



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 402**

51 Int. Cl.:

B01J 8/18 (2006.01)

C01G 11/00 (2006.01)

B01J 8/24 (2006.01)

C10G 51/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02801216 .9**

96 Fecha de presentación : **20.12.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1558372**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.08.2005**

54 Título: **Procedimiento de cracking catalítico profundo mejorado.**

30 Prioridad: **10.01.2002 US 43954**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2011

73 Titular/es: **STONE & WEBSTER PROCESS
TECHNOLOGY, Inc.
1430 Enclave Parkway
Houston, Texas 77077-2023, US**

72 Inventor/es: **Letzsch, Warren, S.**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 361 402 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

Procedimiento de cracking catalítico profundo mejorado

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para convertir materiales de alimentación hidrocarbonados a productos craqueados. Más particularmente, la presente invención se refiere a un procedimiento mejorado para producir olefinas a partir de materiales de alimentación hidrocarbonados. De un modo sumamente particular, la presente invención se refiere a una mejora en los procedimientos de cracking catalítico profundo.

Antecedentes de la invención

10 Los procedimientos de cracking no catalítico y de cracking catalítico de materiales de alimentación hidrocarbonados son bien conocidos en la técnica. A este respecto, el cracking con vapor de agua en un horno y el contacto con salidas en partículas no catalíticos son dos ejemplos bien conocidos del procedimiento de cracking no catalítico. Ejemplos de procedimientos de cracking no catalítico de estos tipos se describen, por ejemplo, en Hallee et al., Patente US No. 3.407.789; Woebcke, Patente US No. 3.820.955; DiNicolantonio, Patente US No. 4.499.055 y Gartside et al., Patente US No. 4.814.067.

15 Además son ya conocidos los procedimientos de cracking catalítico. Por ejemplo, han sido descritos procedimientos de cracking catalítico en estado fluido en la bibliografía de patentes, en particular en Cormier, Jr. et al., Patente US No. 4.828.679; Rabo et al., Patente US No. 3.647.682; Rosinski et al., Patente US No. 3.758.403; Lomas, Patente US No. 6.010.618; y Gartside et al., Patente US No. 5.324.484. Se hace una mención especial de las mejoras en el cracking catalítico en estado fluido que se describen en Letsch et al., Patente US No. 5.662.868 y Letsch et al.,
20 Patente US No. 5.723.040.

Otro procedimiento de cracking catalítico que resulta especialmente útil en la producción de olefinas a partir de materiales de alimentación hidrocarbonados ha sido denominado como procedimiento de cracking catalítico profundo. El procedimiento de cracking catalítico profundo se describe en Li et al., Patente US No. 4.980.053; Yongqing et al., Patente US No. 5.326.465; Shu et al., Patente US No. 5.232.675; Zhicheng et al., Patente US No. 5.380.690 y Zaiting et al., Patente US No. 5.670.037.

30 Las olefinas producidas en estos procedimientos han sido deseadas durante largo tiempo como materiales de alimentación para las industrias petroquímicas. Las olefinas tales como etileno, propileno, los butenos y los pentenos son útiles en la preparación de una amplia variedad de productos finales, incluyendo, pero no de forma limitativa, polietilenos, polipropilenos, poliisobutileno y otros polímeros, alcoholes, monómero de cloruro de vinilo, acrilonitrilo, metil-terc-butileter y otros productos petroquímicos, y una variedad de cauchos tal como caucho butilo. Por otro lado, los hidrocarburos más pesados producidos en los procedimientos también han sido deseados desde hace bastante tiempo para su uso como gasolinas, combustibles y aceites de ciclo ligeros.

35 Constituiría un avance importante en el estado de la técnica en el caso de que pudiera desarrollarse un procedimiento mejorado de cracking catalítico profundo que pudiera manipular una amplia variedad de materiales de alimentación y craquear estos materiales de alimentación a olefinas más valiosas (olefinas C₃ y C₄) con menos olefinas C₂. Representaría un importante avance adicional en el estado de la técnica en el caso de que el procedimiento mejorado pudiera aplicarse fácil y sencillamente a modernizar un procedimiento de cracking catalítico ya existente.

Resumen de la invención

40 Para este fin, el presente inventor ha descubierto ahora un procedimiento mejorado y único de cracking catalítico profundo que comprende una primera reacción de cracking efectuada a una velocidad espacial horaria en peso relativamente elevada para convertir aproximadamente de 35 a 60% de la alimentación y una segunda operación de cracking efectuada a una velocidad espacial horaria en peso relativamente baja para completar la conversión, y cuyo procedimiento soluciona los inconvenientes del estado de la técnica y satisface los aspectos comercialmente deseables anteriormente expuestos.

A partir de EP-A2-1046696 y US-A-4892643 se conoce un procedimiento en dos etapas en un tubo ascendente que tiene dos secciones, en donde se describe una isomerización de un producto de gasolina en la segunda sección obtenido a partir de la primera sección a un producto de gasolina rico en olefinas e isoparafinas ramificadas.

50 A la vista de lo anterior, un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento de cracking catalítico profundo mejorado. Otro objeto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento de

cracking catalítico profundo mejorado que produce mayores rendimientos en olefinas C₃ y C₄ a expensas de olefinas C₂.

Otro objeto de la presente invención consiste en un procedimiento de cracking catalítico profundo mejorado que puede ser utilizado en una instalación de cracking ya existente que puede ser fácilmente modernizada para adaptarse al procedimiento mejorado de la presente invención.

Estos y otros objetos evidentes para el experto en la materia son ofrecidos por la presente invención expuesta a continuación con mayor detalle.

Breve descripción del dibujo

La figura muestra una modalidad preferida de la presente invención.

10 Descripción detallada de la invención

La presente invención proporciona un procedimiento mejorado para el cracking catalítico profundo de un material de alimentación hidrocarbonado. En un procedimiento de cracking catalítico profundo convencional, un material de alimentación hidrocarbonado precalentado se craquea sobre un catalizador ácido sólido caliente en un reactor a temperaturas que oscilan desde 496° C (925° F a 732° C (1.350° F) aproximadamente, con preferencia desde 552° C (1.025° F) a 621° C (1.150° F) aproximadamente. La velocidad espacial horaria en peso de la carga de material de alimentación puede ser del orden de 0,2 hr⁻¹ a 20 hr⁻¹ aproximadamente. La reacción de catalizador a aceite puede variar de 2 a 12 aproximadamente, con preferencia de 5 a 10 aproximadamente. Con el fin de rebajar la presión parcial de la alimentación hidrocarbonada, se pueden añadir al reactor, durante el proceso de conversión, vapor de agua u otros gases, tal como el gas seco de una unidad de cracking catalítico.

20 Cuando se emplea vapor de agua, se mantiene preferentemente una relación en peso de vapor de agua a alimentación hidrocarbonada del orden de 0,01 a 0,5:1 aproximadamente. La presión total de la reacción oscila preferentemente entre 138 kPa (20 psia) a 310 kPa (45 psia) aproximadamente, más preferentemente entre 172 kPa (25 psia) a 241 kPa (35 psia).

25 Después de la reacción, las partículas de catalizador agotado pueden ser sometidas a una rectificación con vapor de agua para separar hidrocarburos residuales absorbidos en o arrastrados con el catalizador, como es conocido en la técnica. Las partículas de catalizador agotado con coque depositado sobre las mismas se transfieren entonces a una zona de regeneración, como también es bien conocido para el experto en la materia.

30 La regeneración del catalizador se efectúa entonces manualmente poniendo en contacto el catalizador con un gas que contiene oxígeno a una temperatura del orden de 635° C (1.175° F) a 732° C (1.350° F) aproximadamente. A continuación, el catalizador regenerado se recicla a la zona de reacción.

35 Los materiales de alimentación hidrocarbonados útiles en los procedimientos DCC del estado de la técnica, y de acuerdo con esta invención, pueden variar en una amplia gama y habitualmente son materiales de alimentación hidrocarbonados relativamente pesados, tales como aquellos seleccionados entre fracciones de petróleo con diferentes intervalos de ebullición, es decir, nafta, gasóleo, gasóleo de vacío, crudo residual, crudo de petróleo y mezclas de los mismos.

40 Los catalizadores para su uso en los procedimientos DCC del estado de la técnica y de acuerdo con la presente invención son catalizadores ácidos sólidos que comprenden uno o más componentes activos y un material de matriz. Los componentes activos incluyen aluminosilicatos amorfos o zeolitas tales como tamices moleculares selectivos de la forma pentasil, faujasita, catalizadores del tipo ZSM-5, faujasita intercambiada con cationes de tierras raras, faujasita químicamente tratada y/o estabilizada y mezclas de los anteriores componentes. El material de matriz incluye óxidos inorgánicos sintéticos y arcillas minerales. Todos estos catalizadores son comercialmente disponibles.

45 Ejemplos de los catalizadores útiles son tamices moleculares de la forma pentasil, ZSM-5, catalizadores que contienen tamiz Y intercambiado con tierras raras (REY), tamices moleculares de la forma pentasil soportados sobre caolinita, aluminosilicatos amorfos y mezclas de cualquiera de los anteriores. Para una descripción más detallada del procedimiento DCC convencional y de los catalizadores útiles y sus variantes en el procedimiento DCC, puede hacerse referencia a Li et al., Patente US No. 4.980.053; Yongqing et al., Patente US No. 5.326.465; Shu et al., Patente US no. 5.232.675; Zhicheng et al., Patente US No. 5.380.690; Yukang et al., Patente US No. 5.358.918 y Zaiting et al., Patente US No. 5.670.037. Respecto a una descripción de ZSM-5 puede hacerse referencia también a Argauer et al., Patente US No. 3.702.886.

50 Como se ha indicado anteriormente, la presente invención proporciona un procedimiento mejorado respecto a los procedimientos DCC del estado de la técnica, al proporcionar el cracking en dos zonas de cracking separadas y

diferentes, operando la primera a una velocidad espacial horaria en peso relativamente alta y operando la segunda a una velocidad espacial horaria en peso relativamente baja. La figura muestra una disposición esquemática de un tubo ascendente y de un sistema regenerador de utilidad en la práctica de la presente invención. La disposición de la figura comprende una primera sección ascendente estrecha 2, una sección ascendente más ancha 4, un recipiente de desprendimiento de gases 6, un rectificador 8 y regenerador 10 que proporciona una zona de conversión y la conducción neumática del catalizador. La disposición hace circular el catalizador y contactarlo con la alimentación del modo a continuación descrito.

El catalizador regenerado procedente del regenerador de catalizador 10 pasa descendentemente desde el regenerador 10 a través de una línea 12 hacia la porción inferior de la primera sección ascendente estrecha 2. Un medio de válvula de control adecuado (no mostrado) puede controlar el flujo de catalizador al interior y a través de la línea 12. Un fluido elevador (opcional) entra por el fondo de la primera sección ascendente estrecha 2 a través de una línea 14 y transporta el catalizador regenerado ascendentemente a través del tubo ascendente 2 para ponerlo en contacto con una corriente de alimentación. Las boquillas de inyección de alimentación 16 inyectan la corriente de alimentación en el flujo de catalizador regenerado y la mezcla de alimentación de catalizador continúa hacia arriba a través del tubo ascendente.

La primera sección ascendente estrecha 2 tendrá una longitud y un rayo suficientes para proporcionar una velocidad espacial horaria en peso en la primera sección ascendente estrecha 2 del orden de 50 a 200 hr^{-1} aproximadamente, más preferentemente del orden de 70 a 80 hr^{-1} aproximadamente. En la primera sección ascendente estrecha 2, la conversión de la alimentación es de 35 a 60% aproximadamente y las condiciones de cracking se establecen de manera que la conversión sea selectiva hacia la creación de gasolina a partir del material de alimentación. Por ejemplo, la temperatura en la primera sección de reacción estrecha oscila desde 496° C (925° F) a 732° C (1.350° F), con preferencia desde 538° C (1.000° F) a 621° C (115° F). Con el fin de rebajar la presión parcial de la alimentación hidrocarbonada, se pueden añadir al interior de la primera sección ascendente estrecha 2, vapor de agua u otros gases, tal como el gas seco de una unidad de cracking catalítico, en cantidades de hasta 20% en peso aproximadamente basado en el peso del material de alimentación, por vía de un conducto 18, el cual puede estar situado bien aguas arriba o bien aguas abajo de los inyectores de alimentación.

La primera sección ascendente estrecha 2 procede entonces a través de una zona de transición de diámetro 20 y al interior de la segunda sección ascendente más ancha 4. La relación del radio de la segunda sección ascendente más ancha 4 al radio de la primera sección ascendente estrecha 2 oscilará entre 1,1:1 y 5,0:1 aproximadamente, con preferencia entre 1,25:1 y 2,5:1 aproximadamente, o bien entre 1,5:1 y 2,5:1 aproximadamente. Normalmente, el radio de la primera sección ascendente estrecha 2 puede oscilar desde 15,2 cm (seis pulgadas (6")) a 244 cm (ocho pulgadas (8")), con preferencia desde 61 cm (dos pies (2')) a 183 cm (6 pies (6')) aproximadamente, y el radio de la segunda sección ascendente más ancha 4 puede oscilar desde 23 cm (nueve pulgadas (9")) a 488 cm (dieciséis pies (16')) aproximadamente, con preferencia desde 91 cm (tres pies (3')) a 305 cm (diez pies (10')) aproximadamente. Sin embargo, el tamaño real del radio dependerá en general de la cantidad de material de alimentación hidrocarbonado que está siendo craqueado en el reactor. Igualmente, es preferible que la zona de transición de diámetro 20 efectúe una transición de diámetro relativamente uniforme, tal como en un ángulo 22 que oscila entre 5° y 30° aproximadamente, con preferencia entre 8° y 20° aproximadamente.

En la segunda sección ascendente más ancha la velocidad espacial horaria en peso es significativamente ralentizada, tal como a una velocidad espacial horaria en peso menor de 100 hr^{-1} aproximadamente, tal como desde 90 hr^{-1} a 2 hr^{-1} aproximadamente, más preferentemente desde 50 hr^{-1} a 8,0 hr^{-1} aproximadamente. La temperatura en la segunda sección ascendente más ancha es del orden de 482° C (900° F) a 677° C (1.250° F), preferentemente de 524° C (975° F) a 566° C (1.150° F) aproximadamente. En estas condiciones, la conversión del material de alimentación es completa y la gasolina producida en la primera sección ascendente estrecha 2 se convierte selectivamente en altos rendimientos a LPG, es decir, olefinas C₃ y C₄ con una significativa menor producción de etileno que en la conversión catalítica profunda del estado de la técnica o en los procedimientos de conversión catalítica fluida del estado de la técnica. En modalidades preferidas, se pueden añadir vapor de agua u otros gases de dilución para disminuir la presión parcial de los hidrocarburos, en cantidades de hasta 20% en peso aproximadamente basado en el peso del material de alimentación a la segunda sección ascendente más ancha 4 por vía de una línea 24.

Las longitudes de la primera sección ascendente estrecha 2 y la segunda sección ascendente más ancha 4 se establecen con el fin de efectuar las conversiones requeridas de acuerdo con las condiciones operativas en las secciones ascendentes, tipo de material de alimentación y tipo de catalizador utilizado, como será evidente para los expertos en la materia. Como un ejemplo no limitativo, la primera sección ascendente puede tener una longitud de 40 pies aproximadamente y la segunda sección ascendente puede tener una longitud de 25 pies aproximadamente, en donde la relación del radio en la segunda sección ascendente al radio de la primera sección ascendente es de 1,5:1 aproximadamente.

Finalizada la conversión en la segunda sección ascendente más ancha 4, el tubo ascendente se estrecha hacia la sección de terminación 26 que dirige los gases craqueados al interior de un conducto transversal 28 u otros

dispositivos de terminación del tubo ascendente como es bien conocido para los expertos en la materia. El radio de la sección de terminación 26 no resulta crítico para la presente invención; sin embargo, preferentemente el radio de la sección de terminación es aproximadamente el mismo que aquel de la primera sección ascendente 2. El radio de la sección de terminación 26 deberá ser suficiente para acomodar el volumen incrementado de componentes más ligeros y adecuado para unirse al conducto transversal. De nuevo, como en el caso de la primera zona de transición de diámetro 22, una segunda zona de transición 25 está situada preferentemente entre la segunda sección ascendente más ancha 4 y la sección de terminación 26 y que efectúa una transición de diámetro relativamente uniforme, tal como en un ángulo 27 comprendido entre 5° y 30° aproximadamente, con preferencia entre 8° y 20° aproximadamente.

En la parte superior 28 del tubo ascendente, los vapores craqueados son descargados al interior de conductos de recuperación de gas 30 que dirigen los vapores de gas craqueado mezclados con catalizador agotado al interior de ciclones 32. El catalizador agotado se separa de los vapores de gas craqueado en los ciclones 32 y el catalizador agotado sale del ciclón 32 a través del pie de inmersión 34 a una velocidad regulada por un medio de sellado del pie de inmersión, tal como una válvula de mariposa 36. También se pueden incluir ciclones secundarios (no mostrados) en el recipiente de desprendimiento de gases 6 para separar finos catalíticos de los vapores craqueados, como es bien conocido en la técnica.

Los gases craqueados son entonces retirados del ciclón 32 (y entonces son preferentemente separados además de los finos de catalizador en ciclones secundarios (para salir del recipiente de desprendimiento de gases por vía de un conducto 42 para su procesado adicional y recuperación en altos rendimientos de propeno y butenos producidos de acuerdo con la presente invención, junto con otros hidrocarburos. En modalidades preferidas, y cuando se desee, se puede añadir un agente de enfriamiento rápido, inyectado por las líneas 50, a los gases craqueados en el conducto 42 para enfriar rápidamente las reacciones de cracking. Las boquillas de inyección de agente de enfriamiento rápido 50 añaden un fluido de enfriamiento rápido para enfriar rápidamente las reacciones de cracking, tanto térmicas como catalíticas, que pueden estar continuando. Los fluidos de enfriamiento rápido adecuados pueden comprender queroseno, gasóleo de coquificador ligero, destilados de alambique de coque (coquificador) (CSD), destilado hidrotratado, aceite de ciclo catalítico ligero (LCCO o LCO), aceite de ciclo catalítico pesado (HCCO o HCO), nafta catalítica pesada (HCN), materiales de alimentación vírgenes nuevos sin procesar tales como gasóleo virgen, nafta virgen pesada, nafta virgen ligera, vapor de agua y mezcla o una combinación de cualquiera de los anteriores. Convenientemente, el agente de enfriamiento rápido deberá tener una baja reactividad térmica. Los hidrocarburos previamente craqueados son en general deseables debido a que los mismos son menos reactivos al enfriamiento térmico rápido en comparación con los materiales de alimentación vírgenes nuevos sin procesar y materiales de alimentación hidrotratados. El enfriamiento rápido se describe de forma más detallada en la técnica ya publicada, por ejemplo, en Forgas et al., Patente US No. 5.043.058.

El recipiente de desprendimiento de gases 6 sirve como un recipiente de contención que aloja la porción superior del reactor de tubo ascendente, el dispositivo de separación de vapor producto catalítico/craqueado y el rectificador. El catalizador se descarga a una porción inferior de la fase de dilución 38 del recipiente de desprendimiento de gases 6 en un punto situado por encima de la superficie 40 del lecho catalítico en fase densa 44. El recipiente de desprendimiento de gases 6 también confina gases que pasan de un lado a otro de la superficie del lecho catalítico en fase densa 44. Los gases en la fase diluida superior 38 son recuperados en separadores ciclónicos (no mostrados) y cualesquiera partículas catalíticas separadas o finos se retornan al lecho catalítico en fase densa 44.

El catalizador en el lecho denso 44 puede ser entonces rectificado convenientemente en la sección de rectificación 8 del recipiente de desprendimiento de gases 6 por inyección de vapor de agua u otro fluido rectificador (no mostrado). En disposiciones preferidas, se proporcionan deflectores 46 en la sección de rectificación 8 para facilitar el desplazamiento de cualesquiera gases producto de los catalizadores a medida que el catalizador avanza ascendentemente a través de la sección de rectificación 8. Alternativamente, se puede utilizar también un relleno en la etapa de rectificación como es bien conocido para los expertos en la materia.

El catalizador rectificado se separa entonces del fondo del recipiente de desprendimiento de gases por vía de una línea 48 para su transporte al regenerador del catalizador 10. En conexión con la presente invención se puede emplear cualquiera de un número de diseños de regeneradores bien conocidos para los expertos en la materia. A continuación se describe un ejemplo de diseño de regenerador en dos etapas, como se muestra en la figura, aunque como se ha indicado anteriormente, se puede emplear cualquier tipo de regenerador de acuerdo con la presente invención, incluyendo aquellos con y sin enfriadores del catalizador.

El catalizador de la línea 48 se dirige al interior de un lecho catalítico fluido denso 52 en la etapa inferior 54 del recipiente regenerador en dos etapas 10. En el lecho de catalizador fluido denso 52, el catalizador se pone en contacto con un gas regenerador que contiene oxígeno introducido en el lecho inferior 52 por medio de una línea 56 y anillo de distribución 57. La zona de regeneración 54, tal como es efectuada según procedimientos conocidos en la técnica, se mantienen bajo condiciones tales que una operación de regeneración a temperatura relativamente baja se efectúa generalmente por debajo de 704° C (1.300° F). Las condiciones en la zona de regeneración inferior 54 se

eligen para conseguir una combustión y separación al menos parcial de los depósitos de carbón y prácticamente todo el hidrógeno asociado con el material hidrocarbonado depositado procedente del cracking catalítico.

5 La combustión efectuada en la zona de regeneración inferior 54 se realiza así bajo condiciones que forman un primer gas de chimenea de la zona de regeneración rico en monóxido de carbono en una fase diluida superior 58 de la zona de regeneración inferior. El gas de chimenea se separa de los finos catalíticos arrastrados por medio de uno o más separadores, tales como los ciclones 60 y 62. El catalizador así separado de los gases de monóxido de carbono por los ciclones 60 y 62, se retorna al lecho de catalizador 52 por vía de los pies de inmersión 64 y 66, respectivamente. Los gases de chimenea ricos en monóxido de carbono recuperados de los ciclones 60 y 62 se dirigen por medio de los conductos 68 y 70, respectivamente, a una caldera o incinerador de monóxido de carbono 10 y/o a un enfriador de gases de chimenea (ambos no mostrados) para generar vapor de agua mediante una combustión más completa de monóxido del carbono aquí disponible, antes de combinarse con otras corrientes de gases de chimenea del proceso para su ventilación o para su procesado adicional.

15 En la primera zona de regeneración, se intenta por tanto que las condiciones de regeneración se elijan de modo que el catalizador sea solo parcialmente regenerado por la separación del mismo de los depósitos hidrocarbonados, es decir, separación de 40 a 80% aproximadamente del coque depositado sobre el mismo. Se intenta que permanezca suficiente carbón residual sobre el catalizador para conseguir temperaturas más altas de las partículas catalíticas en la segunda zona de regeneración de catalizador 72, es decir, por encima de 704° C (1.300° F) aproximadamente, tal como se requiera para lograr una separación virtualmente completa del carbón de las partículas catalíticas mediante combustión del mismo con exceso de gas de regeneración que contiene oxígeno.

20 En consecuencia, el catalizador parcialmente regenerado procedente del primer lecho de la zona de regeneración 52, está ahora sustancialmente libre de hidrógeno y tiene depósitos residuales limitados sobre el mismo, se extrae de una porción inferior del lecho 52 para su transferencia hacia arriba a través del conducto ascendente 74 para descargarlo en la porción inferior de un lecho fluido denso de catalizador 76 en la zona de regeneración superior 72. Se carga gas de elevación, tal como aire comprimido, en la parte inferior del conducto ascendente 74 por vía de la 25 línea 78.

Las condiciones en la zona de regeneración superior 72 se diseñan para efectuar una separación prácticamente completa de carbón del catalizador no separado en la zona de regeneración exterior 54, como se ha indicado anteriormente. Por tanto, se carga en el lecho 76 gas de regeneración tal como aire o gas enriquecido en oxígeno por vía del conducto 80 y anillo distribuidor 82.

30 Pueden estar presentes ciclones (no mostrados) en la fase diluida superior 84 en la zona de regeneración superior 72 o bien pueden estar situados en el exterior de la misma en función de la temperatura en la zona superior y teniendo en cuenta las limitaciones de los materiales de construcción para los ciclones. En cualquier caso, los ciclones de regeneración superiores funcionan de manera similar a los de la zona inferior (ciclones 60 y 62) y separan el gas de chimenea de las partículas de catalizador, extrayendo el gas de chimenea por la línea 86 y 35 retornando el catalizador separado en partículas al lecho 76. El catalizador totalmente regenerado en el fondo del lecho 82 se separa entonces de la etapa superior 72 del recipiente regenerador 10 por vía de un tubo vertical 12 y es dirigido a la porción inferior del reactor ascendente 2.

40 En el modo de modernización, el experto en la materia puede apreciar a la luz de la descripción anterior, que un sistema de cracking catalítico fluido cíclico u otro sistema de reacción de cracking que utiliza un reactor del tipo de tubo ascendente, se puede convertir al sistema de cracking catalítico profundo mejorado de la presente invención. Una porción del tubo ascendente existente en la instalación FCC puede ser cortada y separada y sustituida por soldadura con una sección de la zona de reacción más alta y zonas de transición. De esta manera, la conversión de plantas FCC dirigidas a una mayor producción de gasolina puede ser modernizada a una planta DCC mejorada que produce altos rendimientos de propeno y butenos.

45 Muchas variaciones de la presente invención serán evidentes por sí mismas a los expertos en la materia a la luz de la descripción anteriormente detallada. Por ejemplo, la inyección de agente de enfriamiento rápido se puede efectuar en los dos puntos sugeridos en la figura 1, puede no efectuarse en absoluto o bien puede efectuarse en cualquier punto aguas abajo. Además, el separador ciclónico puede o puede no estar acoplado al terminador del tubo ascendente. Se pueden utilizar otros tipos de separadores de corte grosero además de los ciclones, tal como un 50 separador de cuerno de carnero, un separador de leva invertida o un separador de globo. Véase, por ejemplo, los separadores mostrados en Pfeiffer et al., Patente US No. 4.756.886, Haddad et al., Patente US No. 4.404.095; Ross et al., Patente US No. 5.259.855, Barnes, Patente US No. 4.891.129 y/o Gartside et al., Patente US No. 4.433.984. Se pueden emplear otras configuraciones de regeneradores. Además, el radio y longitudes de las dos secciones ascendentes se pueden variar con el fin de conseguir los resultados deseados en función del tipo de catalizador y 55 material de alimentación, como se ha descrito anteriormente. Todas esas modificaciones obvias quedan dentro del ámbito de aplicación previsto completo de las reivindicaciones adjuntas.

Todas las patentes a las que se ha hecho referencia anteriormente se incorporan aquí solo con fines de referencia.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el cracking catalítico en lecho fluido de materiales de alimentación hidrocarbonados, que comprende:
- 5 (a) craquear dicho material de alimentación hidrocarbonado en presencia de un catalizador de cracking en una primera zona de reacción a una temperatura del orden de 486° C (925° F) a 732° C (1.350° F) y una velocidad espacial horaria en peso mayor de 50 hr⁻¹ para producir un producto craqueado intermedio rico en gasolina;
- 10 (b) craquear dicho producto craqueado intermedio rico en gasolina en presencia de dicho catalizador en una segunda zona de reacción a una temperatura del orden de 482° C (900° F) a 676° C (1.250° F) y una velocidad espacial horaria en peso menor de 30 hr⁻¹ para producir producto craqueado rico en propeno y butenos y catalizador agotado;
- (c) separar dicho catalizador agotado de dicho producto craqueado rico en propeno y butenos.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la temperatura en dicha primera reacción de cracking es de 538° C (1.000° F) a 621° C (1.150° F).
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde dicha velocidad espacial horaria en peso en dicha primera reacción de cracking es de 50 a 200 hr⁻¹.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, en donde dicha velocidad espacial horaria en peso en dicha primera reacción de cracking es de 70 a 80 hr⁻¹.
5. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la conversión en dicha primera reacción de cracking es de 35 a 60%.
- 20 6. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde en dicha primera etapa de reacción se añade vapor de agua de dilución en una cantidad de hasta 20% en peso basado en el peso de dicho material de alimentación hidrocarbonado.
7. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la temperatura en dicha segunda etapa de reacción es de 524° C (975° F) a 566° C (1.050° F).
- 25 8. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde dicha velocidad espacial horaria en peso en dicha segunda reacción de cracking es de 5 a 20 hr⁻¹.
9. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde dicha segunda etapa de reacción se añade vapor de agua de dilución en una cantidad de hasta 20% en peso basado en el peso de dicho material de alimentación hidrocarbonado.
- 30 10. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además enfriar rápidamente la corriente de producto craqueado separado.
11. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además rectificar el catalizador agotado separado para separar vapores de producto arrastrado y regenerar dicho catalizador agotado rectificado para su reciclo a dicha primera etapa de reacción.

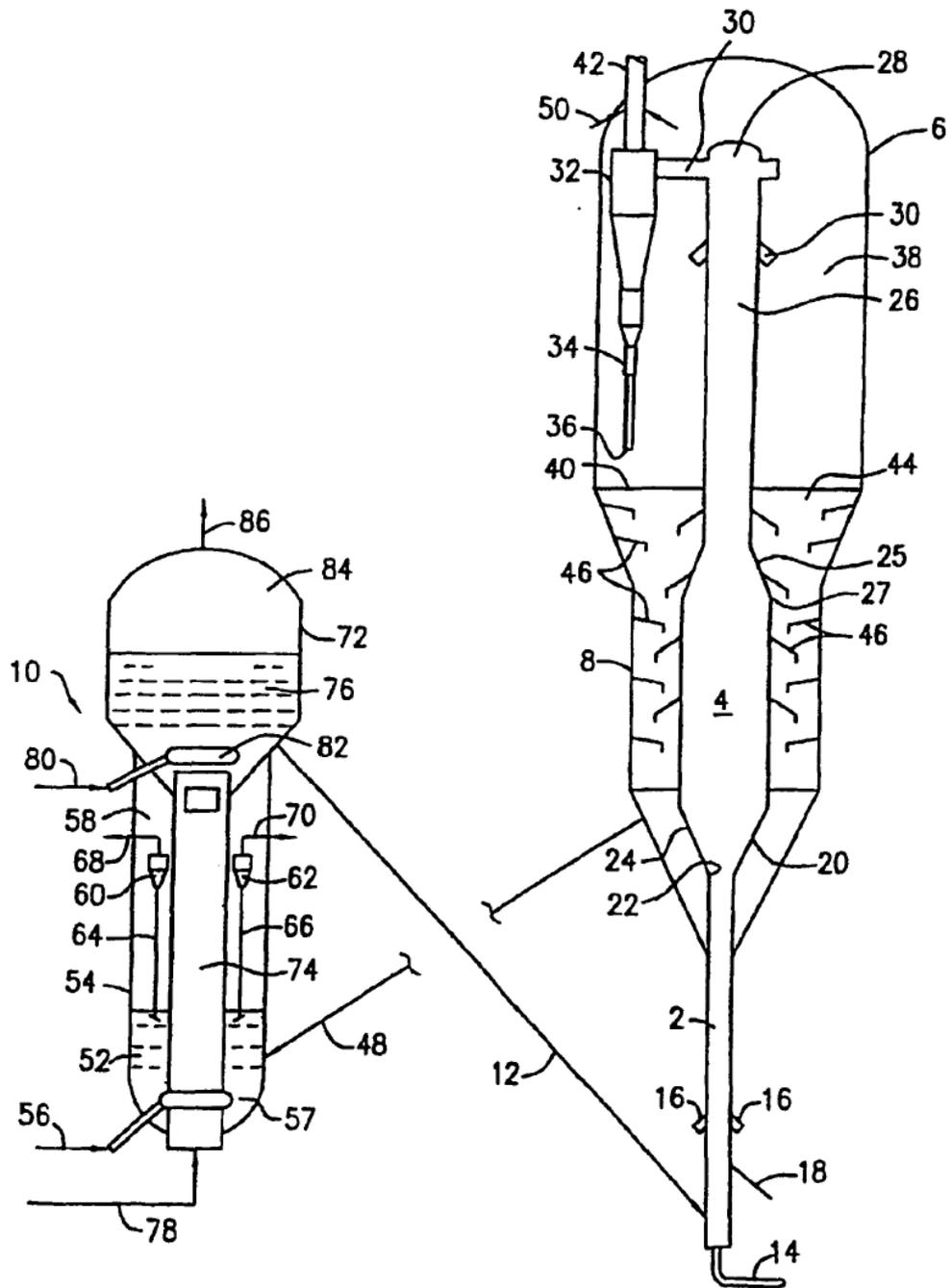


FIG. 1