



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 327 881**

51 Int. Cl.:
A62D 3/00 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **99935210 .7**

96 Fecha de presentación : **09.06.1999**

97 Número de publicación de la solicitud: **1085927**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.03.2001**

54 Título: **Método y aparato para el tratamiento de corrientes de sal.**

30 Prioridad: **12.06.1998 US 96873**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.11.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.11.2009

73 Titular/es: **Hollingford Limited**
c/o Ronan Daly Jermyn, 12 South Mall
Cork, IE

72 Inventor/es: **McBrayer, Roy, Nelson, Jr.;**
Tidlund, Lars, Henning y
Stenmark, Lars, Bertil

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 327 881 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para el tratamiento de corrientes de sal.

5 **Antecedentes de la invención**1. **Campo de la invención**

Esta invención se refiere generalmente a la inhibición de la obturación en sistemas de reacción con agua supercrítica. Más particularmente, la invención se refiere a la inhibición de la obturación en componentes aguas arriba de un reactor de agua supercrítica.

2. **Descripción de la técnica relacionada**

15 Los materiales que se hacen reaccionar en sistemas de oxidación con agua supercrítica ("SCWO") funcionan típicamente a presiones relativamente altas y altas temperaturas (por ejemplo, al menos aproximadamente a 700°F y 3200 psia (aproximadamente 370°C y 220 bar)). Otros sistemas pueden funcionar en las proximidades de las condiciones supercríticas para el agua (es decir, al menos aproximadamente 500°F y aproximadamente 2000 psia (aproximadamente 260°C y 138 bar)). Las sales inorgánicas tienden a tener una baja solubilidad en agua supercrítica. A una presión constante, la solubilidad de las sales aumenta al aumentar la temperatura del agua. Cuando la temperatura se acerca a aproximadamente 10°F (aproximadamente 5°C) de la temperatura supercrítica del agua, la solubilidad de las sales inorgánicas tiende a caer a valores bajos. Simultáneamente, aumenta la solubilidad de los compuestos orgánicos, normalmente relativamente insolubles en agua. Este aumento en la solubilidad tiende a estimular la oxidación de los compuestos orgánicos.

25 La materia oxidable que se hace reaccionar o se oxida en los sistemas SCWO puede provocar que se formen sólidos o carbonilla dentro del reactor debido a la baja insolubilidad de los productos de oxidación en agua supercrítica. Como alternativa, las propias corrientes (especialmente las corrientes de residuos peligrosos) pueden contener sales o sólidos que tienden a ser insolubles en condiciones supercríticas. La presencia de sales o sólidos en la zona de reacción del reactor tiende a provocar problemas. Por ejemplo, si se generan cantidades considerables de sales o sólidos, las sales o sólidos pueden obturar parcial o totalmente el reactor, reduciendo de este modo la eficacia del reactor y/o provocando cierres costosos del reactor para propósitos de mantenimiento. Das las temperaturas y presiones particularmente altas a las que funcionan estos sistemas, la sustitución y/o mantenimiento del equipo en tales sistemas tiende a ser costosa. Por lo tanto, la obturación en estos sistemas tiende a ser un problema particularmente difícil de abordar.

35 El problema de la obturación se puede acentuar si se mezclan aditivos con la corriente a tratar. Por ejemplo, los aditivos se pueden mezclar con una corriente dada para subir o bajar su pH (por ejemplo, para el propósito de reducir la corrosión) o para neutralizar elementos corrosivos en la corriente. Estos aditivos o compuestos producidos a partir de aditivos pueden provocar a su vez obturación en el sistema. A modo de ejemplo, si una corriente tiene un pH bajo, un profesional puede intentar añadir hidróxido sódico (NaOH) a la corriente para subir el pH. Si la corriente residual contiene compuestos clorados, la oxidación de estos compuestos producirá típicamente ácido clorhídrico (HCl). Para inhibir la corrosión debida a HCl, así como a otros compuestos ácidos, se añade típicamente NaOH para neutralizar estos productos ácidos. La reacción del NaOH con HCl produce típicamente la sal cloruro sódico (NaCl). La sal formada puede provocar la obturación del reactor. Por tanto, se han limitado necesariamente los aditivos disponibles para controlar el pH de la corriente y/o la corrosión del sistema mediante consideraciones prácticas con respecto a la obturación del sistema.

50 Durante al menos un procedimiento de tratamiento se calienta agua hasta condiciones supercríticas antes de entrar en el reactor, típicamente antes de que se añadan los oxidantes. Para corrientes residuales que contienen sal, la elevación a condiciones supercríticas puede provocar que se produzca la precipitación antes de alcanzar el reactor. Por tanto, puede producirse la obturación del sistema dentro del calentador y los conductos aguas arriba del reactor. Aunque se conocen diversos diseños de reactor para prevenir la obturación de la corriente residual dentro del reactor, se ha hecho poco hasta ahora para prevenir la obturación en el calentador o en los conductos que conducen al reactor. Por lo tanto, es deseable elaborar un método y un sistema para prevenir la precipitación de sales dentro del sistema aguas arriba del reactor debido a la elevación a condiciones supercríticas. Un método de este tipo puede ayudar a prevenir la obturación del sistema.

Los conjuntos de reactor convencionales que funcionan en las proximidades de las condiciones supercríticas para el agua se describen en detalle en las siguientes patentes o solicitudes de patente:

60 Patente de Estados Unidos N° 5.403.533 de Hazlebeck *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 4.141.829 de Thiel *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 4.292.953 de Dickinson, Patente de Estados Unidos N° 4.338.199 de Modell, Patente de Estados Unidos N° 4.377.066 de Dickinson, Patente de Estados Unidos N° 4.380.960 de Dickinson, Patente de Estados Unidos N° 4.543.190 de Modell, Patente de Estados Unidos N° 4.564.458 de Burlison, Patente de Estados Unidos N° 4.593.202 de Dickinson, Patente de Estados Unidos N° 4.594.164 de Titmas, Patente de Estados Unidos N° 4.792.408 de Titmas, Patente de Estados Unidos N° 4.822.394 de Zeigler *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 4.822.497 de Hong *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 4.861.497 de Welch *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 4.891.139 de Zeigler *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 4.113.446 de Modell *et al.*, Patente de Estados Unidos N°

5.106.513 de Hong, Patente de Estados Unidos N° 4.898.107 de Dickinson, Patente de Estados Unidos N° 4.983.296 de McMahon *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 5.011.614 de Gresser *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 5.053.142 de Sorensen *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 5.057.231 de Mueller *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 5.133.877 de Rofer *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 5.183.577 de Lehnann, Patente de Estados Unidos N° 5.192.453 de Keckler *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 5.221.486 de Fassbender, Patente de Estados Unidos N° 5.232.604 de Swallow *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 5.232.605 de Baur *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 5.240.619 de Copa *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 5.250.193 de Sawicki *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 5.252.224 de Modell *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 4.822.497 de Hong *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 5.551.472 de McBrayer *et al.*, Solicitud de Patente de Estados Unidos con Número de Serie 08/399.703 de McBrayer *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 5.620.606 de McBrayer *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 5.582.715 de McBrayer *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 5.591.415 de McBrayer *et al.*, Patente de Estados Unidos N° 5.552.039 de McBrayer *et al.*, y la Solicitud de Patente de Estados Unidos con Número de Serie 08/254.956 de Eller *et al.*, Solicitud de Patente de Estados Unidos con Número de Serie 08/657.899 de McBrayer *et al.* Las patentes y solicitudes de patente a las que se ha hecho referencia anteriormente se incluyen en este documento como referencia.

15

Sumario de la invención

Un problema de los métodos de la técnica anterior para el tratamiento de corrientes de sal usando reacciones en agua supercrítica es la obturación en los componentes aguas arriba de un reactor de agua supercrítica. Los conductos se pueden obturar y el reactor se puede obturar.

20

Este problema se resuelve mediante los métodos y sistemas como se reivindica en las reivindicaciones adjuntas de la patente.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 representa un diagrama de bloques que representa un conjunto de reactor para la mezcla de una corriente residual caliente con una corriente residual más fría.

La Figura 2 representa un diagrama de bloques que representa un conjunto de reactor para la mezcla de una corriente residual que contiene material oxidable con una corriente residual que contiene sal.

30

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

El punto crítico de un disolvente es la temperatura y presión por encima de las que el disolvente no se puede licuar aumentando la presión. Cuando se calienta por encima de su temperatura crítica, el agua alcanza un estado supercrítico en el que la densidad del agua disminuye a aproximadamente de 0,15 a 0,2 gramos/cm³. Como se usa en esta patente, la expresión “agua supercrítica” pretende significar agua que está en este estado supercrítico. El agua supercrítica tiende a tener propiedades de solubilidad significativamente diferentes a las del agua subcrítica. Como se usa en esta patente, la expresión “agua subcrítica” pretende significar agua a una temperatura y presión por debajo del punto crítico. Las sustancias orgánicas, que son normalmente sustancialmente insolubles en agua subcrítica, tienden a volverse altamente solubles en agua supercrítica. Como alternativa, las sustancias inorgánicas que son típicamente solubles en agua subcrítica tienden a volverse sustancialmente insolubles en agua supercrítica.

35

40

Como se usa en esta patente, la expresión “condiciones supercríticas para el agua” pretende significar una temperatura mayor de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C) y una presión mayor de aproximadamente 3200 psia (aproximadamente 220 bar). Como se usa en esta patente la expresión “en las proximidades de las condiciones supercríticas para el agua” pretende significar temperaturas de aproximadamente 550°F a 1200°F (aproximadamente 288°C a 650°C) y presiones de aproximadamente 2000 psia a 5000 psia (aproximadamente 138 bar a 345 bar). Como se usa en esta patente, la expresión “condiciones subcríticas para agua” pretende significar temperaturas por debajo de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C) y presiones por debajo de 3200 psia (aproximadamente 220 bar).

45

50

La insolubilidad de los materiales inorgánicos en agua supercrítica tiende a presentar problemas para reactores que funcionan con agua que tiene un elevado contenido de sal (por ejemplo, agua de mar). En condiciones de procesamiento típicas, el agua contaminada se calienta típicamente hasta condiciones supercríticas antes de entrar en el reactor. Típicamente, cuando la solución que contiene sal se acerca a aproximadamente 10°F (aproximadamente 5°C) del punto crítico del agua, la solubilidad de las sales disueltas disminuye a niveles muy bajos. Parece ser que las sales disueltas en el agua tienden a precipitar cuando el agua se calienta cerca de condiciones supercríticas. Esta precipitación puede provocar depósitos de sal dentro del calentador y los conductos que conducen al reactor. Finalmente, el reactor se puede obturar y requerir revisión.

55

60

El agua que contiene materiales orgánicos halogenados tales como cloroformo, cloruro de metileno, dicloroetileno y otros y/o compuestos que contienen azufre puede presentar también problemas similares. Durante el procesamiento de soluciones que contienen compuestos halogenados y/o compuestos que contienen azufre, se pueden añadir aditivos de ajuste del pH (por ejemplo NaOH o NaHCO₃) a las soluciones para neutralizar los productos ácidos producidos dentro del reactor. Estos aditivos se añaden típicamente antes de que la solución se introduzca en el reactor. El precalentamiento del agua que incluye disolventes halogenados y/o compuestos que contienen azufre y aditivos puede provocar

65

ES 2 327 881 T3

la precipitación de los aditivos. Esta precipitación puede provocar obturación dentro del calentador y de los conductos que conducen al reactor.

Una realización de un método para evitar la precipitación de sales a partir de una corriente que contiene sal antes de que la corriente alcance un reactor implica mantener la corriente de agua que contiene sal a temperaturas por debajo de las condiciones supercríticas cuando la corriente de sal se transfiere al reactor. Después de que la corriente de sal alcance el reactor, la temperatura de la corriente de sal se sube preferiblemente a la temperatura apropiada mezclando la corriente de sal, dentro del reactor, con una segunda corriente que se ha calentado por encima de la temperatura supercrítica del agua. La temperatura de la segunda corriente es preferiblemente lo suficientemente alta para que la mezcla de la segunda corriente con la corriente de sal produzca una mezcla que tiene una temperatura por encima de la temperatura supercrítica del agua (es decir, por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C)). Dentro del reactor, las sales inorgánicas pueden precipitar; sin embargo, esto es un problema bien conocido que se controla fácilmente mediante el uso de diversos diseños de reactor conocidos en la técnica.

Con respecto al sistema 100 representado en la Figura 1, se describe con más detalle una realización de un método para la destrucción de contaminantes en corrientes de sal. Una primera corriente (por ejemplo, una corriente residual, una corriente de proceso, una corriente de agua de mar, etc.) que incluye una sal y materia oxidable se introduce en el sistema preferiblemente por el conducto 112. Los ejemplos de materia oxidable pueden incluir diversos compuestos orgánicos disueltos o suspendidos en el agua, así como compuestos inorgánicos. Un ejemplo de una corriente de sal es agua de mar contaminada con compuestos orgánicos.

En otra realización, la fuente de suministro 110 puede contener una sal inorgánica para neutralizar los productos de oxidación. Durante la reacción de compuestos orgánicos halogenados o que contienen azufre en un reactor de agua supercrítica, los compuestos orgánicos se oxidan para producir productos ácidos. Estos productos ácidos tienden a corroer los componentes del sistema si no están neutralizados. Típicamente, se puede añadir a la corriente contaminada una sal básica (por ejemplo, NaOH o NaHCO₃), preferiblemente antes de la reacción de los compuestos orgánicos, para neutralizar los productos de oxidación ácidos formados. Se puede introducir una primera corriente que incluye material oxidable en el sistema por el conducto 112. Cuando la primera corriente se introduce en el sistema se puede añadir una sal de neutralización desde la fuente de suministro de sal 110 para formar una primera corriente residual que contiene sal.

La primera corriente, constituida por una mezcla de material oxidable y sal, se conduce preferiblemente a través del conducto 112 a la primera bomba 122. La primera bomba 122 lleva preferiblemente la primera corriente a una presión en las proximidades de las condiciones supercríticas para el agua. Una bomba de desplazamiento positivo está disponible comercialmente en Feluwa, Alemania. La primera corriente se lleva a una presión preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 2000 psia a 5000 psia (aproximadamente 138 bar a 345 bar), más preferiblemente, por encima de aproximadamente 3200 psia (aproximadamente 220 bar).

Después de presurizar la primera corriente con la bomba 122, se conduce la primera corriente a través del intercambiador de calor 130. El intercambiador de calor 130 se usa preferiblemente para calentar la primera corriente. Después de que el funcionamiento del reactor 150 haya empezado, el efluente caliente que sale del reactor se puede hacer pasar a través del intercambiador de calor 130 por el conducto 155. La primera corriente se calienta preferiblemente mediante el paso a través del intercambiador de calor a una temperatura tal que las sales en la primera corriente permanecen sustancialmente solubles en la primera corriente. La temperatura de la primera corriente se mantiene preferiblemente por debajo de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C). La primera corriente se mantiene preferiblemente a una presión de al menos aproximadamente 3200 psia (aproximadamente 220 bar). A temperaturas por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C), la solubilidad de las sales en la primera corriente se puede reducir. Si la concentración de sales en la primera corriente es mayor que el límite de solubilidad de la primera corriente calentada, una parte de las sales pueden separarse por precipitación de la primera corriente. Estos precipitados pueden provocar la obturación de los componentes del sistema, especialmente los conductos. Una ventaja del método descrito es que la primera corriente que contiene sal se mantiene preferiblemente por debajo de una temperatura que provocaría la precipitación de las sales (es decir, aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C)) antes de que la primera corriente alcance el reactor.

Después de que pasar a través del intercambiador de calor 130, la primera corriente se conduce preferiblemente al reactor 150. Opcionalmente, la primera corriente se puede conducir a un calentador (no mostrado). El calentador se puede usar para calentar la primera corriente a temperaturas por debajo de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C). Se puede usar un calentador para subir la temperatura de la primera corriente cuando el intercambiador de calor 130 no logra calentar la primera corriente al nivel de temperatura apropiado.

Preferiblemente, se introduce una segunda corriente en el sistema por el conducto 116. Preferiblemente, la segunda corriente es una corriente de agua que está sustancialmente libre de sales. La segunda corriente puede incluir solamente agua. Preferiblemente, la segunda corriente es una corriente de agua que incluye material oxidable. El material oxidable incluye preferiblemente compuestos orgánicos. Como alternativa, la segunda corriente puede contener sales. Si la segunda corriente contiene sales, la concentración o composición química de las sales se selecciona preferiblemente de tal modo que las sales permanecen sustancialmente en solución cuando la segunda corriente se lleva a condiciones supercríticas.

ES 2 327 881 T3

La segunda corriente se hace pasar preferiblemente por el conducto 116 a la segunda bomba 120. La segunda bomba 120 lleva la segunda corriente a una presión en las proximidades de las condiciones supercríticas para el agua. Preferiblemente, se usa una bomba de desplazamiento positivo para presurizar la segunda corriente. La corriente se lleva a una presión preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 2000 psia a 5000 psia (aproximadamente 138 bar a 345 bar), más preferiblemente, por encima de aproximadamente 3200 psia (aproximadamente 220 bar).

Después de presurizar la segunda corriente con la bomba 120, se conduce la segunda bomba preferiblemente a través del intercambiador de calor 130. El intercambiador de calor 130 se usa preferiblemente para calentar la segunda corriente. Después de que el funcionamiento del reactor 150 haya empezado, el efluente caliente que sale del reactor se puede hacer pasar a través del intercambiador de calor 130 por el conducto 155. El paso del efluente caliente sobre el conducto 124 aumenta preferiblemente la temperatura de la segunda corriente a las proximidades de las condiciones supercríticas.

Después de pasar a través del intercambiador de calor 130, la segunda corriente se transfiere al calentador 134. El calentador 134 es preferiblemente un calentador a gas. Preferiblemente, el calentador 134 calienta la segunda corriente a una temperatura entre aproximadamente 550°F a aproximadamente 1200°F (aproximadamente 290°C a 650°C), más preferiblemente, en el intervalo de aproximadamente 700°F a aproximadamente 1000°F (aproximadamente 370°C a aproximadamente 540°C). Preferiblemente, la segunda corriente se calienta a una temperatura tal que cuando la segunda corriente se mezcla con la primera corriente, la mezcla resultante puede alcanzar un pico de temperatura del reactor por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C), preferiblemente por encima de aproximadamente 1000°F (aproximadamente 540°C) y más preferiblemente entre aproximadamente 1000°F y aproximadamente 1200°F (aproximadamente 540°C y 650°C). El pico de temperatura del reactor es la temperatura de la corriente cuando la misma se hace reaccionar en un reactor supercrítico en condiciones supercríticas. Una ventaja del método descrito es que se produce poca o ninguna precipitación cuando la segunda corriente se calienta por encima de 700°F (aproximadamente 370°C) ya que la segunda corriente está sustancialmente libre de sales.

Un sistema de suministro de oxidante incluye un suministrador de oxidante 140, un conducto suministrador de oxidante 137 y una válvula suministradora de oxidante 138. El sistema de suministro de oxidante se puede acoplar para llevar oxidante a la primera corriente aguas arriba del reactor, la segunda corriente aguas arriba del reactor y/o al reactor. La válvula suministradora de oxidante 138 se puede usar para controlar la cantidad de oxidante que se añade a los componentes del sistema.

En una realización, el sistema de suministro de oxidante se acopla preferiblemente al mezclador 136. Preferiblemente, la segunda corriente se conduce a través del conducto 135 al mezclador 136, donde se puede mezclar con oxidante del sistema de suministro de oxidante. El sistema de suministro de oxidante se puede configurar también para añadir oxidante a la segunda corriente aguas arriba y/o aguas abajo del mezclador.

El oxidante puede ser cualquier fuente convencional de oxígeno. Los ejemplos de fuentes de oxígeno incluyen, aunque sin limitación, oxígeno líquido, aire, peróxido de hidrógeno, ozono, persulfatos, permanganatos, nitratos y sus correspondientes ácidos, oxoácidos de cloro y sus correspondientes sales, hipocloritos, ácido cloroso y cloritos, cloratos, percloratos y sus correspondientes ácidos. Las mezclas de oxidantes se pueden usar en cantidades sustancialmente o incluso catalíticas. Se prefieren oxígeno líquido, peróxido de hidrógeno y/o mezclas de los mismos. Preferiblemente, la cantidad de oxidante añadida es suficiente para oxidar una cantidad sustancial o sustancialmente todos los contaminantes en la primera corriente y la segunda corriente.

La segunda corriente se transfiere preferiblemente al reactor 150 a través del conducto 139. El reactor 150 se configura preferiblemente para permitir el paso de sales que pueden separarse por precipitación de una corriente que pasa a través del reactor en condiciones supercríticas. La segunda corriente se introduce preferiblemente en el reactor 150 en la entrada 151 del reactor. Preferiblemente, la segunda corriente se hace pasar a través del reactor 150, saliendo fuera de la salida del reactor 153.

En una realización, la primera corriente, que incluye una mezcla de agua, sal y materiales oxidables se mezcla preferiblemente con la segunda corriente antes de entrar en el reactor 150. La primera corriente se puede mezclar con la segunda corriente antes de añadir el oxidante a la segunda corriente. La primera corriente se puede conducir por el conducto 141 al conducto 135 donde la primera corriente se mezcla con la segunda corriente.

En otra realización, la primera corriente se puede mezclar con la segunda corriente después de que se haya añadido el oxidante a la segunda corriente, antes de que la segunda corriente alcance el reactor. La primera corriente se puede conducir por el conducto 143 al conducto 139 donde la primera corriente se mezcla con la segunda corriente.

En otra realización, la primera corriente se puede mezclar con la segunda corriente mientras se hace pasar la segunda corriente a través del reactor 150. La primera corriente se puede inyectar en el reactor 150 en una posición aguas abajo de la entrada 151 del reactor. Preferiblemente, se usa al menos un orificio de inyección 157 aguas abajo de la entrada del reactor 151 para permitir la introducción de la primera corriente en el reactor 150.

Preferiblemente, se mezcla una primera parte de la primera corriente con la segunda corriente antes de la entrada del reactor 151. Preferiblemente, la primera parte de la primera corriente se conduce por el conducto 141 y/o 143 a los conductos 135 y 139 respectivamente de tal modo que la primera parte de la primera corriente se mezcla con la

ES 2 327 881 T3

segunda corriente. También se puede inyectar en el reactor 150 una segunda parte de la primera corriente mientras que la segunda corriente pasa a través del reactor. Se pueden usar al menos un punto de inyección, preferiblemente una pluralidad de puntos de inyección 157, para introducir la segunda parte de la primera corriente en el reactor.

5 La mezcla de la primera y segunda corrientes forma preferiblemente una corriente mixta. La temperatura de la corriente mixta se determina mediante la temperatura tanto de la primera corriente como de la segunda corriente, así como los caudales de las dos corrientes. Preferiblemente, estas temperaturas y caudales se predeterminan de modo que la temperatura de la corriente mixta es sustancialmente mayor que la temperatura supercrítica del agua (por ejemplo, mayor que aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C)).

10 Ya que la corriente mixta pasa a través del reactor 150, el material oxidable se oxida preferiblemente. Para la oxidación sustancial completa de todos los materiales oxidables, la corriente mixta alcanza preferiblemente un pico de temperatura del reactor por encima de la temperatura supercrítica del agua (por ejemplo, por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C)) mientras la corriente mixta pasa a través del reactor 150. Preferiblemente, la temperatura inicial de la corriente mixta se predetermina de tal modo que el pico de temperatura del reactor es de entre aproximadamente 1000°F a 1200°F (aproximadamente 540°C a 650°C). Mientras la corriente mixta pasa a través del reactor 150, se puede producir el enfriamiento de la corriente mixta por debajo de 700°F (aproximadamente 370°C) debido a la pérdida de calor desde el reactor 150 al entorno. Esta pérdida de calor se puede compensar mediante el calor producido durante la oxidación de materiales oxidables. La oxidación de materiales oxidables con agua supercrítica, especialmente compuestos orgánicos, es típicamente una reacción exotérmica (es decir, una reacción química que produce calor). Esta producción de calor durante la oxidación de compuestos orgánicos puede provocar que aumente la temperatura del entorno (es decir, del reactor). Preferiblemente, el calor producido mediante la reacción del material oxidable mantendrá la corriente mixta a una temperatura de entre aproximadamente 1000°F a 1200°F (aproximadamente 540°C a 650°C). Si está presente una cantidad suficiente de material oxidable, este calentamiento del reactor puede ser suficiente para prevenir que se enfríe la corriente mixta.

Si la cantidad de material oxidable es relativamente baja, el calor generado mediante la oxidación del material oxidable puede ser insuficiente para mantener la corriente mixta a temperaturas por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C). En tales casos, la corriente mixta se forma preferiblemente de modo que la corriente mixta tiene una temperatura inicial que es significativamente más alta de 700°F (aproximadamente 370°C). La temperatura inicial de la corriente mixta es la temperatura de la corriente mixta cuando se forma la corriente mixta. Mientras la corriente mixta pasa a través del reactor 150, la corriente mixta se puede enfriar debido a la pérdida de calor desde el reactor 150 al entorno. Debido a que la reacción del material oxidable puede ser insuficiente para mantener la temperatura inicial, típicamente, la temperatura de la corriente mixta disminuye según pasa a través del reactor 150. Para asegurar que la temperatura final (es decir, la temperatura de la corriente mixta tal cual existe en el reactor 150) se mantiene por encima de 700°F (aproximadamente 370°C), la corriente mixta se forma preferiblemente de modo que la temperatura inicial de la corriente mixta es significativamente mayor de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C). Preferiblemente, esta temperatura inicial más alta de la corriente mixta impide que la temperatura final de la corriente mixta disminuya por debajo de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C).

40 Por ejemplo, las corrientes mixtas que contienen concentraciones relativamente altas de materiales oxidables pueden requerir sólo una temperatura inicial que esté levemente por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C) para alcanzar un pico de temperatura del reactor adecuado. Cuando la corriente mixta pasa a través del reactor 150, el material oxidable se puede oxidar provocando que aumente la temperatura de la corriente mixta. Este aumento de temperatura se puede compensar, en cierta medida, mediante la pérdida de calor desde el reactor 150 al entorno. Si la concentración de materiales oxidables es relativamente alta (por ejemplo, al menos mayor de aproximadamente el 5% en volumen del material oxidable), la oxidación de este material mantendrá preferiblemente la corriente mixta a temperaturas sustancialmente por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C). Preferiblemente, la temperatura inicial de la corriente mixta está a o por encima de aproximadamente 750°F (aproximadamente 400°C) si la concentración de materiales oxidables es menor de aproximadamente el 5% en volumen.

Si la concentración de material oxidable es relativamente baja, la oxidación del material oxidable puede ser insuficiente para mantener la corriente mixta a una temperatura por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C). Mientras que la corriente mixta pasa a través del reactor 150, la temperatura de la corriente mixta puede reducirse debido a la pérdida de calor desde el reactor 150 al entorno. Cuando la concentración de material oxidable es relativamente baja, la oxidación de este material puede ser insuficiente para mantener la corriente mixta a temperaturas sustancialmente por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C). Preferiblemente, la temperatura inicial de la corriente mixta está a o por encima de aproximadamente 950°F (aproximadamente 510°C) cuando la concentración de materiales oxidables está a aproximadamente el 1% en volumen.

60 La Tabla 1 ilustra adicionalmente este concepto, basado en una serie de simulaciones informatizadas de la mezcla de una corriente caliente con una corriente más fría que contiene sal en un reactor supercrítico. La simulaciones se basaron en la introducción de una corriente que contiene sal que está a una temperatura de aproximadamente 680°F (aproximadamente 360°C) en una corriente caliente que está a una temperatura de 1000°F (aproximadamente 540°C). La corriente que contiene sal se introdujo en el reactor a un caudal de aproximadamente 100 lb/h (45,36 kg/h). La concentración de material oxidable dentro de la corriente mixta se varió del 1% al 6% en volumen. La temperatura de la corriente mixta representa la temperatura teórica de la corriente mixta que se requiere para producir un pico de temperatura de 1000°F (aproximadamente 540°C) en el reactor después de la oxidación. La potencia del calentador se

ES 2 327 881 T3

refiere a la cantidad de calor requerida para producir una corriente caliente a 1000°F (aproximadamente 540°C) que tiene el caudal de la corriente caliente dado. Todas las corrientes se mantienen a una presión de aproximadamente 3200 psia (aproximadamente 220 bar).

5

TABLA 1

10

15

20

25

Número de Simulación	Concentración del Material Oxidable (% en volumen)	Caudal de la Corriente Caliente lb/h (kg/h)	Temperatura de la Corriente Mixta °F (°C)	Potencia del Calentador btu/h (W)
1.	1%	358 (162,39)	976 (524,44)	253.000 (74,13)
2.	2%	296 (134,26)	948 (508,89)	209.000 (61,24)
3.	3%	234 (106,14)	910 (487,78)	165.000 (48,35)
4.	4%	171 (77,57)	861 (460,56)	120.000 (35,16)
5.	5%	109 (49,44)	800 (426,67)	75.300 (22,06)
6.	6%	47 (21,32)	743 (395,00)	30.700 (9,00)

30

Con respecto a las simulaciones, la simulación I muestra que se requeriría una temperatura inicial de la corriente mixta de aproximadamente 976°F (aproximadamente 524°C) para oxidar sustancialmente el material oxidable a un pico de temperatura del reactor de aproximadamente 1000°F (aproximadamente 540°C) si el material oxidable está presente a una concentración del 1% en volumen. Para producir una mezcla que tiene una temperatura de aproximadamente 976°F (aproximadamente 524°C), se ha determinado que se necesitaría añadir una corriente caliente a aproximadamente 1000°F (aproximadamente 540°C) a un caudal de aproximadamente 358 lb/h (162,39 kg/h) a una corriente de sal a aproximadamente 680°F (aproximadamente 360°C) fluyendo a un caudal de aproximadamente 100 lb/h (45,36 kg/h). Se ha determinado que la cantidad de calor requerida para producir una corriente caliente que tiene una temperatura de aproximadamente 1000°F (aproximadamente 540°C) y un caudal de 358 lb/h (162,39 kg/h) es de aproximadamente 253.000 btu/h (74,13 W).

40

A medida que se aumenta la concentración de material oxidable, la temperatura de la corriente mixta se puede reducir permitiendo todavía la oxidación completa de materiales oxidables a un pico de temperatura del reactor de aproximadamente 1000°F (aproximadamente 540°C). Para bajar la temperatura de la corriente mixta, el caudal de la corriente caliente se puede reducir mientras se mantiene constante el caudal y la temperatura de la corriente que contiene sal. Por tanto, cuando la concentración de material oxidable es de aproximadamente el 6% en volumen, es necesario que la corriente mixta esté a una temperatura de aproximadamente 743°F (aproximadamente 395°C) o mayor (véase la simulación 6). Para producir una corriente mixta que tiene una temperatura de aproximadamente 743°F (aproximadamente 395°C) se ha determinado que el caudal de una corriente caliente a 1000°F (aproximadamente 540°C) debería ser de aproximadamente 47 lb/h (21,32 kg/h).

50

Cuando la concentración de material oxidable es mayor de aproximadamente el 6% en volumen, la corriente que contiene sal puede tener una temperatura inicial que está por debajo de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C) cuando se introduce en el reactor. La oxidación del material oxidable aumentará preferiblemente la temperatura de la corriente residual de tal modo que se alcanzan condiciones supercríticas en el reactor. Una corriente que contiene sal que tiene una concentración de material oxidable mayor de aproximadamente el 6% se puede introducir en el reactor a aproximadamente 680°F (aproximadamente 360°C). El calor producido por la oxidación de materiales oxidables puede ser suficiente para elevar la temperatura de la corriente que contiene sal por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C) y mantener la temperatura de la corriente de sal a este nivel hasta que reacciona sustancialmente todo el material oxidable. Para esta situación puede no requerirse una segunda corriente que tiene una temperatura mayor que la corriente que contiene sal.

60

La temperatura inicial de la corriente mixta formada mezclando la corriente que contiene sal con una segunda corriente que tiene una temperatura mayor que la corriente que contiene sal, se puede controlar variando los caudales de la primera y segunda corrientes y/o la temperatura de la segunda corriente. Por ejemplo, para elevar la temperatura inicial de la corriente mixta, se puede reducir el caudal de la primera corriente o se puede aumentar el caudal de la segunda corriente. Para bajar la temperatura inicial de la corriente mixta, se puede aumentar el caudal de la primera corriente o se puede reducir el caudal de la segunda corriente.

65

ES 2 327 881 T3

Adicionalmente, la temperatura inicial de la corriente mixta se puede alterar variando la temperatura de la segunda corriente. Preferiblemente, la temperatura de la primera corriente se mantiene tan alta como sea posible sin provocar la precipitación de sales de la primera corriente. Para ajustar la temperatura inicial de la corriente mixta, la temperatura de la segunda corriente se puede alterar. Para aumentar la temperatura inicial de la corriente mixta, la temperatura de la segunda corriente se puede aumentar mientras el caudal de la primera y segunda corrientes permanece constante. Para reducir la temperatura inicial de la corriente mixta, la temperatura de la segunda corriente se puede reducir mientras que el caudal de la primera y segunda corrientes se mantiene constante.

Cuando la primera y segunda corrientes se mezclan conjuntamente, se forma preferiblemente una corriente mixta que tiene una temperatura que es al menos de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C). A temperaturas por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C) las sales disueltas en la corriente mixta pueden separarse por precipitación de la corriente mixta. Preferiblemente, el reactor 150 se configura para permitir que las sales precipitadas fluyan a través del reactor sin impedir sustancialmente el flujo de la corriente mixta. Los reactores configurados para permitir el flujo de sólidos junto con fluidos supercríticos incluyen típicamente zonas de reacción que pueden tener un diámetro relativamente grande. Un reactor de este tipo se describe en "SCWRO Process for Regeneration of Activated Carbon and Destruction of Pollutants in Supercritical Water" de M.J. Cocero *et al.*

Las sales precipitadas se conducen preferiblemente fuera del reactor 150 junto con la corriente mixta. Después de pasar a través del separador 154 la corriente mixta se conduce preferiblemente al intercambiador de calor 130 a través del conducto 155. Preferiblemente, el intercambiador 130 permite que pase a través la corriente mixta del reactor 150 de tal modo que el calor de la corriente mixta precalentará la primera y segunda corrientes que pasan a través de los conductos 124 y 126. La refrigeración de la corriente mixta en el intercambiador de calor puede provocar que la temperatura de la corriente mixta disminuya por debajo de aproximadamente 700°F (370°C). Si la corriente mixta disminuye por debajo de 700°F (370°C) se pueden redissolver en la corriente mixta cualquiera de las sales precipitadas. Por tanto, la obturación del reactor se puede evitar bajando la temperatura de la corriente mixta después del paso a través del reactor 150.

En otra realización, las sales precipitadas se pueden retirar de la corriente mixta mediante un separador. Preferiblemente, el separador se configura para separar sustancialmente las partículas de sal de la corriente mixta. Preferiblemente, el conducto 152 conduce la corriente mixta y la sal precipitada del reactor 150 a un separador 154. El separador 154 puede ser un separador hidrociclónico o un separador por gravedad. Como alternativa, el separador se puede incorporar en el reactor. Preferiblemente, el separador 154 se configura para separar sustancialmente las partículas de sal de la corriente mixta. Preferiblemente, las partículas de sal separadas se conducen fuera del sistema por el conducto 170.

Preferiblemente, la corriente mixta se transfiere al refrigerador 156 por el conducto 159. Preferiblemente, el refrigerador 156 baja la temperatura y presión de la corriente mixta a condiciones subcríticas. Los gases se liberan preferiblemente a la atmósfera a través del conducto 158. Preferiblemente, el agua condensada se transfiere desde el sistema 100 a través del conducto 160.

Se puede usar un controlador 144 para supervisar el sistema 100 y alterar las condiciones de reacción. El controlador 144 puede ser un ordenador, un controlador lógico programable o cualquiera de los otros sistemas controladores conocidos que se conocen en la técnica. Estos sistemas pueden incluir un controlador proporcional-integral ("PI") o un controlador-proporcional integral-derivativo ("PID"). El controlador 144 puede ser parte de un sistema electrónico, digital o neumático. El controlador 144 también puede enviar y recibir señales ópticamente hacia y/o desde los componentes del sistema que pueden ser electrónicos, digitales o neumáticos.

El controlador 144 puede ajustar el caudal de la primera y segunda corrientes a través del reactor 150. El caudal de las corrientes se puede ajustar alterando el desplazamiento de la bomba o la velocidad de la primera y segunda bombas. El controlador 144 puede enviar señales a las bombas para controlar el caudal de las corrientes. Preferiblemente, el caudal se ajusta de tal modo que los materiales oxidables se tratan dentro del reactor 150 durante un tiempo suficiente para permitir que el material oxidable se oxide sustancialmente. El controlador puede ajustar también los caudales de la primera y segunda corrientes para mantener una temperatura específica en el reactor. El controlador 144 puede ajustar también la temperatura de la segunda corriente. El controlador 144 puede enviar señales al calentador 134 en respuesta a cambios en la temperatura del reactor 150. Adicionalmente, el controlador 144 puede ajustar la cantidad de oxidante añadida a la segunda corriente en el mezclador 136 controlando la válvula de suministro de oxidante 138. La cantidad de oxidante añadida se controla preferiblemente en respuesta a cambios en la temperatura y/o presión del reactor 150. Adicionalmente, el controlador puede variar la cantidad de oxidante como una función de la concentración de material oxidable contenido de las corrientes.

En otra realización, un método para prevenir la obturación de los conductos aguas arriba del reactor puede implicar la mezcla de dos corrientes subcríticas. Como en el método anterior, se mantiene preferiblemente una corriente de sal a temperaturas por debajo de las condiciones supercríticas mientras la disolución se transfiere al reactor. Se añade también una segunda corriente al reactor para formar una mezcla de las dos corrientes. La segunda corriente incluye preferiblemente una cantidad relativamente alta de material oxidable. La corriente mixta formada mezclando la primera corriente con la segunda corriente incluye preferiblemente una cantidad suficiente de material oxidable para provocar una reacción exotérmica en el reactor. El calor producido mediante la reacción es preferiblemente suficiente para elevar la temperatura de la corriente mixta por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C). El calor producido mediante la reacción de los materiales oxidables en el reactor permite a la mezcla permanecer pre-

ES 2 327 881 T3

feriblemente a una temperatura por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C) durante un tiempo suficiente para oxidar una cantidad sustancial o sustancialmente todo el material oxidable. Típicamente, la concentración de material oxidable en la corriente mixta está por encima de aproximadamente el 6%. De esta manera se puede prevenir la obturación aguas arriba del reactor.

5 Con respecto al sistema 200 representado en la Figura 2, se describe con más detalle una realización de un método para la destrucción de contaminantes en corrientes de sal. Una primera corriente, que incluye una sal y materia oxidable, se introduce preferiblemente en el sistema por el conducto 216. Los ejemplos de materia oxidable pueden incluir diversos compuestos orgánicos disueltos o suspendidos en agua, así como algunos compuestos inorgánicos. Un ejemplo de corriente de sal es agua de mar que incluye compuestos orgánicos.

10 En otra realización, la fuente de suministro 210 puede contener un aditivo de ajuste del pH para neutralizar los productos de oxidación. Típicamente, se puede añadir un aditivo de ajuste del pH (por ejemplo NaOH o NaHCO₃) a la primera corriente para neutralizar los productos de oxidación formados. Se puede introducir una primera corriente que incluye material oxidable en el sistema por el conducto 216. Mientras la primera corriente se introduce en el sistema, se puede añadir un aditivo de ajuste del pH desde la fuente de suministro 210 para formar una primera corriente que incluye una sal.

20 La primera corriente, constituida por una mezcla de material oxidable y una sal se conduce preferiblemente a través del conducto 216 a la primera bomba 220. La primera bomba 220 lleva preferiblemente la primera corriente a una presión en las proximidades de las condiciones supercríticas para el agua. Preferiblemente, se usa una bomba de desplazamiento positivo para presurizar la primera corriente. La primera corriente se lleva a una presión preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 2000 psia a 5000 psia (aproximadamente 138 bar a 345 bar), más preferiblemente, por encima de aproximadamente 3200 psia (aproximadamente 220 bar).

25 Después de presurizar la primera corriente con la bomba 220, se conduce la primera corriente preferiblemente a través del intercambiador de calor 230. El intercambiador de calor 230 se usa preferiblemente para calentar la primera corriente. Después de que el funcionamiento del reactor 250 haya empezado, se puede hacer pasar efluente caliente que sale del reactor a través del intercambiador de calor 230 por el conducto 255. Preferiblemente, la primera corriente se calienta mediante el paso a través de un intercambiador de calor a una temperatura tal que las sales en la primera corriente permanecen sustancialmente solubles en la primera corriente. La temperatura de la primera corriente se mantiene preferiblemente por debajo de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C), la solubilidad de las sales en la primera corriente se puede reducir. Una ventaja del método descrito es que la corriente no se calienta por encima de una temperatura (es decir, por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 368°C)) que provocaría la precipitación sustancial de las sales antes de que la primera corriente alcance el reactor.

40 La primera corriente se puede conducir al calentador 232. El calentador 232 se puede usar para calentar la primera corriente a temperaturas de hasta aproximadamente 700°F (aproximadamente 368°C). El calentador 232 se puede usar antes de que la operación del reactor 250 haya empezado a calentar la primera corriente. El calentador 232 se puede usar también para elevar la temperatura de la primera corriente cuando el intercambiador de calor 230 no logra calentar la corriente residual al nivel de temperatura apropiado.

45 Preferiblemente, se introduce una segunda corriente al sistema por el conducto 212. Preferiblemente, la segunda corriente es una corriente que incluye material oxidable. La segunda corriente puede incluir también sales. El material oxidable incluye preferiblemente compuestos orgánicos. Preferiblemente, la segunda corriente contiene una cantidad suficiente de material oxidable tal que cuando se mezcla con la primera corriente la cantidad de material oxidable presente en la corriente mixta es suficiente para sostener las condiciones supercríticas durante la reacción del material oxidable.

50 En otra realización, la fuente de suministro 214 puede contener material oxidable. Preferiblemente, el material oxidable es un compuesto orgánico o un grupo de compuestos que se pueden añadir a la segunda corriente para aumentar la concentración de materiales oxidables dentro de la corriente. Una segunda corriente, que puede incluir material oxidable, se puede introducir en el sistema por el conducto 216. Cuando se introduce la segunda corriente en el sistema, se puede añadir material oxidable adicional de la fuente de suministro 214 para formar una segunda corriente que contiene material oxidable suficiente para sostener condiciones supercríticas durante la reacción del material oxidable.

60 La segunda corriente se hace pasar por el conducto 212 a una segunda bomba 222. Preferiblemente, la segunda bomba 222 lleva la corriente residual a una presión en las proximidades de las condiciones supercríticas para el agua. La segunda corriente se lleva a una presión preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 2000 psia a 5000 psia (aproximadamente 138 bar a 345 bar), más preferiblemente, por encima de aproximadamente 3200 psia (aproximadamente 220 bar).

65 Después de presurizar la segunda corriente con la bomba 222, la segunda corriente se conduce a través del intercambiador de calor 230. El intercambiador de calor 230 se usa preferiblemente para calentar la segunda corriente. Después de que el funcionamiento del reactor 250 haya empezado, se puede hacer pasar el efluente caliente que sale del reactor a través del intercambiador de calor 230 por el conducto 255. Preferiblemente, el efluente caliente se usa para calentar la segunda corriente según ésta pasa a través del conducto 225.

ES 2 327 881 T3

Después de pasar a través del intercambiador de calor 230, la segunda corriente se puede conducir al calentador 234. La segunda corriente se calienta preferiblemente mediante el paso a través del calentador 234 a una temperatura tal que las sales en la segunda corriente permanecen sustancialmente solubles en la segunda corriente. El calentador se puede usar para calentar la corriente a temperaturas de hasta aproximadamente 700°F (370°C). El calentador 234 se puede usar antes de que el funcionamiento del reactor 250 haya empezado a calentar la segunda corriente. El calentador 234 se puede usar también para subir la temperatura de la segunda corriente cuando el intercambiador de calor 230 no logra calentar la segunda corriente a un nivel de temperatura apropiado.

Después de que la primera corriente se presuriza y se calienta, la corriente se conduce preferiblemente a través del conducto 235 al mezclador 236, donde se puede mezclar con oxidante del suministrador de oxidante 240 a través de la línea suministradora de oxidante 237. Como alternativa, el oxidante se puede suministrar a la primera corriente aguas arriba o aguas abajo del mezclador 136. En otra realización, la segunda corriente se puede hacer pasar a través del mezclador 236 para permitir que se pueda añadir un oxidante, en lugar de la primera corriente. En otra realización, tanto la primera como la segunda corrientes pueden pasar a través del mezclador 236 donde se puede añadir un oxidante a las corrientes. Se puede usar una válvula suministradora de oxidante 238 para controlar la cantidad de oxidante añadida a la corriente que pasa. El oxidante puede ser cualquier fuente convencional de oxígeno. Se prefieren oxígeno líquido, peróxido de hidrógeno y/o mezclas de los mismos. Preferiblemente, la cantidad de oxidante añadida es suficiente para oxidar una parte sustancial o sustancialmente todos los materiales oxidables en la primera y segunda corrientes.

Preferiblemente, la primera corriente se transfiere al reactor 250 a través del conducto 239. Preferiblemente, el reactor 250 se configura para mantener las condiciones del reactor en las proximidades de las condiciones supercríticas para el agua. Más preferiblemente, el reactor 250 se configura para mantener las condiciones del reactor en las condiciones supercríticas para el agua. Preferiblemente, la primera corriente se introduce en el reactor 250 en la entrada 251 del reactor. Preferiblemente, la primera corriente pasa a través del reactor, saliendo fuera del reactor 253.

Cuando la primera corriente se hace pasar a través del reactor 250 la segunda corriente, que incluye una mezcla de agua y materiales oxidables, se inyecta preferiblemente en el reactor. Preferiblemente, la segunda corriente se inyecta en el reactor en una posición aguas abajo de la entrada 251 del reactor 250. Preferiblemente, se usa al menos un orificio de inyección de la entrada del reactor 251. Se puede usar una pluralidad de puntos de inyección aguas abajo del reactor para introducir la segunda corriente en el reactor 250.

Cuando la segunda corriente se inyecta en el reactor 250, se forma preferiblemente una corriente mixta. Preferiblemente, la corriente mixta incluye una mezcla de la primera corriente y la segunda corriente. El contenido de material oxidable de la corriente mixta puede depender de la concentración de material oxidable en la primera y segunda corrientes. Preferiblemente, la segunda corriente contiene una cantidad suficiente de material oxidable tal que cuando la segunda corriente se combina con la primera corriente se forma una corriente mixta que incluye más de aproximadamente el 6% en volumen de material oxidable.

Cuando la corriente mixta se conduce a través del reactor 250, el material oxidable reacciona preferiblemente para formar productos de oxidación. La oxidación del material oxidable puede producir reacciones exotérmicas. Las reacciones exotérmicas de los materiales oxidables pueden provocar que se eleve la temperatura de la corriente mixta. Preferiblemente, la oxidación del material oxidable provoca que la temperatura de la corriente mixta suba por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C). Ya que la corriente mixta está preferiblemente a una presión por encima de aproximadamente 3200 psia (aproximadamente 220 bar), el aumento en la temperatura puede crear condiciones supercríticas dentro del reactor. Asegurando una concentración de material oxidable por encima de aproximadamente el 6% en volumen, el calor de las reacciones de oxidación podría ser suficiente para mantener condiciones supercríticas mientras la mezcla se hace pasar a través del reactor 250.

Una ventaja de este método es que la obturación de los componentes aguas arriba del reactor 250 se puede reducir. La obturación de los conductos y otros componentes se produce cuando una corriente residual se calienta a temperaturas supercríticas antes de alcanzar el reactor. El calentamiento de una corriente residual a estas temperaturas puede provocar que las sales disueltas se separen por precipitación de la corriente residual. Ya que no es necesario calentar ni la primera ni la segunda corrientes hasta temperaturas supercríticas (es decir, mayores de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C) antes de alcanzar el reactor 250, se puede evitar la precipitación de sales de la corriente residual.

Después de que la oxidación de materiales oxidables haya comenzado, la temperatura de la corriente mixta se puede elevar por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C). A temperaturas por encima de aproximadamente 700°F (aproximadamente 370°C), las sales disueltas en la corriente mixta pueden separarse por precipitación de la corriente de mezcla. Estas sales se conducen preferiblemente fuera del reactor 250 junto con la corriente mixta. Preferiblemente, el conducto 252 conduce la corriente mixta y la sal precipitada desde el reactor 250 al separador 254. El separador 254 puede ser un separador hidrociclónico o un separador por gravedad. Como alternativa, el separador se puede incorporar dentro del reactor. El separador 254 se configura preferiblemente para separar sustancialmente las partículas de sal de la corriente mixta. Las partículas de sal separadas se conducen preferiblemente fuera del sistema por el conducto 270.

ES 2 327 881 T3

Después de pasar a través del separador 254, la corriente mixta se conduce preferiblemente al intercambiador de calor 230 a través del conducto 255. Preferiblemente, el intercambiador de calor 230 permite a la corriente mixta del reactor 250 atravesar de un modo tal que el calor de la corriente mixta precalentará la primera y segunda corrientes que pasan a través de los conductos 224 y 225. Después, la corriente mixta puede transferirse al refrigerador 256 por el conducto 259. Preferiblemente, el refrigerador 256 baja la temperatura y presión de la corriente mixta a condiciones subcríticas. Preferiblemente, los gases se liberan a la atmósfera a través del conducto 258. El agua condensada preferiblemente se transfiere del sistema por el conducto 260.

Se puede usar un controlador 244 para supervisar el sistema 200 y alterar las condiciones de reacción. El controlador 244 puede ajustar el caudal de la primera y segunda corrientes a través del reactor 250. El controlador 244 puede enviar señales a las bombas para controlar el caudal de las corrientes. El controlador 244 puede ajustar también la temperatura de la primera corriente, la segunda corriente o ambas corrientes. El controlador 244 puede enviar señales a los calentadores 232 y 234 en respuesta a los cambios en la temperatura del reactor 250. Adicionalmente, el controlador 244 puede ajustar la cantidad de oxidante añadida a la corriente residual que pasa a través del mezclador 236 controlando la válvula suministradora de oxidante 238. La cantidad de oxidante añadida se controla preferiblemente en respuesta a cambios en la temperatura y presión del reactor 250 y como una función de la concentración de material oxidable contenido de las corrientes.

Otras modificaciones y realizaciones alternativas de los diversos aspectos de la invención resultarán evidentes para los especialistas en la técnica en vista de esta descripción. En consecuencia, esta descripción se debe interpretar sólo como ilustrativa y tiene el propósito de mostrar a los especialistas en la técnica la manera general de realizar la invención. Se debe entender que las formas de esta invención mostradas y descritas en este documento se deben tomar como las realizaciones preferidas actualmente. Los elementos y materiales se pueden sustituir por los que se ilustran y describen en este documento, las partes y procesos se pueden invertir y ciertos elementos de la invención se pueden utilizar independientemente, teniendo todo después, como será aparente para un especialista en la técnica, el beneficio de esta descripción de la invención. Se pueden hacer cambios en los elementos descritos en este documento o en las etapas o en la secuencia de etapas de los métodos descritos en este documento.

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 327 881 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Un método para tratar una primera corriente que comprende material oxidable, una sal y agua, en un reactor (150) a una temperatura de al menos aproximadamente 370°C y una presión de al menos 220·10⁵ Pa (220 bar), **caracterizado** por las etapas de:

- 10 - conducir una segunda corriente que comprende agua al reactor, donde la segunda corriente está sustancialmente libre de sales y está a una presión de al menos aproximadamente 220·10⁵ Pa (220 bar) y a una temperatura de al menos aproximadamente 370°C;
- 15 - mezclar la primera corriente con la segunda corriente aguas arriba del reactor para formar una corriente mixta, comprendiendo la corriente mixta el material oxidable de la primera corriente, donde la primera corriente está a una presión y a una temperatura tal que la sal en la primera corriente permanece sustancialmente disuelta en la primera corriente y donde la corriente mixta está a una temperatura de al menos aproximadamente 370°C y una presión de al menos aproximadamente 220·10⁵ Pa (220 bar);
- 20 - introducir la corriente mixta en el reactor, y
- hacer reaccionar al menos una parte de la materia oxidable de la corriente mixta dentro del reactor.

25 2. El método de la reivindicación 1 en el que la corriente mixta se introduce al reactor en una entrada (151) del reactor y en el que la primera corriente se mezcla con la segunda corriente en una posición aguas arriba de la entrada del reactor.

30 3. Un método para tratar una primera corriente que comprende un material oxidable, una sal y agua, en un reactor (150) a una temperatura de al menos aproximadamente 370°C y una presión de al menos aproximadamente 220·10⁵ Pa (220 bar), **caracterizado** por las etapas de:

- 35 - introducir una segunda corriente que comprende agua en el reactor, donde la segunda corriente está sustancialmente libre de sales y está a una presión de al menos aproximadamente 220·10⁵ Pa (220 bar) y una temperatura de al menos aproximadamente 370°C;
- introducir la primera corriente en el reactor posteriormente a la introducción de la segunda corriente, donde la primera corriente está a una presión y una temperatura tal que la sal en la primera corriente permanece sustancialmente disuelta en la primera corriente;
- 40 - mezclar la primera corriente con la segunda corriente para formar una corriente mixta en el reactor, comprendiendo la corriente mixta el material oxidable de la primera corriente y donde la corriente mixta está a una temperatura de al menos aproximadamente 370°C y una presión de al menos aproximadamente 220·10⁵ (220 bar); y
- hacer reaccionar al menos una parte de la materia oxidable de la corriente mixta dentro del reactor.

45 4. El método de la reivindicación 3 en el que la segunda corriente se introduce al reactor en una entrada (151) del reactor y en el que la primera corriente se introduce al reactor en la posición (157) aguas abajo de la entrada del reactor.

50 5. El método de la reivindicación 3 en el que la segunda corriente se introduce en una entrada (151) del reactor y en el que la primera corriente se introduce en el reactor en una pluralidad de orificios de inyección (157) aguas abajo de la entrada del reactor, estando localizada dicha pluralidad de orificios de inyección a diferentes distancias de la entrada del reactor.

55 6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 en el que la primera corriente está a una presión de al menos 220·10⁵ Pa (220 bar) y una temperatura por debajo de aproximadamente 370°C.

7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 que comprende adicionalmente la etapa de añadir el aditivo de ajuste de pH a la primera corriente antes de mezclar la primera corriente con la segunda corriente.

60 8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 que comprende adicionalmente la etapa de calentar la primera corriente en un intercambiador de calor (130) de tal modo que la temperatura de la primera corriente sea de aproximadamente 343-368°C.

65 9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 que comprende adicionalmente la etapa de añadir un oxidante a la segunda corriente antes de mezclar la primera corriente con la segunda corriente.

10. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 que comprende adicionalmente la etapa de hacer pasar la segunda corriente a través de un intercambiador de calor (130) y un calentador (134) antes de mezclar la primera

ES 2 327 881 T3

corriente con la segunda corriente, en el que el intercambiador de calor y el calentador juntos llevan la temperatura de la segunda corriente a al menos aproximadamente 370°C.

5 11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 que comprende adicionalmente la etapa de calentar la segunda corriente a una temperatura de aproximadamente entre 540°C y 650°C.

12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 que comprende adicionalmente la etapa de variar el caudal de la segunda corriente como una función de la concentración de material oxidable en la corriente mixta.

10 13. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 que comprende adicionalmente la etapa de variar el caudal de la segunda corriente como una función de la temperatura de la corriente mixta.

14. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 que comprende adicionalmente la etapa de variar la temperatura de la segunda corriente para controlar la temperatura de la corriente mixta.

15 15. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14 que comprende adicionalmente la etapa de ajustar el caudal de la primera corriente de manera que el material oxidable se trata dentro del reactor durante un tiempo suficiente para permitir que el material oxidable se oxide sustancialmente.

20 16. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15 que comprende adicionalmente la etapa de ajustar el caudal de la primera corriente para mantener una temperatura especificada dentro del reactor.

25 17. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16 que comprende adicionalmente la etapa de hacer pasar la corriente mixta del reactor a través de un intercambiador de calor (130) y en el que el paso de la corriente mixta a través del intercambiador de calor calienta sustancialmente la primera y segunda corrientes antes de que la primera y segunda corrientes se mezclen conjuntamente.

30 18. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17 en el que la segunda corriente comprende adicionalmente un material oxidable, particularmente compuestos orgánicos.

35 19. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18 en el que la sal es cloruro sódico (NaCl).

20. Un sistema para tratar una corriente mixta en un reactor a una temperatura de al menos aproximadamente 370°C y una presión de al menos aproximadamente $220 \cdot 10^5$ Pa (220 bar),

35 **caracterizado por:**

40 - un reactor (150) que comprende una entrada (151) y una salida (153), estando configurado el reactor para contener la corriente mixta según fluye a una temperatura de al menos aproximadamente 370°C y una presión de al menos aproximadamente $220 \cdot 10^5$ Pa (220 bar) desde la entrada a la salida durante el uso y en el que el reactor se configura para permitir que las partículas fluyan a través del reactor;

45 - un primer conducto de corriente (124, 132, 135, 139) configurado para transmitir una primera corriente a la entrada (151) del reactor durante el uso, comprendiendo dicha primera corriente agua y estando sustancialmente libre de sales;

50 - un segundo conducto de corriente (126, 141; 126, 133, 143) conectado para transmitir una segunda corriente al conducto de la primera corriente durante el uso, comprendiendo dicha segunda corriente material oxidable, una sal y agua;

55 - un sistema de calentamiento (130, 134), en el que el conducto de la primera corriente y los conductos de la segunda corriente pasan a través del sistema de calentamiento y en el que el sistema de calentamiento se configura para aumentar las temperaturas de la primera y segunda corrientes;

60 - una fuente de suministro de oxidante (140) acoplada al sistema en la que la fuente de suministro de oxidante se configura para suministrar un oxidante al reactor; y

65 - un controlador (144) configurado para ajustar el sistema de calentamiento y los caudales de la primera y segunda corrientes, respectivamente, para alcanzar una temperatura de la primera corriente de al menos aproximadamente 370°C, una temperatura de la segunda corriente a la que dicha sal en dicha segunda corriente permanece sustancialmente disuelta dentro de la segunda corriente y una temperatura de la corriente mixta de al menos aproximadamente 370°C mientras la corriente mixta se hace fluir a través del reactor durante el uso.

21. Un sistema para tratar una corriente mixta en un reactor a una temperatura de al menos aproximadamente 370°C y una presión de al menos aproximadamente $220 \cdot 10^5$ Pa (220 bar);

ES 2 327 881 T3

caracterizado por:

- 5 - un reactor (150) que comprende una primera entrada (151), una segunda entrada (157) y una salida (153), estando el reactor configurado para contener la corriente mixta mientras ésta fluye a una temperatura de al menos aproximadamente 370°C y una presión de al menos aproximadamente $220 \cdot 10^5$ Pa (220 bar) desde la entrada a la salida durante el uso y en el que el reactor se configura para permitir que las partículas fluyan a través del reactor y en el que la segunda entrada está aguas abajo de la primera entrada;
 - 10 - un primer conducto de corriente (124, 132, 135, 139) configurado para transmitir una primera corriente a la primera entrada del reactor durante el uso, comprendiendo dicha primera corriente agua;
 - 15 - un segundo conducto de corriente (126, 133) conectado para transmitir una segunda corriente a la segunda entrada del reactor durante el uso, comprendiendo dicha segunda corriente material oxidable, una sal y agua;
 - 20 - un sistema de calentamiento (130, 134), en el que el conducto de la primera corriente y el conducto de la segunda corriente pasan a través del sistema de calentamiento y en el que el sistema de calentamiento se configura para aumentar la temperatura de las corrientes que pasan a través del primer y segundo conductos;
 - 25 - una fuente de suministro de oxidante (140) acoplada al sistema en el que la fuente de suministro de oxidante se configura para suministrar un oxidante al reactor; y
 - 30 - un controlador (144) configurado para ajustar el sistema de calentamiento y los caudales de la primera y segunda corrientes, respectivamente, para alcanzar una temperatura de la primera corriente de al menos aproximadamente 370°C, una temperatura de la segunda corriente a la que dicha sal en la segunda corriente permanece sustancialmente disuelta dentro de la segunda corriente y una temperatura de la corriente mixta de al menos aproximadamente 370°C cuando la corriente mixta se hace fluir a través del reactor durante el uso.
- 30 22. El sistema de la reivindicación 21 en el que el reactor comprende una pluralidad de segundas entradas (157) y en el que dicho conducto de la segunda corriente se configura para transmitir dicha segunda corriente a dicha pluralidad de segundas entradas del reactor durante el uso, estando dichas segundas entradas localizadas a distancias diferentes de dicha primera entrada del reactor.
- 35 23. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 20 a 22 en el que el controlador se configura para ajustar el sistema de calentamiento para calentar la segunda corriente para que alcance una temperatura de la segunda corriente por debajo de aproximadamente 370°C, preferiblemente entre aproximadamente 343 y 368°C.
- 40 24. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 20 a 23 en el que el sistema de calentamiento comprende un intercambiador de calor (130) para calentar la segunda corriente en el segundo conducto.
- 45 25. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 20 a 24 en el que la fuente de suministro de oxidante se acopla al primer conducto y en el que la fuente de suministro de oxidante se configura para suministrar el oxidante al primer conducto antes de que la primera y segunda corrientes se mezclen.
- 50 26. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 20 a 25 en el que el sistema de calentamiento comprende un intercambiador de calor (130) y un calentador (134) para calentar la primera corriente en el primer conducto, particularmente a una temperatura de aproximadamente entre 540°C y 650°C.

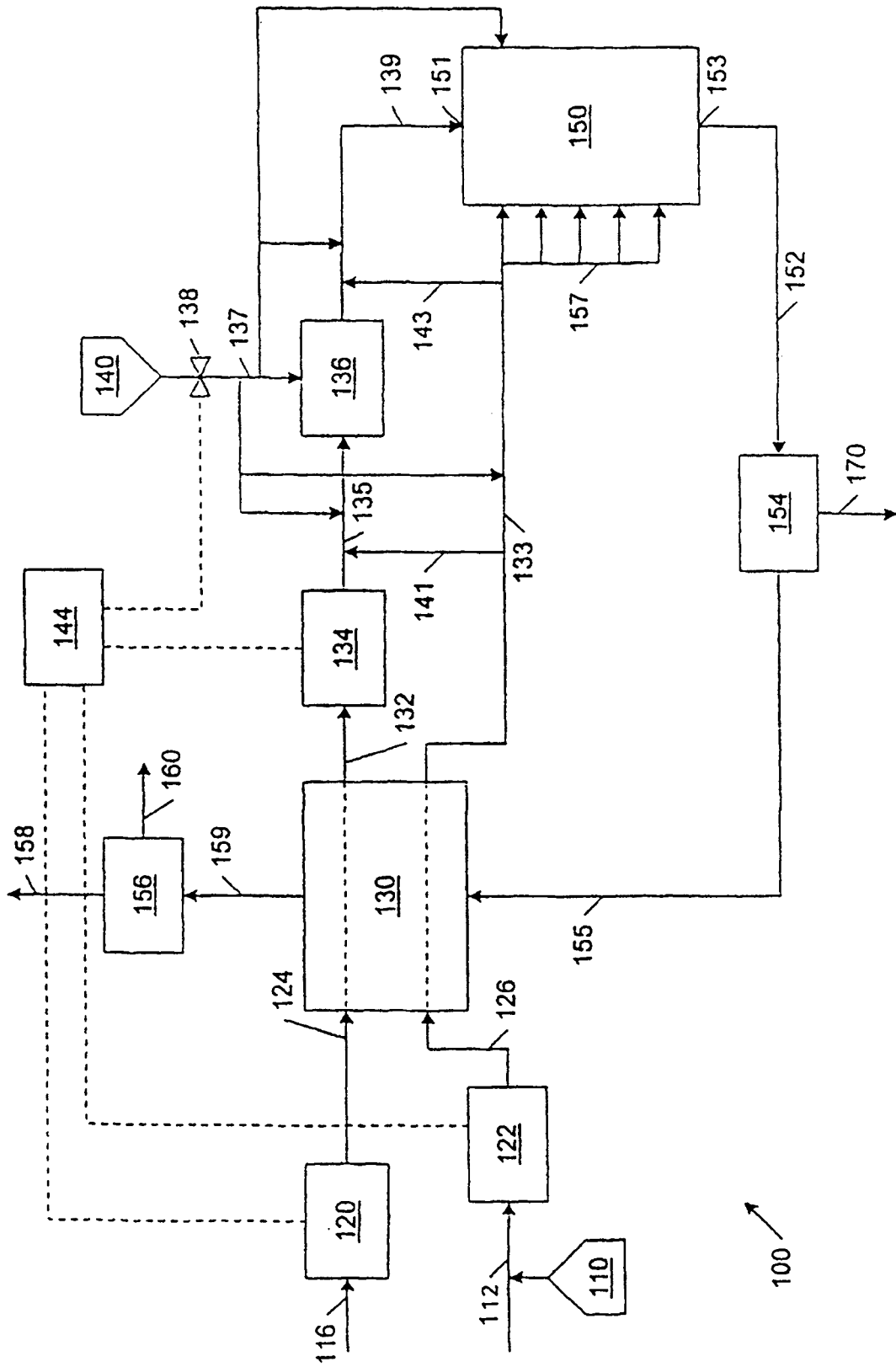


FIG. 1

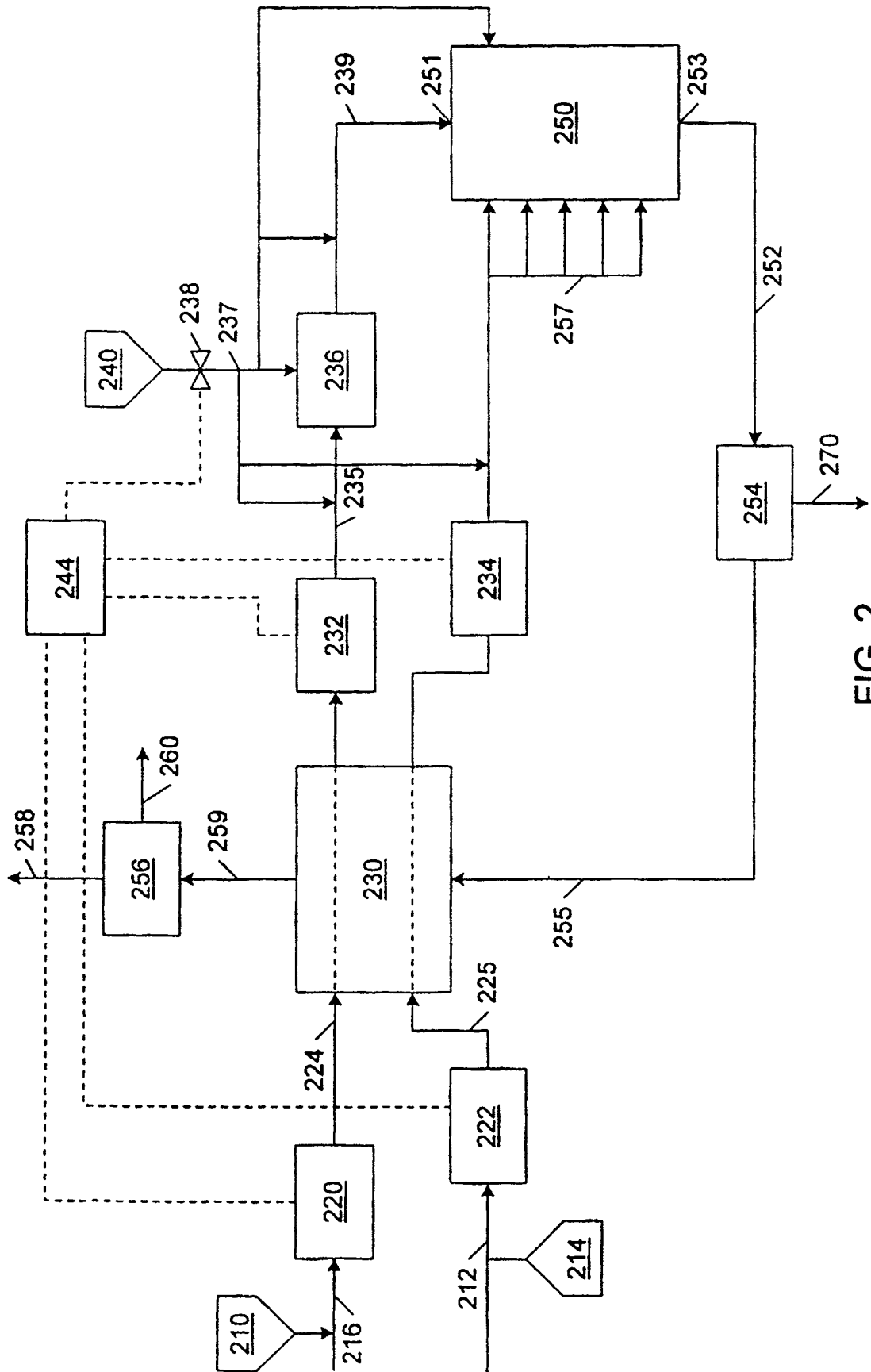


FIG. 2