

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 736 525**

51 Int. Cl.:

B01D 53/04 (2006.01)

B01D 53/047 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2016** E 16001413 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019** EP 3260186

54 Título: **Procedimiento para el funcionamiento de un sistema técnico con un dispositivo de absorción**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.01.2020

73 Titular/es:

LINDE AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Klosterhofstrasse 1
80331 München, DE

72 Inventor/es:

TROTT, THOMAS y
HORN, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 736 525 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 funcionamiento de un sistema técnico con un dispositivo de absorción

5 La invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de un sistema técnico con un dispositivo de absorción.

10 Los gases o mezclas de gases pueden absorber, transportar y ceder de nuevo sustancias sorbibles. Una sustancia sorbible puede ser absorbida hasta una cierta cantidad, en función de parámetros termodinámicos, especialmente temperatura y presión, por la mezcla de gases: la cantidad de la sustancia sorbible absorbida por una mezcla de gases se llama con frecuencia carga. En el procesamiento técnico de procedimientos de mezclas de gases de este tipo puede suceder que los parámetros termodinámicos se modifiquen en gran medida desde una etapa del proceso a otra etapa del proceso. Esto conduce regularmente a que la mezcla de gases exista saturada o sobresaturada con la sustancia sorbible. Entonces aparece, por ejemplo, condensación, donde una cantidad excedente de la sustancia sorbible es cedida por la corriente de gas y se condensa en superficies límites.

15 Un ejemplo de ello es la condensación de humedad contenida en gases de proceso en tuberías, cuando éstas presentan una temperatura que está por debajo del punto de rocío con respecto a la corriente de gas cargada. En tal caso, puede aparecer el problema de que el agua condensada provoque una corrosión de la tubería.

20 Especialmente las instalaciones de adsorción de cambio de presión y las instalaciones de adsorción de cambio de temperatura presentan con frecuencia una carga muy alta por fases del gas de proceso con una sustancia sorbible hasta una saturación del gas de proceso con la sustancia. Entonces ya en el caso de una modificación pequeña de temperatura y/o de presión puede aparecer una condensación.

25 Se conoce a partir del documento DD 200 981 A1 un procedimiento para la amortiguación de oscilaciones periódicas de la concentración en medios en circulación. En este caso, se conduce el medio a través de un aparato lleno con agente de sorbición, en el que la concentración, que está por encima del valor medio, de componentes individuales del medio es sorbida y de esta manera son retenidos hasta que a través del medio que circula detrás con diferente concentración, por ejemplo más baja, en componentes sorbidos anteriormente se realiza una desorción de desplazamiento y, por lo tanto, una cesión aproximadamente uniforme al medio.

El documento EP 0757970 publica otro procedimiento del estado de la técnica.

35 Por lo tanto, un cometido de la presente invención es preparar un procedimiento para la homogeneización temporal de una carga de una mezcla de gases con una sustancia sorbible en un sistema técnico.

40 Este cometido se soluciona según un primer aspecto por un procedimiento para el funcionamiento de un sistema técnico. El sistema técnico presenta un dispositivo de adsorción, que descarga una corriente de gas cargada con una sustancia sorbible con una corriente de masas predeterminada, en donde la corriente de gas cargadas comprende fases sucesivas alternas en el tiempo de carga reducida y fases de carga más elevada. El procedimiento comprende las etapas: alimentación de la corriente de gas cargada a una entrada de un dispositivo tampón de sorbición; conducción de la corriente de gas cargada en el dispositivo tampón de sorbición a través de un agente de sorbición adecuado para la absorción de una carga de la sustancia sorbibles a lo largo de una trayectoria de sorbición, que conduce desde la entrada hacia una salida del dispositivo tampón de sorbición, en donde la sustancia sorbible pasa en función de la carga de la corriente de gas y la carga del agente de sorbición desde la corriente de gas sobre el agente de sorbición o desde el agente de sorbición sobre la corriente de gas; y toma de una corriente de gas tratada en la salida del dispositivo tampón de sorbición.

45 Durante una fase de carga elevada de la corriente de gas con la sustancia sorbible se configura una zona, que se extiende desde la entrada del dispositivo tampón de sorbición a lo largo de la trayectoria de sorbición, con una carga elevada del agente de sorbición con la sustancia sorbible. Durante una carga reducida siguiente de la corriente de gas, la zona con la carga elevada del agente de sorbición se desplaza en dirección a la salida del dispositivo tampón de sorbición a lo largo de la trayectoria de sorbición. En este caso, una longitud de la trayectoria de sorbición y una cantidad del agente de sorbición en el dispositivo tampón de sorbición se seleccionan de tal manera que el dispositivo tampón de sorbición está instalado en el sistema técnico para la absorción de al menos tres, con preferencia al menos cuatro, más preferido al menos cinco zonas diferentes de carga elevada del agente de sorbición a lo largo de la trayectoria de sorbición.

50 En formas de realización, en el espacio entre dos zonas de carga elevada está presente una zona de carga reducida. Con preferencia se asegura que el agente de sorbición nunca esté totalmente cargado en el dispositivo tampón de sorbición.

Tal procedimiento posibilita que se pueda preparar una corriente de gas tratada, cuya carga no excede un valor límite superior predeterminable. El valor límite superior puede depender especialmente de etapas del proceso, en las que se procesa la corriente de gas tratada.

Esto puede ser, por ejemplo, una entrada de la corriente de gas tratada en una tubería de gas, que es accionada a temperaturas ambiente.

Por una corriente de gas se entiende en este caso una circulación de una mezcla o fluido que se encuentra en un estado gaseoso. Tal fluido puede tener diferente composición. Por ejemplo, la mezcla puede presentar hidrógeno (H_2), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), compuestos orgánicos volátiles, nitrógeno (N_2), oxígeno (O_2) y/o un gas noble. La composición de la corriente de gas puede estar sometida a oscilaciones temporales. Se puede considerar una corriente de gas como una corriente de volúmenes de gases individuales. En particular, a continuación se extrae un volumen de gas individual desde la corriente de gas como un volumen ejemplar para explicar modificaciones de estado.

Tal volumen de gas se puede caracterizar, por ejemplo, por variables de estado como presión, temperatura, número de partículas y composición. En este caso se utiliza un bar como unidad de presión, donde $1 \text{ bar} \approx 1,025 \text{ hPa}$. La temperatura se indica en $^{\circ}C$. Un número de partículas puede indicarse en mol (definido por la constante de Avogadro, $1 \text{ mol} = 6,022 \cdot 10^{23}$ partículas) o también relativamente con relación a una cantidad básica, por ejemplo ppm (partículas por un millón de partículas, del inglés "Parts Per Million"). La composición se puede indicar con relación a un volumen, una masa o un número de partículas.

La corriente de gas presenta, además, una variable como variable de estado una velocidad de la circulación. La velocidad de la circulación se puede indicar, por ejemplo, como una corriente de masas. Una corriente de masas se puede indicar en metros cúbicos normalizados/unidad de tiempo, por ejemplo $\text{Norma-m}^3/\text{h}$. Un metro cúbico normalizado comprende aquella cantidad de una mezcla de gas, que está contenida en un metro cúbico de la mezcla de gas en condiciones estándar. Condiciones estándar son, por ejemplo, una presión estándar de $p_n = 1,01325 \text{ bares}$ y una temperatura estándar de $T_n = 0^{\circ}C$.

Cuando a continuación se habla de la composición de la corriente de gas, con ello se entiende que la corriente de gas presenta durante una duración de tiempo la composición indicada. Expresado de otra manera, la corriente de gas lleva consigo una pluralidad de volúmenes de gas, que presentan la composición indicada.

Una composición posible de la corriente de gas es, por ejemplo, 70% H_2 , 20% CH_4 , 10% CO, con respecto al volumen. Pueden estar presentes desviaciones de la composición en el intervalo de % o también otros ingredientes, por ejemplo llamados gases trazas. La corriente de gas cargada presenta, además, una carga con una sustancia sorbible. Especialmente agua y compuestos orgánicos son sustancias sorbibles y pueden representar una carga de la corriente de gas.

La sorbición comprende especialmente procesos de adsorción, absorción y desorción. La adsorción designa la acumulación de partículas que se encuentran, por ejemplo, en una mezcla de gases de una sustancia sorbible en una superficie límite en otro medio, como por ejemplo un cuerpo sólido como un tubo. La absorción designa la absorción de partículas en otro medio, como por ejemplo una solución de CO_2 en agua líquida. La desorción designa el proceso inverso. Es, por ejemplo, una transición de la partícula desde el estado absorbido a la fase de gas.

La carga de una corriente de gas se puede indicar, por ejemplo, con relación a las partículas contenidas en un volumen de gas. Una corriente de gas presenta en función de su estado una carga máxima. Si el volumen de gas está cargado máximo con una sustancia, entonces se designa también como saturado con relación a la sustancia sorbible. La carga presente se puede indicar con relación a la carga máxima. Con presión constante y carga predeterminada se puede definir una temperatura del punto de rocío. La temperatura de punto de rocío, designada simplificada también como punto de rocío, es la temperatura, a la que el contenido relativo de la sustancia sorbible en el volumen de gas es 100%. Si se reduce la temperatura por debajo de la temperatura del punto de rocío, entonces se forma rocío, es decir, que la sustancia sorbible se condensa sobre gérmenes de condensación y/o superficies de elementos del sistema técnico, que están en contacto con el volumen de gas.

En particular, puede suceder que una superficie presente una temperatura, que está por debajo del punto de rocío del volumen de gas con respecto a una sustancia sorbible. Entonces se refrigera el volumen de gas, o al menos una parte del volumen de gas, de tal manera que se puede producir condensación de la sustancia sorbible sobre la superficie. Si la sustancia sorbible es agua y el volumen de gas contiene una porción de CO_2 , puede suceder que agua (líquida) condensada absorba CO_2 desde el volumen de gas, lo que conduce a una reducción del valor del pH del agua. Tal agua ácida puede representar una causa de corrosión de conductos metálicos.

- 5 El agua contenida en un volumen de gas se puede designar también como vapor de agua, húmedo o humedad. El contenido relativo se designa para agua, por ejemplo, como humedad relativa. Con una humedad relativa de 0%, el volumen de gas se puede designar como seco, en el caso de una humedad relativa de 100%, se puede designar como saturado y en el caso de una humedad relativa entre estos dos extremos, el volumen de gas se puede designar también como húmedo.
- 10 A continuación se puede partir de manera simplificada sin limitación de la generalidad de agua como sustancia sorbible y, por lo tanto, se puede hablar de humedad o de humedad relativa.
- 15 El dispositivo de adsorción puede comprender especialmente un dispositivo de adsorción de cambio de presión y/o un dispositivo de adsorción de cambio de temperatura. Tales dispositivos presentan, por ejemplo, varias fases de funcionamiento, especialmente una fase de adsorción y una fase de regeneración. En tales dispositivos se puede secar una corriente de gas húmeda durante la fase de adsorción, siendo reducida la carga de la corriente de gas con humedad. La corriente de gas cargada emitida desde tal dispositivo de adsorción presenta durante esta fase, por lo tanto, una carga reducida de humedad. En particular, la corriente de gas cargada emitida puede estar también seca en esta fase. Durante la fase de regeneración se puede regenerar tal dispositivo de adsorción, emitiendo el dispositivo de adsorción una corriente de gas cargada con una carga elevada de humedad. En particular, la corriente de gas cargada emitida puede estar saturada en esta fase.
- 20 Tales dispositivos de adsorción se pueden accionar, por ejemplo, periódicamente o también alternando con fases de diferente longitud temporal, que se pueden designar como intervalos. Una longitud de intervalo puede comprender, por ejemplo, algunos minutos o también algunas horas hasta días.
- 25 De manera ventajosa, la corriente de masas de la corriente de gas es contante al menos por fases, lo que simplifica un funcionamiento continuo de una instalación.
- 30 Una alimentación de la corriente de gas cargada hacia el dispositivo tampón de sorbición puede comprender una conexión directa de una salida del dispositivo de adsorción con la entrada del dispositivo tampón de sorbición, por ejemplo con una tubería adecuada. Alternativamente, pueden estar previstas etapas de proceso, como por ejemplo una compresión de la corriente de gas cargada con la ayuda de un compresor, una refrigeración de la corriente de gas cargada y/o de la corriente de gas comprimida en un dispositivo de refrigeración de gas. En estos casos, se alimenta la corriente de gas cargada comprimida y/o refrigerada a la entrada del dispositivo tampón de sorbición.
- 35 El dispositivo tampón de sorbición comprende especialmente un depósito provisto con una entrada y una salida, que es adecuado para el alojamiento de una cantidad de agente de sorbición. Además, el depósito puede estar instalado para resistir una presión elevada del gas, como por ejemplo al menos 20 bares, con preferencia al menos 30 bares.
- 40 El depósito comprende un volumen. Por ejemplo, el depósito puede presentar una forma cilíndrica, siendo establecido entonces el volumen por un diámetro y una longitud del depósito. La cantidad del agente de sorbición está limitada por esta parte del volumen a un valor máximo.
- 45 Un medio de sorbición es especialmente un medio poroso, que es adecuado para ser cargado con una sustancia sorbible. Una carga del agente de sorbición con la sustancia sorbible se realiza especialmente a través de adsorción o absorción de la sustancia sorbible. La medida de la adsorción o de la absorción depende tanto de la carga de la corriente de gas como también de la carga del agente de sorbición así como de las variables de estado presión y temperatura. En particular, puede tener lugar también una desorción. En qué dirección absorbe una partícula depende especialmente de la relación de la carga del agente de sorbición con respecto a la carga de la corriente de gas. Con la dirección de la sorbición se entiende en este caso una sorbición desde la corriente de gas sobre el agente de sorbición o a la inversa.
- 50 Una transición sólo puede tener lugar cuando la corriente de gas entra en un contacto estrecho con el agente de sorbición. Esto se consigue especialmente por medio de circulación.
- 55 Los agentes de sorbición comprenden, por ejemplo, carbono activo, coque activo, tamiz molecular de carbono, otros adsorbentes que contienen carbono, óxidos de aluminio activo, geles de sílice, zeolitas, trass, otros adsorbentes óxidos, adsorbentes polímeros, adsorbentes metalorgánicos y/o mezclas de ellos.
- 60 Una corriente de gas alimentada a la entrada del depósito entra en el interior del depósito, que está lleno con una cantidad de agente de sorbición. En virtud de la porosidad del agente de sorbición, la corriente de gas puede circular a través del agente de sorbición a lo largo de la trayectoria de sorbición. Un volumen de gas arrastrado por la corriente de gas circular, por lo tanto, en dirección a la salida del depósito a lo largo de la trayectoria de sorbición.

5 Durante la circulación, el volumen de gas entra en un contacto estrecho con agente de sorbición dispuesto en diferentes secciones de la trayectoria de sorbición, de manera que en cada sección pueden tener lugar transiciones descritas anteriormente de una carga desde una corriente de gas sobre el agente de sorbición y a la inversa. En particular, tal transición puede tener lugar varias veces y en diferentes direcciones respectivas y/o en diferentes lugares a lo largo de la trayectoria de sorbición.

10 Esto se describe a continuación de forma ejemplar con la ayuda de un volumen de gas arrastrado por la corriente de gas. El volumen de gas se caracteriza antes de la entrada en el depósito lleno con el agente de sorbición por sus variables de estado. En particular, presenta una carga. Por ejemplo, está saturado con humedad. En el ejemplo, el agente de sorbición presenta una zona con carga elevada, que se encuentra aproximadamente en una sección media de la trayectoria de sorbición. El agente de sorbición restante está seco. Si el volumen de gas saturado entra en el depósito y circula a través del agente de sorbición a lo largo de la trayectoria de sorbición, entonces incide primero sobre una sección con agente de sorbición seco. Por lo tanto, puede tener lugar especialmente una sorbición de la humedad desde el volumen de gas sobre el agente de sorbición. De esta manera, se reduce la humedad del volumen de gas y se eleva la carga del agente de sorbición en la sección, de manera que se configura una zona con carga elevada del agente de sorbición en esta sección.

20 El volumen de gas circula a lo largo de la trayectoria de sorbición a través del agente de sorbición y se seca adicionalmente hasta que alcanza la zona con carga elevada del agente de sorbición. En el ejemplo, el volumen de gas presenta ahora una humedad muy reducida, por lo que puede tener lugar especialmente una sorbición de la humedad desde el agente de sorbición hasta el volumen de gas. De esta manera se reduce la carga del agente de sorbición y se eleva la humedad del volumen de gas.

25 El volumen de gas ahora húmedo circula en adelante a lo largo de la trayectoria de sorbición. Abandona la sección con carga elevada del agente de sorbición y circula a través de otra sección, en la que se encuentra el agente de sorbición seco. Por lo tanto, puede tener lugar de nuevo una sorbición desde el volumen de gas sobre el agente de sorbición, con lo que se reduce la humedad del volumen de gas, y se eleva la carga del agente de sorbición en la sección. El volumen de gas alcanza entonces la salida del recipiente y abandona el recipiente con una humedad reducida. En este ejemplo, se ha transferido, por lo tanto, un volumen de gas, que estaba saturado con humedad delante del dispositivo tampón de sorbición, a un volumen de gas con una humedad reducida después del dispositivo tampón de sorbición. Además, en el agente de sorbición se ha configurado una zona con carga elevada, que está dispuesta en la entrada del depósito y se extiende a lo largo de la trayectoria de sorbición con una anchura determinada en dirección a la salida. Además, una zona con carga elevada del agente de sorbición se ha desplazado en una otra sección a lo largo de la trayectoria de sorbición en dirección hacia la salida. Una anchura de las zonas de carga elevada del agente de sorbición depende de la cantidad de sustancia sorbible en una zona respectiva y de una capacidad de absorción del agente de sorbición.

35 Si sigue a continuación una fase con una carga reducida de la corriente de gas, es decir, volúmenes de gas circulando con una carga reducida en el dispositivo tampón de sorbición, entonces la zona de carga elevada del agente de sorbición, que está dispuesta en la entrada del recipiente, se desplaza a lo largo de la trayectoria de sorbición a una sección de la trayectoria de sorbición, en la que el agente de sorbición presenta al comienzo de esta fase una carga reducida. Además, el volumen de gas, que presenta primero una carga reducida después de circular a través del agente de sorbición dispuesto en la sección central, presentará una carga reducida. Por lo tanto, el volumen de gas, cuando alcanza la sección adyacente, puede absorber humedad. El agente de sorbición dispuesto en la sección adyacente presenta una zona con carga elevada, que se ha configurado en la fase precedente. El volumen de gas absorbe una parte de la humedad, con lo que se eleva su humedad. A continuación sale el volumen de gas sobre el depósito. De esta manera, en esta fase ha tenido lugar un desplazamiento de las zonas de carga elevada dentro del agente de sorbición. La corriente de gas primero cargada con una carga reducida ha sido transferida a una corriente de gas tratada con una carga elevada.

50 En particular, la cantidad del agente de sorbición y la longitud de la trayectoria de sorbición en el dispositivo tampón de sorbición se seleccionan de tal manera que en ambas fases la carga de la corriente de gas tratada no excede el valor límite predeterminado. En la fase de carga elevada de la corriente de gas cargada, la carga relativamente reducida de la corriente de gas tratada es menor que el valor límite. En la fase de carga reducida de la corriente de gas cargada, la carga relativamente elevada de la corriente de gas tratada es menor que el valor límite. Sin embargo, la carga de la corriente de gas tratada no tiene que ser forzosamente constante en el tiempo, sino que se puede distinguir de fase a fase. En la media temporal, donde un periodo de tiempo medio comprende al menos algunas fases elevadas y algunas fases reducidas, la carga de la corriente de gas cargada y la carga de la corriente de gas tratada son de la misma magnitud.

60 Se puede definir un frente de la carga que indica la carga del agente de sorbición en el depósito a lo largo de la trayectoria de sorbición. El frente de carga se puede representar, por ejemplo, en un diagrama, donde un eje indica

una posición de lo largo de la trayectoria de sorbición y otro eje indica la carga del agente de sorbición en la posición correspondiente. Tal diagrama permite una representación comprensible del modo de funcionamiento del dispositivo tampón de sorbición, especialmente cuando el frente de la carga se representa en varios instantes diferentes.

5 Como se describe en el ejemplo, en una primera fase, en función de la carga de la corriente de gas cargada, se configura una zona con carga elevada en el agente de sorbición, que se extiende desde la entrada del depósito a lo largo de la trayectoria de sorbición con una cierta anchura hacia la salida del depósito. La anchura de esta zona puede depender en este caso de la cantidad total introducida de la sustancia sorbible durante la fase de carga elevada. La cantidad se puede calcular, por ejemplo, a partir de la duración de la fase, la corriente de masas así como la carga de la corriente de gas. En una fase que sigue a esta fase con carga reducida de la corriente de gas cargada se desplaza la zona con carga elevada en el agente de sorbición a lo largo de la trayectoria de sorbición en dirección a la salida. Esto se realiza a través de la transmisión múltiple de la sustancia sorbible, como se ha descrito en el ejemplo más arriba. También se puede decir que el frente de carga migra a lo largo de la trayectoria de sorbición. El trayecto, que recorre el frente de carga durante una fase de carga reducida, puede depender de la duración de la fase de carga reducida de la corriente de gas cargada, de la corriente de masas así como de la carga. En una secuencia periódica de estas dos fases y cuando la corriente de masas y la carga en diferentes fases de carga elevada son iguales o al menos similares entre sí, y la corriente de masas y la carga en diferentes fases de carga reducida de la corriente de gas cargada son iguales o al menos similares entre sí, se puede configurar un frente de carga, en el que una distancia entre dos zonas con carga elevada del agente de sorbición es, respectivamente, constante. El frente de carga se puede describir, por lo tanto, a través de una función con máximos y/o mínimos relativos distanciados periódicamente.

Una toma de la corriente de gas tratada en la salida del dispositivo de tampón de sorbición puede comprender una entrada de la corriente de gas en una tubería conectada en la salida, especialmente una tubería de gas. Por una tubería de gas se entiende una disposición, que está instalada para transportar la corriente de gas sobre un trayecto predeterminado, por ejemplo 10 km o también 20 km. La tubería de gas puede estar formada, por ejemplo, de tubos. En particular, la tubería de gas puede funcionar a temperatura ambiente.

Según una forma de realización del procedimiento, éste comprende las etapas: expandir la corriente de gas tratada con la ayuda de un reductor de presión dispuesto en la dirección de salida hacia el dispositivo tampón de sorbición, donde se genera una corriente de gas expandida; y alimentación de la corriente de gas expandida a una tubería de gas conectada a continuación del dispositivo tampón de sorbición.

Tal reducción de la presión es especialmente ventajosa, puesto que con ello se puede conseguir una reducción del punto de rocío. Un reductor de la presión se puede designar también como válvula reductora de la presión, válvula reductora o válvula de presión. El reductor de la presión está instalado especialmente para establecer una presión diferencial predeterminable entre el lado de ataque y el lado de salida de la corriente. Alternativamente, el reductor de presión puede estar instalado para no exceder una presión máxima predeterminable en el lado de salida de la corriente o para no quedarse por debajo de una presión mínima predeterminable en el lado de salida de la corriente.

Según otra forma de realización del procedimiento, una diferencia de la presión entre el dispositivo tampón de sorbición y la tubería de gas es 5 bares – 10 bares.

Por ejemplo, una presión del gas en la salida del depósito del dispositivo tampón de sorbición puede ser 23 bares y una presión del gas en una tubería conectada a continuación puede ser 7 bares. Entonces se expande la corriente de gas en la diferencia de la presión de 6 bares.

Según otra forma de realización del procedimiento, éste comprende la etapa: refrigeración de la corriente de gas cargada con la ayuda de un dispositivo de refrigeración de gas conectado delante del dispositivo tampón de sorbición, siendo generada una corriente de gas refrigerada.

A través de la refrigeración de la corriente de gas se puede elevar un contenido relativo de una sustancia sorbida. Cuando la corriente de gas estaba ya saturada o casi saturada antes de la refrigeración, entonces esto puede conducir especialmente a una condensación y, por lo tanto, a una separación de la sustancia sorbida en el dispositivo de refrigeración de gas. Esto puede ser ventajoso y deseado para reducir la carga absoluta de la corriente de gas. Especialmente cuando la corriente de gas tratada es alimentada a una tubería de gas accionada a temperaturas ambiente y las temperaturas ambiente son bajas, como por ejemplo en el invierno, esta etapa puede contribuir a que la carga de la corriente de gas tratada no exceda un valor límite predeterminado. El dispositivo de refrigeración de gas se puede designar también como un refrigerador o un separador.

Según otra forma de realización del procedimiento, una temperatura del gas de la corriente de gas refrigerada es de 20°C a 50°C.

Según otra forma de realización del procedimiento, este comprende la etapa: comprimir la corriente de gas cargada con la ayuda de un compresor, siendo generada una corriente de gas impulsada con una presión.

5 Esto posibilita establecer una presión de proceso ventajosa. En particular, con ello se puede garantizar que, por ejemplo, por medio de un reductor de presión dispuesto curso abajo hacia el dispositivo tampón de sorbición se pueda realizar una diferencia de la presión. Además, se puede asegurar que se mantenga una corriente de masas, puesto que la circulación de gas necesita energía en virtud de pérdidas por fricción. Esto se manifiesta especialmente por una caída de la presión a lo largo de una circulación. Por lo tanto, especialmente se puede asegurar la circulación a través del dispositivo tampón de sorbición así como la circulación a través de una tubería de gas opcional.

Además, se puede conseguir que la presión en el dispositivo tampón de sorbición sea constante en el tiempo y no dependa de otros procesos.

15 Según otra forma de realización del procedimiento, una presión del gas de la corriente de gas impulsada con la presión es de 20 bares a 30 bares.

20 Según otra forma de realización del procedimiento, el dispositivo de adsorción presenta un dispositivo de adsorción de cambio de presión y/o un dispositivo de absorción de cambio de temperatura.

Tales dispositivos de adsorción se pueden accionar especialmente de forma periódica. Entonces los intervalos de las fases de carga elevada y de las fases de carga reducida son siempre de la misma longitud. Además, una carga de la corriente de gas cargada en las fases respectivas puede ser igual o al menos similar. En este caso se configura un frente de carga periódico como se ha descrito anteriormente, cuyo periodo corresponde con las longitudes de los intervalos.

25 Según otra forma de realización del procedimiento, la corriente de gas comprende nitrógeno gaseoso, monóxido de carbono gaseoso, dióxido de carbono gaseoso, compuestos orgánicos gaseosos, agua gaseosa, nitrógeno gaseoso, oxígeno gaseoso y/o un gas noble gaseoso así como combinaciones de ellos.

30 Los compuestos orgánicos gaseosos presentan especialmente una fórmula de suma como C_nH_{2n+2} . Tales sustancias sorbibles se designan también como compuestos orgánicos volátiles o VOCs (del inglés: Volatile Organic Compounds).

35 Según otra forma de realización del procedimiento, la corriente de gas cargada presenta una cantidad de agua de 0 - 4000 mol-ppm y la corriente de gas tratada presenta una cantidad de agua de 500 - 2000 mol-ppm, con preferencia 750 - 1500 mol-ppm.

40 De esta manera, se consigue ventajosamente una homogeneización de la carga de la corriente de gas. Por ejemplo, la humedad de la corriente de gas cargada en una fase de carga elevada es 4000 ppm y la humedad de la corriente de gas tratada en esta fase es 1500 ppm. En la fase de carga reducida, la humedad de la corriente de gas cargada es por ejemplo 0 ppm y la humedad de la corriente de gas tratada es 750 ppm.

45 Según otra forma de realización del procedimiento, la fase de carga elevada dura de 2 a 10 h y la fase de carga reducida dura al menos el doble, con preferencia al menos tres veces la fase de carga elevada.

Esto posibilita con preferencia emplear el procedimiento también para procesos con intervalos largos.

50 Según otra forma de realización del procedimiento, una corriente de masas de la corriente de gas está entre 500 Norm- m^3/h y 20000 Norm- m^3/h , con preferencia entre 8000 Norm- m^3/h y 17000 Norm- m^3/h .

Esto posibilita con ventaja emplear el procedimiento para sistemas técnicos de diferente tamaño. Además, se puede emplear el procedimiento también con corrientes de gas oscilantes.

55 Otras ventajas del procedimiento o de formas de realización del procedimiento se mencionan a continuación.

60 El dispositivo tampón de sorbición no necesita ninguna fuente de energía propia. Su utilización conduce solamente a una caída de la presión de la corriente de gas.

Además, puede ser posible utilizar la corriente de gas tratada, que presenta una carga uniforme, en procesos en los que la carga de la corriente de gas cargada es demasiado alta al menos en fases. Esto puede contribuir a una

utilización más eficiente del sistema técnico y a un ahorro de materias primer y de energía.

Además, se puede conseguir una homogeneización de la carga de la corriente de gas, sin que la sustancia sorbible aparezca como producto de desecho, con lo que se pueden ahorrar, por ejemplo, costes de evacuación.

5 Adicionalmente, el dispositivo tampón de sorbición está instalado para una utilización continua duradera.

Además, tal dispositivo tampón de sorbición puede presentar una estructura muy sencilla, por lo que se puede fabricar favorable y sólo puede necesitar un gasto de mantenimiento reducido.

10 Además, es posible aplicar este procedimiento también en procesos técnicos con intervalos muy largos, puesto que siempre están preparadas una cantidad suficiente de agente de sorbición y una trayectoria de sorbición suficientemente larga.

15 Según otro aspecto, se propone un sistema técnico para realizar el procedimiento según el primer aspecto o una de las formas de realización del primer aspecto. El sistema técnico presenta un dispositivo tampón de sorbición para tratar una corriente de gas cargada con una sustancia sorbible. Una longitud de una trayectoria de sorbición y una cantidad de un agente de sorbición en el dispositivo tampón de sorbición están instaladas de tal manera que el dispositivo tampón de sorbición en el funcionamiento del sistema técnico es adecuado para alojar al menos tres, con preferencia al menos cuatro, más preferido al menos cinco zonas diferentes de carga elevada del agente de sorbición a lo largo de la trayectoria de sorbición.

20 Según una forma de realización del sistema técnico, éste está instalado para tratar la corriente de gas cargada de tal manera que la corriente de gas cargada presenta una carga reducida frente a la carga elevada de la corriente de gas cargada y de tal manera que la corriente de gas tratada presenta una carga elevada frente a la carga reducida de la corriente de gas cargada.

25 De acuerdo con un tercer aspecto se propone un procedimiento de fabricación para un dispositivo tampón de sorbición para el tratamiento de una corriente de gas. El dispositivo tampón de sorbición es especialmente adecuado para el montaje en el sistema técnico según el segundo aspecto y para el funcionamiento en un sistema técnico según el procedimiento del primer aspecto o de una de las formas de realización del procedimiento. El dispositivo tampón de sorbición propuesto presenta un depósito lleno con un agente de sorbición, que presenta una entrada y una salida, de tal manera que una corriente de gas alimentada a la entrada a lo largo de una trayectoria de sorbición circula a través del agente de sorbición. La trayectoria de sorbición conduce en el depósito desde la entrada hacia la salida. Una longitud de la trayectoria de sorbición y una cantidad del agente de sorbición en el dispositivo tampón de sorbición se seleccionan de tal manera que el dispositivo tampón de sorbición es adecuado en el funcionamiento del sistema técnico para la recepción de al menos tres, con preferencia al menos cuatro, más preferido al menos cinco zonas diferentes de carga elevada del agente de sorbición a lo largo de la trayectoria de sorbición.

30 Otras implementaciones posibles del procedimiento comprenden también combinaciones no mencionadas explícitamente de características o formas de realización descritas anteriormente o a continuación con relación a los ejemplos de realización. En este caso, el técnico añadirá también aspectos individuales como mejoras o complementos a la forma básica respectiva del procedimiento.

35 Las formas de realización mencionadas sobre el procedimiento se aplican para el sistema técnico así como para el procedimiento de fabricación del mismo de manera correspondiente.

40 Otras configuraciones y aspectos ventajosos del procedimiento son objeto de las reivindicaciones dependientes así como de los ejemplos de realización del procedimiento descritos a continuación. Por lo demás, el procedimiento se explica en detalle con la ayuda de ejemplos de realización preferidos con referencia a las figuras adjuntas.

45 La figura 1 muestra un esquema de flujo-R&I (esquema de flujo de tuberías y de instrumentos) de un primer ejemplo de realización de un sistema técnico, que es adecuado para realizar el procedimiento.

50 La figura 2 muestra un ejemplo de un ciclo de tiempo de una carga de una corriente de gas cargada y de una corriente de gas tratada.

55 La figura 3 muestra varios diagramas de un ejemplo de una carga de un agente de sorbición en el dispositivo tampón de sorbición con una sustancia sorbible en diferentes instantes.

60 La figura 4 muestra un esquema de flujo-R&I de un segundo ejemplo de realización de un sistema técnico, que es adecuado para realizar el procedimiento.

La figura 5 muestra un diagrama de un ejemplo de una carga de un agente de sorbición en el dispositivo tampón de sorbición con una sustancia sorbible en un instante.

5 La figura 6 muestra un esquema de flujo-R&I de un tercer ejemplo de realización de un sistema técnico, que es adecuado para realizar el procedimiento; y

La figura 7 es un diagrama de flujo de un ejemplo de realización de un procedimiento para el funcionamiento de un sistema técnico.

10 La figura 1 muestra un esquema de flujo-R&I de un primer ejemplo de realización de un sistema técnico 100, que es adecuado para realizar el procedimiento. El sistema técnico 100 comprende en el ejemplo de realización de la figura 1 un dispositivo de adsorción 10 y un dispositivo tampón de sorbición 40. El dispositivo de adsorción 10 del ejemplo de realización descarga en una fase P1 (ver la figura 2) durante aproximadamente 18h una corriente de gas cargada G_1 , cuya carga es reducida. En una fase P2 siguiente descarga durante 6h una corriente de gas G_1 cargada, que está cargada con 1200 – 4000 ppm de agua. La corriente de gas G_1 cargada comprende 70% H_2 , 10% CO y 20% CH_4 , con respecto al volumen, y circula con una corriente de masas de 8000 - 17000 Norm- m^3/h .

15 La corriente de gas cargada G_1 es alimentada al dispositivo tampón de sorbición 40. Éste presenta un depósito 41 cargado con un agente de sorbición 44, que presenta una entrada 42 y una salida 43. El depósito 41 está lleno con el agente de sorbición 44, que es recorrido por una corriente de gas sobre la trayectoria de sorbición 45. El depósito 41 del ejemplo de realización tiene una forma cilíndrica con un diámetro interior de 2,2 m y un altura de 7,5 m y está lleno con aproximadamente 22 t de gel de sílice como el agente de sorbición 44. La corriente de gas G_1 cargada entra a través de la entrada 42 en el interior del depósito 41 lleno con el agente de sorbición 44 y circula a través de éste a lo largo de la trayectoria de sorbición 45 que conduce desde la entrada 41 hacia la salida 43. En este caso, la carga de la corriente de gas G_1 se homogeneiza, de tal manera que la corriente de gas G_4 tratada presenta una carga de 750 ppm – 1500 ppm y se alcanza una bajada del punto de rocío en torno a 10°C – 15°C.

20 La figura 2 muestra un ejemplo de un ciclo de tiempo de una carga ϕ de una corriente de gas G_1 cargada y de una corriente de gas G_4 tratada, que puede aparecer, por ejemplo, en un sistema técnico 100 según el ejemplo de realización de la figura 1. Se representa un diagrama con un eje de tiempo t y un eje de carga ϕ . En un instante t_1 se inicia una primera fase P1, en la que la corriente de gas G_1 cargada presenta una carga reducida ϕ_1 . La fase P1 termina en un instante t_2 , en el que la carga ϕ de la corriente de gas G_1 cargada se eleva a una carga elevada ϕ_2 , que se mantiene durante la fase P2 hasta el instante t_3 . El diagrama sólo muestra un fragmento pequeño que comprende una fase P1 con carga reducida ϕ_1 y una fase P2 de carga elevada ϕ_2 . Como se indica, a este intervalo de tiempo preceden otras fases y siguen otras fases. En este caso, la duración de fases individuales así como la carga ϕ de una corriente de gas pueden ser diferentes del ejemplo mostrado. Además, entre dos fases puede aparecer también una modificación gradual de la carga ϕ de una corriente de gas.

30 En el diagrama de la figura 2 se representa adicionalmente un ejemplo de un desarrollo de una carga ϕ de la corriente de gas G_4 tratada (línea de trazos). En la fase P1, cuando la corriente de gas cargada G_1 presenta una carga reducida ϕ_1 , la corriente de gas tratada G_4 presenta una carga ϕ'_1 elevada frente a la carga reducida ϕ_1 . En la fase P2, cuando la corriente de gas cargada G_1 presenta una carga elevada ϕ_2 , la corriente de gas tratada G_4 presenta una carga reducida ϕ'_2 frente a la carga elevada ϕ_2 . En general, de esta manera, se consigue una homogeneización de la carga ϕ de la corriente de gas, que se expresa en una diferencia reducida de la carga elevada ϕ_2 , ϕ'_2 y la carga reducida ϕ_1 , ϕ'_1 .

35 En particular, es posible que la corriente de gas tratada G_4 presente una carga ϕ' , que avanza lenta en una fase P1 de carga reducida ϕ_1 de la corriente de gas cargada G_1 , por ejemplo atenuándose exponencialmente, hacia una carga reducida ϕ'_1 . De la misma manera, puede ser especialmente que la carga ϕ' de la corriente de gas tratada G_4 avance lenta en una fase P2 con carga elevada ϕ_2 de la corriente de gas cargada G_1 desde el valor de carga reducida ϕ'_1 , por ejemplo exponencialmente hacia una carga elevada ϕ'_2 de la corriente de gas tratada G_4 .

40 La figura 3 muestra varios diagramas de un ejemplo de una carga ψ_1 de un agente de sorbición 44 con la sustancia sorbible en el dispositivo tampón de sorbición 40 a lo largo de la longitud $l = x_2 - x_1$ de la trayectoria de sorbición 45 en diferentes instantes t_1 - t_5 . Los diagramas están alineados entre sí y los puntos superpuestos sobre el eje-x se corresponden, lo que se ilustra con las líneas de trazos continuas. La rotulación del eje-x se encuentra por razones de claridad sólo debajo del diagrama t_5 . Cuando a continuación se habla de la corriente de gas G , con ello se entiende la corriente de gas en el dispositivo tampón de sorbición.

45 El primer instante es t_1 y puede coincidir con el instante t_1 de la figura 2. En este instante t_1 esté terminando

precisamente una fase P2 con una carga elevada φ_2 de la corriente de gas G_1 . Durante esta fase P2e ha configurado en la sección A_1 de la trayectoria de sorbición 45 una zona B_1 con carga elevada ψ del agente de sorbición 44. La zona B_1 presenta una anchura, que depende especialmente de la duración de la fase P2, de la corriente de masas y de la carga φ_2 de la corriente de gas cargada G_1 (ver la figura 2). En el instante t_1 se conecta una fase P1 con una carga reducida φ_1 de la corriente de gas cargada G_1 , que dura hasta un instante t_2 , como se representa, por ejemplo, en la figura 2.

El segundo instante t_2 puede coincidir, por ejemplo, con el instante t_2 de la figura 2. Como se representa en el diagrama t_2 , la zona B_1 de carga elevada ψ del agente de sorbición 44 se ha desplazado desde la sección A_1 hasta la sección A_2 de la trayectoria de sorbición 45 en dirección a la salida x_2 . Esto se puede explicar de la siguiente manera: en la fase P1 la corriente de gas cargada G_1 presenta una carga reducida φ_1 , por lo que es posible una transición de la sustancia sorbible desde el agente de sorbición 45, presente con carga elevada ψ , hasta la sección A_1 sobre la corriente de gas G , con lo que se reduce la carga ψ del agente de sorbición 45 en la sección A_1 . La corriente de gas puede presentar, por lo tanto, después de circular a través de la sección A_1 una carga elevada φ frente a la carga reducida φ_1 . Cuando la corriente de gas G ha recorrido la zona A_1 , circula a lo largo de la trayectoria de sorbición 45 a través de la zona A_2 , en la que el agente de sorbición 44 presenta primero una carga reducida ψ (que corresponde a la representación del diagrama t_1). Por lo tanto, se puede realizar una transición de la sustancia sorbible desde la corriente de gas G sobre el agente de sorbición 44 en la zona A_2 . De esta manera, se desplaza la zona B_1 de carga elevada ψ del agente de sorbición 44 a lo largo de la trayectoria de sorbición 45 a la sección A_2 . Se puede decir también se desplaza el frente de carga en el agente de sorbición 45.

El tercer instante t_3 corresponde a un instante después del instante t_2 , cuando otra fase P2 termina precisamente. Por lo tanto, en la sección A_1 se ha configurado otra zona B_2 con una carga elevada ψ del agente de sorbición 44 y la zona B_1 de carga elevada ψ se ha desplazado desde la sección A_2 hasta la sección A_3 a lo largo de la trayectoria de sorbición 45.

El cuarto instante t_4 corresponde a un instante después del instante t_3 , cuando otra fase P1 termina precisamente. Por lo tanto, se desplazan las dos zonas B_1, B_2 con carga elevada ψ del agente de sorbición 44 a lo largo de la trayectoria de sorbición 45 a la sección A_2 o bien A_4 siguiente respectiva.

El quinto instante t_5 representado corresponde a un instante después del instante t_4 , cuando está terminando precisamente otra fase P2, por lo que se ha configurado una tercera zona B_3 de carga elevada ψ del agente de sorbición 44 en la zona A_1 . Las otras dos zonas B_1, B_2 con carga elevada ψ del agente de sorbición 44 se han desplazado de nuevo a lo largo de la trayectoria de sorbición 45 a la sección A_3 o bien A_5 siguiente respectiva.

En la serie de tiempo representada con registros de momentos del frente de carga en el agente de sorbición 44, el dispositivo tampón de sorbición 40 es adecuado para el alojamiento de tres zonas B_1, B_2, B_3 diferentes con una carga elevada ψ del agente de sorbición 44. Entre estas zonas B_1, B_2, B_3 se encuentran, respectivamente, zonas con una carga reducida ψ del agente de sorbición 44.

En la figura 3 se representa otro efecto. La carga relativa ψ del agente de sorbición 44 se reduce en una zona B_1, B_2, B_3 , cuando la zona ha sido recorrida por el agente de sorbición 44 a lo largo de la trayectoria de sorbición 45. En la figura 3 se reproduce esto a la altura de la carga ψ de una zona B_1, B_2, B_3 en diferentes instantes t_1-t_5 . Al mismo tiempo, se ensancha una zona B_1, B_2, B_3 respectiva, puesto que se mantiene la cantidad total de la sustancia sorbible.

La figura 4 muestra un esquema de flujo-R&I de un segundo ejemplo de realización de un sistema técnico 200, que es adecuado para la realización del procedimiento. El sistema técnico 10, un compresor 20, un dispositivo de refrigeración de gas 30, un dispositivo tampón de sorbición 40, un reductor de presión 50 así como una tubería 60.

La corriente de gas cargada G_1 que procede del dispositivo de adsorción 10 se alimenta al compresor 20 y se comprime. Por ejemplo, la presión de la corriente de gas G_2 comprimido es 25 bares. Tal corriente de gas G_2 impulsada con presión es alimentada al dispositivo de refrigeración de gas 30 y allí es refrigerada a una temperatura del gas de $20^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}$. En este caso, puede suceder especialmente durante la fase P2 con una carga elevada φ_2 de la corriente de gas G_1 cargada que una cantidad de la sustancia sorbible se condense en el dispositivo de refrigeración de gas 30 y, por lo tanto, se separe. La corriente de gas G_3 refrigerada puede presentar, por lo tanto, ya una carga reducida φ'_2 frente a la carga φ_2 de la corriente de gas cargada G_1 . La corriente de gas G_3 refrigerada se alimenta a continuación al dispositivo tampón de sorbición 40. El dispositivo tampón de sorbición 40 del ejemplo de realización está diseñado de tal forma que es adecuado para el alojamiento de cinco zonas $B_1 - B_5$ con carga elevada ψ del agente de sorbición 44 (ver la figura 5). Por lo demás, el dispositivo tampón de sorbición 40 funciona como se ha explicado anteriormente con la ayuda de la figura 3.

5 La corriente de gas tratada G_4 es alimentada después del dispositivo tampón de sorbición 40 a un reductor de presión 50, que reduce la presión del gas a 15 bares. Tal corriente de gas G_5 expandida presenta especialmente un punto de rocío, que está por debajo de una temperatura de la tubería de gas 60, por medio de la cual se transporta la corriente de gas G_5 expandida, por ejemplo, hacia otro sistema técnico (no mostrado). De esta manera, se impide eficazmente una condensación de la sustancia sorbible en la tubería de gas 60 y se evitan los efectos negativos, como por ejemplo una corrosión de la tubería de gas 60.

10 La figura 5 muestra un diagrama de un ejemplo de un frente de carga de un agente de sorbición 44 en un dispositivo tampón de sorbición 40, como se puede utilizar, por ejemplo, en uno de los sistemas técnicos 100, 200. En este caso, se representa el frente de carga en un instante. En el ejemplo de la figura 5, el dispositivo tampón de sorbición 40 está instalado para alojar cinco zonas $B_1 - B_5$ con una carga elevada ψ de agente de sorbición 44. Las cinco zonas $B_1 - B_5$ se encuentran en diferentes secciones $A_1 - A_5$ de la trayectoria de sorbición 45 (ver la figura 4) y presentan, respectivamente, un máximo relativo de la carga ψ del agente de sorbición 44. El instante representado en la figura 5 corresponde a un instante después de la espiración de al menos cinco ciclos, donde un ciclo comprende una secuencia de una fase P1 con una fase P2 siguiente, por ejemplo según la figura 2.

20 La figura 6 muestra un esquema de flujo-R&I de un tercer ejemplo de realización de un sistema técnico 300, que es adecuado para la realización del procedimiento. El sistema técnico 300 está diseñado especialmente para la descomposición de una corriente de gas de síntesis G_S bajo la preparación de un primer producto G_{P1} , que comprende predominantemente CO, y de un segundo producto G_{P2} , que comprende predominantemente H_2 . El dispositivo de adsorción 10 está formado en el ejemplo de realización por un dispositivo de adsorción 11 de cambio de temperatura, una cámara de frío 12 y un dispositivo de adsorción 13 de cambio de presión. Además, el sistema técnico 300 presenta un compresor 20, un dispositivo de refrigeración de gas 30, un dispositivo tampón de sorbición 40 así como una tubería de gas 60.

30 La corriente de gas de síntesis G_S circula primero en el dispositivo de adsorción 11 de cambio de temperatura y se transfiere allí a una corriente de gas G_{01} , que comprende principalmente CO y H_2 . Los otros ingredientes de la corriente de gas de síntesis G_S son retenidos en el dispositivo de adsorción 11 de cambio de temperatura. La corriente de gas G_{01} es alimentada a la cámara de frío 12, en la que se separa H_2 de CO. En la cámara de frío 12 aparece CO como producto P_{G1} y se puede utilizar en otros procesos (no mostrados). La corriente de gas G_{02} comprende principalmente H_2 . Como se representa en el esquema, esta corriente de gas G_{02} se utiliza por fases para la regeneración del dispositivo de adsorción 11 de cambio de temperatura. En particular, durante esta regeneración aparece una carga elevada φ de la corriente de gas G_1 . En el ejemplo del ciclo temporal de la figura 2, esto corresponde a la fase P2. La corriente de gas G_{02} es alimentada al dispositivo de adsorción 13 de cambio de presión. Allí se separa especialmente H_2 de la corriente de gas G_{02} y se prepara como producto G_{P2} .

40 La corriente de gas residual forma la corriente de gas cargada G_1 , que circula a través de los otros componentes compresor 20, dispositivo de refrigeración del gas 30, dispositivo tampón de sorbición 40 y finalmente se introduce en la tubería de gas 60. En este caso, la corriente de gas es transferida en cada uno de estos dispositivos a una corriente de gas con variables de estado modificadas, por ejemplo como se describe en el ejemplo de realización del sistema técnico 200 según la figura 4. La corriente de gas $G_1 - G_4$ es adecuada, por ejemplo, para la combustión en una central eléctrica (no mostrada).

45 La figura 7 muestra un diagrama de bloques de un primer ejemplo de realización de un procedimiento para el funcionamiento de un sistema técnico, por ejemplo del sistema técnico 100 del ejemplo de realización de la figura 1. El procedimiento representado comprende las etapas:

50 alimentar 710 una corriente de gas cargada G_1 a un dispositivo tampón de sorbición 40. La corriente de gas G_1 es preparada en este caso por un dispositivo de adsorción 10. La alimentación 710 puede significar que la corriente de gas cargada G_1 es conducida desde la instalación de adsorción 10 a una entrada 42 del dispositivo tampón de sorbición 40 por medio de una tubería;

55 conducir 720 la corriente de gas cargada G_1 en el dispositivo tampón de sorbición 40 a través de un agente de sorbición 44 a través de una trayectoria de sorbición 45. En este caso, especialmente por medio de sorbición se puede producir una modificación de la carga φ de la corriente de gas G_1 y de la carga ψ del agente de sorbición 44 en las secciones individuales e lo largo de la trayectoria de sorbición 45. En particular, se forma también un frente de carga con varias zonas $B_1 - B_5$ con carga elevada ψ del agente de sorbición 44, que se desplaza en función de la carga φ de la corriente de gas cargada G_1 así como de la corriente de masas de la corriente de gas cargada G_1 a lo largo de la trayectoria de sorbición 45. Las zonas individuales $B_1 - B_5$ se caracterizan en este caso por máximos locales en la carga ψ del agente de sorbición 44 y están separados por mínimos locales en la carga ψ entre sí. En el curso del desplazamiento de las zonas $B_1 - B_5$ individuales se homogeneiza la carga ψ del agente de sorbición 45, de tal manera que una amplitud, se puede determinar, por ejemplo, por una diferencia en la carga ψ del agente de sorbición 44 en un máximo local con respecto a un mínimo local vecino, se reduce a lo largo de la trayectoria de

sorbición 45;

extraer 730 la corriente de gas tratada G_4 en una salida 43 del dispositivo tampón de sorbición 40. Una extracción 730 consiste especialmente en una introducción en una tubería conectada en la salida 43, para conducir la corriente de gas G_4 tratada a otros procesos.

5 La figura 8 muestra un diagrama de bloques de un segundo ejemplo de realización de un procedimiento para el funcionamiento de un sistema técnico, por ejemplo de uno de los sistemas técnicos 100, 200, 300 de los ejemplos de realización de las figuras 1, 4 o 6. El procedimiento de este ejemplo de realización comprende las mismas etapas del procedimiento 710, 720, 730 que el ejemplo de realización anterior (ver la figura 7), en donde a las etapas individuales del procedimiento están asociadas diferentes etapas parciales del procedimiento.

15 De acuerdo con ello, la alimentación 710 comprende una conducción 711 de una corriente de gas de síntesis G_S a través de un dispositivo de adsorción 10 para la preparación de una corriente de gas cargada G_1 . Se conecta una compresión 712 de la corriente de gas cargada G_1 para la preparación de una corriente de gas G_2 impulsada con una presión. Además, se refrigera 713 la corriente de gas comprimida G_2 para la preparación de una corriente de gas G_3 refrigerada. La corriente de gas G_3 refrigerada es alimentada entonces a la entrada 42 del dispositivo tampón de sorbición 40.

20 La etapa de procedimiento de la conducción 720 de la corriente de gas comprende al menos las etapas parciales de una selección 721 de una longitud de la trayectoria de sorbición 45 y de una cantidad de un agente de sorbición 44 en el dispositivo tampón de sorbición 40, de tal manera que éste es adecuado para el alojamiento de al menos tres, con preferencia cuatro, más preferido cinco zonas $B_1 - B_5$ diferentes con carga elevada ψ del agente de sorbición 44 a lo largo de la trayectoria de sorbición 45, así como la circulación 722 del agente de sorbición 44 a lo largo de la trayectoria de sorbición 45 por medio de la corriente de gas cargada G_1 para la preparación de una corriente de gas tratada G_4 en una salida 43 del dispositivo tampón de sorbición 40.

30 La etapa del procedimiento de la extracción 730 comprende especialmente una extracción 731 de la corriente de gas tratada G_4 para la preparación de una corriente de gas expandida G_5 y una alimentación 732 de la corriente de gas expandida G_5 a una tubería de gas 60 para el transporte de la corriente de gas expandida G_5 a otro dispositivo o sistema técnico.

Signos de referencia utilizados

35	100	Sistema técnico
	200	Sistema técnico
	300	Sistema técnico
	10	Dispositivo de adsorción
	11	Dispositivo de adsorción de cambio de temperatura
	12	Cámara de frío
40	13	Dispositivo de adsorción de cambio de presión
	20	Compresor
	30	Dispositivo de refrigeración de gas
	40	Dispositivo tampón de sorbición
	41	Depósito
45	42	Entrada
	43	Salida
	44	Agente de sorbición
	45	Trayectoria de sorbición
	50	Reductor de presión
50	60	Tubería de gas
	710	Etapa del procedimiento (alimentación)
	711	Etapa del procedimiento (conducción a través del dispositivo de adsorción)
	712	Etapa del procedimiento (compresión)
	713	Etapa del procedimiento (refrigeración)
55	720	Etapa del procedimiento (conducción)
	721	Etapa del procedimiento (selección)
	722	Etapa del procedimiento (circulación)
	730	Etapa del procedimiento (extracción)
	731	Etapa del procedimiento (expansión)
60	732	Etapa del procedimiento (alimentación a una tubería de gas)
	A ₁	Sección
	A ₂	Sección

ES 2 736 525 T3

	A ₃	Sección
	A ₄	Sección
	A ₅	Sección
5	B ₁	Zona con carga elevada del agente de sorbición
	B ₂	Zona con carga elevada del agente de sorbición
	B ₃	Zona con carga elevada del agente de sorbición
	B ₄	Zona con carga elevada del agente de sorbición
	B ₅	Zona con carga elevada del agente de sorbición
	G	Corriente de gas en el dispositivo tampón de sorbición
10	G ₀₁	Corriente de gas para la alimentación a la caja de frío
	G ₀₂	Corriente de gas para la alimentación al dispositivo de adsorción de cambio de presión
	G ₁	Corriente de gas cargada
	G ₂	Corriente de gas comprimida
	G ₃	Corriente de gas refrigerada
15	G ₄	Corriente de gas tratada
	G ₅	Corriente de gas expandida
	G _{P1}	Producto 1
	G _{P2}	Producto 2
	G _S	Corriente de gas de síntesis
20	L	Longitud de la trayectoria de sorbición
	P1	Fase
	P2	Fase
	t	Tiempo
25	t ₁	Instante
	t ₂	Instante
	t ₃	Instante
	t ₄	Instante
	t ₅	Instante
	x	Posición
30	x ₁	Posición (entrada)
	x ₂	Posición (salida)
	φ	Carga de la corriente de gas
	φ ₁	Carga reducida de la corriente de gas cargada
	φ ₂	Carga elevada de la corriente de gas cargada
35	φ' ₁	Carga reducida de la corriente de gas tratada
	φ' ₂	Carga elevada de la corriente de gas tratada
	ψ	Carga del agente de sorbición
	ψ ₁	Carga máxima del agente de sorbición
40	ψ ₂	Carga mínima del agente de sorbición.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para el funcionamiento de un sistema técnico (100) con un dispositivo de adsorción (10), que descarga una corriente de gas (G_1) cargada con una sustancia sorbible con una corriente de masas predeterminada, en donde la corriente de gas cargada (G_1) comprende fases (P1) sucesivas alternas en el tiempo de carga reducida (φ_1) y fases (P2) de carga elevada (φ_2), con las etapas:
- 10 alimentación (710) de la corriente de gas cargada (G_1) a una entrada (42) de un dispositivo tampón de sorbición (40);
- conducción (720) de la corriente de gas cargada (G_1) en el dispositivo tampón de sorbición (40) a través de un agente de sorbición (44) adecuado para la absorción de una carga (ψ) de la sustancia sorbible a lo largo de una trayectoria de sorbición (45), que conduce desde la entrada (42) hacia una salida (43) del dispositivo tampón de sorbición (40), en donde la sustancia sorbible pasa en función de la carga de la corriente de gas (φ) y la carga del agente de sorbición (ψ) desde la corriente de gas sobre el agente de sorbición (44) o desde el agente de sorbición (44) sobre la corriente de gas;
- 15 extracción (730) de una corriente de gas tratada (G_4) en la salida (43) del dispositivo tampón de sorbición (40), en donde durante una fase (P2) de carga elevada (φ_2) de la corriente de gas (G_1) con la sustancia sorbible se configura en una zona (B_1), que se extiende desde la entrada (42) del dispositivo tampón de sorbición (40) a lo largo de la fase de sorbición (45), una zona con una carga elevada (ψ) del agente de sorbición con la sustancia sorbible y durante una fase (P1) siguiente se desplaza una carga reducida (φ_1) de la corriente de gas (G_1) la zona con la carga elevada (ψ) del agente de sorbición (44) en dirección a la salida (43) del dispositivo tampón de sorbición (40) a lo largo de la trayectoria de sorbición (45); y
- 20 en donde se selecciona (721) una longitud (l) de la trayectoria de sorbición (45) y una cantidad del agente de sorbición (44) en el dispositivo tampón de sorbición (40), de tal manera que un dispositivo tampón de sorbición (40) en el funcionamiento del sistema técnico (100) está instalado para el alojamiento de al menos tres, con preferencia al menos cuatro, más preferido al menos cinco zonas diferentes ($B_1 - B_5$) de carga elevada (ψ) del agente de sorbición (44) a lo largo de la trayectoria de sorbición (45).
- 25 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, que presenta, además:
- expansión (731) de la corriente de gas tratada (G_4) con la ayuda de un reductor de presión (50) dispuesto en la dirección de la circulación hacia el dispositivo tampón de sorbición (40), en donde se genera una corriente de gas expandida (G_5); y alimentación (732) de la corriente de gas expandida (G_5) a una tubería (60) conectada a continuación del dispositivo tampón de sorbición (40).
- 30 3.- Procedimiento según la reivindicación 2, en donde una diferencia de la presión del gas entre el dispositivo tampón de sorbición (40) y la tubería de gas (60) es de 5 bares – 10 bares.
- 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que presenta, además: refrigerar (713) la corriente de gas cargada (G_1) con la ayuda de un dispositivo de refrigeración de gas (30) conectado delante del dispositivo tampón de sorbición (40), generando una corriente de gas refrigerada (G_3).
- 35 45 5.- Procedimiento según la reivindicación 4, en donde una temperatura del gas de la corriente de gas refrigerada (G_3) es de 20°C – 50°C.
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que presenta, además: comprimir (712) la corriente de gas cargada (G_1) con la ayuda de un compresor (20), generando una corriente de gas (G_2) impulsada con una presión.
- 50 7.- Procedimiento según la reivindicación 6, en donde una presión del gas de la corriente de gas (G_2) impulsada con la presión es de 20 – 30 bares.
- 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de adsorción (10) comprende un dispositivo de adsorción de cambio de temperatura (11) y/o un dispositivo de adsorción de cambio de presión (12).
- 55 9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la corriente de gas cargada (G_1) y/o la corriente de gas tratada (G_4) comprenden hidrógeno gaseoso, monóxido de carbono gaseoso, dióxido de carbono gaseoso, compuestos orgánicos gaseosos, agua gaseosa, nitrógeno gaseoso, oxígeno gaseoso y/o un gas noble gaseoso así como combinaciones de ellos.
- 60 10.- Procedimiento según la reivindicación, en el que la corriente de gas cargada (G_1) presenta una cantidad de

ES 2 736 525 T3

agua de 0 - 4000 mol-ppm y la corriente de gas tratada (G_4) presenta una cantidad de agua de 500 - 2000 mol-ppm, con preferencia 750 - 1500 mol-ppm.

- 5 11.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la fase (P2) de la carga elevada (φ_2) de la corriente de gas cargada (G_1) dura 2 – 10 h y la fase (P1) de carga reducida (φ_1) de la corriente de gas cargada (G_1) dura al menos el doble, con preferencia al menos tres veces la fase (P2) de carga elevada (φ_2) de la corriente de gas cargada (G_1).
- 10 12.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en la que una corriente de masas de la corriente de gas cargada (G_1) y/o de la corriente de gas tratada está entre 500 Norm- m^3/h y 20000 Norm- m^3/h , con preferencia entre 8000 Norm- m^3/h y 17000 Norm- m^3/h .

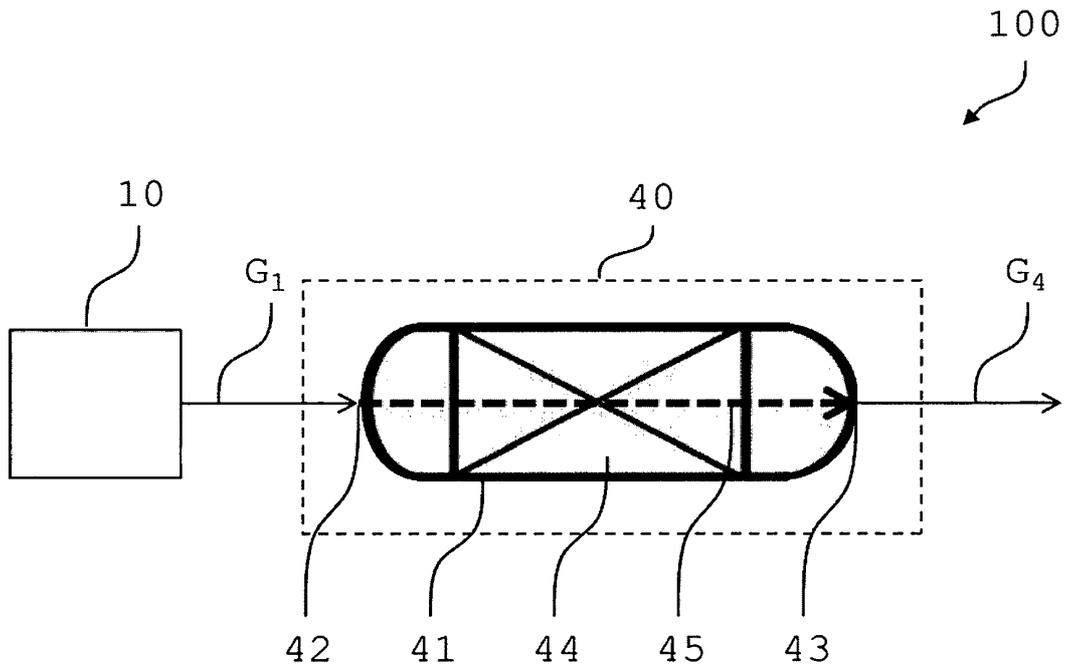


Fig. 1

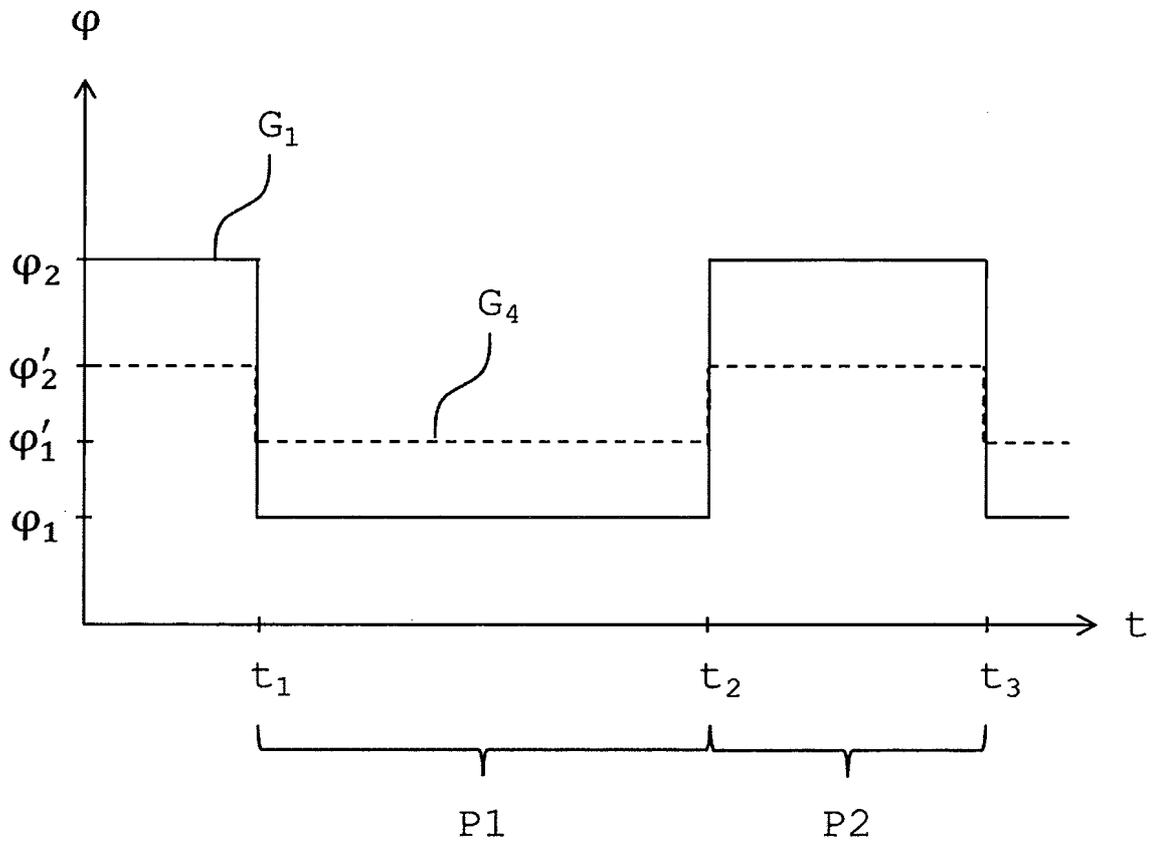


Fig. 2

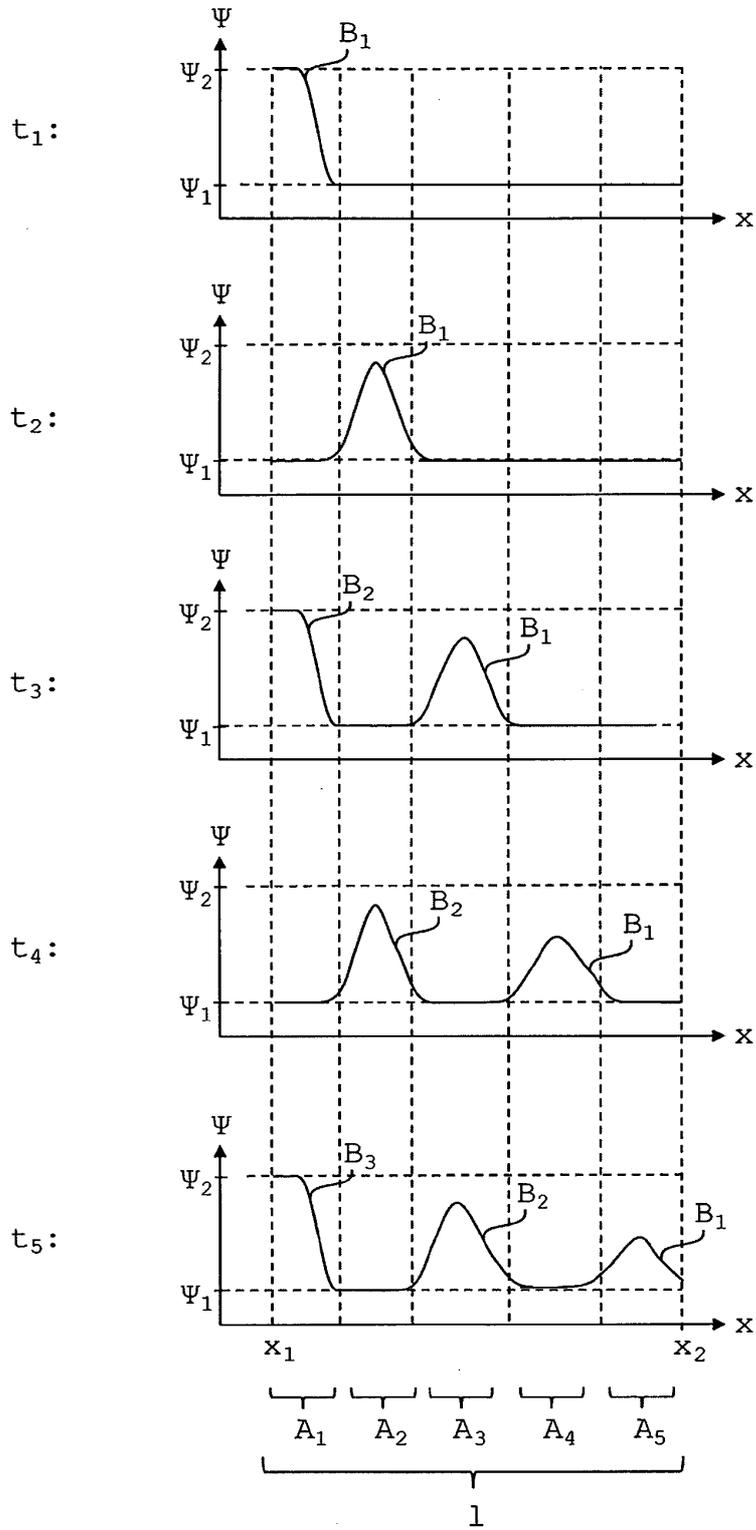


Fig. 3

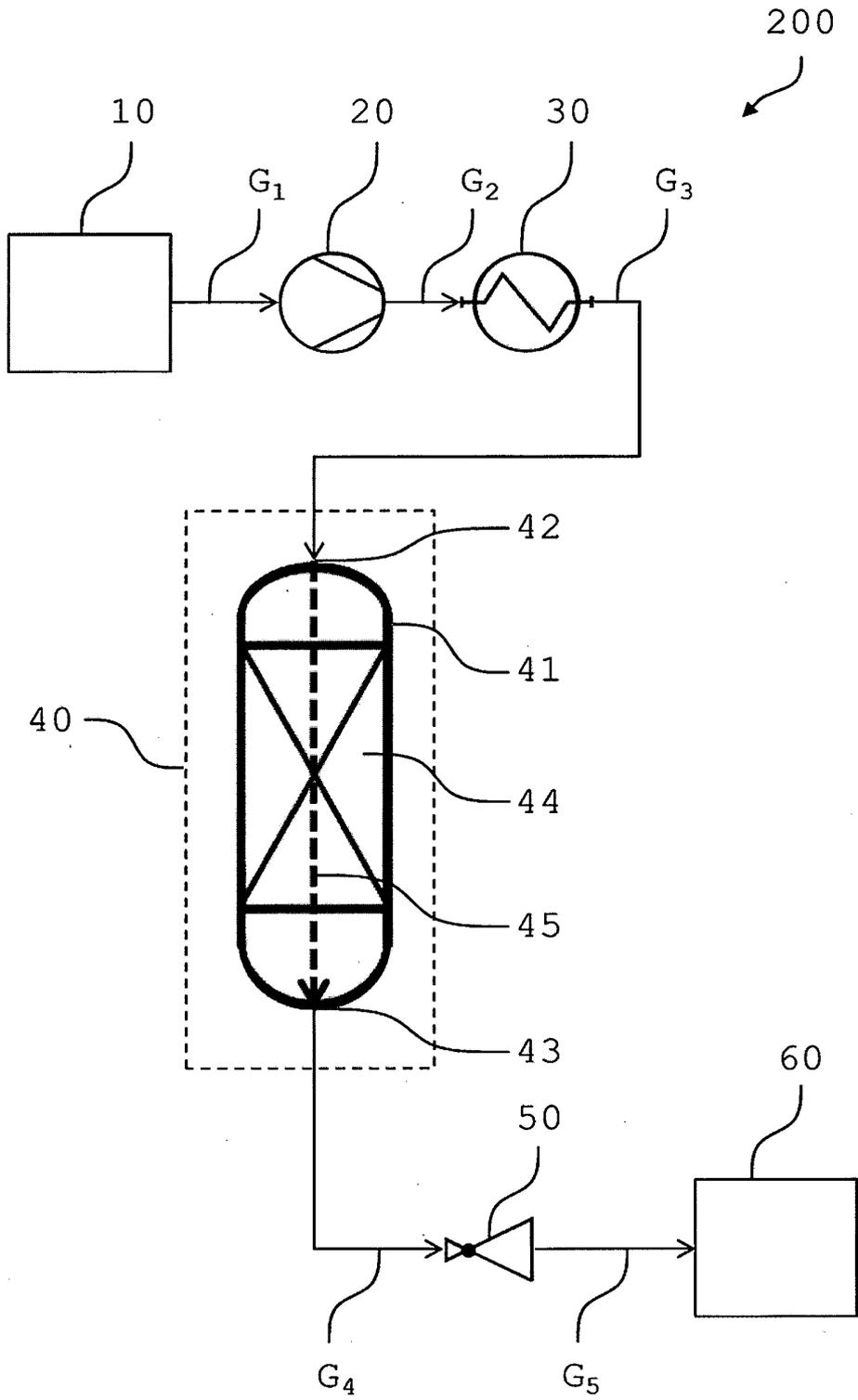


Fig. 4

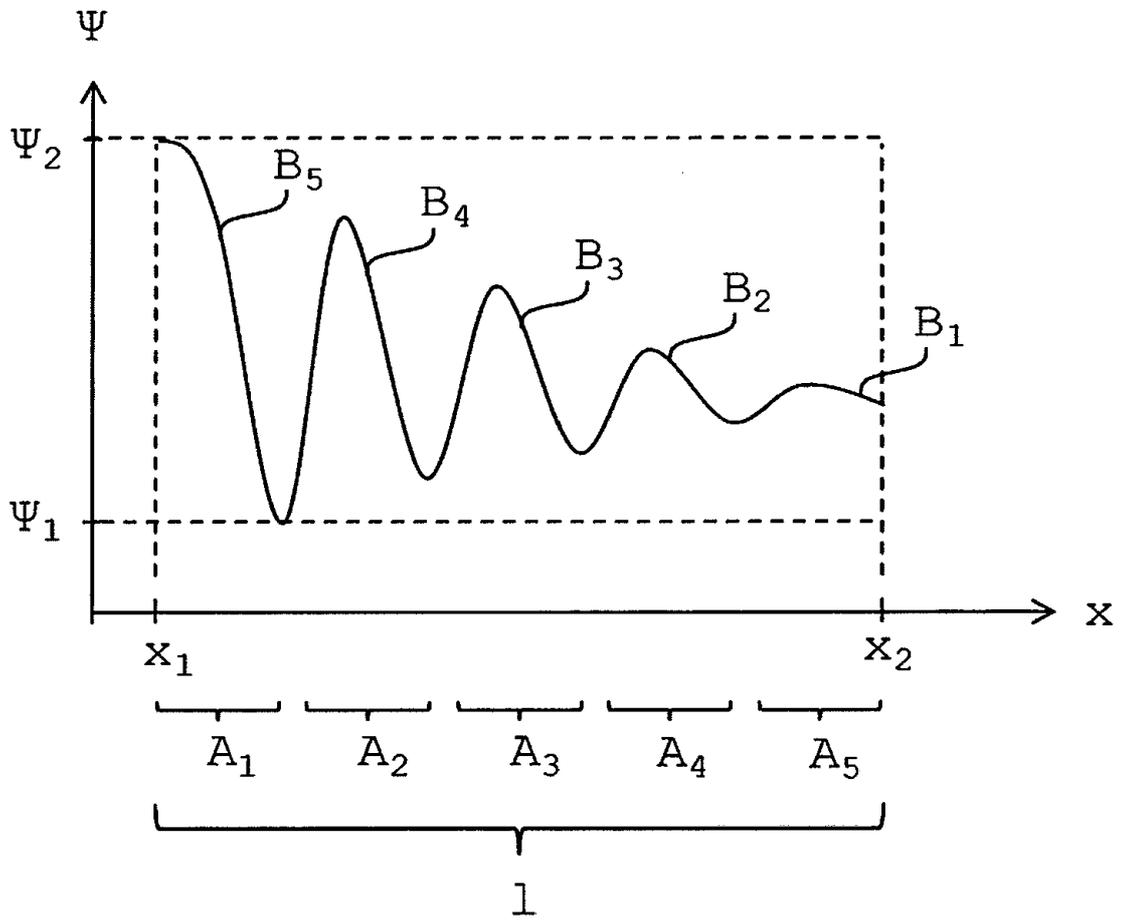


Fig. 5

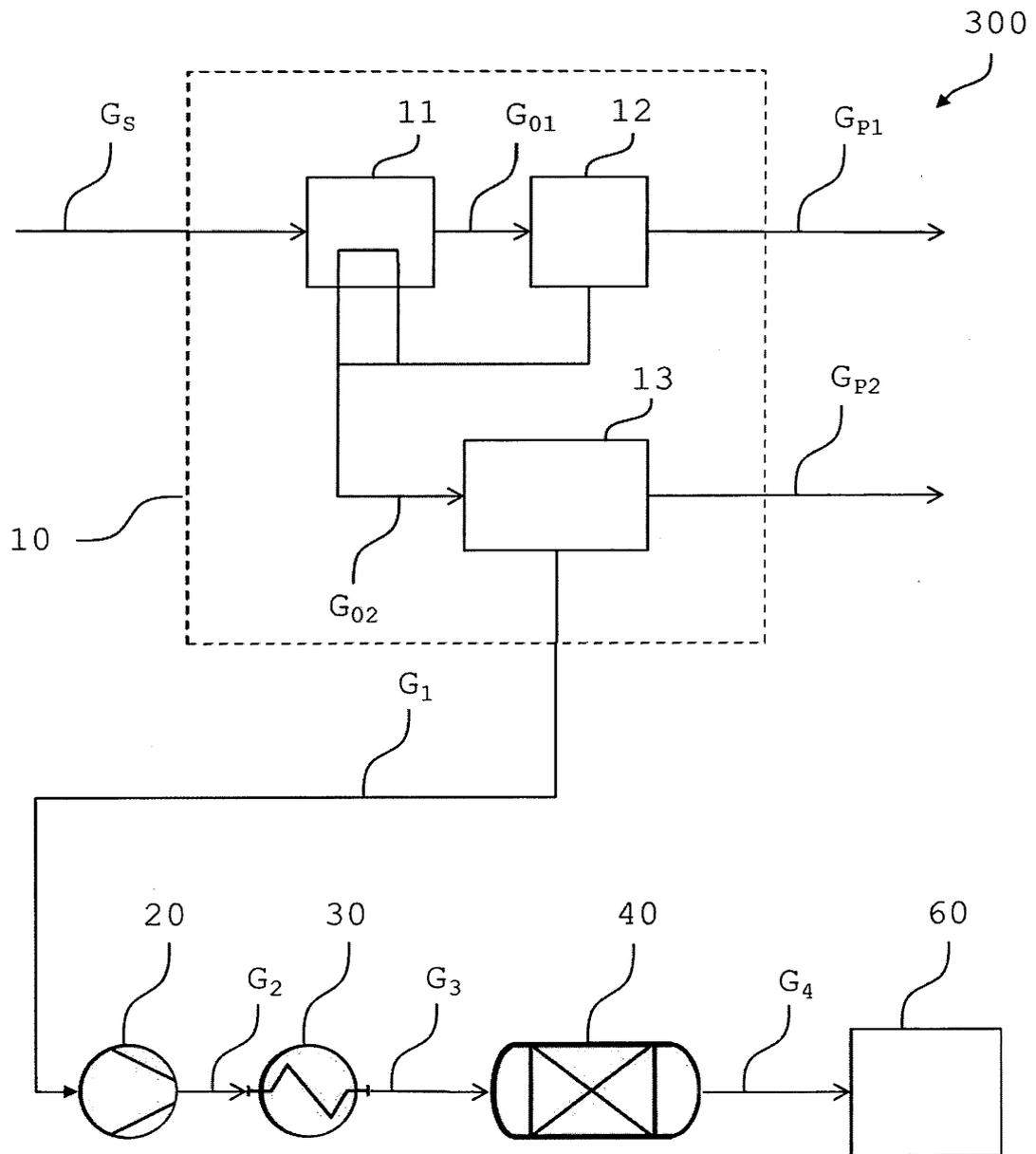


Fig. 6

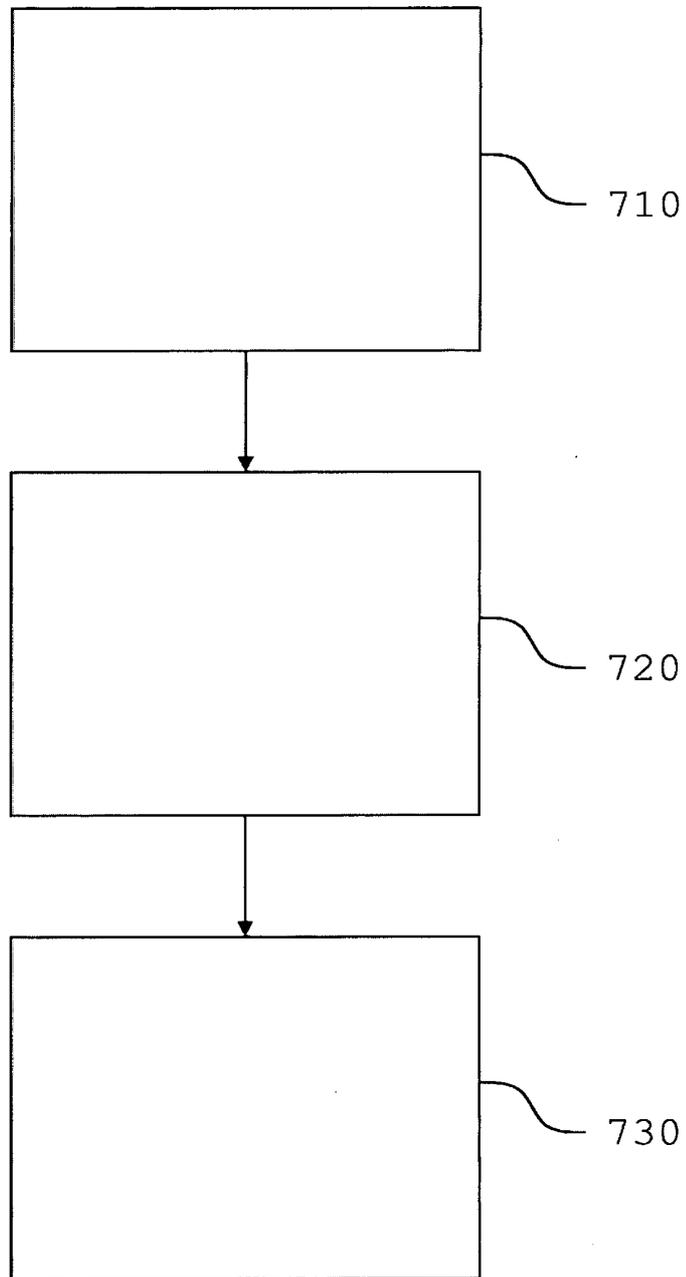


Fig. 7

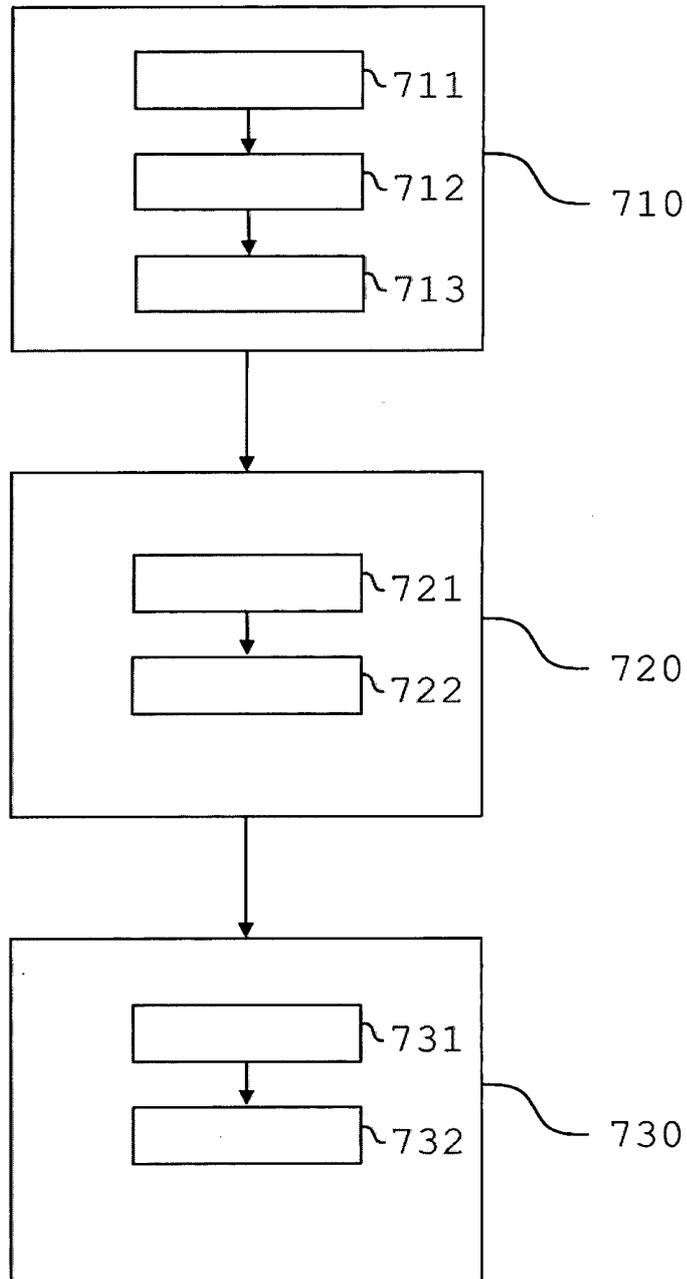


Fig. 8