

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 769**

51 Int. Cl.:

C10G 55/06 (2006.01)

C10G 53/00 (2006.01)

C10G 47/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.10.2015 PCT/US2015/057511**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2016 WO16081165**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2015 E 15860744 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 3221430**

54 Título: **Procedimiento y sistema para mejorar residuos de vacío parcialmente convertidos**

30 Prioridad:

21.11.2014 US 201414550384

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

23.06.2020

73 Titular/es:

**LUMMUS TECHNOLOGY LLC (100.0%)
1515 Broad Street
Bloomfield, NJ 07003-3096, US**

72 Inventor/es:

**MUKHERJEE, UJJAL, K.;
BALDASSARI, MARIO, C. y
GREENE, MARVIN, I.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 768 769 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

Procedimiento y sistema para mejorar residuos de vacío parcialmente convertidos

Antecedentes

5 Los compuestos hidrocarbonados son útiles para varios propósitos. En particular, los compuestos hidrocarbonados son útiles, entre otras cosas, como combustibles, disolventes, desengrasantes, agentes de limpieza, y precursores de polímeros. La fuente más importante de compuestos hidrocarbonados es crudo petrolífero. El refinado de crudo petrolífero en fracciones de compuestos hidrocarbonados separadas es una técnica de procesamiento bien conocida.

10 Los crudos petrolíferos varían ampliamente en su composición y propiedades físicas y químicas. Los crudos pesados se caracterizan por una viscosidad relativamente alta, baja gravedad API, y alto porcentaje de componentes de alto punto de ebullición (es decir, que tienen un punto de ebullición normal mayor de 510 °C (950 °F)).

15 Los productos de petróleo refinado generalmente tienen relaciones medias de hidrógeno a carbono más altas sobre en base molecular. Por lo tanto, la mejora de una fracción hidrocarbonada de refinería de petróleo se clasifica generalmente en una de dos categorías: la adición de hidrógeno y el rechazo de carbono. La adición de hidrógeno se realiza por procedimientos tales como hidrocrqueo e hidrotratamiento. Los procedimientos de rechazo de carbono producen típicamente una corriente de material rechazado de alto contenido en carbono que puede ser un líquido o un sólido; por ejemplo, coque para combustible o aplicaciones metalúrgicas.

20 Los componentes de punto de ebullición final más alto, denominados a veces componentes de pobre calidad, se pueden convertir usando varios procedimientos de conversión aguas arriba. En algunas realizaciones, las corrientes de residuos de vacío se pueden ser convertir parcialmente. Las corrientes de residuos de vacío, sin embargo, sólo se pueden convertir parcialmente para prevenir tiempos de parada significativos en los procedimientos aguas abajo debido al ensuciamiento y deposición de depósitos carbonosos.

25 Se pueden usar procedimientos de hidrocrqueo para mejorar los materiales de punto de ebullición más alto dentro de los residuos de vacío parcialmente convertidos convirtiéndolos en más valiosos materiales de punto de ebullición más bajos. Por ejemplo, un residuo de vacío parcialmente convertido alimentado a un reactor de hidrocrqueo se puede convertir en un producto de reacción de hidrocrqueo. El residuo de vacío parcialmente convertido sin reaccionar se puede recuperar del procedimiento de hidrocrqueo y, o bien retirar o reciclar de nuevo al reactor de hidrocrqueo para incrementar la conversión total de residuos de vacío.

30 La conversión de residuos de vacío parcialmente convertidos en un reactor de hidrocrqueo puede depender de una variedad de factores, que incluyen la composición de materia prima; el tipo de reactor usado; la intensidad de la reacción, que incluye las condiciones de temperatura y presión; velocidad espacial del reactor; y el tipo y rendimiento del catalizador. En particular, la intensidad de la reacción se puede usar para incrementar la conversión. Sin embargo, a medida que aumenta la intensidad de la reacción, se pueden producir reacciones secundarias en el interior del reactor de hidrocrqueo para producir varios subproductos en la forma de precursores de coque, sedimentos (es decir, asfaltenos precipitados, y otros depósitos), así como subproductos que pueden formar una fase líquida secundaria. La formación excesiva de tales sedimentos puede obstaculizar el procesamiento subsecuente y se puede desactivar el catalizador de hidrocrqueo por envenenamiento, coquización, o ensuciamiento. La desactivación del catalizador de hidrocrqueo puede no solo reducir de manera significativa la conversión de residuos, sino también puede requerir más frecuentes cambios de catalizadores caros. La formación de una fase líquida secundaria no sólo desactiva el catalizador de hidrocrqueo, sino también limita la conversión máxima, dando como resultado por ello un consumo más alto de catalizador, y que puede desfluidizar los catalizadores de lecho en ebullición. Esto conduce a la formación de "zonas calientes" dentro del lecho de catalizador, exacerbando la formación de depósitos de coque, que desactiva adicionalmente el catalizador de hidrocrqueo.

45 La formación de sedimentos dentro del reactor de hidrocrqueo es también una función fuerte de la calidad de la materia prima. Por ejemplo, los asfaltenos que pueden estar presentes en la alimentación de residuos de vacío parcialmente convertidos para el sistema de reactor de hidrocrqueo son especialmente propensos a la formación de sedimentos cuando se someten a intensas condiciones de operación. De este modo, puede ser deseable la separación de los asfaltenos de los residuos de vacío parcialmente convertidos para incrementar la conversión.

50 Un tipo de procedimiento que se puede usar para retirar tales asfaltenos de la alimentación de residuos de vacío parcialmente convertidos es el desasfaltado con disolvente. Por ejemplo, el desasfaltado con disolvente típicamente implica la separación física de los hidrocarburos más ligeros y los hidrocarburos más pesados que incluyen los asfaltenos en base a sus afinidades relativas por el disolvente. Un disolvente ligero, tal como un hidrocarburo de C₃ a C₇, se puede usar para disolver o suspender los hidrocarburos más ligeros, comúnmente denominados crudo desasfaltado, permitiendo que los asfaltenos se transfieran a una fase separada. Las dos fases se separan a continuación y se recupera el disolvente. Información adicional sobre condiciones de desasfaltado, disolventes y operaciones se puede obtener de las patentes de EE.UU. Nos. 4,239,616.; 4,440,633; 4,354,922; 4,354,928; y 4,536,283.

Están disponibles varios métodos para la integración de desasfaltado con disolvente con el hidrocrqueo para retirar

asfaltenos de residuos de vacío. Tales procedimientos se describen en la patente de EE.UU. No. 7214308 que describe poner en contacto la alimentación de residuos de vacío en un sistema de desasfaltado con disolvente para separar los asfaltenos del petróleo desasfaltado. El petróleo desasfaltado y los asfaltenos se hacen reaccionar a continuación en sistemas de reactor de hidro craqueo separados.

5 Las conversiones moderadas de residuos de vacío totales (de alrededor de 65% a 70% como se describe en la Patente de EE.UU. No. 7,214,308) se pueden conseguir usando estos procedimientos, dado que tanto el petróleo desasfaltado como los asfaltenos se hidro craquean separadamente. Sin embargo, el hidro craqueo de los asfaltenos como se describe es a alta intensidad/alta conversión, y puede presentar retos especiales, como se discutió anteriormente. Por ejemplo, hacer funcionar el hidro craqueador de asfaltenos a alta intensidad para incrementar la
10 conversión también puede provocar una alta tasa de formación de sedimentos, y una alta tasa de sustitución del catalizador. Por el contrario, el funcionamiento del hidro craqueador de asfaltenos a baja intensidad suprimirá la formación de sedimentos, pero la conversión por paso de asfaltenos será más baja.

15 Los procedimientos para mejorar alimentaciones hidro carbonadas de residuos vírgenes se describen en la Patente de EE.UU. No. 8,287,720 que describe residuos vírgenes de hidro procesado en una primera unidad de reacción, el desasfaltado con disolvente del efluente, y la alimentación del efluente desasfaltado a una segunda unidad de reacción. Sin embargo, el hidro craqueo de alimentaciones hidro carbonadas de residuos y las etapas subsiguientes del procedimiento se hacen funcionar en condiciones que ponen a prueba las unidades operativas y producen productos que tienen cualidades menos deseables.

20 Para conseguir una más alta conversión total de residuos de vacío parcialmente convertidos, tales procedimientos típicamente requieren una alta relación de reciclado del residuo de vacío parcialmente convertido sin reaccionar de nuevo a uno o más de los reactores de hidro craqueo. Tal reciclado de alto volumen puede incrementar significativamente el tamaño del reactor de hidro craqueo y/o del sistema de desasfaltado con disolvente aguas arriba.

25 El documento WO2009/003634 describe un procedimiento para mejorar corrientes de residuo que comprende: separación de los residuos de vacío utilizando una columna de destilación para generar una corriente de destilado y una corriente de residuo; desasfaltar con disolvente el primer residuo para generar un petróleo desasfaltado y una fracción de asfaltenos; poner en contacto el primer destilado e hidrógeno en presencia de un primer catalizador de hidro procesado para producir un primer efluente de hidro procesado; poner en contacto el residuo desasfaltado e hidrógeno en presencia de un segundo catalizador de hidro conversión para producir un segundo efluente de
30 hidro procesado; y fraccionar el segundo efluente de hidro procesado.

Sumario de la descripción

35 El residuo de vacío parcialmente convertido que tiene un punto de ebullición inicial mayor de 510 °C (900 °F), se ha encontrado que es significativamente diferente del residuo de vacío virgen en términos de reactividad y procesabilidad. Los residuos de vacío parcialmente convertidos pueden ser difíciles de hidro craquear consiguiendo aún alta conversión de los residuos. Además, se puede desear mejorar la economía de los procedimientos de hidro craqueo de alimentación de residuos de vacío parcialmente convertidos, por ejemplo, la reducción del tamaño del equipo total de reactores de hidro craqueo y/o deasfaltadores con disolvente, la mejora de la calidad de los destilados al vacío como materias primas para hidro craqueadores de destilado, la mejora de la operatividad de los hidro craqueadores de destilado, la reducción de la intensidad de funcionamiento en los hidro craqueadores de
40 destilado, y el requerimiento de cambios menos frecuentes de catalizador de hidro craqueo.

Se ha encontrado que los procedimientos según las presentes realizaciones son efectivos en el procesado de residuos de vacío parcialmente convertidos que tienen un punto de ebullición inicial mayor de 510 °C (900 °F) y similares, a más de 87,5%, 92,5%, 95% o incluso 97% de conversión total de residuos de vacío.

45 En un aspecto, las realizaciones descritas aquí se refieren a un procedimiento para mejorar unos residuos de vacío parcialmente convertidos que tienen un punto de ebullición inicial mayor de 510 °C (900 °F). El procedimiento según la invención se describe en la reivindicación 1.

En otro aspecto, las realizaciones descritas aquí se refieren a un sistema para mejorar hidro carbonos de residuo parcialmente convertido que tienen un punto de ebullición mayor de 510 °C (900 °F). El sistema según la invención se describe en la reivindicación 21.

50 Las realizaciones del procedimiento y sistema se definen en las reivindicaciones dependientes. Otros aspectos y ventajas serán evidentes en la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama de flujo simplificado de procedimientos actuales de hidro craqueo y desasfaltado para la mejora de residuos de vacío vírgenes.

55 La FIG. 2 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento de hidro craqueo y desasfaltado para la mejora

de residuos de vacío.

La FIG. 3 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento de hidrocraqueo y desasfaltado para la mejora de residuos de vacío según realizaciones descritas aquí.

5 La FIG. 4 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento de hidrocraqueo y desasfaltado para la mejora de residuos de vacío según realizaciones descritas aquí.

Descripción detallada

10 Las realizaciones descritas aquí se refieren en general a procedimientos para materias primas de petróleo pesado parcialmente convertidas que tienen un punto de ebullición inicial mayor de 510 °C (900 °F). En un aspecto, las realizaciones descritas aquí se refieren a procedimientos para el hidrocraqueo y desasfaltado de residuos de vacío parcialmente convertidos que tienen un punto de ebullición inicial mayor de 510 °C (900 °F). En otros aspectos, las realizaciones descritas aquí se refieren a procedimientos para incrementar la conversión de alimentaciones de residuos hasta alrededor de 95% o alrededor de 98%.

15 Las materias primas hidrocarbonadas de residuos de vacío parcialmente convertidos (residuos) que tienen dichos puntos de ebullición útiles en realizaciones descritas aquí pueden incluir varios crudos pesados y fracciones de refinería que han sido procesados previamente en uno o más procedimientos de conversión para convertir por lo menos parcialmente algunos de los hidrocarburos en ellos. Por ejemplo, las alimentaciones hidrocarbonadas de residuos de vacío parcialmente convertidos pueden incluir alimentaciones hidrocarbonadas de residuos de vacío que han sido procesados parcialmente en unidades de hidrocraqueo, unidades de coquización de residuos de vacío, unidades de hidrotermólisis, unidades de hidropirólisis, unidades de pirólisis, unidades de destilación en retorta, unidades de esquistos bituminosos, unidades de pirólisis de biomasa, unidades de hidropirólisis de biomasa, unidades de hidrotermólisis de biomasa, unidades de extracción de arenas bituminosas, procedimientos de drenaje por gravedad asistido por vapor de agua, procedimientos de inyección de aire de punta a punta, procedimientos de extracción de petróleo in situ, o una combinación de los mismos, cada uno de los cuales puede ser un procedimiento derivado, hidrocraqueado, parcialmente desulfurado, y/o corrientes de bajo contenido de metal. Las materias primas de residuos de vacío parcialmente convertidos anteriores pueden incluir varias impurezas, que incluyen asfaltenos, metales, azufre orgánico, nitrógeno orgánico, y residuo de carbono Conradson (CCR). El punto de ebullición inicial de los anteriores residuos de vacío parcialmente convertidos es mayor de alrededor de 510 °C (900 °F), por ejemplo, alrededor de 537 °C (1000 °F) o alrededor de 565 °C (1050 °F).

20 Las materias primas de residuos de vacío parcialmente convertidos que tienen un punto de ebullición inicial mayor de 510 °C (900 °F) son químicamente diferentes de las materias primas de residuos de vacío vírgenes. Las materias primas de residuos de vacío parcialmente convertidos se pueden proporcionar de materias primas de residuos de vacío vírgenes procesados en uno o más procedimientos de conversión aguas arriba. Las especies fáciles de convertir típicamente ya son convertidas en los procedimientos de conversión aguas arriba, lo que da como resultado materias primas de residuos de vacío parcialmente convertidos que contienen cantidades de especies difíciles de convertir. Estas especies difíciles de convertir requieren típicamente alta intensidad de reacción para convertirlos en hidrocarburos de valor más alto. La alta intensidad de reacción puede incrementar las reacciones secundarias típicamente haciendo difícil conseguir las altas conversiones totales, proporcionadas por las soluciones discutidas a continuación. Las reacciones secundarias forman subproductos que dañan el catalizador y/o producen sedimento. Mediante el uso de dichas materias primas de residuos de vacío parcialmente convertidos y separación por vapor de agua de tales materias primas incorporando una unidad de desasfaltado con disolvente aguas abajo y una unidad de lecho en ebullición aguas abajo para hidrocraquear los residuos de vacío desasfaltados, los gasóleos de vacío hidroprocesados recuperados tendrán mejores propiedades y facilitarán las condiciones en la unidad de hidroprocesado de destilado de lecho fijo aguas abajo. En algunas realizaciones, el índice cíclico polinuclear (PCI), que cuantifica la concentración de compuestos aromáticos polinucleares en petróleos pesados, puede disminuir en el gasóleo de vacío producido a partir de los procedimientos y se puede incrementar la producción de diésel. Las unidades de procesamiento aguas abajo pueden funcionar a presiones más bajas y las que utilizan catalizador pueden mejorar su longitud de ciclo del catalizador.

25 Los procedimientos según realizaciones descritas aquí para la conversión de materias primas hidrocarbonadas de residuos de vacío parcialmente convertidos que tienen un punto de ebullición inicial mayor de 510 °C (900 °F) en hidrocarburos más ligeros incluyen separar con vapor de agua inicialmente la materia prima en una primera corriente de destilado y una primera corriente de residuo. La primera corriente de residuo se separa a continuación en una unidad de desasfaltado con disolvente para recuperar una fracción de petróleo desasfaltado y una fracción de asfaltenos. La unidad de desasfaltado con disolvente puede ser, por ejemplo, como se describe en una o más de las patentes de EE.UU. Nos. 4,239,616, 4,440,633, 4,354,922, 4,354,928, 4,536,283, y 7,214,308. En la unidad de desasfaltado con disolvente, se puede usar un disolvente hidrocarbonado ligero para disolver selectivamente los componentes deseados del primer residuo y rechazar los asfaltenos. En algunas realizaciones, el disolvente hidrocarbonado ligero puede ser un hidrocarburo de C₃ a C₇, y puede incluir propano, butano, isobutano, pentano, isopentano, hexano, heptano, y mezclas de los mismos. En algunas realizaciones, el disolvente puede ser un disolvente aromático o una mezcla de gasóleos o una nafta ligera producida en el procedimiento mismo o disponible en la refinería.

La fracción de petróleo desasfaltado se fracciona para recuperar una corriente de destilado de gasóleo desasfaltado y una corriente de residuo desasfaltado pesado. La corriente de destilado de gasóleo desasfaltado se puede hacer reaccionar con hidrógeno sobre un catalizador de hidrocrqueo en una unidad de reacción de hidroprocesado de destilado para convertir por lo menos una porción de los hidrocarburos en moléculas más ligeras, tales como, pero no limitadas a, una fracción de nafta, una fracción de queroseno, y una fracción diésel. La corriente de residuo desasfaltado pesado se puede hacer reaccionar con hidrógeno sobre un catalizador de hidrocrqueo en una unidad de reacción de hidrocrqueo de residuos de vacío desasfaltados para convertir por lo menos una porción de los hidrocarburos en moléculas más ligeras.

Los catalizadores usados en la unidad de reacción de hidroprocesado de destilado y la unidad de reacción de hidrocrqueo de residuos de vacío desasfaltados pueden ser iguales o diferentes. Los catalizadores de hidrotratamiento e hidrocrqueo apropiados útiles en la unidad de reacción de hidroprocesado de destilado y la unidad de reacción de hidrocrqueo de residuos de vacío desasfaltados pueden incluir uno o más elementos seleccionados de los Grupos 4-12 de la Tabla Periódica de los Elementos. En algunas realizaciones, los catalizadores de hidrotratamiento e hidrocrqueo según realizaciones descritas aquí pueden comprender, consistir en, o consistir esencialmente en, uno o más de níquel, cobalto, wolframio, molibdeno y combinaciones de los mismos, no soportados o soportados sobre un sustrato poroso tal como sílice, alúmina, titania, o combinaciones de los mismos. Tal como se suministran de un fabricante, o como resultado de un procedimiento de regeneración, los catalizadores de hidroconversión pueden estar en forma de óxidos metálicos, por ejemplo. Si es necesario o se desea, los óxidos metálicos se pueden convertir en sulfuros metálicos antes de o durante el uso. En algunas realizaciones, los catalizadores de hidrocrqueo pueden ser pre-sulfurados y/o pre-acondicionados previamente a la introducción en el reactor de hidrocrqueo. Por ejemplo, uno o más catalizadores como se describe en los documentos US4990243, US5069890, US5071805, US5073530, US5141909, US5277793, US5366615, US5439860, US5593570, US6860986, US6902664, y US6872685 se pueden usar en las realizaciones aquí.

La unidad de reacción de hidroprocesado de destilado puede incluir uno o más reactores en serie y/o en paralelo. Los reactores apropiados para uso en la unidad de reacción de hidroprocesado de destilado son reactores de lecho fijo.

Los asfaltenos pueden estar presentes en la corriente de destilado de gasóleo desasfaltado solo hasta un pequeño punto, de este modo se puede usar una amplia gama de tipos de reactor en la primera unidad de reacción.

El número de reactores requerido puede depender de la velocidad de alimentación, y del nivel de conversión deseado en la unidad de reacción de hidroprocesado de destilado. En algunas realizaciones, la unidad de reacción de hidroprocesado de destilado es un solo reactor de lecho fijo. En algunas realizaciones, los catalizadores usados en la unidad de reacción de hidroprocesado de destilado pueden incluir catalizadores de hidrotratamiento de destilado en formas extruidas que pueden contener componentes zeolíticos así como Ni/Co/Mo/W sobre soportes de óxido convencionales. En otras realizaciones, los catalizadores que se pueden usar en la unidad de reacción de hidroprocesado de destilado son como se describe en uno o más de los documentos US4990243, US5069890, US5071805, US5073530, US5141909, US5277793, US5366615, US5439860, US5593570, US6860986, US6902664, y US6872685.

La unidad de reacción de hidroprocesado de destilado mejora los gasóleos de vacío, gasóleos atmosféricos y componentes diésel producidos en otras unidades del sistema.

La unidad de reacción de hidrocrqueo de residuos de vacío desasfaltados puede incluir uno o más reactores en serie y/o paralelo. Los reactores apropiados para su uso en la unidad de reacción de hidrocrqueo de residuos de vacío desasfaltados incluyen reactores de lecho en ebullición. El número de reactores requerido puede depender de la velocidad de alimentación, el nivel de conversión de residuos de vacío totales objetivo, y el nivel de conversión deseado. En algunas realizaciones, la unidad de reacción de hidrocrqueo de residuos de vacío desasfaltados puede ser uno o más reactores de lecho en ebullición. En algunas realizaciones, el catalizador en la unidad de reacción de hidrocrqueo de residuos de vacío desasfaltados puede ser un catalizador amorfo que es fluidizable, tiene una distribución de tamaño de poro susceptible de alto contenido de metales y materias primas de alto contenido de CCR. En otras realizaciones, el catalizador en la unidad de reacción de hidrocrqueo de residuos de vacío desasfaltados puede ser un catalizador de fase dispersa o suspensión que incluye materiales del tipo de sulfuro de molibdeno. En otras realizaciones más, el catalizador en la unidad de reacción de hidrocrqueo de residuos de vacío desasfaltados puede incluir uno o más elementos seleccionados de los Grupos 4-12 de la Tabla Periódica de los Elementos. En algunas realizaciones, el catalizador en la unidad de reacción de hidrocrqueo de residuos de vacío desasfaltados puede comprender, consistir en, o consistir esencialmente en, uno o más de níquel, cobalto, tungsteno, molibdeno y combinaciones de los mismos, ya sea no soportado o soportado sobre un sustrato poroso tal como sílice, alúmina, titania, o combinaciones de los mismos.

El producto de reacción de la unidad de reacción de hidrocrqueo de residuos de vacío desasfaltados se separa a continuación para recuperar una corriente de destilado atmosférico hidrocrqueado y una corriente de residuos atmosféricos hidrocrqueados, el último de los cuales incluye alimentación de residuos de vacío parcialmente convertidos, asfaltenos, y cualquier producto de intervalo de ebullición de los residuos que son el resultado del hidrocrqueo de los asfaltenos contenidos en la materia prima de residuos de vacío parcialmente convertidos. Las

fracciones de hidrocarburos destilados recuperados pueden incluir, entre otros, destilados atmosféricos, tales como hidrocarburos que tienen una temperatura de ebullición normal de menos de alrededor de 343 °C, y destilados de vacío, tales como hidrocarburos que tiene una temperatura de ebullición normal de menos de alrededor de 482 °C a alrededor de 566 °C. En algunas realizaciones, la corriente de destilado atmosférico hidrocraqueado se puede alimentar a la primera unidad de reacción de hidrotreatmento/hidrocraqueo.

Los procedimientos según realizaciones descritas aquí incluyen de este modo una unidad de desasfaltado con disolvente aguas arriba de la primera y segunda unidades de reacción de hidrocraqueo, proporcionando la conversión de por lo menos una porción de los asfaltenos a hidrocarburos más ligeros, más valiosos. El hidrocraqueo de corrientes de destilado de gasóleo desasfaltado y corriente de residuos desasfaltados pesados puede proporcionar conversiones totales de residuos de vacío que pueden ser mayores de alrededor de 60% en peso en algunas realizaciones; mayores de 80% en peso en otras realizaciones; mayores de 90% en peso en otras realizaciones; mayores de 92.5% en peso en otras realizaciones; mayores de 95% en peso en otras realizaciones más; y mayores de 98% en peso en otras realizaciones más. La conversión total de residuos de vacío se define como el % de conversión o desaparición de componentes de más de 510 °C (o más de 538 °C o más de 566 °C) de una alimentación de residuos de vacío vírgenes a la unidad de conversión de producto de baja calidad aguas arriba, es decir, corriente 100, con relación a la cantidad neta en una corriente 20 de colas de desasfaltador con disolvente, la última cantidad de las cuales representa el 40% o 20% o 10% o 7,5% o 5% o 2% del material que queda sin convertir en realizaciones descritas aquí.

La unidad de reacción de hidroprocesado de destilado se puede hacer funcionar a una temperatura en el intervalo de alrededor de 360 °C a alrededor de 440 °C; de alrededor de 380 °C a alrededor de 430 °C en otras realizaciones. La presión parcial de hidrógeno puede estar en el intervalo de alrededor de 10 MPa a alrededor de 20 MPa (de alrededor de 100 bar a alrededor de 200 bar) en algunas realizaciones; de alrededor de 12.5 MPa a alrededor de 15.54 MPa (de alrededor de 125 a alrededor de 155 bar) en otras realizaciones. Las reacciones de hidroprocesado también se pueden efectuar a una velocidad espacial horaria del líquido (LHSV) en el intervalo de alrededor de 0.1 h⁻¹ a alrededor de 3.0 h⁻¹ en algunas realizaciones; de alrededor de 0.2 h⁻¹ a alrededor de 2 h⁻¹ en otras realizaciones. Las reacciones de hidroprocesado también se pueden efectuar a una relación de hidrógeno a petróleo de alrededor de 890 a alrededor de 3560 nm³/m³ (de alrededor de 5000 a alrededor de 20000 scf/bbl). En algunas realizaciones, la unidad de reacción de hidroprocesado de destilado puede procesar una o más corrientes de destilado, o combinaciones de las mismas. La unidad de reacción de hidroprocesado de destilado puede incluir una combinación de catalizadores de hidrotreatmento e hidrocraqueo. Si el punto final de la alimentación es menor de alrededor de 343 °C, se puede usar catalizador de hidrotreatmento. Si la alimentación incluye destilados de vacío, tales como los de ebullición por encima de 343 °C, se puede usar una combinación de catalizadores de hidrotreatmento y de hidrocraqueo de gasóleo de vacío.

En algunas realizaciones, si la unidad de reacción de hidroprocesado de destilado es una unidad de lecho en ebullición, los reactores pueden funcionar a temperaturas en el intervalo de alrededor de 380 °C a alrededor de 450 °C, presiones parciales de hidrógeno en el intervalo de alrededor de 7 MPa a alrededor de 17 MPa (de alrededor de 70 bar a alrededor de 170 bar), y velocidades espaciales horarias del líquido (LHSV) en el intervalo de alrededor de 0.2 h⁻¹ a alrededor de 2.0 h⁻¹.

La unidad de reacción de hidrocraqueo de residuos de vacío desasfaltados se puede hacer funcionar a una temperatura en el intervalo de alrededor de 360 °C a alrededor de 480 °C; de alrededor de 400 °C a alrededor de 450 °C en otras realizaciones. Las presiones en cada una de la primera y segunda unidades de reacción pueden estar en el intervalo de alrededor de 7 MPa a alrededor de 23 MPa (de alrededor de 70 bar a alrededor de 230 bar) en algunas realizaciones; de alrededor de 10 MPa a alrededor de 18 MPa (de alrededor de 100 a alrededor de 180 bar) en otras realizaciones. Las reacciones de hidrocraqueo también se pueden efectuar a una velocidad espacial horaria del líquido (LHSV) en el intervalo de alrededor de 0.1 h⁻¹ a alrededor de 3.0 h⁻¹ en algunas realizaciones; de alrededor de 0.2 h⁻¹ a alrededor de 2 h⁻¹ en otras realizaciones. Las reacciones de hidrocraqueo también se pueden efectuar a una relación de hidrógeno a petróleo de alrededor de 890 a alrededor de 3560 nm³/m³ (de alrededor de 5000 a alrededor de 20000 scf/bbl).

En algunas realizaciones, las condiciones de funcionamiento en la unidad de hidroprocesado de destilado pueden ser menos intensas que las usadas en la unidad de hidrocraqueo de residuos de vacío desasfaltados, evitando de este modo excesivas tasas de reemplazo del catalizador. Por consiguiente, también se reduce el reemplazo total de catalizador (es decir, para ambas unidades combinadas). Por ejemplo, la temperatura en la unidad de hidroprocesado de destilado puede ser menor que la temperatura en la unidad de hidrocraqueo de residuos de vacío desasfaltados. Las condiciones de funcionamiento se pueden seleccionar en base a la materia prima de residuos de vacío parcialmente convertidos, incluyendo el contenido de impurezas en la materia prima de residuos de vacío parcialmente convertidos y el nivel deseado de impurezas a retirar en la unidad de hidroprocesado de destilado, entre otros factores. En algunas realizaciones, la conversión de residuos de vacío en la unidad de hidrocraqueo de residuos de vacío desasfaltados puede estar en el intervalo de alrededor de 50 a alrededor de 75% en peso; de alrededor de 55 a alrededor de 70% en peso en otras realizaciones; y de alrededor de 60 a alrededor de 65% en peso en otras realizaciones más. Además del hidrocraqueo de los residuos parcialmente convertidos, la retirada de azufre y metal puede estar en cada caso en el intervalo de alrededor de 40% a alrededor de 75%, y la retirada de carbono Conradson puede estar en el intervalo de alrededor de 30% a alrededor de 60%. En otras realizaciones, por

lo menos una de una temperatura de funcionamiento y una presión de funcionamiento en la unidad de hidrocrackeo de residuos de vacío desasfaltados puede ser mayor que la usada en la unidad de hidroprocesado de destilado.

Usando esquemas de flujo del procedimiento según realizaciones descritas aquí, se pueden conseguir conversiones totales de residuos de vacío de por lo menos 80%, 90%, 92.5%, 95%, 98% o más altas, que es una mejora significativa sobre lo que se puede conseguir con un sistema de hidrocrackeo de dos unidades solo.

Con referencia ahora a la Figura 1, se ilustra un diagrama de flujo del procedimiento simplificado de los procedimientos actuales para mejorar los residuos de vacío vírgenes no según la invención. Un residuo virgen e hidrógeno se pueden alimentar vía las líneas 310 y 312 de flujo, respectivamente, a una primera etapa 314 de reacción de hidrocrackeo que contiene un catalizador de hidrocrackeo y que funciona a una temperatura y presión suficientes para convertir por lo menos una porción del residuo en hidrocarburos más ligeros. El efluente del reactor de la primera etapa se puede recuperar vía la línea 316 de flujo. El efluente de la primera etapa puede incluir productos de reacción y residuo sin reaccionar, que puede incluir componentes de alimentación sin reaccionar tales como asfaltenos, y asfaltenos hidrocrackeados que tienen varios puntos de ebullición, que incluyen aquellos en el intervalo de ebullición de la materia prima de residuo.

La primera etapa 314 de reacción de hidrocrackeo puede incluir uno o más reactores en serie y/o paralelo. Los reactores apropiados para uso en la primera etapa de hidrotreamiento e hidrocrackeo pueden incluir reactores de lecho en ebullición. La primera etapa 314 de reacción de hidrocrackeo puede incluir sólo un único reactor de lecho en ebullición.

Una fracción de petróleo desasfaltado e hidrógeno se puede alimentar vía líneas 318 y 380 de flujo, respectivamente, a una segunda etapa 322 de reacción de hidrocrackeo que contiene un catalizador de hidrocrackeo y que funciona a una temperatura y presión para convertir por lo menos una porción del petróleo desasfaltado a hidrocarburos más ligeros. El efluente del reactor de la segunda etapa se puede recuperar vía la línea 324 de flujo.

La segunda etapa 322 de reacción de hidrocrackeo puede incluir uno o más reactores en serie y/o paralelo. Los reactores apropiados para su uso en la segunda etapa de reacción de hidrocrackeo pueden incluir reactores de lecho en ebullición. El número de reactores requeridos puede depender de la velocidad de alimentación, del nivel de conversión de residuos objetivo total, y del nivel de conversión alcanzado en la primera etapa de reacción de hidrocrackeo. La segunda etapa 322 de reacción de hidrocrackeo puede incluir sólo un único reactor de lecho en ebullición.

El efluente del reactor de la primera etapa y el efluente del reactor de la segunda etapa se puede alimentar vía líneas 316, 324 de flujo al sistema 326 de separación. Los destilados atmosféricos se pueden recuperar vía la línea 356 de flujo. Los destilados de vacío se pueden recuperar vía la línea 362 de flujo, y la segunda fracción de colas se puede recuperar vía la línea 330 de flujo y procesar en la unidad 332 de desasfaltado con disolvente. La fracción 318 de petróleo desasfaltado se puede enviar a la segunda etapa 322 de desasfaltado con disolvente y el alquitrán 320 se puede recuperar.

Con referencia ahora a la Figura 2, se ilustra un diagrama de flujo del procedimiento simplificado de procedimientos para mejorar residuos de vacío parcialmente convertidos que tienen un punto de ebullición inicial mayor de 510 °C (900 °F) no según la invención. Las bombas, válvulas, intercambiadores de calor, y otro equipo no se muestran para facilidad de la ilustración de las realizaciones descritas aquí.

Una materia prima hidrocarbonada de residuos de vacío se puede alimentar a un procedimiento aguas arriba que produce un efluente que incluye la materia prima hidrocarbonada de residuos de vacío parcialmente convertidos. El procedimiento aguas arriba convierte algunos de los componentes más pesados en la materia prima hidrocarbonada de residuos de vacío.

Un efluente de un procedimiento 70 aguas arriba se puede alimentar inicialmente a un separador 80 de alta temperatura y alta presión (separador de HP/HT) vía la línea 100 de flujo. El efluente 100 puede ser un residuo de vacío parcialmente convertido como se define anteriormente. La materia prima de residuos de vacío parcialmente convertidos se puede derivar de cualquiera de varias unidades de procesamiento de alimentación aguas arriba que parcialmente convierten alimentaciones de residuos. Estos procedimientos se denominan a veces "procedimientos de producto de baja calidad". Estos procedimientos de producto de baja calidad pueden incluir una unidad de hidrocrackeo aguas arriba, unidad de coquización de residuos de vacío, una unidad de hidrotérmólisis, una unidad de hidropirólisis, una unidad de pirólisis, un procedimiento de destilación en retorta de esquistos bituminosos, un procedimiento de pirólisis de biomasa, un procedimiento de hidropirólisis de biomasa, un procedimiento de hidrotérmólisis de biomasa, un procedimiento de extracción de arenas bituminosas, o combinaciones de los mismos. Los residuos de vacío parcialmente convertidos se pueden derivar también de corrientes de petróleo pesado producidas por drenaje por gravedad asistido por vapor de agua, inyección de aire de punta a punta, un procedimiento de extracción de petróleo in situ, o cualquier combinación de los mismos. En algunas realizaciones, la unidad de hidrocrackeo aguas arriba puede ser una unidad de hidrocrackeo de lecho en ebullición, una unidad de hidrocrackeo de lecho fijo, o una unidad de hidrocrackeo de lecho móvil.

El separador 80 de HP/HT puede estar situado aguas arriba de una torre 12 de separación. El separador 80 de HP/HT separa los residuos de vacío parcialmente convertidos del procedimiento aguas arriba en una fracción de vapor y una fracción de líquido. La fracción de líquido vaporizada de los residuos de vacío parcialmente convertidos, se alimenta vía la línea 10 de flujo a la torre 12 de separación para generar un primer destilado vía la línea 15 de flujo y un primer residuo vía la línea 16 de flujo. La fracción de vapor se puede recuperar vía la línea 82 de flujo y alimentar a la unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado.

La torre 12 de separación puede ser una columna, tal como, pero no limitada a, una torre de relleno, una torre no rellena, o una columna de platos. Un medio de separación se puede alimentar a la torre 12 de separación vía la línea 33 de flujo. El medio de separación puede ser, pero no está limitado a, un medio de separación no reactivo, tal como vapor de agua, hidrógeno, nitrógeno o gas combustible. Si el medio de separación es vapor de agua, el vapor de agua puede ser vapor de agua sobrecalentado a alta presión. La temperatura del vapor de agua puede variar de alrededor de 232 °C (450 °F) a alrededor de 371 °C (700 °F). El vapor de agua se puede alimentar a la torre 12 de separación a través de la línea 33 a una tasa que varía de alrededor de 1,3 a alrededor de 9,1 kg de vapor de agua/barril de alimentación (de alrededor de 3 a alrededor de 20 libras de vapor de agua/barril de alimentación). La primera corriente de destilado puede tener un punto de ebullición final según la ASTM D-1160 en el intervalo de alrededor de 427 °C (800 °F) a alrededor de 482 °C (900 °F). La primera corriente de residuo puede tener un correspondiente punto de ebullición inicial según la ASTM D-1160 en el intervalo de alrededor de 427 °C a alrededor de 482 °C (de alrededor de 800 °F a alrededor de 900 °F).

Desde la torre 12 de separación, el primer destilado se puede alimentar vía línea 15 de flujo a una unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado que contiene un catalizador de hidrotratamiento, un catalizador de hidrocrackeo, o combinaciones de los mismos. El hidrógeno se puede añadir a la unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado vía la línea 13 de flujo. La unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado puede funcionar a una temperatura y presión suficientes para convertir por lo menos una porción del primer destilado en hidrocarburos más ligeros. El efluente de la unidad de reacción de hidroprocesado de destilado, o un primer efluente de hidroprocesado, se puede recuperar vía la línea 17 de flujo. Como se describe anteriormente, el efluente de la unidad de reacción de hidroprocesado de destilado puede incluir productos de destilado hidroprocesados, que pueden incluir, pero no están limitados a, hidrocarburos que hierven en el intervalo de una fracción de nafta, una fracción de queroseno, y una fracción de diésel. En algunas realizaciones, el efluente de la unidad de reacción de hidroprocesado de destilado se puede fraccionar para proporcionar las fracciones enumeradas. En algunas realizaciones, la unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado es un solo reactor de lecho fijo.

Desde la torre 12 de separación, el primer residuo se puede alimentar vía la línea 16 de flujo a una unidad 32 de desasfaltado con disolvente (SDA) para producir una fracción de petróleo desasfaltado y una fracción de asfaltenos. La fracción de petróleo desasfaltado se puede recuperar de la unidad 32 de desasfaltado con disolvente vía la línea 18 de flujo y alimentar a una torre 60 de fraccionamiento al vacío. La torre 60 de fraccionamiento al vacío proporciona un gasóleo desasfaltado y un residuo desasfaltado pesado. La corriente de gasóleo desasfaltado puede tener un punto de ebullición final según la ASTM D-1160 en el intervalo de alrededor de 510 °C (950 °F) a alrededor de 566 °C (1050 °F). La corriente de residuo desasfaltado pesado puede tener un punto de ebullición inicial según la ASTM D-1160 que varía de alrededor de 510 °C (950 °F) a alrededor de 566 °C (1050 °F).

La fracción de asfaltenos se puede recuperar de la unidad 32 de SDA vía la línea 20 de flujo y procesar adicionalmente. En otras realizaciones, la fracción de asfaltenos se puede recuperar vía la línea 20 de flujo y alimentar a una unidad de gasificación (no mostrada) para producir un gas de síntesis. El gas de síntesis se puede alimentar directamente o convertir en hidrógeno para su uso en una o más de la unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado o la unidad de hidrocrackeo de residuos de vacío desasfaltados. En algunas realizaciones, la unidad de gasificación puede ser tal como las descritas en las patentes de EE.UU. 8,083,519 y 7,993,131.

El gasóleo desasfaltado se puede alimentar vía la línea 26 de flujo a la unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado. El residuo de vacío desasfaltado se puede alimentar vía la línea 30 de flujo a una unidad 22 de reacción de hidrocrackeo de residuos de vacío desasfaltados. El hidrógeno se puede añadir a la unidad 22 de reacción de hidrocrackeo de residuos de vacío desasfaltados vía la línea 19 de flujo. La unidad 22 de reacción de hidrocrackeo de residuos de vacío desasfaltados puede ser un sistema de reacción de lecho en ebullición que tiene uno o más reactores de lecho en ebullición o un sistema de reactor de suspensión que tiene uno o más reactores de suspensión. El efluente del reactor de residuos de vacío desasfaltados, o segundo efluente de hidroprocesado, se pueden recuperar vía la línea 24 de flujo y alimentar al sistema 28 de separación. El sistema 28 de separación puede separar el vapor y el líquido. El vapor se puede dirigir a la primera unidad 14 de reacción de hidrotratamiento/hidrocrackeo vía la línea 42 de flujo y el líquido se puede dirigir al SDA 32 vía la línea 44 de flujo.

En algunas realizaciones, el sistema 28 de separación puede incluir un separador 40 de alta temperatura y alta presión (separador de HP/HT) para separar el líquido y vapor del efluente del reactor de la segunda unidad. El vapor separado se puede recuperar vía la línea 42 de flujo, y el líquido separado se puede recuperar vía la línea 14 de flujo. El vapor separado se puede dirigir a la primera unidad 44 de reacción de hidrotratamiento/hidrocrackeo vía la línea 42 de flujo. En algunas realizaciones, el líquido se puede reciclar a la torre 12 de extracción vía la línea 95 de flujo o se puede dirigir al SDA 32 vía la línea 90 de flujo.

Con referencia ahora a la Figura 3, se ilustra un diagrama de flujo del procedimiento simplificado de procedimientos para mejorar los residuos de vacío parcialmente convertidos según las realizaciones descritas aquí, en el que los números similares representan partes similares. La corriente de líquido separada del separador 40 de HP/HT se puede alimentar vía la línea 44 de flujo a una torre 54 de destilación atmosférica para separar la corriente en una fracción que incluye hidrocarburos que hierven en un intervalo de destilados atmosféricos y una fracción de residuo atmosférico que incluye hidrocarburos que tienen un punto de ebullición normal de por lo menos 343 °C. Los destilados atmosféricos se pueden recuperar vía la línea 56 de flujo, y la fracción de residuo atmosférico se puede recuperar vía la línea 58 de flujo. Opcionalmente, el vapor separado vía la línea 42 de flujo y el vapor vía la línea 56 de flujo se pueden dirigir a la unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado vía la línea 57 de flujo.

Los destilados atmosféricos se alimentan a la unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado y se procesan junto con el gasóleo desasfaltado y el primer destilado. En algunas realizaciones, los destilados atmosféricos, el gasóleo desasfaltado y el primer destilado se pueden alimentar independientemente a la unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado o se pueden combinar aguas arriba de la unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado antes de entrar en la unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado. En algunas realizaciones, la fracción de residuo atmosférico se puede combinar con el primer residuo y alimentar a la unidad 32 de SDA. En algunas realizaciones, la fracción de residuo atmosférico y el primer residuo se pueden alimentar independientemente a la unidad 32 de SDA o se pueden combinar aguas arriba de la unidad de SDA antes de entrar en la unidad 32 de SDA.

La fracción de vapor del separador 80 de HP/HT, el primer destilado de la torre 12 de separación, y el gasóleo desasfaltado de la torre 60 de fraccionamiento al vacío se pueden combinar y alimentar a la unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado o las corrientes se puede alimentar independientemente a la unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado. Opcionalmente, los destilados atmosféricos del sistema 28 de separación se pueden combinar con la fracción de vapor del separador 80 de HP/HT, el primer destilado de la torre 12 de separación, y el gasóleo desasfaltado de la torre 60 de fraccionamiento al vacío y alimentar a la unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado o las corrientes se pueden alimentar independientemente a la unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado.

Con referencia ahora a la Figura 4, se ilustra un diagrama de flujo del procedimiento simplificado de procedimientos para mejorar residuos de vacío parcialmente convertidos según las realizaciones descritas aquí, en el que los números similares representan partes similares. Los residuos de vacío parcialmente convertidos de procedimientos aguas arriba de producto de baja calidad se pueden producir a partir de una corriente de bitumen derivada de arenas bituminosas. La corriente de bitumen derivada de arenas bituminosas se alimenta vía la línea 200 de flujo junto con una corriente de diluyente que tiene un punto de ebullición final inferior a 510 °C y preferentemente inferior a 343 °C vía la línea 210 de flujo al procedimiento 70 de producto de baja calidad aguas arriba. En algunas realizaciones, el efluente del procedimiento 70 de producto de baja calidad aguas arriba puede generar un crudo sintético que contiene material de ebullición destilado y por lo menos un componente de residuos de vacío parcialmente convertidos. El crudo sintético se puede alimentar vía la línea 100 de flujo al separador 80 de HP/HT para recuperar la corriente de diluyente vía la línea 210 de flujo; la corriente de destilado vía la línea 82 de flujo y la fracción de líquido vaporizada de los residuos de vacío parcialmente convertidos vía la línea 10 de flujo. El diluyente se puede reciclar de nuevo al procedimiento 70 de producto de baja calidad aguas arriba.

En algunas realizaciones, una corriente de purga de la línea 44 de flujo se puede enviar aguas abajo para procesado, tal como, pero no limitado a, un procedimiento de gasificación para la producción de gas de síntesis, que se puede convertir adicionalmente en hidrógeno para su uso en uno o más de los sistemas de reacción de hidroprocesado. La cantidad de la purga puede variar de alrededor de 1% a alrededor de 100% del flujo en la línea 44 de flujo. En algunas realizaciones, una corriente de purga de la línea 58 de flujo se puede enviar aguas abajo para procesado, tal como, pero no limitado a, un procedimiento de gasificación para la producción de gas de síntesis, que se puede convertir adicionalmente en hidrógeno para su uso en uno o más de los sistemas de reacción de hidroprocesado. La cantidad de la purga puede variar de alrededor de 1% a alrededor de 100% del flujo en la línea 58 de flujo.

Ejemplos

En una realización ejemplar, el procedimiento según la Figura 1 puede tener alrededor de 265 m³/h (alrededor de 4000 BPSD) de residuos de vacío vírgenes alimentados vía la línea 310 a la primera etapa 314 de reacción de hidrocrackeo. La primera etapa 314 de reacción de hidrocrackeo puede funcionar a una temperatura y presión suficientes para convertir alrededor del 52% de los residuos de vacío. El SDA 332 se puede hacer funcionar de una manera tal y con tales disolventes para conseguir una elevación del DAO entre de alrededor de 70 a alrededor de 80%. La segunda etapa 322 de reacción de hidrocrackeo puede funcionar a temperatura y presión suficientes para convertir de alrededor de 75 a alrededor de 85% del DAO. Los caudales y propiedades totales posibles para las corrientes principal, intermedia y de producto se resumen en la Tabla 1 a continuación:

Tabla 1

Corriente	330	318	320	356	362
m ³ /h (BPSD)	125 (18858)	103 (15505)	22 (3353)	141 (21264)	120 (18120)
Gravedad API	4.93	9.07	-9.85	40.3	18.03
Gravedad específica	1.037	1.007	1.163	0.8236	0.9463
Azufre, % en peso	1.45	1.18	2.5	0.094	0.515
Nitrógeno, % en peso	0.65	0.435	1.5	0.081	0.34
CCR, % en peso	23.0	14.2	58.4	-	0.56
Ni+V, ppm en peso	148	31	615	-	<2

El Índice cíclico polinuclear (PCI) cuantifica las concentraciones de compuestos aromáticos polinucleares en crudos de petróleo pesados. El PCI de un VGO de destilación directa puede tener un valor de alrededor de 2000 a alrededor de 4000. La fracción de gasóleo de vacío procesado en la línea 362 puede tener un valor de PCI de alrededor de mayor de alrededor de 9000 y tan alto como de alrededor de 15000 a alrededor de 16000, dependiendo del punto final de destilación del VGO y de la fuente de crudo usado para generar el VGO de destilación directa. El índice de PCI incrementado de la fracción de gasóleo de vacío procesado en la línea 362 puede incrementar la dificultad para mejorar a diésel y otros destilados medios usando hidrottratadores/hidrocraqueadores de lecho fijo convencionales. Los diseños de hidrottratadores/hidrocraqueadores de lecho fijo para alimentaciones de alto PCI pueden requerir por lo menos uno de lo siguiente: cambios frecuentes de catalizador, es decir, muy cortos tiempos en la corriente del orden de 12 meses o menos; presiones parciales de hidrógeno extremadamente altas, tales como de alrededor de 25 a alrededor de 40% más altas que para los hidrottratadores/hidrocraqueadores de lecho fijo del VGO de destilación directa; o cargas de catalizador prohibitivamente caras de alrededor de 100 a alrededor de 200% mayores para los hidrottratadores/hidrocraqueadores de lecho fijo del VGO de destilación directa. Si la fracción de gasóleo de vacío procesado en la línea 362 se alimenta a un hidrottratador/hidrocraqueador de lecho fijo para máxima producción de diésel en lugar del procesado en una unidad de craqueo catalítico de fluido (FCC), se puede esperar un incremento de alrededor de 20 a alrededor de 25% en el rendimiento de diésel. En otras palabras, la alimentación de 265 m³/h (40000 BPSD) de residuo de vacío virgen para el procedimiento en la Figura 1 y la inclusión de un hidrottratador/hidrocraqueador fijo para procesar la fracción de gasóleo de vacío procesado puede dar lugar a un incremento de 185 m³/h (28000 BPSD) de diésel.

En comparación, el procedimiento según la Figura 3 puede tener alrededor de 265 m³/h (40000 BPSD) de residuos de vacío vírgenes alimentados al procedimiento 70 de producto de baja calidad aguas arriba. La torre 12 de separación puede ser un separador por vapor de agua que funciona a una relación de vapor de agua/petróleo de alrededor de 0.03 kg/kg y una presión de alrededor de 2 bar. El SDA 32 se puede hacer funcionar para conseguir una elevación de % de Ivól de 86%. La fracción de asfaltenos de la unidad 32 de SDA, vía la línea 20 de flujo, se puede gasificar para producir gas de síntesis, se puede quemar en una caldera de lecho fluido para generar vapor de agua, o se puede alimentar a un coquizador retardado. La unidad 22 de hidrocraqueo de residuos de vacío desasfaltados se puede hacer funcionar para conseguir alrededor del 85% de conversión. Los caudales totales posibles y propiedades para las corrientes principal, intermedia y de producto se resumen en la Tabla 2 a continuación:

Tabla 2

Corriente	16	58	16+58 combinadas	26	20
m ³ /h (BPSD)	159 (24000)	40 (6000)	199 (30000)	172 (26007)	26 (3993)
Gravedad API	8.3	14.75	9.56	12.63	-7.29
Gravedad específica	1.012	0.967	1.002	0.9817	1.139
Azufre, % en peso	1.29	0.28	1.075	0.87	2.26
Nitrógeno, % en peso	0.61	0.39	0.562	0.42	1.38
CCR, % en peso	17.3	12.7	115.2	8.2	54.5
Ni+V, ppm en peso	119	10	98	18.2	541

El gasóleo de vacío producido a partir de la alimentación de residuos de vacío parcialmente convertidos según el procedimiento de la Figura 3 tiene un PCI mucho más bajo para el gasóleo de vacío según el procedimiento de la Figura 1 como se muestra en la Tabla 3 a continuación:

Tabla 3

Corriente	362 (Fig. 1)	15, 26 y 56 (Fig. 3)
Gravedad API	18.3	18.5
Gravedad específica	0.9463	0.9433
Azufre, % en peso	0.515	0.49
Nitrógeno, % en peso	0.34	0.32
CCR, % en peso	0.56	0.4
Ni+V, ppm en peso	9000	3000

5

Como se muestra anteriormente el gasóleo de vacío producido a partir de residuos de vacío parcialmente convertidos según el procedimiento de la Fig. 3 se puede procesar en la unidad 14 de reacción de hidroprocesado de destilado a presión parcial de hidrógeno, velocidades espaciales y tiempos de catalizador en la corriente convencionales. El procedimiento según las realizaciones de la Fig. 1, en comparación con realizaciones de la figura 4, puede proporcionar uno o más de lo siguiente: tasas de producción de diésel mejoradas de alrededor de 185 a alrededor de 221 m³/h (de alrededor de 28000 a alrededor de 33400 BPSD), un incremento relativo del 19,3%; la mejora de la duración del ciclo del catalizador de los hidrotratadores/hidrocraqueadores 14 de lecho fijo en de alrededor de 12 a alrededor de 24 meses; la reducción de las presiones parciales de hidrógeno de los hidrotratadores/hidrocraqueadores 14 de lecho fijo en alrededor del 25%; y la reducción del PCI del gasóleo de vacío en alrededor del 66.7%.

10

15

Como se describe anteriormente, las realizaciones descritas aquí proporcionan la conversión eficiente de hidrocarburos pesados a hidrocarburos más ligeros vía un procedimiento integrado de hidrocrqueo y desasfaltado con disolvente. Más específicamente, las realizaciones descritas aquí proporcionan un medio eficiente y efectivo para la mejora de especies difíciles de convertir en materias primas derivadas de otros procedimientos de conversión parcial. Ventajosamente, la materia prima de residuos de vacío parcialmente convertidos se puede procesar por separado de una alimentación de residuos de vacío de tipo virgen, tratando por ello los problemas que pueden surgir con las alimentaciones que tienen diferentes composiciones. Se puede proporcionar flexibilidad al procedimiento manejando los residuos de vacío vírgenes y el residuo de vacío parcialmente convertido en diferentes trenes.

20

Se puede encontrar flexibilidad ajustando las condiciones de funcionamiento para la alimentación específica. El dimensionado de las unidades del procedimiento también se puede reducir teniendo las alimentaciones en diferentes trenes. Las especies difíciles de procesar se pueden manejar sin grandes volúmenes de reciclado.

25

En un aspecto, los procedimientos según las realizaciones descritas aquí pueden ser útiles para conseguir una alta conversión de alimentación total en un procedimiento de hidrocrqueo, tal como una conversión de residuos de vacío total mayor de 87%, 92%, 95% o 97%.

30

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para mejorar residuos de vacío que tienen un punto de ebullición mayor de 510 °C (900 °F), comprendiendo el procedimiento:
- 5 separar los residuos de vacío utilizando un medio de separación no reactivo para generar un primer destilado y un primer residuo;
- desasfaltar con disolvente el primer residuo para generar un petróleo desasfaltado y una fracción de asfaltenos;
- fraccionar al vacío el petróleo desasfaltado para recuperar un destilado de gasóleo desasfaltado y un residuo desasfaltado pesado;
- 10 poner en contacto el primer destilado y el destilado de gasóleo desasfaltado e hidrógeno en presencia de un primer catalizador de hidroprocesado para producir un primer efluente de hidroprocesado;
- poner en contacto el residuo desasfaltado pesado e hidrógeno en presencia de un segundo catalizador de hidroconversión para producir un segundo efluente de hidroprocesado; y
- fraccionar el segundo efluente de hidroprocesado para recuperar residuos atmosféricos hidrocraqueados y un destilado atmosférico hidrocraqueado.
- 15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los residuos de vacío comprenden un efluente de un procedimiento (70) de conversión aguas arriba.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además desasfaltar con disolvente los residuos atmosféricos hidrocraqueados con el primer residuo.
- 20 4. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además separar los residuos de vacío en un líquido de residuos de vacío y un vapor de residuos de vacío.
5. El procedimiento de la reivindicación 4, que comprende además poner en contacto el vapor de residuos de vacío en presencia del primer catalizador de hidroconversión en condiciones de temperatura y presión para producir el primer efluente de hidroprocesado.
- 25 6. El procedimiento de la reivindicación 4, que comprende además combinar el vapor de residuos de vacío con el destilado de gasóleo desasfaltado.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que poner en contacto el primer destilado y el destilado de gasóleo desasfaltado e hidrógeno en presencia de un primer catalizador de hidroprocesado comprende además poner en contacto el destilado atmosférico hidrocraqueado con el primer catalizador de hidroconversión.
- 30 8. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que poner en contacto el primer destilado y el destilado de gasóleo desasfaltado e hidrógeno en presencia de un primer catalizador de hidroprocesado comprende además poner en contacto el destilado atmosférico hidrocraqueado, el destilado de gasóleo desasfaltado, y el vapor de residuos de vacío parcialmente convertidos, o combinaciones de los mismos, con el primer catalizador de hidroconversión.
- 35 9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el contacto de la corriente de residuo desasfaltado pesado e hidrógeno en presencia de un segundo catalizador de hidroconversión se realiza en condiciones de una temperatura en el intervalo de alrededor de 360 a alrededor de 480 °C; una presión en el intervalo de alrededor de 7 a alrededor de 23 MPa (de alrededor de 70 a alrededor de 230 bar); una velocidad espacial horaria del líquido de alrededor de 0.1 a alrededor de 3.0 hr⁻¹ y una relación de hidrógeno a petróleo de alrededor de 890 a alrededor de 3560 nm³/m³ (de alrededor de 5000 a alrededor de 20000 scf/bbl).
- 40 10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el contacto del primer destilado y el destilado de gasóleo desasfaltado e hidrógeno en presencia de un primer catalizador de hidroconversión se realiza en condiciones de una temperatura en el intervalo de alrededor de 360 a alrededor de 480 °C; una presión en el intervalo de alrededor de 7 a alrededor de 23 MPa (de alrededor de 70 a alrededor de 230 bar); una velocidad espacial horaria del líquido de alrededor de 0.1 a alrededor de 3.0 hr⁻¹ y una relación de hidrógeno a petróleo de alrededor de 890 a alrededor de 3560 nm³/m³ (de alrededor de 5000 a alrededor de 20000 scf/bbl).
- 45 11. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además gasificar la fracción de asfaltenos para generar gas de síntesis.
12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que el gas de síntesis comprende hidrógeno para poner en contacto el destilado de gasóleo desasfaltado y la corriente de residuo desasfaltado pesado.
- 50 13. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el procedimiento de conversión aguas arriba comprende una unidad de hidrocraqueo, una unidad de coquización de residuos de vacío, una unidad de hidrotermólisis, una unidad

- de hidropirólisis, una unidad de pirólisis, una unidad de destilación en retorta de esquistos bituminosos, una unidad de pirólisis de biomasa, una unidad de hidropirólisis de biomasa, una unidad de hidrotermólisis de biomasa, una unidad de extracción de arenas bituminosas, un procedimiento de drenaje por gravedad asistido por vapor de agua, un procedimiento de inyección de aire de punta a punta, un procedimiento de extracción de petróleo in situ, o una combinación de los mismos.
- 5
14. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el primer catalizador de hidroconversión está dentro de un lecho fijo y el segundo catalizador de hidroconversión está dentro de un reactor de lecho en ebullición.
15. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el primer catalizador de hidroconversión está dentro de un lecho fijo y el segundo catalizador de hidroconversión está dentro de un reactor de suspensión.
- 10
16. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el medio de separación no reactivo es hidrógeno, nitrógeno, gas combustible o vapor de agua.
17. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que desasfaltar con disolventes comprende además desasfaltar con disolventes los residuos atmosféricos hidrocraqueados.
- 15
18. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que separar comprende además separar los residuos atmosféricos hidrocraqueados.
19. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que:
- la separación se realiza con una torre (12) de separación;
- el desasfaltado se realiza con una unidad (32) de desasfaltado con disolvente;
- el desasfaltado se realiza con una unidad (60) de fraccionamiento al vacío;
- 20
- el contacto del primer destilado y el destilado de gasóleo desasfaltado e hidrógeno en presencia de un primer catalizador de hidroprocesado se realiza en un sistema (14) de reactor de hidroconversión de lecho fijo;
- el contacto del residuo desasfaltado pesado e hidrógeno en presencia de un segundo catalizador de hidroconversión se realiza en un reactor (22) de hidroconversión de lecho en ebullición; y
- la separación se realiza con una unidad (40) de separador de alta temperatura y alta presión.
- 25
20. El procedimiento de la reivindicación 19, en el que el fraccionamiento del segundo efluente de hidroprocesado comprende alimentar el segundo efluente de hidroprocesado a una unidad (40) de separación de alta temperatura para obtener una corriente de vapor separado y una corriente de líquido separado; y alimentar la corriente de líquido separado a la unidad (54) de fraccionamiento atmosférico.
- 30
21. Un sistema para mejorar hidrocarburos de residuo que tienen un punto de ebullición inicial mayor de 510 °C (900 °F), comprendiendo el sistema:
- una torre (12) de separación para separar una corriente de hidrocarburo de residuo que tiene un punto de ebullición inicial mayor de 510 °C (900 °F) en una primera corriente de destilado y una primera corriente de residuo;
- 35
- una unidad (32) de desasfaltado con disolvente para recuperar una corriente de petróleo desasfaltado y una corriente de asfaltenos de la primera corriente de residuo;
- una unidad (60) de fraccionamiento a vacío para fraccionar la corriente de petróleo desasfaltado para recuperar una corriente de gasóleo desasfaltado y una corriente de residuo desasfaltado pesado;
- un sistema (22) de reactor de hidroconversión de lecho en ebullición para poner en contacto la corriente de residuo desasfaltado pesado e hidrógeno con un primer catalizador de hidroconversión para producir un primer efluente;
- 40
- una unidad (28) de separación para fraccionar el primer efluente para recuperar una corriente de destilado atmosférico hidrocarbonado y una corriente de residuo atmosférico hidrocarbonado;
- un sistema (14) de reactor de hidroconversión de lecho fijo para poner en contacto por lo menos una de la primera corriente de destilado, la corriente de gasóleo desasfaltado y la corriente de destilado atmosférico hidrocarbonado para producir un segundo efluente.
- 45
22. El sistema de la reivindicación 21, que comprende además un sistema de gasificación para convertir la corriente de asfaltenos en un gas de síntesis.
23. El sistema de la reivindicación 21, que comprende además una unidad (70) de conversión de mejora parcial para convertir una corriente de residuo virgen en la corriente de residuo que tiene un punto de ebullición inicial mayor de

510 °C (900 °F).

- 5 24. El sistema de la reivindicación 23, en el que la unidad de conversión de mejora parcial se selecciona del grupo que consiste en una unidad de hidro craqueo, una unidad de coquización de residuos de vacío, una unidad de hidrotermólisis, una unidad de hidropirólisis, una unidad de pirólisis, una unidad de destilación en retorta de esquistos bituminosos, una unidad de pirolisis de biomasa, una unidad de hidropirólisis de biomasa, una unidad de hidrotermólisis de biomasa, una unidad de extracción de arenas bituminosas, un procedimiento de drenaje por gravedad ayudado por vapor de agua, un procedimiento de inyección de aire de punta a punta, un procedimiento de extracción de petróleo in situ, o una combinación de los mismos.
- 10 25. El sistema de la reivindicación 24, en el que la unidad de hidro craqueo comprende una unidad de hidro craqueo de lecho en ebullición, de lecho fijo o de lecho móvil.
26. El sistema de la reivindicación 21, que comprende además un separador (80) de alta presión/alta temperatura aguas arriba de la torre (12) de separación para producir la corriente hidrocarbonada de residuo.
27. El sistema de la reivindicación 26, en el que una fracción de vapor del separador (80) de alta presión/alta temperatura se alimenta al sistema (14) de reactor de hidroconversión de lecho fijo.
- 15 28. El sistema de la reivindicación 21, en el que la unidad (28) de separación se selecciona del grupo que consiste en una unidad (40) de separador de alta temperatura y alta presión, una unidad (54) de fraccionamiento atmosférico o una combinación de las mismas.
- 20 29. El sistema de la reivindicación 28, en el que la unidad (28) de separación comprende el separador (40) de alta presión/alta temperatura aguas arriba de la unidad (54) de fraccionamiento atmosférico para recuperar una fracción de vapor y una fracción de líquido del primer efluente del sistema (22) de reactor de hidroconversión de lecho en ebullición.
30. El sistema de la reivindicación 29, en el que la fracción de vapor del separador (40) de alta presión/alta temperatura se alimenta al sistema (14) de reactor de hidroconversión de lecho fijo.
- 25 31. El sistema de la reivindicación 29, en el que la fracción de líquido del separador (40) de alta presión/alta temperatura se alimenta a la unidad (54) de fraccionamiento atmosférico.
32. El sistema de la reivindicación 21, en el que la corriente de residuos atmosféricos hidrocarbonados de la unidad (40) de separación se alimenta a la unidad (32) de desasfaltado con disolvente.
33. El sistema de la reivindicación 21, en el que la corriente de residuos atmosféricos hidrocarbonados de la unidad (40) de separación se alimenta a la torre (12) de separación.

30

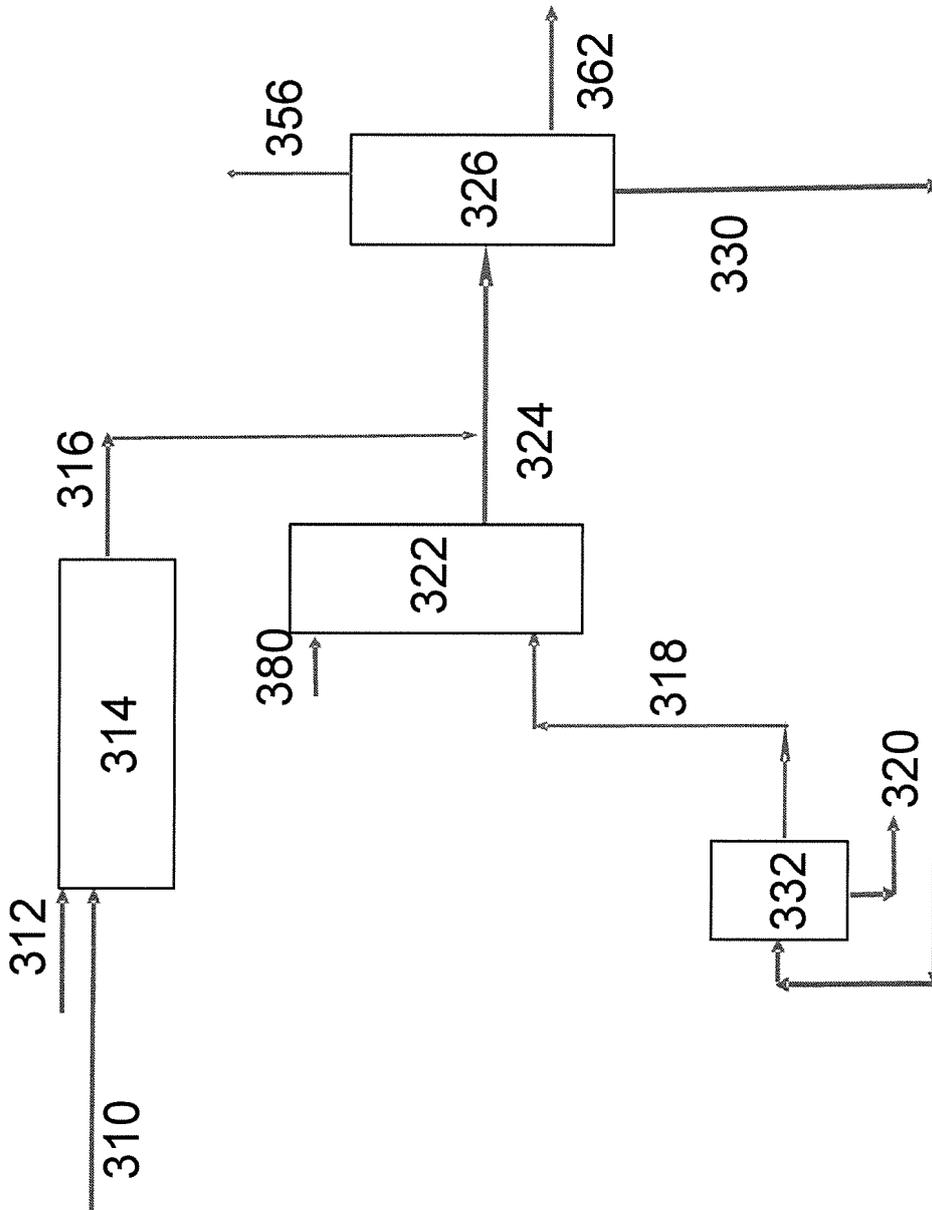


Figura 1 (Técnica anterior)

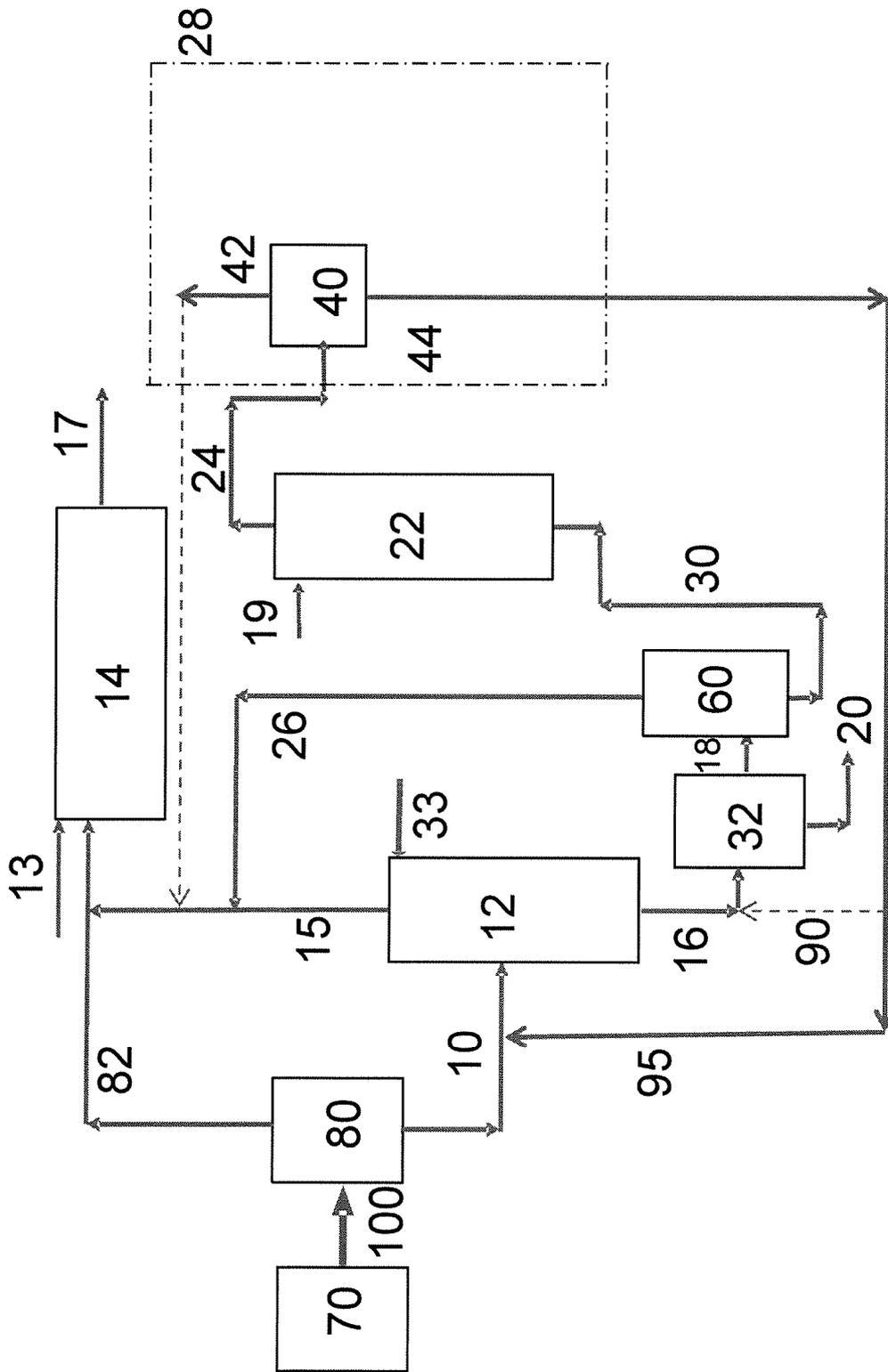


Figura 2

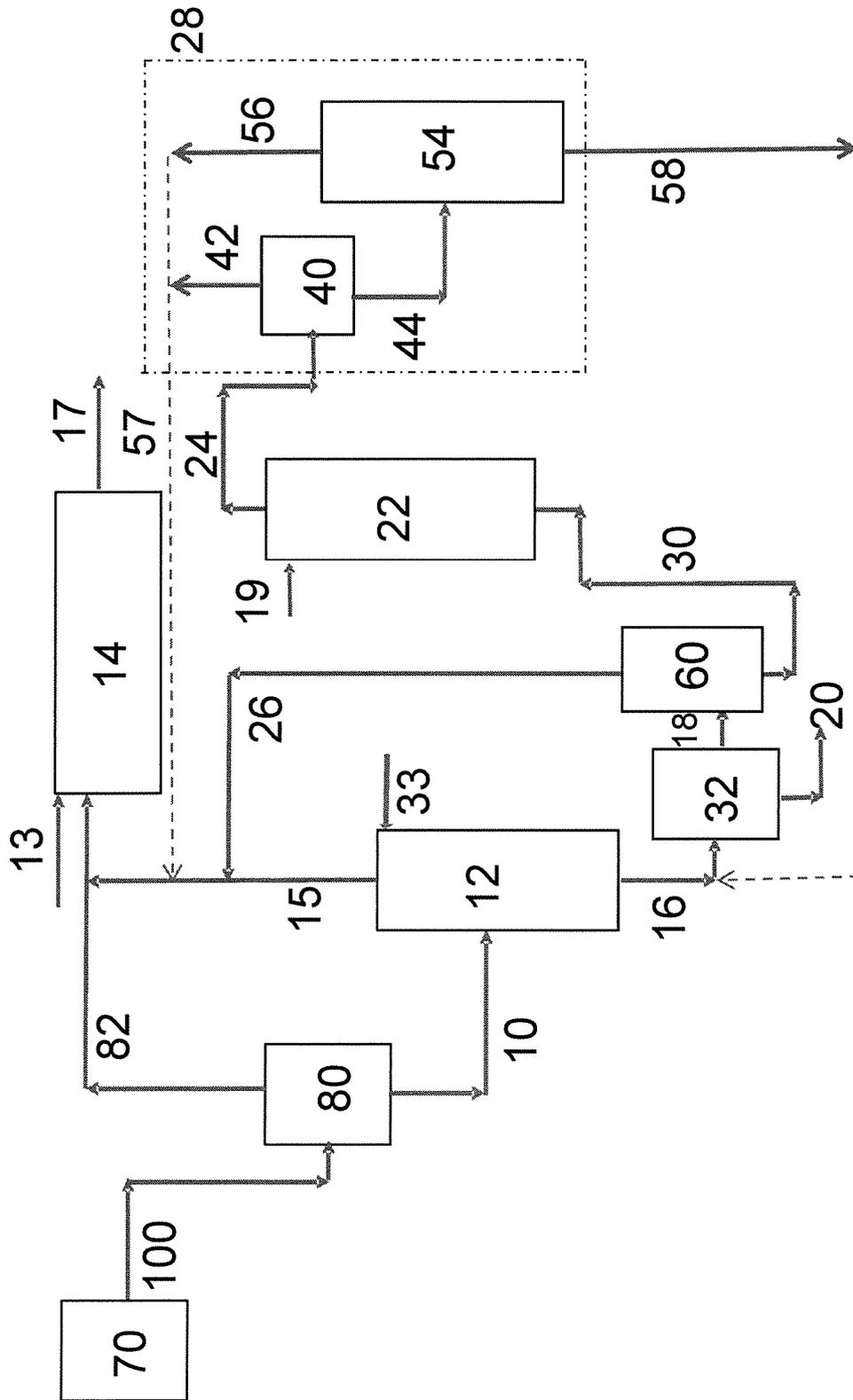


Figura 3

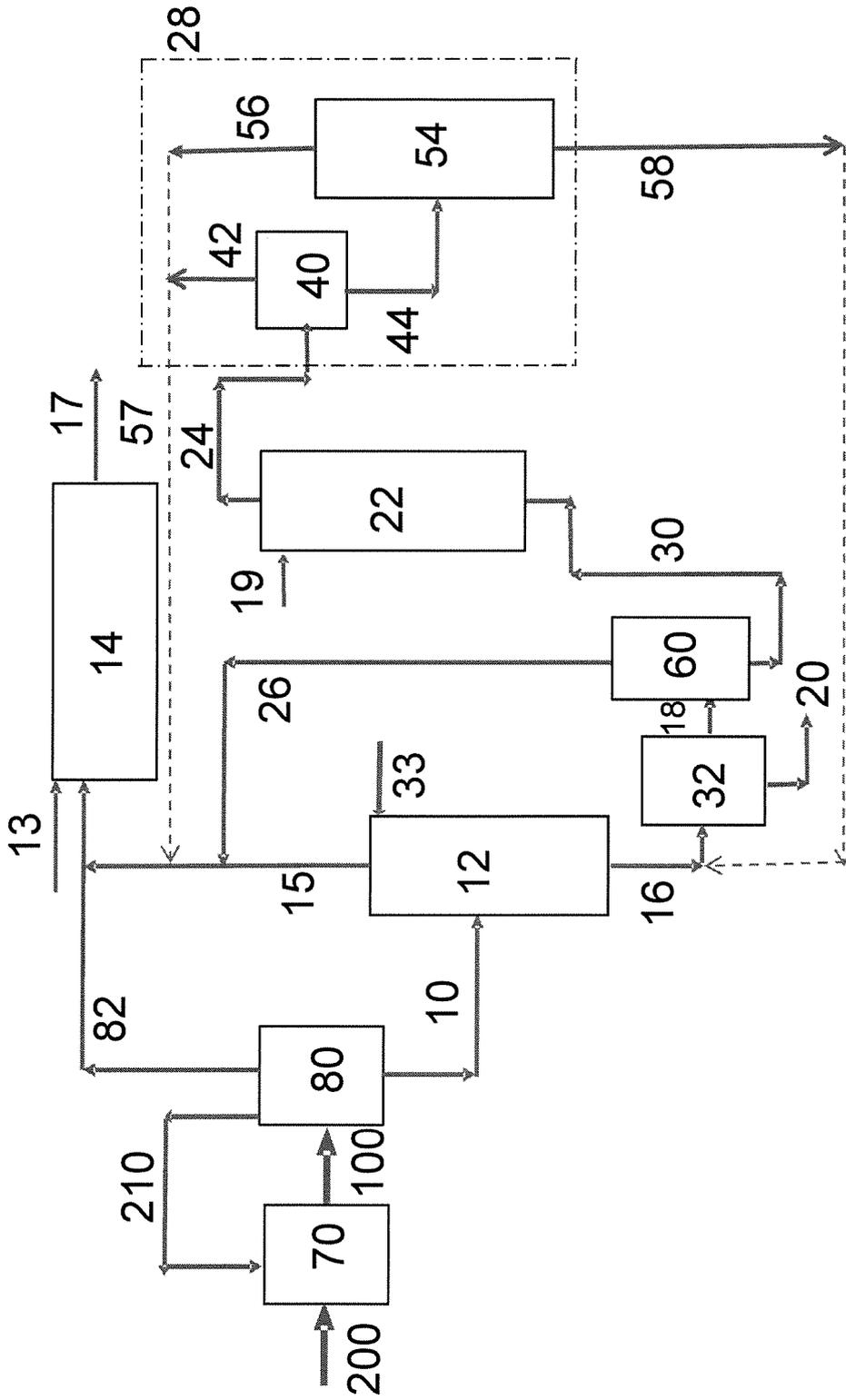


Figura 4