37 en la figura 2. Las cenizas volantes separadas en el ciclón 37 se devuelven al divisor de material 33, mientras que el aire separado se devuelve al molino de bolas agitador 31 como aire recirculado y se utiliza en él, al menos en parte, como aire de transporte 42 (figura 3).

La figura 3 muestra una vista ampliada del molino de bolas agitador 31 de acuerdo con las figuras 1 y 2. A diferencia de un molino de bolas convencional, el molino agitador de bolas 31 presenta una carcasa 31c fija y un agitador 31e accionado en el interior de la carcasa mediante un motor 31d. Además, el molino agitador de bolas funciona con cuerpos molidores 31f, en particular bolas molidoras.

Las cenizas volantes 9 que se han de triturar se alimentan en la zona de la abertura de entrada 31a a través de una esclusa de rueda de celdas 31g. Las cenizas volantes se activan o procesan esencialmente por contacto con los cuerpos de molienda 31f, que son levantados y acelerados por el agitador 31e. En la zona de la abertura de salida 31b está previsto un rotor de descarga 31h que gira con el agitador y separa las cenizas volantes procesadas de los cuerpos de molienda 31f. El aire de transporte 42 para descargar las cenizas volantes procesadas se alimenta a través de una abertura de aire de transporte 31i prevista en la zona de la abertura de salida 31b. Este aire de transporte 42 fluye hacia el rotor de descarga 31h y descarga las cenizas volantes procesadas a través de la abertura de salida 31b. Para favorecer el efecto de transporte, en la zona de la abertura de salida 31b también puede estar prevista al menos otra abertura de aire de transporte 31j.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el procesamiento de cenizas volantes (9) mediante molienda de cenizas volantes (9), moliéndose las cenizas volantes (9) en un molino de bolas agitador (31) en seco **caracterizado por que** las cenizas volantes (9) presentan un contenido de óxido de calcio reactivo inferior al 15 % en peso.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** al menos el 95 % de las cenizas volantes (9) se muelen hasta una finura final de al menos 45 μm .
- 10 3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las cenizas volantes (9) se muelen hasta alcanzar la finura final deseada en un solo paso por el molino de bolas agitador (31).
4. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las cenizas volantes (9) se muelen hasta una finura con una superficie específica según Blaine de al menos 5.000 cm^2/g .

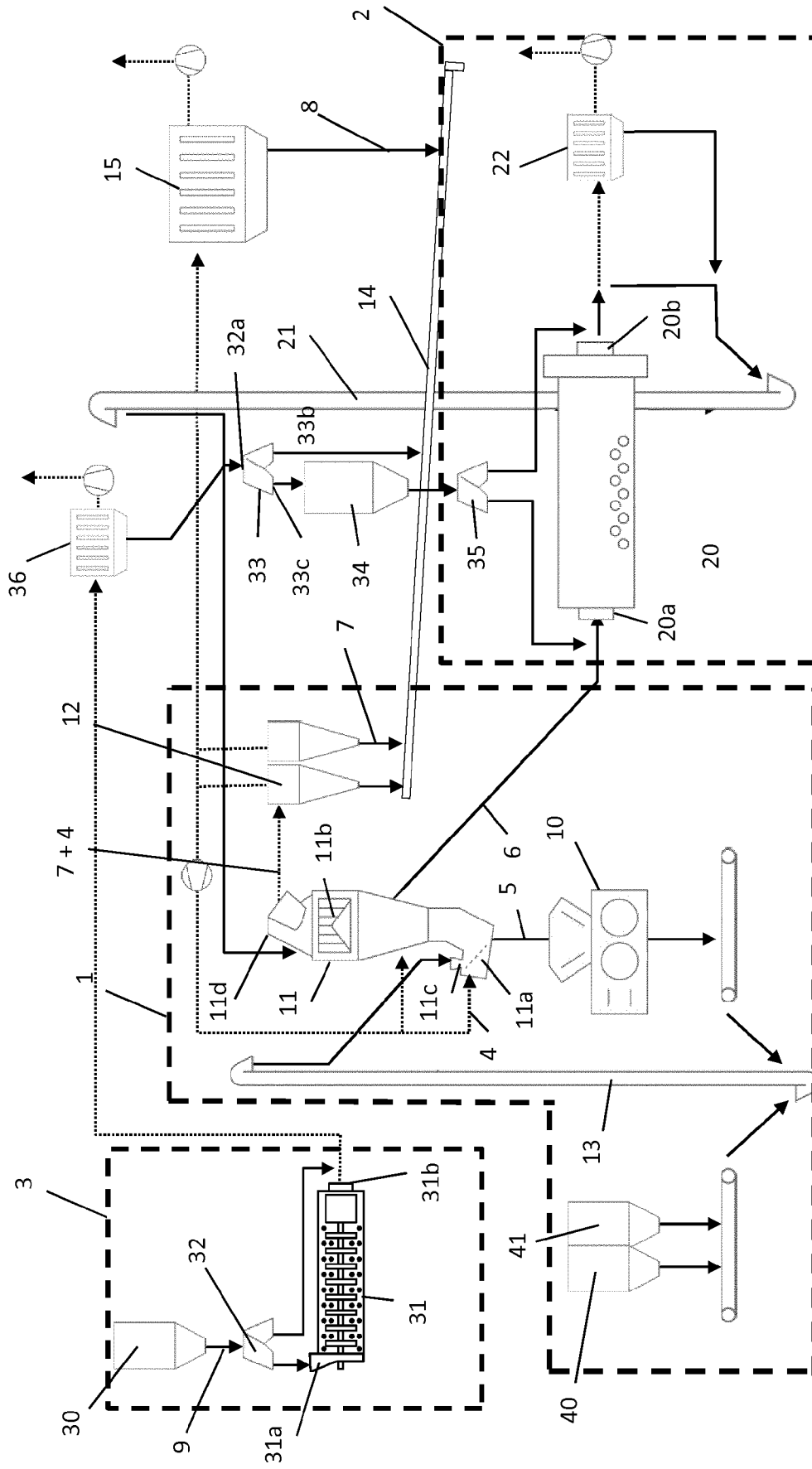


Fig. 1

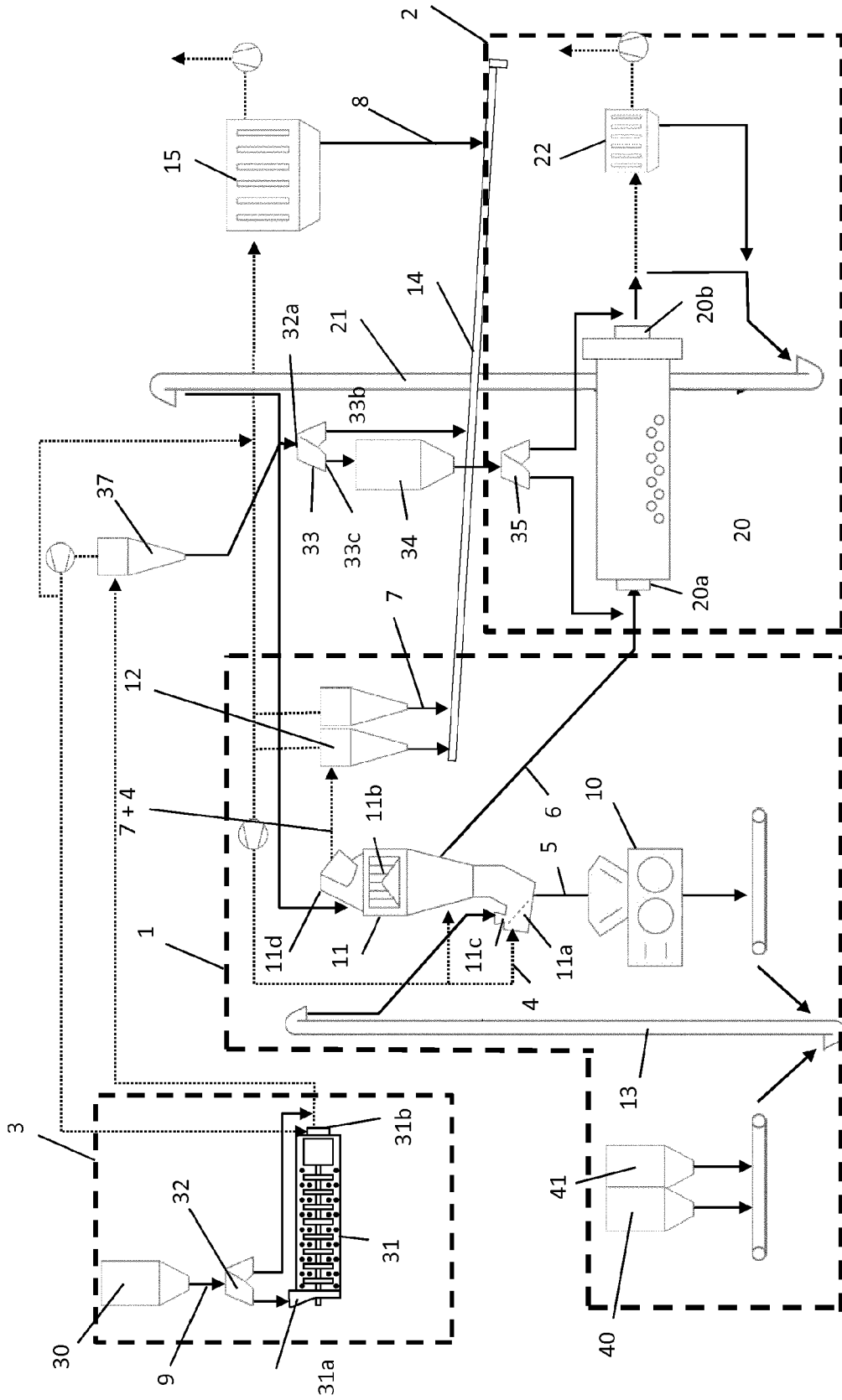


Fig. 2

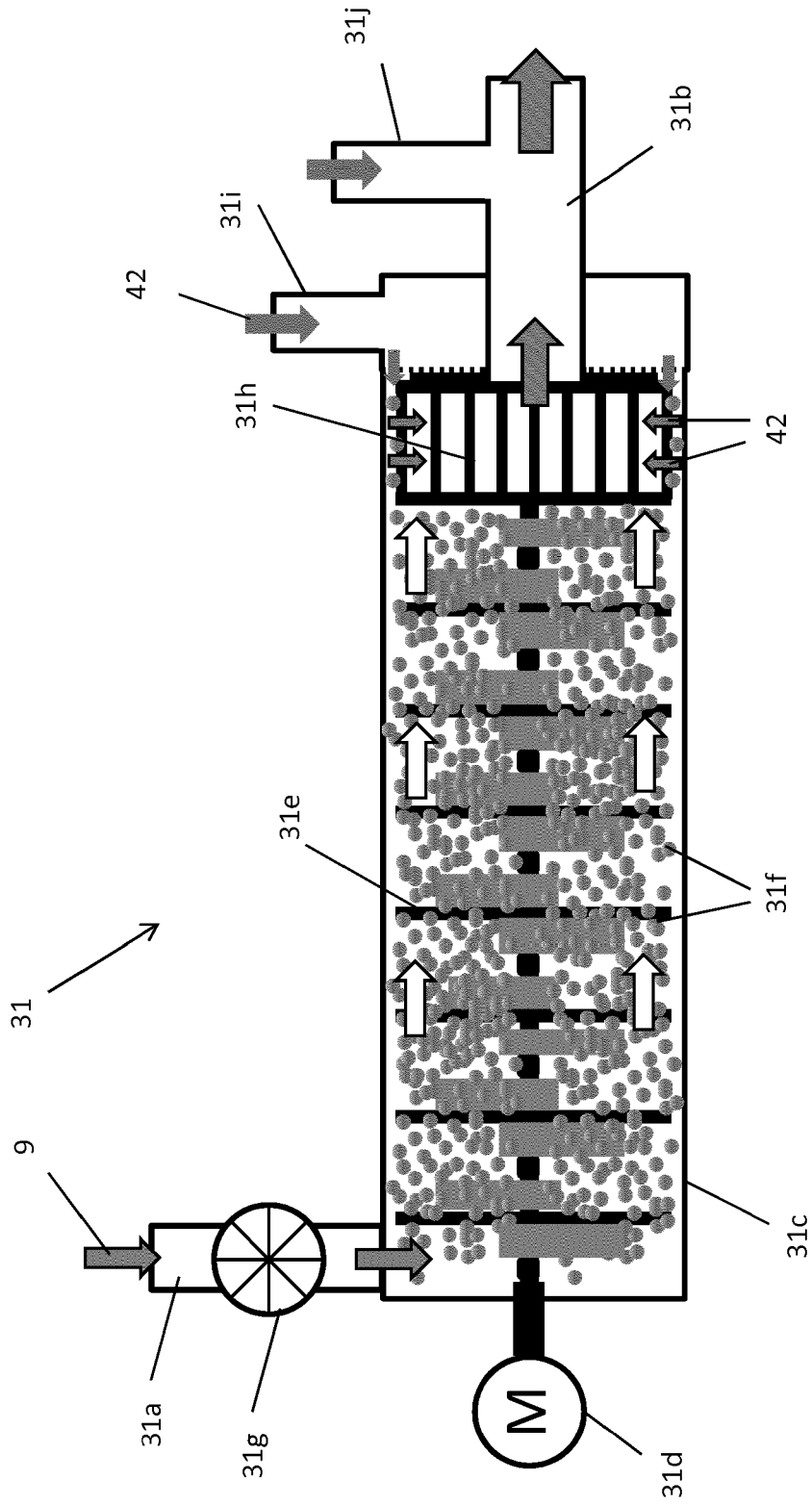


Fig. 3