

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 054**

51 Int. Cl.:

C07C 5/13 (2006.01)

C07C 5/367 (2006.01)

C07C 13/10 (2006.01)

C07C 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.11.2013 PCT/US2013/070241**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.06.2014 WO14092928**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2013 E 13861871 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 2931685**

54 Título: **Métodos y aparatos para incrementar las concentraciones de alquil-ciclopentano en corrientes ricas en productos aromáticos**

30 Prioridad:
14.12.2012 US 201213715838

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.03.2019

73 Titular/es:
**UOP LLC (100.0%)
25 East Algonquin Road P.O. Box 5017
Des Plaines, Illinois 60017-5017, US**

72 Inventor/es:
GLOVER, BRYAN K.

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 703 054 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

Métodos y aparatos para incrementar las concentraciones de alquil-ciclopentano en corrientes ricas en productos aromáticos

DECLARACIÓN DE PRIORIDAD

- 5 Esta solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud U.S. nº 13/715.838, que se presentó el 14 de diciembre de 2012.

CAMPO TÉCNICO

El campo técnico se refiere generalmente a métodos para formar corrientes de productos de octanaje elevado poco aromáticos a partir de corrientes ricas en productos aromáticos, y más particularmente se refiere a métodos para incrementar las concentraciones de alquil-ciclopentano en corrientes ricas en tolueno.

10 ANTECEDENTES

- 15 Las sustancias aromáticas tales como benceno y tolueno son constituyentes de origen natural del petróleo y de muchos productos del petróleo. Las sustancias aromáticas se han añadido a mezclas de gasolinas para incrementar el índice de octanos de la gasolina, por ejemplo el Índice de Octano de Investigación (RON). Sin embargo, debido a los efectos biológicos y medioambientales dañinos de las sustancias aromáticas, se han promulgado estándares para regular su contenido en combustibles tales como la gasolina. Por ejemplo, ciertos estándares pueden limitar la gasolina a concentraciones de no más de 35% en peso de sustancias aromáticas. Al mismo tiempo, los estándares de los combustibles continúan requiriendo índices de octano elevados para la gasolina.

- 20 La demanda de destilados como combustible se ha incrementado, y se estima que continúe creciendo fuertemente. Específicamente, se predice que el consumo de componentes de diésel y de destilados medios sea el impulsor principal para el crecimiento del consumo de petróleo a lo largo de la próxima década. La producción industrial de destilados está respaldada principalmente por procedimientos de hidrocrqueo, en vez de por el craqueo catalítico fluidizado (FCC). La demanda creciente de diésel y otros destilados ha conducido a la construcción de refinerías que se basan en unidades de hidrocrqueo diseñadas para maximizar la producción de destilados en lugar de en unidades de craqueo catalítico fluidizado. Además, las nuevas refinerías carecen totalmente a menudo de unidades de craqueo catalítico fluidizado.

- 30 El mezclamiento de corrientes ricas en sustancias aromáticas en otras corrientes hidrocarbonadas durante el procesamiento de mezclas de combustibles de gasolina se logra fácilmente en refinerías con unidades de craqueo catalítico fluidizado, ya que el procedimiento de craqueo catalítico fluidizado proporciona una fuente de material de mezcla moderadamente de alto octanaje y moderadamente aromática, para compensar la adición de sustancias aromáticas. Sin embargo, en las refinerías que se basan en unidades de hidrocrqueo y que carecen de unidades de craqueo catalítico fluidizado, la relación de corrientes de reformado de naftas pesados, ricas en sustancias aromáticas, a corrientes de isomerato de nafta ligera, desprovistas de sustancias aromáticas, producidas por hidrocrqueo, es demasiado elevada para proporcionar una mezcla de gasolinas económica con los bajos niveles de sustancias aromáticas y índices de octano elevados requeridos. Por ejemplo, las naftas del intervalo de las gasolinas que proceden de unidades de petróleo y unidades de hidrocrqueo tienen típicamente una relación de 2:1 de reformado de nafta pesada (C7+) a isomerato de nafta ligera (C5s y C6s). El reformado de nafta pesada tiene típicamente una concentración de tolueno de 70-75% en peso. Aunque ha sido posible mezclar la nafta pesada y la nafta ligera para alcanzar el requisito de octanaje mínimo, tales mezclas no pueden satisfacer típicamente la baja concentración requerida de sustancias aromáticas.

- 40 Por lo tanto, existe una creciente necesidad en las refinerías que carecen de unidades de craqueo catalítico fluidizado, así como en otros esquemas de procesamiento, de capacidades de procesamiento que reduzcan los niveles de tolueno en mezclas de gasolinas. Además, existe una necesidad creciente en esas refinerías de capacidades de procesamiento que incrementen los índices de octano en mezclas de gasolinas. Un método que tanto reduzca los niveles de tolueno como evite la pérdida significativa de octanaje proporcionaría una fuente de producción adicional de gasolinas.

- 45 En consecuencia, es deseable proporcionar nuevos métodos y aparatos para incrementar las concentraciones de alquil-ciclopentano en corrientes ricas en sustancias aromáticas. También es deseable proporcionar métodos y aparatos para procesar corrientes de hidrocarburos en mezclas de gasolinas. También, es deseable proporcionar tales métodos y aparatos que funcionen económicamente. Además, otros rasgos y características deseables serán manifiestos a partir de la siguiente descripción detallada y de las reivindicaciones anejas, tomadas en conjunto con los dibujos que se acompañan y el campo técnico y antecedentes anteriores.

- 50 El documento US 2006/183952 A1 se refiere a un procedimiento para reducir la cantidad de benceno en una corriente de hidrocarburos, a la vez que mejora el índice de octano. Este procedimiento comprende hidrogenar la corriente que contiene sustancias aromáticas a fin de formar ciclohexano, que se isomeriza consecuentemente a metilciclopentano.

55

BREVE SUMARIO

5 Se proporcionan métodos y aparatos para incrementar una concentración de alquil-ciclopentano en una corriente rica en sustancias aromáticas, y métodos para procesar hidrocarburos. En una realización ejemplar, un método para incrementar una concentración de alquil-ciclopentano en una corriente rica en sustancias aromáticas incluye saturar sustancias aromáticas en la corriente rica en sustancias aromáticas para formar metilciclohexano. Además, el método incluye isomerizar el metilciclohexano para formar alquil-ciclopentanos. El método deshidrogena metilciclohexano residual para formar sustancias aromáticas en una corriente de producto. La corriente de producto incluye sustancias aromáticas y alquil-ciclopentanos.

10 En otra realización, se proporciona un método para procesar hidrocarburos. El método para procesar hidrocarburos incluye proporcionar una corriente rica en tolueno. Además, el método incluye convertir tolueno, en la corriente rica en tolueno, en metilciclohexano. En el método, una porción del metilciclohexano se convierte en alquil-ciclopentanos.

15 Se describe aquí un aparato para incrementar una concentración de alquil-ciclopentano en una corriente rica en tolueno. El aparato incluye una zona de saturación configurada para recibir la corriente rica en tolueno y saturar tolueno en ella, para formar una corriente saturada que comprende tolueno y metilciclohexano. El aparato también incluye una zona de isomerización, configurada para recibir la corriente saturada e isomerizar en ella el metilciclohexano, para formar una corriente isomerizada que comprende tolueno, metilciclohexano y alquil-ciclopentanos.

20 El aparato incluye además una zona de deshidrogenación, configurada para recibir la corriente isomerizada y para deshidrogenar en ella el metilciclohexano, para formar una corriente de producto que comprende tolueno y alquil-ciclopentanos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los métodos y aparatos para incrementar las concentraciones de alquil-ciclopentano en corrientes de hidrocarburos se describirán aquí en lo sucesivo junto con las siguientes figuras de los dibujos, en las que números iguales representan elementos iguales, y en las que:

25 La FIG. 1 es un diagrama esquemático de una realización de un aparato y método para incrementar las concentraciones de alquil-ciclopentano en corrientes de hidrocarburos, que incluye una zona de saturación, una zona de isomerización, y una zona de deshidrogenación según una realización; y

30 la FIG. 2 es un diagrama esquemático de una realización de un aparato y método para incrementar las concentraciones de alquil-ciclopentano en corrientes de hidrocarburos, que incluye una zona de saturación/isomerización combinadas y una zona de deshidrogenación según una realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

35 La siguiente descripción detallada es meramente de naturaleza ejemplar, y no pretende limitar los métodos para incrementar las concentraciones de alquil-ciclopentano en corrientes ricas en sustancias aromáticas. Además, no hay ninguna intención de estar atados por ninguna teoría presentada en los antecedentes anteriores o en la siguiente descripción detallada.

40 Se proporcionan aquí métodos para procesar hidrocarburos, y más particularmente para incrementar las concentraciones de alquil-ciclopentano en corrientes ricas en sustancias aromáticas. Los métodos permiten obtener corrientes de productos de hidrocarburos con niveles bajos de sustancias aromáticas, tal como no más de 35% en peso de sustancias aromáticas, a la vez que logran índices de octano elevados, tal como un RON de 95. La baja concentración de sustancias aromáticas y el índice de octano elevado se logran convirtiendo una porción de las sustancias aromáticas en alquil-ciclopentanos de índice de octano elevado, para incrementar la concentración de alquil-ciclopentano de la mezcla de gasolinas, a la vez que se disminuye simultáneamente la concentración de sustancias aromáticas. En una realización ejemplar, la porción de sustancias aromáticas se convierte en dimetilciclopentano, ya que el dimetilciclopentano tiene un índice de octano inusualmente elevado en comparación con otras especies de C7. Ciertas realizaciones convierten una porción de un contenido de tolueno en alquil-ciclopentanos de índice de octano elevado, para incrementar la concentración de alquil-ciclopentano de la mezcla de gasolinas, a la vez que disminuye simultáneamente la concentración de tolueno.

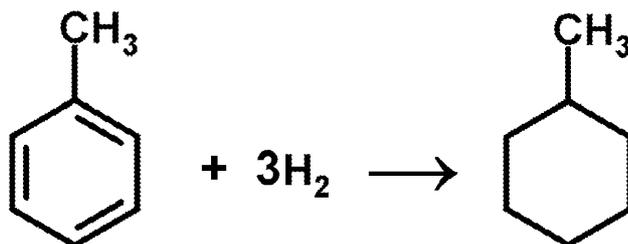
45 En una realización, y como se muestra en la FIG. 1, un aparato 10 para incrementar las concentraciones de alquil-ciclopentano en corrientes de hidrocarburos recibe y procesa una corriente 12 de hidrocarburo o materia prima para formar una corriente 14 de producto que incluye sustancias aromáticas, por ejemplo tolueno, y alquil-ciclopentanos.

50 El aparato 10 incluye una zona 16 de procesamiento, una zona 18 de saturación, una zona 20 de isomerización, y una zona 22 de deshidrogenación. Como se muestra, la zona 16 de procesamiento recibe la corriente 12 de hidrocarburo. Las corrientes 12 de hidrocarburo adecuadas incluyen gasolina natural, nafta de primera destilación, y materias primas refinadas. La zona 16 de procesamiento puede comprender una unidad de fraccionamiento, una unidad de hidrocraqueo, una unidad de reformado, u otra unidad de procesamiento que forme una corriente 30 rica

en sustancias aromáticas, tal como una corriente rica en tolueno. Por ejemplo, la unidad 16 de procesamiento puede ser una unidad de fraccionamiento para fraccionar la corriente 30 rica en sustancias aromáticas a partir de un reformado catalítico. O, la zona 16 de procesamiento podría incluir una unidad de extracción de tolueno que forma una corriente 30 rica en tolueno, aunque tal unidad puede ser no económica para los fines descritos aquí. Las frases "rica en sustancias aromáticas" y "rica en tolueno", como se usan aquí, no están destinadas a requerir ninguna concentración mínima de sustancias aromáticas o de tolueno en la corriente citada distinta de por encima de cero. Como tal, "rica en sustancias aromáticas" y "rica en tolueno" se pueden interpretar aquí como "que contiene sustancias aromáticas" y "que contiene tolueno". Sin embargo, se concibe que el uso económico del aparato y del método esté apoyado en mayores concentraciones de sustancias aromáticas, o específicamente, de tolueno. En ciertas realizaciones, la corriente rica en sustancias aromáticas puede comprender alrededor de 70% en peso de sustancias aromáticas [basado en el peso total de la corriente 30], tal como 80-85% en peso de sustancias aromáticas. Igualmente, la corriente rica en tolueno puede comprender alrededor de 70% en peso de tolueno [basado en el peso total de la corriente 30], tal como 80-85% en peso de tolueno.

Como se muestra en la FIG. 1, la corriente 30 rica en sustancias aromáticas es recibida por la zona 18 de saturación. En la zona 18 de saturación, los dobles enlaces (o enlaces aromáticos) en el tolueno, u otras sustancias aromáticas, se saturan o hidrogenan con hidrógeno durante el procesamiento. Para ese fin, la zona 18 de saturación ejemplar incluye un reactor de saturación que contiene un lecho fijo de catalizador, para promover la saturación/hidrogenación de tolueno u otras sustancias aromáticas. En una realización ejemplar, la zona 18 de saturación incluye un catalizador no ácido que apoya una conversión casi exclusiva de tolueno u otras sustancias aromáticas en metilciclohexano, en vez de en alquil-ciclopentanos. Para este proceso, se pueden usar catalizadores de saturación/hidrogenación conocidos. Por ejemplo, se puede usar un catalizador H-8. Los catalizadores de saturación/hidrogenación adecuados proporcionarán una función metálica para promover la transferencia de hidrógeno sin ninguna función ácida sustancial que condujese al craqueo indeseable. Las composiciones de los catalizadores de saturación/hidrogenación pueden incluir metales del grupo del platino, estaño, níquel, o cobalto, y metales de molibdeno, sobre soportes de óxidos inorgánicos refractarios adecuados, tales como alúmina. La alúmina puede ser una gamma-alúmina anhidra, con un grado elevado de pureza. La expresión "metales del grupo del platino" se refiere a metales nobles, excluyendo plata y oro, que se seleccionan del grupo que consiste en platino, paladio, germanio, rutenio, rodio, osmio, e iridio. Tales catalizadores de saturación/hidrogenación proporcionarán una saturación aromática satisfactoria en las condiciones de funcionamiento, que incluyen temperaturas de 250°C a 320°C. Un catalizador de saturación/hidrogenación ejemplar es un catalizador de metal noble que es selectivo y no tiene reacciones secundarias medibles. Con el catalizador de saturación/hidrogenación apropiado, no se produce craqueo de los hidrocarburos, y no se forma ningún coque sobre el catalizador de saturación/hidrogenación para reducir la actividad.

La zona 18 de saturación está configurada para saturar o hidrogenar tolueno u otras sustancias aromáticas en la corriente 30 rica en sustancias aromáticas, con hidrógeno procedente de una corriente 31 de hidrógeno, para formar ciclohexanos. Más específicamente, la zona 18 de saturación está configurada para saturar parcialmente la corriente 30 rica en sustancias aromáticas saturando o hidrogenando una porción del tolueno u otras sustancias aromáticas en ella a ciclohexanos. Durante un procedimiento ejemplar de saturación/hidrogenación, el tolueno se convierte en metilciclohexano como se ilustra:



Como se muestra en la FIG. 1, el hidrógeno 31 es suministrado directamente a la zona 18 de saturación; sin embargo, también se contempla que el hidrógeno 31 se pueda combinar con la corriente 30 rica en sustancias aromáticas, aguas arriba de la zona 18 de saturación. En una realización ejemplar, se proporciona un ligero exceso de hidrógeno 31 por encima de la cantidad estequiométrica. Para la saturación/hidrogenación de tolueno, se requieren tres moles de hidrógeno por cada mol de tolueno saturado. Dentro de la zona 18 de saturación, los dobles enlaces en el tolueno, en la corriente 30 rica en sustancias aromáticas, se saturan con hidrógeno 31 en condiciones del procedimiento moderadas. Como resultado de la saturación de los enlaces aromáticos, el tolueno se convierte en metilciclohexano. Puesto que el equilibrio de tolueno-metilciclohexano está fuertemente influido por la temperatura y la presión, las condiciones de la reacción de saturación/hidrogenación se deben seleccionar y monitorizar cuidadosamente. El proceso de saturación/hidrogenación es muy exotérmico, y el elevado calor de la reacción asociado con la saturación/hidrogenación del tolueno se dirige para controlar la elevación de temperatura a lo largo de la zona 18 de saturación.

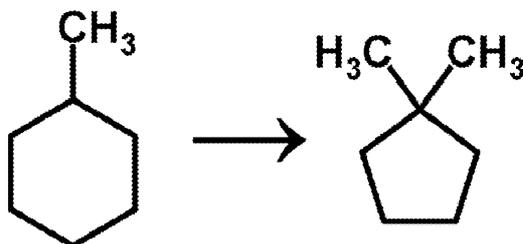
Debido a que la reacción de saturación es muy exotérmica, la liberación de calor puede requerir un tratamiento especial. Por ejemplo, la zona 18 de saturación puede incluir etapas secuenciales, con un enfriamiento entre etapas.

Como alternativa, la zona 18 de saturación puede utilizar una recirculación/diluyente para el manejo del calor. O la zona 18 de saturación puede usar un reactor de saturación de temperatura controlada, tal como un reactor enfriado por un líquido, un reactor que genera vapor, u otros sistemas conocidos.

5 En una zona de saturación que use más de un reactor de saturación en serie, particularmente aquellas que usan reactores de saturación adiabáticos conectados en serie, normalmente será necesario controlar la elevación de temperatura a lo largo de cada lecho catalítico, a fin de evitar la formación de puntos calientes, e impedir que ocurra el riesgo de temperatura desbocada. Es típicamente desventajoso operar con una temperatura de salida demasiado elevada desde el lecho de catalizador, debido a que las temperaturas de salida elevadas dan a menudo como resultado una mayor formación de subproductos. Una forma de controlar la elevación de temperatura a lo largo de un lecho catalítico de un reactor adiabático es reciclar el líquido del producto para absorber calor. Otra manera es incrementar la cantidad de hidrógeno en el gas circulante, o permitir que se acumulen gases inertes, tal como nitrógeno, en el gas recirculante. De esta manera, el gas extra actúa como un sumidero de calor para absorber el calor exotérmico de la reacción. Sin embargo, el tamaño de los conductos de gas y el tamaño del compresor del reciclaje del gas se deben incrementar para permitir un mayor caudal de gas, y se incrementan los costes de capital de la planta. Otra solución es el uso de una pluralidad de reactores adiabáticos en serie, con inyección de disparos fríos de gas entre reactores. El enfriamiento entre lechos es otro método para limitar la elevación de la temperatura a lo largo de un lecho catalítico operado adiabáticamente.

20 Saturando parcialmente la corriente 30 rica en sustancias aromáticas, la zona 18 de saturación forma una corriente 32 saturada compuesta de tolueno u otras sustancias aromáticas y metilciclohexano. En una realización ejemplar, se logra una saturación elevada de tolueno u otras sustancias aromáticas, tal como 90% o más. En otras realizaciones, se puede lograr una menor saturación, particularmente en casos en los que se va a mantener un octanaje máximo.

25 En la FIG. 1, la corriente 32 saturada es recibida por la zona 20 de isomerización. La zona 20 de isomerización está configurada para isomerizar metilciclohexano en la corriente 32 saturada, para formar alquil-ciclopentanos. Específicamente, una porción del metilciclohexano se isomeriza sobre un catalizador a alquil-ciclopentanos. Por ejemplo, entre 30% en peso y 40% en peso del metilciclohexano se puede convertir en alquil-ciclopentanos. En una realización ejemplar, el metilciclohexano se isomeriza a dimetilciclopentano, según la reacción:

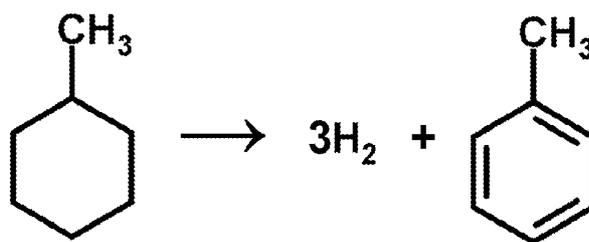


30 Aunque se ilustra el 1,1-dimetilciclopentano, se pueden formar otros dimetilciclopentanos. La formación de alquil-ciclopentanos está favorecida a temperaturas elevadas, tales como por encima de 200°C. Las condiciones de funcionamiento en la zona 20 de isomerización se seleccionan para maximizar la producción de alquil-ciclopentanos a partir de los metilciclohexanos introducidos en ella, y se pueden seleccionar para maximizar la producción de dimetilciclopentano o de un dimetilciclopentano particular. Las condiciones de funcionamiento en la zona 20 de isomerización dependen de diversos factores, que incluyen, pero sin limitarse a, la gravedad de la alimentación y el tipo de catalizador, y los expertos en la técnica son capaces fácilmente de identificar las condiciones de funcionamiento apropiadas dentro de la zona 20 de isomerización para maximizar la formación de alquil-ciclopentanos en general, y de dimetilciclopentanos específicamente, a partir de la isomerización de metilciclohexano.

40 El catalizador de isomerización puede ser cualquier catalizador de isomerización de parafina convencional, o un catalizador que contiene un metal de menor acidez. Por ejemplo, el catalizador de isomerización puede comprender un metal del Grupo VIII, tal como platino o paladio, sobre un soporte de óxido inorgánico poroso, por ejemplo alúmina, sílice/alúmina, o un aluminosilicato tal como una zeolita. Los catalizadores de isomerización adecuados comprenden circonia sulfatada, platino sobre cloruro de alúmina, y platino sobre una zeolita. Las zeolitas adecuadas incluyen faujasita, mordenita, y aluminosilicatos sintéticos.

45 Como resultado de la isomerización, la zona 20 de isomerización forma una corriente 34 isomerizada que comprende alquil-ciclopentanos, tolueno u otras sustancias aromáticas, y metilciclohexano. En una realización ejemplar, la corriente 34 isomerizada incluye no más de 35% en peso de metilciclohexano residual.

Como se muestra en la FIG. 1, la corriente 34 isomerizada es recibida por la zona 22 de deshidrogenación. La zona 22 de deshidrogenación está configurada para deshidrogenar el metilciclohexano residual en la corriente 34 isomerizada, para formar tolueno según la reacción:



Esta reacción se lleva a cabo sobre un catalizador, tal como un catalizador de deshidrogenación monofuncional. Se pueden usar catalizadores de platino mono- o bimetálicos. La reacción de deshidrogenación es endotérmica, y se puede calentar a través del intercambio de calor con corrientes procedentes de la zona 18 de saturación. Durante la deshidrogenación, sustancialmente todo el metilciclohexano se convierte en tolueno. Además, se forma una corriente 36 de hidrógeno, y sale de la zona 22 de deshidrogenación. La corriente 36 de hidrógeno se puede reciclar para uso como la corriente 31 de hidrógeno que entra en la zona 18 de saturación.

Como resultado de la etapa de deshidrogenación, la corriente 14 de producto se forma mediante la zona 22 de deshidrogenación, y contiene alquil-ciclopentanos, tales como dimetilciclopentano, y tolueno u otras sustancias aromáticas. La corriente 14 de producto puede contener también metilciclohexano residual. Como se describe aquí, la corriente 14 de producto incluye una mayor concentración de alquil-ciclopentanos, en comparación con la corriente 30 rica en sustancias aromáticas. Por ejemplo, la corriente 14 de producto puede incluir alrededor de 30% en peso de alquil-ciclopentanos, tal como alrededor de 50% en peso de alquil-ciclopentanos, o por ejemplo, alrededor de 60% en peso de alquil-ciclopentanos. En una realización ejemplar, la corriente 14 de producto incluye 65% en peso de alquil-ciclopentanos y 35% en peso de tolueno u otras sustancias aromáticas. Tal corriente tiene un índice de octano (RON) de 95, y satisface el estándar de gasolinas de no más de 35% en peso de sustancias aromáticas. Por supuesto, la composición exacta de la corriente 14 de producto depende de la composición de la corriente 30 rica en sustancias aromáticas, y de las condiciones de procesamiento en la zona 18 de saturación, en la zona 20 de isomerización y en la zona 22 de deshidrogenación, que se pueden manipular para alcanzar una concentración deseada de tolueno u otras sustancias aromáticas y alquil-ciclopentano. No obstante, el aparato 10 y el método descritos aquí pueden proporcionar la producción económica de la corriente 14 de producto apropiada para uso como gasolina con un contenido requerido bajo de sustancias aromáticas, tal como menor que 35% en peso, y elevado índice de octano, tal como mayor que 90 o 95. En una realización con una cantidad inicial X de tolueno u otras sustancias aromáticas en la corriente rica en sustancias aromáticas, el aparato y método puede formar la corriente de producto con 0,65X de dimetilciclopentano y 0,35X de tolueno u otras sustancias aromáticas.

Haciendo referencia a la FIG. 2, se ilustra un aparato 10 alternativo para incrementar la concentración de alquil-ciclopentano en una corriente rica en sustancias aromáticas. En la FIG. 2, la zona 16 de procesamiento forma nuevamente una corriente 30 rica en sustancias aromáticas a partir de una corriente de hidrocarburo. Los detalles de la zona 16 de procesamiento no se describen aquí, pero la zona 16 de procesamiento puede incluir cualquier unidad de procesamiento de hidrocarburo que forme una corriente rica en sustancias aromáticas, tal como una unidad de hidrocrackeo, una unidad de reformado, o una unidad de extracción de sustancias aromáticas o de tolueno.

Como se muestra, una zona 50 de saturación/isomerización combinadas recibe la corriente 30 rica en sustancias aromáticas y una corriente 31 de hidrógeno. La zona 50 de saturación/isomerización combinadas incluye un catalizador bifuncional que cataliza tanto la saturación/hidrogenación de tolueno u otras sustancias aromáticas para formar metilciclohexano como la isomerización de metilciclohexano a alquil-ciclopentanos, tal como dimetilciclopentano. Como se muestra, la zona 50 de saturación/isomerización combinadas forma una corriente 34 isomerizada. En una realización ejemplar, la zona 50 de saturación/isomerización combinadas forma una corriente 34 isomerizada que comprende 65% en peso de alquil-ciclopentanos, tal como dimetilciclopentano, y 35% en peso de metilciclohexano y tolueno u otras sustancias aromáticas.

Como se muestra en la FIG. 2, la corriente 34 isomerizada es recibida por la zona 22 de deshidrogenación. La zona 22 de deshidrogenación está configurada para deshidrogenar sobre un catalizador el metilciclohexano residual en la corriente 34 isomerizada, para formar tolueno. Un catalizador ejemplar es un catalizador de deshidrogenación monofuncional. Se pueden usar catalizadores de platino mono- y bimetálicos. La reacción de deshidrogenación es endotérmica, y se puede calentar a través de intercambio de calor con corrientes procedentes de la zona 18 de saturación. Durante la deshidrogenación, sustancialmente todo el metilciclohexano se convierte en tolueno. Además, se forma una corriente 36 de hidrógeno, y sale de la zona 22 de deshidrogenación. La corriente 36 de hidrógeno se puede reciclar para uso como la corriente 31 de hidrógeno que entra en la zona 50 de saturación/isomerización combinadas.

Como resultado de la etapa de deshidrogenación, la corriente 14 de producto es formada por la zona 22 de deshidrogenación, y contiene alquil-ciclopentanos, tal como dimetilciclopentano, y tolueno. La corriente 14 de producto también puede contener metilciclohexano residual. Como se describe aquí, la corriente 14 de producto incluye una mayor concentración de alquil-ciclopentanos, en comparación con la corriente 30 rica en sustancias aromáticas. Por ejemplo, la corriente 14 de producto puede incluir alrededor de 30% en peso de alquil-ciclopentanos,

tal como alrededor de 50% en peso de alquil-ciclopentanos, o por ejemplo alrededor de 60% en peso de alquil-ciclopentanos. En una realización ejemplar, la corriente 14 de producto incluye 65% en peso de alquil-ciclopentanos y 35% en peso de tolueno. Tal corriente tiene un índice de octano de 95, y satisface el estándar de gasolinas de no más de 35% en peso de sustancias aromáticas. Por supuesto, la composición exacta de la corriente 14 de producto depende de la composición de la corriente 30 rica en sustancias aromáticas y de las condiciones de procesamiento en la zona 50 de saturación/isomerización combinadas y en la zona 22 de deshidrogenación, que se pueden manipular para alcanzar una concentración deseada de tolueno u otras sustancias aromáticas y de alquil-ciclopentano. Como se describió, el aparato 10 y el método pueden proporcionar la producción económica de la corriente 14 de producto para uso como gasolina con un contenido bajo de sustancias aromáticas y un índice elevado de octano requeridos.

Como se describe aquí, se ha proporcionado un aparato y un método para incrementar la concentración de alquil-ciclopentano en una corriente rica en sustancias aromáticas. En realizaciones ejemplares, se ha descrito un aparato y un método para incrementar una concentración de dimetilciclopentano en una corriente rica en sustancias aromáticas. El aparato y método descritos anteriormente son particularmente muy adecuados para la formación de una corriente de producto de gasolina que tiene tanto una cantidad baja de sustancias aromáticas, tal como menos de 35% en peso, como un índice elevado de octano, tal como al menos 95.

Aunque se ha presentado al menos una realización ejemplar en la descripción detallada anterior, se debería apreciar que existe un gran número de variaciones. También se debería apreciar que la realización ejemplar o realizaciones ejemplares son solamente ejemplos, y no están destinadas a limitar de ningún modo el alcance, la aplicabilidad, o configuración de la materia objeto reivindicada. Más bien, la descripción detallada anterior proporcionará a los expertos en la técnica un mapa de carretera conveniente para implementar una realización o realizaciones ejemplares. Se entiende que se pueden realizar diversos cambios en la función y disposición de los elementos descritos en una realización ejemplar sin separarse del alcance expuesto en las reivindicaciones anejas.

REALIZACIONES ESPECÍFICAS

Aunque lo siguiente se describe junto con realizaciones específicas, se entenderá que esta descripción está destinada a ilustrar y no a limitar el alcance de las reivindicaciones anejas.

Una primera realización de la invención es un método para incrementar una concentración de alquil-ciclopentano en una corriente rica en sustancias aromáticas, que comprende

saturar sustancias aromáticas en la corriente rica en sustancias aromáticas para formar alquil-ciclohexano;

en el que la saturación de las sustancias aromáticas en la corriente rica en sustancias aromáticas para formar alquil-ciclohexano comprende saturar sustancias aromáticas en la corriente rica en sustancias aromáticas sobre un catalizador no ácido, para formar alquil-ciclohexano;

isomerizar el alquil-ciclohexano para formar alquil-ciclopentanos; y

deshidrogenar alquil-ciclohexano residual para formar sustancias aromáticas en una corriente de producto, en el que la corriente de producto incluye sustancias aromáticas y los alquil-ciclopentanos;

en el que la corriente rica en sustancias aromáticas tiene una concentración inicial de 60% en peso de sustancias aromáticas, y en el que la deshidrogenación del alquil-ciclohexano residual para formar sustancias aromáticas en una corriente de producto forma la corriente de producto con menos de 25% en peso de sustancias aromáticas.

Una realización de la invención es una, cualquiera o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo, en la que la isomerización del alquil-ciclohexano para formar alquil-ciclopentanos comprende isomerizar el alquil-ciclohexano para formar dimetilciclopentano. Una realización de la invención es una, cualquiera o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo, en la que la saturación de las sustancias aromáticas en la corriente rica en sustancias aromáticas para formar alquil-ciclohexano, y la isomerización del alquil-ciclohexano para formar alquil-ciclopentanos, comprenden simultáneamente saturar sustancias aromáticas en la corriente rica en sustancias aromáticas e isomerizar alquil-ciclohexano sobre un catalizador bifuncional para formar un alquil-ciclopentano. Una realización de la invención es una, cualquiera o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo, en la que la deshidrogenación de alquil-ciclohexano residual para formar sustancias aromáticas en una corriente de producto comprende deshidrogenar el alquil-ciclohexano residual sobre un catalizador de deshidrogenación monofuncional. Una realización de la invención es una, cualquiera o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo, que comprende además fraccionar la corriente rica en sustancias aromáticas usando un reformado catalítico. Una realización de la invención es una, cualquiera o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo, que comprende además fraccionar la corriente rica en sustancias aromáticas usando un reformado catalítico, en la que la corriente rica en sustancias aromáticas comprende al menos 15% en peso de tolueno, en la que el tolueno se satura en la corriente rica en sustancias aromáticas para formar metilciclohexano, y en la que el metilciclohexano residual se deshidrogena para formar tolueno en la corriente de producto. Una realización de la invención es una, cualquiera o todas las

realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo, en la que la deshidrogenación del metilciclohexano residual para formar tolueno en una corriente de producto forma la corriente de producto con un índice de octano (RON) de al menos 90. Una realización de la invención es una, cualquiera o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la primera realización en este párrafo, en la que la deshidrogenación del metilciclohexano residual para formar tolueno en una corriente de producto forma la corriente de producto con un índice de octano (RON) de al menos 95.

Una segunda realización de la invención es un método para procesar hidrocarburos, que comprende proporcionar una corriente rica en tolueno; convertir el tolueno en la corriente rica en tolueno en metilciclohexano; y convertir una porción del metilciclohexano en alquil-ciclopentanos. Una realización de la invención es una, cualquiera o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la segunda realización en este párrafo, en la que la conversión de una porción del metilciclohexano en alquil-ciclopentanos comprende convertir más de 30% en peso del metilciclohexano en alquil-ciclopentanos. Una realización de la invención es una, cualquiera o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la segunda realización en este párrafo, en la que la conversión de una porción del metilciclohexano en alquil-ciclopentanos comprende convertir selectivamente más de 30% en peso del metilciclohexano en dimetilciclopentano. Una realización de la invención es una, cualquiera o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la segunda realización en este párrafo, en la que la conversión de tolueno en la corriente rica en tolueno en metilciclohexano, y la conversión de una porción del metilciclohexano en alquil-ciclopentanos, comprende saturar simultáneamente tolueno en la corriente rica en tolueno e isomerizar metilciclohexano sobre un catalizador bifuncional para formar dimetilciclopentano. Una realización de la invención es una, cualquiera o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la segunda realización en este párrafo, en la que la conversión de tolueno en la corriente rica en tolueno en metilciclohexano comprende saturar tolueno en la corriente rica en tolueno sobre un catalizador no ácido. Una realización de la invención es una, cualquiera o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la segunda realización en este párrafo, en la que la conversión de una porción del metilciclohexano en alquil-ciclopentanos comprende isomerizar una porción del metilciclohexano para formar dimetilciclopentano. Una realización de la invención es una, cualquiera o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la segunda realización en este párrafo, que comprende además convertir una porción que queda del metilciclohexano en tolueno, en la que la conversión de una porción que queda del metilciclohexano en tolueno comprende deshidrogenar la porción que queda del metilciclohexano sobre un catalizador de deshidrogenación monofuncional. Una realización de la invención es una, cualquiera o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la segunda realización en este párrafo, que comprende además convertir una porción que queda del metilciclohexano en tolueno, en la que la corriente rica en tolueno comprende 60% en peso de tolueno y tiene una cantidad inicial X de tolueno, y en la que la conversión de una porción que queda del metilciclohexano en tolueno forma una corriente con 0,65X de alquil-ciclopentanos y 0,35X de tolueno. Una realización de la invención es una, cualquiera o todas las realizaciones anteriores en este párrafo hasta la segunda realización en este párrafo, que comprende además convertir una porción que queda del metilciclohexano en tolueno, en la que la conversión de una porción que queda del metilciclohexano en tolueno forma una corriente de tolueno y alquil-ciclopentanos que tiene un índice de octano de al menos 95.

REIVINDICACIONES

1. Un método para incrementar una concentración de alquil-ciclopentano en una corriente (30) rica en sustancias aromáticas, que comprende:
- 5 saturar sustancias aromáticas en la corriente rica en sustancias aromáticas para formar alquil-ciclohexano;
- en el que la saturación de las sustancias aromáticas en la corriente rica en sustancias aromáticas para formar alquil-ciclohexano comprende saturar sustancias aromáticas en la corriente rica en sustancias aromáticas sobre un catalizador no ácido para formar alquil-ciclohexano;
- 10 isomerizar el alquil-ciclohexano para formar alquil-ciclopentanos; y
- deshidrogenar alquil-ciclohexano residual para formar sustancias aromáticas en una corriente (14) de producto, en el que la corriente de producto incluye sustancias aromáticas y los alquil-ciclopentanos;
- en el que la corriente rica en sustancias aromáticas tiene una concentración inicial de 60% en peso de sustancias aromáticas, y en el que la deshidrogenación de alquil-ciclohexano residual para formar sustancias aromáticas en una corriente de producto forma la corriente de producto con menos de 25% en peso de sustancias aromáticas.
- 15 2. El método de la reivindicación 1, en el que la isomerización del alquil-ciclohexano para formar alquil-ciclopentanos comprende isomerizar el alquil-ciclohexano para formar dimetilciclopentano.
3. El método de la reivindicación 1, en el que la saturación de las sustancias aromáticas en la corriente rica en sustancias aromáticas para formar alquil-ciclohexano, y la isomerización del alquil-ciclohexano para formar alquil-ciclopentanos, comprende simultáneamente saturar las sustancias aromáticas en la corriente rica en sustancias aromáticas e isomerizar alquil-ciclohexano sobre un catalizador bifuncional para formar alquil-ciclopentano.
- 20 4. El método de la reivindicación 1, en el que la deshidrogenación de alquil-ciclohexano residual para formar sustancias aromáticas en una corriente de producto comprende deshidrogenar el alquil-ciclohexano residual sobre un catalizador de deshidrogenación monofuncional.
5. El método de la reivindicación 1, que comprende además fraccionar la corriente rica en sustancias aromáticas usando un reformado catalítico.
- 25 6. El método de la reivindicación 1, que comprende además fraccionar la corriente rica en sustancias aromáticas usando un reformado catalítico, en el que la corriente rica en sustancias aromáticas comprende al menos 15% en peso de tolueno, en el que el tolueno se satura en la corriente rica en sustancias aromáticas para formar metilciclohexano, y en el que el metilciclohexano residual es deshidrogenado para formar tolueno en la corriente de producto.
- 30 7. El método de la reivindicación 6, en el que la deshidrogenación del metilciclohexano residual para formar tolueno en una corriente de producto forma la corriente de producto con un índice de octano (RON) de al menos 90.

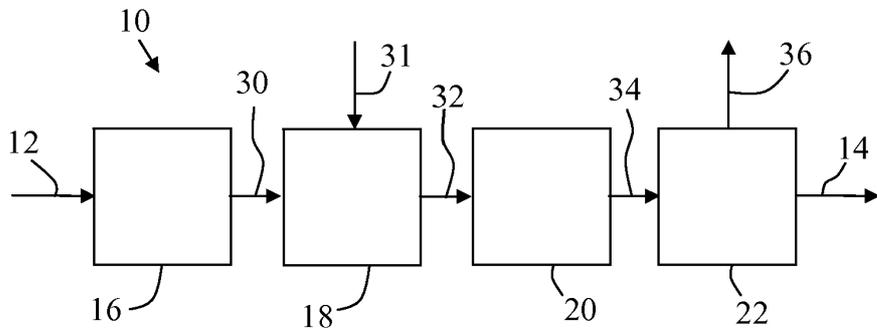


FIG. 1

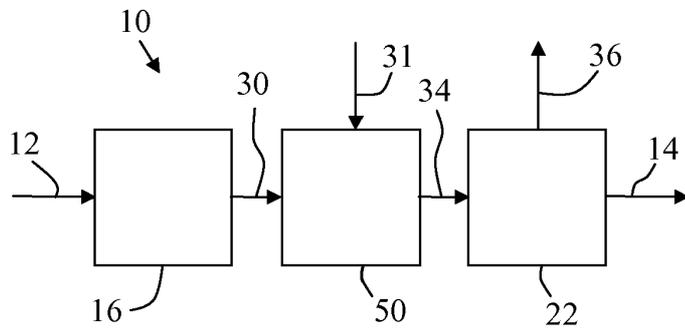


FIG. 2