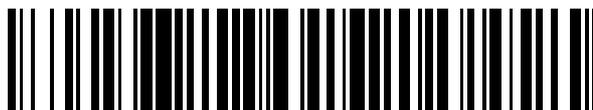


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 152**

51 Int. Cl.:

**B01J 8/06** (2006.01)

**C07C 5/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10714568 .2**

96 Fecha de presentación: **01.03.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2406000**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.01.2012**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la generación uniforme de vapor, a partir del calor de escape desprendido por la reacción de deshidrogenación de un alcano**

30 Prioridad:

**13.03.2009 DE 102009012663**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

**05.12.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

**05.12.2012**

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP UHDE GMBH (100.0%)  
Friedrich-Uhde-Strasse 15  
44141 Dortmund, DE**

72 Inventor/es:

**HEINRITZ-ADRIAN, MAX y  
WENZEL, SASCHA**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 392 152 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**

5 Procedimiento y dispositivo para la generación uniforme de vapor, a partir del calor de escape desprendido por la reacción de deshidrogenación de un alcano

10 La presente invención se refiere a uno o varios quemadores para la calefacción auxiliar de un reactor situado en el canal de escape de los gases quemados empleados para la conducción de una reacción endotérmica, con la que puede producirse una cantidad prácticamente constante de gas de escape, a cuyo fin el reactor contendrá un generador de vapor que se encuentra a la salida del canal de escape de los humos del hogar y a cuyo fin este quemador puede emplearse como quemador auxiliar para compensar la reducción del gas de escape en el canal de escape del hogar que por lo general se evacua durante la regeneración en la fase de regeneración exotérmica del catalizador empleado. La presente invención se refiere también a un dispositivo que comprende uno o varios quemadores auxiliares, que se disponen en un reactor para la conducción de una reacción endotérmica con su equipamiento necesario, con el que poder controlar la cantidad de gas de escape a la salida del canal para la evacuación de los gases quemados, en el que por otra parte se encuentra un generador de vapor. De este modo se ajusta considerablemente la corriente de vapor extraíble del generador de vapor, lo que siempre supone una ventaja para el funcionamiento de las turbinas o de los compresores. Donde este dispositivo resulta especialmente indicado es para reacciones en las que se realizan las típicas deshidrogenaciones de alcanos.

20 Un procedimiento corriente para la conducción de hidrogenaciones de alcanos consiste en hacer pasar una mezcla de hidrocarburos que contenga alcanos por un catalizador deshidrogenante con lo que se posibilita una reacción de los alcanos contenidos en la mezcla gaseosa en los correspondientes alquenos. El catalizador se dispone de forma típica en los tubos de reacción orientados en sentido descendente, por los que afluye el gas de reacción por un canal de entrada, de modo que el gas producido que contiene como componente el alqueno que se pretende obtener puede ser extraído a la salida del tubo de reacción. La reacción es endotérmica, por lo cual el tubo de reacción debe ser calentado desde fuera. Esto tiene lugar generalmente en un reactor que contiene un hogar por el que son conducidos los tubos de reacción, que son calentados por un gas calefactor. Los tubos de reacción en este caso se aíslan con respecto al hogar. El hogar desemboca en un canal para los gases de combustión en el que el gas de escape calentado es utilizado térmicamente para finalmente ser evacuado por una chimenea.

25 En el documento WO 2004/039920 A2 se describe una forma típica para la conducción del procedimiento para la deshidrogenación de alcanos con el correspondiente dispositivo al efecto. Una selección de los distintos procedimientos para la deshidrogenación y los catalizadores que se emplean con esta finalidad se encuentran en el documento publicado de F.Buonomo, D.Sonfillipo, F.Trifirö, Manual de catálisis heterogénea, 1ª edición, VHC, Weinheim, 1997 p. 2140 ff y en las citas bibliográficas que se mencionan.

30 El gas de escape procedente del caldeo se extrae del hogar por los canales de escape para los gases quemados. Por su parte según la forma de realización alcanzan una temperatura de unos 1000°C. Para permitir seguir utilizando el calor de caldeo de los tubos de reacción, en o bien detrás de la salida del canal para el gas de escape para el gas quemado, se dispone un típico generador de vapor.

35 La deshidrogenación de alcanos tiene lugar típicamente generando subproductos que tras un determinado periodo de reacción precipitan sobre el catalizador. Con ello desciende el rendimiento de la reacción y la producción de los pretendidos alcanos. Por este motivo la reacción se interrumpe tras un cierto tiempo y cesa el paso o transición del gas de reacción sobre el catalizador. A continuación de esto en una forma típica de realización se conduce un gas que contiene oxígeno sobre el catalizador. De este modo podrán desintegrarse los depósitos que contienen carbono, regenerándose de este modo el catalizador. Tras la regeneración la deshidrogenación del alcano volverá de nuevo a realizarse en el correspondiente tubo de reacción o reactor. El procedimiento se realizará según esta forma de proceder de forma cíclica.

40 Dado que la deshidrogenación de los alcanos es endotérmica y la regeneración del catalizador es exotérmica, el reactor durante la regeneración recibirá considerablemente menos calor si se compara con el que se tiene que alimentar durante el funcionamiento normal. Generalmente, por su parte, los quemadores durante la fase de regeneración operan con menos gas calefactor.

45 El documento WO 2007/ 118825 A1 describe un procedimiento para la fabricación de olefinas a partir de hidrocarburos, así como un dispositivo para la realización del procedimiento. Mediante la desconexión del quemador durante la fase de regeneración se interrumpe así mismo, la alimentación de calor en el lecho del catalizador, de modo que para la regeneración por paso de un gas que contenga oxígeno ya no llegará más calor en el lecho del catalizador, de ahí que el catalizador quedará protegido contra el recalentamiento y el deterioro. Los quemadores para la ejecución del procedimiento disponen de un dispositivo para desconectarse y para volver a funcionar, tras la regeneración vuelven a accionarse mediante un quemador piloto. Tanto el quemador calefactor como también el quemador piloto pueden equiparse con un dispositivo de supervisión. No existen indicaciones de ningún tipo a cerca de la obtención de vapor empleando un generador de vapor y una compensación por la interrupción del caldeo.

En el documento EP 179 322 B1 se describe un procedimiento relativo a la regeneración exotérmica de un catalizador, que es desactivado durante la reacción catalítica endotérmica dentro de un procedimiento discontinuo. Mediante una reducción del rendimiento del quemador hasta por debajo del 50% del rendimiento original, o bien preferentemente, por debajo del 10 % del rendimiento de combustión original, lo que se consigue mediante una reducción de alimentación de los medios calefactores, se alcanza una economía del medio calefactor y aire de combustión. Entre los procedimientos aplicables debe citarse especialmente la deshidrogenación del i-Butano, n-Butano o bien mezclas de ellos. Al emplear varios reactores existe la posibilidad de servirse de estos en régimen alternativo, de modo que en su conjunto no se da ninguna modificación del medio calefactor alimentado, para la corriente de combustión así como ninguna alteración de la carga en el sistema del calor de escape o irradiado. Tampoco esta teoría proporciona indicaciones para obtener vapor mediante la utilización de un generador de vapor o para la compensación en caso de interrupción del caldeo.

Durante la estrangulación del proceso de caldeo para proceder a la regeneración del catalizador tiene lugar una reducción del flujo de gas quemado o de escape en el generador de vapor, que se halla instalado en el canal del gas de escape. Esto puede ser problemático puesto que el vapor que produce el generador de vapor se utiliza en una forma de realización considerada importante para el accionamiento de un compresor mediante una turbina de vapor. El procedimiento de deshidrogenación se desarrolla de modo que tanto durante la explotación normal como también durante la regeneración se alimente vapor para utilizarse como vapor de turbina. Durante la fase de regeneración la producción de vapor propio es menor. Al mismo tiempo el consumo de vapor para el servicio de regeneración es no obstante de magnitud similar al necesario para el servicio normal. Por ello la cantidad de vapor alimentada durante la fase de regeneración determinará la cantidad de vapor a alimentar para la instalación de deshidrogenación.

Es por ello que se tiene como objetivo crear un procedimiento catalítico endotérmico para la obtención de un alqueno que produzca una cantidad lo mayor posible de gas de escape durante la fase de regeneración para el funcionamiento de un generador de vapor, de modo que permita poner a disposición una cantidad constante de vapor durante todo el ciclo de "producción –regeneración."

La presente invención pretende también proporcionar un dispositivo para lograr esta finalidad. Este habrá de permitir, así mismo, crear un sistema para establecer una supervisión y un control a distancia del procedimiento.

La presente invención resuelve este problema mediante un procedimiento para la regulación o la producción controlada de gas de escape en una reacción catalítica endotérmica, con lo cual mediante este gas de escape, con la ayuda de un generador de vapor, permita producir una corriente de vapor en cantidad suficientemente grande, para cuyo fin a la salida del canal de gas de escape se dispondrá como mínimo de un quemador auxiliar, con el que se genere una corriente de gas de escape que no entre en contacto con los tubos de reacción caldeados, pero cuya la corriente de gas de escape pase sobre las superficies intercambiadoras de calor del generador de vapor durante la operación de regeneración, haciendo aumentar su volumen. La presente invención resuelve este cometido también mediante un dispositivo que se construye con uno o varios quemadores auxiliares dispuestos en la entrada del canal del gas de escape de un reactor para la conducción de una reacción catalítica endotérmica, en la que el quemador auxiliar se dispone en la corriente del gas de escape, detrás de los tubos de reacción. El dispositivo contiene también un mecanismo con el que se puede supervisar y controlar los quemadores auxiliares.

Mediante la presente invención puede reducirse la cantidad de vapor alimentada. Con lo que no se generan costes adicionales para las instalaciones intercambiadoras térmicas; que se emplean para el funcionamiento normal de los aparatos e instrumentos incorporados, dimensionados para ser utilizados en este caso.

Los quemadores auxiliares que se precisan generalmente para la operación de regeneración son relativamente económicos.

Los procedimientos típicamente catalíticos endotérmicos en los que puede aplicarse la presente invención, se emplean para la deshidrogenación de alcanos, en cuyo caso estas reacciones se conducen en tubos de reacción rellenos de catalizadores, a cuyo fin estos tubos de reacción se disponen en una cámara de reacción caldeable en donde mediante un quemador son calentados por un gas calefactor. Un procedimiento típico para la deshidrogenación de alcanos, en el que puede aplicarse la presente invención, se describe en el documento WO 2004/039920 A2. En este caso se describe, así mismo, un reactor en el que en una fase del procedimiento por separado se quema el hidrógeno resultante de la deshidrogenación del alcano.

Se reivindica especialmente un procedimiento para la regeneración de un catalizador de lecho sólido con generación de vapor, permanente a partir de la calefacción del reactor, en donde

. un catalizador de lecho sólido se dispone en uno o varios tubos de reacción en donde tiene lugar una reacción endotérmica bajo el paso de una corriente de una mezcla gaseosa reactiva, y  
. el o los tubos de reacción son caldeados desde fuera por la combustión de un gas calefactor en un hogar, por el que los tubos de reacción son guiados para la conducción de la reacción endotérmica, y

. la reacción tiene lugar cíclicamente en el o en los tubos de reacción en un periodo de tiempo limitado, para lo cual se utiliza, el periodo de tiempo no empleado para la regeneración del catalizador, por el paso de un gas conteniendo oxígeno o vapor de agua, o bien una mezcla de estos gases, y

5 la corriente de gas de escape proveniente del calentamiento de los tubos de reacción es extraída del hogar y se utiliza en esta forma de ejecución para la obtención de vapor, mediante el generador de vapor y esto se caracteriza ,por que

10 . a la salida del canal del gas de escape se encuentra por lo menos un quemador auxiliar en el que se desarrolla una corriente de gas de escape que no entra en contacto con los tubos de reacción a caldear y cuya cantidad se ve incrementada por la corriente de gas de escape al pasar sobre la superficie del intercambiador térmico del generador de vapor durante la regeneración.

15 Debido a esta elevación de la cantidad de gas de escape en el canal de gas quemado pueden utilizarse mejor las superficies de intercambio térmico en este canal durante la fase de regeneración del catalizador. Con ello la cantidad de vapor producido puede mantenerse prácticamente constante durante toda la duración del procedimiento. Los quemadores auxiliares se provén para ello de un dispositivo de regulación, con el que puede controlarse la cantidad de gas de combustión. Esto puede realizarse mediante la regulación de los quemadores auxiliares en función de la temperatura del gas de escape en la corriente del gas de escape a continuación de los quemadores auxiliares. Esta regulación controlará el flujo de alimentación de gas calefactor o bien el aire de combustión en los quemadores auxiliares.

20 Para continuar incrementando la generación de vapor durante la regeneración, los quemadores auxiliares se instalarán preferentemente de forma que, se incremente la temperatura de la corriente del gas de escape a la entrada del canal del gas de escape en las superficies del intercambiador térmico del generador de vapor. El control de la temperatura en el canal del gas de escape y en las superficies del intercambiador térmico, también puede controlarse mediante la cantidad alimentada de aire fresco en el canal del gas de escape cuando este sea necesario

25 Los quemadores auxiliares están provistos preferentemente de un dispositivo de regulación, de modo que la alimentación de gas calefactor y con ello la producción de gas de escape pueda ajustarse. El dispositivo de regulación se controla además mediante una sonda de temperatura, que se halla situada cerca de las superficies del intercambiador térmico del generador de vapor, de modo que los quemadores auxiliares se podrán controlar en función de la temperatura del canal del gas de escape. Aplicando una forma de realización sencilla puede también instalarse un mando manual a los quemadores.

30 El dispositivo de regulación de los quemadores auxiliares puede controlarse, así mismo, por la cantidad de vapor producido. En este caso se instala en un punto idóneo del generador de vapor un dispositivo para medir la cantidad de vapor para la cantidad generada de vapor de forma que los quemadores auxiliares puedan controlarse en función de la cantidad de vapor producido,

35 Los procesos en los que tiene aplicación el procedimiento al que hace referencia la presente invención, son especialmente los de deshidrogenación de los alcanos, por los que un alcano sometido a emisión de hidrógeno se transforma en un alqueno. Esto puede producirse siguiendo un solo proceso. Frecuentemente se producen también, no obstante, deshidrogenaciones de alcanos en las que un alcano se transforma en un alqueno por cesión de hidrógeno y el hidrógeno, en una fase siguiente en un procedimiento por separado se oxida, con lo cual se llega a otra deshidrogenación del alcano hasta ahora no transformado. Los quemadores auxiliares pueden en este caso instalarse en uno o en varios reactores. Con ello se apoya a todo el proceso endotérmico con la regeneración del catalizador.

40 Se reivindica también un dispositivo que permitirá llevar a cabo el procedimiento al que se refiere la presente invención. Especialmente se reivindica un dispositivo para generar vapor regularmente a partir del calor de escape de un proceso de deshidrogenación, que comprende,

45 . un reactor con hogar para llevar a cabo una reacción endotérmica con las conducciones tubulares que serán rellenas con un catalizador, una entrada para el gas de reacción y una salida para el gas producido en los tubos de reacción, uno o varios quemadores principales que no deben entrar en contacto con el catalizador ni con el gas de reacción y con los tubos de reacción dispuestos en el hogar, caldeados desde el exterior, y al final del hogar un canal para el gas de escape con salida para este gas quemado y en el canal del gas de escape uno o varios generadores de vapor, que se caracteriza por que

60 . a la salida del canal de gas de escape después de los tubos de reacción y antes del paso del o de los generadores de vapor se hallan uno o varios quemadores auxiliares.

65 Los reactores para la conducción de los procesos endotérmicos, disponen de quemadores auxiliares para asistir en la operación de puesta en marcha, que son conocidos a nivel de la técnica actual. En el documento US 2003/0101651 A1 se describe un dispositivo para conducir una reacción catalítica endotérmica, por la que un gas

conteniendo hidrocarburos es dirigido por un tubo relleno con un catalizador, que se caldea por el exterior, para lo cual, el gas de reacción es calentado por convención a contra corriente. Según la disposición de la reacción puede reducirse considerablemente el tamaño del reactor, pudiendo construirse la completa disposición de forma transportable. El dispositivo especifica quemadores auxiliares, que se emplean para iniciar la reacción, a cuyo fin, estos se sitúan en el hogar para la combustión del gas calefactor. Aquí no se hace ninguna referencia a la regeneración del catalizador ni a la interrupción del proceso de caldeo. Tampoco se menciona ningún dispositivo de control para los quemadores auxiliares.

En las formas de realización mas frecuentes de la presente invención, los quemadores auxiliares se han provisto de dispositivos de regulación, con los que puede regularse la potencia de un quemador. Entre los dispositivos de regulación mas indicados se tiene, por ejemplo, las válvulas, las correderas, las compuertas o los husillos con los que poder regular la alimentación del gas de combustión en los quemadores auxiliares. El dispositivo de regulación puede a su vez contener un sistema de regulación para la alimentación del aire de combustión en los quemadores auxiliares.

Los quemadores auxiliares también pueden controlarse en función de parámetros de medida a la salida del canal del gas de escape. Estos están relacionados con las correspondientes reivindicaciones del procedimiento especialmente las sondas de medida para la determinación de la cantidad de gas de combustión o para la temperatura de los gases de combustión. Para el cumplimiento de este objetivo, estos se sitúan a la salida del canal del gas de escape. Si se desea una regulación del quemador auxiliar intercalado, en función de la cantidad de gas de combustión, se equiparán los canales del gas de escape con un dispositivo de medición con el que pueda determinarse la cantidad de gas de combustión en el canal de escape y pueda regularse de este modo en función del quemador auxiliar.

Si se desea una regulación del quemador auxiliar incorporado en función de la temperatura de la corriente del gas de escape tendrán que equiparse los canales para el gas de escape con un dispositivo de medida, con el que podrá medirse la temperatura de los gases de escape en el canal de escape y por la cual podrá regularse en función del quemador auxiliar. Si es preciso efectuar una medición comparativa en relación con la cantidad total o la temperatura de los gases de escape, podrán instalarse las correspondientes sondas de medida también en el mismo canal de los gases de escape o en las superficies de intercambio térmico del generador de vapor. En otra forma de realización se emplean para la medición las sondas Lambda que determinarán el contenido de oxígeno en el canal de los gases de escape, cuando el control del quemador auxiliar se realiza partiendo del contenido en oxígeno en el canal del gas de escape.

El reactor para la aplicación del dispositivo al que se refiere la presente invención se ha configurado típicamente como es usual según el nivel actual de la técnica. Para la ejecución de la presente invención se precisa de un reactor para la conducción de la reacción endotérmica, provisto de unas conducciones tubulares, que se rellenan con un catalizador, quemadores que no deben entrar en contacto con el catalizador ni con el gas de reacción y los tubos de reacción que serán caldeados desde fuera, una entrada para el gas de reacción y una salida para el gas producido en los tubos de reacción, una entrada para el gas calefactor y un canal para el gas de escape, así como de un generador de vapor con superficies de intercambio térmico en o después de la salida del canal del gas de escape. Los quemadores principales y los quemadores auxiliares a los que se refiere la presente invención pueden instalarse en el hogar o en el canal de los gases de escape en puntos discrecionales. Esto también es aplicable para las superficies caldeadas para el intercambio térmico. Los quemadores, los tubos de reacción o los generadores de vapor pueden disponerse aisladamente o bien montándose varias unidades. Los quemadores auxiliares se instalaran siempre de forma que los gases de escape que se evacuen no entren nunca en contacto con los tubos de reacción ni con el catalizador contenido en ellos.

Para el control y regulación de los quemadores auxiliares se adoptarán especialmente aquellos dispositivos que se emplean para la regulación de quemadores a nivel actual de la técnica. Habitualmente son, válvulas, correderas, registros o husillos, con los que puede regularse la alimentación del gas de combustión o del aire de combustión en los quemadores auxiliares. Para la determinación de los parámetros de control se suelen utilizar específicamente, termoelementos, manómetros, caudalímetros y sondas para oxígeno.

Para emplearse como quemadores auxiliares se dispone de, quemadores de gases, quemadores de fluidos, quemadores de cohetes o bien quemadores soplantes para sólidos. En cualquier caso ello dependerá del tamaño del canal del gas de escape y de la superficies intercambiadoras térmicas. Para dispositivo al que se hace referencia en la presente invención de los quemadores auxiliares pertenecen también unos instrumentos adecuados para la ignición. Estos pueden ser por ejemplo, encendedores eléctricos o electrónicos, quemadores piloto, o pedernales. Los quemadores auxiliares se provén preferentemente con un dispositivo de regulación, con el que o con los que regular la potencia. Así por ejemplo, pueden configurarse de forma que el canal del gas de escape se provea de un dispositivo de medida, para poder determinar la temperatura en el canal de escape del gas quemado y en función de esta ajustar la potencia del o de los quemadores auxiliares.

Para posterior utilización del calor de escape se emplean generadores de vapor que pueden instalarse libremente y en el número que sea necesario. Por lo general se trata de generadores de vapor que se disponen a modo de intercambiadores térmicos indirectos con superficies para intercambio térmico. Estas pueden configurarse a voluntad.

5 Pueden contener así mismo, dispositivos de medición para la determinación de las cantidades de vapor generadas. Los generadores de vapor que son caldeados por el o los quemadores auxiliares pueden estar provistos de un dispositivo para determinar la cantidad de vapor, de forma que su potencia pueda regularse en función del o de los quemadores auxiliares. Por otra parte pertenecen también al dispositivo al que se refiere la presente invención, otros dispositivos auxiliares como las conducciones tubulares. Estas pueden existir en número y formas de ejecución que se desee.

10 El dispositivo al que se refiere la presente invención ofrece la ventaja de poder generar regularmente vapor dentro de un tiempo razonable a partir del calor de escape de una reacción de deshidrogenación de un alcano. Mediante este dispositivo y el procedimiento al que se refiere la presente invención puede optimizarse la producción de vapor a partir del calor de escape del mencionado procedimiento y a parte de ello ganar energía mecánica.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la generación uniforme de vapor a partir del calor de escape de una reacción de deshidrogenación de un alcano, en donde
- 5 .un catalizador de lecho sólido se dispone dentro de uno o varios tubos de reacción en donde se conduce una reacción endotérmica bajo el paso de una corriente de una mezcla de gas reactivo, y
- .el o los tubos de reacción son caldeados desde fuera por combustión de un gas calefactor en un hogar, a través del cual los tubos de reacción son guiados para conducir la reacción endotérmica, y limitado, en donde el periodo de tiempo no utilizado para la reacción es utilizado para la regeneración del catalizador mediante la transición de un gas
- 10 conteniendo oxígeno o vapor de agua o bien una mezcla de estos gases, y
- .la corriente de gas de escape producida al calentar los tubos de reacción es conducida al exterior del hogar y esta se utiliza en su salida para la generación de vapor al pasar por el generador,
- caracterizado por que,
- .en la corriente de gas de escape después de los tubos a calentar se encuentra por lo menos un quemador auxiliar,
- 15 con el que se genera una corriente de gas de escape, que no entra en contacto con los tubos a calentar, y por el que la corriente del gas de escape pasando sobre las superficies de intercambio térmico del generador de vapor durante la regeneración aumenta su volumen.
2. Procedimiento para la generación uniforme de vapor a partir del calor de escape de una reacción de deshidrogenación de un alcano según la reivindicación 1, caracterizado por que, mediante el o los quemadores auxiliares la corriente del gas de escape incrementa su temperatura en las superficies para intercambio térmico del generador de vapor durante la regeneración.
- 20
3. Procedimiento para la generación uniforme de vapor a partir de la reacción para la deshidrogenación de un alcano según una de las reivindicaciones desde 1 a 2, caracterizado por que, los quemadores auxiliares están provistos de un dispositivo de regulación y el canal del gas de escape que se caldea con un quemador auxiliar, está provisto de un dispositivo para la determinación de la temperatura, de modo que los quemadores auxiliares pueden regularse en función de la temperatura en el canal del gas de escape.
- 25
4. Procedimiento para la generación uniforme de vapor a partir de la reacción para la deshidrogenación de un alcano según una de las reivindicaciones desde 1 a 3, caracterizado por que, los quemadores auxiliares están provistos de un dispositivo de regulación y el generador de vapor que se caldea con el quemador auxiliar esta provisto de un dispositivo para la determinación de la cantidad de vapor, de forma que los quemadores auxiliares pueden ser controlados en función de la cantidad de vapor producido.
- 30
5. Procedimiento para la generación uniforme de vapor a partir de la reacción para la deshidrogenación de un alcano según una de las reivindicaciones desde 1 a 4, caracterizado por que, en cuanto al procedimiento endotérmico con el que se regenerará el catalizador se trata de una reacción para la deshidrogenación de un alcano, por la que un alcano se transforma en un alqueno bajo emisión de hidrógeno.
- 35
6. Procedimiento para la generación uniforme de vapor a partir de la reacción para la deshidrogenación de un alcano según una de las reivindicaciones desde 1 a 5, caracterizado por que, en cuanto al procedimiento endotérmico con el catalizador a regenerar se trata de una reacción para la deshidrogenación de un alcano, por la que un alcano por emisión de hidrógeno se transforma en un alqueno y el hidrógeno en otra fase del proceso a continuación por separado se oxida, durante lo cual tiene lugar otra reacción de deshidrogenación del alcano todavía no transformado hasta ahora.
- 40
7. Dispositivo para la generación uniforme de vapor a partir del calor de escape de una reacción para la deshidrogenación de un alcano que comprende
- 50 .un reactor con hogar para la conducción de una reacción endotérmica con los tubos de reacción para esta finalidad que se encuentran rellenos de un catalizador,
- .una entrada para el gas de reacción y una salida para el gas producido en los tubos de reacción,
- 55 .uno o varios quemadores principales, que no han de entrar en contacto con el catalizador ni con el gas de reacción y en donde los tubos de reacción dispuestos en el hogar son caldeados desde fuera,
- .en el extremo del hogar existe un canal para los gases e escape, y en el canal de escape se encuentran uno o varios generadores de vapor,
- 60 caracterizado por que,
- .a la salida del canal del gas de escape siguiendo la corriente del gas de escape detrás de los tubos de reacción a caldear y antes del paso de la corriente por el o los generadores de vapor se han dispuesto uno o varios quemadores auxiliares.
- 65

8. Dispositivo para la generación uniforme de vapor a partir del calor de escape de una reacción para la deshidrogenación de un alcano o de una depuración de vapor, según la reivindicación 7, caracterizado por que, el o los quemadores auxiliares están provistos de un dispositivo adecuado para asistir a la ignición.

5  
9. Dispositivo para la generación uniforme de vapor a partir del calor de escape de una reacción para la deshidrogenación de un alcano o de una depuración de vapor, según cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado por que, el o los quemadores auxiliares están equipados con un dispositivo de regulación, con el que se regulará la potencia del o de los quemadores auxiliares.

10  
10. Dispositivo para la generación uniforme de vapor a partir del calor de escape de una reacción para la deshidrogenación de un alcano o de una depuración de vapor, según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado por que, el canal para el gas de escape esta provisto de un dispositivo de medida con el que determinar la temperatura del gas quemado en el canal del gas de escape de modo que en función de la cual poder regular la potencia del o de los quemadores auxiliares.

15  
20  
11. Dispositivo para la generación uniforme de vapor a partir del calor de escape de una reacción para la deshidrogenación de un alcano según cualquiera de las reivindicaciones de 7 a 9, caracterizado por que, los generadores de vapor, que son caldeados por el o los quemadores auxiliares están provistos de un dispositivo de medida para el volumen de vapor de modo que en función de aquel pueda regularse la potencia del o de los quemadores auxiliares.