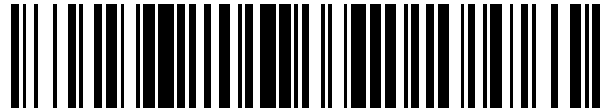


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 577 409**

51 Int. Cl.:

B01D 53/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.01.2013 E 13700250 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 2794062**

54 Título: **Método para mejora de la calidad de un gas**

30 Prioridad:

22.12.2011 DK 201100994
21.12.2012 WO PCT/DK2012/050506

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.07.2016

73 Titular/es:

RE-N TECHNOLOGY APS (100.0%)
Åholmvej 6, Osted
4320 Lejre, DK

72 Inventor/es:

WENNERGREN, BO y
TRADSBORG, JENS, CHRISTENSEN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 577 409 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

Método para mejora de la calidad de un gas

5 La presente invención se refiere a un método para mejora de la calidad de un gas por separación de dióxido de carbono del mismo.

10 La mayoría de los gases empleados para propósitos de energía en gran escala, tales como gas natural, gas de ciudad, y biogás, contienen como constituyente principal metano. Pueden estar presentes también varios otros combustibles, y se encuentra normalmente además cierta proporción de dióxido de carbono, pudiendo poner en compromiso este último compuesto las propiedades técnicas y caloríficas del gas.

15 Por otro lado, la mayor parte de los gases de chimenea originados en las centrales eléctricas y cierta gama de otras fuentes está constituida típicamente por nitrógeno libre. En estos casos, el dióxido de carbono se captura debido a problemas climáticos o para recuperarlo como producto valioso en sí mismo.

20 En cuanto a los gases para propósitos de energía mencionados inicialmente, éstos tienen que revalorizarse hasta un contenido de metano de 95-98% a fin de cumplir los estándares requeridos para lograr la entrada en la red del gas natural y ser aceptados como combustibles para vehículos. A este respecto, el dióxido de carbono, que, muy abundante el caso del biogás, puede constituir tanto como 45% del gas bruto y actúa diluyendo su contenido de energía, tiene que ser eliminado en gran proporción.

Para separar dióxido de carbono del metano, se han aplicado diversos métodos, entre los cuales son prominentes el lavado con agua y la adsorción por fluctuación presión/temperatura.

25 El lavado con agua está basado en el hecho de que el dióxido de carbono es más soluble en agua que el metano. El proceso de absorción es puramente físico. Normalmente, el gas se presuriza y se alimenta al fondo de una columna de relleno, en tanto que se introduce por el extremo superior de la columna una corriente de agua, de tal manera que el proceso de absorción opera en contracorriente. El agua agotada tiene que arrastrarse típicamente con aire en otra columna a fin de desorber el dióxido de carbono absorbido.

30 En el caso del gas de chimenea, en el cual el dióxido de carbono debe separarse normalmente de una gran cantidad de nitrógeno en lugar de metano, un absorbente favorito ha sido la monoetanolamina (MEA) en lugar de agua.

35 La adsorción por fluctuación presión/temperatura hace uso de materiales adsorbentes, para los cuales el dióxido de carbono presenta una afinidad selectiva. A presión o a temperatura baja, el dióxido de carbono tiende a ser atraído por ciertas superficies sólidas más fuertemente que el metano. Cuando la presión se reduce subsiguientemente o se eleva la temperatura, el dióxido de carbono es desorbido y puede separarse.

40 La absorción de dióxido de carbono en agua como en el lavado con agua y su adsorción en un material sólido durante la adsorción por fluctuación presión/temperatura están consideradas generalmente en la técnica como dos métodos distintos y antagonistas a practicar por separado.

45 Por ejemplo, la patente británica GB 1.296.889, que describe un método para separación de dióxido de carbono de otros gases por adsorción con fluctuación de temperatura en una resina de intercambio iónico, expone que la resina cuando adsorbe el dióxido de carbono no debe estar húmeda con agua no sorbida, dado que se cree que esto dificulta la adsorción del dióxido de carbono. A este respecto, se especifica como deseable un contenido de agua en el lecho de resina inferior a 30%.

50 Análogamente, la solicitud de patente internacional WO 2011/049759 describe un método para separación de dióxido de carbono de una corriente de gas por adsorción con fluctuación de temperatura y opcionalmente presión en una resina de intercambio iónico. Se afirma que un contenido de agua superior a 10% en peso en la resina no es beneficioso y aumenta innecesariamente los requerimientos de calor para la regeneración.

55 En la solicitud de patente US 2005/0160913 concerniente a un absorbente de dióxido de carbono destinado principalmente para un sistema de buceo con circuito cerrado, se recurre a un cambiador de iones fuertemente básico en la forma de hidróxido de litio. Dicho compuesto se pre-hidrata para formar su monohidrato, entre otras cosas para impedir una reacción exotérmica durante su utilización. Cuando se hidrata hasta un grado estequiométrico, el contenido de agua asciende a aproximadamente 43% en peso. Conforme a ello, a este nivel toda el agua está incorporada íntimamente en el LiOH como agua de hidratación. Por tanto, no está presente cantidad alguna de agua no sorbida, y se afirma que la pre-humidificación del cambiador de iones más allá de esta etapa es generalmente indeseable, dado que el LiOH sólido podría comenzar a disolverse en caso contrario y perder sus propiedades.

65 Como se esboza en la mención anterior del lavado con agua, una desventaja ligada a dicho método es la necesidad de tratamiento subsiguiente del agua agotada en un procedimiento separado.

Por otra parte, el método alternativo de adsorción por fluctuación presión/temperatura no está exento tampoco de inconvenientes. Durante la fase de su regeneración por fluctuación de presión y/o temperatura, el material adsorbente no está disponible obviamente para la adsorción de dióxido de carbono. De acuerdo con ello, se establecen fuertes demandas en cuanto a la capacidad de adsorción del material adsorbente, y éste debe ser desorbido en muchos casos con demasiada frecuencia para que el método sea viable operativa y económicamente.

Teniendo en cuenta lo anterior, el objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento eficaz, eficiente, pero simple y duradero para separación de dióxido de carbono de un gas, procedimiento que es respetuoso con el medio ambiente y no requiere un suministro continuo de productos químicos industriales extraños.

Para cumplir este objetivo, se proporciona un método para mejora de la calidad o purificación de un gas por separación de dióxido de carbono del mismo, método que comprende los pasos de introducir una corriente de dicho gas en un lecho de una resina de intercambio iónico débilmente básica provista de grupos amino, en condiciones de temperatura y presión en las cuales el dióxido de carbono es adsorbido en dicha resina, y desorber el dióxido de carbono adsorbido de la resina por aumento de la temperatura y/o disminución de la presión en dicho lecho, en el cual el contenido de agua en dicho lecho de resina de intercambio iónico durante el paso de introducción del gas asciende a más de 35% del peso total de resina de intercambio iónico y agua.

Sorprendentemente, se ha encontrado que la presencia de una cantidad considerable de agua no sorbida en el lecho de la resina de intercambio iónico no inhibe el aclaramiento de dióxido de carbono de la corriente de gas a purificar, sino que realmente da como resultado una capacidad global para la eliminación de dióxido de carbono, que es muy superior a la alcanzada por la adsorción por fluctuación temperatura/presión realizada convencionalmente así como por lavado con agua.

Por este medio, se proporciona un método robusto y eficaz para mejora de la calidad o purificación de un gas, método que puede realizarse adicionalmente en un espacio relativamente modesto.

La resina de intercambio iónico empleada es preferiblemente de un tipo macroporoso a fin de proporcionar una gran superficie para la adsorción. Su matriz puede estar compuesta típicamente de un poliestireno reticulado con divinilbenceno. El grupo funcional es una amina terciaria.

En una realización, el gas es un gas de chimenea, que se purifica por separación de dióxido de carbono del mismo. El gas de chimenea puede proceder de una central eléctrica o de cualquier otra instalación u otro sitio, en el cual se produce una corriente de gas residual con un contenido de dióxido de carbono. De acuerdo con ello, se emplea aquí "gas de chimenea" para designar cualquier tipo de gas residual.

Conforme a otra realización, el gas se purifica por separación de dióxido de carbono del metano. Como resultado de dicha purificación, el gas puede volverse típicamente más adecuado para propósitos energéticos.

Dependiendo del uso final propuesto así como de la fuente original del gas, puede ser relevante eliminar sulfuro de hidrógeno de la corriente de gas bruta antes de su introducción en el lecho de la resina de intercambio iónico. Con frecuencia, esto puede ser necesario para impedir la corrosión de vasijas y motores. Métodos para la eliminación de sulfuro de hidrógeno son bien conocidos en la técnica.

Conforme a una realización, el gas a tratar es gas natural, tal como gas de esquisto u otros tipos de gas fósil. En una realización específica, el gas es biogás.

Preferiblemente, el contenido de agua en el lecho de resina de intercambio iónico durante el paso de introducción de una corriente de gas asciende a 37% o más, 40% o más, preferiblemente 45 % o más, ventajosamente 50% o más, opcionalmente 55 % o más, del peso total de resina de intercambio iónico y agua. Se ha encontrado que la capacidad total para adsorción y absorción combinadas de dióxido de carbono de la corriente de gas así como la velocidad de adsorción culminan próximas a un contenido de agua de 50%.

Ventajosamente, el contenido de agua en dicho lecho de resina de intercambio iónico durante el paso de introducción de una corriente de gas asciende a menos de 80%, menos de 75%, menos de 72%, preferiblemente menos de 70%, opcionalmente menos de 67%, menos de 65% o menos de 60% del peso total de la resina de intercambio iónico y agua. Para proporciones de agua que excedan de 80%, la mixtura de resina de intercambio iónico y agua adopta el aspecto de un lodo delicuescente con una capa de perlas de resina que flotan en la superficie, y el efecto sinérgico favorable de la absorción de CO₂ en el agua y adsorción de CO₂ en la resina de intercambio iónico ya no está presente.

Conforme a una realización de la invención, se proporciona un flujo de agua en contracorriente con el gas durante el paso de adsorción y absorción combinadas, cuando se introduce dióxido de carbono en el lecho de la resina de intercambio iónico. El flujo de agua se introduce como una pulverización por encima del lecho de la resina de intercambio iónico, mientras que la corriente de gas se introduce concomitantemente en el fondo de dicho lecho. El flujo producido de agua en contracorriente emula el principio de un lavador de agua y tiene cierto efecto en la

absorción y el desplazamiento hacia abajo del dióxido de carbono residual que pasa a través del lecho húmedo del cambiador de iones y asciende hasta sobrepasar su alcance.

5 En una realización preferida, la temperatura del lecho de la resina de intercambio iónico aumenta en el paso de desorción por inyección directa de agua caliente en dicho lecho. Típicamente, el lecho de la resina de intercambio iónico se calentará a una temperatura de 20-100° C, preferiblemente 40-70° C, a la presión atmosférica.

10 Preferentemente, la temperatura del lecho de la resina de intercambio iónico se reduce con anterioridad al paso de adsorción/absorción de introducción de una corriente de gas por inyección directa de agua fría en dicho lecho. Usualmente, el lecho del cambiador de iones se enfriará a una temperatura de -20-20°C, a menudo 0-10 °C, con preferencia aproximadamente 5 °C. Sin embargo, cuando se utiliza para purificación de un gas de chimenea, la resina se encontrará a menudo a más de 30 °C.

15 Además, el enfriamiento y calentamiento del lecho de la resina de intercambio iónico puede facilitarse por uno o más cambiadores de calor en la forma de una manta que rodea el lecho de la resina de intercambio iónico o elementos que sobresalen en dicho lecho.

20 En una realización preferida, el paso de introducción de la corriente de gas en el lecho de la resina de intercambio iónico débilmente básica provista de grupos amina se realiza a una presión de 2 bar (correspondiente a 0,2 MPa y que es aproximadamente 1 bar superior a la presión atmosférica) o más, especialmente 2,5 bar o más, sobre todo 3 bar o más, principalmente 4 bar o más, favorablemente 5 bar o más, notablemente 6 bar o más, ventajosamente 7 bar o más, particularmente 8 bar o más, preferentemente 9 bar o más, más preferiblemente 10 bar o más, muy preferiblemente 16 bar. De este modo, la capacidad del cambiador de iones para adsorción de dióxido de carbono aumenta significativamente.

25 Conforme a una realización adicional, el lecho de la resina de intercambio iónico puede suplementarse por lechos similares adicionales dispuestos en un sistema de dos o más vasijas en serie, entre las cuales se aplica compensación de presiones, de tal manera que una presión de gas liberada de un lecho se utiliza subsiguientemente en uno o más de otros lechos.

30 En lo que sigue, se ilustrará una realización preferida de la invención con referencia a la figura no limitante. La figura muestra una vista esquemática de una planta en la que se lleva a cabo el método conforme a la invención. Se indican las corrientes de proceso para las diferentes fases del método.

35 Haciendo ahora referencia a la figura, las características principales de la planta ilustrada se designan por números como sigue:

40 1 es una vasija que contiene resina de intercambio iónico y agua; 2 es una vasija para agua fría; y 3 es una vasija para agua caliente. A muestra la fase de enfriamiento del contenido de la vasija 1 con agua fría procedente de la vasija 2; B ilustra la fase, en la cual se induce gas por el fondo de la vasija 1, se captura dióxido de carbono, mientras que el metano pasa a través del lecho de la resina de intercambio iónico y agua y se retira por el extremo superior dicha vasija; C indica la fase en la cual sale del lecho de resina de intercambio iónico y agua metano con un contenido de dióxido de carbono más que el aceptado y se conduce a una vasija de almacenamiento (no representada) para reprocesamiento subsiguiente; y D representa la fase de regeneración, en la cual agua caliente procedente de la vasija 3 se conduce a la vasija 1 a fin de aumentar la temperatura de su contenido, con lo cual el dióxido de carbono es desorbido y se retira subsiguientemente fuera desde la vasija 1.

50 A continuación se dará una descripción de una realización preferida del método conforme a la invención tal como se lleva a cabo en la planta de la figura.

55 Una corriente de biogás, que se deriva de la digestión anaerobia de estiércol y cosechas energéticas, o procede alternativamente de plantas de tratamiento de aguas residuales, vertederos o análogos, se hace pasar a través de una columna de carbono activado impregnado con yoduro de potasio para eliminar en gran proporción el sulfuro de hidrógeno del biogás. Alternativamente, podría haberse utilizado en lugar de biogás otro tipo de gas en el cual deba separarse dióxido de carbono de al menos metano.

60 La vasija 1 se prepara para la adsorción por enfriamiento del cambiador de iones a 5 °C mediante inyección de agua fría procedente de la vasija 2. Cuando se ha enfriado la resina, la vasija 1 se drena hasta el punto en que el contenido de agua en el lecho de la resina de intercambio iónico asciende a aproximadamente 50% del peso total de resina de intercambio iónico y agua.

65 Después de haberse purificado de sulfuro de hidrógeno, el biogás se introduce a 5 °C y 100% de humedad relativa por el fondo de la vasija 1 a una presión de 2 bar (1 bar por encima de la presión atmosférica) y un caudal de 15 volúmenes de lecho por hora. El biogás está compuesto principalmente por dióxido de carbono y metano en una ratio de 40/60. El dióxido de carbono se absorbe en el agua y se adsorbe en la resina de intercambio iónico, y se

deja salir metano de alta pureza por una válvula (no representada) en el extremo superior de la vasija 1. La presión se mantiene constante a 1,5-2 bar.

5 Sin desear quedar limitados por una teoría específica, se supone que la sinergia favorable observada de la absorción y adsorción del dióxido de carbono se debe en sí misma al hecho de que el agua actúa como un mediador entre el dióxido de carbono en su fase gaseosa y la resina adsorbente sólida.

10 El contenido de dióxido de carbono en el metano que sale por la válvula del extremo superior de la vasija 1 se monitoriza continuamente. Cuando el lecho de resina de intercambio iónico y agua está saturado a 25-30 volúmenes de lecho, el suministro de biogás se interrumpe y cualquier metano con un contenido de dióxido de carbono que exceda del valor límite estipulado se envía a una vasija de almacenamiento para repurificación subsiguiente.

15 A continuación, la vasija 1 se prepara para desorción por drenaje del agua contenida en ella. La presión se regula lentamente a la presión atmosférica y la vasija 1 se calienta desde 5 °C a 70 °C por inyección de agua con una temperatura de 70-80 °C procedente de la vasija 3. Durante el proceso de calentamiento el CO₂ adsorbido se retira del lecho del cambiador de iones, recogándose dióxido de carbono de alta pureza por la salida de la parte superior de la vasija 1.

20 Cuando la desorción es sustancialmente completa, el lecho de la resina de intercambio iónico está listo para prepararse para la adsorción como se ha descrito inicialmente.

25 El biogás mejorado resultante en la forma de metano prácticamente puro puede someterse a secado en un sistema secador de gases y posiblemente compresión en caso requerido por los usuarios finales, mientras que el dióxido de carbono separado puede utilizarse en diversas empresas, v.g. invernaderos o fábricas de cerveza.

Ejemplos

Ejemplo 1

Pureza del biogás mejorado

30 Una corriente de biogás que contiene 40% de CO₂ y 60% de CH₄ se trata conforme al método de la invención. El cambiador de iones empleado es una resina de poliestireno macroporosa reticulada con divinilbenceno, y el grupo funcional es una amina terciaria. El biogás se introduce a 5 °C y una presión de 2 bar por el fondo de un lecho constituido por cambiador de iones y 50% de agua en peso. Se obtiene metano con una pureza de 98%. La desorción tiene lugar a 70 °C y a la presión atmosférica después de saturación del lecho del cambiador de iones.

35 Ejemplo 2

Efecto del contenido relativo de agua sobre la capacidad de adsorción y la velocidad de adsorción

40 Se investigó la adsorción a 5 °C y 2 bar de presión de dióxido de carbono puro en un lecho de resina de poliestireno macroporosa débilmente básica reticulada con divinilbenceno y una amina terciaria como grupo funcional para contenidos relativos de agua variables en dicho lecho. Los resultados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1.

% agua en peso en el lecho de intercambio de calor	Volúmenes de lecho de dióxido de carbono adsorbidos después de 30 minutos
0	5
15	9
26	12
55	22

45 Para todos los niveles de agua investigados, la adsorción era inicialmente rápida, y para los niveles 0-26% se estabilizaba cerca de los valores arriba indicados. Sin embargo, en el lecho que tenía un contenido de agua de 55% la adsorción continuaba y aumentaba hasta más de 30 volúmenes del lecho de dióxido de carbono. Parece ser que la capacidad de adsorción así como la velocidad de adsorción encuentran sus valores óptimos para un contenido de agua en el lecho de intercambio iónico de aproximadamente 50%.

50 Ejemplo 3

Dependencia de la adsorción de CO₂ respecto de la presión

55 La adsorción a 20 °C de dióxido de carbono procedente de una corriente de gas natural en un lecho de resina de intercambio iónico de poliestireno macroporosa reticulada con divinilbenceno y una amina terciaria como grupo funcional (Dowex Marathon WBA-2) se investigó a presiones variables en la vasija que contenía dicho lecho de resina de intercambio iónico. El contenido de agua en el lecho de intercambio iónico ascendía a aproximadamente 50% en peso. Los resultados se dan en la Tabla 2.

Tabla 2.

Presión en la vasija que contiene la resina de intercambio iónico (bar)	Volúmenes de lecho de dióxido de carbono adsorbidos después de 45 minutos
1,5	16
2,0	27
2,5	35
10,0	53
16,0	59

5 La regeneración del cambiador de iones después de la adsorción de dióxido de carbono se efectuó a la presión atmosférica por calentamiento gradual del cambiador de iones desde 20 a 80 °C en el curso de 25 minutos. Cuando la adsorción tuvo lugar a 2,5 bar, pudieron recuperarse más de 28 volúmenes de lecho de CO₂ (>80%).

10 A modo de comparación, dentro del intervalo de 1,5-2,5 bar se encontró que en el lecho de cambiador de iones inundado con agua en una proporción de aproximadamente 50% en peso como se ha especificado arriba, se adsorbían 19 volúmenes adicionales del lecho de CO₂ por cada bar de aumento de presión, mientras que en agua sola, asimismo a 20 °C, sólo pudieron adsorberse 0,7 litros adicionales de dióxido de carbono por litro de agua para cada aumento de presión de 1 bar.

15 Como representativa de una resina de tipo gel, se testó de igual manera Lewatit A 8075 KR, un cambiador de iones débilmente básico basado en un copolímero acrílico con grupos funcionales poliamina. La resina exhibía capacidad de adsorción y dependencia de la presión similares, aunque se prestaba sólo en un grado insuficiente por sí misma a la regeneración por calentamiento.

20 Ejemplo 4

Separación de CO₂ de un gas de chimenea

25 Una corriente de gas de chimenea procedente de una central eléctrica y que comprende N₂ como constituyente principal se libera de la mayor parte de sus contenidos de H₂S, SO₂ y NO_x por procedimientos convencionales, y se purifica subsiguientemente conforme al método de la invención. El contenido de agua en el lecho del cambiador de iones es aproximadamente 50% en peso, y prácticamente el 100% del CO₂ presente en el gas de chimenea se elimina por barrido. Comparado con un método convencional basado en la absorción de CO₂ en MEA (monoetanolamina), el consumo de energía requerido para la separación y recuperación de cada kilogramo de dióxido de carbono (en un proceso MEA tradicional alrededor de 1 kWh/kg CO₂) se reduce en un 50-70%. Esto es debido en parte al hecho de que el lecho perfundido del cambiador de iones presenta una menor capacidad calorífica que MEA. Además, el dióxido de carbono se fija más fuertemente a MEA y se requiere por tanto más energía para desprender CO₂ de MEA que para recuperar CO₂ por regeneración del lecho del cambiador de iones conforme al método de la invención.

30

REIVINDICACIONES

1. Un método para mejora o purificación de un gas por separación de dióxido de carbono del mismo, que comprende los pasos de
- 5 i) introducción de una corriente de dicho gas en un lecho de una resina de intercambio iónico débilmente básica provista de grupos amina terciaria, en condiciones de temperatura y presión, en las cuales el dióxido de carbono se adsorbe en dicha resina, y
- ii) desorción del dióxido de carbono adsorbido de la resina por aumento de la temperatura y/o disminución de la presión en dicho lecho,
- 10 en el cual el contenido de agua en dicho lecho de resina de intercambio iónico durante el paso i) asciende a más de 35% del peso total de resina de intercambio iónico y agua.
2. El método conforme a la reivindicación 1, en el cual el gas es gas de chimenea, que se purifica.
- 15 3. El método conforme a la reivindicación 1, en el cual el gas se mejora por separación de dióxido de carbono del metano.
4. El método conforme a la reivindicación 3, el cual el gas es biogás.
- 20 5. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el contenido de agua en dicho lecho de resina de intercambio iónico durante el paso i) asciende a 50% o más del peso total de resina de intercambio iónico y agua.
6. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el cual el contenido de agua en dicho lecho de resina de intercambio iónico durante el paso i) asciende a menos de 70% del peso total de resina de intercambio iónico y agua.
- 25 7. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual durante el paso i) se proporciona un flujo de agua en contracorriente con la corriente de gas.
- 30 8. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual la temperatura del lecho de resina de intercambio iónico se incrementa en el paso ii) por inyección directa de agua caliente en dicho lecho.
9. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual la temperatura del lecho de resina de intercambio iónico se reduce antes del paso i) por inyección directa de agua fría en dicho lecho.
- 35 10. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el cual el enfriamiento y calentamiento del lecho de la resina de intercambio iónico se facilita por uno o más cambiadores de calor en la forma de una manta que rodea el lecho de resina de intercambio iónico o elementos que sobresalen en dicho lecho.
- 40 11. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el paso i) se realiza a una presión de 2 bar o mayor, preferiblemente 10 bar o mayor, y más preferiblemente 16 bar.

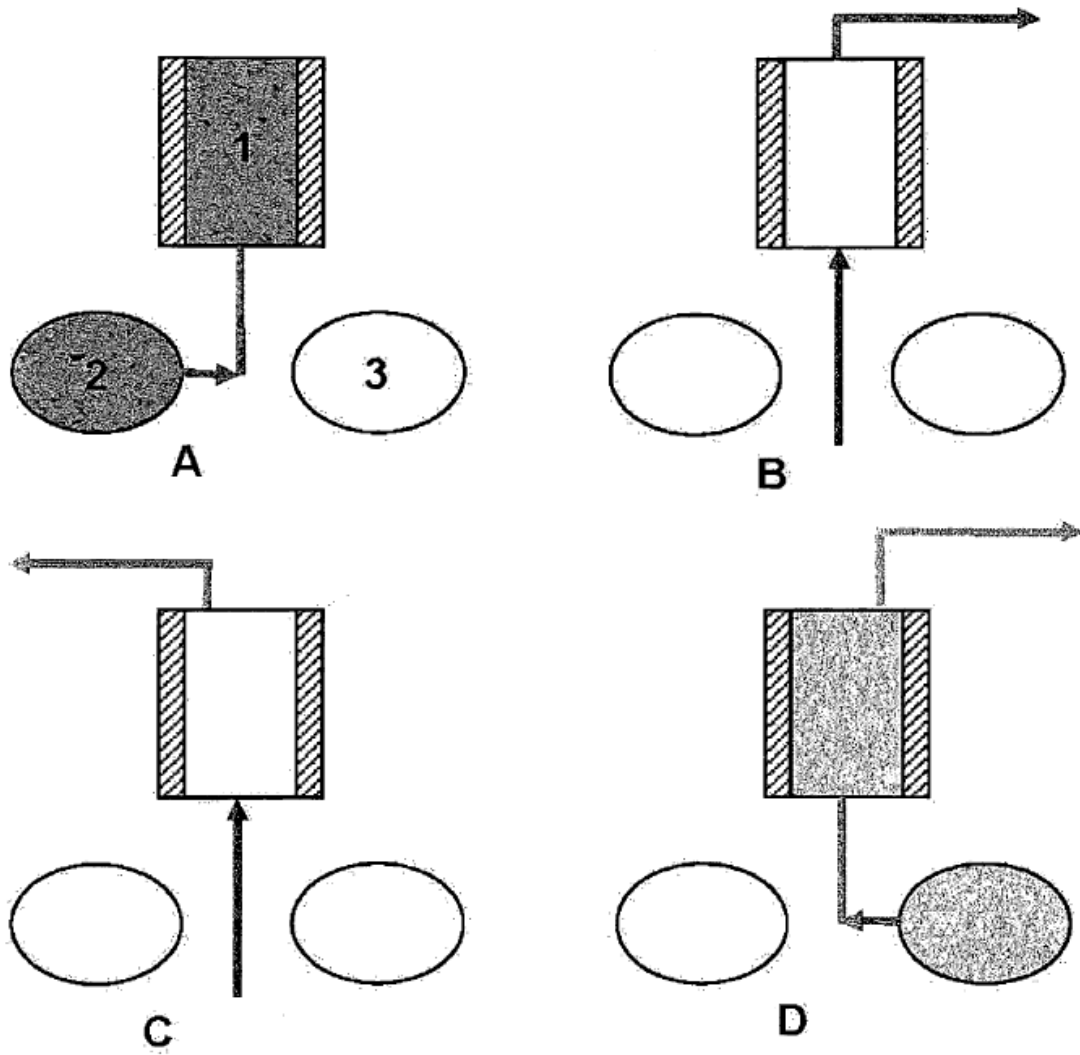


Fig. 1