

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 285**

21 Número de solicitud: 201400405

51 Int. Cl.:

C02F 1/72 (2006.01)

B01J 3/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

16.05.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

17.11.2015

Fecha de la concesión:

02.03.2016

45 Fecha de publicación de la concesión:

09.03.2016

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD DE CÁDIZ (75.0%)

C/ Ancha, 16

11001 Cádiz (Cádiz) ES y

UNIVERSIDAD DE SEVILLA (25.0%)

72 Inventor/es:

PORTELA MIGUÉLEZ, Juan Ramón;

SÁNCHEZ ONETO, Jezabel;

MARTÍNEZ DE LA OSSA FERNÁNDEZ, Enrique

José y

JIMÉNEZ-ESPADAFOR AGUILAR, Francisco José

54 Título: **Sistema y procedimiento para reducir la potencia necesaria en la etapa de arranque de plantas de oxidación en agua supercrítica**

57 Resumen:

Sistema y procedimiento para reducir la potencia necesaria en la etapa de arranque de plantas de oxidación en agua supercrítica.

La invención se encuadra en el sector técnico de procesos de tratamiento de aguas residuales industriales, más concretamente en el relativo a tratamiento por oxidación supercrítica de residuos acuosos.

Se propone un sistema que implementa un procedimiento alternativo a los empleados comúnmente para el arranque de plantas de oxidación en agua supercrítica, que evita el enorme consumo energético que supone el calentamiento de un caudal continuo de alimentación y propone realizar el calentamiento de la planta con el fluido estático, es decir, calentar el fluido contenido en el interior de todas las conducciones de la planta pero sin circular.

ES 2 551 285 B2

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento para reducir la potencia necesaria en la etapa de arranque de plantas de oxidación en agua supercrítica.

5

Sector de la técnica

La presente invención se encuadra en el sector técnico de procesos de tratamiento de aguas residuales industriales, más concretamente en el relativo a tratamiento por oxidación supercrítica de residuos acuosos.

10

Antecedentes de la invención

El proceso de oxidación en agua supercrítica (OASC) permite el tratamiento eficaz de aguas residuales con compuestos de carácter mayoritariamente orgánico, permitiendo la oxidación completa de la materia orgánica presente. Al emplear agua en condiciones de presión y temperatura superiores a su punto crítico (221 bar y 374°C), los compuestos orgánicos y el oxígeno forman una fase homogénea de reacción, por lo que el proceso de oxidación se acelera por la alta temperatura y tiene lugar sin limitaciones interfaciales de transferencia de materia, por lo que no se limita la velocidad efectiva de reacción. De este modo, las reacciones de oxidación tienen lugar en tiempos de reacción del orden de segundos, obteniéndose como productos principalmente CO₂ y H₂O, sin la formación de NO_x, CO u otros productos de oxidación incompleta.

15

20

El proceso ha sido probado con éxito en numerosos residuos utilizando como agentes oxidantes oxígeno o aire, como lodos industriales o urbanos, como se recoge en las patentes US 4.113.446; US 4.338.119; US 4.543.190; PCT/US92/02490; PCT/US92/02489, o con residuos oleosos, como se recoge en la patente PCT/ES2005/000661.

25

30

Los tres principales problemas de este proceso de OASC son la insolubilidad de las sales, la corrosión y los costes del proceso. En condiciones supercríticas los compuestos inorgánicos son muy poco solubles en el medio de reacción (agua supercrítica) produciéndose su precipitación, lo que puede derivar en un atascamiento del reactor que opera en continuo. Desde el punto de vista técnico, las severas condiciones de operación producen graves problemas de corrosión de los materiales. Por último, la operación a alta presión y temperatura implica altos costes de procesado, pues requiere materiales y equipos especiales de alto coste, gasto energético considerable para el arranque del proceso, etc., haciendo que el coste por m³ de residuo tratado sea muy superior al de otras técnicas de tratamiento convencionales.

35

40

Para solventar los problemas de corrosión e insolubilidad de sales, la comunidad científica ha realizado un gran esfuerzo de investigación, utilizando diferentes configuraciones de reactor o materiales de alta resistencia a la corrosión, como puede comprobarse en las patentes US 4.822.497; US 5.358.645; US 5.461.648; US 5.552.039; EP 0.689.868; US 5.545.337 y ES 2.108.627. No obstante, el carácter especial de los materiales, la mayor complejidad de los dispositivos y/o configuraciones de reactor propuestos en dichas patentes, contribuyen a agravar el tercero de los problemas anteriormente mencionados, pues hacen aumentar los costes del proceso de oxidación en agua supercrítica.

45

50

El proceso de oxidación en agua supercrítica está diseñado para ser llevado a cabo con operación en régimen continuo, esto es, aportando al reactor un caudal continuo de alimentación (agua residual a tratar) y obteniendo un efluente tratado también de forma

continua e ininterrumpida (salvo en paradas programadas de la planta). Desde el punto de vista energético, debido al carácter exotérmico de las reacciones de oxidación, la oxidación supercrítica puede ser un proceso autosuficiente, ya que el calor generado en continuo en el proceso de oxidación puede ser aprovechado para precalentar la corriente de alimentación hasta la temperatura necesaria en la etapa de arranque del proceso de OASC (cercana a 400°C). Sin embargo, el proceso de arranque de una planta de oxidación en agua supercrítica requiere un gran aporte inicial de energía externo, pues en la etapa de arranque o puesta en marcha no se dispone del efluente caliente y es necesario suministrar energía calorífica mediante algún dispositivo de precalentamiento (resistencias eléctricas, caldera, etc.), para precalentar la corriente de alimentación líquida, es decir, para llevar la alimentación desde temperatura ambiente hasta los \approx 400°C de temperatura necesarios. A modo de ejemplo, para una planta de 4 m³/h de capacidad que use resistencias eléctricas como dispositivo de precalentamiento, puede ser necesario disponer de más de un megawatio de potencia eléctrica. Ello es debido a que es necesario calentar un caudal continuo de una corriente de alimentación que mayoritariamente es agua, fluido con una capacidad calorífica elevada y cuyo valor se incrementa de forma muy acusada (teóricamente hasta el infinito) en las inmediaciones de la temperatura crítica del agua (374°C).

20 Descripción de la invención

Mientras que las plantas OASC convencionales llevan a cabo la etapa de arranque alimentando en continuo una corriente de residuo, la presente invención propone un sistema alternativo para el arranque de una planta de oxidación en agua supercrítica. Este nuevo sistema evita el enorme consumo energético que supone el calentamiento de un caudal continuo de alimentación y propone realizar el calentamiento de la planta con el fluido estático, es decir, calentar el fluido contenido en el interior de todas las conducciones de la planta pero sin circular. Para ello, en el sistema propuesto se inicia la etapa de arranque llenando todas las conducciones de la planta a temperatura ambiente con una alimentación compuesta por una disolución acuosa de algún compuesto orgánico que pueda ser usado como fuel para el proceso OASC (i.e. isopropanol, etanol, metanol, etc.) en una concentración entre un 2-5% en peso aproximadamente, y se eleva la presión progresivamente hasta unos 100-150 bar. Una vez que la alimentación ha ocupado el interior de todas las conducciones de la planta y se ha presurizado hasta la presión indicada, se detiene la bomba de alimentación y se mantiene la presión a 100-150 bar mediante la válvula reguladora de presión. En este momento se comienza el calentamiento, en régimen estático, de todo el volumen de alimentación que se encuentra en el interior de todas las conducciones de la planta. Para llevar a cabo este calentamiento de toda la planta, el sistema dispone de resistencias eléctricas arrolladas a todos los tramos de tubería de la línea de alimentación líquida, los intercambiadores de calor de tubos concéntricos y el reactor. Con el objeto de evitar las pérdidas de calor al exterior, todos los tramos de tubería, los intercambiadores de calor y el reactor están calorifugados en su superficie externa. Al estar el fluido confinado en la instalación, la masa de fluido a calentar corresponde al volumen interior de todas las conducciones de la planta. El fluido tiene que alcanzar una elevada temperatura pero al estar en reposo, ésta se puede conseguir con menor potencia. Esto es, la energía requerida para elevar el fluido en reposo hasta los 375°C se consigue con potencia eléctrica instalada reducida pero con mayor tiempo de calentamiento. De esta forma el proceso de calentamiento es progresivo, desde la temperatura ambiente hasta la temperatura supercrítica (>374°C). Durante todo el calentamiento, la presión del sistema tiende a subir, pero la válvula reguladora de presión se encuentra en todo momento activa y no permite sobrepasar los 230 bar de presión, abriéndose en caso necesario para liberar la cantidad de fluido requerida para mantener dicha presión.

Una vez que todo el fluido contenido en la planta se encuentra a 400°C y 230 bar, el sistema se encuentra preparado para iniciar el arranque de la reacción. Antes de comenzar el bombeo, se conecta el residuo acuoso a tratar a la línea de alimentación, de forma que al poner en funcionamiento la bomba de alimentación, esta pase a impulsar al interior del sistema el residuo a tratar en lugar de la disolución acuosa de fuel anteriormente introducida.

Se comienza la impulsión de la alimentación líquida y de la corriente gaseosa de oxidante. En este momento, la disolución acuosa del fuel y el oxidante deben impulsarse en la proporción adecuada para que al mezclarse exista suficiente cantidad de oxidante para oxidar toda la materia orgánica que circula por el interior del reactor. De este modo, las reacciones exotérmicas de oxidación comenzarán a tener lugar a gran velocidad, generando calor e incrementando la temperatura a lo largo del reactor, hasta una temperatura de unos 550°C a la salida del mismo. A medida que la reacción tiene lugar y se produce liberación de calor, es posible ir aumentando progresivamente los caudales de las corrientes líquidas y gaseosas, hasta que finalmente se puede trabajar a plena carga y desconectar la calefacción eléctrica.

Para aprovechar la energía generada durante el proceso de oxidación, la energía contenida en el efluente de salida del reactor es aprovechada en los intercambiadores de calor de tubos concéntricos (usados como economizadores) que permiten precalentar la nueva corriente acuosa que alimenta la planta y la corriente de oxidante, gracias a la elevada temperatura del efluente final del reactor de oxidación. En estos intercambiadores, por el tubo interior circula el efluente final caliente, y por el espacio anular entre el tubo interior y el exterior circulan en contracorriente el fluido a calentar. Existe un intercambiador de calor para la corriente de alimentación y otro para la corriente de oxidante.

La planta dispone de sensores de temperatura, presión, caudal de líquido y de aire y distintos sensores de nivel para los tanques de agua y residuo. Además los principales equipos permiten su control mediante la instrumentación necesaria y autómatas: bomba de alimentación, compresor de aire y electroválvulas. Mediante el software de control desarrollado se puede registrar, monitorizar y controlar el proceso, de tal manera que el rendimiento de la oxidación sea máximo a la vez que se opera en altas condiciones de seguridad.

Breve descripción de las figuras

Figura 1.- Representa un esquema de un sistema de oxidación hidrotérmica en el que todas las líneas de alimentación, precalentador, reactor y economizador están rodeados de resistencias eléctricas y aislados térmicamente.

1. Fuel (disolución acuosa de isopropanol, etanol, metanol, etc. en una concentración entre un 2-5% en peso aproximadamente)
2. Residuo
3. Conmutador de corriente de fluido
4. Bomba de alta presión
5. Economizador de alimentación líquida
- R5. Resistencia eléctrica del economizador de corriente líquida

6. Tubería precalentamiento alimentación líquida
- 5 R6. Resistencia eléctrica de la tubería de precalentamiento alimentación líquida
7. Mezclador
8. Oxidante (aire/oxígeno)
- 10 9. Compresor
10. Economizador de corriente gas
- 15 R10. Resistencia eléctrica del economizador de corriente gas
11. Tubería precalentamiento alimentación gas
- R11. Resistencia eléctrica de la tubería de precalentamiento alimentación gas
- 20 12. Reactor
- R12. Resistencia eléctrica del reactor
13. Enfriador
- 25 14. Dispositivo de regulación de presión
15. Separador gas-líquido
- 30 16. Residuo depurado a baja presión y temperatura
17. Corriente gaseosa a baja presión y temperatura

Descripción del modo del procedimiento de operación de la invención

- 35 Se inicia la etapa de arranque poniendo en marcha la bomba de alta presión (4) para llenar todas las conducciones de la planta (5, 6, 7, 10 y 12) a temperatura ambiente con una alimentación de fuel (1) y mediante el dispositivo de regulación de presión (14), se
- 40 fija la presión a unos 100-150 bar. Una vez que la alimentación ha ocupado el interior de todas las conducciones de la planta, se detiene la bomba de alimentación de fuel (1) y se mantiene la presión a 100-150 bar mediante la reguladora de presión. En este momento encienden las resistencias eléctricas R5, R6, R10, R11 y R12 para comenzar el calentamiento, en régimen estático, de todo el volumen de alimentación que se encuentra en el interior de todas las conducciones de la planta (5, 6, 7, 10 y 12). Durante todo el
- 45 calentamiento, la presión del sistema está siendo controlada por el dispositivo de regulación de presión (14) que no permite sobrepasar los 230 bar de presión, abriéndose en caso necesario para liberar la cantidad de fluido requerida para mantener dicha presión.
- 50 Una vez que todo el fluido contenido en la planta (5, 6, 7, 10 y 12) se encuentra a 400°C y 230 bar, el sistema se encuentra preparado para iniciar el arranque de la reacción. Antes de comenzar el proceso de oxidación, se acciona el conmutador de corriente de fluido (3) de forma que cierra el paso de la corriente de fuel (1) y abre el paso de residuo acuoso a tratar (2) a la línea de alimentación, de forma que al poner en funcionamiento la bomba

de alimentación, pase a impulsar al interior del sistema el residuo a tratar (2) en lugar de la disolución acuosa de fuel (1) anteriormente introducida.

5 Se comienza la impulsión de la alimentación líquida mediante la bomba a alta presión (4), regulada aproximadamente a un 30% de su caudal máximo. La corriente de oxidante se comienza a impulsar mediante el compresor (9). En este momento, la corriente de alimentación (2) y el oxidante (8) son impulsados en la proporción adecuada para que al mezclarse en el mezclador (7) exista suficiente cantidad de oxidante para oxidar toda la materia orgánica que circula por el interior del reactor (12). De este modo, las reacciones exotérmicas de oxidación comenzarán a tener lugar a gran velocidad, generando calor e incrementando la temperatura a lo largo del reactor (12), hasta una temperatura de unos 10 550°C a la salida del mismo. A medida que la reacción tiene lugar y se produce liberación de calor, es posible ir aumentando progresivamente el caudal de la corriente líquida (2) mediante la bomba (4) y el de la corriente de oxidante (8) mediante el compresor (9), hasta que finalmente se puede trabajar al caudal máximo de la bomba (2) y desconectar las resistencias eléctricas (R5, R6, R10, R11 y R12). 15

Para aprovechar la energía generada durante el proceso de oxidación, la energía contenida en el efluente de salida del reactor es aprovechada en los economizadores (5 y 20 10) (intercambiadores de calor de tubos concéntricos) que permiten precalentar la nueva corriente acuosa de residuo (2) que alimenta la planta y la corriente de oxidante (8), gracias a la elevada temperatura del efluente final del reactor de oxidación (12).

Una vez aprovechado el calor del efluente del proceso, el enfriador (13) reduce la 25 temperatura de la corriente hasta temperatura ambiente. Tras abandonar el enfriador (13) el efluente es despresurizado hasta prácticamente presión ambiente al atravesar el dispositivo de regulación de presión, para luego ser introducido en el separador gas-líquido (15) y separarse en dos corrientes, un residuo depurado a baja presión y temperatura (16) y una corriente gaseosa a baja presión y temperatura (17). 30

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para reducir la potencia necesaria para la etapa de arranque de plantas de oxidación en agua supercrítica **caracterizado** porque evita el consumo energético que supone el calentamiento del caudal continuo del residuo a tratar hasta alcanzar las condiciones supercríticas, cargando previamente en la planta una disolución acuosa de fuel en una concentración entre un 2-5% en peso a temperatura ambiente, se elevará su presión progresivamente hasta alcanzar un valor dentro del rango comprendido entre los 100-150 bar, para posteriormente permanecer estática en el sistema mientras se procede al calentamiento de la planta hasta que la disolución alcance los 400°C y 230 bar.

2. Procedimiento para reducir la potencia necesaria para la etapa de arranque de plantas de oxidación en agua supercrítica, según reivindicación 1, **caracterizado** porque consta de las siguientes etapas:

- a) Poner en circulación por toda la planta a temperatura ambiente de una disolución acuosa de un fuel, en un rango de concentraciones comprendido entre el 2 y el 5% en peso.
- b) Elevación progresiva de la presión hasta los 100-150 bar.
- c) Una vez la disolución acuosa del fuel haya recorrido toda la planta, detención de la bomba de alimentación manteniendo la presión entre los 100 y los 150 bar.
- d) Calentamiento progresivo en régimen estático, del volumen de fuel que se encuentra en las conducciones de la planta hasta alcanzar condiciones supercríticas.
- e) Arranque de la planta mediante el bombeo del residuo a tratar con la bomba de alimentación y de la introducción de una corriente de oxidante.

3. Procedimiento para reducir la potencia necesaria para la etapa de arranque de plantas de oxidación en agua supercrítica, según reivindicación 2, **caracterizado** porque la alimentación del residuo a tratar se introduce en el sistema con un caudal entorno al 30% de la capacidad máxima de la planta una vez la disolución acuosa del fuel ha alcanzado una temperatura de 400°C y a una presión de 230 bar.

4. Procedimiento de arranque de una planta de oxidación en agua supercrítica según reivindicación 3, **caracterizado** porque el caudal de alimentación del residuo a tratar y el caudal de la corriente de oxidante se aumentan progresivamente hasta alcanzar la plena carga, deteniéndose el dispositivo de precalentamiento cuando la temperatura del fluido a la salida del reactor alcanza una temperatura de 550°C.

5. Sistema de oxidación hidrotérmica que para la realización del procedimiento descrito en las reivindicaciones 1 a 4 comprende:

- a) Un sistema de alimentación de la corriente líquida compuesto por una línea de alimentación de fuel (1), una línea de alimentación del residuo a tratar (2), un conmutador de corriente de fluido de alimentaciones líquidas de la planta (3) y una bomba de alta presión regulable (4).
- b) Economizador de alimentación líquida (5) dotado de una resistencia eléctrica para el calentamiento de la corriente líquida (R5).

- 5 c) Tubería para el precalentamiento alimentación líquida (6), dotada de una resistencia eléctrica para el precalentamiento alimentación líquida (R6).
- 5 d) Un mezclador (7) de la corriente de alimentación líquida con la corriente de oxidante (8).
- 10 e) Un sistema de alimentación de la corriente de oxidante, compuesto por una línea de alimentación de oxidante y un compresor (9).
- 10 f) Economizador de corriente de oxidante (10), dotado de una resistencia eléctrica para el calentamiento de la corriente de oxidante (aire u oxígeno) (R10).
- 15 g) Tubería para el precalentamiento alimentación de oxidante (11), dotada de una resistencia eléctrica para el precalentamiento de la alimentación de oxidante (aire u oxígeno).
- 20 h) Reactor (12), dotado de resistencias eléctricas arrolladas en toda su superficie exterior (R12).
- 20 i) Un sistema de acondicionamiento del efluente final para su vertido dotado de enfriador (13), dispositivo de regulación de presión (14) y separador de fases gas y líquida (15), y dos líneas de salida que contendrán el residuo depurado a baja presión y temperatura (16) y la corriente gaseosa a baja presión y temperatura (17).
- 25 6. Sistema de oxidación hidrotérmica, según reivindicación 5, **caracterizado** porque el conmutador de corriente de fluido de alimentación líquida de la planta (3) permite alternar la introducción del fuel (1) que facilitará alcanzar eficientemente las condiciones para iniciar el arranque de la reacción, con la introducción de la disolución acuosa del residuo a tratar (2).
- 30 7. Sistema de oxidación hidrotérmica, según reivindicación 5, **caracterizado** porque todas las líneas de tubería presurizadas incluyendo las de alimentación líquida y las que constituyen el precalentador, el reactor y los economizadores, están rodeados de resistencias eléctricas y aislados térmicamente.
- 35 8. Sistema de oxidación hidrotérmica, según reivindicación 5, **caracterizado** por el uso de un economizador para cada corriente de entrada al mezclador (7): la corriente de alimentación y la corriente de oxidante. Estos economizadores son intercambiadores de calor de tubos concéntricos, en los que por el tubo interior circula el efluente final caliente, y por el espacio anular entre el tubo interior y el exterior circula en contracorriente el fluido a calentar en cada caso.
- 40
- 45

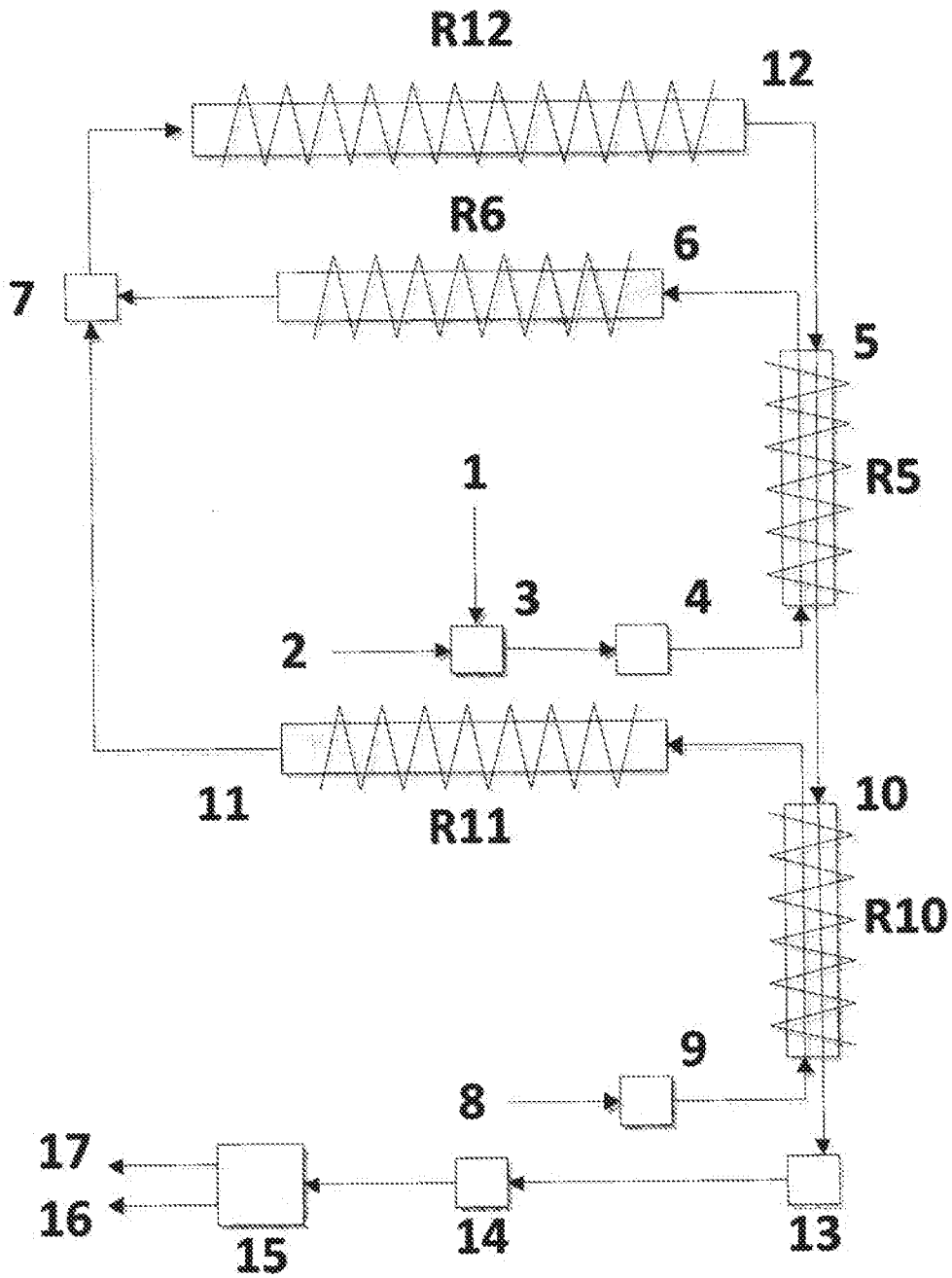


FIG. 1



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

21 N.º solicitud: 201400405

22 Fecha de presentación de la solicitud: 16.05.2014

32 Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

5 Int. Cl.: **C02F1/72** (2006.01)
B01J3/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | 56 Documentos citados | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|--|----------------------------|
| A | US 5674405 A (BOURHIS et al.) 07.10.1997, columna 6, línea 30 – columna 7, línea 60; figura 2. | 1-8 |
| A | ABELLEIRA et al. Kinetics of supercritical water oxidation of isopropanol as an auxiliary fuel and co-fuel. Fuel 111, 2013, páginas 574-583; página 575, párrafos [3-6]. | 1-8 |
| A | JP 2006043552 A (JAPAN ORGANO CO LTD) 16.02.2006, (resumen) [en línea] Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE. | 1-8 |
| A | US 7063795 B2 (CANSELL et al.) 20.06.2006, columna 4, líneas 19-44; figuras 1-2. | 1-8 |

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
20.03.2015

Examinador
A. Rúa Aguete

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C02F, B01J

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, TXTW, XPESP, CAPLUS

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 20.03.2015

Declaración

| | | |
|---|----------------------|-----------|
| Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986) | Reivindicaciones 1-8 | SI |
| | Reivindicaciones | NO |
| Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986) | Reivindicaciones 1-8 | SI |
| | Reivindicaciones | NO |

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

| Documento | Número Publicación o Identificación | Fecha Publicación |
|-----------|--|-------------------|
| D01 | US 5674405 A (BOURHIS et al.) | 07.10.1997 |
| D02 | ABELLEIRA et al. Fuel 111, páginas 574-583 | 2013 |
| D03 | JP 2006043552 A (JAPAN ORGANO CO LTD) | 16.02.2006 |

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención es un procedimiento para reducir la potencia de arranque en plantas de oxidación en agua supercrítica cargando previamente en la planta una disolución acuosa de fuel en una concentración comprendida entre 2 y 5% en peso a temperatura ambiente y elevando la presión progresivamente hasta alcanzar un valor comprendido entre 100 y 150 bar, para posteriormente realizar un calentamiento progresivo en régimen estático del volumen de fuel hasta alcanzar condiciones supercríticas y realizar entonces el arranque de la planta mediante el bombeo del residuo a tratar y la introducción de la corriente del oxidante. De esta manera se evita el consumo energético que supondría el calentamiento del caudal continuo del residuo a tratar. También es objeto de la invención la instalación para la oxidación hidrotérmica de aguas residuales de naturaleza orgánica mediante dicho procedimiento.

El documento D1 divulga un procedimiento para la reducción de la potencia de arranque en plantas de oxidación en agua supercrítica utilizando combustible como alimentación en lugar de la corriente de residuo a tratar. Para alcanzar las condiciones supercríticas primero se eleva la presión introduciendo corrientes independientes de agua y aire, a la que se eleva la presión a las condiciones supercríticas previamente al mezclado con el combustible. No se utiliza en este caso una disolución acuosa de fuel, sino que existen líneas independientes de alimentación para el combustible puro, el agua y el oxidante. La instalación no cuenta con economizadores independientes para realizar el precalentamiento del oxidante y de la mezcla de residuo y combustible aprovechando el calor del efluente a la salida del reactor. (Ver figura 2).

El documento D2 divulga un procedimiento para la oxidación supercrítica de residuos acuosos en el que se utiliza isopropanol como combustible auxiliar para el arranque de la planta en condiciones no estáticas. Una vez que se alcanzan las condiciones supercríticas, se inyecta la corriente de residuo a tratar. (Ver página 575, apdo 1.2).

El documento D3 divulga un procedimiento para el arranque de una planta para la oxidación supercrítica de residuos acuosos elevando la temperatura en el reactor mediante la introducción de agua supercrítica y combustible, mezclando el residuo con agua en condiciones supercríticas antes de su introducción en el reactor, mientras se incrementa gradualmente la relación combustible/residuo a tratar. La planta de oxidación supercrítica no cuenta con los economizadores necesarios para el aprovechamiento energético. (Ver resumen EPODOC/EPO; figura).

Ninguno de los documentos D1 a D3 citados o cualquier combinación relevante de los mismos revela un procedimiento para la etapa de arranque de plantas de oxidación supercrítica con un combustible auxiliar en condiciones estáticas, por lo que al estar el fluido confinado en la instalación la masa de fluido a calentar corresponde únicamente al volumen interior de todas las conducciones de la planta y al estar el fluido en reposo se necesita menos potencia para alcanzar las elevadas temperaturas requeridas. Tampoco se encuentra revelada una instalación como la recogida en la reivindicación 5 de la solicitud que comprende equipos de aprovechamiento energético a la vez que líneas para la utilización de un combustible auxiliar para la más eficiente depuración mediante oxidación hidrotérmica.

Por lo tanto, la invención tal y como se recoge en las reivindicaciones 1 a 8 de la solicitud es nueva implica actividad inventiva. (Art. 6 y 8 LP).