

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 752 458**

51 Int. Cl.:

C10G 47/00 (2006.01)

C10G 49/22 (2006.01)

C10G 65/10 (2006.01)

C10G 65/12 (2006.01)

C10G 67/02 (2006.01)

C10G 47/26 (2006.01)

C10G 1/08 (2006.01)

B01J 8/18 (2006.01)

B01J 19/24 (2006.01)

C10G 67/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.01.2014 PCT/US2014/011022**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.07.2014 WO14113285**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.01.2014 E 14740475 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 2946000**

54 Título: **Conversión de breas asfálticas dentro de un proceso de hidrocraqueo de residuos de lecho en ebullición**

30 Prioridad:
17.01.2013 US 201313743936

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.04.2020

73 Titular/es:
**LUMMUS TECHNOLOGY LLC (100.0%)
1515 Broad Street
Bloomfield, New Jersey 07003-3096, US**

72 Inventor/es:
**MUKHERJEE, UJJAL K.;
BALDASSARI, MARIO C. y
GREENE, MARVIN I.**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 752 458 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

Conversión de brea asfáltica dentro de un proceso de hidrocrackeo de residuos de lecho en ebullición

Campo de la descripción

5 Formas de realización descritas en el presente documento se refieren en general a procesos para revalorizar materias primas de petróleo, tales como brea asfáltica.

Antecedentes

10 Pueden usarse procesos de hidrocrackeo para revalorizar materiales de alto punto de ebullición, tales como residuos, típicamente presentes en petróleo crudo pesado, mediante la conversión de los mismos en materiales de menor punto de ebullición más valiosos. Por ejemplo, al menos una porción de la alimentación de la corriente de residuo a un reactor de hidrocrackeo puede convertirse en un producto de reacción de hidrocrackeo. La corriente de residuo sin reaccionar puede recuperarse del proceso de hidrocrackeo y, o bien retirarse o reciclarse de vuelta al reactor de hidrocrackeo con el fin de aumentar la conversión del residuo global.

15 La conversión del residuo en un reactor de hidrocrackeo puede depender de una diversidad de factores, incluyendo la composición de la materia prima; el tipo de reactor usado; la intensidad de la reacción, incluyendo las condiciones de temperatura y presión; velocidad espacial en el reactor; y el tipo y rendimiento del catalizador. En particular, la intensidad de la reacción puede usarse para aumentar la conversión. Sin embargo, a medida que aumenta la intensidad de la reacción, pueden producirse reacciones secundarias en el interior del reactor de hidrocrackeo produciendo diversos subproductos en forma de precursores de coque, sedimentos, otros depósitos, así como subproductos, tales como brea asfáltica.

20 Un tipo de reactor de craqueo usado en diversos procesos incluye un reactor de hidrocrackeo de lecho en ebullición. La adición de una etapa intermedia o de pre-desasfaltado a un proceso de lecho en ebullición puede potenciar el rendimiento del proceso de lecho en ebullición, tal como mediante una mayor conversión y producción de aceites residuales con alta estabilidad. Sin embargo, inevitablemente, hay un volumen de brea que es necesario desechar. La brea, si se va a convertir en fuelóleo, requiere un volumen muy alto de una materia prima de corte más ligera, tal como
25 aceite de ciclo ligero de una unidad de FCC. La brea puede alimentarse de forma alternativa a una Unidad de Coquización Retardada, pero la brea no es una materia prima muy deseable. La brea también podría convertirse en asfalto, pero la demanda puede ser estacional y la calidad de la brea puede no cumplir las especificaciones locales. La brea podría gasificarse, pero los costos son generalmente prohibitivos. Por lo tanto, la brea es un subproducto no deseado.

30 El documento US 2011/210045 A1 describe sistemas y métodos para el hidroprocesado de materias primas de aceite pesado. Se emplean una pluralidad de zonas de contacto y al menos una zona de separación para convertir al menos una porción de la materia prima de aceite pesado en hidrocarburos de menor punto de ebullición, formando productos revalorizados. Las zonas de contacto operan bajo condiciones de hidrocrackeo, empleando al menos un catalizador en suspensión. En una forma de realización, al menos una porción de las fracciones no volátiles recuperadas de al
35 menos una de las zonas de separación es reciclada de vuelta a al menos una zona de contacto (“modo reciclado”). Puede emplearse una unidad de desasfaltado con disolvente antes de una primera zona de contacto o como una unidad intermedia localizada después de una de las zonas de separación intermedias, para producir un aceite desasfaltado dejando atrás al mismo tiempo una corriente de residuo que está más concentrada en moléculas pesadas y heteroátomos.

40 El documento US 2009/008290 A1 describe sistemas y métodos para el hidroprocesado de materias primas de aceite pesado, empleando el sistema una pluralidad de zonas de contacto y zonas de separación y una unidad de desasfaltado con disolvente entre etapas. Las zonas de contacto operan bajo condiciones de hidrocrackeo, empleando un catalizador en suspensión para revalorizar la materia prima de aceite pesado, formando productos revalorizados de hidrocarburos de menor punto de ebullición. Al menos una porción de las fracciones no volátiles recuperadas de al
45 menos una de las zonas de separación es enviada a una unidad de desasfaltado con disolvente entre etapas, para separar materia prima de aceite pesado no convertida en aceite desasfaltado y asfaltenos. La corriente de aceite desasfaltado es enviada a una de las zonas de contacto para una revalorización adicional.

Compendio de las formas de realización reivindicadas

50 En un aspecto, formas de realización descritas en el presente documento se refiere a un proceso para revalorizar brea. El proceso incluye: hidrocrackear una materia prima de aceite pesado en un sistema de reacción de hidrocrackeo que comprende una o más etapas de reacción de hidrocrackeo que comprende un reactor de hidrocrackeo de lecho en ebullición; recuperar una corriente efluente y una corriente de catalizador agotado o parcialmente agotado del reactor de hidrocrackeo de lecho en ebullición; fraccionar la corriente efluente para producir dos o más fracciones de hidrocarburos; desasfaltar con disolvente al menos una de las dos o más fracciones de hidrocarburos para producir
55 una fracción de aceite desasfaltado y una brea; alimentar la brea, hidrógeno, y la corriente de catalizador agotado o parcialmente agotado a un reactor de hidrocrackeo de brea; poner en contacto la brea, el hidrógeno y la corriente de catalizador agotado o parcialmente agotado en un reactor de hidrocrackeo de brea en condiciones de reacción de

temperatura y presión suficientes para convertir al menos una porción de la brea en hidrocarburos destilados; y separar los hidrocarburos destilados del catalizador.

Formas de realización del proceso se definen en las reivindicaciones dependientes.

5 En otro aspecto, formas de realización descritas en el presente documento se refieren a un sistema para revalorizar hidrocarburos de la corriente de residuo. El sistema incluye: un sistema reactor de conversión de hidrocarburos de la corriente de residuo para poner en contacto hidrocarburos de la corriente de residuo, hidrógeno, y un catalizador de hidrocrackeo para convertir al menos una porción de hidrocarburos de la corriente de residuo en hidrocarburos del intervalo de destilados; un sistema de separación para fraccionar los hidrocarburos del intervalo de destilados en dos o más fracciones de hidrocarburos que incluye una fracción de cola de la torre de vacío; un sistema de separación para recuperar al menos parte del catalizador agotado del sistema de reactor de conversión de hidrocarburos de la corriente de residuo; una unidad de desasfaltado con disolvente para desasfaltar con disolvente la fracción de cola de la torre de vacío para producir una fracción de aceite desasfaltado y una fracción de brea; y un sistema de reactor de hidrocrackeo de brea para poner en contacto la brea, hidrógeno, un catalizador agotado recuperado del sistema de reactor de hidrocarburos de la corriente de residuo en condiciones de reacción de temperatura y presión suficientes para convertir al menos una porción de la brea en hidrocarburos destilados.

Otros aspectos y ventajas serán evidentes a partir de la siguiente descripción y de las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

Las Figuras 1 y 2 son diagramas de flujos de proceso simplificados de procesos para revalorizar materias primas de hidrocarburos que no forman parte de la materia objeto reivindicada; y

20 La Figura 3 es un diagrama de flujos de proceso simplificado de un proceso para revalorizar materias primas de hidrocarburos de acuerdo con formas de realización descritas en el presente documento.

Descripción detallada

25 En un aspecto, formas de realización en el presente documento se refieren generalmente a procesos de hidroconversión, incluyendo procesos para el hidrocrackeo de la corriente de residuo y otras fracciones de hidrocarburos pesados. Más específicamente, formas de realización descritas en el presente documento se refieren a procesos para revalorizar brea asfáltica mediante hidrocrackeo en un reactor de hidrocrackeo de lecho en ebullición usando un catalizador agotado o parcialmente agotado recuperado de un sistema de reactor de hidrocrackeo.

30 Tal como se usa en el presente documento, "hidrocarburos de la corriente de residuo", "aceites pesados", u otros términos que hacen referencia a hidrocarburos de la corriente de residuo de destilación de petróleo, se refiere a fracciones de hidrocarburos que tienen puntos de ebullición o un intervalo de ebullición por encima de aproximadamente 340°C, pero incluso también el procesado de petróleo crudo pesado completo. Materias primas de hidrocarburos de la corriente de residuo que pueden usarse con procesos descritos en el presente documento pueden incluir diversas corrientes de refinería y otras corrientes de hidrocarburos tales como colas de la destilación de petróleo atmosférica o a vacío, aceites desasfaltados, asfalto de desasfaltado, residuos de destilación de cola de la torre atmosférica o la torre de vacío hidrocrackeados, gasóleo de vacío de destilación directa, gasóleo de vacío hidrocrackeado, aceites en suspensión de craqueo catalítico fluido (FCC), gasóleo de vacío de un proceso de hidrocrackeo de lecho en ebullición, petróleos de esquistos bituminosos, aceites derivados del carbón, arenas bituminosas, aceites de resinas, aceites negros, así como otras corrientes de hidrocarburos similares, o una combinación de estas, cada una de las cuales puede ser una corriente de destilación directa, derivada del proceso, hidrocrackeada, parcialmente desulfurada y/o parcialmente desmetalizada. En algunas formas de realización, fracciones de hidrocarburos de la corriente de residuo pueden incluir hidrocarburos que tienen un punto de ebullición normal de al menos 480°C, al menos 524°C, o al menos 565°C.

45 Los hidrocarburos de la corriente de residuo descritos antes se hidrocrackean en un sistema de reacción de hidrocrackeo que puede tener una o más etapas de reacción que incluyen uno o más reactores de hidrocrackeo que comprenden un reactor de hidrocrackeo de lecho en ebullición. Por ejemplo, un sistema de reacción de hidrocrackeo puede incluir una única etapa de reacción que tiene un único reactor de hidrocrackeo, tal como un reactor de hidrocrackeo de lecho en ebullición o un reactor de hidrocrackeo de lecho fluidizado. Como otro ejemplo, un sistema de reacción de hidrocrackeo puede incluir dos etapas de reacción, incluyendo cada etapa uno o más reactores de hidrocrackeo. Las etapas de reacción de hidrocrackeo primera y segunda pueden usarse para llevar a cabo secuencialmente una o más de eliminación de metales, desnitrógenación, desulfuración, hidrogenación, reducción del Residuo de Carbono Conradson, y/u otras reacciones de hidroconversión además del hidrocrackeo para convertir de otro modo el residuo en productos útiles. La reactividad por las diversas reacciones indicadas puede proporcionarse por un único catalizador de hidrocrackeo o varios catalizadores de hidrocrackeo. En algunas formas de realización que tienen dos o más etapas de reacción, cada etapa de reacción incluye un reactor de hidrocrackeo de lecho en ebullición.

Después del hidrocrackeo, el efluente del reactor(es) de hidrocrackeo es fraccionado para recuperar una o más fracciones de hidrocarburos, tales como una fracción de nafta ligera, una fracción de nafta pesada, una fracción de

queroseno, una fracción de diésel, una fracción de gasóleo ligero obtenida a vacío, fracción de gasóleo pesado, y una fracción del residuo de vacío, entre otras posibles fracciones. Las más pesadas de estas fracciones, tales como la fracción del residuo de vacío, pueden procesarse a través de una unidad de desasfaltado con disolvente (SDA) para producir una fracción de aceite desasfaltado y una fracción de brea.

5 La brea se define en el presente documento como una corriente de residuo de vacío recuperada de la alimentación de procesos de hidrocrqueo térmico, térmico-catalítico o catalítico alimentada con materiales hidrocarbonados de alto punto de ebullición tales como residuo de vacío o atmosférico de petróleo, petróleos de esquistos bituminosos, aceites derivados del carbón, arenas bituminosas, aceites de resinas, aceites negros, petróleos crudos de base biológica, así como otras corrientes hidrocarbonadas similares, o una combinación de estas, cada una de las cuales
10 pueden ser una corriente de destilación directa.

La brea, hidrógeno y el catalizador parcialmente agotado recuperados de los reactores de hidrocrqueo se alimentan a un reactor de hidrocrqueo de brea, tal como un reactor de hidrocrqueo de brea de lecho en ebullición, para revalorizar la brea a hidrocarburos más valiosos. El sistema de reacción de hidrocrqueo de hidrocarburos de la corriente de residuo, tal como uno que incluya reactor(es) de hidrocrqueo de lecho en ebullición, puede generar una
15 cantidad de catalizador agotado o parcialmente agotado. Este “catalizador agotado” aunque contiene níquel y vanadio eliminados durante el craqueo en los reactores de hidrocrqueo de lecho en ebullición, pueden poseer aún actividad sustancial de hidrocrqueo residual, aunque el nivel de actividad pueda no ser adecuado o deseable para el uso continuado en el reactor(es) de hidrocrqueo de lecho en ebullición. El catalizador agotado normalmente es enviado a un recuperador de metales para recuperar parte de los metales contenidos en el catalizador. Sin embargo, formas
20 de realización en el presente documento utilizan la actividad residual para convertir la brea en hidrocarburos del intervalo de destilado. El catalizador totalmente agotado recuperado del reactor de hidrocrqueo de brea puede enviarse entonces a un recuperador de metales para la recuperación de los metales contenidos en el catalizador.

Como se ha descrito antes, procesos en el presente documento pueden utilizar catalizador “agotado” y “parcialmente agotado”. Tal como se usa en el presente documento, catalizador parcialmente agotado puede referirse, por ejemplo,
25 a catalizador purgado de una unidad de lecho en ebullición que es alimentada con catalizador fresco. Catalizador agotado puede referirse, por ejemplo, a catalizador recuperado de una unidad de lecho en ebullición que es alimentada con catalizador parcialmente agotado, y que esencialmente no tiene actividad. Un catalizador agotado intermedio puede referirse, por ejemplo, a catalizador recuperado de una unidad de lecho en ebullición que es alimentada con una mezcla de catalizador agotado y parcialmente agotado; el término catalizador “parcialmente agotado” pretende
30 incluir catalizadores “agotados intermedios” en el presente documento. El nivel de la actividad neta del catalizador fresco, catalizador parcialmente agotado, o catalizador agotado intermedio puede influir en la intensidad de la reacción requerida en los reactores de hidrocrqueo necesaria para conseguir las conversiones deseadas, donde tales condiciones de operación se mantendrán en, o por debajo del, punto de formación de sedimentos crítica.

El efluente de hidrocarburos del reactor de hidrocrqueo de brea puede fraccionarse en dos o más fracciones de hidrocarburos, incluyendo una fracción de cola de la torre de vacío (es decir, brea sin reaccionar). La fracción de cola de la torre de vacío puede reciclarse para procesarse adicionalmente en el reactor de hidrocrqueo de brea. En algunas formas de realización, el reciclado de la fracción de cola de la torre de vacío puede dar lugar al craqueo de la brea a altas tasas de conversión, y posiblemente a extinción, dando lugar a un esquema de proceso de hidrocrqueo de la corriente de residuo integrado general que produce poca o nula cantidad de brea como producto no deseado o
40 de bajo valor.

Haciendo referencia ahora a la Figura 1, se ilustra un diagrama de flujos simplificado de un proceso para revalorizar brea que no forma parte de la materia objeto reivindicada. Puede mezclarse brea 10, tal como una fracción de brea recuperada de una unidad de DAO (aceite desasfaltado), con una fracción 12 de hidrocarburo, tal como un aceite en suspensión, un aceite decantado, o aceite de ciclo procedente de una unidad FCC. La adición de la fracción 12 de hidrocarburo puede ser beneficiosa, pero no es esencial. La mezcla 14 de alimentación resultante puede calentarse, tal como mediante un intercambiador de calor indirecto en el calentador 16. La mezcla 17 de alimentación calentada puede mezclarse con una corriente 18 rica en hidrógeno calentada (tal como una corriente resultante de calentar una corriente 20 de alimentación rica en hidrógeno mediante un calentador 22) para formar una corriente 24 de alimentación mixta.
45

La corriente 24 de alimentación mixta puede alimentarse entonces a una unidad de hidrocrqueo de brea que incluye uno o más reactores 26 de hidrocrqueo de brea de lecho en ebullición, donde se pone en contacto con un catalizador 28 de hidrocrqueo parcialmente agotado bajo condiciones de reacción suficientes para convertir al menos una porción de la brea en hidrocarburos destilados. Las condiciones de reacción en el reactor de hidrocrqueo de brea de lecho en ebullición pueden incluir: (a) una presión parcial de hidrógeno mayor de aproximadamente 5 MPa (50 bar) en algunas formas de realización, o mayor de aproximadamente 7 MPa (70 bar) en otras formas de realización; (b) una temperatura mayor de aproximadamente 350°C en algunas formas de realización, y mayor de aproximadamente 380°C en otras formas de realización; y (c) una velocidad espacial horaria del líquido (LHSV) mayor de aproximadamente 0,05 h⁻¹ en algunas formas de realización, y mayor de aproximadamente 0,1 h⁻¹ en otras formas de realización. En algunas formas de realización la presión parcial de hidrógeno puede estar en el intervalo de aproximadamente 7 MPa (70 bar) a aproximadamente 17 MPa (170 bar), la temperatura puede estar en el intervalo de aproximadamente 380°C a aproximadamente 450°C, y la LHSV puede estar en el intervalo de aproximadamente
60

- 0,1 h⁻¹ a aproximadamente 1,0 h⁻¹. Temperaturas en el reactor de hidrocrackeo de brea con lecho en ebullición pueden seleccionarse para conseguir conversiones de brea en, o inferiores al nivel el que de otro modo la formación de sedimentos se haría excesiva y por tanto evitaría la continuidad de operaciones, que pueden variar dependiendo de la composición de la alimentación de brea. Niveles de conversión de la corriente de residuo objetivo en la unidad de hidrocrackeo de brea pueden ser al menos 10% en peso, tal como en el intervalo de aproximadamente 20% en peso a aproximadamente 95% en peso, dependiendo de la materia prima que se procese. En algunas formas de realización, conversiones de la corriente de residuo objetivo en la unidad de hidrocrackeo de brea pueden estar en el intervalo de aproximadamente 30% en peso, 40% en peso, o 50% en peso a aproximadamente 70% en peso, 75% en peso, o 80% en peso.
- 5 En el interior del reactor 26 de lecho en ebullición, el catalizador se vuelve a mezclar y se mantiene en movimiento aleatorio por la recirculación de producto líquido. Esto se lleva a cabo separando primero el aceite recirculado de los productos gaseosos. El aceite se recircula entonces por medio de una bomba externa o una bomba que tiene un impulsor montado en el cabezal inferior del reactor. La alimentación 28 de catalizador agotado puede añadirse a la parte superior del reactor 26 de hidrocrackeo de brea de lecho en ebullición, y el catalizador de hidrocrackeo totalmente agotado puede retirarse del fondo del reactor 26 a través de la línea de flujo 30. El catalizador de hidrocrackeo totalmente agotado puede enviarse entonces a un recuperador de metales para recuperar metales contenidos en los catalizadores agotados o se desecha de otro modo.
- 10 Pueden recuperarse efluentes líquido y vapor del reactor 26 de hidrocrackeo de lecho en ebullición a través de la línea 32 de flujo e inactivarse con un disolvente aromático 34 y/o una corriente 36 gaseosa que contiene hidrógeno y separarse en separador(es) 38 de alta presión y alta temperatura (HP/HT) y unidad 40 de lavado para separar todos los sólidos arrastrados de los vapores. El disolvente aromático 34 puede incluir cualquier disolvente aromático, tal como aceite en suspensión de un proceso de Craqueo Catalítico en lecho Fluido (FCC) o un residuo de vacío con alto contenido en azufre, entre otros.
- 20 El vapor 42 separado del separador(es) 38 HP/HT y la unidad 40 de lavado pueden dirigirse entonces a través de un sistema de enfriamiento, purificación y compresión de gas reciclado (no mostrado). Por ejemplo, el vapor 42 del separador puede procesarse junto con un efluente vapor recuperado de la unidad de hidrocrackeo de hidrocarburos de la corriente de residuo del que se deriva la alimentación de catalizador agotado.
- 25 Los líquidos 44 separados recuperados del separador(es) 38 de alta presión y alta temperatura (HP/HT) y la unidad 40 de lavado, junto con todos los sólidos arrastrados, pueden alimentarse entonces a un sistema 46 de fraccionamiento para separar hidrocarburos 48 del intervalo de destilado de brea 50 sin reaccionar. Por ejemplo, los líquidos 44 separados pueden evaporarse súbitamente y dirigirse a un sistema de destilación atmosférica (no mostrado) junto con otros productos destilados recuperados de la sección de enfriamiento y purificación de gas (no mostrada). Las colas de la torre de destilación atmosférica, tales como hidrocarburos que tienen un punto de ebullición inicial de al menos aproximadamente 340°C, tal como un punto de ebullición inicial en el intervalo de aproximadamente 340°C a aproximadamente 427°C, pueden procesarse a continuación adicionalmente a través de un sistema de destilación a vacío (no mostrado) para recuperar destilados de vacío. Uno o más productos destilados 48 pueden recuperarse del sistema 46 de fraccionamiento. El producto 50 de cola de la torre de vacío, tal como hidrocarburos que tienen un punto de ebullición inicial de al menos aproximadamente 480°C, tal como un punto de ebullición inicial en el intervalo de aproximadamente 480°C a aproximadamente 565°C, pueden filtrarse o separarse a continuación para recuperar sólidos del catalizador agotado del líquido, y el líquido puede dirigirse de nuevo al reactor 26 de hidrocrackeo de brea de lecho en ebullición para continuar el procesado. Puede purgarse del bucle de recirculación una pequeña corriente 109 separada de la corriente 50 de brea reciclada para mantener el equilibrio de material y la continuidad del flujo.
- 30 Para facilitar la alimentación de catalizador a través de la línea 28 de flujo al reactor 26 de hidrocrackeo de brea de lecho en ebullición, el catalizador agotado puede suspenderse con un aceite 52 de hidrocarburo, tal como un aceite en suspensión u otros hidrocarburos, incluyendo aquellos producidos por los sistemas de hidrocrackeo o hidrocrackeo de brea. En algunas formas de realización, el catalizador agotado y/o la alimentación de brea enfriada y solidificada y/o brea reciclada pueden también alimentarse a un molino (no mostrado) y molerse antes de la suspensión y/o alimentación al reactor 26 de hidrocrackeo de brea de lecho en ebullición. En tal forma de realización, el catalizador puede alimentarse a la cola del reactor de hidrocrackeo de brea de lecho en ebullición.
- 45 Haciendo referencia ahora a la Figura 2, se ilustra un diagrama de flujos simplificado de un proceso para revalorizar brea que no forma parte de la materia objeto reivindicada, donde números similares representan partes similares. Un catalizador 54 de hidrocrackeo, tal como un catalizador de hidrocrackeo parcialmente agotado recuperado de un sistema de hidrocrackeo de hidrocarburos de la corriente de residuo que incluye uno o más reactores de hidrocrackeo de lecho en ebullición, puede alimentarse a una tolva 56 para su almacenamiento temporal. El catalizador agotado puede alimentarse entonces a través de la línea 58 de flujo a un molino 60 de catalizador. El catalizador agotado molido (triturado) puede combinarse entonces con una fracción 12 de hidrocarburo y brea 10, tal como una fracción de brea recuperada de una unidad SDA. La adición de la fracción 12 de hidrocarburo, tal como un aceite en suspensión, aceite decantado, o aceite de ciclo de una unidad FCC, puede ser beneficiosa, pero no esencial. La mezcla 14 de alimentación resultante puede calentarse, tal como por intercambio de calor indirecto en un calentador 16. La mezcla 17 de alimentación calentada puede mezclarse con una corriente 18 rica en hidrógeno calentada (tal como una corriente resultante de calentar una corriente 20 de alimentación rica en hidrógeno mediante el calentador
- 50
- 55
- 60

22) para formar una corriente 24 de alimentación mixta.

La corriente 24 de alimentación mixta puede alimentarse entonces a una unidad de hidrocrqueo de brea que incluye uno o más reactores 62 de hidrocrqueo de brea, donde la brea y el hidrógeno se ponen en contacto con el catalizador de hidrocrqueo parcialmente agotado molido bajo condiciones de reacción suficientes para convertir al menos una porción de la brea en hidrocarburo de destilado. Las condiciones de reacción en el reactor 62 de hidrocrqueo de brea pueden incluir: (a) una presión parcial de hidrógeno mayor de aproximadamente 5 MPa (50 bar) en algunas formas de realización, o mayor de aproximadamente 7 MPa (70 bar) en otras formas de realización; (b) una temperatura mayor de aproximadamente 350°C en algunas formas de realización, y mayor de aproximadamente 380°C en otras formas de realización; y (c) una velocidad espacial horaria del líquido (LHSV) mayor de aproximadamente 0,05 h⁻¹ en algunas formas de realización, y mayor de aproximadamente 0,1 h⁻¹ en otras formas de realización. En algunas formas de realización la presión parcial de hidrógeno puede estar en el intervalo de aproximadamente 7 MPa (70 bar) a aproximadamente 17 MPa (170 bar), la temperatura puede estar en el intervalo de aproximadamente 380°C a aproximadamente 450°C, y la LHSV puede estar en el intervalo de aproximadamente 0,1 h⁻¹ a aproximadamente 1,0 h⁻¹. Temperaturas en el reactor de hidrocrqueo de brea pueden seleccionarse para conseguir conversiones de brea de, o por debajo del nivel en el que la formación de sedimentos sería excesiva de otro modo y por tanto evitaría la continuidad de las operaciones, lo que puede variar dependiendo de la composición de la alimentación de brea. La conversión de la corriente de residuo objetivo en la unidad de hidrocrqueo de brea puede ser al menos 10% en peso, tal como en el intervalo de aproximadamente 20% en peso a aproximadamente 95% en peso, dependiendo de la materia prima de alimentación que se esté procesando. En algunas formas de realización, conversiones de la corriente de residuo objetivo en la unidad de hidrocrqueo de brea pueden estar en el intervalo de aproximadamente 30% en peso a aproximadamente 75% en peso.

El reactor 62 de hidrocrqueo de brea puede ser un reactor de flujo ascendente de único paso, donde el catalizador se recupera con el producto hidrocrqueado o puede ser un reactor de lecho en ebullición donde el catalizador se mezcla de nuevo y se mantiene en movimiento aleatorio mediante la recirculación del producto líquido. Los efluentes líquido y vapor del reactor 62 de hidrocrqueo de brea pueden recuperarse a través de la línea 32 de flujo e inactivarse con un disolvente 34 aromático y/o una corriente 36 gaseosa que contiene hidrógeno y separarse en separador(es) 38 de alta presión y alta temperatura (HP/HT) y una unidad 40 de lavado para separar todos los sólidos arrastrados de los vapores. El disolvente 34 aromático puede incluir cualquier disolvente aromático, tal como aceite en suspensión de un proceso de Craqueo Catalítico en lecho Fluido (FCC) o un residuo de vacío con alto contenido en azufre, entre otros.

El vapor 42 separado del separador(es) 38 HP/HT y la unidad 40 de lavado pueden dirigirse entonces a través de un sistema de enfriamiento, purificación y compresión de gas reciclado (no mostrado). Por ejemplo, el vapor 42 del separador puede procesarse junto con un efluente vapor recuperado de la unidad de hidrocrqueo de hidrocarburos de la corriente de residuo del que se deriva la alimentación de catalizador agotado.

Los líquidos 44 separados recuperados del separador(es) 38 de alta presión y alta temperatura (HP/HT) y la unidad 40 de lavado, junto con todos los sólidos de catalizador agotado, pueden alimentarse entonces a un sistema 46 de fraccionamiento para separar hidrocarburos 48 del intervalo de destilado de la brea 50 sin reaccionar. Por ejemplo, los líquidos 44 separados pueden evaporarse súbitamente y dirigirse a un sistema de destilación atmosférica (no mostrado) junto con otros productos destilados recuperados de la sección de enfriamiento y purificación de gas (no mostrada). Las fracciones de cola de la torre de destilación atmosférica, tales como hidrocarburos que tienen un punto de ebullición inicial de al menos aproximadamente 340°C, tal como un punto de ebullición inicial en el intervalo de aproximadamente 340°C a aproximadamente 427°C, pueden procesarse a continuación adicionalmente a través de un sistema de destilación a vacío (no mostrado) para recuperar destilados de vacío. Uno o más productos destilados 48 pueden recuperarse del sistema 46 de fraccionamiento. El producto 50 de cola de la torre de vacío, tal como hidrocarburos que tienen un punto de ebullición inicial de al menos aproximadamente 480°C, tal como un punto de ebullición inicial en el intervalo de aproximadamente 480°C a aproximadamente 565°C, pueden separarse a continuación mediante una centrífuga 64 y un filtro 65, u otros medios de separación de sólidos/líquidos, para recuperar sólidos 66 de catalizador agotado de la brea 68 sin reaccionar. Al menos parte de la brea 68 sin reaccionar puede dirigirse a continuación de vuelta al reactor 62 de hidrocrqueo de brea junto con brea 10 fresca para el procesado continuo. Los sólidos 66 de catalizador agotado pueden alimentarse a la tolva 70 para almacenamiento temporal y a través de la línea 72 de flujo para la recuperación o desechado de metales.

En algunas formas de realización, la brea 68 sin reaccionar reciclada, la brea 10 de alimentación, o ambas, pueden enfriarse y solidificarse a través de la unidad 80 de refrigeración. La brea 82 enfriada y solidificada puede alimentarse entonces junto con la alimentación de catalizador agotado a la tolva 56 y/o molino 60. Después de la molienda, la mezcla molida puede suspenderse con un hidrocarburo 12 líquido, calentarse y alimentarse en forma de suspensión de catalizador-aceite a la cola del reactor 62 de hidrocrqueo de brea.

Haciendo referencia ahora a la Figura 3, se ilustra un proceso integrado global para revalorizar hidrocarburos de la corriente de residuo con muy poca o nula producción de subproductos de brea de acuerdo con formas de realización en el presente documento, donde números similares representan partes similares. La fracción 84 de hidrocarburos de la corriente de residuo e hidrógeno 86 pueden alimentarse a una unidad de hidrocrqueo de hidrocarburos de la corriente de residuo que incluye un reactor 86 de lecho en ebullición en una primera etapa y un reactor 89 de

5 hidro craqueo de lecho en ebullición en una segunda etapa. El producto 90 hidro craqueado del reactor 88 de hidro craqueo de la primera etapa puede alimentarse a un reactor 89 de hidro craqueo de la segunda etapa. En los reactores 88, 89 de lecho en ebullición, los hidrocarburos y el hidrógeno se ponen en contacto con catalizadores 91, 92 de hidro conversión, que pueden ser iguales o distintos, para hacer reaccionar al menos una porción de la brea con hidrógeno para formar hidrocarburos más ligeros, es decir, hidro craqueo, y desmetalizar los hidrocarburos de la corriente de residuo, eliminar el Residuo de Carbono Conradson, o convertir de otro modo los hidrocarburos de la corriente de residuo en productos útiles.

10 Conversiones objetivo en las etapas 88, 89 del reactor de lecho en ebullición pueden estar en el intervalo de aproximadamente 40% en peso a aproximadamente 75% en peso, dependiendo de la materia prima que se esté procesando. En cualquier caso, las conversiones objetivo se mantendrán por debajo del nivel en el que la formación de sedimentos se vuelve excesiva y de este modo evita la continuidad de las operaciones. Además de convertir los hidrocarburos de la corriente de residuo en hidrocarburos más ligeros, la eliminación de azufre puede estar en el intervalo de aproximadamente 40% en peso a aproximadamente 80% en peso, la eliminación de metales puede estar en el intervalo de aproximadamente 60% en peso a 85% en peso y la eliminación del Residuo de Carbono Conradson (CCR) puede estar en el intervalo de aproximadamente 30% en peso a aproximadamente 65% en peso.

20 Después de la conversión en las etapas 88, 89 del reactor de lecho en ebullición, los hidrocarburos parcialmente convertidos pueden recuperarse a través de la línea 93 de flujo como un efluente mixto de vapor/líquido y alimentarse a un sistema 94 de fraccionamiento para recuperar una o más fracciones de hidrocarburos. Como se ilustra, el sistema 94 de fraccionamiento puede usarse para recuperar un gas 95 de purga, una fracción 96 de nafta ligera, una fracción 97 de nafta pesada, una fracción 98 de queroseno, una fracción 99 de diésel, una fracción 100 de gasóleo ligero obtenida a vacío, una fracción 101 de gasóleo pesado, y una fracción 102 del residuo de vacío.

25 La fracción 102 del residuo de vacío puede alimentarse a una unidad 104 SDA, donde se pone en contacto con un disolvente 106 para producir una fracción 108 de aceite desasfaltado y la fracción 10 de brea de alimentación. El disolvente usado en la unidad 104 SDA puede incluir un disolvente aromático, una mezcla de gasóleos, una nafta ligera, una parafina ligera que contiene 3 a 7 átomos de carbono, o una combinación de dos o más de estos disolventes. En algunas formas de realización, el disolvente incluye hidrocarburos derivados de una o más de las fracciones 95, 96, 97, 98, 99, 100 o 101. La fracción 10 de brea de alimentación puede procesarse entonces como se ha descrito antes con respecto a la Figura 1 o la Figura 2. Puede purgarse del bucle una pequeña corriente 111 separada de la corriente 50 de brea reciclada para mantener el equilibrio de material y la continuidad del flujo.

30 Catalizadores útiles en la primera etapa 88 de hidro craqueo y la segunda etapa de hidro craqueo pueden incluir uno o más elementos seleccionados de los Grupos 4-12 de la Tabla Periódica de los Elementos. En algunas formas de realización, los catalizadores pueden comprender, consistir en, o consistir esencialmente en uno o más de níquel, cobalto, tungsteno, molibdeno y combinaciones de los mismos. Tal como se suministra por el fabricante o como resultado de un proceso de regeneración, los catalizadores pueden estar en la forma de óxidos metálicos, por ejemplo. Si fuera necesario o deseado, los óxidos metálicos pueden convertirse en sulfuros metálicos antes de o durante su uso. En algunas formas de realización, los catalizadores de hidro craqueo pueden estar presulfurados y/o preacondicionados antes de la introducción al reactor.

40 El catalizador parcialmente agotado puede recuperarse de la primera etapa 88 de hidro craqueo y la segunda etapa 89 de hidro craqueo a través de las líneas 110, 112, de flujo, respectivamente. En algunas formas de realización, puede alimentarse al reactor 26 de hidro craqueo de brea catalizador parcialmente agotado solo de la primera etapa 88 de hidro craqueo. En otras formas de realización, puede alimentarse al reactor 26 de hidro craqueo de brea catalizador parcialmente agotado solo de la segunda etapa 89 de hidro craqueo. En otras formas de realización, puede alimentarse al sistema de hidro craqueo de brea una mezcla de catalizador parcialmente agotado procedente de la primera y la segunda etapas 88, 89 de hidro craqueo.

45 En algunas formas de realización, los catalizadores frescos alimentados a la etapa 88 son diferentes de los alimentados a la etapa 89 para aprovechar los mayores contenidos de metales y contenidos de CCR de la alimentación de la corriente de residuo. Las diferencias en estos catalizadores pueden incluir diferencias en la distribución del volumen de poros y el tamaño de partículas, diferencias en la superficie específica y diferencias en la carga en metales. Las características de la corriente 84 de alimentación de la corriente de residuo y la intensidad de la reacción en la etapa 88 puede afectar a la selección de propiedades de la corriente 91 de catalizador fresco frente a las de la corriente 92 de catalizador fresco así como al grado de qué cantidades de corrientes 110 y 112 de catalizador parcialmente agotado, respectivamente, son alimentadas al reactor 26 de hidro craqueo de brea.

55 Como se ilustra en la Figura 3, el sistema de hidro craqueo de hidrocarburos de la corriente de residuo (etapas 88, 89 de reactor) y el sistema 26 de hidro craqueo de brea incluyen unidades de procesamiento de efluentes separadas. Esto puede ser ventajoso cuando el sistema de hidro craqueo de brea pueda ser ocasionalmente apagado, tal como para mantenimiento o durante períodos en los que el sistema de hidro craqueo de hidrocarburos de la corriente de residuo está procesando alimentaciones que no producen cantidades significativas de brea, así como para la integración de un sistema de hidro craqueo de brea en un sistema de hidro craqueo de hidrocarburos de la corriente de residuo existente.

Formas de realización en el presente documento también contemplan procesar los efluentes 32, 93 del reactor, las porciones líquidas de los mismos, o las porciones de vapor de los mismos, en un sistema de fraccionamiento común y/o un sistema de enfriamiento, purificación y compresión de gas reciclado. El procesado común puede reducir el coste de la unidad inicial (número reducido de piezas) y simplificar las operaciones (número reducido de variables/etapas de proceso).

Los sistemas de hidrocrqueo integrados descritos en el presente documento, tales como los ilustrados en la Figura 3, utilizan una alimentación de catalizador fresca a los reactores de hidrocrqueo de hidrocarburos de la corriente de residuo y una alimentación de catalizador parcialmente agotado y/o intermedio a los reactores de hidrocrqueo de brea. Para facilitar las operaciones de proceso, pueden relacionarse las velocidades de alimentación de catalizador a cada unidad. Por ejemplo, cuando aumente la alimentación de catalizador fresco a las etapas 88 y/o 89 de reactor, aumenta necesariamente la velocidad de retirada de catalizador agotado. La velocidad de alimentación de catalizador parcialmente agotado o intermedio a los reactores de hidrocrqueo de brea puede ser aumentada de este modo en una velocidad similar para así evitar la acumulación de catalizador agotado.

Como ha indicado antes, puede ser deseable apagar la unidad de hidrocrqueo de brea por diversas razones. Cuando está operativa, la unidad de hidrocrqueo de brea proporciona un aumento gradual de la conversión de hidrocarburos de la corriente de residuo a productos en el intervalo de destilados. El aumento de la conversión puede conseguirse con poco o nulos requerimientos de aumentos de catalizador fresco. Por ejemplo, formas de realización en el presente documento pueden alcanzar un aumento gradual de 5% a 40% en la conversión de los hidrocarburos de la corriente de residuo, cuando la alimentación de catalizador de hidrocrqueo de hidrocarburos de la corriente de residuo fresco a las etapas 88, 89 del reactor aumenta gradualmente en un 0% a un 35%. En otras palabras, el aumento gradual en la alimentación de catalizador de hidrocrqueo fresco es equivalente a menos de aproximadamente 35% de la relación de catalizador cuando la unidad de hidrocrqueo de brea no se utiliza.

Los sistemas de hidrocrqueo integrados descritos en el presente documento, tales como el ilustrado por la Figura 3, pueden proporcionar una conversión de residuo total, basada en la alimentación de aceite de hidrocarburo, de al menos 90% en peso en algunas formas de realización; al menos 95% en peso en otras formas de realización; y al menos 98% en peso aún en otras formas de realización.

Como se ha descrito antes, formas de realización descritas en el presente documento pueden proporcionar un proceso integrado para revalorizar hidrocarburos de la corriente de residuo. Ventajosamente, formas de realización en el presente documento pueden reducir de forma significativa o eliminar la producción de brea procedente de procesos de revalorización, reduciendo de este modo la dependencia de unidades externas o crear un producto de bajo valor o valor negativo, o la necesidad de encontrar una salida para la brea de bajo valor. Adicionalmente, formas de realización en el presente documento proporcionan un aumento en la conversión de hidrocarburos de la corriente de residuo con pocos o nulos requerimientos de catalizador fresco adicional. Por ejemplo, los límites de conversión de la corriente de residuo pueden extenderse desde típicamente conversiones alcanzadas de 55% a 75%, hasta 98% en peso. Formas de realización en el presente documento también usan de forma ventajosa la actividad residual en catalizadores parcialmente agotados, y pueden usar condiciones de hidrocrqueo a alta temperatura, puesto que las altas relaciones de formación de coque correspondientes en las partículas de catalizador son aceptables en la unidad de hidrocrqueo de brea puesto que las partículas de catalizador totalmente agotado que contienen coque y metales serán enviadas a recuperación de metales en lugar de a un posterior procesado del catalizador.

Formas de realización en el presente documento también pueden dar lugar ventajosamente a una técnica de procesamiento global que requiere un volumen de reactor reducido para alcanzar una conversión dada. Formas de realización en el presente documento también pueden reducir los costes de inversión en la unidad integrando el hidrocrqueo de hidrocarburos de la corriente de residuo y el hidrocrqueo de brea en un bucle común de enfriamiento, purificación y compresión de gas.

Aunque la descripción incluye un número limitado de formas de realización, los expertos en la técnica, que tienen el beneficio de esta descripción, apreciarán que pueden idearse otras formas de realización que no se apartan del ámbito de la presente descripción. Adicionalmente, aunque se ilustran varios esquemas de proceso con diversas etapas de proceso, las formas de realización contempladas en el presente documento pueden utilizar etapas de proceso, tales como molienda de catalizador o separaciones de catalizador arrastrado, entre otras, aunque no ilustradas y/o descritas de forma explícita. Por consiguiente, el ámbito estará limitado únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para revalorizar brea, comprendiendo el proceso:
- 5 hidrocraquear una materia prima (84) de aceite pesado en un sistema (88, 89) de reacción de hidrocraqueo que comprende una o más etapas (88, 89) de reacción de hidrocraqueo que comprenden un reactor (88, 89) de hidrocraqueo de lecho en ebullición;
- recuperar una corriente (93) efluente y una corriente (28) de catalizador agotado o parcialmente agotado del reactor (88, 89) de hidrocraqueo de lecho en ebullición;
- fraccionar la corriente (93) efluente para producir dos o más fracciones (95-102) de hidrocarburos;
- 10 desasfaltar con disolvente al menos una (102) de las dos o más fracciones (95-102) de hidrocarburos para producir una fracción (108) de aceite desasfaltado y una brea (10);
- alimentar la brea (10), hidrógeno (18), y la corriente (28) de catalizador agotado o parcialmente agotado a un reactor (26) de hidrocraqueo de brea;
- 15 poner en contacto la brea (10), hidrógeno (18), y la corriente (28) de catalizador agotado o parcialmente agotado en el reactor (26) de hidrocraqueo de brea en condiciones de reacción de temperatura y presión suficientes para convertir al menos una porción de la brea (10) en hidrocarburos destilados; y
- separar los hidrocarburos destilados del catalizador.
2. El proceso de la reivindicación 1, donde la corriente (28) de catalizador agotado o parcialmente agotado se recupera de una primera etapa (88) de reacción de hidrocraqueo.
3. El proceso de la reivindicación 1, donde la corriente (28) de catalizador agotado o parcialmente agotado se recupera de una segunda etapa (89) de reacción de hidrocraqueo
- 20 4. El proceso de la reivindicación 1, donde la corriente (28) de catalizador agotado o parcialmente agotado es una mezcla de catalizadores agotados o parcialmente agotados recuperados de ambas una primera etapa (88) de reacción de hidrocraqueo y una segunda etapa (89) de reacción de hidrocraqueo.
5. El proceso de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente suspender la corriente (28) de catalizador para formar una suspensión de catalizador alimentada al reactor (26) de hidrocraqueo de brea, donde el reactor (26) de hidrocraqueo de brea es un reactor de hidrocraqueo de lecho en ebullición.
- 25 6. El proceso de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente moler el catalizador (28) agotado o parcialmente agotado recuperado del reactor (88, 89) de hidrocraqueo de lecho en ebullición.
7. El proceso de la reivindicación 6, que comprende adicionalmente suspender el catalizador molido para formar una suspensión de catalizador alimentada al reactor (26) de hidrocraqueo de brea, donde el reactor (26) de hidrocraqueo de brea es un reactor de hidrocraqueo de lecho en ebullición.
- 30 8. El proceso de la reivindicación 1, donde al menos un 10% de la brea (10) se convierte en hidrocarburos destilados.
9. El proceso de la reivindicación 1, donde de aproximadamente 50% a aproximadamente 75% de la brea (10) se convierte en hidrocarburos destilados.
- 35 10. El proceso de la reivindicación 1, donde el reactor (26) de hidrocraqueo de brea es un reactor de hidrocraqueo de lecho en ebullición operado a una presión mayor de aproximadamente 5 MPa (50 bar), una temperatura mayor de aproximadamente 350°C, y una velocidad espacial horaria del líquido mayor de aproximadamente 0,05 h⁻¹.
11. El proceso de la reivindicación 1, que comprende además:
- 40 fraccionar los hidrocarburos destilados en una torre de destilación a vacío para producir una o más fracciones (48) de hidrocarburos y una fracción (50) de cola de la torre de destilación a vacío;
- reciclar la fracción (50) de cola de la torre de destilación a vacío al reactor (26) de hidrocraqueo de brea, donde el reactor (26) de hidrocraqueo de brea es un reactor de hidrocraqueo de lecho en ebullición.
12. El proceso de la reivindicación 11, que comprende además mezclar la fracción de cola de destilación de la torre de vacío con un diluyente hidrocarburo que comprende al menos uno de un aceite de ciclo FCC, un aceite en suspensión, y un disolvente rico en aromáticos.
- 45 13. El proceso de la reivindicación 11, que comprende además:
- enfriar y solidificar la fracción (50) de cola de la torre de destilación a vacío;

moler las colas de destilación (58) de la torre de vacío solidificadas y el catalizador (54) agotado o parcialmente agotado para formar una mezcla molida;

suspender la mezcla molida en un hidrocarburo líquido para formar una suspensión (14); y

5 alimentar la suspensión (14) al reactor (26) de hidrocrackeo de brea de lecho en ebullición como al menos una porción de la brea (10) y el catalizador (28) alimentada al reactor (26) de hidrocrackeo de brea de lecho en ebullición.

14. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-13, donde:

10 el catalizador recuperado de un reactor de hidrocrackeo es un catalizador (28) parcialmente agotado recuperado de un reactor de hidrocrackeo y el reactor (26) de hidrocrackeo de brea es un reactor (26) de hidrocrackeo de brea de lecho en ebullición.

15 El proceso de la reivindicación 14 cuando depende de la reivindicación 1, donde la materia prima (84) de aceite pesado comprende uno o más de: corriente de residuo de petróleo atmosférico virgen; corriente de residuo de petróleo de vacío virgen; aceites desasfaltados procedentes de una unidad de desasfaltado con disolvente; arenas bituminosas; corriente de residuo de petróleo derivado de esquistos bituminosos; líquidos pesados derivados del carbón; alquitranes subproducto de la gasificación de carbón; y aceites negros.

16. Un sistema para revalorizar hidrocarburos de la corriente de residuo, comprendiendo el sistema:

20 un sistema (88, 89) de reactor de conversión de hidrocarburos de la corriente de residuo para poner en contacto hidrocarburos (84) de la corriente de residuo, hidrógeno (86), y un catalizador (91, 92) de hidrocrackeo para convertir al menos una porción de los hidrocarburos (84) de la corriente de residuo en hidrocarburos (93) del intervalo destilado;

un sistema (94) de separación para fraccionar los hidrocarburos (93) del intervalo de destilado en dos o más fracciones (95-102) de hidrocarburos que incluyen una fracción (102) de cola de la torre de vacío;

25 un sistema de separación para recuperar al menos parte del catalizador (28) agotado del sistema (88, 89) de reactor de conversión de hidrocarburos de la corriente de residuo;

una unidad (104) de desasfaltado con disolvente para desasfaltar con disolvente la fracción (102) de cola de la torre de vacío para producir una fracción (108) de aceite desasfaltado y una fracción (10) de brea;

30 un sistema (26) de reactor de hidrocrackeo de brea para poner en contacto la brea (10), hidrógeno (18) y catalizador (28) agotado recuperado del sistema (88, 89) de reactor de conversión de hidrocarburos de la corriente de residuo en condiciones de reacción de temperatura y presión suficientes para convertir al menos una porción de la brea (10) en hidrocarburos (32) destilados.

Figura 1

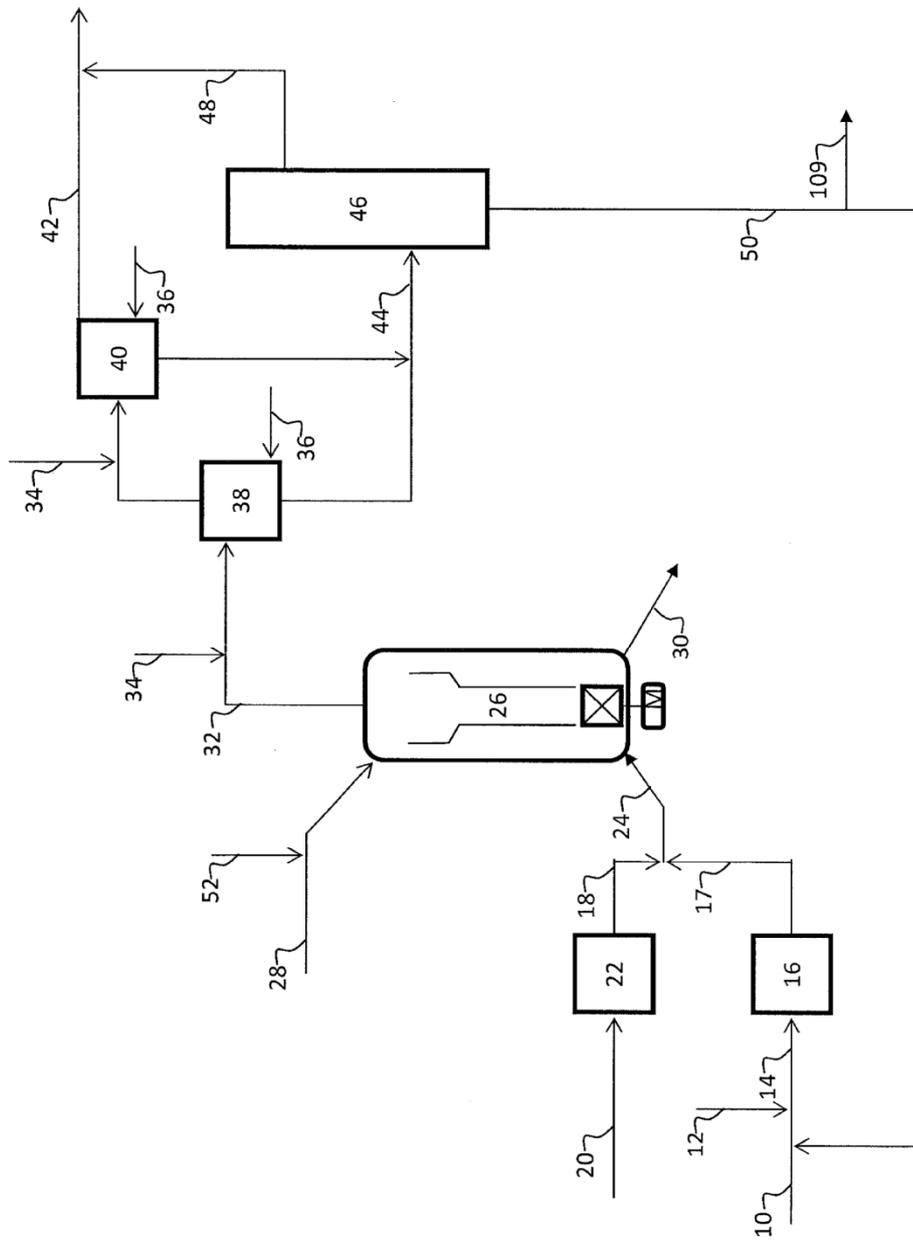


Figura 2

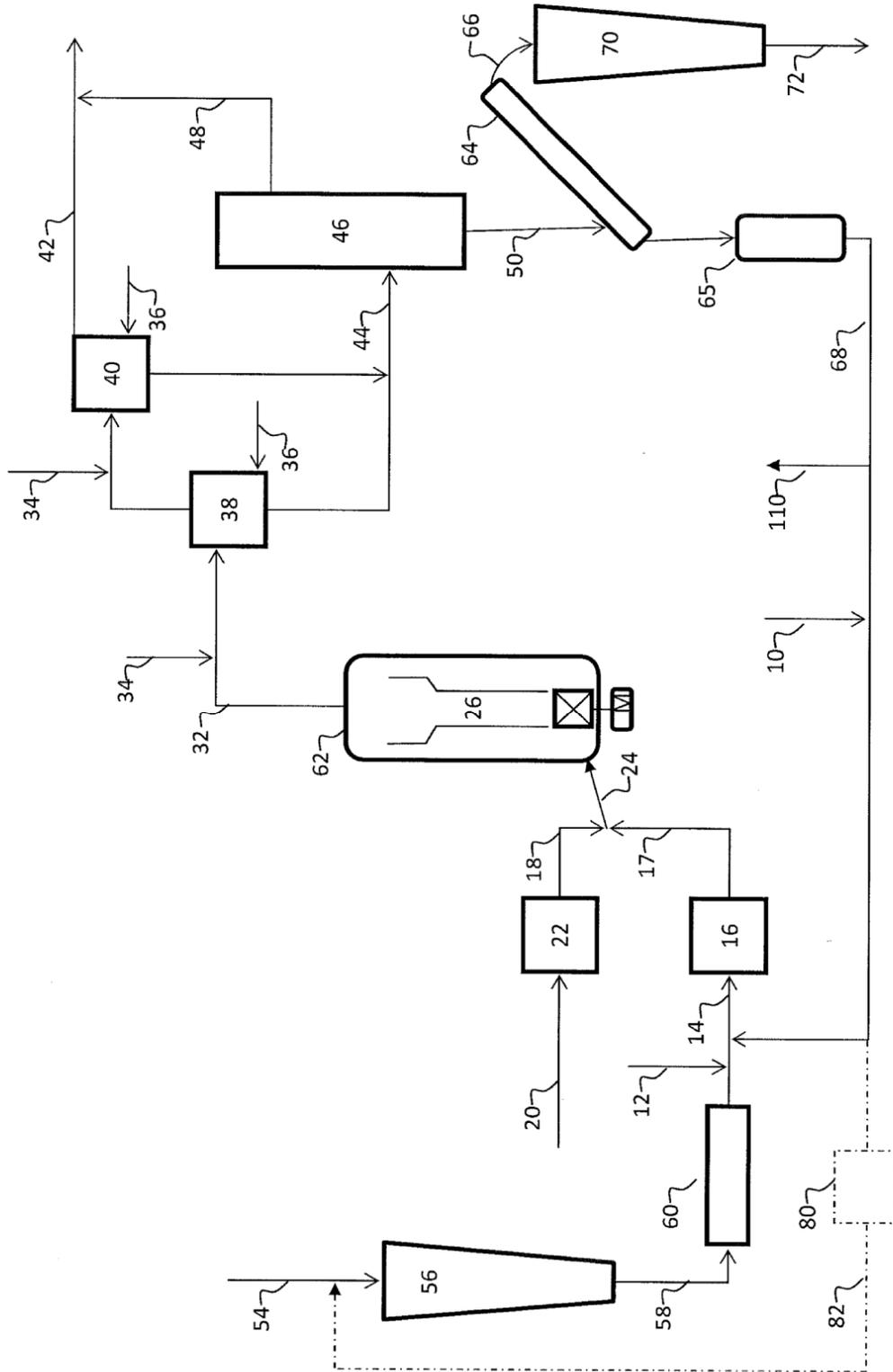


Figura 3

