

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 616 978**

51 Int. Cl.:

B01J 3/00 (2006.01)
B09B 3/00 (2006.01)
C10G 1/00 (2006.01)
C10J 3/78 (2006.01)
C10G 1/10 (2006.01)
C10J 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.03.2008** **PCT/AU2008/000429**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.02.2009** **WO09015409**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2008** **E 08714471 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016** **EP 2178625**

54 Título: **Proceso y aparato para convertir materia orgánica en un producto**

30 Prioridad:

27.07.2007 AU 2007904037 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.06.2017

73 Titular/es:

IGNITE RESOURCES PTY LTD (33.3%)
Level 7, 140 Arthur St,
North Sydney, NSW 2060, AU;
LICELLA PTY LIMITED (33.3%) y
LICELLA FIBRE FUELS PTY LTD (33.3%)

72 Inventor/es:

HUMPHREYS, LEONARD JAMES

74 Agente/Representante:

CAMPELLO ESTEBARANZ, Reyes

ES 2 616 978 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

Proceso y aparato para convertir materia orgánica en un producto.

5 Campo técnico

- Se desvelan un proceso y un aparato para la conversión de materia orgánica en un producto. El proceso puede aplicarse a muchos tipos de materia orgánica que tengan diferentes contenidos de humedad y composiciones químicas. Un proceso ejemplar específico es la conversión de lignito en diversos productos de combustible. Otros usos ejemplares del proceso pueden incluir la descomposición de materia orgánica, tales como materias primas lignocelulósicas y plásticas o de polímero.

Técnica antecedente

- 15 El lignito, a menudo conocido como carbón bituminoso, es el rango más bajo del carbón y se utiliza casi exclusivamente como combustible para la generación de energía eléctrica por vapor. Es de color parduzco-negro y tiene un alto contenido de humedad inherente, a veces tal alto como del 66 por ciento y muy alto contenido de cenizas comparado con el carbón bituminoso. También es una mezcla heterogénea de compuestos para la cual no será suficiente una fórmula simple estructural. El lignito tiene características que lo ponen en alguna parte entre el
- 20 carbón negro y la turba. Cuando se seca, se desmorona fácilmente. Se encuentra en abundancia en muchas áreas alrededor del mundo incluyendo Estados Unidos, Australia, Canadá, Grecia, y Alemania, donde generalmente se utiliza como un combustible para generar electricidad. Una cantidad considerable de electricidad generada en estos países proviene de la combustión del lignito.
- 25 El contenido de calor potencial del lignito varía ampliamente dependiendo del contenido de humedad, la fuente y la tecnología de combustión. Debido a su baja densidad de energía, el carbón bituminoso es ineficiente para el transporte y no se comercializa ampliamente en el mercado mundial comparado con grados más altos de carbón, tales como el carbón negro. El carbón bituminoso a menudo se quema en estaciones de energía construidas muy cerca de minas, tal como en el Latrobe Valley de Australia. Rara vez estas minas son subterráneas debido a la
- 30 ubicación del carbón cerca de la superficie y a menudo se practica la minería a cielo abierto. Las emisiones de dióxido de carbono por unidad de potencia generadas son por lo general mayores que las plantas de quema de carbón bituminoso que las plantas de carbón negro comparables. El contenido de humedad de lignito normalmente requiere secar el suministro antes de la combustión en una estación de energía, lo que se suma al coste y la complejidad del proceso.
- 35 La operación continua de las plantas de carbón bituminoso, particularmente en combinación con la minería a cielo abierto, es ampliamente criticada en los ambientes ecológicos. Como resultado, existe la necesidad de encontrar formas de generar un flujo o flujos de combustible de producto de alto valor de un depósito de lignito.
- 40 Debe entenderse que, si se hace referencia en el presente documento a cualquier información de la técnica anterior, tal referencia no constituye una admisión de que la publicación forme una parte del conocimiento general común de un experto en la técnica, en Australia o cualquier otro país.
- El documento EP 1.489.046 describe una técnica para aumentar una tasa de reciclado y mejorar la eficiencia económica en los sitios de producción reformando los materiales pesados producidos en la industria del refinamiento de petróleo o la licuefacción de carbón, tales como residuos atmosféricos y residuos de vacío, petróleo pesado natural o similar, y convirtiendo las materias primas que se originan de los productos basados en petróleo, tal como residuos plásticos.

50 Resumen de la divulgación

- En un primer aspecto, se proporciona un proceso para tratar la materia orgánica para convertirla en un producto, comprendiendo el proceso la etapa de poner en contacto la materia orgánica con líquido supercrítico por medio del cual reacciona para formar el producto, en el que el líquido puede calentarse mediante un medio de calentamiento
- 55 externo o puede calentarse de forma interna en el proceso mediante el suministro conjunto de un agente oxidante con el líquido, siendo este agente una cantidad que se predetermina para controlar el alcance al que se calienta la mezcla de reacción.

En este proceso, el calor se suministra para proporcionar suficiente energía de activación para que ocurran las

reacciones de proceso con la velocidad suficiente y para que el líquido logre las características suficientes para facilitar las reacciones de proceso.

A lo largo de esta memoria descriptiva, cuando se utiliza el término "supercrítico", se refiere a una condición de temperatura y presión en la que al menos parte del líquido de procesamiento alcanza su punto crítico y se convierte en un fluido con propiedades únicas. El fluido resultante tiene una densidad entre la de su fase de vapor y su fase líquida en condiciones estándar, y muestra altos índices de difusión tipo gas junto con un comportamiento de solvatación tipo líquida. En el caso del agua, esto significa que los hidrocarburos, por ejemplo, pueden ser solubles en agua y las sales pueden eliminarse por precipitación de la solución.

10

En general, estas condiciones de reacción se caracterizan por ser de temperatura más alta que el punto de ebullición del líquido y al menos cercanas a la temperatura supercrítica de la misma, y las presiones muy por encima de la presión atmosférica y al menos cerca del estado supercrítico.

- 15 Además, cuando se usa el término "supercrítico", debe entenderse que también puede incluir condiciones que están por debajo del punto supercrítico, donde el líquido no retiene las propiedades "normales" del fluido pero tampoco está completamente en punto "supercrítico". Esta condición a veces se conoce en la técnica como un "líquido supercrítico", y se espera que el presente proceso en ocasiones haga uso de esta región debido a las reacciones de conversión que tienen lugar, incluso si el sistema opera nominalmente en condiciones supercríticas. En otras palabras, puede haber un cambio en los estados de súper a subcríticos al menos temporalmente durante estas etapas del proceso. Esto incluso puede ser un modo de operación preferido como, por ejemplo, la operación en la región subcrítica durante un periodo puede realizar menos demandas físicas en el equipo de proceso elegido.

- 25 Cuando se usa la expresión "materia orgánica" a lo largo de esta memoria descriptiva, debe entenderse que puede incluir sólido orgánico o una mezcla de un sólido orgánico en un líquido, donde el líquido puede ser acuoso o incluso un líquido orgánico, tal como un disolvente o un alcohol. También debe entenderse que el proceso puede convertir al menos algo del sólido orgánico en un líquido orgánico antes de la etapa de descomposición química que forma los sólidos y líquidos del producto. En ese sentido, la "materia orgánica" puede incluir sólido que se convierte para ser un líquido orgánico antes de, en o durante el momento del tratamiento. La "materia orgánica" de suministro incluso puede ser una suspensión o solución de material sólido en un líquido. En algunos casos, tal suspensión o solución incluso puede re-circular o reciclarse para tratarse por segunda mediante el proceso.

- 30 El proceso proporciona una técnica para la descomposición química controlada de la materia orgánica. Cuando va seguido de la recogida de los productos de descomposición y una separación de los mismos, los productos separados pueden ser colectivamente de un valor mayor que la materia orgánica sin procesar, y pueden ser adecuados para los usos finales específicos.

- 35 El proceso también puede tratar de manera eficaz los sólidos orgánicos húmedos sin la necesidad de secar previamente el sólido. El sólido orgánico simplemente puede molerse o mezclarse y posteriormente procesarse mediante el contacto con el líquido supercrítico.

- 40 Las condiciones de líquido supercrítico pueden lograrse al calentar un volumen fijo de líquido para permitir la generación de presión, ya sea por medios autógenos (sistema estático) en el que la presión se desarrolla al calentar el líquido a un volumen fijo; o mediante la aplicación de una bomba de alta presión (sistema continuo), tal como una bomba para lodo.

En una forma de lo anterior, el líquido puede calentarse mediante un medio de calentamiento externo.

- 45 En otra forma de lo anterior, el líquido puede calentarse de manera interna dentro del propio proceso de combustión de parte de la materia orgánica usando el agente de oxidación. Por ejemplo, en la oxidación ("húmeda") en agua supercrítica, puede generarse una "llama" en el interior del medio para crear inestabilidades y reacciones químicas adicionales. El agente oxidante puede estar presente únicamente en una cantidad suficiente para permitir un porcentaje pequeño de la materia orgánica para combustión para generar una cantidad adecuada de calor para establecer el intervalo de temperatura adecuado para que el líquido logre sus características sub/supercríticas y para que el proceso forme el producto con la velocidad suficiente.

En una realización del proceso, las condiciones de líquido supercrítico pueden lograrse mediante la presurización hidrostática. En una forma de lo anterior, dicha presurización puede lograrse al localizar el líquido en un contenedor sub-terrestre o sub-oceánico.

En una realización del proceso, el agente oxidante puede seleccionarse de uno o más del grupo que comprende oxígeno, peróxido de hidrógeno y nitrato sódico. Otros agentes oxidantes, tales como fuentes alternativas de oxígeno, están dentro del alcance de la divulgación.

5

En el proceso, el líquido supercrítico comprende agua con una presión mayor de aproximadamente 220 bares, y en como mucho 300 bares. Además, el líquido supercrítico comprende agua con una temperatura de entre 350 y 420 °C, por ejemplo 400 °C.

10 En el proceso, el sólido orgánico puede ser uno o más del grupo que comprende un lignito o carbón bituminoso, lignina, celulosa y hemicelulosa.

En una realización del proceso, el líquido puede ser uno o más del grupo que comprende agua, metanol y etanol. Por ejemplo, el líquido puede el 100 por ciento de cualquiera de estos, o mezclas de los mismos. Los ejemplos de mezclas de agua-alcohol incluyen aquellas con proporciones de 100:0, 90:10, 80:20, 70:30 y 20:80 y 10:90. En tales casos, las condiciones de reacción se caracterizan por ser de temperatura mayor que cualquiera de los puntos de ebullición de los líquidos que se han mencionado anteriormente, y normalmente se encuentran cerca de la temperatura sub o supercrítica de al menos uno de ellos. Las presiones de reacción también pueden estar muy por encima de la presión atmosférica y cercanas a las de casi el estado sub o supercrítico.

20

En el proceso, el producto químicamente descompuesto puede comprender un combustible.

En una realización, el producto químicamente descompuesto puede comprender una fase líquida de productos derivados del petróleo, principalmente tales como sustancias aromáticas sustituidas, gasóleo, asfáltenos y pre-asfáltenos. Algunos de estos productos también pueden ser relativamente sin azufre y de un número mayor de octanos o cetanos que la gasolina regular o el combustible diesel. Esto puede ser un bien de alto valor.

25

En una realización del proceso, el producto químicamente descompuesto puede comprender una fase sólida que incluye principalmente carbón. Ésta es una mercancía relativamente de valor inferior en comparación con el producto en fase líquida.

30

En una realización del proceso, el producto químicamente descompuesto puede comprender una fase de gas que incluye principalmente metano, hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono.

35 En el proceso, el sólido orgánico está presente en una forma de particulado triturado adecuada para la mezcla en una suspensión. El sólido orgánico puede haberse molido o triturado a una distribución de tamaño relativamente fino para permitir la formación de la suspensión.

En el proceso, la materia orgánica está presente como una suspensión, la proporción de líquido con respecto a sólido en la suspensión puede ser menor de aproximadamente 12:1. En una forma particular, la proporción de líquido con respecto a sólido en la suspensión puede ser más de aproximadamente 2:1.

40

En una realización del proceso, la descomposición química de la materia orgánica es mediante despolimerización, que representa una descomposición de los materiales de partida compuestos más pequeños y más simples.

45

También se describe en el presente documento un aparato para tratar la materia orgánica, estando el aparato dispuesto para convertir la materia orgánica en un producto después del contacto con un líquido supercrítico, y que comprende:

50 - un dispositivo de introducción de agente oxidante para introducir una cantidad predeterminada de una fuente de oxígeno en contacto con la materia orgánica; y
- un reactor,

en el que el reactor comprende una zona de reacción en la que se produce la descomposición química de la materia orgánica para formar el producto, estando la zona de reacción dispuesta para la contención durante el uso del líquido supercrítico.

55

En el aparato, el dispositivo de introducción de agente oxidante puede comprender un dispositivo de medición dispuesto para proporcionar una fuente del agente en o antes al reactor, suficiente para una combustión controlada

o parcial de parte de la materia orgánica.

En el aparato, el reactor puede ser un contenedor sub-terrestre o sub-oceánico situado a una profundidad suficiente por medio del cual se produce durante el uso una presurización suficiente (determinada por la presión de bombeo terrestre) del líquido a las condiciones supercríticas. En una forma de lo anterior, la zona de reacción puede ubicarse en una región inferior del contenedor que experimente una presión máxima.

Un ejemplo de un contenedor sub-terrestre puede ser un eje de taladro vertical. En una forma, el eje de taladro puede disponerse con un tubo que es concéntrico con el eje y que se dispone para la entrega durante el uso de un flujo de materia orgánica a la zona de reacción. En una forma de lo anterior, un espacio concéntrico anular alrededor del tubo y dentro del eje de taladro puede disponerse para la entrega durante el uso de un flujo de producto desde la zona de reacción a un extremo superior del contenedor.

En una realización alternativa del aparato, el contenedor sub-oceánico puede ser un tubo flexible. En una forma de lo anterior, el tubo está dispuesto con un tubo que es concéntrico con el tubo y que se dispone para la entrega durante el uso de un flujo de sólido orgánico a la zona de reacción.

En una disposición de tal tubo, el aparato puede tener un espacio concéntrico anular alrededor del tubo y dentro del tubo, dispuesto para la entrega durante el uso de un flujo de producto desde la zona de reacción a un extremo superior del contenedor.

En el aparato, el reactor puede ser un tipo de reactor tubular de serpentina, diseñado para evitar el asentamiento de los sólidos presentes en las suspensiones. Tal reactor incluye varios tubos relativamente estrechos que pueden transportar suspensión a través de los mismos a un alto caudal volumétrico. Tal reactor también puede incluir una disposición alterna de tubos de diámetro grande y estrecho para ajustar el tiempo de residencia, asegurando al mismo tiempo los regímenes de flujo adecuados para evitar la sedimentación.

En el aparato, el reactor puede ser un reactor de superficie, de columna alta que puede presurizarse.

En el aparato, el aparato comprende adicionalmente un despresurizador ubicado después del contenedor y dispuesto para despresurizar el producto antes de que se descargue para la manipulación posterior y la separación del producto.

Breve descripción de los dibujos

No obstante, ahora se describirá cualquier otra forma que pueda estar dentro del alcance del proceso y el aparato como se expone en el resumen, las realizaciones específicas del proceso y el aparato, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra un diagrama de flujo de proceso para convertir materia orgánica en un producto mediante el contacto con líquido supercrítico, de acuerdo con una realización; la figura 2 muestra un diagrama de flujo de proceso para convertir materia orgánica en un producto mediante el contacto con líquido supercrítico, de acuerdo con otra realización.

Descripción detallada de las realizaciones específicas

Con referencia a las figuras, se proporcionan algunos diagramas de flujo de progreso para el tratamiento de la materia orgánica en la forma de lignito poniendo en contacto el lignito con un líquido supercrítico (SCL). El tratamiento de SCL convierte el lignito en un producto combustible útil. El proceso implica poner en contacto el lignito (que está presente como una mezcla de sólidos en suspensión y agua) con el SCL que puede calentarse mediante un medio de calentamiento externo, o puede calentarse internamente mediante una cantidad específica de agente oxidante.

En el caso de calentamiento interno, la cantidad de agente oxidante que se introduce se predetermina para controlar el alcance al que se quema el lignito en una etapa de combustión controlada, y por lo tanto, cuánto calor puede generarse para la descomposición química o despolimerización (en condiciones supercríticas) del lignito restante sin quemar. El líquido en la suspensión de lignito se calienta y, en combinación con una atmósfera de alta presión, se crean las condiciones que desencadenan las reacciones químicas, una de estas es la licuefacción de parte del lignito. Para generar suficiente calor para lograr las condiciones sub/supercríticas en el modo de calentamiento

interno, sólo un porcentaje relativamente pequeño del lignito necesitará combustión.

Con referencia ahora al diagrama de flujo del proceso esquemático mostrado en la figura 1, se muestra un diseño ejemplar para extraer los combustibles del lignito con el uso de un líquido supercrítico, que puede ser agua o una mezcla de agua y alcoholes. La planta 10 toma lignito graduado y, por ejemplo, agua y mide estos materiales en un depósito de suspensión 12 antes de suministrarse a una bomba de alta presión 14 que envía la suspensión al reactor 16. El nivel en el depósito de mezcla de suspensión 12 se controla mediante un controlador de nivel 18. Un controlador de flujo 20 y una válvula 22 miden el agua en el depósito 12.

- 10 El lignito adecuado puede suministrarse ya molido y cribado a un tamaño seleccionado para su uso en la planta, por ejemplo un 100 % menor de 40 micrómetros. Se deben evitar los grupos y las partículas más grandes para prevenir el bloqueo del tubo del reactor. El caudal del lignito de alimentación se mide y proporciona al controlar un alimentador vibratorio 24 que proporciona el lignito en polvo en el depósito de mezcla de suspensión 12. El contenido de este depósito 12 se mezcla usando una bomba de lodo centrífuga externa 26, aunque, en disposiciones alternativas, se puede usar un agitador/propulsor. Cuando el nivel en este depósito 12 está alto, el controlador 18 desactiva tanto el agua como el lignito.

- La bomba de lodo 14 es capaz de administrar una suspensión al reactor con una presión de aproximadamente 250 bares y hasta más de 300 bares. Durante la operación, la salida de esta bomba 14 puede dirigirse a través de la válvula de encendido 28 al reactor de proceso 16, y en una configuración de operación, parte del flujo circula de vuelta al depósito de suspensión 12.

- El encendido implica suministrar agua sólo al reactor 16 de manera que los flujos de líquido transcurran en un estado estable. Las válvulas de tres vías permiten colocar el efluente del reactor de proceso 16 en la entrada. En este punto no existe lignito en el depósito de mezcla de suspensión 12. El alimentador vibratorio 24 que proporciona el flujo de lignito se activa y el nivel en el depósito de suspensión 12 permanece automáticamente constante añadiendo agua y lignito en las proporciones requeridas. La concentración de lignito aumenta continuamente y, a medida que lo hace, la concentración de lignito de la suspensión que fluye hacia el reactor 16 aumenta de igual manera. Mantener la suspensión en movimiento evita que los sólidos se sedimenten y bloqueen un tubo o depósito. Se utiliza el procedimiento inverso para la desactivación, en el que el flujo de agua es continuo mientras que los sólidos se cierran y se realiza una purga completa.

- El reactor de proceso 16 necesita operar bajo condiciones de flujo de suspensión sin obstrucción. En una forma, el reactor puede ser el tipo de reactor tubular de serpentina, elaborado de tubo orientado verticalmente con codos con ángulo de 180 grados que están totalmente dentro de una estructura aislada. Tal disposición permite que los sólidos estén presentes en la suspensión de suministro sin riesgos considerables de sedimentación en el tubo y bloqueos. Cuando se bombea verticalmente la suspensión, las partículas sí se sedimentan pero no en una superficie. Generalmente, la velocidad de la corriente necesita ser mayor que la velocidad de sedimentación obstaculizada de la suspensión.

- El reactor también necesita ser de un tipo adecuado para la contención durante el uso del líquido supercrítico en una zona de reacción. Éste es un entorno agresivo tanto en términos de temperatura como de presión. Una presión de trabajo de diseño en tal un reactor es de hasta 315 bares a 500 °C con un factor de seguridad al 300 %.

- 45 Cuando la suspensión de lignito fluye a través de la planta 10, y la suspensión se va a calentar internamente del proceso, un agente oxidante se mide en la corriente de entrada del reactor en una cantidad que es suficiente para permitir la quema de aproximadamente el 2-5 % del lignito en el reactor para generar el calor. En una realización, el gas de oxígeno se proporciona a través de una bomba de medición 40 desde una fuente de cilindro 38. En una disposición alternativa mostrada en la figura 2 (que es en todos los aspectos similar a la figura 1, a excepción de la fuente de entrada de oxígeno), la fuente de oxígeno puede estar en la forma de líquido concentrado de peróxido de hidrógeno 42 que se mide directamente en la entrada de la bomba de lodo 14 con el agua y el lignito, mediante un tubo de Pitot, portal de entrada de gas, o similares.

- Para evitar el sobrecalentamiento durante la operación, la concentración de oxígeno o peróxido aumenta gradualmente para permitir que se establezca la temperatura del reactor 16. A medida que el calor extra de la combustión se libera y aumenta la temperatura del reactor, la demanda en un calentador compensador eléctrico 44 caerá a medida que la suspensión caliente se devuelva al flujo de alimentación. Finalmente, la concentración de oxígeno o peróxido (y la oxidación que se produce) permite generar todo el calor requerido en el reactor mediante la oxidación interna del lignito. En este punto, el calentador compensador eléctrico 44 puede tomarse fuera de línea.

- Un reto con los SCL surge a partir de sus bajas densidades. En un sistema de flujo de dos fases como este, la fase de fluido proporciona la fuerza motriz para los sólidos. La suspensión de agua-lignito habitual puede mantenerse en suspensión al proporcionarle suficiente agitación. Por el contrario, la gravedad específica del agua supercrítica es solamente de aproximadamente 0,2, a diferencia de 1,0 para temperatura ambiente y agua a presión y, por lo tanto, la tendencia de los sólidos a sedimentarse aumenta en gran medida. Las ramificaciones para el diseño del reactor son significativas. El flujo necesita minimizar la sedimentación de sólido en cualquier superficie de tubo. También puede ser útil si las partículas de lignito se muelen muy pequeñas de manera que se sedimenten más lentamente.
- 10 El uso del agua supercrítica (>220 bares y >350 °C y <420 °C) en el reactor 16 convierte el lignito en moléculas más pequeñas que parecen fracciones pesadas de petróleo, comúnmente conocidas como aceite, asfáltenos y pre-asfáltenos, y también produciendo carbón residual, gas (en su mayoría dióxido de carbono) y el agua producida como los productos principales.
- 15 Se puede utilizar un motor con reductor de presión 46 en el tramo final del proceso.
- Los productos pueden pasarse entonces a un ciclón o un depósito de separación 48 de manera que los gases B puedan ventilarse y los líquidos A y los sólidos C puedan recogerse. Después, el producto sólido C puede separarse de los productos líquidos A mediante filtración. El producto líquido A se aproxima un producto de petróleo diesel, y puede incluir sustancias aromáticas sustituidas, gasóleo, asfáltenos y pre-asfáltenos. Esto puede ser un bien de alto valor que puede venderse directamente a una operación de refinería. El producto sólido C incluye principalmente carbón de alta calidad, comparable con el carbón negro poroso de primera calidad, bajo en azufre. Este producto podría venderse como un combustible general a la estación de energía de lignito seco más cercana a un precio competitivo con el coste del propio lignito seco. Finalmente, el producto gaseoso B incluye hidrógeno, metano, monóxido y dióxido de carbono, y dependiendo de su composición, podría venderse como un combustible o simplemente expulsarse a la atmósfera. Colectivamente, los productos separados son de mayor valor que el material de lignito sin procesar.
- 20
- 25
- Ha de apreciarse que, en otras realizaciones, el proceso también puede tratar de manera eficaz los sólidos orgánicos húmedos sin la necesidad de secar previamente el sólido. En lugar de lignito en polvo seco, puede usarse una forma molida y en suspensión del lignito como una materia prima para el procesamiento mediante el contacto con SCL. De esta manera, el lignito extraído en su estado naturalmente húmedo puede procesarse y usarse sin una etapa de secado previo.
- 30
- 35 La planta de "superficie" que se ha mencionado anteriormente opera a presiones altamente elevadas y también a altas temperaturas con condiciones supercríticas. Esto significa que los costes de capital del equipo probablemente son altos, y las especificaciones de material demasiado exigentes. Una disposición alternativa es un reactor terrestre de eje profundo/intercambiador térmico que se basa en la presión subterránea creada mediante una columna grande de agua en el eje. Una disposición alternativa adicional es un aparato sub-oceánico que utiliza la profundidad del océano para proporcionar la presión.
- 40
- Las principales ventajas de estos conceptos son: (i) el equipo de baja presión únicamente se requiere porque todo el reactor y el intercambiador de calor están presurizados de forma externa y (ii) se eliminan los costes operativos de bombeo a mayor presión (más los costes capitales para reducir de nuevo la presión). Se prevé que el eje subterráneo sea del orden de 3 a 4 kilómetros de profundidad (o de 0,5 a 1,5 km cuando se usa en combinación con una bomba de superficie de alta presión), mientras que la opción submarina requiere una planta integrada en un barco.
- 45
- En la parte inferior de un eje subterráneo con 3 km de profundidad, la presión de una columna de agua líquida será de 300 bares. Un reactor situado aquí no necesita estar hecho de un equipo de presión nominal. La presión se hará por la columna de agua por encima de éste. De forma similar, el intercambiador de calor no necesita una clasificación de presión. Un tubo concéntrico con el eje más grande puede proporcionar una suspensión de agua-lignito al reactor en la base del eje. El espacio concéntrico anular permite que el producto regrese a la superficie. Por lo tanto, esta disposición funciona como un intercambiador de calor para el producto que sale contra la alimentación que entra.
- 50
- 55
- Además, no hay necesidad de una bomba de alta presión debido a que la columna de agua en el eje suministra la presión. Hay un coste operativo inferior debido a que los costes de bombeo inferiores y un alto grado de seguridad en comparación con el uso de equipo de alta presión en la superficie del terreno. Cuando se sitúa bajo tierra, existe

- un riesgo muy bajo de fallo o explosión por alta presión. Un volumen de reactor podría hacerse más grande excavando un espacio en la parte inferior del eje para el volumen de residencia requerido. El volumen del eje será grande, pero existe la ventaja en un reactor subterráneo de que será posible iniciar la reacción a una temperatura más alta, por ejemplo 500 °C (aproximadamente 100 °C más caliente que la versión con base en la superficie 16)
- 5 que tendrá el efecto de reducir el volumen de residencia y, por lo tanto, el coste. La adición de una cantidad predeterminada de una fuente de agente de oxidación en la suspensión para oxidar parte del lignito puede aumentar la temperatura de la suspensión al nivel requerido. La medición del agente oxidante puede utilizarse como el parámetro de temperatura-control. Sobre todo, la técnica se presta a usar temperaturas más altas y, por lo tanto, un espacio de reactor más pequeño.
- 10 En un ejemplo adicional, el reactor y el intercambiador de calor pueden hacerse en un módulo que se baja hasta una zanja a gran profundidad desde un barco. El módulo puede construirse relativamente a bajo coste a partir del equipo de baja presión debido a que la profundidad del mar proporcionará una contrapresión. Las mangueras de caucho flexibles económicas proporcionarán el suministro y las líneas de retorno para el flujo del producto. De nuevo, no se
- 15 requiere alta presión para el suministro debido a que la profundidad de la planta realiza lo hace automáticamente. Una ventaja del módulo submarino es que todo el módulo puede transportarse para su mantenimiento según se requiera.
- Otra ventaja de una opción submarina puede ser el uso de cerámica para el propio cuerpo de reactor, en lugar de
- 20 acero inoxidable. La cerámica normalmente no tiene una buena clasificación de presión y en su lugar se utiliza un tubo metálico grueso. No es posible el uso de cerámica para este fin a aproximadamente 300 bares. Sin embargo, dado que no hay presión neta en el reactor en una disposición submarina, si el reactor se fabrica a partir de cerámica, puede operarse a una temperatura mucho mayor (como es el caso del reactor de eje profundo). Esto puede reducir el tiempo de residencia de la reacción y disminuir el coste del reactor.
- 25 Aunque el proceso y el aparato para convertir materia orgánica en un producto se ha descrito con referencia a varias realizaciones preferidas, debe apreciarse que el proceso y el aparato pueden incorporarse en muchas otras formas.
- En las siguientes reivindicaciones y en la descripción anterior de la invención, excepto cuando el contexto requiera
- 30 otra cosa debido a un lenguaje expreso o una implicación necesaria, la palabra "comprender" o variaciones, tales como "comprende" o "que comprende", se usa en un sentido inclusivo, es decir, para especificar la presencia de las características establecidas, pero no para excluir la presencia o adición de características adicionales en diversas realizaciones del proceso y el aparato.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para convertir materia orgánica en un producto químicamente descompuesto que comprende un combustible, comprendiendo el proceso
- 5 producir un líquido supercrítico, y poner en contacto la materia orgánica con el líquido para formar una mezcla de reacción en la que la materia orgánica se convierte en el producto, en el que
- 10 el líquido supercrítico se produce calentando un volumen fijo de líquido para permitir la generación de presión en el que la presión se desarrolla por la aplicación de una bomba de lodo continua,
- la materia orgánica comprende lignito (carbón bituminoso), o comprende uno o más de hemicelulosa, celulosa o lignina,
- 15 la materia orgánica está en una forma de particulado triturado en una suspensión que comprende el líquido, y la proporción de líquido con respecto a sólido en la suspensión es menor de aproximadamente 12:1,
- el líquido supercrítico comprende agua con una presión de más de aproximadamente 220 bares y una temperatura de entre 350 °C y 420 °C,
- el producto químicamente descompuesto comprende una fase líquida de productos de petróleo y cualquiera o ambos de: (i) una fase sólida que incluye principalmente carbón; y/o (ii) una fase gaseosa que incluye principalmente
- 20 metano, hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono, y en el que el líquido puede calentarse mediante un medio de calentamiento externo, o puede calentarse internamente del proceso suministrando conjuntamente un agente de oxidación con el líquido para controlar el alcance al que se calienta la mezcla de reacción.
- 25 2. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho calentamiento comprende la combustión de al menos una porción de la materia orgánica con un agente oxidante, en el que la mezcla de reacción comprende una cantidad predeterminada de dicho agente oxidante para controlar el alcance al que se calienta la mezcla de reacción.
- 30 3. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el agente oxidante se selecciona de uno o más de oxígeno, peróxido de hidrógeno y nitrato sódico.
4. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la fase líquida de los productos de petróleo comprende uno o más de aromáticos sustituidos, asfaltenos y pre-asfaltenos.
- 35 5. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la producción del líquido supercrítico comprende la presurización de la mezcla de reacción en un contenedor subterrestre o suboceánico.
- 40 6. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el líquido supercrítico comprende uno o más de metanol y etanol.

FIG. 1

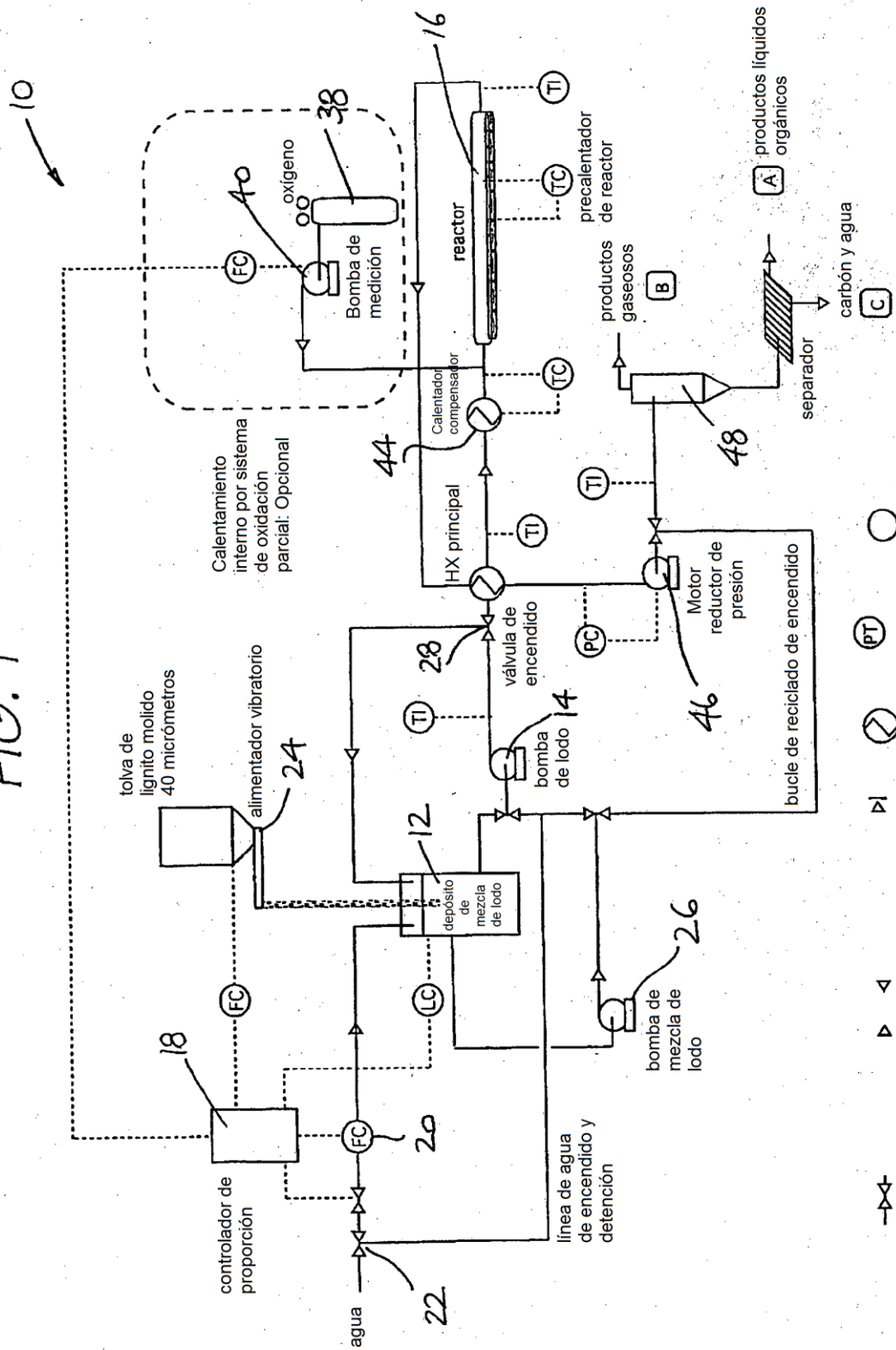


FIG. 2

