

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 209**

51 Int. Cl.:
B01J 19/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07752931 .1**
96 Fecha de presentación: **12.03.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1993722**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.11.2008**

54 Título: **REACTOR CATALÍTICO.**

30 Prioridad:
13.03.2006 US 373239

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.01.2012

73 Titular/es:
**PRAXAIR TECHNOLOGY, INC.
39 OLD RIDGEBURY ROAD
DANBURY, CT 06810-5113, US**

72 Inventor/es:
**PAPAVASSILIOU, Vasilis;
CECULA, Shawn, Michael;
PACOULOUTE, Perry y
GAJEWSKI, Thomas, Edward**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 372 209 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).

DESCRIPCION

Reactor catalítico

5 Campo del Invento

10 El presente invento proporciona un reactor catalítico con una sección de mezclado para mezclar un gas que contiene oxígeno con un gas que contiene hidrocarburos para producir una mezcla y con una sección de reacción aguas abajo para hacer que la mezcla reaccione de forma catalítica para producir un producto. Más en concreto, el presente invento se refiere a un reactor de este tipo en el cual la sección de mezclado está provista de un supresor de llama para impedir la formación de una llama estable por si los hidrocarburos de la mezcla se inflaman de alguna manera.

15 Antecedentes del Invento

20 Ha habido una variedad de reactores que se han propuesto para hacer reaccionar oxígeno con una corriente que contiene hidrocarburos para producir un producto gaseoso de síntesis que contiene hidrógeno y monóxido de carbono. Los reactores típicos son reactores de oxidación parcial en los cuales las especies de hidrocarburos se mezclan con un gas que contiene oxígeno y se oxidan parcialmente con la ayuda de un catalizador de oxidación parcial. Otros reactores también inyectan vapor para que se puedan hacer reaccionar los hidrocarburos mediante reacciones conocidas de reformado de metano con vapor. En un reactor de este tipo las reacciones de oxidación parcial, al ser exotérmicas, proporcionan el calor para cubrir las necesidades de calentamiento endotérmico de las reacciones de reformado de metano con vapor. Un reactor de este tipo es conocido como un reactor autotérmico. Otros reactores adicionales son los reactores multitubulares utilizados en las reacciones de oxidación selectivas exotérmicas para la producción de óxido de etileno, acetato de vinilo, y otros hidrocarburos oxigenados.

25 Los reactores que están diseñados para reacciones de oxidación parcial contemplan un funcionamiento en el cual las proporciones de hidrocarburos y oxígeno se seleccionan para producir una conversión substancialmente completa de los hidrocarburos a un gas de síntesis que contiene hidrógeno y monóxido de carbono. Por lo tanto, existe un contenido de oxígeno tan significativo que es posible la inflamación autotérmica de los hidrocarburos. La reacción de los hidrocarburos y el oxígeno antes del catalizador por cualquier motivo es particularmente no deseable porque produce un consumo no deseado de los reactivos por oxidación completa de los mismos que produce una disminución en los ritmos necesarios de producción y una potencial deposición de carbono sobre el catalizador. Este problema se agrava en los reactores de este tipo porque se están produciendo reacciones de oxidación directamente aguas abajo en la sección de reacción a alta temperatura y, de esta forma, la combustión en el interior de la sección de reacción puede propagar una reacción no deseada en el interior de la cámara de mezclado. Con el fin de combatir este problema se han diseñado reactores tales que los reactivos, a saber, hidrocarburos y oxígeno, se mezclan en una sección de mezclado con tanta rapidez que no tienen tiempo de reaccionar antes de que se alcance una sección de reacción que contiene un catalizador para estimular la reacción deseada.

40 Un ejemplo de un reactor que está diseñado para impedir la combustión de los reactivos en la sección de mezclado se puede encontrar en el documento U.S. 4.865.820, el cual explica un reactor de oxidación parcial en el que la cámara de mezclado está provista de canales estrechos que tienen secciones de garganta estrechas en las cuales se introduce cualquiera de las corrientes de reactivo para que se mezclen bajo condiciones turbulentas con el otro flujo de reactivo a través de orificios conformados en los canales estrechos. El flujo turbulento resultante tiene una velocidad que supera a la de cualquier llama que se propague debido a un retroceso de la llama desde el reactor. El documento U.S. 5.866.056 proporciona medios para inyectar gases reactivos a alta velocidad a través de una pluralidad de canales aislados de un colector inyector para reducir el tiempo de permanencia de los reactivos en el interior de la sección de mezclado con el fin de impedir la reacción indeseable de los reactivos en el interior de dicha sección de mezclado. En el documento U.S. 6.471.937 gases reactivos calientes se introducen en el interior de una tobera contenida en una cámara de mezclado para producir un chorro de velocidad supersónica que arrastrará a otro componente de una mezcla reactiva al interior del chorro. Las mezclas de reactivos se introducen a continuación en una zona de reacción. El tiempo de permanencia en el interior de la cámara de mezclado es lo suficientemente breve para que los reactivos no tengan tiempo de reaccionar antes de entrar en la zona de reacción.

55 El problema con todos los reactores de este tipo es que no se pueden aplicar a un funcionamiento en el cual no se desea hacer reaccionar por completo los hidrocarburos a un gas de síntesis. Por ejemplo, se puede utilizar un reactor catalítico de oxidación parcial como prerreformador para hacer reaccionar hidrocarburos de mayor orden principalmente a metano. Cuando un reactor de este tipo se usa como prerreformador, la cantidad de oxígeno en base volumétrica que se introduce es una quinta parte o menos de la entrada de hidrocarburos. Esto se debe comparar con un reactor diseñado para una reacción completa de los hidrocarburos a monóxido de carbono e hidrógeno en la cual la proporción sería de la mitad o más. Por lo tanto, los dispositivos que se describen en las patentes enumeradas anteriormente y que dependen todos del arrastre no funcionarán con una proporción de oxígeno tan pequeña. En cualquier caso, el mecanismo de posible combustión de los hidrocarburos es completamente diferente en el caso de prerreformado, en el que según se van mezclando los reactivos se produce una mezcla inflamable. Sin embargo, una vez que el mezclado es completo no existe suficiente oxígeno para producir una mezcla inflamable. Por consiguiente, la combustión se puede producir durante el mezclado, pero existe poco peligro de combustión una vez que el mezclado es completo. Típicamente, en aplicaciones de este tipo el oxígeno se introduce como un chorro de alta velocidad diseñado para arrastrar rápidamente al gas inflamable de

forma que se minimice la zona de mezclado inflamable. También se pueden colocar supresores de llama después de la zona de mezclado para reducir el efecto del sobrecalentamiento en el caso de que la mezcla se inflame accidentalmente. Estos supresores de llama consisten en un conjunto de canales estrechos que sólo permiten el flujo axial.

5 Un problema adicional en cualquier reactor que contenga un catalizador es que eventualmente el catalizador tendrá que ser sustituido. Esta puede ser una tarea muy ardua que puede llevar días completar. En el documento U.S. 4.865.820, se hace un intento de segregar el catalizador del aislamiento que sirve para aislar las paredes del reactor de las reacciones de alta temperatura que se producen en el interior de dicho reactor, proporcionando un reactor que
10 tiene un recipiente a presión exterior que contiene aislamiento, un refractario interior y un revestimiento de metal que contiene al catalizador. La sección superior de mezclado se puede desmontar para permitir la extracción y reinstalación del catalizador cuando necesite sustitución. Aunque el catalizador esté formado por bloques monolíticos, extraer y volver a montar el catalizador sigue siendo problemático.

15 El documento DE 199 55 929 A1 se refiere a un reactor catalítico para reformado hidrotérmico de hidrocarburos que comprende una tobera de arranque para inyectar una mezcla de oxígeno/hidrocarburos con el fin de crear una llama para calentar el reactor hasta su temperatura de funcionamiento y un supresor de llama permeable a los gases que tiene una gran superficie externa e interna.

20 El documento WO 98/49095 A1 se refiere a un reactor para oxidación parcial catalítica de hidrocarburos a gas de síntesis en el cual se expulsan oxígeno y metano a través de una pluralidad de toberas hacia el interior de un hueco que sirve para impedir la autoinflamación de la mezcla gaseosa, en el cual dentro del hueco está situado un escudo térmico.

25 Como se explicará más adelante, el presente invento proporciona un reactor catalítico en el cual se impide la propagación de llama estable en el interior de la cámara de mezclado y que está diseñado de tal manera que el catalizador se puede instalar y sustituir con facilidad.

Sumario del Invento

30 De acuerdo con el presente invento, se explica un reactor catalítico que tiene una sección de mezclado para mezclar un gas que contiene oxígeno con un gas que contiene hidrocarburos y una sección de reacción conectada a la sección de mezclado para hacer reaccionar a una mezcla del gas que contiene oxígeno y el gas que contiene hidrocarburos para producir un producto.

35 La sección de mezclado incluye una cámara de mezcla que tiene una entrada para el gas que contiene hidrocarburos, un inyector de oxígeno situado en el interior de la cámara de mezclado para inyectar el gas que contiene oxígeno en el gas que contiene hidrocarburos. Debajo del inyector de oxígeno está situado al menos un supresor de llama. El supresor de llama está formado por una masa de material poroso que permite el mezclado en
40 ambas direcciones radial y axial de dicha cámara de mezclado para estimular el mezclado del gas que contiene oxígeno y del gas que contiene hidrocarburos. El supresor de llama está en contacto con las paredes de dicha cámara de mezclado de tal manera que el flujo del citado gas que contiene oxígeno y del citado gas que contiene hidrocarburos está obligado a pasar a través de dicho supresor de llama antes de entrar en la sección de reacción. De esta manera, si se produjera la combustión de los reactivos en el interior de la sección de mezclado de un reactor catalítico del presente invento, se impediría la propagación de la llama. Al contrario que en diseños previos este
45 supresor de llama se puede situar cerca de la inyección de oxígeno para que al menos parte del mezclado, lo cual es la parte más peligrosa del proceso, se realice en el interior del supresor de llama.

La sección de reacción incluye una cámara interior situada para alojar a la mezcla del gas que contiene oxígeno y el gas que contiene hidrocarburos. El catalizador está situado en el interior de la cámara interior para estimular las
50 reacciones en las que participa la mezcla. Se proporciona un recipiente a presión exterior junto con aislamiento térmico entre la cámara interior y el recipiente a presión exterior. Una salida penetra en el recipiente a presión exterior y comunica con la cámara interior para descargar un gas producto que contiene al producto. La ventaja de un sistema de este tipo es que el catalizador y la reacción que se produce en él están aislados del aislamiento para impedir que se produzca una reacción entre el aislamiento y el catalizador. Además, al estar el recipiente a presión
55 exterior aislado de la cámara interior en la que se producen las reacciones, el citado recipiente opera a una temperatura menor para permitir el uso de materiales menos caros para dicho recipiente a presión y un entorno más seguro para el personal y el equipo que rodea al reactor catalítico.

60 Preferiblemente, el supresor de llama se fabrica a partir de un bloque de espuma metálica. El bloque de espuma metálica puede consistir en capas del bloque de espuma metálica y la cámara de mezclado puede estar provista además de elementos deflectores situados ente dichas capas para estimular más el mezclado del gas que contiene oxígeno y el gas que contiene hidrocarburos. El inyector de oxígeno puede comprender una tubería de entrada que se alarga hacia el interior de la cámara de mezclado y un distribuidor circular que tiene aberturas para descargar el gas que contiene oxígeno. Si es necesario, se puede situar un mezclador estático debajo del supresor de llama para
65 estimular aún más el mezclado del gas que contiene oxígeno y el gas que contiene hidrocarburos.

Con el fin de facilitar la instalación y la extracción del catalizador del recipiente interior, el citado catalizador puede comprender una pila de bloques monolíticos situados dentro de un ensamblaje que comprende un tubo cerámico y un elemento de fijación para sujetar la pila de bloques monolíticos en el interior del tubo cerámico como una única unidad para que el ensamblaje se pueda instalar y extraer del recipiente interior como una única unidad. Preferiblemente, el catalizador tiene una configuración substancialmente cilíndrica y el elemento de fijación comprende dos placas finales enfrentadas de configuración anular y tirantes que conectan a las dos placas finales enfrentadas. Las placas finales están configuradas para que sujeten al tubo cerámico entre sí y por lo tanto sujeten a la pila de bloques monolíticos en el interior del tubo cerámico y entre las placas finales. En este aspecto, el tubo cerámico puede ser desmontable a lo largo de su longitud para facilitar la instalación de la pila de los bloques monolíticos y la fijación de las placas finales mediante los tirantes.

Breve Descripción de los dibujos

Aunque la especificación concluye con reivindicaciones que indican con claridad la materia que los Solicitantes consideran como su invento, se cree que se comprenderá mejor el invento cuando se analice en relación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

- La figura 1 es una vista en sección, esquemática, de un reactor catalítico de acuerdo con el presente invento;
- La figura 2 es una vista en planta desde abajo de un inyector de oxígeno para su uso en el interior de una sección de mezclado del reactor catalítico de la figura 1;
- La figura 3 es una vista en perspectiva de un conjunto de un tubo cerámico que contiene un catalizador y un elemento de fijación que se debe usar en conexión con el reactor catalítico mostrado en la figura 1;
- La figura 4 es una vista en alzado, esquemática, de las secciones del catalizador monolítico sujetas dentro del tubo catalizador y de un elemento de fijación que sujeta al tubo catalizador y por lo tanto a la sección del catalizador monolítico como un ensamblaje unitario; y
- La figura 4A es una vista de extremo fragmentaria explosionada de las mitades del tubo catalizador mostrando porciones de borde rebajadas para el alojamiento de tirantes.

Descripción detallada

Haciendo referencia a la figura 1 se ilustra en ella un reactor 1 catalítico de acuerdo con el presente invento. El reactor 1 catalítico es de configuración cilíndrica y está provisto de una sección 10 de mezclado y una sección 12 de reacción. La sección 10 de mezclado funciona mezclando un gas que contiene oxígeno que puede ser, por ejemplo, oxígeno o aire enriquecido en oxígeno, con un gas que contiene hidrocarburos tal como gas natural. A continuación la mezcla resultante se hace reaccionar en el interior de la sección 12 de reacción. Se contempla que el reactor catalítico funcione a muy altas temperaturas, presiones y niveles de velocidad, a saber, hasta aproximadamente 860° C, 40 bares manométricos y velocidades espaciales de hasta 200.000 hr⁻¹. Sin embargo, esto es sólo a modo de ejemplo y un reactor substancialmente en forma de reactor 1 catalítico se podría usar bajo condiciones de funcionamiento menos severas.

La sección 10 de mezclado está provista de una entrada 14 para introducción del gas que contiene hidrocarburos en el interior de una cámara 16 de mezclado de la sección 10 de mezclado. Se puede proporcionar un distribuidor 18 de flujo conocido para distribuir el gas que contiene hidrocarburos al interior de la cámara 16 de mezclado. El distribuidor 18 de flujo puede tener la forma de una placa circular con aberturas colgada de una brida 20 superior mediante patas 19. La brida 20 superior puede estar conectada mediante sujetadores roscados conocidos, no mostrados, a una brida 22 inferior conectada a su vez a una porción 24 inferior de la sección 10 de mezclado para permitir que la cámara 16 de mezclado se pueda abrir por razones de mantenimiento.

En el interior de la cámara 16 de mezclado también se proporciona un inyector 26 de oxígeno para inyectar el gas que contiene oxígeno en forma de corrientes indicadas mediante las flechas "A". El inyector 26 de oxígeno está colgado de una tubería 28 de entrada también conectada a la brida 20 superior y que pasa a través de un rebaje con forma de muesca (no mostrado) proporcionado en el distribuidor 18 de flujo.

Haciendo referencia a la figura 2 el inyector 26 de oxígeno está formado por un distribuidor con forma de anillo que tiene aberturas 29 para distribuir el gas que contiene oxígeno por toda la cámara 16 de mezclado. Son posibles otras configuraciones, tales como unas disposiciones cruciformes de tuberías, conectadas en su parte central y con aberturas.

Debajo del inyector 26 de oxígeno se encuentra situado un supresor 30 de llama para impedir la formación de una llama estable antes de la finalización del mezclado del oxígeno y los hidrocarburos y en una etapa de mezclado en la cual se forma de hecho una mezcla inflamable. Preferiblemente, el supresor 30 de llama está conformado de un material esponjoso metálico tal como el que se puede obtener de Porvair Advanced Materials en el 700 de Shepherd Street, Hendersonville, NC, USA. Estos materiales tienen una estructura muy abierta y tamaños de poros relativamente pequeños desde entre aproximadamente 10 y 100 poros por cada 6,45 centímetros cuadrados, con poros que tienen diámetros de menos de 1 mm. Preferiblemente, el material debería tener aproximadamente 80 poros por cada 6,45 centímetros cuadrados y un diámetro de poro de aproximadamente 0,25 mm. El material elegido puede ser una aleación con alto contenido en níquel tal como Inconel 600 o Hastelloy C-276. El material esponjoso impartirá un patrón de flujo que es al mismo tiempo radial y axial para ayudar a estimular el mezclado en estas direcciones.

En ciertos regímenes de flujo el supresor de llama que está conformado por un material esponjoso puede ser suficiente para mezclar el gas que contiene oxígeno y el gas que contiene hidrocarburos. El supresor 30 de llama para el tipo de condiciones de alta velocidad de flujo está formado preferiblemente por de seis a doce capas de 2,54 centímetros (ilustradas como seis capas, 30a, 30b, 30c, 30d, 30e, y 30f) para permitir que se puedan colocar placas deflectoras 32 entre dicha sección para estimular aún más el flujo radial y mejorar el mezclado del oxígeno y los hidrocarburos. En la ilustración, las placas deflectoras 32 alternan entre un tipo de placa anular que desvía el flujo hacia adentro, hacia una abertura central de la misma, y una placa con forma de disco que desvía el flujo hacia fuera alrededor de dicha placa con forma de disco. Son posibles otras configuraciones que desvían el flujo y mejoran de ese modo el mezclado. Además, es posible colocar una capa del material supresor de llama de cualquier tipo por encima del punto de inyección de oxígeno.

Opcionalmente, para estimular aún más el mezclado se puede proporcionar incluso un elemento 34 de mezclado estático para mezclar más el gas que contiene oxígeno y el gas que contiene hidrocarburos. Se debe observar que existen muchos tipos diferentes de elementos de mezclado estático que podrían aplicarse en el presente invento y todos se obtienen fácilmente de muchos fabricantes diferentes. En cualquier mezclador estático, elementos con forma de deflector hacen que el flujo de la mezcla cambie de dirección y de esta manera se mezclen más consigo mismos. Se debe destacar que un mezclador estático apropiado podría ser el modelo de la serie KM de mezcladores estáticos Chemineer's Kenics®, de North Andover, MA, USA. Dicho mezclador estático tiene la forma de un casquillo cilíndrico que tiene elementos deflectores con forma de álabes que sobresalen hacia adentro para proporcionar el mezclado mejorado.

Una característica opcional es proporcionar bocas 35, 36 y 38 de instrumentación dentro de las cuales se pueden proporcionar termopares y orificios de toma de muestras para medir la composición y temperatura del gas.

Después de haber sido mezclados como se ha descrito anteriormente, los reactivos fluyen a continuación al interior de la sección 12 de reacción. La sección 12 de reacción incluye una cámara 42 interior que contiene un conjunto 44 catalizador situado en el interior de la cámara 42 interior. La cámara 42 interior puede estar conformada a partir de una aleación de acero que es apropiada para atmósferas carburizantes a alta temperatura tales como la aleación RA 602 CA que se puede obtener de Rolled Alloys de Temperance, MI, USA. La cámara 42 interior no es un recipiente a presión pero puede ser expuesta a los altos niveles de presión y temperatura y a las velocidades espaciales descritos anteriormente.

Haciendo referencia a las figuras 3 y 4, el conjunto 44 catalizador puede contener un catalizador fabricado de secciones 46 monolíticas de configuración substancialmente cilíndrica que están sujetas en el interior de un ensamblaje formado por un tubo 48 cerámico desmontable y un elemento de fijación que consiste en placas 49 y 50 finales de configuración anular y tirantes 51a y 51b que se explicarán con mayor detalle más adelante en este documento. Preferiblemente, en la parte superior e inferior de la pila de secciones 46 catalizadores monolíticas, se proporcionan bloques 53 de apantallamiento para retener el calor en el interior del catalizador. Estos bloques son bien conocidos en el estado del arte y se fabrican típicamente a partir de una cerámica tal como alúmina, cordierita o una espuma metálica. Las secciones 46 catalizadoras monolíticas se fabrican típicamente de cordierita u otro material resistente a altas temperaturas que da soporte a un catalizador de metal precioso apropiado para estimular las reacciones catalíticas de interés, por ejemplo las reacciones de oxidación parcial de un gas que contiene hidrocarburos.

Preferiblemente, el tubo 48 cerámico está formado por dos secciones 48a y 48b, las cuales se pueden separar a lo largo de un eje longitudinal del tubo. En la práctica, las secciones 46 catalizadoras monolíticas se colocan en el interior de una mitad del tubo 48, por ejemplo la 48a, junto con los bloques 53 de apantallamiento. A continuación se ensamblan las dos secciones 48a y 48b del tubo 48. Se colocan entonces las placas 49 y 50 finales en ambos extremos del tubo y se roscan los tirantes 51a y 51b en la placa 50 final por medio de extremos roscados 52 y 54. A continuación se hacen pasar los extremos roscados 55 y 56 de los tirantes 51a y 51b a través de aberturas proporcionadas en la placa final 49 y se fijan en su sitio mediante tuercas 57 y 58 que se roscan en los tirantes para fijar en su sitio a las placas finales 49 y 50. Las placas finales 49 y 50 están provistas de paredes laterales 59 y 60, respectivamente, que alojan a los extremos de las mitades 48a y 48b del tubo 48 y de ese modo mantienen a las mitades 48a y 48b en un estado ensamblado formando el tubo 48. Haciendo referencia específica a la figura 4, los bordes longitudinales de cada una de las mitades 48a y 48b del tubo 48 están provistos de un rebaje 62 alargado de sección transversal semicircular a lo largo los bordes longitudinales de las mismas para alojar a los tirantes 51a y 51b anidados en el interior de los bordes longitudinales de las mitades 48a y 48b del tubo 48 y entre dichos bordes. Hay que destacar que las placas finales 49 y 50 se podrían diseñar para posicionar los tirantes 51a y 51b en la parte exterior del tubo 48, sujetando de ese modo entre ellas a las mitades 48a y 48b del tubo 48. Sin embargo, esta sería una instalación menos robusta que la ilustrada. Además, es posible un tubo que no esté formado por semisecciones. Sin embargo, un tubo de este tipo sería más difícil de cargar con el catalizador.

El ensamblaje completo de componentes como conjunto 44 catalizador se puede insertar a continuación como una unidad en la cámara 42 interior con la placa 49 final situada en la parte superior de la cámara 42 interior. Como se puede apreciar, esto es ventajoso porque los catalizadores se tienen que desmontar y sustituir como una unidad después de que la vida útil del catalizador haya llegado a su fin y, por lo tanto, haya terminado.

- 5 Hay que observar que el tubo 48 cerámico se fabrica preferiblemente de Pyrolite disponible de la empresa Rex Materials Group de Fowlerville, MI, USA y puede tener un espesor de aproximadamente 1,25 cm. Además, se podría usar una manta aislante cerámica que se enrollara alrededor de las secciones 46 catalizadoras monolíticas y alrededor del conjunto 44 catalizador. Se debe observar además que, aunque el ensamblaje anterior es preferido, las realizaciones del presente invento se pueden llevar a la práctica sin usar dicho tubo 48 cerámico ni los componentes del elemento de fijación. De hecho, el presente invento contempla que se pudiera usar un catalizador en pastillas en lugar del catalizador monolítico ilustrado y descrito en este documento.
- 10 Una ventaja adicional del reactor 1 catalítico es que el catalizador contenido en el interior de las secciones 46 catalizadoras monolíticas está aislado de un material 64 aislante que rodea a la cámara 42 interior. En muchos reactores este no es el caso y el aislamiento, que vuelve a estar formado por alúmina, se degrada con el tiempo. Además, las reacciones entre los reactivos y la alúmina pueden degradar al propio catalizador. El aislamiento proporcionado por el tubo 48 cerámico y la cámara 42 interior ayuda a evitar esto. Como se puede apreciar, la
- 15 cámara 42 interior no es estanca y se pueden producir fugas.
- Volviendo a hacer referencia específica a la figura 1, con el fin de conservar la integridad del reactor 1 catalítico, se proporciona un recipiente 63 a presión exterior para contener al aislamiento 64 y a la cámara 42 interior. Preferiblemente, el aislamiento 64 es una cerámica de baja densidad tal como FIBERFRAX® LDS que se puede
- 20 obtener de la empresa Unifrax de Niagara Falls, NY, USA. Aproximadamente 15 centímetros de este tipo de aislamiento en un reactor que funcione a aproximadamente 860°C deberían ser suficientes para producir temperaturas de menos de aproximadamente 200°C en la superficie exterior del recipiente 63 a presión exterior. Dado que el recipiente 63 a presión exterior está aislado de la cámara 42 interior en la que tiene lugar la reacción, dicho recipiente se puede fabricar de un acero inoxidable como por ejemplo el 316 y el 304. Para presiones altas de
- 25 aproximadamente 40 bares manométricos en el interior del recipiente 63 a presión exterior, son posibles espesores de pared de menos de 2,54 cm debido a dichas temperaturas de funcionamiento relativamente bajas. El fondo del recipiente 63 a presión exterior se puede rellenar con aislamiento 65 PLICAST® LWI 22 que está disponible de Plibrico Company de Chicago, IL USA, el cual es cerámica fundida dura que es más apropiada para soportar el peso de la cámara 42 interior.
- 30 Se proporciona un conjunto de bridas 66 y 68 para conectar la sección 12 de reacción a la sección 10 de mezclado mediante conectores roscados, no mostrados en el dibujo, pero igual de bien conocidos en la técnica. También, como es bien sabido, se puede proporcionar un material de junta resistente a altas temperaturas para sellar la conexión entre la sección 10 de mezclado y la sección 12 de reacción. Dicha junta puede ser una junta
- 35 FLEXITALLIC resistente a altas temperaturas del Grupo Flexitallic Inc. de Houston TX, USA. Cuando se tiene que desmontar o instalar el catalizador, se separan las bridas 66 y 68 y se desmonta fácilmente el conjunto 44 catalizador.
- Preferiblemente, en el interior del recipiente 58 a presión se suelda una plataforma 70, soportada por soportes 72, 74 y 76, y se sueldan a su vez secciones 78 de soporte con forma de L a la plataforma 70 para dar soporte a la cámara
- 40 42 interior. Aunque se ilustran dos secciones de soporte, en la práctica se usan tres, espaciadas a intervalos regulares alrededor de la cámara 42 interior. El propio reactor 1 catalítico puede ser soportado por un soporte 80 conectado al recipiente 63 a presión exterior.
- 45 Se proporciona una salida 82 para descargar un gas producto como se indica mediante la punta de flecha "B". La salida 82 incluye una sección 84 troncocónica colocada en el interior del recipiente 63 a presión, un codo 86 y una sección recta 88. Ésta proporciona comunicación entre la cámara 42 interior y penetra en el recipiente 63 a presión. Se proporciona una sección 90 de salida del recipiente 63 a presión de configuración cilíndrica para contener a la
- 50 sección recta 88. La sección 90 de salida encierra a una sección 60 de aislamiento que también rodea a la sección recta 88. Se puede proporcionar una brida 92 de conexión para conectar el reactor 1 catalítico a equipos de procesamiento situados aguas abajo.
- Aunque se ha descrito el presente invento haciendo referencia a una realización preferente, como se les ocurrirá a aquellos con experiencia en la técnica, se pueden realizar numerosos cambios, añadidos y omisiones sin apartarse
- 55 del alcance del presente invento.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un reactor catalítico que comprende: una sección (10) de mezclado para mezclar un gas que contiene oxígeno con un gas que contiene hidrocarburos y una sección (12) de reacción conectada a la sección de mezclado para hacer reaccionar a la mezcla del gas que contiene oxígeno y el gas que contiene hidrocarburos para producir un producto;
- 10 incluyendo dicha sección de reacción una cámara (42) interior posicionada para recibir a la mezcla del gas que contiene oxígeno y el gas que contiene hidrocarburos, un catalizador (44) situado en el interior de dicha cámara interior para estimular las reacciones en las que está implicada dicha mezcla, un recipiente (63) a presión exterior, aislamiento térmico (64) entre dicha cámara interior y dicho recipiente a presión exterior y una salida que penetra en el recipiente a presión exterior y en comunicación con la cámara interior para descargar un gas producto que contiene al producto;
- 15 **caracterizado porque** dicha sección (10) de mezclado incluye una cámara (16) de mezclado que tiene una entrada (14) para el gas que contiene hidrocarburos, un inyector (26) de oxígeno situado en el interior de la cámara de mezclado para inyectar el gas que contiene oxígeno en el interior del gas que contiene hidrocarburos y un supresor (30) de llama situado al menos por debajo del inyector de oxígeno; estando formado el supresor de llama por una masa de material poroso que permite el mezclado en ambas direcciones radial y axial de dicha cámara de mezclado para estimular el
- 20 mezclado del gas que contiene oxígeno y el gas que contiene hidrocarburos y estando el supresor de llama en contacto con las paredes de dicha cámara de mezclado de tal manera que el flujo de dicho gas que contiene oxígeno y de dicho gas que contiene hidrocarburos está obligado a pasar a través de dicho supresor de llama antes de entrar en la sección (12) de reacción.
- 25 2. El reactor de la reivindicación 1, en el cual el citado supresor (30) de llama está fabricado a partir de un bloque de espuma metálica.
- 30 3. El reactor de la reivindicación 2, en el cual el citado bloque de espuma metálica consiste en capas (30a-f) de dicho bloque de espuma metálica y dicha cámara (16) de mezclado tiene elementos (32) deflectores situados entre dichas capas para estimular aún más el mezclado del gas que contiene oxígeno y el gas que contiene hidrocarburos.
- 35 4. El reactor de la reivindicación 1, en el cual el citado inyector (26) de oxígeno comprende una tubería (28) de entrada que se alarga hacia el interior de dicha cámara (16) de mezclado y un distribuidor circular que tiene aberturas (29) para descargar el gas que contiene oxígeno.
- 40 5. El reactor de la reivindicación 1, que comprende además un mezclador (34) estático situado por debajo del supresor (30) de llama.
- 45 6. El reactor de la reivindicación 1, en el cual el catalizador (44) comprende una pila de bloques (46) monolíticos situada en el interior de un ensamblaje que comprende un tubo (48) cerámico y un elemento de fijación (49, 50, 51a, 51b) para sujetar la pila de bloques monolíticos en el interior del tubo cerámico como una única unidad para que el ensamblaje se pueda instalar y extraer de la cámara (42) interior como una única unidad.
- 50 7. El reactor de la reivindicación 6, en el cual el catalizador (44) tiene una configuración substancialmente cilíndrica y el elemento de fijación comprende dos placas (49, 50) finales enfrentadas de configuración anular y tirantes (51a, 51b) que conectan a dichas dos placas finales enfrentadas, estando las placas finales dimensionadas para sujetar al tubo (48) cerámico entre las placas finales y por lo tanto para sujetar a la pila de bloques monolíticos en el interior del tubo cerámico y entre las placas finales.
- 55 8. El reactor de la reivindicación 7, en el cual el tubo (48) cerámico se puede separar a lo largo de su longitud para facilitar la formación de la pila de bloques monolíticos y la fijación de las placas finales (49, 50) mediante las tirantes (51a, 51b).
- 60 9. El reactor de la reivindicación 8, en el cual el citado supresor (30) de llama está formado por capas (30a-f) de bloque de espuma metálica y la citada cámara (16) de mezclado tiene además elementos (32) deflectores situados entre dichas capas para estimular el mezclado del gas que contiene oxígeno y el gas que contiene hidrocarburos.
10. El reactor de la reivindicación 9, que comprende además un mezclador (34) estático situado por debajo del supresor (30) de llama.

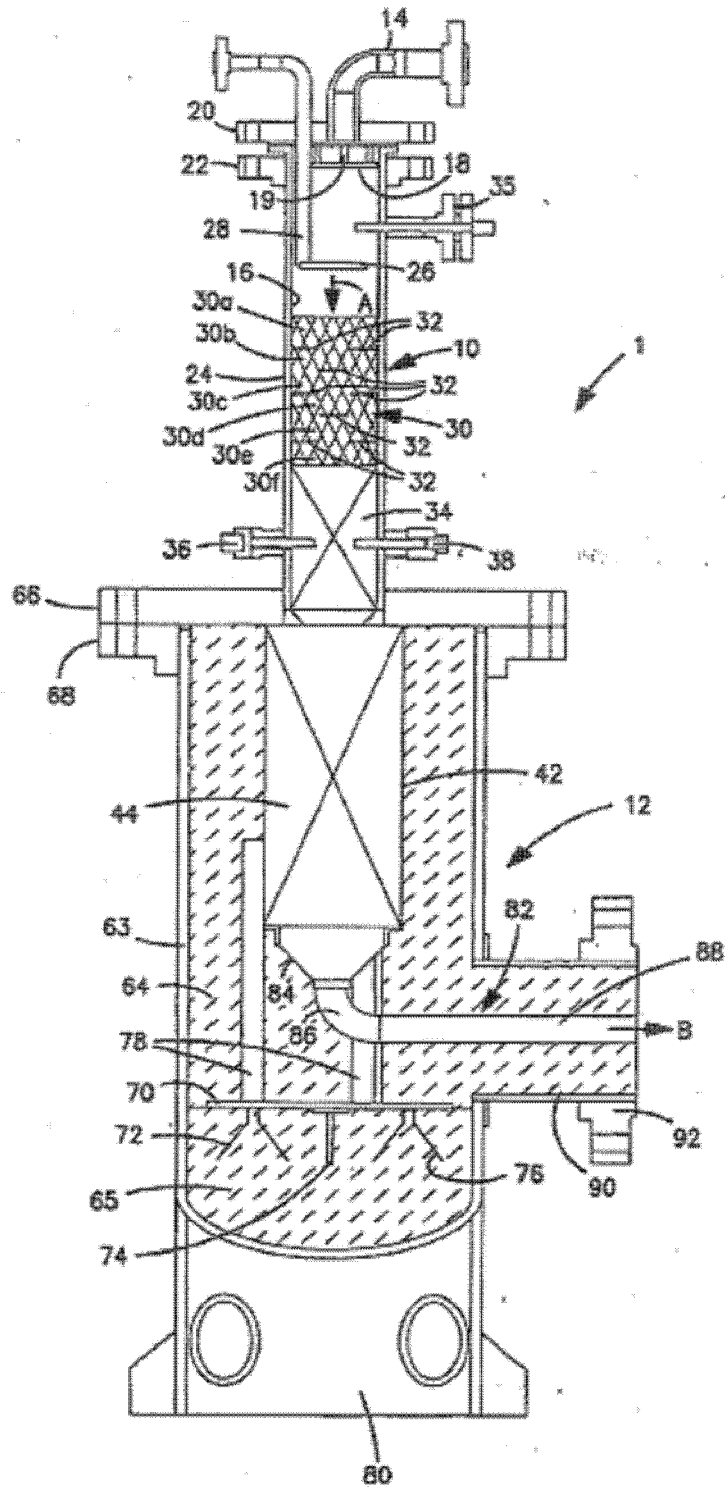


FIG. 1

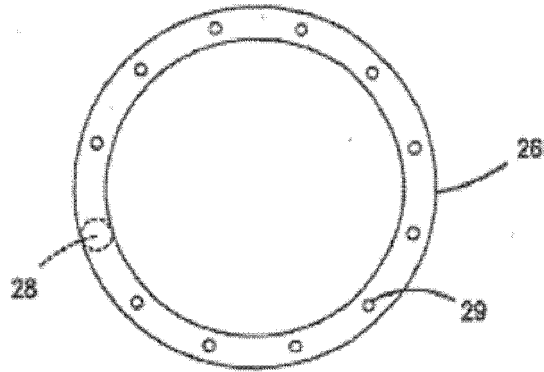


FIG. 2

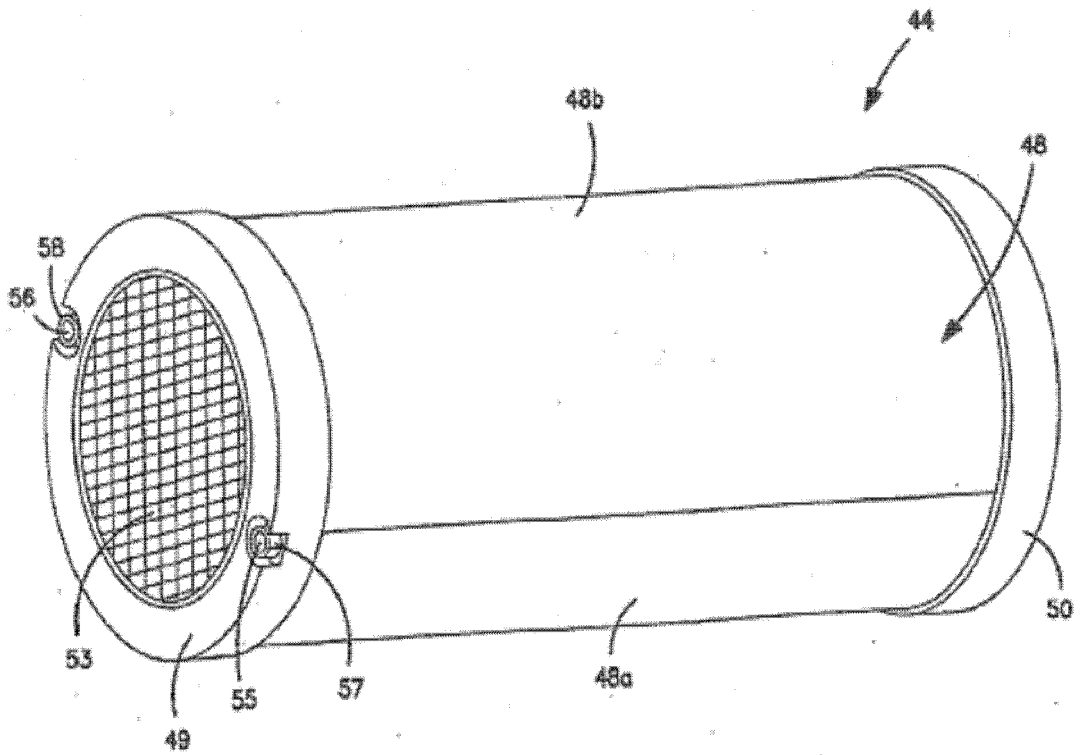


FIG. 3

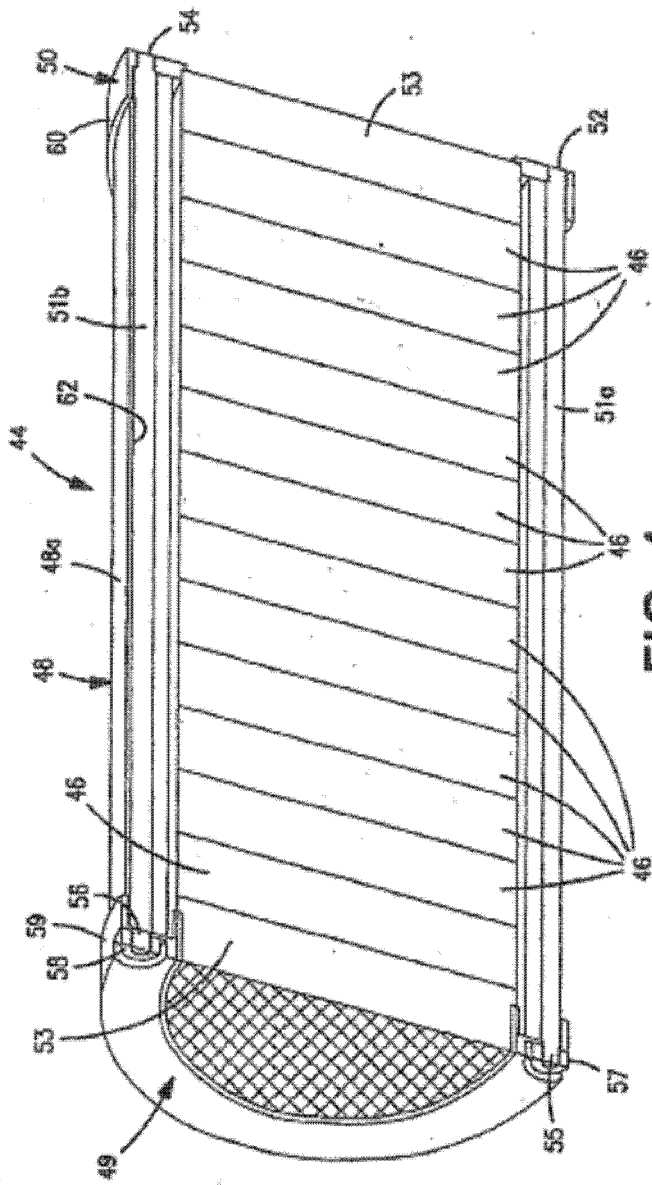


FIG. 4

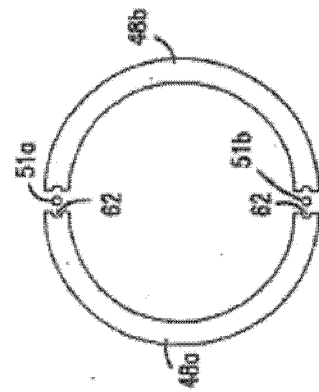


FIG. 4A