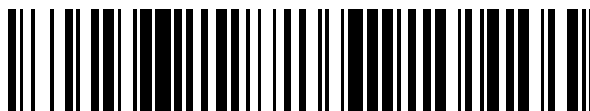


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 705 408**

51 Int. Cl.:

B01D 53/32 (2006.01)

C07C 273/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.05.2015 PCT/IB2015/053385**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.11.2015 WO15170293**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2015 E 15732347 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 3140027**

54 Título: **Sistema y método para limpiar una corriente de gas de una unidad de solidificación de planta de urea**

30 Prioridad:

09.05.2014 IT MI20140849

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

25.03.2019

73 Titular/es:

**SAIPEM S.P.A. (100.0%)
Via Martiri di Cefalonia, 67
20097 San Donato Milanese (Milano) , IT**

72 Inventor/es:

**BRUNO, LORENZO y
CARLESSI, LINO**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 705 408 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

Sistema y método para limpiar una corriente de gas de una unidad de solidificación de planta de urea

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema y método para limpiar una corriente de gas de una unidad de solidificación de una planta de urea.

10 Antecedentes

En una planta de producción de urea industrial (planta de urea) típica, la urea se produce en un reactor de síntesis, luego se concentra progresivamente (hasta valores de aproximadamente 96-99,7 %), y por último, se solidifica en una sección de solidificación, que normalmente consiste en un granulador o torre de perdigonado, a partir de la cual se obtiene un producto comercial final en forma de gránulos o perdigones de urea.

Normalmente, la urea enviada al granulador o torre de perdigonado se encuentra en estado líquido y se solidifica por medio de una corriente de aire ambiental.

20 Cuando el aire usado para la solidificación sale de la sección de solidificación, contiene polvo de urea y amoníaco liberado por la urea líquida durante el procedimiento de enfriamiento y solidificación.

Por lo tanto, antes de liberar este aire a la atmósfera, es oportuno purificarlo eliminando el polvo de urea y el amoníaco que contiene.

25 Para este fin, el uso de dos depuradores que trabajan en serie en la corriente de gas a purificar es conocido y común.

30 En un primer depurador, usado para eliminar el polvo de urea, se recircula una solución acuosa que contiene urea líquida; se extrae una solución de urea de la parte inferior de este primer depurador, una parte del cual se recircula a la parte superior del depurador y una parte se envía a la planta de urea para recuperarla.

35 La corriente de gas (purificada del polvo de urea) que sale del primer depurador se envía a un segundo depurador donde se elimina el amoníaco mediante una solución recirculante que contiene, por ejemplo, sulfato de amonio y bisulfato de amonio, y donde se agrega periódicamente ácido sulfúrico fresco para mantener la correcta proporción entre el sulfato de amonio y el bisulfato de amonio.

La corriente de gas que sale del segundo depurador se purifica esencialmente con aire, tanto de polvo de urea como de amoníaco, y por lo tanto, puede liberarse a la atmósfera a través de una chimenea.

40 Para superar la pérdida de carga, se coloca un ventilador corriente abajo del segundo depurador.

El sistema que acabamos de mencionar, y otros similares, no están exentos de inconvenientes, básicamente relacionados con el uso de depuradores.

45 En primer lugar, la recuperación de urea a partir de la solución de urea líquida lograda por el primer depurador conlleva un gasto significativo de energía y, en consecuencia, de costes, dado el alto nivel de contenido de agua.

50 Además, los depuradores generalmente tienen una baja eficiencia de eliminación, con los consiguientes problemas de incrustación y/o corrosión en los ventiladores ubicados corriente abajo de los depuradores y la necesidad de lavados periódicos relativamente frecuentes para eliminar incrustaciones y depósitos.

Debido a su eficiencia moderada, los depuradores requieren un consumo significativo de agua de reposición, necesaria para limpiar los desnebulizadores comúnmente usados en los depuradores para ayudar a la separación de las gotas de líquido arrastradas en la corriente de gas.

60 Por último, especialmente en las plantas de urea de última generación, que producen altos flujos de aire a purificar (incluso a más de 800.000 Nm³/h), la distribución de la corriente de gas en los depuradores es deficiente, con la consiguiente disminución de la eficiencia; en particular, hay una baja eficiencia en el depurador para eliminar el amoníaco gaseoso debido a la formación de aerosoles que escapan de los desnebulizadores comunes con coalescentes; además, los aerosoles son muy dependientes del pH y su formación es difícil de controlar.

65 El documento WO 2011/099844A1 divulga un sistema y un método para la eliminación de amoníaco y polvo de urea del gas residual de una sección de acabado de una planta de producción de urea. El gas residual se pone en contacto con un adsorbente sólido capaz de adsorber físicamente el amoníaco, y luego, el adsorbente que tiene adsorbido el amoníaco y el polvo de urea se separan de la corriente de gas en una etapa de separación de gases y

sólidos, por medio de filtros de cámaras de filtros o ciclones.

Divulgación de la invención

5 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema y un método para limpiar una corriente de gas de una unidad de solidificación de una planta de urea, en particular, para eliminar el polvo de urea y el amoníaco gaseoso de dicha corriente de gas, sin los inconvenientes descritos de la técnica conocida.

10 En particular, un objeto de la invención es proporcionar un sistema y método de limpieza que, con respecto a las soluciones conocidas, tenga una alta eficiencia, una pérdida de carga y un consumo de energía reducidos y, por lo tanto, costes más bajos, y no requiera reposición de componentes.

15 La presente invención se refiere, por lo tanto, a una planta de urea que comprende una unidad de solidificación y un sistema de limpieza para limpiar una corriente de gas de dicha unidad de solidificación y que contiene polvo de urea y amoníaco, según la reivindicación 1; y un método para limpiar una corriente de gas de una unidad de solidificación de una planta de urea y que contiene polvo de urea y amoníaco, según la reivindicación 10.

Otras características preferidas de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes.

20 En resumen, de acuerdo con la invención, los dos depuradores usados habitualmente para purificar el aire de enfriamiento que sale de la unidad de solidificación se reemplazan con la misma cantidad de precipitadores electrostáticos (filtros) y, precisamente, un precipitador electrostático "seco" para recuperar el polvo de urea, y un precipitador electrostático "húmedo" para eliminar el amoníaco gaseoso.

25 Los precipitadores electrostáticos usados de acuerdo con la invención tienen una alta eficiencia de remoción, altas velocidades de flujo para la corriente de gas y una pérdida de carga muy baja.

30 Además, los precipitadores electrostáticos funcionan usando sustancias que ya están presentes y que no necesitan que se agreguen otras.

La alta eficiencia de los precipitadores electrostáticos permite reducir los problemas de emisión ambiental de polvo de urea y amoníaco gaseoso y limitar las incrustaciones y la corrosión de los ventiladores usados para la circulación de la corriente de gas.

35 La eficiencia de los precipitadores electrostáticos también se puede mejorar acondicionando la corriente de gas que se alimenta a los precipitadores electrostáticos.

40 En particular, en el precipitador electrostático "seco" para eliminar el polvo de urea, el acondicionamiento se realiza con vapores de amoníaco (acondicionamiento con gas amoníaco), ya presente en la corriente de gas a purificar o, si es necesario, introducido desde el exterior, preferentemente por atomización; y/o el uso de otras sustancias también presentes en el sistema de limpieza, por ejemplo bisulfato de amonio.

45 En el precipitador electrostático "húmedo" para eliminar el amoníaco gaseoso, un gas, por ejemplo el gas bisulfato de amonio, que posteriormente se recupera como sulfato de amonio, se atomiza para el acondicionamiento.

50 La velocidad de flujo de la corriente que pasa a través de los precipitadores electrostáticos permite tener aparatos compactos con tamaños similares o más pequeños que los depuradores, mientras que las bajas pérdidas de carga permiten el uso de ventiladores menos potentes y, por lo tanto, menos costosos ubicados corriente abajo de los precipitadores electrostáticos.

En resumen, las principales ventajas de la invención son las siguientes:

- menores pérdidas de carga debido a una mayor eficiencia;
- menores costes y menos energía gastada para eliminar el agua;
- 55 - menos problemas de incrustaciones y obstrucción con los ventiladores y desnebulizadores.

Breve descripción de los dibujos

60 Otras características y ventajas de la presente invención quedarán claras a partir de la descripción de las siguientes realizaciones no limitativas, con referencia a las figuras en los dibujos adjuntos, en los que:

- La Figura 1 es una vista esquemática de una primera realización de un sistema para limpiar una corriente de gas de una unidad de solidificación de una planta de urea, de acuerdo con la invención; y
- 65 - La Figura 2 es una vista esquemática de una segunda realización del sistema de limpieza de acuerdo con la invención.

Mejor forma de llevar a cabo la invención

5 La Figura 1 muestra esquemáticamente un sistema de limpieza 1 para procesar una corriente de gas que sale de una unidad de solidificación 2 de una planta de urea 3, en particular, para eliminar el polvo de urea y el amoníaco gaseoso de dicha corriente de gas.

10 La planta de urea 3 es, en sí misma, esencialmente conocida y, por lo tanto, no será descrita ni ilustrada en detalle. En términos generales, la planta de urea 3 comprende: un reactor de síntesis de urea en el que tiene lugar la reacción de síntesis de urea a partir de amoníaco y dióxido de carbono; secciones de recuperación (en particular, una sección de alta presión, una sección de media presión y una sección de baja presión), en la que la solución de urea producida en el reactor de síntesis se concentra progresivamente, con la eliminación de agua y amoníaco y dióxido de carbono sin reaccionar, y una recirculación de los componentes recuperados; y una sección de vacío equipada con un sistema de vacío y conectada a una sección de tratamiento de aguas residuales.

15 La planta de urea 3 está conectada a través de una línea de alimentación de urea 4 a la unidad de solidificación 2, que incluye, por ejemplo, un granulador o una torre de perdigonado a la que se envía la urea fundida producida en la planta de urea 3 para obtener urea sólida en gránulos o perdigones.

20 La unidad de solidificación 2 se alimenta con una corriente de aire de enfriamiento, representada esquemáticamente por la flecha 5 en la Figura 1, que ingresa a la unidad de solidificación 2 a través de aberturas de entrada de aire especialmente provistas, con el propósito de solidificar la urea fundida.

25 De la unidad de solidificación 2 sale una corriente de gas que está formada básicamente por el aire de enfriamiento usado en la unidad de solidificación 2 y contiene polvo de urea y amoníaco gaseoso liberado por la urea durante el procedimiento de enfriamiento y solidificación.

La corriente de gas que sale de la unidad de solidificación 2 se envía al sistema de limpieza 1 a través de una línea de gas 6 que conecta operativamente la unidad de solidificación 2 al sistema de limpieza 1.

30 El sistema de limpieza 1 comprende un dispositivo de eliminación de polvo de urea 7 y un dispositivo de eliminación de amoníaco 8, para eliminar respectivamente el polvo de urea y amoníaco de una corriente de gas que sale de la unidad de solidificación 2.

35 Los dos dispositivos de eliminación 7, 8, están diseñados para tratar contaminantes respectivos, es decir, polvo de urea o amoníaco, y para eliminar principalmente los contaminantes respectivos (polvo de urea o amoníaco).

40 Más precisamente, el sistema de limpieza 1 comprende un primer dispositivo de eliminación único 7 dedicado a la eliminación de polvo de urea y un segundo dispositivo de eliminación único 8 dedicado a la eliminación de amoníaco.

De acuerdo con la invención, los dispositivos de eliminación 7, 8, consisten en precipitadores electrostáticos 11, 12, respectivos diseñados para eliminar sustancialmente todo o al menos la mayor parte del contaminante tratado en el dispositivo de eliminación 7, 8, es decir, polvo de urea y amoníaco.

45 Como se sabe, un precipitador electrostático (o filtro electrostático) es un aparato de purificación que implementa un procedimiento de eliminación en el que las partículas contaminantes (sólidas o líquidas) se eliminan de una corriente de gas mediante la aplicación de un campo eléctrico inducido.

En general, un precipitador electrostático comprende básicamente:

- 50
- electrodos de descarga y emisión, generalmente de forma filiforme;
 - electrodos colectores, generalmente en forma de placas de varias formas (por ejemplo, placas planas o tubulares), dispuestas paralelas a los electrodos de descarga;
 - una unidad de fuente de alimentación, para generar los niveles de voltaje requeridos por el procedimiento de purificación;
 - un aparato para la limpieza periódica de los electrodos colectores; y
 - estructuras para alojar los electrodos, distribución de las corrientes de gas en entrada y salida, y recolección y/o descarga de las partículas eliminadas.
- 55

60 Un precipitador electrostático opera por medio de una diferencia de potencial inducida entre los electrodos de descarga y los electrodos colectores para generar un fuerte campo eléctrico cerca de los electrodos de descarga y alrededor de ellos, lo que causa la ionización de la corriente de gas que contiene las partículas contaminantes. Los iones producidos chocan con las partículas contaminantes en suspensión y les imparten una carga eléctrica; luego, las partículas cargadas se atraen hacia los electrodos colectores donde se capturan y después se eliminan, por ejemplo, agitando los electrodos colectores o usando soluciones de lavado que solapan los electrodos colectores.

65

Un precipitador electrostático puede comprender varias secciones o campos (es decir, grupos de electrodos de descarga y electrodos colectores) dispuestos en serie para tratar la corriente de gas en sucesión.

5 Con mayor detalle, el sistema de limpieza 1 comprende: un primer precipitador electrostático 11 y un segundo precipitador electrostático 12 para eliminar respectivamente el polvo de urea y el amoníaco de la corriente de gas que sale de la unidad de solidificación 2; un circuito de tratamiento de aire 13; y un circuito de recirculación 14.

10 Dado que se usan dos precipitadores electrostáticos 11, 12, otros aparatos, en particular depuradores, dedicados a la eliminación de polvo de urea o amoníaco de la corriente de gas que sale de la unidad de solidificación 2 no están incluidos en el sistema de limpieza 1.

Los dos precipitadores electrostáticos 11, 12, están dispuestos en serie a lo largo del circuito de tratamiento de gas 13 que conecta la unidad de solidificación 2 a una chimenea 15, con descarga a la atmósfera.

15 En particular, el circuito de tratamiento de gas 13 comprende: una línea de gas 6, que conecta la unidad de solidificación 2 al primer precipitador electrostático 11; una línea de conexión 16, que conecta los dos precipitadores electrostáticos 11, 12; si es necesario, una línea de descarga 17 conectada a la chimenea 15; y al menos un ventilador 18, preferentemente ubicado a lo largo de la línea de conexión 16 entre los precipitadores electrostáticos 11, 12.

20 En la realización preferida mostrada en la Figura 1, el precipitador electrostático 11 está ubicado corriente arriba del precipitador electrostático 12 a lo largo del circuito de tratamiento de gas 13.

25 La función del precipitador electrostático 11 es eliminar el polvo de urea de la corriente de gas que sale de la unidad de solidificación 2; la eliminación del polvo de urea de la corriente de gas en el precipitador electrostático 11 tiene lugar debido a un efecto electrostático y es posible que sea ayudado por el acondicionamiento de la corriente de gas.

30 El precipitador electrostático 11 para eliminar el polvo de urea es un precipitador electrostático "seco".

Aquí y en lo sucesivo, un precipitador electrostático "seco" significa un precipitador electrostático que funciona para recuperar un producto sustancialmente sólido (incluso si no está completamente seco) de la corriente de gas.

35 El precipitador electrostático 11 comprende una región de electrodo 20, que aloja electrodos de descarga y electrodos colectores y donde el procedimiento de eliminación tiene lugar debido al efecto del campo eléctrico inducido entre los electrodos, y una región de acondicionamiento 21, conectada a un extremo de entrada 22 del precipitador electrostático 11 y corriente arriba de la región del electrodo 20 a lo largo de una trayectoria de la corriente de gas en el precipitador electrostático 11 y donde la corriente de gas se complementa opcionalmente con un acondicionador que mejora la eficiencia del procedimiento de eliminación antes de pasar a través de la región del electrodo 20.

40 El precipitador electrostático 11 tiene: una entrada de gas 23 conectada a la línea de gas 6; una salida de gas 24 conectada a la línea de conexión 16; una o más salidas inferiores 25 conectadas por una línea de retorno 26 a la unidad de solidificación 2; una entrada auxiliar 27 conectada a una línea de acondicionamiento 28; y una entrada de recirculación 29 conectada a una línea de recirculación 30.

50 Ventajosamente, la entrada de gas 23, la entrada auxiliar 27 y la entrada de recirculación 29 están ubicadas en el extremo de entrada 22 de la región de acondicionamiento 21, mientras que la salida de gas 24 está ubicada en un extremo de salida 31 del precipitador electrostático 11, y las salidas inferiores 25 están ubicadas debajo de la región del electrodo 20 (por ejemplo, debajo de los campos o secciones respectivos del precipitador electrostático 11).

55 El precipitador electrostático 11 tiene una alta eficiencia en la eliminación de polvo de urea también debido a la presencia de vapores de amoníaco en la corriente de gas provenientes de la unidad de solidificación 2 (granulador o torre de perdigonado) y que acondiciona la corriente de gas.

Sin embargo, es posible agregar un acondicionador adicional para aumentar el rendimiento del procedimiento de eliminación, en particular más amoníaco (solución de amoníaco o vapores de amoníaco) o bisulfato de amonio (o incluso otras sustancias).

60 Por ejemplo, el acondicionador podría introducirse desde el exterior, a través de la línea de acondicionamiento 28 y un dispositivo inyector 32, ubicado en la entrada auxiliar 27 y ventajosamente provisto de un atomizador.

65 En el caso de que la unidad de solidificación 2 sea un granulador, la posible adición de una solución de amoníaco (o vapores de amoníaco) para el acondicionamiento ya podría estar incluida en la unidad de solidificación 2 para mejorar la distribución posterior.

ES 2 705 408 T3

Los niveles de amoníaco necesarios para un buen rendimiento de remoción están alrededor de 50-60 ppm, niveles que de hecho ya están presentes en la corriente de gas sin la necesidad de una acción adicional.

5 Con el acondicionamiento, las velocidades de flujo son de aproximadamente 2-4 m/s con niveles de eliminación de 10 mg/Nm³.

Alternativamente, el acondicionador, por ejemplo bisulfato de amonio, podría inyectarse en la región de acondicionamiento 21 desde la entrada de recirculación 29, conectado por una línea de recirculación 30 a una unidad de recuperación 47, que se describe con mayor detalle a continuación.

10 Sin embargo, además del posible uso de un acondicionador, la eficiencia de un precipitador electrostático también depende generalmente del número de campos o secciones (es decir, grupos de electrodos de descarga y electrodos colectores dispuestos en serie) a través de los cuales pasa la corriente de gas.

15 El precipitador electrostático 11 tiene preferentemente al menos 2 o 3 campos.

La eficiencia de remoción del precipitador electrostático 11 ya es aceptable a valores de aproximadamente 95-98 % si el sistema de limpieza 1 comprende una unidad sucesiva de remoción de amoníaco (precipitador electrostático 12) que también recupera las últimas trazas de polvo de urea.

20 El precipitador electrostático "seco" 11 es preferentemente (pero no necesariamente) un precipitador electrostático de placa plana.

25 La función del precipitador electrostático 12 es eliminar el amoníaco de la corriente de gas que sale de la unidad de solidificación 2; la eliminación del amoníaco en el precipitador electrostático 12 tiene lugar debido a un efecto electrostático y es posible que sea ayudado por el acondicionamiento de la corriente de gas.

El precipitador electrostático para eliminar el amoníaco es un precipitador electrostático "húmedo".

30 Aquí y en lo sucesivo, un precipitador electrostático "húmedo" significa un precipitador electrostático que funciona para recuperar un producto líquido (por ejemplo, una solución) o parcialmente líquido (por ejemplo, sedimento) de la corriente de gas.

35 El precipitador electrostático 12 también comprende una región de electrodo 40, que aloja electrodos de descarga y electrodos colectores y donde el procedimiento de eliminación tiene lugar debido al efecto del campo eléctrico inducido entre los electrodos, y una región de acondicionamiento 41, ubicada en un extremo de entrada 42 de el precipitador electrostático 12 y corriente arriba de la región del electrodo 40 a lo largo de una trayectoria de la corriente de gas en el precipitador electrostático 12 y donde la corriente de gas se complementa con un acondicionador que mejora la eficiencia del procedimiento de eliminación antes de pasar a través de la región del electrodo 40.

40 El precipitador electrostático 12 tiene: una entrada de gas 43 conectada a la línea de conexión 16; una salida de gas 44 conectada a la línea de descarga 17 y, por lo tanto, a la chimenea 15; una o más salidas inferiores 45 conectadas por una línea de recuperación 46 a una unidad de recuperación 47; y una o más entradas de recirculación 49a y 49b conectadas a la línea de recirculación 30.

45 La entrada de gas 43 y una primera entrada de recirculación 49a están ubicadas en el extremo de entrada 42 en la región de acondicionamiento 41, una segunda entrada de recirculación 49b está ubicada en la región del electrodo 40, la salida de gas 44 está ubicada en un extremo de salida 51 del precipitador electrostático 12 y las salidas inferiores 45 están ubicadas debajo de la región del electrodo 40 (por ejemplo, debajo de los campos o secciones respectivos del precipitador electrostático 12).

50 La eficiencia de eliminación de amoníaco del precipitador electrostático 12 se incrementa mediante el acondicionamiento con un acondicionador, por ejemplo bisulfato de amonio atomizado, alimentado al extremo de entrada 42 en la región de acondicionamiento 41 del precipitador electrostático 12 a través de un dispositivo inyector 52. Se entiende, sin embargo, que podrían usarse otros acondicionadores.

55 Dado que, como sucede cuando se usa sulfato de amonio, el acondicionador reacciona con el amoníaco durante el procedimiento de eliminación del amoníaco y forma un subproducto que contiene el grupo de amonio, que se recupera y procesa para obtener nuevamente el acondicionador, a fin de recircularlo al segundo precipitador electrostático 12 y posiblemente también al primer precipitador electrostático 11.

60 Por ejemplo, mientras se elimina el amoníaco, el bisulfato de amonio reacciona con el amoníaco para dar sulfato de amonio, que se recupera en solución desde las salidas inferiores 45.

65

El sulfato de amonio se puede usar como subproducto y, por lo tanto, se puede eliminar del sistema de limpieza 1, pero en este caso, es necesario reponer el ácido sulfúrico en el sistema de limpieza 1 para reformar el bisulfato de amonio para usarlo como acondicionador.

5 Según la invención, como se muestra en la Figura 1, el sulfato de amonio se envía, a través de la línea de recuperación 46 equipada con una bomba de circulación 53, a la unidad de recuperación 47 donde el sulfato de amonio se degrada (a través del calentamiento) para formar bisulfato de amonio y amoniaco.

10 En la unidad de recuperación 47, la solución de sulfato de amonio proveniente del precipitador electrostático 12 se trata térmicamente (a través de medios de calentamiento oportunos) para producir amoniaco en la fase gaseosa, que puede enviarse a la planta de urea 3 a través de una línea de urea 54 para la producción de urea y una solución de bisulfato de amonio (que también contiene una cantidad menor de sulfato de amonio), que se reutiliza en el precipitador electrostático 12 como acondicionador para eliminar el amoniaco, ya que se recircula al precipitador electrostático 12 a través de la línea de recirculación 30.

15 La línea de recirculación 30 está conectada a ambas entradas de recirculación 49a, 49b del precipitador electrostático 12, y opcionalmente (si el acondicionamiento con bisulfato de amonio también se contempla en el primer precipitador electrostático 11) a la entrada de recirculación 29 del precipitador electrostático 11 también, a través de porciones de línea respectivas.

20 Para un acondicionamiento efectivo con la solución de bisulfato de amonio y la eliminación efectiva de amoniaco, es ventajoso atomizar la solución de bisulfato de amonio en la entrada de recirculación 49a, asegurando una distribución adecuada, que permite reducir el tiempo de contacto necesario para lograr una alta eficiencia de absorción de amoniaco.

25 El dispositivo inyector 52, ubicado en la línea de recirculación 30, por ejemplo en la entrada de recirculación 49a, está, por lo tanto, equipado con un atomizador.

30 El acondicionamiento permite tener velocidades de flujo del orden de 2 a 4 m/s, con las consiguientes reducciones en el tamaño del precipitador electrostático 12 y una eficiencia de remoción final superior al 99 %.

35 Para mejorar la distribución de bisulfato de amonio en la corriente de gas tratada en el precipitador electrostático 12, el atomizador de bisulfato de amonio se puede insertar a lo largo de la línea de conexión 16 corriente arriba del ventilador 18; sin embargo, en este caso, la cantidad de bisulfato de amonio inyectado debe limitarse para evitar la formación de líquidos corriente abajo del ventilador 18.

Puede haber diferentes tipos de precipitadores electrostáticos 12, incluso de acuerdo con los caudales de la corriente de gas a tratar; por ejemplo, un precipitador electrostático tubular, circular o plano.

40 Dado que (como se muestra en la Figura 1) los precipitadores electrostáticos 11, 12 se usan en serie, es ventajoso insertar el ventilador 18 (o varios ventiladores 18) entre los dos precipitadores electrostáticos 11, 12, para evitar la corrosión y la formación de condensación.

45 En uso, una etapa de eliminación de polvo de urea y una etapa de eliminación de amoniaco tienen lugar respectivamente en los dos precipitadores electrostáticos 11, 12, llevándose a cabo total o principalmente en el precipitador electrostático respectivo 11, 12, donde se elimina sustancialmente todos o al menos la mayoría del contaminante tratado en la etapa de eliminación, es decir, polvo de urea y amoniaco.

50 La unidad de solidificación 2 recibe urea fundida de la planta de urea 3 a través de la línea de alimentación de urea 4 y se alimenta con aire de enfriamiento 5. La urea sólida (en gránulos o perdigones) se recolecta de la unidad de solidificación 2 y se emite una corriente de gas que se forma básicamente por el aire de enfriamiento usado en la unidad de solidificación 2 y que contiene polvo de urea y amoniaco; la corriente de gas que sale de la unidad de solidificación 2 se envía al sistema de limpieza 1 y específicamente al primer precipitador electrostático 11 a través de la línea de gas 6.

55 La corriente de gas que sale de la unidad de solidificación 2 ingresa al primer precipitador electrostático 11 a través de la entrada de gas 23, posiblemente se condiciona mediante la inyección de un acondicionador (vapores de amoniaco y/o solución de bisulfato de amonio), y pasa a través de la región del electrodo 20 donde se lleva a cabo el procedimiento de eliminación de polvo de urea.

60 La aplicación de una diferencia de potencial entre los electrodos de descarga y los electrodos colectores de la región del electrodo 20 genera un campo eléctrico que causa la ionización de la corriente de gas que pasa a través de la región del electrodo 20; las partículas de urea presentes se cargan y son atraídas por los electrodos colectores, después de lo cual se descargan desde las salidas inferiores 25 y se devuelven a través de la línea de retorno 26 a la unidad de solidificación 2.

65

ES 2 705 408 T3

La corriente de gas sale de la salida de gas 24, pasa a través de la línea de conexión 16 (provista con el ventilador 18) y alcanza el segundo precipitador electrostático 12.

5 La corriente de gas ingresa al segundo precipitador electrostático 12 a través de la entrada de gas 43, se condiciona mediante la inyección de un acondicionador (una solución de bisulfato de amonio) y pasa a través de la región del electrodo 40 donde tiene lugar el procedimiento de eliminación del amoníaco.

10 La aplicación de una diferencia de potencial entre los electrodos de descarga y los electrodos colectores de la región del electrodo 40 genera un campo eléctrico que causa la ionización de la corriente de gas que pasa a través de la región del electrodo 40; el amoníaco presente se carga y es atraído por los electrodos colectores, después de lo cual se descarga desde las salidas inferiores 45.

15 Si se usa bisulfato de amonio como acondicionador, durante el procedimiento de eliminación del amoníaco, el bisulfato de amonio reacciona con el amoníaco para dar sulfato de amonio; una solución de sulfato de amonio se recupera así de las salidas inferiores 45 y se envía, a través de la línea de recuperación 46, a la unidad de recuperación 47. En la unidad de recuperación 47, la solución de sulfato de amonio se trata térmicamente para degradar el sulfato de amonio y producir amoníaco en la fase gaseosa (para ser recuperada y devuelta a la planta de urea 3 a través de la línea de urea 54) y bisulfato de amonio en solución, para reutilizarse en el sistema de limpieza 1 como acondicionador en los precipitadores electrostáticos 11, 12 (a través de la línea de recirculación 30).

20 Una corriente de gas purificada de polvo de urea y amoníaco sale de la salida de gas 44 del precipitador electrostático 12 y luego se descarga a través de la chimenea 15.

25 En la realización en la Figura 2, donde los detalles similares o idénticos a los ya descritos se indican con los mismos números de referencia, el segundo precipitador electrostático 12 para eliminar el amoníaco es un precipitador electrostático de placa circular e integra la chimenea 15.

30 En esta configuración, el precipitador electrostático 12 tiene una cubierta que se extiende hacia la chimenea 15; la salida de gas 44 del precipitador electrostático 12 fluye directamente hacia la chimenea 15.

La corriente de gas a tratar todavía llega a través de la línea de conexión 16 y entra en el precipitador electrostático 12 a través de la entrada de gas 43.

35 También en esta realización, la eficiencia de eliminación de amoníaco del precipitador electrostático 12 se incrementa mediante el acondicionamiento con bisulfato de amonio atomizado, alimentado al extremo de entrada 42.

40 En el ejemplo que se muestra en la Figura 2, el acondicionador (una solución de bisulfato de amonio) se inyecta en la corriente de gas a través de un dispositivo inyector 52 equipado con un atomizador y ubicado a lo largo de la línea de conexión 16.

45 La solución que contiene la urea eliminada de la corriente de gas y el sulfato de amonio producido en el procedimiento de eliminación se extrae del precipitador electrostático 12 a través de al menos una salida inferior 45 y se envía, a través de la línea de recuperación 46, a la unidad de recuperación 47 donde el sulfato de amonio se degrada (por calentamiento) para formar amoníaco, que se envía a la planta de urea 3, y bisulfato de amonio, que se recircula al precipitador electrostático 11 y al precipitador electrostático 12 a través de la línea de recirculación 30. El bisulfato de amonio entra en el precipitador electrostático 11 desde la entrada de recirculación 29 y el precipitador electrostático 12 desde la entrada de recirculación 49b; en cambio, parte del bisulfato de amonio se desvía al dispositivo inyector 52 y fluye hacia la línea de gas 6 antes de la entrada de gas 43.

50

REIVINDICACIONES

1. Una planta de urea (3) que comprende una unidad de solidificación (2) y un sistema de limpieza (1) para limpiar una corriente de gas de dicha unidad de solidificación (2) y que contiene polvo de urea y amoníaco; el sistema de limpieza (que comprende un primer dispositivo de eliminación (7) para eliminar el polvo de urea y un segundo dispositivo de eliminación (8) para eliminar el amoníaco, estando dispuestos los dos dispositivos de eliminación (7, 8) en serie a lo largo de un circuito de tratamiento de gases (13) y conectados por una línea de conexión (16); **caracterizada por que** los dos dispositivos de eliminación (7, 8) son precipitadores electrostáticos (11, 12) diseñados para eliminar prácticamente todo o al menos la mayor parte del contaminante tratado en el dispositivo de eliminación (7, 8), es decir, polvo de urea y amoníaco; donde un primer precipitador electrostático (11) constituye el primer dispositivo de remoción (7) para eliminar el polvo de urea y es un precipitador electrostático "seco", es decir, un precipitador electrostático que funciona para recuperar sustancialmente un producto sólido, incluso si no está completamente seco, de la corriente de gas; y un segundo precipitador electrostático (12) constituye el segundo dispositivo de eliminación (8) para eliminar el amoníaco y es un precipitador electrostático "húmedo", es decir, un precipitador electrostático que funciona para recuperar un producto líquido o parcialmente líquido de la corriente de gas; el sistema de limpieza (1) que comprende al menos un dispositivo inyector (52) para inyectar un acondicionador, en particular bisulfato de amonio, en la corriente de gas para su tratamiento en el segundo precipitador electrostático (12); y donde el acondicionador, por ejemplo bisulfato de amonio, reacciona con el amoníaco para formar un subproducto que contiene el grupo amonio, por ejemplo sulfato de amonio; y el segundo precipitador electrostático (12) tiene una o más salidas inferiores (45) conectadas por una línea de recuperación (46) a una unidad de recuperación (47) equipada con medios de calentamiento para degradar térmicamente el subproducto producido en el segundo precipitador electrostático (12) y formar dicho acondicionador y amoníaco; la unidad de recuperación (47) está conectada por una línea de recirculación (30) a al menos una entrada de recirculación (49a, 49b) del segundo precipitador electrostático (12), para alimentar dicho acondicionador al segundo precipitador electrostático (12).
2. Una planta de urea de acuerdo con la reivindicación 1, donde el circuito de tratamiento de gas (13) comprende al menos un ventilador (18) situado a lo largo de la línea de conexión (16) entre los dispositivos de eliminación (7, 8) para hacer circular la corriente de gas.
3. Una planta de urea de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde el primer precipitador electrostático (11) es un precipitador electrostático "seco" de placa plana.
4. Una planta de urea de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, que comprende un primer dispositivo inyector (32) para inyectar el acondicionador en la corriente de gas para el tratamiento en el primer precipitador electrostático (11); y un segundo dispositivo inyector (52) para inyectar el acondicionador en la corriente de gas para el tratamiento en el segundo precipitador electrostático (12).
5. Una planta de urea de acuerdo con la reivindicación 4, donde el primer dispositivo inyector (32) está situado en una región de acondicionamiento (21) del primer precipitador electrostático (11) corriente arriba de una región de electrodo (20) diseñada para eliminar el polvo de urea; o corriente arriba del primer precipitador electrostático (11), por ejemplo, dentro de la unidad de solidificación (2).
6. Una planta de urea de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, donde el primer dispositivo inyector (32) está situado en una entrada de recirculación (29) del primer precipitador electrostático (11), conectado por una línea de recirculación (30) a dicha unidad de recuperación (47).
7. Una planta de urea de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 6, donde el segundo dispositivo inyector (52) está situado en una región de acondicionamiento (41) del segundo precipitador electrostático (12) corriente arriba de una región de electrodo (40) diseñada para eliminar el amoníaco; o a lo largo de la línea de conexión (16) corriente arriba de una entrada de gas (43) del segundo precipitador electrostático (12) y corriente arriba de un ventilador (18) ubicado a lo largo de la línea de conexión (16) para hacer circular la corriente de gas.
8. Una planta de urea de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el segundo precipitador electrostático (12) es un precipitador electrostático tubular de placa circular o plana.
9. Una planta de urea de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el segundo precipitador electrostático (12) es un precipitador electrostático de placa circular e incorpora una chimenea (15); el segundo precipitador electrostático (12) que tiene una cubierta que se extiende dentro de la chimenea (15).
10. Un método para limpiar una corriente de gas de una unidad de solidificación (2) de una planta de urea (3) y que contiene polvo de urea y amoníaco, que comprende una etapa de eliminación de polvo de urea y una etapa de eliminación de amoníaco realizado en los dispositivos de eliminación (7, 8) respectivos dispuestos en serie a lo largo de un circuito de tratamiento de gas (13) y conectado por una línea de conexión (16); y el método de limpieza está **caracterizado por que** la etapa de eliminación del polvo de urea se realiza total o principalmente en un primer precipitador electrostático (11), que es un precipitador electrostático "seco", es decir, un precipitador electrostático

- que funciona para recuperar un material sustancialmente sólido, incluso si no está completamente seco, producto de la corriente de gas; y la etapa de eliminación de amoníaco se realiza total o principalmente en un segundo precipitador electrostático (12), que es un precipitador electrostático "húmedo", es decir, un precipitador electrostático que funciona para recuperar un producto líquido o parcialmente líquido de la corriente de gas;
- 5 método de limpieza comprende una etapa de acondicionamiento, en la cual la corriente de gas tratada en la etapa de eliminación de amoníaco se acondiciona agregando un acondicionador, en particular bisulfato de amonio; y donde el acondicionador, por ejemplo bisulfato de amonio, reacciona con el amoniaco para formar un subproducto que contiene el grupo amonio, por ejemplo sulfato de amonio; y el método comprende las etapas de: recuperar el subproducto de una o más salidas inferiores (45) del segundo precipitador electrostático (12); degradar
- 10 térmicamente el subproducto y formar el acondicionador y el amoníaco; y recircular el acondicionador al segundo precipitador electrostático (12).
11. Un método de limpieza de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende una primera etapa de acondicionamiento, en la que la corriente de gas tratada en la etapa de eliminación de polvo de urea se acondiciona añadiendo el acondicionador; y una segunda etapa de acondicionamiento, en la cual la corriente de gas tratada en la etapa de eliminación de amoniaco se acondiciona agregando el acondicionador.
- 15
12. Un método de limpieza de acuerdo con la reivindicación 11, donde el acondicionador se inyecta en una región de acondicionamiento (21) del primer precipitador electrostático (11) corriente arriba de una región de electrodo (20) diseñada para eliminar el polvo de urea; o corriente arriba del primer precipitador electrostático (11), por ejemplo dentro de la unidad de solidificación (2).
- 20
13. Un método de limpieza de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, que comprende una etapa de recirculación al primer precipitador electrostático (11) del acondicionador producido en la unidad de recuperación (47) al degradar térmicamente el subproducto, por ejemplo sulfato de amonio, producido en la etapa de eliminación del amoníaco por el acondicionador que reacciona con el amoníaco.
- 25
14. Un método de limpieza de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 13, donde el acondicionador se inyecta en una región de acondicionamiento (41) del segundo precipitador electrostático (12) corriente arriba de una región de electrodo (40) diseñada para eliminar el amoníaco; o a lo largo de la línea de conexión (16) corriente arriba de una entrada de gas (43) del segundo precipitador electrostático (12) y corriente arriba de un ventilador (18) ubicado a lo largo de la línea de conexión (16) para hacer circular la corriente de gas.
- 30

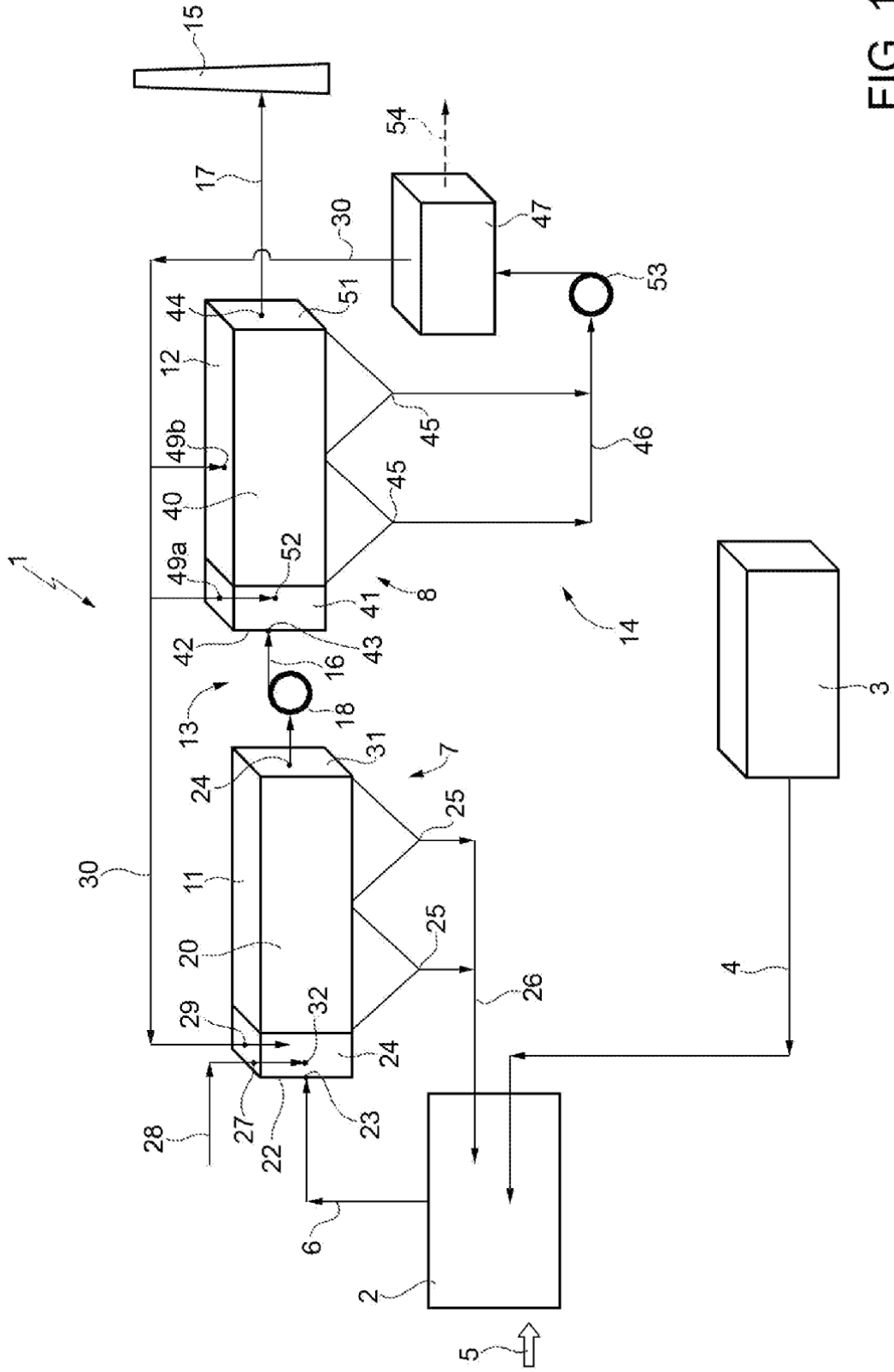


FIG. 1

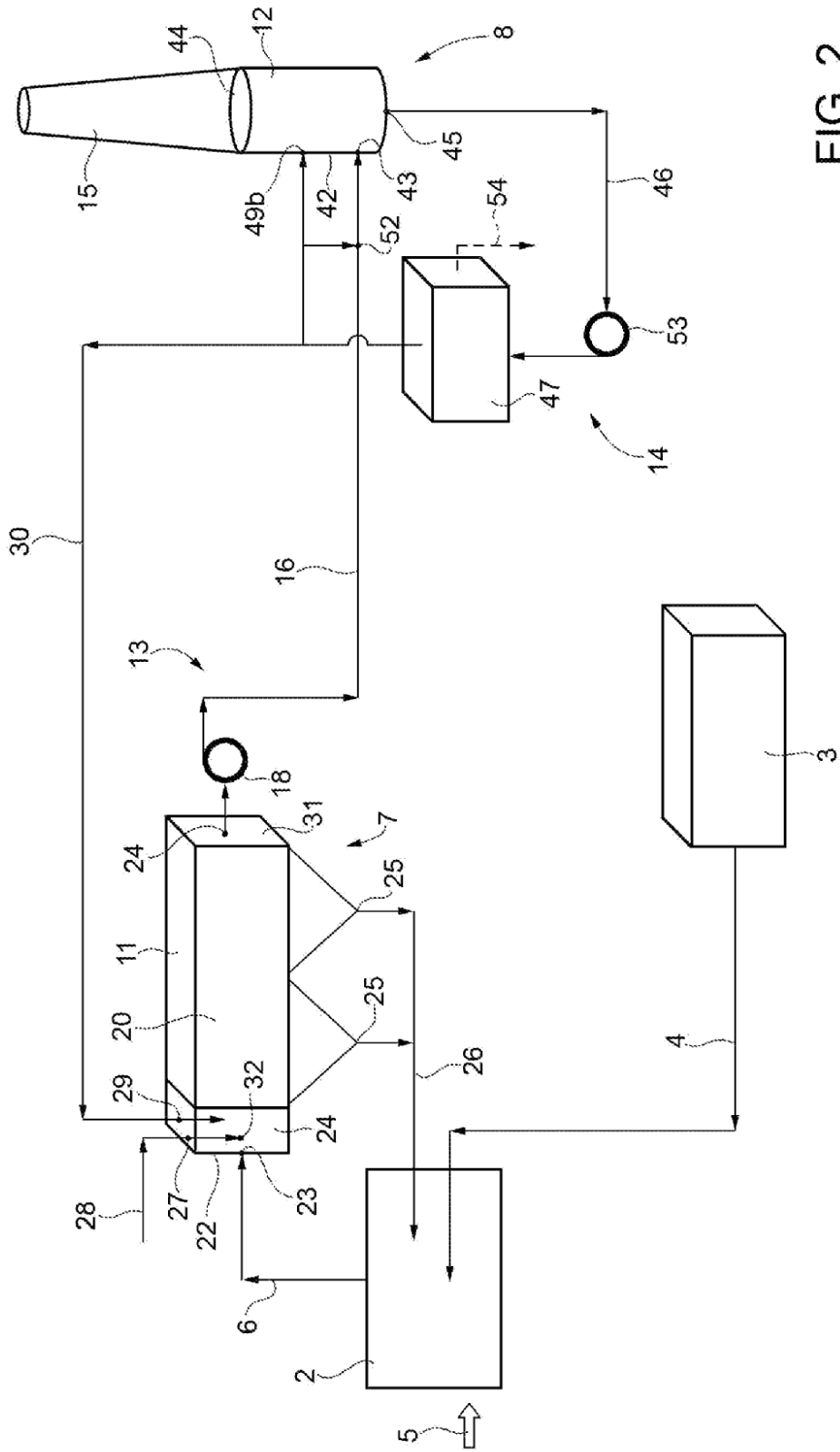


FIG. 2