



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 315 951**

51 Int. Cl.:
C07C 29/00 (2006.01)
B01D 53/02 (2006.01)
C01B 3/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06004017 .7**
96 Fecha de presentación : **28.02.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1698607**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.09.2006**

54 Título: **Procedimiento para la regeneración de adsorbentes.**

30 Prioridad: **01.03.2005 DE 10 2005 009 393**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2009

73 Titular/es: **Linde Aktiengesellschaft**
Leopoldstrasse 252
80807 München, DE

72 Inventor/es: **Lang, Martin**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

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 la regeneración de adsorbentes.

5 Es objeto del invento un procedimiento para la regeneración de los adsorbentes de un puesto de adsorción, que se emplea para la purificación del gas de síntesis que afluye a una unidad criogénica de descomposición de gases de una instalación de gas de síntesis, en la que se obtiene un producto de oxogás o un gas de síntesis de metanol, sacándose de la corriente purificada de gas de síntesis, detrás del puesto de adsorción, pero todavía antes de su descomposición criogénica, una corriente parcial, y reciclándose ésta al puesto de adsorción como gas de regeneración para la regeneración de los adsorbentes, caracterizado porque el gas de síntesis utilizado como gas de regeneración, después del paso a través del o de los adsorbente(s) que se ha(n) de regenerar, se añade al producto de oxogás o respectivamente al gas de síntesis de metanol.

15 Un gas de síntesis es una mezcla de gases, que se compone predominantemente de hidrógeno (H_2), monóxido de carbono (CO) y metano (CH_4), dependiendo su composición exacta del procedimiento de preparación y de los materias primas empleadas.

20 Como fuente principal para un gas de síntesis se ha de mencionar la reformación catalítica con vapor, en la que se desdobra un gas natural, un gas licuado o una nafta mediando adición de vapor de agua. Además de esto, un gas de síntesis se puede producir de una manera rentable también mediante la oxidación parcial de p.ej. un aceite pesado o un carbón.

25 El gas de síntesis propiamente dicho sirve como sustancia de base para un gran número de productos, para lo cual, no obstante, él tiene que ser purificado y descompuesto en la mayoría de los casos en sus componentes principales. La mayor parte del CO obtenido de esta manera se emplea para la producción de ácido fórmico o ácido acético. Otro gran cliente consumidor adicional se encuentra en la industria de los policarbonatos, que requiere un CO en elevadísima pureza para la producción de fosgeno altamente puro. El hidrógeno obtenido a partir del gas de síntesis encuentra utilización en los casos de diferentes procesos de hidrogenación.

30 Para la separación de los componentes de un gas de síntesis, en instalaciones industriales se aplican sobre todo el proceso de condensación y el lavado de metano, tratándose en los dos casos de procedimientos criogénicos. Una premisa para la aplicabilidad de estos procesos consiste en que el gas aportado a la unidad de descomposición criogénica de gases ha de estar exento de agua, metanol, dióxido de carbono (CO_2) y de otros compuestos, que, a las bajas temperaturas que aparecen, conducirían a la formación de materiales sólidos, y, por consiguiente, a un traslado de los intercambiadores de calor. El gas de síntesis en bruto se somete, por lo tanto, a un tratamiento previo que se compone de varias etapas, durante el cual él pasa p.ej. a través de una conversión en CO y es purificado en un unidad de lavado de CO_2 con respecto de la mayor parte de las sustancias indeseadas. Los restos que quedan todavía se eliminan por adsorción en un subsiguiente puesto de adsorción.

40 Los puestos de adsorción empleados se componen de por lo menos dos adsorbentes regenerables, que contienen en cada caso por lo menos un lecho adsorbente (un lecho sólido fijo a base de uno o varios agentes de adsorción adecuados). El gas de síntesis en bruto purificado previamente circula a través del lecho adsorbente y entrega en este caso las sustancias indeseadas, que están contenidas en él (p.ej. el CO_2 se presenta todavía en < 50 ppm (partes por millón) en moles), al o a los agente(s) de adsorción. Después de haber transcurrido el período de tiempo de adsorción, se efectúa la conmutación desde el adsorbente, que está cargado con sustancias indeseadas, a un adsorbente no cargado del puesto de adsorción. El adsorbente cargado se regenera a continuación, es decir se purifica con respecto de las sustancias adsorbidas previamente.

50 La capacidad de los agentes de adsorción empleados depende grandemente de la temperatura. Con el fin de regenerar a un adsorbente, éste es aislado primeramente con respecto de la corriente de gas de síntesis, y a continuación es atravesado con un gas de regeneración caliente en la dirección opuesta a la de la corriente del gas de síntesis en bruto. Las sustancias desorbidas a la temperatura elevada desde el lecho adsorbente, se descargan, en común con el gas de regeneración, desde el adsorbente. Dependiendo de su composición, el gas de regeneración, cargado con las sustancias desorbidas, es tratado de diferentes maneras.

55 Por regla general, como gas de regeneración se utiliza una parte de la fracción de H_2 (contenido de $H_2 >$ aproximadamente 90% en moles; que está bajo presión), procedente de la unidad de descomposición criogénica de gases. Si en la instalación se debiera de producir, junto a CO, también un hidrógeno altamente puro como producto, entonces el gas de regeneración cargado se enfriará, se separará el material condensado resultante, se mezclará con la fracción remanente de H_2 y luego se aportará a una instalación de adsorción por cambio de presiones (DWA). Allí se obtiene un hidrógeno altamente puro y se entrega como producto en la zona limítrofe de la instalación, mientras que las sustancias remanentes, que resultan en el gas residual con una baja presión (también el CO que está eventualmente presente), se queman a continuación en un hogar inferior. Después de la regeneración, el adsorbente está de nuevo a disposición para la purificación del gas de síntesis en bruto.

65 La selectividad de los agentes de adsorción empleados es ciertamente alta, pero, junto a las sustancias indeseadas, se adsorbe conjuntamente también CO - si bien en una medida más pequeña - y se retira desde el gas de síntesis. Si la presión parcial del monóxido de carbono en el gas de regeneración es menor que en el gas de síntesis en bruto, una parte

del CO adsorbido es desorbida al realizar la regeneración. Puesto que en la siguiente fase de adsorción (purificación del gas de síntesis en bruto) se adsorbe de nuevo CO a partir del gas de síntesis en bruto, una regeneración de los adsorbentes, llevada a cabo de esta manera, puede conducir a fluctuaciones de la composición del gas de síntesis que entra en la unidad de descomposición criogénica de gases, y como consecuencia de ello, también de las cantidades de productos que se entregan junto a la zona limítrofe de la instalación. Además, una composición fluctuante del gas de síntesis puede conducir a un funcionamiento inestable de la unidad de descomposición criogénica de gases, lo que conduce, en determinadas circunstancias, también a una disminución de la pureza del producto. Puesto que la fracción de H_2 , procedente de la unidad de descomposición criogénica de gases, aprovechada habitualmente como gas de regeneración, tiene, en comparación con el gas de síntesis, un contenido más pequeño de CO, en el caso de este modo de proceder aparecen los fenómenos negativos antes descritos.

En el momento de la conmutación de la corriente de gas de síntesis a un adsorbente recientemente regenerado, éste está cargado todavía con un gas de regeneración, que es expulsado por el gas de síntesis en bruto y es transportado a la unidad de descomposición criogénica de gases. Si el gas de regeneración posee una composición distinta de la del gas de síntesis en bruto (p.ej. en el caso de una regeneración con nitrógeno (N_2)), se puede llegar, por lo menos durante breve tiempo, a unas fluctuaciones indeseadas de la calidad del producto.

La fracción de gas residual que resulta en la unidad de descomposición criogénica de gases (una mezcla de diferentes gases) no es suficiente cuantitativamente, por regla general, para poder regenerar a los adsorbentes solamente con ella. Una solución técnica prevé aumentar la cantidad de gas residual mediante adición de una parte de la fracción de H_2 a la mezcla. Puesto que la fracción de gas residual sólo resulta con una presión pequeña, la fracción de H_2 añadida a la mezcla se pierde como producto, y solamente se puede aprovechar su poder calorífico. A causa de la pequeña presión del gas residual, antes de la conmutación del gas de síntesis al adsorbente recientemente regenerado, es necesario cargar a éste a presión de nuevo con gas de síntesis, lo que significa a su vez unas fluctuaciones para las cantidades de productos y un consumo adicional de tiempo. Una correspondiente disminución de la presión se tiene que llevar a cabo para el adsorbente cargado antes del comienzo de la regeneración.

Cuando la fracción de H_2 procedente de la unidad de descomposición criogénica de gases se puede entregar directamente como hidrógeno producto, tal como se da el caso, por ejemplo, con la fracción de H_2 procedente de una unidad de lavado de metano, que se compone en aproximadamente un 99% en moles de hidrógeno, y cuyo contenido de CO está situado por debajo de 10 ppm en moles, esta fracción no se puede utilizar tampoco para la regeneración, puesto que no es admisible ninguna impurificación del H_2 producto con CO. Además de esto, mediante la utilización de la fracción de H_2 como gas de regeneración, resulta una pérdida adicional de presión, de tal manera que se tiene que emplear eventualmente un compresor adicional para la cantidad total de H_2 , a fin de conseguir la deseada presión de entrega del H_2 producto.

La utilización del H_2 producto o respectivamente de nitrógeno, el cual tiene que ser aportado desde el exterior de la zona limítrofe de la instalación, como gas de regeneración, es ciertamente posible, pero constituye un considerable factor de costes. Además de esto, el empleo de N_2 como gas de regeneración puede conducir, por lo menos durante un breve período de tiempo, a una proporción de nitrógeno indeseadamente alta en el producto de CO. Para impedir esto, el adsorbente recientemente regenerado se puede enjuagar antes de la conmutación con un gas de síntesis, lo que conduce, no obstante, a su vez a pérdidas y a una disminución de las cantidades del producto.

Durante el funcionamiento de puesta en marcha de una instalación de gas de síntesis no está a disposición nada de gas o no está a disposición una cantidad suficiente del gas procedente de la unidad de descomposición criogénica de gases, que se puede aprovechar como gas de regeneración. También en este caso se pueden utilizar el N_2 ajeno o el H_2 producto como gases de regeneración, pero con las desventajas económicas que se han descrito antes.

A partir del documento de patente de los Estados Unidos de América US 4.469.665 se conoce un procedimiento, en el que para realizar la regeneración de los adsorbentes de un puesto de adsorción, que se emplea para la purificación del gas de síntesis que afluye a una instalación de gas de síntesis, sacándose una corriente parcial desde la corriente del gas de síntesis detrás del puesto de adsorción e introduciéndose como gas de regeneración en el puesto de adsorción. El gas de regeneración cargado en el puesto de adsorción se recicla al proceso corriente arriba del puesto de adsorción.

En el documento de publicación para información de solicitud de patente de los Estados Unidos de América US 2003/0.113.257 se describe un procedimiento para la producción de hidrógeno. En este caso, desde un elemento de inserción que contiene hidrocarburos, en un reactor calentado de una manera regenerativa, mediante reformación con vapor se obtiene un gas de síntesis, desde el cual se separa seguidamente un hidrógeno puro mediante un sistema de adsorción. Para la regeneración de los adsorbentes cargados se utiliza una parte del hidrógeno puro como gas de regeneración. El gas de regeneración cargado con sustancias desorbidas es quemado, con el fin de calentar el reactor con los gases de combustión calientes.

Una misión del presente invento es, por lo tanto, realizar un procedimiento del tipo citado al principio, de tal manera que la calidad y la cantidad de los productos producidos en la unidad de descomposición criogénica de gases no sean perjudicadas mediante la regeneración de los adsorbentes, y que los adsorbentes se puedan regenerar sin el empleo de un gas ajeno o producto, incluso cuando no esté a disposición como gas de regeneración nada de gas o no esté a disposición una cantidad suficiente del gas procedente de la unidad de descomposición criogénica de gases.

ES 2 315 951 T3

El problema planteado por esta misión se resuelve conforme al invento mediante el recurso de que el gas de síntesis, utilizado como gas de regeneración, se añade al producto de oxogás, o respectivamente al gas de síntesis de metanol, después del paso a través del o de los adsorbente(s) que se ha(n) de regenerar.

El gas de síntesis reciclado como gas de regeneración se calienta primeramente y se conduce en sentido opuesto a la dirección de circulación de la corriente del gas de síntesis en bruto que se debe de purificar, a través del o de los adsorbente(s) que se ha(n) de regenerar, en donde se enriquece con las sustancias desorbidas a la temperatura elevada. A continuación, el o los adsorbente(s) se enfría(n) de nuevo a la temperatura de funcionamiento con un gas de regeneración frío. Puesto que el gas de regeneración y el gas de síntesis en bruto tienen prácticamente casi las mismas composiciones, y las presiones parciales de CO en los dos gases no se diferencian esencialmente, en la siguiente fase de adsorción (purificación del gas de síntesis en bruto) no se llega ni a una adsorción conjunta de monóxido de carbono ni a una modificación de la composición del gas de síntesis, debida a la cantidad de gas de regeneración que se ha de enjuagar, en el o los adsorbente(s), y por consiguiente tampoco se llega a las fluctuaciones antes descritas de la calidad del producto y de la cantidad del producto.

Conforme al invento, el gas de regeneración cargado con sustancias desorbidas se recicla hasta delante de la unidad de lavado de CO₂ y se alimenta en este sitio dentro de la corriente de gas de síntesis en bruto. De esta manera, él no se pierde desde el proceso. En la unidad de lavado de CO₂ se retira de nuevo una gran parte de las sustancias desorbidas al realizar la regeneración del adsorbente, de tal manera que no se llega a ningún enriquecimiento de los correspondientes componentes en la corriente de gas de síntesis en bruto.

El reciclamiento del gas de regeneración se lleva a cabo convenientemente con ayuda de un compresor. Unas formas diferentes de realización del procedimiento conforme al invento prevén que el compresor esté situado delante o detrás del puesto de adsorción en la conducción de gas de regeneración, o esté situado delante o detrás de la unidad de lavado de CO₂ en la conducción del gas de síntesis.

El procedimiento conforme al invento con reciclamiento del gas de regeneración cargado delante de la unidad de lavado de CO₂, se puede aplicar durante el funcionamiento tanto normal como también de puesta en marcha de una instalación de gas de síntesis.

Cuando en la instalación de gas de síntesis se produce un oxogás (una mezcla de H₂ y CO con una relación de H₂:CO de aproximadamente 1:1) o un gas de síntesis de metanol como producto, una variante del procedimiento conforme al invento prevé no reciclar el gas de regeneración cargado delante de la unidad de lavado de CO₂, sino alimentarlo dentro del producto de oxogás o respectivamente dentro del producto de gas de síntesis de metanol. Si la diferencia entre la presión en el lugar de retirada del gas de síntesis aprovechado como gas de regeneración y la presión del correspondiente producto es suficiente como para compensar las pérdidas de presión en el puesto de adsorción y en las conducciones tubulares, se puede prescindir de la incorporación de un compresor para el gas de regeneración.

Para la purificación de un gas de síntesis en bruto, que procede de una oxidación parcial de un carbón o de un aceite, se emplea de manera preferida una unidad de lavado Rectisol, que trabaja a unas muy bajas temperaturas (de aproximadamente -40°C). Si a partir del gas de síntesis en bruto, junto al CO (y al H₂), se produce también un gas de síntesis de metanol, entonces, en dependencia de las relaciones de los productos, por lo menos una parte del gas de síntesis en bruto se puede hacer pasar previamente a través de una unidad de conversión en CO. El puesto de adsorción, que sigue a la unidad de lavado Rectisol, se hace funcionar de manera preferida a una temperatura fría (una capacidad aumentada de los agentes de adsorción empleados), con el fin de minimizar el tamaño de los adsorbentes. Una forma de realización del procedimiento conforme al invento prevé reciclar el gas de síntesis, después de la salida desde el puesto de adsorción, a la unidad de lavado Rectisol para la recuperación del frío, y de manera preferida calentarlo incipientemente allí en sentido opuesto al gas de síntesis en bruto que afluye en la unidad de lavado Rectisol, antes de que sea conducido ulteriormente a la unidad de descomposición criogénica de gases. Esto es conveniente sobre todo cuando el consumo de energía ahorrado en la unidad de lavado Rectisol (frío ajeno, potencia del compresor) predomina frente al gasto que se tiene que realizar en la unidad de descomposición criogénica de gases a una temperatura de entrada elevada. En favor de un calentamiento incipiente del gas de síntesis purificado en la unidad de lavado Rectisol se considera también el hecho de que a una temperatura de entrada aumentada, los productos que proceden de la unidad de descomposición criogénica de gases, no tienen que ser calentados incipientemente por separado, externamente (p.ej. en unos intercambiadores de calor arrollados en la unidad de lavado Rectisol), lo que provoca una elevada pérdida de presión, sino que pueden ser entregados directamente a los clientes, o respectivamente, como en el caso del producto CO, pueden ser aportados directamente a la compresión de los productos. Con el fin de regenerar a los adsorbentes, una parte del gas de síntesis calentado incipientemente se deriva y con ayuda de un aparato calentador de vapor o eléctrico se lleva a cabo la elevación restante de la temperatura. Con el fin de enfriar a los adsorbentes de nuevo hasta la temperatura de funcionamiento después de la regeneración, conforme al invento, una corriente parcial del gas de síntesis frío se conduce al puesto de adsorción, sin ningún calentamiento incipiente en la unidad de lavado Rectisol.

Si no es aceptable una elevada temperatura de entrada en la unidad de descomposición criogénica de gases (p.ej. puesto que el proceso no posee ningún exceso de frío, porque no está disposición ningún frío ajeno o puesto que por esta razón se necesitaría una turbina de expansión), el gas de síntesis purificado es aportado detrás del puesto de adsorción directamente a la unidad de descomposición criogénica de gases. En el caso de esta conexión, los productos de descomposición fríos procedentes de la unidad de descomposición criogénica de gases, antes de su conducción ulterior a la unidad de lavado Rectisol, se calientan incipientemente hasta la temperatura del entorno. Una forma de

ES 2 315 951 T3

realización adicional del procedimiento conforme al invento prevé reciclar la corriente parcial del gas de síntesis, destinada a la regeneración de los adsorbentes, a la unidad de lavado Rectisol, y calentarla allí de manera preferida en sentido opuesto al gas de síntesis en bruto, que afluye en la unidad de lavado Rectisol, antes de que ella sea conducida al puesto de adsorción, y se lleva a la temperatura requerida para la regeneración con ayuda de un aparato calentador de vapor o eléctrico. Con el fin de enfriar de nuevo a los adsorbentes después de su regeneración, conforme al invento, la corriente parcial del gas de síntesis frío se conduce, sin ningún calentamiento incipiente en la unidad de lavado Rectisol, al puesto de adsorción.

En el caso de unas instalaciones de gas de síntesis, que producen, entre otras cosas, también un gas de síntesis de metanol, una forma de realización adicional del procedimiento conforme al invento prevé aprovechar rentablemente el gas residual procedente de la unidad de descomposición criogénica de gases, reciclándolo a través del compresor para gas reciclado de la unidad de lavado Rectisol de retorno al gas de síntesis en bruto. Si se trata de una unidad de lavado Rectisol de dos tramos (concepto de 2 adsorbentes), entonces la corriente de reciclaje se alimenta de manera preferida dentro de la corriente de gas de síntesis en bruto procedente de la unidad de conversión en CO y, de esta manera, se aporta directamente al gas de síntesis de metanol después del lavado.

En unas instalaciones de gas de síntesis, que aprovechan regularmente un gas de regeneración procedente de la unidad de descomposición criogénica de gases, el procedimiento conforme al invento se emplea convenientemente, por lo menos durante el funcionamiento de puesta en marcha, cuando no se pueda recibir todavía nada de gas o no se pueda recibir una cantidad suficiente del gas desde la unidad de descomposición criogénica de gases. Por regla general, en este caso, después de la regeneración de los adsorbentes, el gas de síntesis no es reciclado delante de la unidad de lavado de CO₂, sino que se utiliza como gas de combustión o se entrega a la antorcha. Se puede prescindir de un compresor para el gas de regeneración, puesto que está a disposición un suficiente gradiente de presiones. Alternativamente a esto, el gas de regeneración se puede conducir también a una instalación de adsorción por cambio de presiones (DWA), con el fin de obtener un hidrógeno puro.

A continuación, se ha de ilustrar más detalladamente el procedimiento conforme al invento con ayuda de los Ejemplos de realización expuestos esquemáticamente en las Figuras 1 hasta 6. En las Figuras, los mismos símbolos designan a las mismas partes de la instalación o respectivamente a las mismas conducciones, en las que son transportadas las mismas sustancias.

En la Fig. 1 se reproduce esquemáticamente un procedimiento, en el que, delante de la unidad de lavado de CO₂ un compresor situado en la conducción de gas de regeneración, se emplea para el reciclamiento del gas de regeneración cargado.

El gas de síntesis en bruto, que procede de la unidad de producción de gas de síntesis GE, se aporta a la unidad de lavado de CO₂ W a través de la conducción 1. Allí se separa por lavado la mayor parte del CO₂ - pero también la mayor parte de otras sustancias indeseadas - y se retira desde el proceso a través de la conducción 2. A través de la conducción 3, el gas de síntesis en bruto llega al puesto de adsorción A, en donde es purificado con respecto de los restos, que todavía han quedado, de sustancias indeseadas, antes de ser conducido a través de la conducción 4 dentro de la unidad de descomposición criogénica de gases Z. La fracción de gases residuales procedente de Z se entrega a una antorcha a través de la conducción 7, mientras que la fracción de CO y la fracción de H₂ se conducen ulteriormente a través de las conducciones 8 y 9.

Desde la corriente purificada de gas de síntesis se saca una corriente parcial y ésta se recicla a través de las conducciones 5 y 5' como gas de regeneración al puesto de adsorción A, en donde, después de un calentamiento en un aparato calentador de vapor o eléctrico (no dibujado), circula a través de un adsorbente, que se ha de regenerar, y se enriquece con las sustancias que se han desorbido allí (sobre todo CO₂ y agua). A continuación, el gas de regeneración cargado se recicla, a través de la conducción 6, delante de la unidad de lavado de CO₂ W y se mezcla con la corriente de gas de síntesis en bruto en la conducción 1. El gas de síntesis aprovechado como gas de regeneración se conduce, por lo tanto, en un circuito, y permanece de esta manera en el proceso.

Junto al sitio de retirada del gas de regeneración, detrás del puesto de adsorción A, reina una presión más pequeña que delante de la unidad de lavado de CO₂ W. Con el fin de poder reciclar el gas de síntesis, utilizado como gas de regeneración, hasta delante de la unidad de lavado de CO₂ W, se tiene que compensar esta diferencia de presiones así como la pérdida de presión a lo largo del trayecto del gas de regeneración. Con esta finalidad se incorpora un compresor V en la conducción de gas de regeneración delante del puesto de adsorción A.

Otra variante del procedimiento se representa esquemáticamente en la Fig. 2. La única diferencia con respecto a la variante representada en la Fig. 1 reside en la disposición del compresor V' en la corriente de gas de síntesis en bruto, a la que afluye el gas de síntesis en bruto a través de la conducción 3, y que lo transporta ulteriormente a través de la conducción 3' al puesto de adsorción A.

La Fig. 3 muestra esquemáticamente el caso, conforme al invento, de una instalación de gas de síntesis, en la que, junto a CO y H₂, también se produce un oxogás como producto. Para esta finalidad, unas corrientes parciales de la fracción de CO y H₂ se derivan a través de las conducciones 10 y 11, y se mezclan en la conducción 12 para dar un oxogás. El gas de síntesis utilizado como gas de regeneración, sacado desde la corriente de gas de síntesis a través de la conducción 5, y que ha sido cargado con las sustancias desorbidas en el puesto de adsorción A, se conduce a través

de la conducción 6 a la conducción 12, y allí se mezcla con el producto de oxogás. El gradiente de presiones entre el gas de síntesis y el producto de oxogás es tan alto, que se puede prescindir de un compresor para el transporte del gas de regeneración.

5 La Fig. 4 muestra esquemáticamente el caso de una instalación de gas de síntesis, en la que, junto a CO y H₂, se produce también un gas de síntesis de metanol como producto. El gas de síntesis en bruto, que es producido en GE' y que es sometido, en dependencia de las relaciones de los productos, por lo menos parcialmente a una conversión en CO, llega a través de la conducción 1 a la unidad de lavado de CO₂ W, que está realizada como una unidad de lavado Rectisol, y que trabaja a -40°C. Una corriente parcial del gas de síntesis en bruto (tratado en la unidad de lavado) es derivada desde W a través de la conducción 13, y es mezclada en la conducción 14 con una corriente parcial de la fracción de H₂, que es aportada a través de la conducción 11, para dar un gas de síntesis de metanol. El gas de regeneración, sacado a través de la conducción 5 desde la corriente de gas de síntesis, se recicla a la unidad de lavado de CO₂ W, allí se calienta en sentido opuesto al del gas de síntesis en bruto, que afluye a través de la conducción 1, y se conduce a través de la conducción 5' para la regeneración de los adsorbentes en el puesto de adsorción A. El gas de regeneración cargado circula a través de la conducción 6 y sale, y se mezcla en la conducción 14 con el gas de síntesis de metanol. Con el fin de enfriar de nuevo a un adsorbente después de su regeneración, se interrumpe la corriente de gas de regeneración a través de la conducción 5' y, en lugar de ésta, se aporta a través de la conducción 15 un gas de síntesis, que no es calentado incipientemente en la unidad de lavado Rectisol, al adsorbente. El gas residual procedente de la unidad de descomposición criogénica de gases Z se recicla a través de la conducción 7 a la unidad de lavado de CO₂ W, allí se comprime por medio de un compresor para el gas reciclado (no mostrado) en el gas de síntesis en bruto y se aporta finalmente a través de la conducción 13 al gas de síntesis de metanol.

La Fig. 5 muestra esquemáticamente asimismo una instalación de gas de síntesis, en la que, junto a CO y H₂, se produce también un gas de síntesis de metanol como producto. El gas de síntesis purificado se recicla a través de la conducción 4' a la unidad de lavado de CO₂ y se calienta en sentido opuesto al gas de síntesis en bruto que afluye a través de la conducción 1, antes de que él sea conducido ulteriormente a través de la conducción 4 a la unidad de descomposición criogénica de gases Z. A través de la conducción 5 se deriva una corriente parcial desde el gas de síntesis calentado incipientemente y se conduce a los adsorbentes en el puesto de adsorción A. El gas de regeneración cargado circula a través de la conducción 6 y sale, y se mezcla en la conducción 14 con el gas de síntesis de metanol. Con el fin de enfriar de nuevo a los adsorbentes después de su regeneración, se interrumpe la corriente de gas de regeneración a través de la conducción 5 y, en lugar de ésta, se aporta a través de la conducción 16 un gas de síntesis, que no se ha calentado incipientemente en la unidad de lavado de CO₂.

En la Fig. 6 se bosqueja una variante del procedimiento, que permite regenerar a los adsorbentes durante el funcionamiento de puesta en marcha, cuando para la regeneración de los adsorbentes todavía no está a disposición nada de gas o no está a disposición una cantidad suficiente de gas de regeneración regular, el cual es aportado a través de la conducción 7 desde la unidad de descomposición criogénica de gases Z, y en estado cargado es evacuado a través de la conducción 17. El gas de síntesis purificado, que se ha sacado a través de la conducción 5, se conduce como gas de regeneración a través del puesto de adsorción. El gas de regeneración cargado se evacua a través de la conducción 6 y se utiliza como gas de combustión o se entrega a la antorcha. Alternativamente a esto, el gas de regeneración cargado se puede conducir también a una instalación de adsorción por cambio de presiones (DWA), con el fin de obtener un hidrógeno puro.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la regeneración de los adsorbentes de un puesto de adsorción (A), que se emplea para la purificación del gas de síntesis (3), que afluye a una unidad de descomposición criogénica de gases (Z) de una instalación de gas de síntesis, en la que se obtiene un producto de oxogás (12) o un gas de síntesis de metanol (14), sacándose desde la corriente purificada de gas de síntesis (4), detrás del puesto de adsorción (A), pero todavía delante de su unidad de descomposición criogénica (Z), una corriente parcial (5), y reciclándose ésta al puesto de adsorción (A) como gas de regeneración para la regeneración de los adsorbentes, **caracterizado** porque el gas de síntesis (6) utilizado como gas de regeneración, después del paso a través del o de los adsorbente(s), que se debe(n) de regenerar, se mezcla con el producto de oxogás (12) o respectivamente con el gas de síntesis de metanol (14).

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque en unas instalaciones, en las que se produce entre otras cosas también un gas de síntesis de metanol (14), el gas de síntesis (4'), después de la purificación en el puesto de adsorción (A), se recicla a la unidad de lavado de CO₂ (W), allí se calienta incipientemente de manera preferida en sentido opuesto a la corriente de gas de síntesis en bruto (1), que se debe de enfriar, y a continuación se conduce ulteriormente a la unidad de descomposición criogénica de gases (Z), sacándose desde la corriente de gas de síntesis calentada incipientemente (4), detrás de la unidad de lavado de CO₂ (W), pero todavía antes de su descomposición criogénica (Z), una corriente parcial (5), y ésta se utiliza como gas de regeneración para la regeneración de los adsorbentes del puesto de adsorción (A), y el gas de regeneración cargado (6) se alimenta dentro del gas de síntesis de metanol (14).

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque de la corriente de gas de síntesis (4), detrás del puesto de adsorción (A), pero todavía delante de la unidad de lavado de CO₂ (W), se saca una corriente parcial (16) y ésta se utiliza para la refrigeración de los adsorbentes del puesto de adsorción (A), después de la regeneración, y a continuación se alimenta dentro del gas de síntesis de metanol (14).

4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque en las instalaciones, en las que se produce entre otras cosas también un gas de síntesis de metanol, el gas de regeneración (5) se recicla a la unidad de lavado de CO₂ (W) y allí se calienta incipientemente de manera preferida en sentido opuesto al gas de síntesis en bruto (1), que se debe de enfriar, se utiliza para la regeneración de los adsorbentes del puesto de adsorción (A) y a continuación se alimenta dentro del gas de síntesis de metanol (14).

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque para la refrigeración de los adsorbentes del puesto de adsorción (A), después de la regeneración se utiliza un gas de síntesis frío (15), que no es calentado incipientemente en la unidad de lavado de CO₂ (W), y a continuación se alimenta dentro del gas de síntesis de metanol (14).

6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque en unas instalaciones de gas de síntesis, que aprovechan regularmente un gas que procede de la unidad de descomposición criogénica de gases como gas de regeneración, se utiliza una corriente parcial del gas de síntesis como gas de regeneración, mientras tanto que durante el funcionamiento de puesta en marcha no esté a disposición nada de gas o no esté a disposición una cantidad suficiente de gas de regeneración, utilizándose el gas de síntesis después del paso a través del o de los adsorbente(s), que se debe(n) de regenerar, como gas de combustión, o se entrega a la antorcha, o se conduce a una instalación de adsorción por cambio de presiones (DWA) para la obtención de un hidrógeno puro.

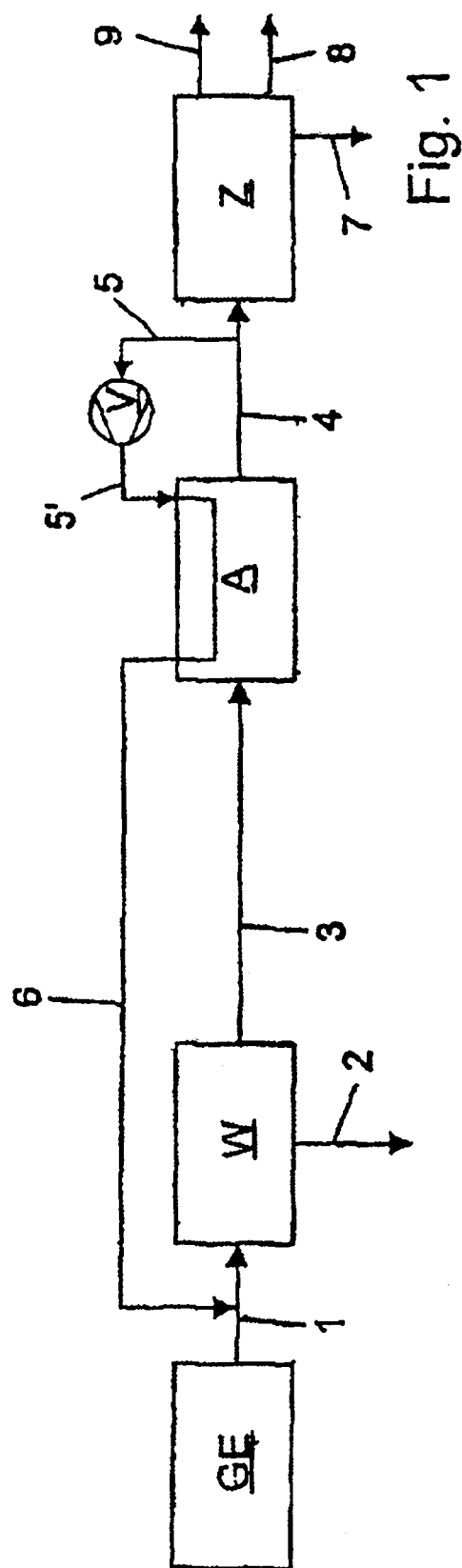


Fig. 1

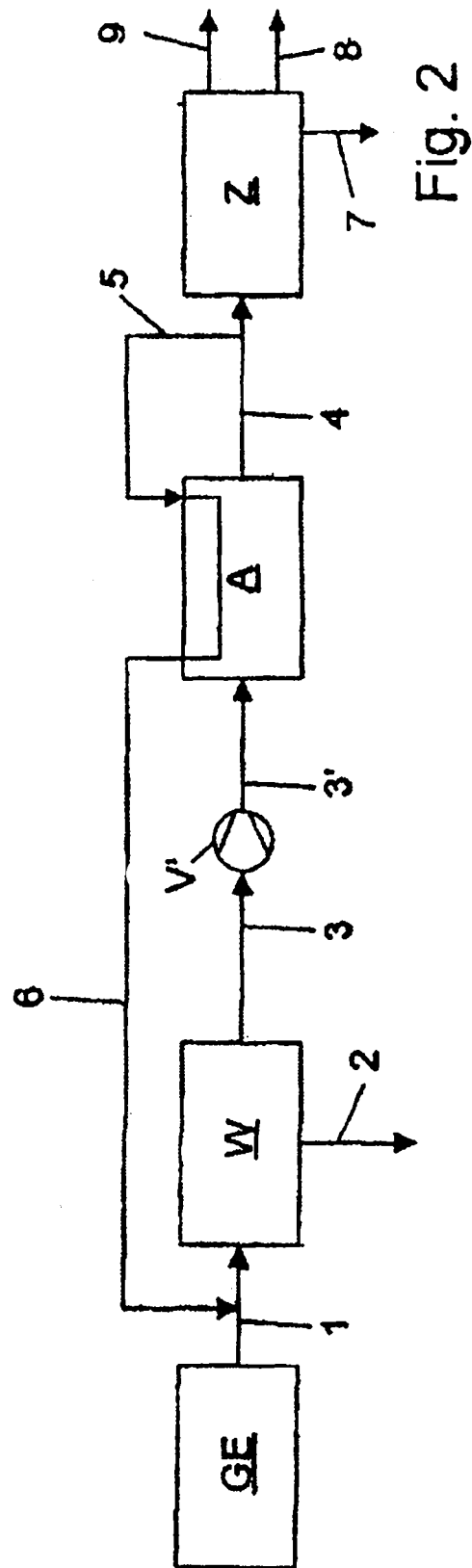


Fig. 2

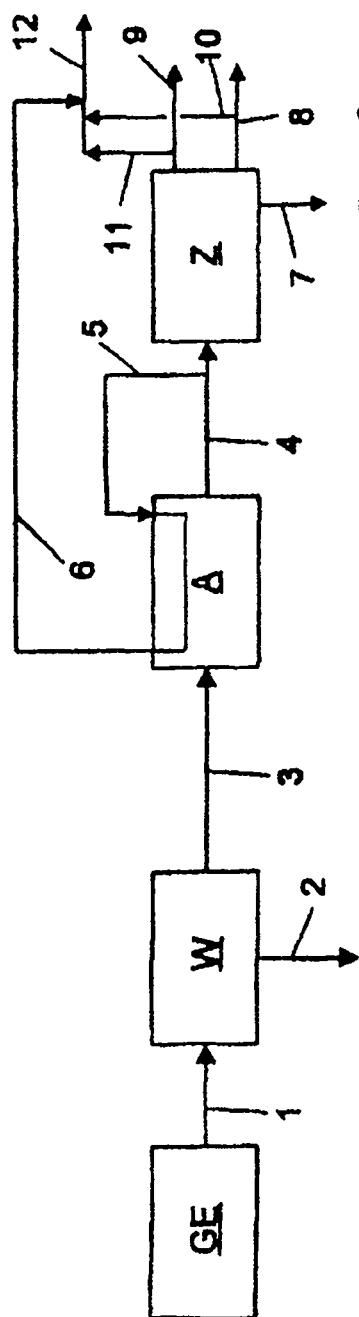


Fig. 3

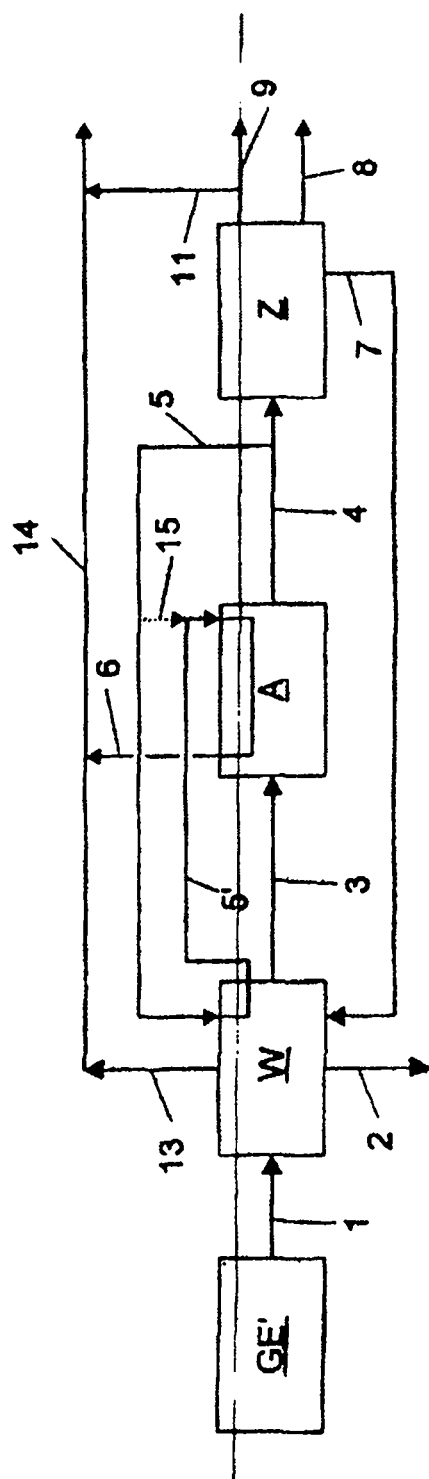


Fig. 4

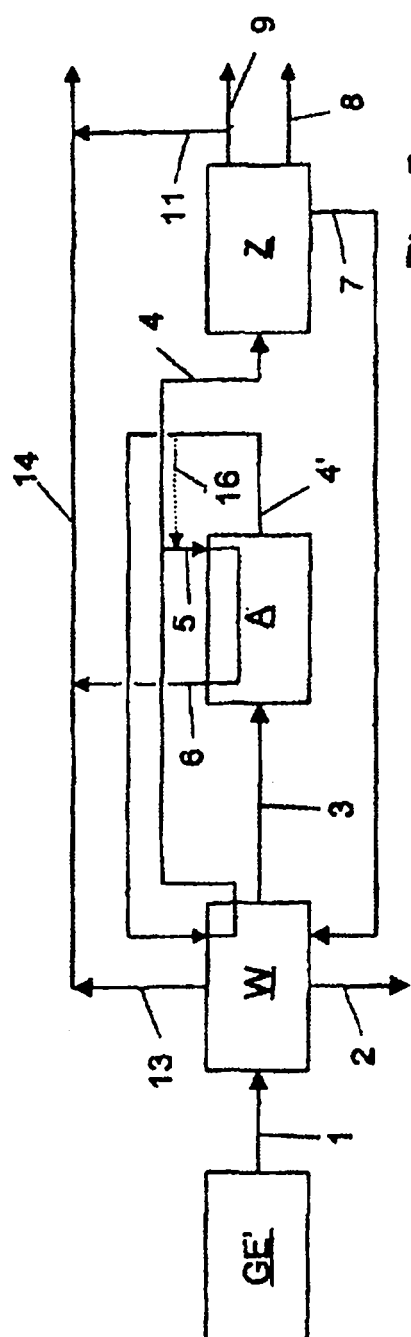


Fig. 5

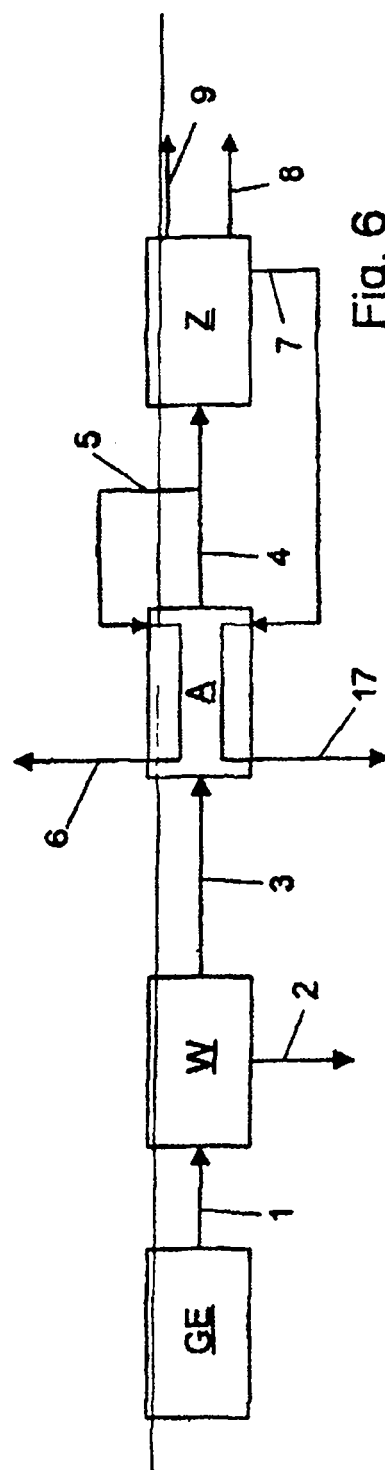


Fig. 6