

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 523**

51 Int. Cl.:

**C01B 17/04** (2006.01)

**B01D 53/04** (2006.01)

**B01D 53/52** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2013 E 13001642 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2015 EP 2784022**

54 Título: **Aplicación de oxígeno en unidades de Claus cargadas con una carga adicional - particularmente una corriente de gas residual que contiene SO<sub>2</sub> y que procede de la regeneración de adsorbente**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.09.2015**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SCHREINER, BERNHARD, DR.**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 545 523 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

Aplicación de oxígeno en unidades de Claus cargadas con una carga adicional – particularmente una corriente de gas residual que contiene  $\text{SO}_2$  y que procede de la regeneración de adsorbente

La presente invención se refiere a un método para separar azufre de un fluido.

5 Un método de este tipo comprende las etapas de proporcionar un primer fluido que comprende un compuesto que contiene azufre, adsorber el azufre del compuesto que contiene azufre sobre un adsorbente, en particular en presencia de hidrógeno, regenerar el adsorbente mediante oxidación del azufre adsorbido a dióxido de azufre, produciendo de este modo una corriente de gas de escape que comprende dióxido de azufre, proporcionar un  
10 segundo fluido que comprende sulfuro de hidrógeno, utilizando el segundo fluido y la corriente de gas como reactivos en un proceso de Claus para producir azufre elemental, en el que una parte de sulfuro de hidrógeno proporcionada por el segundo fluido se oxida a dióxido de azufre y agua a una temperatura de reacción, y en el que el sulfuro de hidrógeno residual, el óxido de azufre resultante y el óxido de azufre proporcionado por la corriente de gas de escape se convierten en azufre elemental, y en el que el oxígeno requerido para la oxidación del sulfuro de hidrógeno proporcionado por el segundo fluido es proporcionado por una corriente de aire, y en el que la corriente de gas de escape diluye el segundo fluido en el proceso de Claus.

Unidades de recuperación de azufre basado en el llamado "Proceso de Claus Modificado" producen azufre elemental a partir de gases de alimentación con alta concentración de  $\text{H}_2\text{S}$  mediante oxidación parcial de este último utilizando aire como oxidante primario. Esta oxidación con aire se realiza mediante la aplicación de una llama abierta en el interior de una cámara de combustión (también denominada horno de Claus). Las alimentaciones de unidades  
20 de Claus hechas funcionar en refinerías de petróleo son típicamente corrientes de gas que tienen una alta concentración de  $\text{H}_2\text{S}$  (es decir, gas ácido) a veces en combinación con una segunda corriente de  $\text{H}_2\text{S}$  que contiene los llamados gases de separador de aguas ácidas y grandes cantidades de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ).

La estabilidad de cualquier llama basada en la combustión de combustible depende mucho de la concentración de inflamables dentro de la corriente de combustible; es decir, cuanto más diluido esté el combustible con compuestos que no participan en el proceso de oxidación más baja será la temperatura de la llama. En el caso extremo la llama incluso puede expirar. En caso de componentes inertes tales como nitrógeno este efecto es más evidente, pero si  $\text{SO}_2$  es importado a un horno de Claus, la complicación se agrava incluso por un segundo efecto - es decir, que incluso menos del principal combustible (p. ej.,  $\text{H}_2\text{S}$ ) puede ser oxidado a  $\text{SO}_2$ , que es el participante en la reacción importante de  $\text{H}_2\text{S}$  residual dentro de las secciones aguas abajo de la unidad de Claus. Por lo tanto, en los casos de importación de gases que contienen  $\text{SO}_2$  en un horno de Claus la consecuencia natural es - en circunstancias incluso sustanciales – una caída de la temperatura del horno. Los efectos secundarios de una disminución de la temperatura de este tipo son ampliamente conocidos.

Más notoria es la destrucción incompleta de los llamados compuestos traza tales como hidrocarburos persistentes (benceno, tolueno, xilenos, estireno) y también  $\text{NH}_3$ . Un adelanto en los hidrocarburos conduce a ensuciamiento/desactivación del catalizador y a una reducción de la calidad de azufre. Incluso más sensible a la temperatura reducida del horno es la eficiencia de la destrucción de  $\text{NH}_3$ . Si esta última es incompleta  $\text{NH}_3$  forma sales sólidas en los "puntos calientes" de la sección de Claus aguas abajo, que puede conducir a efectos tales como una eficiencia reducida de recuperación de azufre, más tiempo de parada de la planta, un daño considerable debido a la corrosión, la reducción de capacidad de la planta, etc.

40 El documento US-A-4533529 describe un procedimiento para obtener azufre elemental a partir de una corriente de efluente gaseosa que contiene sulfuro de hidrógeno (p. ej., un gas de cola de Claus) haciendo uso de un sorbente de óxido de zinc y la regeneración del sorbente sulfurado con oxígeno, dando como resultado una corriente que comprende dióxido de azufre. La corriente de  $\text{SO}_2$  puede ser alimentada a un reactor de Claus termal. El documento no describe que el enriquecimiento con oxígeno se aplique a los reactores termales de la planta de Claus a la que se alimenta el gas regenerador.  
45

Basándose en estos antecedentes, es el objetivo de la presente invención proporcionar un método eficiente y económico para la separación de azufre.

El problema se resuelve mediante un método que tiene las características de la reivindicación 1.

De acuerdo con ello, el proceso de Claus es enriquecido con oxígeno para mantener la temperatura de reacción igual o superior a 1100 °C, preferiblemente por encima de 1200 °C, preferiblemente por encima de 1250 °C, preferiblemente por encima de 1300 °C, preferiblemente por encima de 1400 °C.

Un fluido en el sentido de la presente invención se refiere particularmente a un líquido o un gas.

- 5 El enriquecimiento en oxígeno del proceso de Claus conduce a una mejora de la oxidación de sulfuro de hidrógeno y a un aumento de la temperatura de reacción.

10 Una ventaja adicional del método de la invención es que la dilución es compensada por el enriquecimiento en oxígeno del proceso de Claus. Dado que las unidades de Claus están limitadas en su caudal de gas por diseño, una dilución del sulfuro de hidrógeno alimentado disminuye la capacidad de la unidad. Con ello el rendimiento de azufre elemental disminuye, porque se oxida menos sulfuro de hidrógeno y subsiguientemente se convierte en azufre elemental. Debido al enriquecimiento de la corriente de aire con oxígeno, el volumen de la corriente de aire se puede disminuir y un mayor volumen de sulfuro de hidrógeno puede ser alimentado a la unidad de Claus/proceso de Claus, aumentando con ello la capacidad de la unidad de Claus/proceso de Claus.

15 Otra ventaja del método de acuerdo con la invención es que los hidrocarburos opcionalmente presentes en la corriente de gas de escape, por ejemplo debido a la oxidación insuficiente, particularmente en el caso de un mal funcionamiento tal como un suministro inadecuado de aire utilizado para la regeneración oxidativa del adsorbente, son oxidados en el proceso de Claus a la temperatura de reacción descrita anteriormente y por lo tanto separados.

20 En algunas realizaciones, el proceso de Claus es alimentado con aire enriquecido con oxígeno o directamente con oxígeno puro. Aire enriquecido con oxígeno en el sentido de la presente invención se refiere particularmente a aire con un contenido en oxígeno de al menos 21% (v/v), 28% (v/v), 45% (v/v), 60% (v/v) o 75% (v/v). Oxígeno puro en el sentido de la presente invención se refiere, en particular, al oxígeno con una pureza de al menos el 90% (v/v). El uso de aire enriquecido con oxígeno u oxígeno puro permite una mayor conversión del sulfuro de hidrógeno en el segundo fluido en la misma unidad y evita reacciones secundarias no deseadas y la contaminación con el nitrógeno. Adicionalmente, el uso de aire enriquecido con oxígeno u oxígeno puro permite el procesamiento de un segundo fluido con un contenido en sulfuro de hidrógeno bajo (particularmente por debajo de 20% (v/v) de H<sub>2</sub>S) y/o un segundo fluido que comprende amoníaco, hidrocarburos, en particular metano o arenas tales como benceno, tolueno, xileno y estireno.

30 De acuerdo con una realización de la presente invención y en contraste con las operaciones normales de Claus, no un tercio pero menos de un tercio del sulfuro de hidrógeno se convierte en dióxido de azufre, que reacciona después con el dióxido de azufre proporcionado por la corriente de gas de escape a azufre elemental.

De acuerdo con una realización de la presente invención, la conversión de sulfuro de hidrógeno y dióxidos de azufre se lleva a cabo en presencia de un catalizador.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el catalizador comprende óxido de aluminio u óxido de titanio.

35 De acuerdo con una realización de la presente invención, el adsorbente es un metal reducido, un óxido metálico o un óxido metálico mixto, o un metal reducido combinado con un óxido metálico o un óxido de metal mixto.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el metal reducido se selecciona de zinc, níquel, hierro y cobre.

40 De acuerdo con una realización de la presente invención, el óxido metálico se selecciona de óxido de zinc, óxido de níquel, óxido de hierro y óxido de cobre.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el óxido metálico mixto se selecciona de Zn-Fe-O, Zn-Ti-O y Cu-Fe-Al-O.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el primer fluido se selecciona entre el grupo compuesto por gas de síntesis bruto y una corriente de hidrocarburos.

De acuerdo con una realización de la presente invención, la corriente de hidrocarburos es un destilado de petróleo crudo o producto de petróleo crudo, gas natural o biogás.

5 De acuerdo con una realización de la presente invención, el compuesto que contiene azufre se selecciona entre el grupo compuesto por sulfuro de hidrógeno, un mercaptano, un tioéter, un ditioéter, un heteroareno sustituido o no sustituido, COS y CS<sub>2</sub>.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el heteroareno se selecciona entre tiofeno y sus derivados tales como, p. ej., benzotiofeno y dibenzotiofeno.

10 De acuerdo con una realización de la presente invención, el azufre contenido en el primer fluido es adsorbido en el adsorbente en presencia de hidrógeno en el caso de que el compuesto que contiene azufre no sea sulfuro de hidrógeno.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el primer fluido es adsorbido en el adsorbente en ausencia de hidrógeno en el caso de que el compuesto que contiene azufre sea sulfuro de hidrógeno.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el segundo fluido es un gas ácido procedente de un proceso de separación de gases ácidos, particularmente del tratamiento de gases de amina.

15 De acuerdo con una realización de la presente invención, el segundo fluido comprende, además, amoníaco o un hidrocarburo, en el que el amoníaco se convierte en nitrógeno y agua y el hidrocarburo se oxida a dióxido de carbono y agua en las condiciones de reacción en la sección termal del proceso de Claus, en particular a la temperatura de reacción mencionada anteriormente de 1100 °C.

20 De acuerdo con una realización de la presente invención, el hidrocarburo comprendido dentro del segundo fluido es un alcano ligero, una olefina o un compuesto aromático tal como, por ejemplo, benceno, tolueno, xileno o estireno.

Como una ventaja de la presente invención, la conversión de amoníaco a nitrógeno a la temperatura de reacción impide la formación de sales de amonio sólidas en los puntos fríos de la sección aguas debajo de Claus del horno de Claus.

25 Como otra ventaja de la presente invención, la oxidación a fondo del hidrocarburo impide el ensuciamiento o la desactivación del catalizador descrito anteriormente.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el primer fluido que comprende el compuesto o compuestos que contienen azufre se hidrogena, en que el compuesto o compuestos que contienen azufre se reducen a sulfuro de hidrógeno y un resto o restos de compuesto correspondientes, produciendo de ese modo un fluido enriquecido con sulfuro de hidrógeno, en donde la hidrogenación se lleva a cabo antes de la adsorción.

30 De acuerdo con una realización de la presente invención, la hidrogenación se lleva a cabo en presencia de hidrógeno.

La invención se caracteriza además, sin limitaciones, mediante los siguientes ejemplos, a partir de los cuales pueden derivarse otras características, ventajas o formas de realización.

Los ejemplos no limitan, sino que ilustran la invención, en donde

35 La Fig. 1 muestra una realización del método de acuerdo con la invención.

La Fig. 2 muestra otra realización del método de acuerdo con la invención; y

la Fig. 3: muestra aún otra realización del método de acuerdo con la invención.

#### Ejemplo 1:

40 En refinerías de petróleo un nuevo proceso de profunda desulfuración de corrientes de hidrocarburos 21 que contienen moléculas portadoras de S hizo su entrada en los últimos años. Este proceso (también denominado S-Zorb), basado en la adsorción reductora 12 de azufre en un sólido 26, conduce - mediante regeneración oxidativa 13

del adsorbente cargado 25 mediante oxidación de aire 32 - a un gas de escape 27 que comprende una cantidad apreciable, pero no dominante, de SO<sub>2</sub> (p. ej., 5% en vol.). Una descripción detallada de dicho proceso S-Zorb se puede encontrar en Song et al, Applied Catalysis B: Environmental 41 (2003), páginas 207-238.

- 5 Una forma de deshacerse de este tipo de residuos 27 es enviarlos a una unidad de Claus (o proceso de Claus) 14, en el que están presentes todos los componentes de esta corriente residual (N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, arenas, hidrocarburos), respectivamente, son producidos dentro del horno de Claus (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>).

En el caso de que la corriente residual arriba mencionada se alimente a la unidad de Claus 14, se ha asumido que la temperatura en el horno de Claus puede caer considerablemente y que puede que se deban tomar medidas para restablecer la estabilidad de la operación y/o una destrucción de trazas suficientemente eficiente.

- 10 Una característica particularmente crucial se puede ver en el tratamiento con gas de escape 27 de S-Zorb mediante su envío a una unidad de Claus 14 y la combinación de esta medida de procedimiento con la aplicación de oxígeno 33 (p. ej., enriquecimiento de oxígeno 33 de la sección o etapa termal de Claus) con el fin de mantener la temperatura del horno en un nivel apropiado.

- 15 El método de acuerdo con la invención proporciona, entre otras, las siguientes ventajas: deshacerse de una corriente 27 de residuos que comprende SO<sub>2</sub> de una manera benigna para el medio ambiente - es decir, de una manera que el azufre de las moléculas de SO<sub>2</sub> se recupere de una forma elemental y, por lo tanto, útil 34; y mediante enriquecimiento de oxígeno 33 que asegure condiciones adecuadas para un funcionamiento fiable y eficiente del proceso de recuperación de azufre (es decir, el proceso de Claus 14).

- 20 Una corriente de hidrocarburos 21, de preferencia un destilado de petróleo crudo, con un compuesto que contiene azufre tal como un mercaptano, un tioéter, un ditioéter o un heteroareno tal como tiofeno o benzotiofeno 12 se pone en contacto con un adsorbente 26 en presencia de hidrógeno 22 (véase la Fig. 1). El átomo de azufre se adsorbe 12 sobre el adsorbente 26 y reacciona con el adsorbente 26, con lo cual el átomo de azufre se separa del compuesto y es retenido 12 por el adsorbente 26. El adsorbente 26 puede ser cualquier compuesto capaz de formar sulfuros y es preferiblemente un metal u óxido metálico reducido, que forma un sulfuro de metal al reaccionar con sulfuro de hidrógeno. La corriente 24 de hidrocarburos agotada en azufre se procesa adicionalmente.

- 30 El adsorbente cargado 25 se regenera entonces por oxidación 13 con oxígeno molecular, típicamente compuesto por aire, produciendo un gas de escape 27 rico en SO<sub>2</sub>, y el adsorbente 26 regenerado se vuelve a transferir entonces al proceso de adsorción 12. Dicha adsorción 12 se realiza generalmente en un reactor de lecho fluido 12, en el que el adsorbente gastado 25 se retira continuamente del reactor 12 y se transfiere a una sección de regeneración 13. En la sección de regeneración 13 el sulfuro se oxida fuera del adsorbente 25 en presencia de aire 32, y el adsorbente limpiado 26 se recicla de nuevo al reactor 12. En caso de que el adsorbente 25, 26 sea un metal reducido, el adsorbente 25 puede además ser regenerado mediante la reducción con hidrógeno 22.

- 35 Esta corriente de gas de escape 27 se envía a continuación a una unidad de Claus (o proceso de Claus) 14. En la unidad de Claus 14 se procesa un segundo fluido 31 que contiene sulfuro de hidrógeno, en el que una parte de sulfuro de hidrógeno es oxidada por el aire 32. El segundo fluido 31 puede ser cualquier fluido que comprende sulfuro de hidrógeno, por ejemplo gas ácido a partir de endulzamiento del gas u otros procesos de separación de gas ácido. Típicamente, un tercio del sulfuro de hidrógeno se convierte en óxido de azufre que reacciona después con los dos tercios restantes del sulfuro de hidrógeno para dar azufre elemental 34. Debido a que la corriente de gas de escape 27 proporciona una determinada cantidad de dióxido de azufre, menos de un tercio del sulfuro de hidrógeno necesita ser oxidado.

- 45 El proceso de Claus 14 se realiza generalmente en una unidad de Claus 14 que consiste esencialmente en un horno que representa la sección termal de la unidad de Claus 14, en donde el sulfuro de hidrógeno es oxidado, y un convertidor catalítico que representa la sección catalítica, en donde el convertidor es un reactor diseñado para facilitar la reacción de sulfuro de hidrógeno y óxido de azufre para dar azufre elemental 34. El convertidor puede comprender un catalizador que contiene un lecho tal como óxido de aluminio u óxido de titanio. Uno o dos convertidores catalíticos adicionales están típicamente conectados a un primer convertidor catalítico. Antes de entrar en el convertidor catalítico, el segundo fluido 31 puede ser re-calentado por encima de 200 °C por medios de calentamiento adecuados tal como un intercambiador de calor. La formación 14 de azufre elemental 34 puede, hasta cierto punto, tener lugar ya en paralelo a la reacción de oxidación 14 en el horno.

El azufre elemental 34 se puede separar en un condensador, en donde el vapor de azufre 34 se condensa en azufre líquido 34. El vapor de azufre 34 se puede enfriar adicionalmente en el condensador por debajo de 140 °C. Adicionalmente, un condensador puede estar dispuesto entre el horno y el convertidor catalítico.

5 Mediante el envío del gas de escape 27 a la unidad de Claus 14, se diluye la mezcla de reacción que consiste en el segundo fluido 31 y aire 32, provocando una caída de la temperatura de reacción y una disminución de la concentración de sulfuro de hidrógeno en la reacción 14. Adicionalmente, debido a que una unidad de Claus 14 está generalmente limitada por un caudal de gas, la adición de volúmenes adicionales disminuye el volumen y, por lo tanto, la cantidad del sulfuro de hidrógeno que se puede convertir. Este efecto negativo se ve compensado por enriquecer el aire 32 o directamente el proceso de Claus 14 con oxígeno 33. El enriquecimiento en oxígeno 33  
10 soporta la oxidación 14 del sulfuro de hidrógeno, resultando en una temperatura más alta y una mayor tasa de conversión de sulfuro de hidrógeno.

En particular, la concentración de oxígeno del aire 32 se incrementa de tal manera que se puede reducir el volumen de aire 32, compensando así el efecto de dilución de la inyección de gas de escape 27. Además, la aplicación de aire 32 enriquecido en oxígeno 33 en el proceso de Claus 14 asegura que se mantenga una temperatura de reacción deseada de al menos 1100 °C, preferiblemente una temperatura de reacción de al menos 1250 °C (véase también arriba).  
15

El segundo fluido 31 puede comprender, además, compuestos traza tales como hidrocarburos persistentes (p. ej., benceno, tolueno, xilenos o estireno). Los compuestos traza se oxidan 14 a monóxido de carbono, dióxido de carbono y agua a temperaturas superiores a 1100 °C, lo que impide el ensuciamiento/desactivación del catalizador y la calidad reducida de azufre 34 provocada por los compuestos traza. El segundo fluido 31 también puede comprender amoníaco, que se convierte en nitrógeno y agua a temperaturas superiores a 1100 °C. Esta conversión es casi totalmente completa a temperatura por encima de 1250 ° y evita la formación de acumulaciones y obstrucciones sólidas causadas por sales de amoníaco.  
20

Alternativamente, la corriente de hidrocarburos 21 puede ser tratada primero con hidrógeno 22 en presencia de un catalizador adecuado tal  $\text{Co-Mo/Al}_2\text{O}_3$  o  $\text{Ni-Mo/Al}_2\text{O}_3$ , en donde el compuesto que contiene azufre se reduce a sulfuro de hidrógeno y un resto de compuesto residual (véase la Fig. 2). Después de esto, la corriente de hidrocarburos resultante 23 enriquecida con sulfuro de hidrógeno se pone en contacto con un adsorbente 26, en donde el sulfuro de hidrógeno reacciona 12 con el adsorbente 26, y en donde el átomo de azufre es retenido 12 por el adsorbente. La adsorción 12, la regeneración 13 y la alimentación de la corriente de gas de escape 27 resultante a la unidad de Claus 14 se realizan de forma análoga al ejemplo anteriormente descrito.  
25  
30

#### Ejemplo 2:

Este concepto no sólo es válido para las corrientes residuales procedentes del proceso de S-Zorb mayormente aplicado en las refinerías de petróleo. Para esquemas de gasificación ya está muy desarrollado un proceso de adsorción con el fin de alcanzar la desulfuración de gas caliente. Aquí, también se produce un gas residual en la etapa de regeneración del adsorbente, que puede ser enviado a una unidad de Claus. Aquí, de nuevo, la combinación con la aplicación de oxígeno es una solución elegante; deshaciéndose de  $\text{SO}_2$  mediante recuperación del azufre. También la separación de azufre de otras corrientes gaseosas tales como gas natural es una fuente para corrientes residuales ricas en dióxido de azufre, que pueden ser procesadas como se describió arriba.  
35

En el caso de que una corriente de hidrocarburos tal como gas natural u otra corriente de gas, tal como gas de síntesis bruto, comprenda ya sulfuro de hidrógeno, la corriente (21) se pone en contacto directamente con el adsorbente (Fig. 3) sin ningún tratamiento. Una vez más, la adsorción 12, la regeneración 13 y la alimentación de la corriente de gas de escape 27 resultante a la unidad de Claus 14 se realiza de forma análoga a los ejemplos arriba descritos.  
40

## Lista de números de referencia

11	Hidrogenación
12	Adsorción
13	Regeneración
14	Proceso de Claus
21	Corriente de fluidos con compuesto que contiene azufre
22	Hidrógeno
23	Corriente de fluidos con sulfuro de hidrógeno
24	Corriente de fluidos con cantidad reducida de compuesto que contiene azufre
25	Adsorbente cargado con sulfuro de hidrógeno unido
26	Adsorbente libre
27	Gas de escape de la regeneración (SO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> y opcionalmente hidrocarburos)
31	Gas de alimentación para el proceso de Claus (H <sub>2</sub> S, NH <sub>3</sub> , COS, CS <sub>2</sub> e hidrocarburos)
32	Aire
33	Oxígeno
34	Azufre elemental

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para separar azufre de un fluido, que comprende las etapas de:
- proporcionar un primer fluido (21) que comprende un compuesto con contenido en azufre,
  - 5 - adsorber (12) el azufre de dicho compuesto con contenido en azufre sobre un adsorbente (26), particularmente en presencia de hidrógeno (22),
  - regenerar (13) dicho adsorbente (25) mediante oxidación de dicho azufre adsorbido a dióxido de azufre, proporcionando con ello una corriente de gas de escape (27) que comprende dióxido de azufre,
  - proporcionar un segundo fluido (31) que comprende sulfuro de hidrógeno,
  - 10 - utilizar dicho segundo fluido (31) y dicha corriente de gas de escape (27) como reaccionantes en un proceso de Claus (14) para producir azufre elemental (34),
    - en donde una parte de sulfuro de hidrógeno proporcionada por dicho segundo fluido (31) se oxida a dióxido de azufre y agua a una temperatura de reacción,
    - en donde el sulfuro de hidrógeno residual, el óxido de azufre resultante y dicho óxido de azufre proporcionado por dicha corriente de gas de escape (27) se convierten en azufre elemental (34),
    - 15 • en donde el oxígeno requerido para dicha oxidación de dicho sulfuro de hidrógeno proporcionado por dicho segundo fluido (31) es proporcionado por una corriente de aire (32), y
    - en donde dicha corriente de gas de escape (27) diluye dicho segundo fluido (31) en dicho proceso de Claus (14),
- caracterizado por que
- 20 dicho proceso de Claus es enriquecido con oxígeno (33) para mantener dicha temperatura de reacción igual a o por encima de 1100 °C, preferiblemente por encima de 1200 °C, preferiblemente por encima de 1250 °C, preferiblemente por encima de 1300 °C, preferiblemente por encima de 1400 °C.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que dicha corriente de aire (32) está enriquecida con oxígeno (33), u oxígeno (33) se alimenta directamente a dicho proceso de Claus (14).
- 25 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que dicho adsorbente (25, 26) es un metal reducido, preferiblemente zinc, níquel, hierro o cobre, o un óxido metálico, preferiblemente óxido de zinc, óxido de níquel, óxido de hierro u óxido de cobre, o un óxido metálico mixto, preferiblemente Zn-Fe-O, Zn-Ti-O o Cu-Fe-Al-O.
4. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que dicho primer fluido (21) se selecciona de un gas de síntesis bruto y una corriente de hidrocarburos, particularmente un destilado de petróleo crudo o producto de petróleo crudo, gas natural o biogás.
- 30 5. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que dicho primer fluido (21) se hidrogena (11), en el que dicho compuesto con contenido en azufre se reduce en sulfuro de hidrógeno y un resto de compuesto correspondiente, y en el que dicha hidrogenación (11) se realiza antes de dicha adsorción (12).

Figura 1

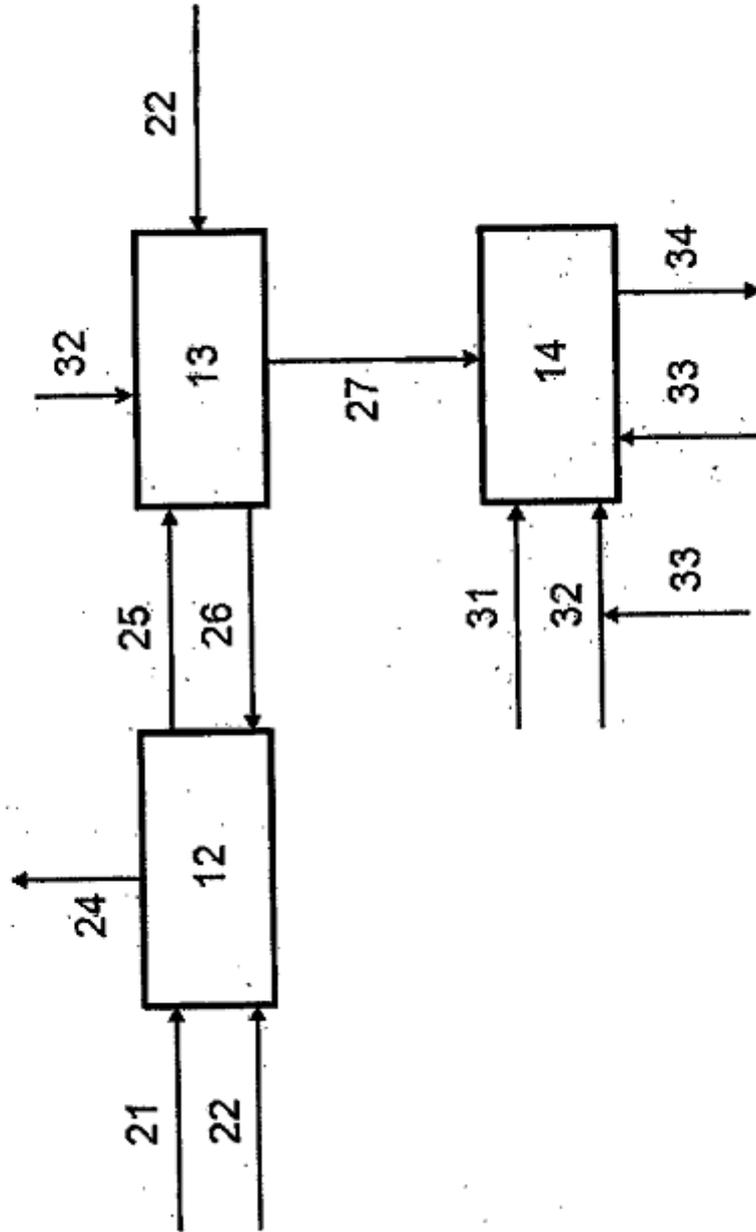


Figura 2

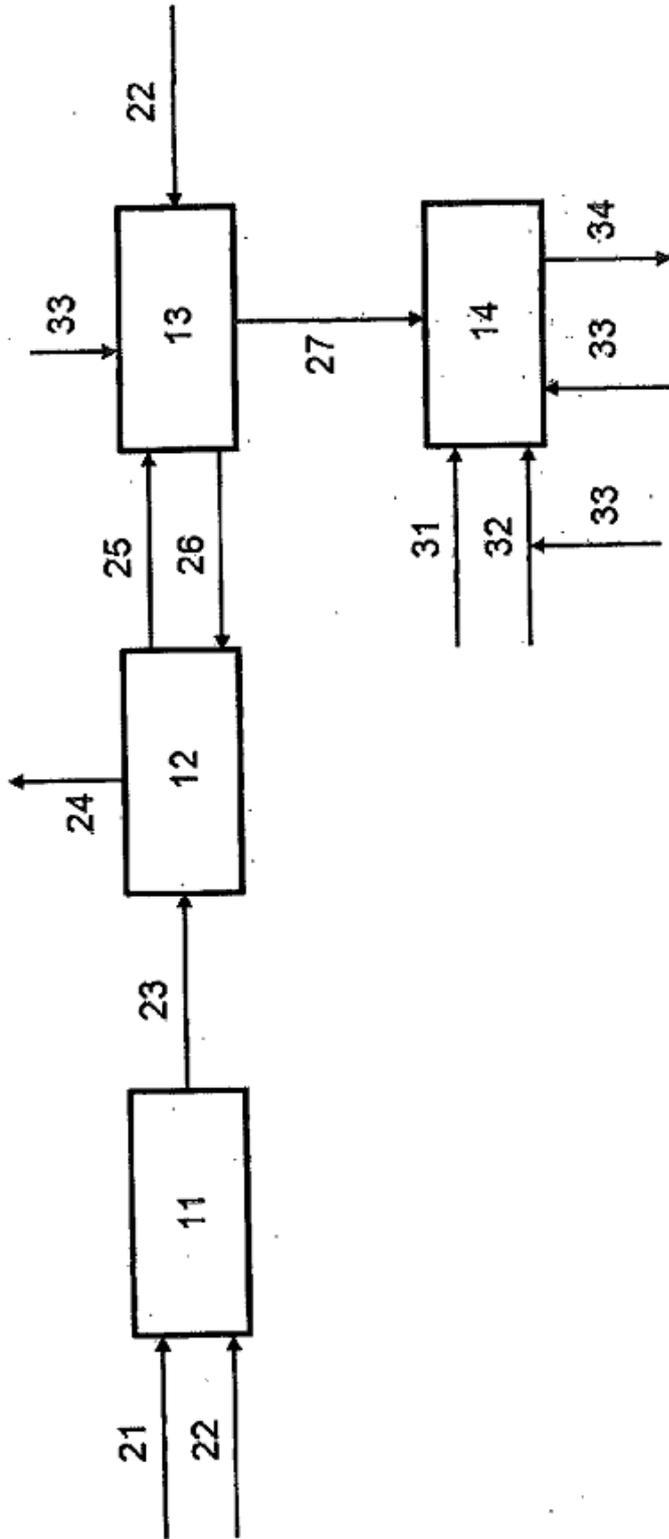


Figura 3

