



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 281 784**

51 Int. Cl.:
C07C 2/64 (2006.01)
C07C 15/107 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04707720 .1**
86 Fecha de presentación : **03.02.2004**
87 Número de publicación de la solicitud: **1592649**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **09.11.2005**

54 Título: **Método para preparar hidrocarburos alquilo ramificado-aromáticos usando una corriente de proceso proveniente de una unidad de isomerización.**

30 Prioridad: **05.02.2003 US 445312 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.10.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.10.2007

73 Titular/es: **SHELL INTERNATIONALE RESEARCH
MAATSCHAPPIJ B.V.
Carel van Bylandtlaan 30
2596 HR Den Haag, NL**

72 Inventor/es: **Ayoub, Paul, Marie;
Dirkzwager, Hendrik;
Murray, Brendan, Dermot y
Sumrow, Steven, Clois**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 281 784 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

Método para preparar hidrocarburos alquilo ramificado-aromáticos usando una corriente de proceso proveniente de una unidad de isomerización.

5

Antecedentes de la invención**1. Campo de la invención**

De forma general, la presente invención se refiere a sistemas y métodos para preparar hidrocarburos alquil-aromáticos. De modo particular, las realizaciones descritas en la presente memoria se refieren a sistemas y métodos para preparar hidrocarburos alquilo ramificado-aromáticos.

2. Descripción de la técnica relacionada

15

Los hidrocarburos aromáticos alquilados son compuestos importantes, que se pueden usar en diversas aplicaciones, o convertirse en otros compuestos químicos (por ejemplo, tensioactivos, sulfonatos). Los tensioactivos se pueden usar en diversas aplicaciones, por ejemplo, detergentes, jabones y recuperación de aceite.

20

La composición estructural de los hidrocarburos alquil-aromáticos puede influir en las propiedades (p. ej., solubilidad en agua, biodegradabilidad, carácter detergente en agua fría) del tensioactivo y/o del detergente producido a partir de un hidrocarburo alquil-aromático. Por ejemplo, la solubilidad en agua puede estar afectada por la linealidad del grupo alquilo. A medida que aumenta la linealidad del grupo alquilo, puede disminuir el carácter hidrofílico (a saber, la afinidad por agua) del tensioactivo alquil-aromático. La incorporación de ramificaciones que contienen un número mínimo de átomos de carbono cuaternarios y/o terciarios en la parte alquilo del tensioactivo alquil-aromático, puede aumentar la solubilidad y/o carácter detergente del tensioactivo alquil-aromático en agua fría, al mismo tiempo que se mantiene la biodegradabilidad del detergente. La cantidad y tipo de ramificaciones del grupo alquilo, sin embargo, puede disminuir la velocidad de biodegradación de un tensioactivo y/o detergente.

30

Los hidrocarburos alquilo ramificado-aromáticos están compuestos por un grupo alquilo ramificado acoplado a un grupo aromático. Los grupos alquilo ramificados están compuestos por un grupo alquilo lineal con ramificaciones que se extienden desde el grupo alquilo lineal. Las ramificaciones de los grupos alquilo lineales pueden incluir uno o más grupos alquilo alifáticos, un grupo alquilo lineal o sus combinaciones. Las ramificaciones pueden incluir, grupos metilo, etilo, propilo o alquilo superior. Los carbonos cuaternarios y terciarios pueden estar presentes en una ramificación del grupo alquilo. El número de carbonos cuaternarios y terciarios puede ser el resultado del patrón de ramificación del grupo alquilo. Tal como se usa en la presente memoria, la frase “átomo de carbono cuaternario alifático” se refiere a un átomo de carbono que no está unido a ningún átomo de hidrógeno ni a ningún sistema de anillos aromáticos.

40

Un tensioactivo con un grupo alquilo ramificado que incluye carbonos cuaternarios y/o terciarios puede tener una velocidad de biodegradación menor que un tensioactivo con un grupo alquilo lineal o monoramificado. Tal como se usa en la presente memoria, “biodegradable” se refiere a un material que se puede alterar o romper químicamente por bacterias u otros agentes naturales. Por ejemplo, en un experimento de biodegradación que utiliza un tratamiento de fango activado de recipiente poroso, la velocidad de biodegradación del 2-metil-2-undecil^[14C]benzensulfonato de sodio fue mayor que la velocidad de biodegradación del 5-metil-5-undecil^[14C]benzensulfonato de sodio. Nielsen *et al.*, en “Biodegradation of Coproducts of Commercial Linear Alkylbenzene Sulfonate”, *Environmental Science and Technology*, 1997, 31:3397-3404, describen de forma detallada el experimento.

50

Ejemplos de composiciones y procesos para la elaboración de hidrocarburos alquilo ramificado-aromáticos, se describen en la patente de EE.UU. 3.484.498 de Berg, titulada “Process For The Preparation Of Aryl-Substituted Normal Paraffin Hydrocarbons”; la patente de EE.UU. 6.111.158 de Marinangeli *et al.*, titulada “Process For Producing Arylalkanes At Alkylation Conditions Using A Zeolite Having a NES Zeolite Structure Type” y la patente de EE.UU. 6.187.981 de Marinangeli *et al.*, titulada “Process For Producing Arylalkanes And Arylalkane Sulfonates, Compositions Produced Therefrom, and Uses Thereof”.

55

Más recientemente, se ha encontrado que los tensioactivos derivados de olefinas ramificadas tienen propiedades diferentes y más adecuadas que los tensioactivos derivados de olefinas lineales. Por ejemplo, los tensioactivos derivados de olefinas ramificadas tienen mayor solubilidad en agua, mejores propiedades detergentes y propiedades de biodegradabilidad aceptables en comparación con los tensioactivos derivados de olefinas lineales. La producción de olefinas ramificadas a partir de una corriente de proceso de Fischer-Tropsch puede incrementar el valor económico de la corriente. En algunas realizaciones, las olefinas lineales pueden convertirse en olefinas ramificadas utilizando un catalizador de isomerización. Las olefinas ramificadas se pueden utilizar para producir tensioactivos que son más deseables y por lo tanto son más valiosos para el productor de la corriente de Fischer-Tropsch. En general, los procesos de Fischer-Tropsch tienden a producir menores cantidades de olefinas. Aumentando el contenido de olefinas (p. ej., el contenido de olefinas con alquilo ramificado) de una corriente de Fischer-Tropsch puede aumentar el valor económico de la corriente. La patente internacional WO02/44114 A₁ describe un método para la producción de alquil-aril-sulfonatos.

65

Resumen

En una realización, se pueden producir hidrocarburos alquil-aromáticos por un método que incluye isomerizar olefinas en una unidad de isomerización. Las olefinas isomerizadas se pueden utilizar para alquilar hidrocarburos aromáticos. Después de la alquilación de los hidrocarburos aromáticos, los componentes sin reaccionar del proceso de alquilación se pueden separar de los productos hidrocarbonados alquil-aromáticos producidos. Las parafinas de la corriente separada se pueden someter a un proceso de deshidrogenación para producir más compuestos olefínicos. La corriente de olefinas resultante del proceso de deshidrogenación se puede recircular devolviéndola a la unidad de isomerización.

La isomerización de olefinas en una corriente de proceso puede ocurrir en una unidad de isomerización. En una realización, la corriente de proceso que ingresa en una unidad de isomerización puede incluir olefinas lineales y parafinas que tienen un número promedio de átomos de carbono de 7 a 16. En una realización, una corriente de proceso que ingresa en una unidad de isomerización incluye olefinas lineales y parafinas que tienen un número promedio de átomos de carbono de 10 a 13. Tal como se usa en la presente memoria, la frase “número de carbonos” quiere decir el número total de carbonos de una molécula. En ciertas realizaciones, una corriente de alimentación de proceso que ingresa en una unidad de isomerización deriva del proceso de Fischer-Trosch. En la unidad de isomerización, al menos una porción de las olefinas lineales de una corriente de hidrocarburos se puede isomerizar para formar olefinas ramificadas. Las olefinas ramificadas pueden tener un número promedio de ramificaciones por molécula de olefina de entre aproximadamente 0,7 y aproximadamente 2,5. Una olefina ramificada puede incluir, pero no se limita a, ramificaciones metilo y/o etilo. El proceso de isomerización puede producir olefinas ramificadas que incluyen menos de aproximadamente 0,5 por ciento de átomos de carbono cuaternarios alifáticos.

En una realización, una o más corrientes de hidrocarburos se pueden combinar con la corriente de alimentación que ingresa en la unidad de isomerización. La corriente de hidrocarburos se puede mezclar con la corriente de alimentación para modificar la concentración de olefinas que ingresan en la unidad de isomerización. Después de procesar la corriente de alimentación en la unidad de isomerización, la corriente que contiene olefinas ramificadas resultante se puede pasar a la unidad de alquilación. Una o más corrientes de hidrocarburos se pueden combinar con la corriente que contiene olefinas ramificadas para modificar la concentración de olefinas que ingresan en la unidad de alquilación.

La alquilación de hidrocarburos aromáticos con olefinas puede tener lugar en una unidad de alquilación. En una realización, una corriente de hidrocarburos olefínicos proveniente de la unidad de isomerización y los hidrocarburos aromáticos pueden ingresar en una unidad de alquilación. En la unidad de alquilación, al menos una porción de los hidrocarburos aromáticos se pueden alquilar con al menos una porción de las olefinas de la corriente de hidrocarburos para producir hidrocarburos alquil-aromáticos. Al menos una porción de los hidrocarburos alquil-aromáticos producidos puede incluir un grupo alquilo ramificado. Al menos una porción de los componentes sin reaccionar de la corriente de hidrocarburos, al menos una porción de los hidrocarburos aromáticos sin reaccionar y al menos una porción de los hidrocarburos alquil-aromáticos producidos pueden formar una corriente de reacción de alquilación.

Al menos una porción de las parafinas, las olefinas sin reaccionar y los hidrocarburos aromáticos e hidrocarburos alquil-aromáticos de la corriente de la reacción de alquilación se pueden separar para producir una corriente de hidrocarburos sin reaccionar y una corriente de productos hidrocarburo alquil-aromáticos. La corriente de hidrocarburos sin reaccionar puede separarse aun más, en algunas realizaciones, para formar una corriente de parafinas y olefinas sin reaccionar y una corriente de hidrocarburos aromáticos. Al menos una porción de la corriente de hidrocarburos aromáticos sin reaccionar se puede recircular hasta la unidad de alquilación.

La deshidrogenación de parafinas puede tener lugar en una unidad de deshidrogenación. En una realización, al menos una porción de una corriente de parafinas y de olefinas sin reaccionar puede entrar en una unidad de deshidrogenación. En la unidad de deshidrogenación, al menos una porción de las parafinas de la corriente de parafinas y de olefinas sin reaccionar puede deshidrogenarse para producir olefinas. Al menos una porción de las olefinas producidas puede salir de la unidad de deshidrogenación para formar una corriente de hidrocarburos olefínicos. La corriente de hidrocarburos olefínicos resultante del proceso de deshidrogenación se puede recircular de nuevo hacia la corriente principal de proceso, enviando a la corriente olefínica a la unidad de isomerización y/o a la corriente que ingresa en la unidad de isomerización.

En ciertas realizaciones, al menos una porción de las corrientes de productos hidrocarburos alquil-aromáticos de los procesos antes descritos se puede sulfonar para formar sulfonatos alquil-aromáticos. En algunas realizaciones, los sulfonatos alquil-aromáticos pueden incluir grupos alquilo ramificados.

Breve descripción de las figuras

Las ventajas de la presente invención serán evidentes para los expertos en la técnica gracias a la siguiente descripción detallada de las realizaciones, y haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las que:

La Fig. 1 representa un diagrama esquemático de una realización de un sistema para producir hidrocarburos alquilo ramificado-aromáticos que utiliza una unidad de isomerización de olefinas.

A pesar de que la invención es susceptible a diversas modificaciones y formas alternativas, las realizaciones específicas de la misma se presentan a modo de ejemplo en las figuras y se describirán en la presente memoria de forma detallada. Debe entenderse que las figuras y la descripción detallada de las mismas, no pretenden limitar la invención a la forma particular descrita, si no que por el contrario, la intención es incluir todas las modificaciones, equivalencias, y alternativas que se encuentren dentro del espíritu y alcance de la presente invención tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Descripción detallada de las realizaciones

Los productos hidrocarburo se pueden sintetizar a partir de gas de síntesis (a saber, una mezcla de hidrógeno y monóxido de carbono) usando un proceso de Fischer-Tropsch. El gas de síntesis se puede obtener a partir de carbón o reformando gas natural. El proceso de Fischer-Tropsch convierte catalíticamente el gas de síntesis en una mezcla de productos que incluye principalmente, hidrocarburos saturados, una cierta cantidad de olefinas y una cantidad menor de productos que contienen oxígeno. Los productos de un proceso de Fischer-Tropsch se pueden utilizar para la producción de combustibles (p. ej., gasolina, combustible diesel), aceites lubricantes y ceras. Por lo general, los combustibles y otros productos producidos mediante un proceso de Fischer-Tropsch tienen por lo general bajo contenido de azufre, nitrógeno y/o metales y contienen muy poco o nada de compuestos cíclicos (p. ej., compuestos aromáticos, naftalenos).

Las corrientes de proceso de Fischer-Tropsch se pueden utilizar también para preparar productos básicos de valor económico. Por ejemplo, las olefinas lineales son productos básicos que son útiles en la producción de agentes tensioactivos. El uso de una porción de la corriente de proceso para producir olefinas lineales puede aumentar el valor económico de una corriente de proceso de Fischer-Tropsch. Para reducir los costes de producción al producir hidrocarburos alquil-aromáticos, se puede isomerizar una corriente que contiene una cantidad significativa de parafinas y una cantidad menor de olefinas que después se alquila para formar hidrocarburos alquil-aromáticos. El procesamiento de la corriente de alimentación con bajo contenido de olefinas a través de una unidad de isomerización antes de la alquilación puede ahorrar tiempo de producción, disminuir el coste del catalizador, y/o mejorar la viabilidad económica global de la corriente de proceso con bajo contenido de olefinas.

Tal como se describe en la presente memoria, la composición de la corriente de alimentación hidrocarbonada puede incluir parafinas y olefinas. Al menos una porción de la corriente de hidrocarburos puede estar formada por parafinas y olefinas lineales que tienen al menos 4 átomos de carbono y hasta 16 átomos de carbono. La corriente de alimentación de hidrocarburos puede obtenerse a partir de un proceso de Fischer-Tropsch y/o de un proceso de oligomerización de etileno. Los catalizadores y las condiciones de reacción de Fischer-Tropsch se pueden seleccionar para obtener una mezcla particular de productos en la corriente de producto de reacción. Por lo general, son conocidos los catalizadores y/o las combinaciones de catalizadores que favorecen la elaboración de las especies de hidrocarburos deseadas en un proceso de Fischer-Tropsch.

A pesar de que se hace referencia a una corriente de Fischer-Tropsch, debe entenderse que cualquier corriente que deriva de cualquier proceso, que incluya olefinas e hidrocarburos saturados puede ser una materia prima adecuada para los procesos descritos en la presente memoria. Muchas corrientes de Fischer-Tropsch pueden contener de 5% a 99% de olefinas, siendo el resto hidrocarburos saturados y otros compuestos.

En algunas realizaciones, las corrientes de alimentación que contienen olefinas y parafinas se obtienen del craqueo de ceras parafínicas y/o de la oligomerización de olefinas. Los productos olefínicos comerciales que se elaboran por oligomerización del etileno son comercializados en los Estados Unidos por Chevron Chemical Company, Shell Chemical Company (con el nombre comercial NEODENE) y British Petroleum. El craqueo de las ceras parafínicas para producir corrientes de alimentación de alfa-olefinas y parafinas se describe en la patente de EE.UU. 4.579.986 de Sie, titulada "Process For The Preparation Of Hydrocarbons" y en la Solicitud de Patente de EE.UU. con n° de serie 10/153.955 de Anson et al., titulada "Process For The Preparation of linear Olefins and Use Thereof To Prepare Linear Alcohols". Procedimientos específicos para preparar olefinas lineales a partir de etileno se describen en la patente de EE.UU. 3.676.523 de Mason, titulada "Alpha-Olefin Production"; patente de EE.UU. 3.686.351 de Mason, titulada "Alpha-Olefin Production"; Patente de EE.UU. 3.737.475 de Mason, titulada "Alpha-Olefin Production" y patente de EE.UU. 4.020.121 de Kister et al., titulada "Oligomerization Reaction System". La mayoría de los procesos antes mencionados produce alfa-olefinas. Las olefinas lineales internas superiores se pueden producir comercialmente, por ejemplo, por cloración-deshidrocloración de parafinas, por deshidrogenación de parafinas, o por isomerización de alfa-olefinas.

En una realización, una corriente de alimentación se procesa para producir una corriente de hidrocarburos que incluye olefinas ramificadas. Las olefinas ramificadas se pueden usar para alquilar un hidrocarburo aromático para producir hidrocarburos alquilo ramificado-aromáticos. La corriente de alimentación puede tener un contenido de parafinas en el intervalo entre aproximadamente 50 por ciento en peso y aproximadamente 90 por ciento en peso de la corriente de alimentación. En ciertas realizaciones, la corriente de alimentación puede tener un contenido de parafinas superior a aproximadamente 90 por ciento en peso de parafinas. La corriente de alimentación también puede incluir olefinas. El contenido de olefinas de la corriente de alimentación puede ser de entre aproximadamente 10 por ciento en peso y aproximadamente 50 por ciento en peso. En otras realizaciones, la corriente de alimentación puede tener un contenido de olefinas superior al 90 por ciento en peso de olefinas. La composición de la corriente de alimentación puede incluir hidrocarburos que tengan un número de carbonos promedio en el intervalo de 4 a 30. En una realización,

el número de carbonos promedio de la corriente de alimentación puede estar en el intervalo de 4 a 16, de 7 a 16, o de 10 a 13. La corriente de alimentación puede incluir cantidades secundarias de hidrocarburos que tienen un número de carbonos que es superior y/o inferior al número de carbonos del intervalo deseado. En algunas realizaciones, la corriente de alimentación se puede derivar de la destilación de una corriente de proceso que incluye un intervalo más amplio de número de carbonos.

En una realización, la corriente de alimentación para la unidad de isomerización incluye mono-olefinas y/o parafinas. Las mono-olefinas pueden tener una estructura lineal o ramificada. Las mono-olefinas pueden tener un doble enlace alfa o interno. La corriente de alimentación puede incluir olefinas de las que el 50 por ciento o más de las moléculas de olefina presentes pueden ser alfa-olefinas con una estructura del esqueleto de carbonos lineal (cadena recta). En ciertas realizaciones, al menos aproximadamente el 70 por ciento de las olefinas son alfa-olefinas con una estructura del esqueleto de carbonos lineal. Una corriente de hidrocarburos en la que más de aproximadamente el 70 por ciento de todas las moléculas de olefina son alfa-olefinas con una estructura del esqueleto de carbonos lineal se puede usar en ciertas realizaciones de alquilación de hidrocarburos aromáticos. Tal corriente se puede derivar de un proceso de Fischer-Tropsch. En algunas realizaciones, una corriente de alimentación incluye olefinas en las que al menos aproximadamente el 50 por ciento de las moléculas de olefina presentes son olefinas internas.

Los compuestos aromáticos (por ejemplo, hidrocarburos aromáticos) pueden incluir benceno o benceno sustituido. En una realización, el benceno sustituido con alquilo se utiliza como benceno sustituido en el proceso. Los bencenos sustituidos con alquilo pueden ser alquilo inferior-bencenos mono y/o poli sustituidos. El sustituyente alquilo de un benceno sustituido con alquilo puede tener un número de carbonos en el intervalo de 1 a 5, o, en algunas realizaciones de 1 a 2. Ejemplos adecuados de compuestos aromáticos incluyen, pero no se limitan a, benceno, tolueno, xilenos, etilbenceno, cumeno, n-propilbenceno y otros mono- y poli-alquilo inferior-benceno. En algunas realizaciones, un solo compuesto aromático y/o una mezcla de dos o más compuestos aromáticos puede utilizarse como corriente de alimentación. Los hidrocarburos aromáticos pueden alimentar al reactor directamente o mezclados con un disolvente orgánico no reactivo adecuado antes de la adición a la unidad de alquilación.

El Sistema 100 de la Fig.1 describe una realización de un método para producir hidrocarburos alquilo ramificado-aromáticos. Una primera corriente de hidrocarburos que contiene olefinas y parafinas puede ingresar en la unidad de isomerización 110 a través del primer conducto 120. La primera corriente de hidrocarburos puede incluir hidrocarburos con un número promedio de átomos de carbono de 7 a 16 o, en algunas realizaciones, de 10 a 13. En algunas realizaciones, una primera corriente de hidrocarburos incluye alfa-olefinas. En ciertas realizaciones, la primera corriente de hidrocarburos deriva de un proceso de Fischer-Tropsch. El contenido de alfa-olefinas de la primera corriente de hidrocarburos puede ser superior a aproximadamente 70 por ciento de la cantidad total de olefinas en la primera corriente de hidrocarburos. En la unidad de isomerización 110, al menos una porción de las olefinas en la primera corriente de hidrocarburos puede isomerizarse a olefinas ramificadas para producir una segunda corriente de hidrocarburos.

En ciertas realizaciones, una unidad de isomerización 110 puede tener diversas entradas para alojar corrientes de proceso de distinta composición. Las corrientes de proceso pueden provenir de otras unidades de procesamiento y/o unidades de almacenamiento. Ejemplos de corrientes de proceso incluyen, pero no se limitan a, una corriente de hidrocarburo diluyente, y/u otras corrientes de hidrocarburo que incluyen olefinas y parafinas derivadas de otros procesos. Tal como se usa en la presente memoria “el ingreso en la unidad de isomerización” quiere decir el ingreso de las corrientes de proceso en la unidad de isomerización a través de una o más entradas.

Las condiciones para la isomerización de olefinas en la unidad de isomerización 110 pueden controlarse de modo que el número de átomos de carbono en las olefinas antes y después de las condiciones de isomerización, sea sustancialmente igual. La patente de EE.UU. 5.648.584 de Murray, titulada “Process for Isomerizing Linear Olefins to Isoolefins” y la patente de EE.UU. 5.648.585 de Murray *et al.*, titulada “Process for Isomerizing Linear Olefins to Isoolefins” describen catalizadores y condiciones de proceso para isomerizar los esqueletos de las olefinas lineales y obtener olefinas ramificadas.

En una realización, las olefinas lineales de una primera corriente de hidrocarburos se isomerizan en la unidad de isomerización 110 poniendo en contacto al menos una porción de la primera corriente de hidrocarburos con un catalizador zeolita. El catalizador zeolita puede tener al menos un canal con un diámetro de canal libre cristalográfico en el intervalo de más de 4,2 Å y menos de aproximadamente 7 Å. El catalizador zeolita puede tener un tamaño de poros elíptico lo suficientemente grande como para permitir la entrada de una olefina lineal y la difusión, al menos parcial, de una olefina ramificada. El tamaño de poros del catalizador zeolita puede además ser lo suficientemente pequeño como para retardar la formación de coque. Tal como se usa en la presente memoria “coque” es el producto de degradación térmica de una molécula en moléculas menores.

Las temperaturas a las cuales se puede llevar a cabo la isomerización de olefinas están en el intervalo de aproximadamente 200°C a aproximadamente 500°C. Las temperaturas en la unidad de isomerización 110, en algunas realizaciones, se mantienen por debajo de la temperatura a la cual las olefinas sufrirán craqueo extensamente. Tal como se usa en la presente memoria, “craqueo” se refiere al proceso de degradar térmicamente las moléculas hasta moléculas menores. Para inhibir el craqueo se pueden usar temperaturas menores a menores velocidades de alimentación. En ciertas realizaciones, se pueden utilizar temperaturas menores cuando la cantidad de compuestos oxigenados en la corriente de proceso es baja. Pueden ser deseables velocidades de alimentación mayores para aumentar la velocidad de producción de productos isomerizados. En algunas realizaciones, se pueden utilizar mayores velocidades

ES 2 281 784 T3

de alimentación, cuando se opera a mayores temperaturas de reacción. Sin embargo, debería fijarse la temperatura de reacción de modo tal que se minimice el craqueo a productos de menor punto de ebullición. Por ejemplo, más del 90 por ciento de olefinas lineales se pueden convertir en olefinas ramificadas a 230°C y a una velocidad de alimentación de 60 gramos por hora con mínimo craqueo. Las presiones que se mantienen en la unidad de isomerización 110 pueden ser una presión parcial de hidrocarburo en el intervalo de aproximadamente 0,1 atmósferas (10 kPa) a aproximadamente 20 atmósferas (2026 kPa). En una realización, una presión parcial puede estar en el intervalo desde más de aproximadamente 0,5 atmósferas (51 kPa) a aproximadamente 10 atmósferas (1013 kPa).

Las olefinas ramificadas que se producen en la unidad de isomerización 110 pueden incluir metilo, etilo y/o ramificaciones de cadenas carbonadas más largas. Pueden utilizarse técnicas de Resonancia Magnética Nuclear de Hidrógeno (¹H RMN) para analizar la composición de las olefinas isomerizadas. Las olefinas ramificadas pueden incluir carbonos alifáticos cuaternarios y/o terciarios. En ciertas realizaciones, se puede minimizar la cantidad de carbonos alifáticos cuaternarios y/o terciarios producidos en una unidad de isomerización. El análisis de las olefinas producidas en la unidad de isomerización puede indicar el grado de isomerización de las olefinas en una corriente hidrocarbonada.

La presencia de átomos de carbono cuaternarios se puede determinar utilizando técnicas RMN con carbono 13 (¹³C). El tipo de ramificación (por ejemplo, metilo, etilo, propilo o grupos mayores) se puede determinar por hidrogenación de una mezcla de olefinas y posteriormente el análisis ¹³C RMN de la disolución de olefinas hidrogenadas.

En una realización, el número promedio de ramificaciones por molécula de olefina presente en la composición de olefinas ramificadas está entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 2,5. En otras realizaciones, el número promedio de ramificaciones por molécula de olefina presente en la composición de olefinas ramificadas está entre aproximadamente 0,7 y aproximadamente 2,5. En ciertas realizaciones, cuando la corriente de alimentación contiene más de 70% de olefinas lineales, el número promedio de ramificaciones por molécula de olefina presente en una composición de olefinas ramificadas está entre aproximadamente 0,2 y aproximadamente 1,5. El grado de ramificación del producto se puede controlar controlando las condiciones de proceso utilizadas en la unidad de isomerización. Por ejemplo, temperaturas de reacción altas y velocidades de alimentación menores pueden dar como resultado un mayor grado de ramificación. Las ramificaciones metilo pueden constituir entre aproximadamente el 20 por ciento y aproximadamente el 99 por ciento del número total de ramificaciones presentes en las moléculas de olefina. En algunas realizaciones, las ramificaciones metilo pueden constituir más de aproximadamente el 50 por ciento del número total de ramificaciones de las moléculas de olefina. El número de ramificaciones etilo de las moléculas de olefina, puede constituir, en ciertas realizaciones, menos de aproximadamente el 30% del número total de ramificaciones. En otras realizaciones, el número de ramificaciones etilo, si están presentes, puede ser de entre aproximadamente 0,1 por ciento y aproximadamente 2 por ciento del número total de ramificaciones. Ramificaciones distintas de metilo o etilo, si están presentes, pueden ser menos de aproximadamente 10 por ciento del número total de ramificaciones.

El número de átomos de carbono alifáticos cuaternarios y/o terciarios presentes en la composición de olefinas ramificadas puede ser menor que aproximadamente 2 por ciento de los átomos de carbono presentes. En una realización, los carbonos alifáticos cuaternarios y/o terciarios presentes son menos de aproximadamente el 1 por ciento de los átomos de carbono presentes. Para las aplicaciones en las cuales la biodegradabilidad es importante, el número de átomos de carbono alifáticos cuaternarios puede ser menor que aproximadamente 0,5 por ciento de los átomos de carbono presentes. En una realización, el número de átomos de carbono alifáticos cuaternarios y/o terciarios es menor que aproximadamente 0,3 por ciento de los átomos de carbono presentes. En otras realizaciones, el número de átomos de carbono alifáticos cuaternarios presentes en la composición de olefinas ramificadas es desde aproximadamente 0,01 por ciento a aproximadamente 0,3 por ciento de los átomos de carbono alifáticos presentes.

En ciertas realizaciones, se pueden utilizar corrientes de hidrocarburos adicionales para controlar las condiciones de reacción y/o optimizar la concentración de parafinas y olefinas sin reaccionar en la unidad de isomerización 110. En una realización, al menos una porción de una corriente de hidrocarburos parafínicos se puede introducir en un primer conducto 120 a través de un segundo conducto 130 aguas arriba de la unidad de isomerización 110 para producir una corriente combinada. La corriente combinada puede ingresar en la unidad de isomerización 110 a través de un primer conducto 120. En otras realizaciones, la corriente de hidrocarburos parafínicos se introduce directamente en la unidad de isomerización 110 a través de una o más entradas.

Al menos una porción de las olefinas de la corriente combinada se puede isomerizar a olefinas ramificadas en la unidad de isomerización 110 para producir una segunda corriente de hidrocarburos. La adición de una corriente de hidrocarburos parafínicos a la unidad de isomerización 110 se puede usar para optimizar la concentración de olefinas en la unidad de isomerización 110 y para controlar el grado de ramificación en las olefinas producidas. La concentración de parafinas en la corriente de hidrocarburos parafínicos puede ser de entre aproximadamente 10 por ciento y aproximadamente 99 por ciento en peso. La corriente parafínica puede también contener otros hidrocarburos y/o olefinas. En ciertas realizaciones, la concentración de parafinas puede estar en el intervalo entre aproximadamente 10 por ciento y aproximadamente 50 por ciento en peso. En algunas realizaciones, la concentración de parafinas puede estar en el intervalo entre aproximadamente 25 por ciento y aproximadamente 75 por ciento en peso.

Haciendo referencia de nuevo al Sistema 100, representado en la Fig.1, la unidad de isomerización 110 puede producir una segunda corriente de hidrocarburos que incluye olefinas y parafinas. Al menos una porción de la segunda corriente de hidrocarburos contiene olefinas ramificadas. La segunda corriente de hidrocarburos puede salir de la unidad de isomerización 110 a través del tercer conducto 140 y puede introducirse en la unidad de alquilación 150.

ES 2 281 784 T3

La alquilación de hidrocarburos aromáticos por al menos una porción de las olefinas ramificadas producidas en la unidad de isomerización 110 se puede llevar a cabo usando diversos tipos de reactores. En ciertas realizaciones, el proceso se puede llevar a cabo por lotes añadiendo el catalizador y los hidrocarburos aromáticos al reactor, calentando la mezcla hasta la temperatura de reacción, y luego añadiendo los hidrocarburos olefínicos o aromáticos a la mezcla calentada. La temperatura de reacción se puede controlar haciendo circular un fluido de transferencia de calor a través de la camisa del reactor, por enfriamiento por evaporación de los hidrocarburos aromáticos o por el uso de un condensador. En algunas realizaciones, se puede usar un reactor de lecho fijo en un modo de flujo ascendente o descendente o un reactor de lecho móvil operando con un flujo en corriente o en contracorriente del catalizador y la corriente de hidrocarburos. Los reactores de lecho fijo pueden contener un solo lecho o múltiples lechos de catalizador y pueden estar equipados para la adición de olefinas y para enfriar. La continua eliminación de catalizador gastado para la regeneración y el reemplazo por catalizadores de nueva aportación o regenerados puede realizarse usando un reactor de lecho móvil. En otras realizaciones, también se puede usar un reactor de destilación catalítica. Los reactores de destilación catalítica se describen en la patente de EE.UU. 6.291.719 de Gao *et al.*, titulada: "Methods And Equipments of Using Dual Functional Catalyst of Packing Type 2" y en la patente de EE.UU. 5.866.736, de Chen, titulada: "Process For Production of Alkyl Benzene".

La unidad de alquilación 150 puede tener varias entradas para adaptarse a la entrada de corrientes de proceso adicionales. Como se usa en la presente memoria "corriente que ingresa en la unidad de alquilación" se define como el ingreso de las corrientes de proceso en la unidad de alquilación a través de una o más entradas. Ejemplos de tales corrientes de proceso incluyen, pero no se limitan a, corrientes provenientes de la unidad de isomerización 110, una corriente de hidrocarburos diluyente, gases y/u otras corrientes de hidrocarburos que incluyen olefinas y parafinas derivadas de otros procesos.

En una realización, al menos una porción de las olefinas de la segunda corriente de hidrocarburos, producida en la unidad de isomerización 110, se pone en contacto con hidrocarburos aromáticos (p. ej., benceno) en la unidad de alquilación 150 empleando distintas condiciones de alquilación. Al menos una porción de los hidrocarburos alquil-aromáticos resultantes son hidrocarburos aromáticos monoalquilados que tienen un grupo alquilo ramificado. La minimización de otros productos de alquilación, tales como los productos de dialquilación y productos de alquilación superiores se puede controlar mediante las condiciones de proceso (p. ej., relaciones molares, temperaturas de reacción, tipo de catalizador y concentraciones de reactivo) en la unidad de alquilación 150.

En una realización, las parafinas y otros componentes no reactivos de la segunda corriente de hidrocarburos actúan como diluyentes en la etapa de alquilación. La presencia de diluyentes en la unidad de alquilación 150 puede ayudar a controlar la temperatura de la reacción de alquilación. Los diluyentes de la unidad de alquilación 150 también mejoran la selectividad del proceso de alquilación. Mayores temperaturas de reacción en la unidad de alquilación 150 pueden dar como resultado la formación de subproductos (p. ej. productos de dialquilación y productos de alquilación superiores).

La estequiometría de la reacción de alquilación requiere solamente de un mol de compuesto hidrocarburo aromático por mol de mono-olefinas totales. Usar relaciones molares 1:1, sin embargo, puede dar como resultado mezclas de oligómeros y/o polímeros de olefina, hidrocarburos monoalquil-aromáticos, hidrocarburos dialquil-aromáticos, trialquil-aromáticos, y posiblemente hidrocarburos aromáticos de elevada polialquilación u olefinas sin reaccionar. Una relación molar lo más cercana posible a 1:1 puede maximizar la utilización de un hidrocarburo aromático y puede minimizar la recirculación de los hidrocarburos aromáticos sin reaccionar o de las olefinas sin reaccionar. La proporción molar de hidrocarburos aromáticos con respecto a las mono-olefinas totales puede influir tanto en la conversión como en la selectividad de la reacción de alquilación. En ciertas realizaciones, la proporción molar de hidrocarburos aromáticos totales por mol de mono-olefinas totales puede establecerse entre aproximadamente 3:1 y aproximadamente 100:1 para maximizar la formación de hidrocarburos monoalquil-aromáticos. En algunas realizaciones, la relación entre hidrocarburo aromático y olefina puede ser de entre aproximadamente 5:1 a aproximadamente 50:1. En otras realizaciones, la relación entre hidrocarburo aromático y olefina puede ser de entre aproximadamente 5:1 a aproximadamente 35:1. En ciertas realizaciones, la relación entre hidrocarburo aromático y olefina total puede ser de entre aproximadamente 8:1 a aproximadamente 30:1.

En ciertas realizaciones, se pueden utilizar corrientes de hidrocarburo adicionales para controlar las condiciones de reacción y/o optimizar la concentración de parafinas y olefinas sin reaccionar en la unidad de alquilación 150. En ciertas realizaciones, al menos una porción de una tercera corriente de hidrocarburos se puede introducir en un tercer conducto 140 aguas arriba de la unidad de alquilación 150 a través de un cuarto conducto 160 para producir una corriente combinada. La corriente combinada se puede introducir entonces en la unidad de alquilación 150 a través de un tercer conducto 140. Al menos una porción de las olefinas de la corriente combinada puede alquilar al menos una porción de los hidrocarburos aromáticos. En algunas realizaciones, se puede introducir una tercera corriente de hidrocarburos directamente en la unidad de alquilación 150 a través de una o más entradas. Debe entenderse que la dilución de la corriente de proceso puede lograrse añadiendo una corriente diluida solamente a través del segundo conducto 130, únicamente a través del cuarto conducto 160, solamente directamente en la unidad de alquilación 150 o por combinación de las entradas.

La tercera corriente de hidrocarburos del cuarto conducto 160 se puede utilizar para optimizar la concentración de olefinas en la unidad de alquilación 150 para maximizar la monoalquilación de los hidrocarburos aromáticos y la cantidad de ramificaciones alquilo del producto. La tercera corriente de hidrocarburos puede provenir de la misma

ES 2 281 784 T3

fuelle que la primera corriente de hidrocarburos. De forma alternativa, la tercera corriente de hidrocarburos puede ser una corriente de hidrocarburos que incluya olefinas, parafinas y/o disolventes hidrocarbonados derivados de otra fuente. La tercera corriente de hidrocarburos puede derivar de la misma fuente que la corriente de hidrocarburos parafínicos introducida a través del segundo conducto 130.

La tercera corriente de hidrocarburos puede incluir olefinas y parafinas. En determinadas realizaciones, el número promedio de átomos de carbono de los hidrocarburos de la tercera corriente de hidrocarburos está en el intervalo de 7 a 16. El contenido de parafinas de la tercera corriente de hidrocarburos puede ser de entre aproximadamente 45 por ciento y aproximadamente 99 por ciento en peso. En ciertas realizaciones, el contenido de parafinas de la tercera corriente de hidrocarburos puede ser de entre aproximadamente 60 por ciento y aproximadamente 90 por ciento en peso. En algunas realizaciones, el contenido de parafinas puede ser superior a aproximadamente 80 por ciento en peso.

En una realización, el contenido de olefinas de la tercera corriente de hidrocarburos está en el intervalo de aproximadamente 1 por ciento y aproximadamente 99 por ciento relativo al contenido de hidrocarburos totales. En ciertas realizaciones, el contenido de olefinas de la tercera corriente de hidrocarburos puede ser de entre aproximadamente 5 por ciento y aproximadamente 15 por ciento relativo al contenido de hidrocarburos totales. En otras realizaciones, la concentración de olefinas de la tercera corriente de hidrocarburos puede ser mayor que aproximadamente 80 por ciento en peso.

En algunas realizaciones, la tercera corriente de hidrocarburos puede incluir olefinas lineales. La adición de una corriente que incluye olefinas lineales aguas abajo de la unidad de isomerización permite la creación de una corriente de alimentación de alquilación que incluye una mezcla de olefinas lineales y ramificadas. Introduciendo una corriente que incluya olefinas ramificadas y lineales en la unidad de alquilación 150, se puede obtener una mezcla de productos (alquilo lineal y ramificado)-aromáticos. Variando la cantidad de olefinas lineales añadidas a la corriente de alimentación de alquilación se puede controlar la proporción entre productos alquilo lineal-aromáticos y alquilo ramificado-aromáticos. Las propiedades de una mezcla de hidrocarburos alquilo lineal-aromáticos y alquilo ramificado-aromáticos pueden mejorarse cuando se convierten en tensioactivos alquil-aromáticos. Ejemplos de propiedades que mejoran incluyen, pero no se limitan a, baja irritación de piel y ojos, propiedades de formación de espuma, biodegradabilidad, solubilidad en agua fría y carácter detergente en agua fría. Las aplicaciones de estos tensioactivos, incluyen, pero no se limitan a, productos para el cuidado personal, productos para lavar la ropa domésticos e industriales, productos para lavar los platos a mano, aditivos lubricantes para maquinaria y formulaciones de aceites lubricantes.

En una realización, las condiciones de alquilación para la alquilación de hidrocarburos aromáticos en la unidad de alquilación 150 pueden incluir el uso de un catalizador de tipo Friedel-Crafts. El catalizador Friedel-Crafts puede ser material inorgánico ácido. Ejemplos de materiales inorgánicos ácidos incluyen, pero no se limitan a, ácidos minerales tales como ácido sulfúrico que contiene menos de aproximadamente 10 por ciento de agua, ácido fluorídrico que contiene menos de aproximadamente 10 por ciento de agua, fluoruro de hidrógeno anhídrido líquido y/u otros materiales inorgánicos utilizados en combinación con ácido fluorídrico. Otros materiales inorgánicos pueden incluir, pero no se limitan a, ácidos de Lewis tales como cloruro de aluminio anhidro, bromuro de aluminio anhidro y trifluoruro de boro.

En ciertas realizaciones, un catalizador de alquilación puede ser un tamiz molecular tal como ITQ-21 en forma ácida. Corma, *et al.* en "A large-cavity zeolite with wide pore windows and potential as an oil refining catalyst", *Nature*, 2002, 418:514, describe la síntesis y estructuras de catalizadores tamices moleculares.

En ciertas realizaciones, un catalizador utilizado en la unidad de alquilación 150 está basado en un catalizador zeolita que puede o no modificarse con un metal o con un compuesto metálico. El catalizador zeolita puede tener al menos un canal con diámetro de canal libre cristalográfico en el intervalo de más de aproximadamente 4 Å y menos de aproximadamente 9 Å, entendiéndose que cuando los poros tienen una forma elíptica, se debe considerar la dimensión del poro de tamaño mayor. En una realización, las dimensiones de tamaño de poros pueden estar en el intervalo de aproximadamente 5,5 Å a aproximadamente 7 Å. Una descripción más detallada del catalizador se puede encontrar en la Solicitud de Patente de EE.UU., n° de serie 10/075.318 titulada "A Process For Preparing (Branched-Alkyl) Arylsulfonates and (Branched-Alkyl) Arylsulfonate Composition", la patente de EE.UU. 6.111.158 de Marinangeli *et al.* titulada, "Process For Producing Arylalkanes At Alkylation Conditions Using A Zeolite Having a NES Zeolite Structure Type" y la patente de EE.UU. 5.041.402 de Schoennagel *et al.*, titulada, "Thermally Stable Noble Metal-Containing Zeolite Catalyst".

En la unidad de alquilación 150, al menos una porción de las olefinas de la segunda corriente de hidrocarburos y al menos una porción de los hidrocarburos aromáticos puede reaccionar en condiciones de alquilación en presencia de un catalizador de alquilación. Las temperaturas de reacción para la reacción de alquilación pueden encontrarse en el intervalo entre más de aproximadamente 30°C y menos de aproximadamente 300°C. En ciertas realizaciones, las temperaturas de reacción pueden estar en el intervalo de entre más de aproximadamente 100°C y menos de aproximadamente 250°C. La reacción de alquilación se puede llevar a cabo en al menos una fase líquida parcial, en una fase completamente líquida o en condiciones supercríticas. En ciertas realizaciones, las presiones en la unidad de alquilación son suficientes para mantener los reactivos en fase líquida. La presión utilizada en la unidad de alquilación 150 puede depender de la olefina, del hidrocarburo aromático y/o de la temperatura de reacción. Las presiones en la unidad de alquilación 150 pueden estar en el intervalo entre aproximadamente 3 atmósferas y aproximadamente 70 atmósferas (304 kPa-7095 kPa). En ciertas realizaciones, la presión puede estar en el intervalo entre aproximadamente 20 atmósferas y aproximadamente 35 atmósferas (2025-3545 kPa).

ES 2 281 784 T3

Las condiciones de alquilación en la unidad de alquilación 150 pueden mantenerse para minimizar la isomerización del esqueleto de las olefinas ramificadas. Las condiciones de alquilación pueden también mantenerse para producir hidrocarburos alquil-aromáticos con un grupo alquilo que corresponde a la ramificación de las olefinas producidas en la unidad de isomerización 110. “La isomerización del esqueleto durante la alquilación”, tal como se usa en la presente memoria, se refiere a la isomerización durante la alquilación que cambia la ramificación del producto hidrocarburo olefín- o alquil-aromático. De acuerdo con esto, pueden establecerse las condiciones de alquilación de modo tal que un número de átomos de carbono alifáticos cuaternarios en el producto hidrocarbonado olefín- y alquil-aromático puede permanecer sin cambios durante la reacción de alquilación.

Una clase general de compuestos alquilo ramificado-aromáticos producidos en la unidad de alquilación 150 se puede caracterizar con la fórmula química R-Y, en la cual Y representa un radical hidrocarburo aromático (p. ej., un radical fenilo) y R representa un radical derivado de la olefina producida en la unidad de isomerización 110. La olefina puede tener un número de átomos de carbono en el intervalo de 7 a 16. En ciertas realizaciones, el número de átomos de carbono de la olefina puede estar en el intervalo de 10 a 16. El número de carbonos de la olefina, en otras realizaciones puede estar en el intervalo de 10 a 13. R puede ser un radical alquilo ramificado. Las ramificaciones de un radical alquilo ramificado pueden incluir, pero no se limitan a, metilo, etilo y/o cadenas de carbono más largas. El número de ramificaciones promedio por molécula de alquilo presente en la composición alquílica puede ser igual al número de ramificaciones de la olefina producida en la unidad de isomerización 110 (p. ej., entre 0,1 y 2,0).

La corriente de mezcla de reacción de alquilación puede ingresar en el separador 170 a través del quinto conducto 180. En el separador 170 se pueden producir al menos dos corrientes, una corriente de hidrocarburos sin reaccionar y una corriente de hidrocarburos alquil-aromáticos. La separación de al menos una porción de hidrocarburos sin reaccionar de los hidrocarburos alquilo ramificado-aromáticos producidos se puede realizar por métodos conocidos en la técnica (p. ej., destilación, separación sólido/líquido, adsorción, extracción de disolvente, etc.).

En determinadas realizaciones, al menos una porción de una corriente de reacción de alquilación producida en la unidad de alquilación 150 puede pasar por el separador sólido/líquido (p. ej., filtro o centrífuga) para eliminar el catalizador sólido y producir una corriente de alquilación exenta de catalizador. A continuación, al menos una porción de la corriente de alquilación exenta de catalizador puede pasar a través de una o más columnas de destilación para producir una corriente de hidrocarburos alquil-aromáticos, corriente de hidrocarburos aromáticos, parafinas y olefinas sin reaccionar, o sus combinaciones. En determinadas realizaciones, al menos una porción de la corriente de hidrocarburos aromáticos y al menos una porción de la corriente de parafinas y olefinas sin reaccionar se puede producir como una sola corriente y se puede separar aun más en una corriente de hidrocarburos aromáticos y una de parafinas y olefinas sin reaccionar usando técnicas de destilación. Al menos una porción de la corriente de hidrocarburos aromáticos separados puede recircularse a la unidad de alquilación 150 a través del sexto conducto 190. Al menos una porción de las parafinas y de las olefinas sin reaccionar separadas pueden ingresar en la unidad de deshidrogenación 200 a través del séptimo conducto 210. En otras realizaciones, después de la separación de la mezcla de reacción de alquilación, al menos una porción de las parafinas y de las olefinas sin reaccionar se puede transferir a otra unidad de procesamiento y/o a un recipiente de almacenamiento.

En ciertas realizaciones, el número promedio de carbonos de los hidrocarburos de la corriente de parafinas y olefinas sin reaccionar puede estar en el intervalo de 7 a 16. En algunas realizaciones, el número de carbonos promedio de la corriente de parafinas y olefinas sin reaccionar puede estar en el intervalo de 10 a 16. En otras realizaciones, el número promedio de carbonos de los hidrocarburos de la corriente de parafinas y olefinas sin reaccionar puede estar en el intervalo de 10 a 13.

En algunas realizaciones, la corriente de hidrocarburos alquil-aromáticos puede contener productos de mayor peso molecular no deseados. Pasando al menos una porción de la corriente de hidrocarburos alquil-aromáticos a través de una columna de destilación para separar el producto hidrocarburo alquil-aromático de los subproductos más pesados puede purificar adicionalmente la corriente de hidrocarburos alquil-aromáticos. Al menos una porción de la corriente de producto hidrocarburo alquil-aromático purificado se puede transferir a través del octavo conducto 220 para almacenarla en el sitio, venderla, transportarla fuera del sitio y/o utilizarla en otras unidades de procesamiento.

Haciendo referencia nuevamente al Sistema 100 de la Fig.1, al menos una porción de la corriente de parafinas y olefinas sin reaccionar se puede introducir en la unidad de deshidrogenación 200 a través del séptimo conducto 210. Al menos una porción de las parafinas sin reaccionar de la corriente de hidrocarburos se puede deshidrogenar para producir una corriente de hidrocarburos olefínicos usando un catalizador seleccionado de un amplio abanico de tipos de catalizadores. Por ejemplo, el catalizador puede ser a base de un metal o un compuesto metálico depositado en un soporte poroso. El metal o compuesto metálico puede seleccionarse de, pero no se limita a, óxido de cromo, óxido de hierro y metales nobles. “Metales nobles” como se usa en la presente memoria se refiere a metales del grupo que incluye platino, paladio, iridio, rutenio, osmio y rodio.

Técnicas para preparar catalizadores, para realizar la etapa de deshidrogenación y para realizar etapas de separación relacionadas, son conocidas en la técnica. Por ejemplo, procedimientos adecuados para preparar catalizadores y para realizar la etapa de deshidrogenación se describen en la patente de EE.UU. 5.012.021 de Vora *et al.*, titulada “Process For the Production of Alkyl Aromatic Hydrocarbons Using Solid Catalysts”; en la patente de EE.UU. 3.274.287 de Moore *et al.*, titulada “Hydrocarbon Conversion Process and Catalyst”; en la patente de EE.UU. 3.315.007 de Abell *et al.*, titulada “Dehydrogenation of Saturated Hydrocarbons Over Noble-Metal Catalyst”; en la patente de EE.UU.

ES 2 281 784 T3

3.315.008 de Abell *et al.*, titulada "Dehydrogenation of Saturated Hydrocarbons Over Noble-Metal Catalyst"; en la patente de EE.UU. 3.745.112 de Rausch, titulada "Platinum-Tin Uniformly Dispersed Hydrocarbon Conversion Catalyst and Process"; en la patente de EE.UU. 4.506.032 de Imai *et al.*, titulada, "Dehydrogenation Catalyst Composition" y en la patente de EE.UU. 4.430.517 de Imai *et al.*, titulada "Dehydrogenation Process Using a Catalytic Composition".

5 Las condiciones de reacción en la unidad de deshidrogenación 200 se pueden variar para controlar la formación de subproductos no deseados (p. ej., coque, dienos oligómeros, hidrocarburos cíclicos) y para controlar la posición del doble enlace en la olefina. En ciertas realizaciones las temperaturas pueden estar en el intervalo de más de aproximadamente 300°C a menos de aproximadamente 700°C. En otras realizaciones, la temperatura de reacción puede estar en el intervalo de aproximadamente 450°C a aproximadamente 550°C. Durante la reacción de deshidrogenación, la presión en la unidad de deshidrogenación 200 puede estar en el intervalo de más de aproximadamente 1,0 atmósferas (101 kPa) a menos de aproximadamente 15 atmósferas (1520 kPa). En ciertas realizaciones, la presión en la unidad de deshidrogenación 200 puede estar en el intervalo de aproximadamente 1,0 atmósferas (101 kPa) a aproximadamente 5,0 atmósferas (510 kPa). Para evitar la formación de coque, puede alimentarse hidrógeno en la unidad de deshidrogenación 200 junto con la corriente de parafinas y olefinas sin reaccionar. La relación molar entre el hidrógeno y las parafinas puede establecerse entre aproximadamente 0,1 moles de hidrógeno por aproximadamente 20 moles de parafinas. En algunas realizaciones, la proporción molar entre hidrógeno y parafinas es aproximadamente 1 a 10.

20 La cantidad de tiempo (p. ej., tiempo de residencia) que una corriente de proceso permanece en la unidad de deshidrogenación 200 puede determinar, en cierto grado, la cantidad de olefinas que se produce. Por lo general, cuanto más tiempo permanezca la corriente de proceso en la unidad de deshidrogenación 200, aumenta el nivel de conversión de parafinas en olefinas hasta que se alcanza un equilibrio termodinámico entre olefinas y parafinas. El tiempo de residencia de la corriente de parafinas y olefinas sin reaccionar en la unidad de deshidrogenación 200 se puede seleccionar de modo tal que el nivel de conversión de parafinas en olefinas puede mantenerse por debajo del 50 por ciento molar. En ciertas realizaciones, el nivel de conversión de parafinas en olefinas puede mantenerse en el intervalo desde 5 a 30 por ciento molar. Manteniendo bajo el nivel de conversión, se pueden inhibir las reacciones secundarias (p. ej., formación de dienos y reacciones de ciclación).

30 La unidad de deshidrogenación 200 puede recibir al menos una porción de la corriente de parafinas y olefinas sin reaccionar desde la unidad de separación 170 y producir una corriente de hidrocarburos olefínicos. La corriente de hidrocarburos olefínicos puede incluir parafinas. La concentración de olefinas en la corriente de hidrocarburos olefínicos puede ser de entre 5 y 50 por ciento en peso. En ciertas realizaciones la concentración de olefinas puede estar en el intervalo entre 10 y 20 por ciento en peso. Las olefinas producidas en la unidad de deshidrogenación 200 pueden ser principalmente olefinas lineales. El número carbonos promedio de los hidrocarburos de la corriente olefínica puede estar en el intervalo de 7 a 16. El número de carbonos promedio de los hidrocarburos de la corriente olefínica es, en determinadas realizaciones, de 10 a 16. En otras realizaciones, el número de carbonos promedio de los hidrocarburos de la corriente olefínica puede estar en el intervalo de 10 a 13.

40 En ciertas realizaciones, al menos una porción de las parafinas no convertidas se puede separar de la corriente olefínica, y si se desea, las parafinas no convertidas pueden recircularse hasta la unidad de deshidrogenación 200 para experimentar una deshidrogenación adicional. Tal separación se puede realizar por técnicas de extracción, destilación o adsorción.

45 Haciendo referencia nuevamente al sistema 100 descrito en la Fig. 1, la corriente de hidrocarburos olefínicos puede combinarse con la primera corriente de hidrocarburos en el primer conducto 120 a través del noveno conducto 240. La corriente combinada puede ingresar en la unidad de isomerización 110 y al menos una porción de las olefinas presentes en la corriente combinada se puede isomerizar en olefinas ramificadas. En algunas realizaciones, la corriente de hidrocarburos olefínicos puede salir de la unidad de deshidrogenación 200 y puede introducirse directamente en la unidad de isomerización 110 a través de una o más entradas.

50 Las corrientes de producto hidrocarburo alquil-aromático se pueden sulfonar en una unidad de sulfonación para formar sulfonatos alquil-aromáticos. En ciertas realizaciones, los hidrocarburos alquil-aromáticos pueden contener grupos alquilo ramificados. La sulfonación de al menos una porción de los hidrocarburos aromáticos en la corriente de producto hidrocarburo alquil-aromático puede llevarse a cabo por cualquier método de sulfonación conocido en la técnica. Ejemplos de tales métodos incluyen la sulfonación utilizando ácido sulfúrico, ácido clorosulfónico, oleum o trióxido de azufre. En la patente de EE.UU. 3.427.342 de Brooks *et al.*, titulada "Continuous Sulfonation Process" se describen los detalles de un método de sulfonación que implica una mezcla de aire y trióxido de azufre. En una realización, la relación molar entre el trióxido de azufre y el producto alquil-aromático utilizada para la sulfonación es de 1,03.

60 Después de que la reacción de sulfonación se ha completado, la mezcla de reacción de sulfonación se puede dejar envejecer durante aproximadamente treinta minutos y luego hidrolizar con aproximadamente 1% de agua. La mezcla ácida resultante se puede neutralizar con una base para producir una sal del sulfonato de hidrocarburo alquilo ramificado-aromático. Bases de neutralización adecuadas pueden ser hidróxidos de metales alcalinos y metales alcalinotérreos, e hidróxidos de amonio, que aportan el catión M de las sales como se describe en esta memoria.

65 La clase general de sulfonatos de hidrocarburos alquilo ramificado-aromáticos se puede caracterizar con la fórmula química $(R-A'-SO_3)_nM$. R puede representar un radical derivado de olefinas ramificadas, que tiene un número de carbonos promedio en el intervalo de 4 a 16. En una realización, el número de carbonos promedio está en el intervalo

ES 2 281 784 T3

de 7 a 16. En otra realización, el número de carbonos promedio está en el intervalo de 10 a 13. A' puede representar un radical hidrocarbilo aromático divalente, (p. ej., un radical fenilo). M puede ser un catión seleccionado de ion metálico alcalino, ion de metal alcalinotérreo, un ion amonio, y/o sus mezclas y n puede ser un número que depende de la valencia del (de los) catión(cationes) M, de forma tal que la carga eléctrica total del complejo sea cero. En una realización, M puede ser iones de sodio, magnesio o potasio. Los iones magnesio y potasio pueden favorecer la solubilidad en agua y el rendimiento del sulfonato del hidrocarburo alquil-aromático. Ejemplos de iones amonio pueden incluir, pero no se limitan a, monoetanol amina, dietanol amina y trietanol amina. En ciertas realizaciones, el ion amonio puede representarse mediante NH₄⁺. La sal del sulfonato de hidrocarburo alquil-aromático puede almacenarse y/o venderse como una disolución (p. ej., disolución acuosa al 30%), una suspensión (p. ej., suspensión acuosa al 60%) y/o como copos (p. ej., copos secos 90%).

Los sulfonatos alquilo ramificado-aromáticos producidos en los procesos descritos anteriormente se pueden usar en una amplia variedad de aplicaciones. Un ejemplo de aplicación incluye las formulaciones de detergente. Las formulaciones de detergente incluyen, pero no se limitan a, las formulaciones de detergentes en gránulo para el lavado de ropa, las formulaciones de detergentes líquidos para el lavado de ropa, las formulaciones de detergentes líquidos para lavavajillas, y las formulaciones combinadas. Ejemplos de formulaciones combinadas, incluyen, pero no se limitan a, agentes de limpieza general, jabones líquidos, champúes y limpiadores líquidos.

Ejemplos

Ejemplo 1

Isomerización de Olefinas en una Corriente de Hidrocarburos derivada de Fischer-Tropsch

Se hicieron reaccionar monóxido de carbono e hidrógeno en condiciones del proceso de Fischer-Tropsch para dar una mezcla de hidrocarburos de parafinas lineales, olefinas lineales, una cantidad secundaria de dienos y una cantidad secundaria de compuestos oxigenados. La corriente de hidrocarburos de Fischer-Tropsch se separó en diferentes corrientes de hidrocarburos usando técnicas de destilación fraccional. Se obtuvo una corriente de hidrocarburos que contiene olefinas y parafinas con un número de carbonos promedio entre 8 y 10. Se analizó mediante cromatografía gaseosa la composición de la corriente de hidrocarburos C₈-C₁₀ resultante, tabulada en la Tabla 1:

TABLA 1

Composición de la Corriente de Hidrocarburos de Fischer-Tropsch	%peso
Hidrocarburos C ₇ y más ligeros	0,12
Olefinas ramificadas C ₈	0,02
Olefinas lineales C ₈	0,75
1-Octeno	0,69
n-Octano	2,21
Olefinas ramificadas C ₉	0,16
Olefinas lineales C ₉	8,52
1-Noneno	8,07
n-Nonano	20,03
Olefinas ramificadas C ₁₀	0,28
Olefinas lineales C ₁₀	22,92
1-Deceno	20,87
n-Decano	41,12
Hidrocarburos C ₁₁ y más pesados	0,21
Alcoholes C ₉ -C ₁₁	3,56

ES 2 281 784 T3

El catalizador zeolita utilizado para isomerizar olefinas lineales en la corriente de hidrocarburos se preparó de la siguiente manera: Se cargó en una mezcladora-moledora Lancaster amonio-ferrierita (645 gramos) con una pérdida de peso por ignición de 5,4% que presentaba las siguientes propiedades: relación molar entre el sílice y la alúmina: 62:1, superficie específica: 369 metros cuadrados por gramo ($P/Po = 0,03$), contenido de soda de 480 ppm y capacidad de absorción de n-hexano de 7,3 g por 100 g de amonio-ferrierita. Se adicionó a la moledora CATAPAL® D alúmina (91 gramos) que presentaba una pérdida de peso por ignición de 25,7%. Durante un período de molido de cinco minutos, se añadieron 152 mililitros de agua desionizada a la mezcla de alúmina/amonio-ferrierita. Después, una mezcla de 6,8 gramos de ácido acético glacial, 7,0 gramos de ácido cítrico y 152 mililitros de agua desionizada se añadió lentamente a la mezcla alúmina/amonio-ferrierita de la moledora para peptizar la alúmina. La mezcla alúmina/amonio-ferrierita/ácido resultante se molió durante 10 minutos. Durante 15 minutos, una mezcla de 0,20 gramos de nitrato de paladio tetraamina en 153 gramos de agua desionizada se añadió lentamente a la mezcla de alúmina/amonio-ferrierita/ácido molida. La mezcla resultante mostró una relación entre zeolita y alúmina de 90:10 y una pérdida de peso por ignición de 43,5%. Se dio forma a la mezcla de zeolita/alúmina mediante su extrusión a través de una placa de tinción de acero inoxidable (orificios de 1,6 mm (1/16")) de un extrusor Bonnot de 5,72 cm (2,25 pulgadas).

El extrudido zeolita/alúmina húmedo se secó a 125°C durante 16 horas. Después del secado el extrudido zeolita/alúmina se fraccionó manualmente. El extrudido zeolita/alúmina se calcinó en aire circulante a 200°C durante dos horas. Se elevó la temperatura hasta una temperatura máxima de 500°C y el extrudido zeolita/alúmina se calcinó durante otras dos horas para dar un catalizador de isomerización. El catalizador de isomerización se dejó enfriar en un desecador en atmósfera de nitrógeno.

Se utilizó como reactor de isomerización, un tubo de acero inoxidable, diámetro externo (DE) 2,5 cm (1 pulgada), diámetro interno (DI) 1,5 cm (0,6 pulgadas), y longitud 66 cm (26 pulgadas). Desde el extremo superior del tubo reactor de acero inoxidable se extienden 51 cm (20 pulgadas) de un pozo termométrico. Para cargar el tubo reactor, el tubo reactor se invirtió y se transfirió hacia abajo por la pared del tubo reactor, un trozo de lana de vidrio, por encima del pozo termométrico, y se colocó en el fondo del tubo reactor a modo de tapón del tubo reactor. Se añade al tubo reactor carburo de silicio (malla 20) hasta una profundidad de aproximadamente 15 cm (6 pulgadas). Se coloca un segundo trozo de lana de vidrio sobre el carburo de silicio. Se añade al tubo reactor, en dos partes, una mezcla de 6,0 gramos de partículas de catalizador de isomerización (malla 6-20) y 45 gramos de carburo de silicio nuevo (malla 60-80). La adición en dos partes, distribuyó el catalizador de isomerización de forma homogénea en el tubo reactor, y dio como resultado un lecho de catalizador de isomerización de aproximadamente 25 cm (10 pulgadas) de longitud. Se añadió un tercer trozo de lana de vidrio en el extremo superior del catalizador del tubo reactor. Se colocó carburo de silicio (malla 20) en capas sobre el tercer trozo de lana de vidrio. Se colocó un cuarto trozo de lana de vidrio sobre carburo de silicio a modo de tapón para el fondo del tubo reactor. Se insertó un termopar multipunto en el pozo termométrico del tubo reactor para monitorizar la temperatura de la reacción en diversos puntos del tubo reactor. Se monitorizaron los valores de temperatura por encima, por debajo y en tres sitios distintos del lecho de catalizador. El tubo reactor se invirtió y se instaló en el horno. Se calentó el tubo reactor hasta alcanzar una temperatura de operación de 280°C durante un período de cuatro horas en nitrógeno circulante. Una vez alcanzada la temperatura de 280°C, se mantuvo la temperatura de operación en el tubo reactor durante otras dos para acondicionar el catalizador de isomerización.

Después de acondicionar el catalizador de isomerización, se bombeó la corriente de hidrocarburos a través del tubo reactor con un caudal de 60 g/hr. Se hizo circular nitrógeno sobre el catalizador de isomerización simultáneamente con la corriente de hidrocarburos a un caudal de 6 L/hr. Se vaporizó la corriente de hidrocarburos antes de ponerla en contacto con el catalizador de isomerización. El tubo reactor se hizo funcionar a una presión de salida de 20 kPa por encima de la presión atmosférica.

En la Tabla 2, se presenta el porcentaje en peso de las olefinas ramificadas C_8-C_{10} , de las olefinas lineales C_8-C_{10} y de las parafinas C_8-C_{10} en la corriente de hidrocarburos, a las 0 horas, y el efluente del tubo reactor después de 24 y 48 de isomerización. Más del 90% de las olefinas lineales de la corriente de hidrocarburos se convirtieron en olefinas ramificadas en el reactor de isomerización. Durante la etapa de isomerización, se genera una pequeña cantidad de material, cuyo punto de ebullición es menor al de C_8 , debido a las reacciones secundarias de craqueo. Además, una porción de los alcoholes C_9-C_{11} presentes en la alimentación se deshidrata para dar olefinas adicionales en el producto. Mediante técnicas de 1H RMN se determinó que el número promedio de ramificaciones alquilo en las olefinas C_8-C_{10} del producto es de 1,0.

ES 2 281 784 T3

TABLA 2

Composición de la corriente de hidrocarburos de Fischer-Tropsch durante la reacción de isomerización	0 hrs %peso	24 hrs %peso	48 hrs %peso
Olefinas ramificadas C ₈ -C ₁₀	0,46	33,04	33,16
Olefinas lineales C ₈ -C ₁₀	32,19	2,52	2,54
Parafinas C ₈ -C ₁₀	63,19	63,32	63,27
Proporción entre olefinas ramificadas C ₈ - ₁₀ y olefinas lineales C ₈ - ₁₀	0,1	13,1	13,1

Ejemplo 2

Isomerización de 1-Dodeceno

El 1-dodeceno se obtuvo en Shell Chemical Co. En la Tabla 3 se presenta la composición de 1-dodeceno que fue determinada por cromatografía gaseosa.

TABLA 3

<u>Composición de 1-Dodeceno</u>	<u>%peso</u>
1-Dodeceno	98,0
Otras olefinas C ₁₀ -C ₁₄	1,2
Hidrocarburos <C ₁₀	0,2
Hidrocarburos >C ₁₄	0,2
Parafinas	0,4
Total de hidrocarburos C ₁₀ -C ₁₄	99,6

Se isomerizó 1-dodeceno utilizando el mismo diseño de tubo reactor y la misma preparación de catalizador de isomerización que se describió en el Ejemplo 1. Se bombea una corriente de 1-dodeceno a través de un tubo reactor a un caudal de 90 g/hr. Se hace circular nitrógeno, sobre el catalizador de isomerización, a una velocidad de circulación de 6 L/hr, simultáneamente con la corriente de 1-dodeceno. Se vaporizó una corriente de 1-dodeceno antes de poner la misma en contacto con el catalizador de isomerización. El tubo reactor se hizo funcionar a una presión de salida de 20 kPa por encima de la presión atmosférica y a una temperatura de 290°C.

En la Tabla 4 se presentan los porcentajes en peso de los hidrocarburos con un número de carbonos menor que C₁₀, de entre C₁₀-C₁₄ y mayor que C₁₄ en 1-dodeceno a las 0 horas, y en el efuente del tubo reactor después de 168 y 849 horas. Las olefinas lineales C₁₀-C₁₄ se convirtieron con un rendimiento del 94% en olefinas C₁₀-C₁₄ ramificadas después de un período de procesamiento de 168 horas. Durante la etapa de isomerización, se generó menos de 3% en peso del material con punto de ebullición menor que C₁₀ a partir de reacciones de craqueo secundarias. Mediante técnicas de ¹H RMN se determinó que el número promedio de ramificaciones alquilo en las olefinas C₁₀-C₁₄ del producto es de 1,3.

ES 2 281 784 T3

TABLA 4

Composición de la corriente de 1-Dodeceno durante la reacción de isomerización	0 hrs %peso	168 hrs %peso	849 hrs %peso
Hidrocarburos <C ₁₀	0,2	2,5	2,4
Hidrocarburos C ₁₀ -C ₁₄	99,6	97,2	97,4
Hidrocarburos >C ₁₄	0,2	0,3	0,2
Olefinas ramificadas C ₁₀ -C ₁₄	0,6	93,2	93,4
Olefinas lineales C ₁₀ -C ₁₄	99,0	2,8	2,9
Parafinas	1,0	2,0	1,9

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir hidrocarburos alquil-aromáticos, que comprende:

5 introducir una primera corriente de hidrocarburos que comprende olefinas y parafinas en una unidad de isomerización, donde la unidad de isomerización se configura para isomerizar al menos una porción de las olefinas lineales de la primera corriente de hidrocarburos a olefinas ramificadas, y donde la que al menos una porción de los componentes sin reaccionar de la primera corriente de hidrocarburos y al menos una porción de las olefinas ramificadas producidas
10 forman una segunda corriente de hidrocarburos;

introducir al menos una porción de la segunda corriente de hidrocarburos e hidrocarburos aromáticos en una unidad de alquilación, donde la unidad de alquilación se configura para alquilar al menos una porción de los hidrocarburos aromáticos con al menos una porción de las olefinas de la segunda corriente de hidrocarburos para producir hidrocarburos alquil-aromáticos, donde al menos una porción de los hidrocarburos alquil-aromáticos producidos comprende
15 un grupo alquilo ramificado, y donde al menos una porción de los componentes sin reaccionar de la segunda corriente de hidrocarburos, al menos una porción de los hidrocarburos aromáticos, y al menos una porción de los hidrocarburos alquil-aromáticos producidos forman una corriente de reacción de alquilación;

20 separar los hidrocarburos alquil-aromáticos de la corriente de reacción de alquilación para producir una corriente de hidrocarburos sin reaccionar y una corriente de hidrocarburos alquil-aromáticos, comprendiendo la corriente de hidrocarburos sin reaccionar al menos una porción de los componentes sin reaccionar de la segunda corriente de hidrocarburos e hidrocarburos aromáticos;

25 separar al menos una porción de las parafinas y al menos una porción de las olefinas de la corriente de hidrocarburos sin reaccionar para producir una corriente de hidrocarburos aromáticos y una corriente de parafinas y olefinas sin reaccionar; e

introducir al menos una porción de la corriente de parafinas y olefinas sin reaccionar en la unidad de deshidrogenación, donde la unidad está configurada para deshidrogenar al menos una porción de las parafinas de la corriente de parafinas y de olefinas sin reaccionar para producir olefinas, y donde al menos una porción de las olefinas producidas sale de la unidad de deshidrogenación para formar una corriente de hidrocarburos olefínicos; e

introducir al menos una porción de la corriente de hidrocarburos olefínicos en la unidad de isomerización.

35 2. El método de la reivindicación 1, en el que la primera corriente de hidrocarburos se produce a partir de un proceso de oligomerización de olefinas o a partir de un proceso de Fischer-Tropsch.

40 3. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que la primera corriente de hidrocarburos comprende olefinas y parafinas que tienen un número de carbonos de 10 a 13 o un número de carbonos de 10 a 16.

4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la unidad de isomerización se hace funcionar a una temperatura de reacción entre aproximadamente 200°C y aproximadamente 500°C.

45 5. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la unidad de isomerización se hace funcionar a una presión de reacción entre aproximadamente 0,1 atmósferas y aproximadamente 10 atmósferas.

6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que al menos una porción de las olefinas ramificadas comprende ramificaciones metilo y etilo.

50 7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que una porción de las olefinas ramificadas comprende por un número promedio de ramificaciones por moléculas de olefina totales de al menos 0,7, de entre aproximadamente 0,7 y aproximadamente 1,5, de entre aproximadamente 0,7 y aproximadamente 2,0, de entre aproximadamente 1,0 y aproximadamente 1,5, o menor que 2,5.

55 8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que los grupos ramificados de las olefinas ramificadas son más de aproximadamente el 50 por ciento de los grupos metilo, menos de aproximadamente el 10 por ciento de los grupos etilo, o menos de aproximadamente el 5% de otros grupos que no son metilo ni etilo.

60 9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que las olefinas ramificadas tienen menos de aproximadamente 0,5 por ciento de átomos de carbono alifáticos cuaternarios o menos de 0,3 por ciento de átomos de carbonos alifáticos cuaternarios.

65 10. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la unidad de alquilación se configura para producir más de aproximadamente 50 por ciento o más de aproximadamente 85 por ciento de hidrocarburos aromáticos monoalquilados.

ES 2 281 784 T3

11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la relación molar entre hidrocarburos aromáticos y olefinas ramificadas está entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 2,0 en la unidad de alquilación.
- 5 12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la unidad de alquilación se hace funcionar a una temperatura de reacción entre aproximadamente 30°C y aproximadamente 300°C.
13. El método una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que los hidrocarburos aromáticos comprenden benceno.
- 10 14. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que los hidrocarburos aromáticos comprenden alquilbencenos.
- 15 15. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que además comprende ajustar la proporción entre olefinas y parafinas introducidas en la unidad de isomerización añadiendo al menos una porción de una corriente de hidrocarburos parafínicos a la unidad de isomerización; o combinando una corriente de hidrocarburos parafínicos con al menos una porción de la primera corriente de hidrocarburos aguas arriba de la unidad de isomerización para formar una corriente combinada e introducir la corriente combinada en la unidad de isomerización.
- 20 16. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que además comprende ajustar la proporción entre olefinas y parafinas introducidas en la unidad de alquilación añadiendo al menos una porción de una tercera corriente de hidrocarburos en la unidad de alquilación; o añadiendo al menos una porción de la tercera corriente de hidrocarburos en la unidad de alquilación, donde la tercera corriente de hidrocarburos comprende más de aproximadamente 90 por ciento en peso de parafinas.
- 25 17. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que además comprende:
- ajustar la proporción entre olefinas y parafinas introducidas en la unidad de alquilación combinando al menos una porción de una tercera corriente de hidrocarburos con al menos una porción de la segunda corriente de hidrocarburos aguas arriba de la unidad de alquilación para formar una corriente combinada, combinando al menos una porción de una tercera corriente de hidrocarburos con al menos una porción de una segunda corriente de hidrocarburos aguas arriba de la unidad de alquilación para formar una corriente combinada, en la que la tercera corriente hidrocarbonada comprende más de aproximadamente 80, más de aproximadamente 90 o entre 85 y 95 por ciento de parafinas en peso; combinado al menos una porción de una tercera corriente de hidrocarburos con al menos una porción de la segunda corriente de hidrocarburos aguas arriba de la unidad de alquilación para formar una corriente combinada, donde la tercera corriente de hidrocarburos comprende parafinas y olefinas que tienen un número de carbonos de 10 a 16; combinando al menos una porción de la tercera corriente de hidrocarburos con al menos una porción de la segunda corriente de hidrocarburos aguas arriba de la unidad de alquilación para formar una corriente combinada, en la que la tercera corriente de hidrocarburos comprende olefinas lineales; combinando al menos una porción de una tercera corriente de hidrocarburos con al menos una porción de la segunda corriente de hidrocarburos aguas arriba de la unidad de alquilación para formar una corriente combinada, en la que al menos una porción de la segunda corriente de hidrocarburos comprende olefinas ramificadas; combinando al menos una porción de una tercera corriente de hidrocarburos con al menos una porción de la segunda corriente de hidrocarburos aguas arriba de la unidad de alquilación para formar una corriente combinada, en la que al menos una porción de la tercera corriente de hidrocarburos comprende olefinas lineales y al menos una porción de la segunda corriente de hidrocarburos comprende olefinas ramificadas; e
- 30 35 40 45 introducir la corriente combinada en la unidad de alquilación.
18. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que además comprende:
- 50 ajustar la proporción entre olefinas y parafinas introducidas en la unidad de isomerización combinando al menos una porción de una corriente de hidrocarburos parafínica con al menos una porción de la primera corriente de hidrocarburos aguas arriba de la unidad de isomerización para formar una corriente combinada;
- 55 introducir la corriente combinada en la unidad de isomerización;
- ajustar la proporción entre olefinas y parafinas introducidas en la unidad de alquilación combinando al menos una porción de una tercera corriente de hidrocarburos con al menos una porción de la segunda corriente de hidrocarburos aguas arriba de la unidad de alquilación para formar una corriente combinada; e
- 60 introducir la corriente combinada en la unidad de alquilación.
19. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, en el que la unidad de deshidrogenación se hace funcionar a una temperatura entre aproximadamente 300°C y aproximadamente 700°C.
- 65 20. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, en el que la unidad de deshidrogenación se hace funcionar a una presión entre aproximadamente 1,0 atmósfera y aproximadamente 15 atmósferas.

ES 2 281 784 T3

21. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, en el que el tiempo de residencia de al menos una porción de la corriente de hidrocarburos sin reaccionar en la unidad de deshidrogenación es tal que el nivel de conversión de las parafinas de la corriente de hidrocarburos sin reaccionar en olefinas es menor que aproximadamente 50 por ciento molar.

5

22. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, en el que introducir la corriente de hidrocarburos olefínicos en la unidad de isomerización comprende combinar al menos una porción de la corriente de hidrocarburos olefínicos con al menos una porción de de la primera corriente de hidrocarburos para producir una corriente combinada aguas arriba de la unidad de isomerización, e introducir al menos una porción de la corriente combinada en la unidad de isomerización.

10

23. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22, que además comprende separar las parafinas no convertidas de la corriente olefínica e introducir al menos una porción de las parafinas no convertidas separadas de la corriente olefínica en la unidad de deshidrogenación.

15

24. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23, que además comprende introducir al menos una porción de la corriente de hidrocarburos alquil-aromáticos en una unidad de sulfonación, donde la unidad de sulfonación está configurada para sulfonar al menos una porción de los hidrocarburos alquil-aromáticos de la corriente de hidrocarburos alquil-aromáticos para producir sulfonatos alquil-aromáticos, donde al menos una porción de los sulfonatos alquil-aromáticos producidos comprende sulfonatos alquil-aromáticos.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

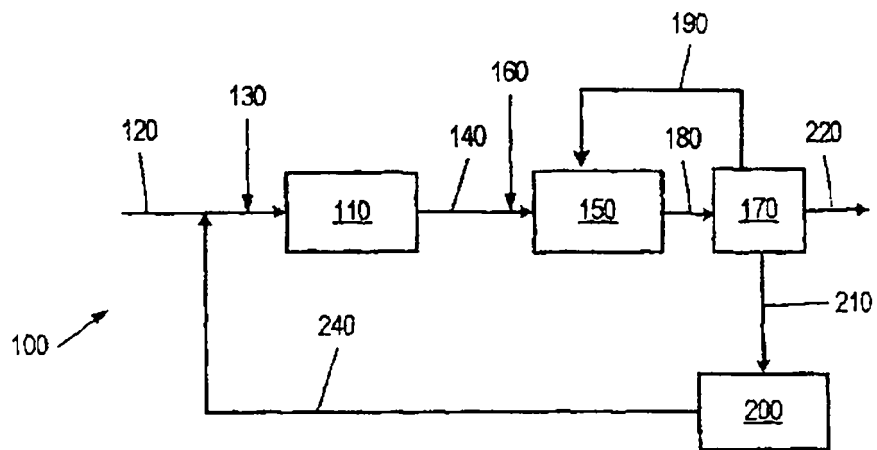


FIG. 1