

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 078**

51 Int. Cl.:

C10G 21/14	(2006.01)	C10G 45/20	(2006.01)
C10G 21/00	(2006.01)	C10G 45/08	(2006.01)
C10G 47/30	(2006.01)		
C10G 47/02	(2006.01)		
C10G 49/04	(2006.01)		
C10G 49/16	(2006.01)		
C10G 53/06	(2006.01)		
C10G 67/04	(2006.01)		
C10G 67/14	(2006.01)		
C10G 47/00	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.11.2014 PCT/EP2014/075859**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **11.06.2015 WO15082314**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2014 E 14802928 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 3077483**

54 Título: **Procedimiento de conversión de una carga hidrocarbonada pesada que integra un desasfaltado selectivo en cascada con reciclado de un corte desasfaltado**

30 Prioridad:

03.12.2013 FR 1362030

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

01.10.2018

73 Titular/es:

**IFP ENERGIES NOUVELLES (100.0%)
1 & 4 avenue de Bois-Préau
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**MAJCHER, JEROME;
MEDRIGNAC, ISABELLE y
FEUGNET, FREDERIC**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 684 078 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 de conversión de una carga hidrocarbonada pesada que integra un desasfaltado selectivo en cascada con reciclado de un corte desasfaltado

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un nuevo procedimiento de conversión de una carga pesada de hidrocarburos, en particular como resultado de la destilación atmosférica o de la destilación al vacío de petróleo crudo.

10 Se sabe que los desempeños de los procedimientos de recuperación y conversión se encuentran generalmente con limitaciones que se relacionan principalmente con la presencia de las estructuras moleculares referidas como refractarias. De hecho, estas estructuras moleculares (heteroelementos, moléculas poliaromáticas y moléculas polares presentes en resinas y asfaltenos) son responsables de la formación de sedimentos que provocan un taponado de los equipos corriente abajo de las unidades de hidroconversión de cargas pesadas y como consecuencia frecuentes paradas durante el funcionamiento de estos equipos. Además, a fin de reducir la frecuencia de las paradas durante el funcionamiento, las unidades de hidroconversión de cargas pesadas se implementan a menudo en condiciones operativas más suaves, limitando en consecuencia la tasa de conversión.

20 Uno de los objetivos de la presente invención es, por lo tanto, aumentar el nivel de conversión de la carga recuperable.

Otro objetivo de la invención es minimizar la formación de tales sedimentos en los equipos corriente abajo de las unidades de hidroconversión.

25 Una de las soluciones conocidas en el estado de la técnica es lograr un enlace con una unidad de desasfaltado (denominada a continuación en el texto SDA clásico o convencional) y una unidad de hidroconversión.

30 El principio de desasfaltado se basa en una separación por precipitación de un residuo de petróleo en dos fases: i) una fase referida como "aceite desasfaltado", también denominada "matriz de aceite" o "fase de aceite" o DAO (*De-Asphalted Oil* según la terminología anglosajona; aceite desasfaltado); y ii) una fase referida como "asfalto" o a veces "*pitch*" (según la terminología anglosajona) (brea) que contiene entre otros las estructuras moleculares refractarias. El asfalto, debido a su baja calidad, es un producto penalizador para los esquemas de refinado, que debe minimizarse.

35 Las solicitudes de patente US 2012/0061292 A1 y US 2012/0061293 A1 describen un enlace de procedimientos en lecho burbujeante y de desasfaltado clásico con el reciclado del aceite desasfaltado DAO corriente arriba del lecho burbujeante.

40 El documento US4940529 desvela un procedimiento de desasfaltado en varias etapas de un residuo hidrotratado obtenido por destilación al vacío, para obtener DAO, resinas desasfaltadas y asfaltenos.

45 Estas solicitudes de patente describen un desasfaltado clásico que, en principio, tiene limitaciones, en particular una limitación del rendimiento de aceite desasfaltado DAO que aumenta con el peso molecular del disolvente (hasta el disolvente C6/C7) y luego se estabiliza en un umbral propio para cada carga y cada disolvente. Además, este desasfaltado clásico tiene una selectividad muy baja, provoca la extracción, a la fracción de asfalto, estructuras moleculares aún recuperables.

50 El solicitante en sus investigaciones ha desarrollado un nuevo procedimiento de conversión de una carga pesada de hidrocarburos que permite superar los inconvenientes mencionados por integración de al menos dos etapas de desasfaltado en serie que permiten separar al menos una fracción de asfalto, al menos una fracción de aceite desasfaltado pesado, referido como DAO pesado y al menos una fracción de aceite desasfaltado ligero, referido como DAO ligero. Se ha descubierto que la implementación del procedimiento según la invención permitiría producir un aceite desasfaltado, DAO pesado que presenta un carácter aromático (es decir, que comprende estructuras aromáticas) más pronunciado que en el caso de un desasfaltado clásico y que el reciclado de dicho aceite desasfaltado pesado corriente arriba de la etapa de hidroconversión permitiría una mejor estabilización del medio tratado en lecho burbujeante por la solubilización y/o la peptización y/o la dispersión de estructuras moleculares propicias para la formación de sedimentos y así lograr niveles de conversión globales de la carga inicial más elevados.

60 Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento de conversión de una carga pesada de hidrocarburos que tiene una temperatura inicial de ebullición de al menos 300 °C que comprende las siguientes etapas:

65

- 5 a) una etapa de hidroconversión de al menos una parte de dicha carga en presencia de hidrógeno en al menos un reactor trifásico, dicho reactor contiene al menos un catalizador de hidroconversión y funciona en lecho burbujeante, con corriente ascendente de líquido y gas y consta de al menos un medio de retirada de dicho catalizador fuera de dicho reactor y al menos un medio de suministro de catalizador reciente en dicho reactor, en condiciones que permitan obtener una carga líquida con un contenido reducido de carbón Conradson, metales, azufre y nitrógeno,
- 10 b) una etapa de separación del efluente resultante de la etapa a) para obtener una fracción líquida ligera que hierve a una temperatura inferior a 300 °C y una fracción líquida pesada que hierve a una temperatura superior a 300 °C,
- 15 c) al menos dos etapas de desasfaltado en serie en al menos una parte de la fracción líquida pesada resultante de la etapa b), que permite separar al menos una fracción de asfalto, al menos una fracción de aceite desasfaltado pesado, referido como DAO pesado y al menos una fracción de aceite desasfaltado ligero, referido como DAO ligero, al menos una de dichas etapas de desasfaltado se llevó a cabo por medio de una mezcla de al menos un disolvente polar y al menos un disolvente apolar, las proporciones de dicho disolvente polar y dicho disolvente apolar de la mezcla de disolventes se ajustan según las propiedades de la carga tratada y según el rendimiento de asfalto y/o la calidad de aceite(s) desasfaltado(s) deseado(s), siendo dichas etapas de desasfaltado implementadas en las condiciones subcríticas de la mezcla de disolventes usada,
- 20 d) una etapa de reciclado de al menos una parte de dicho corte de aceite desasfaltado, DAO pesado resultante de la etapa c) corriente arriba de la etapa a) de hidroconversión.

25 En una variante del procedimiento, la etapa c) se implementa en al menos una parte de la fracción líquida pesada que hierve a una temperatura superior a 300 °C previamente sometida a una etapa de destilación por arrastre de vapor y/o de hidrógeno o a una etapa de fraccionamiento al vacío.

30 Ventajosamente según la invención, la etapa a) de hidroconversión se realiza a una presión absoluta comprendida entre 2 y 35 MPa, a una temperatura comprendida entre 300 y 550 °C, a una velocidad espacial horaria (VEH) comprendida entre 0,1 h⁻¹ y 10 h⁻¹ y bajo una cantidad de hidrógeno mezclada con la carga comprendida entre 50 y 5.000 metros cúbicos normales (Nm³) por metro cúbico (m³) de carga líquida.

35 Ventajosamente según la invención, el catalizador de hidroconversión de la etapa a) es un catalizador que comprende un soporte de alúmina y al menos un metal del grupo VIII seleccionado entre níquel y cobalto, usándose dicho elemento del grupo VIII en asociación con al menos un metal del grupo VIB seleccionado entre molibdeno y tungsteno.

40 Ventajosamente según la invención, el disolvente polar usado en la etapa c) de desasfaltado se selecciona entre disolventes aromáticos puros o nafteno-aromáticos, los disolventes polares constan de heteroelementos, o su mezcla o cortes ricos en aromáticos tales como cortes resultantes de FCC (*Fluid Catalytic Cracking*; Craqueo Catalítico Fluidizado), cortes derivados de carbón, biomasa o mezcla de biomasa/carbón.

45 Ventajosamente según la invención, el disolvente apolar usado en la etapa c) de desasfaltado comprende un disolvente compuesto de hidrocarburo saturado que comprende un número de átomos de carbono superior o igual a 2, preferentemente comprendido entre 2 y 9.

Ventajosamente según la invención, la etapa c) se implementa con una relación de volumen de la mezcla de disolventes polar y apolar a la masa de la carga comprendida entre 1/1 y 10/1 expresada en litros por kilogramos.

50 Ventajosamente según la invención, se envía al menos una parte del corte de aceite desasfaltado DAO pesado no reciclado corriente arriba de la etapa a) de hidroconversión y/o a la entrada de la etapa b) de separación, preferentemente mezclada con al menos una parte de la fracción líquida ligera resultante de la etapa b) y/o al menos una parte de aceite desasfaltado DAO ligero resultante de la etapa c) en unidades de post-tratamiento.

55 Ventajosamente según la invención, la carga es petróleo crudo o una carga resultante de la destilación atmosférica o de la destilación al vacío de petróleo crudo, o una fracción residual resultante de la licuefacción directa de carbón o un destilado al vacío o una fracción residual resultante de la licuefacción directa de la biomasa lignocelulósica sola o mezclada con carbón y/o una fracción de petróleo residual.

60 El procedimiento según la invención presenta la ventaja de producir un efecto estabilizante mejorado en la etapa de hidroconversión gracias a la implementación de una etapa de desasfaltado en al menos dos etapas y, por lo tanto, al aislamiento y reciclado de un corte estabilizante (DAO pesado) más concentrado en especies aromáticas (resinas).

65 Un efecto estabilizante aumentado permite endurecer las condiciones operativas y, por tanto, mejorar la conversión en la etapa de hidroconversión, siendo el factor limitante de la conversión la sedimentación corriente abajo de las unidades de hidroconversión.

Descripción de las figuras

La figura 1 ilustra el esquema global del conjunto de etapas del procedimiento según la invención.

- 5 La figura 2 ilustra una parte del esquema global descrito en la figura 1, en particular un primer modo de realización del desasfaltado selectivo en dos etapas.

La figura 2 ilustra un modo particular de la figura 2 que implementa una fuente única de disolventes.

10 Descripción detallada de la invención

La carga

- 15 La carga pesada de hidrocarburos según el procedimiento de la invención es ventajosamente una carga pesada resultante de la destilación atmosférica o de la destilación al vacío de petróleo crudo, que presenta normalmente temperaturas de ebullición de al menos 300 °C, preferentemente superior a 450 °C, y que contiene impurezas, especialmente azufre, nitrógeno y metales. La carga puede ser petróleo crudo.

- 20 La carga según el procedimiento de la invención puede tener un origen petrolífero de tipo residuo atmosférico o residuo al vacío resultante de crudo referido como convencional (grado API > 20°), pesado (grado API comprendido entre 10 y 20°) o extrapesado (grado API <10°).

- La carga puede provenir de un origen geográfico y geoquímico (tipo I, II, III o I II) diferentes, con un grado de madurez y biodegradación también diferentes.

- 25 Dicha carga también puede ser una fracción residual resultante de la licuefacción directa de carbón (residuo atmosférico o residuo al vacío resultante por ejemplo del procedimiento H-Coal™) o un destilado al vacío H-Coal™ o una fracción residual resultante de la licuefacción directa de la biomasa lignocelulósica sola o mezclada con carbón y/o una fracción de petróleo residual. Este tipo de carga es generalmente rica en impurezas con tasas de metales superiores a 20 ppm, preferentemente superiores a 100 ppm. El contenido de azufre es superior a 0,5 %, preferentemente superior a 1 %, y preferentemente superior a 2 % en peso. La tasa de asfaltenos C7 es ventajosamente superior a 1 %, preferentemente la tasa de asfaltenos C7 se comprende entre 1 y 40 % y de manera más preferentemente entre 2 y 30 % en peso. Los asfaltenos C7 son compuestos conocidos por inhibir la conversión de cortes residuales, tanto por su capacidad para formar residuos hidrocarbonados pesados, comúnmente denominados coque, como por su tendencia a producir sedimentos que limitan severamente la operatividad de las unidades de hidrot ratamiento e hidroconversión. El contenido de carbón Conradson es superior al 5 % o incluso al 35 % en peso. El contenido de carbón Conradson está definido por la norma ASTM D 482 y representa para el experto en la materia una evaluación bien conocida de la cantidad de residuos de carbono producido después de una combustión en condiciones normalizadas de temperatura y presión.

40 Etap a) de hidroconversión de la carga

- 45 De acuerdo con la etapa a) del procedimiento según la invención, la carga se somete a una etapa a) de hidroconversión en presencia de hidrógeno en al menos un reactor trifásico, dicho reactor contiene al menos un catalizador de hidroconversión y funciona en lecho burbujeante, con corriente ascendente de líquido y gas y que consta de al menos un medio de retirada de dicho catalizador fuera de dicho reactor y al menos un medio de suministro de catalizador reciente en dicho reactor, en condiciones que permiten obtener una carga líquida con un contenido reducido de carbón Conradson, metales, azufre y nitrógeno.

- 50 De acuerdo al procedimiento según la invención, al menos una parte del corte de aceite desasfaltado DAO pesado resultante de la etapa c) se recicla corriente arriba de la etapa a) de hidroconversión, mezclada con dicha carga.

- 55 En el caso en que la carga tratada en el procedimiento según la invención es un petróleo crudo, la carga de petróleo crudo se envía directamente a dicha etapa a) de hidroconversión, preferentemente después de un simple descabezado de su fracción más ligera, cuyo punto final se comprende generalmente entre 50 y 250 °C, y de manera preferente entre 100 y 200 °C.

- 60 En el caso en que la carga tratada en el procedimiento según la invención es la fracción resultante de la destilación atmosférica de un petróleo crudo, es decir, una fracción denominada residuo atmosférico (RA), dicho procedimiento consta ventajosamente de una etapa de destilación atmosférica antes de la etapa a) de hidroconversión.

- 65 En el caso en que la carga tratada en el procedimiento según la invención es la fracción resultante de la destilación atmosférica y al vacío de un petróleo crudo, es decir, una fracción denominada residuo al vacío (RAV), dicho procedimiento consta ventajosamente de una etapa de destilación atmosférica seguido de una etapa de destilación al vacío antes de la etapa a) de hidroconversión.

La etapa a) de hidroconversión de la carga según la invención se efectúa generalmente en condiciones clásicas de hidroconversión en lecho burbujeante de una fracción hidrocarbonada líquida. Se lleva a cabo habitualmente a una presión absoluta comprendida entre 2 y 35 MPa, preferentemente entre 5 y 25 MPa, y de manera preferente entre 6 y 20 MPa, a una temperatura comprendida entre 300 y 550 °C y preferentemente comprendida entre 350 y 500 °C.

La velocidad espacial horaria (VEH) y la presión parcial de hidrógeno son factores importantes que se seleccionan en función de las características del producto a tratar y de la conversión deseada. Preferentemente, la VEH se comprende entre $0,1 \text{ h}^{-1}$ y 10 h^{-1} , y de manera preferente entre $0,15 \text{ h}^{-1}$ y 5 h^{-1} . La cantidad de hidrógeno mezclada con la carga se comprende preferentemente entre 50 y 5.000 metros cúbicos normales (Nm^3) por metro cúbico (m^3) de carga líquida y de manera preferente entre 100 y 2.000 Nm^3/m^3 , y de manera muy preferente entre 200 y 1.000 Nm^3/m^3 .

El catalizador de hidroconversión usado en la etapa a) del procedimiento según la invención es ventajosamente un catalizador granular con un tamaño del orden de 1 mm. El catalizador está más a menudo en forma de extruidos o bolitas. Normalmente, el catalizador comprende un soporte, cuya distribución porosa es adecuada para el tratamiento de la carga, preferentemente amorfa y de manera muy preferente de alúmina, siendo concebible también un soporte de sílice-alúmina en ciertos casos y al menos un metal del grupo VIII seleccionado entre níquel y cobalto y preferentemente níquel, dicho elemento del grupo VIII se usa preferentemente en asociación con al menos un metal del grupo VIB seleccionado entre molibdeno y tungsteno y preferentemente, el metal del grupo VIB es molibdeno.

Preferentemente, el catalizador de hidroconversión comprende níquel como elemento del grupo VIII y molibdeno como elemento del grupo VIB. El contenido de níquel se comprende ventajosamente entre 0,5 y 15 % expresado en peso de óxido de níquel (NiO) y preferentemente entre 1 y 10 % en peso y el contenido de molibdeno se comprende ventajosamente entre 1 y 40 % expresado en peso de trióxido de molibdeno (MoO_3), y preferentemente entre 4 y 20 % en peso. Dicho catalizador también puede contener ventajosamente fósforo, siendo el contenido de óxido de fósforo preferentemente inferior a 20 % en peso y preferentemente inferior a 10 % en peso.

Ventajosamente, se inyecta un precursor catalítico o con la carga de la unidad de hidroconversión que funciona en lecho burbujeante, o con un separador interetapas entre dos reactores, o a la entrada de uno de los otros reactores.

El catalizador de hidroconversión gastado puede de acuerdo con el procedimiento según la invención ser en parte reemplazado con un catalizador reciente por retirada, preferentemente en la parte inferior del reactor y por introducción, o en la parte superior o en la parte inferior del reactor, del catalizador reciente o regenerado o rejuvenecido, preferentemente a intervalos de tiempo regular y preferentemente por aspiración o de manera casi continua. La tasa de reemplazo del catalizador de hidroconversión gastado con el catalizador reciente se comprende ventajosamente entre 0,01 kilogramos y 10 kilogramos por metro cúbico de carga tratada, y preferentemente entre 0,3 kilogramos y 3 kilogramos por metro cúbico de carga tratada. Esta retirada y este reemplazo se efectúan por medio de dispositivos que permiten de manera ventajosa el funcionamiento continuo de esta etapa de hidroconversión.

También es ventajosamente posible enviar el catalizador gastado retirado del reactor a una zona de regeneración en la que se elimina el carbono y el azufre contenidos en el mismo y luego regresar este catalizador regenerado a la etapa a) de hidroconversión. También es ventajosamente posible enviar el catalizador gastado retirado del reactor a una zona de rejuvenecimiento en la que se elimina la mayor parte de los metales depositados, antes de enviar el catalizador gastado y rejuvenecido a una zona de regeneración en la que se elimina el carbono y el azufre contenidos en el mismo y acto seguido regresar este catalizador regenerado a la etapa a) de hidroconversión.

La etapa a) del procedimiento según la invención se implementa ventajosamente en las condiciones del procedimiento H-Oil™ como se describe, por ejemplo, en las patentes US-A-4.521.295 o US-A-4.495.060 o US-A-4.457.831 o US-A-4.354.852 o en el artículo Aiche, del 19 al 23 de marzo de 1995, HOUSTON, Texas, documento 46d, *Second generation ebullated bed technology*.

El catalizador de hidroconversión usado en la etapa a) de hidroconversión permite asegurar ventajosamente tanto la desmetalación como la desulfuración, en condiciones que permiten obtener una carga líquida con un contenido reducido de metales, carbón Conradson y azufre y que permiten obtener una alta conversión a productos ligeros, es decir, en particular a fracciones de combustibles gasolina y diésel.

La etapa a) se implementa ventajosamente en uno o más reactores trifásicos de hidroconversión, preferentemente uno o más reactores trifásicos de hidroconversión con tambores decantadores intermedios. Cada reactor consta ventajosamente de una bomba de recirculación que permite el mantenimiento del catalizador en lecho burbujeante por reciclado continuo de al menos una parte de una fracción líquida retirada ventajosamente del cabezal del reactor y se reinyecta en la parte inferior del reactor.

Etapa b) de separación del efluente resultante de la etapa a)

El efluente resultante de la etapa a) de hidroconversión se somete luego de acuerdo con la etapa b) del procedimiento según la invención, a una etapa de separación para obtener una fracción líquida ligera que hierve a una temperatura inferior a 300 °C, preferentemente inferior a 350 °C y de manera preferente, inferior a 375 °C y una fracción líquida pesada que hierve a una temperatura superior a 300 °C, preferentemente superior a 350 °C y de manera preferente, superior a 375 °C. Esta separación comprende cualquier medio de separación conocido por los expertos en la materia. Preferentemente, esta separación se lleva a cabo por uno o más depósitos separadores en serie, y de manera preferente por una cadena de depósitos separadores sucesivos.

En la etapa b) de separación, las condiciones se seleccionan de modo que el punto de corte sea de 300 °C, preferentemente 350 °C y de manera preferente 375 °C, con el fin de obtener dos fracciones líquidas, una fracción referida como ligera, y una fracción referida como pesada.

La fracción ligera obtenida directamente después de la etapa b) de separación se separa ventajosamente de los gases ligeros (H_2 , H_2S , NH_3 y C_1-C_4) para obtener la fracción líquida ligera que hierve a una temperatura inferior a 300 °C, por cualquier medio de separación conocido por los expertos en la materia, tal como, por ejemplo, por su paso en un depósito separador, con el fin de recuperar el hidrógeno gaseoso que se recicla ventajosamente tras la purificación en la etapa a) de hidroconversión. Dicha fracción líquida ligera, ventajosamente separada de dichos gases ligeros y que hierve a una temperatura inferior a 300 °C, preferentemente inferior a 350 °C y de manera preferente inferior a 375 °C, contiene los gases ligeros disueltos (C_5+), una fracción que hierve a una temperatura inferior a 150 °C correspondiente a naftas, una fracción que hierve entre 150 y 250 °C correspondiente a la fracción de queroseno y al menos una parte de la fracción de diésel que hierve entre 250 y 375 °C. Dicha fracción líquida ligera se envía ventajosamente a una etapa de separación, preferentemente a una columna de destilación para separar dichas fracciones de nafta, queroseno y diésel.

La fracción líquida pesada que hierve a una temperatura superior a 300 °C, preferentemente superior a 350 °C y de manera preferente superior a 375 °C, contiene al menos una parte de la fracción de diésel que hierve entre 250 y 375 °C, una fracción que hierve entre 375 y 520 °C o incluso a 540 °C referida como destilado al vacío y una fracción que hierve a una temperatura superior a 520 °C o incluso a 540 °C, referida como residuo al vacío no convertido. De este modo, la fracción líquida pesada comprende al menos una parte de los destilados medios y preferentemente al menos una parte de la fracción de diésel que hierve a una temperatura comprendida entre 250 y 375 °C.

En una variante del procedimiento según la invención, la fracción líquida pesada es ventajosamente sometida a una etapa de destilación por arrastre de vapor y/o de hidrógeno o a una etapa de fraccionamiento al vacío antes de enviarse a la etapa c) de desasfaltado según la invención. Esta etapa permite eliminar al menos parcialmente la fracción de destilado al vacío (9) o VGO (según la terminología anglosajona) contenida en la fracción líquida pesada. En el caso en que se realiza la etapa de fraccionamiento al vacío, ésta última se lleva a cabo preferentemente en una columna de destilación al vacío que permite separar una fracción líquida pesada que hierve a una temperatura superior a 400 °C.

Etapa c) de desasfaltado selectivo de la fracción líquida pesada resultante de la etapa b)

De acuerdo con el procedimiento según la invención, al menos una parte de la fracción líquida pesada que hierve a una temperatura superior a 300 °C, preferentemente superior a 350 °C y de manera preferente superior a 375 °C, o incluso superior a 400 °C resultante de la etapa b) se somete a al menos dos etapas de desasfaltado en serie que permiten separar al menos una fracción de asfalto, al menos una fracción de aceite desasfaltado pesado, referido como DAO pesado y al menos una fracción de aceite desasfaltado ligero, referido como DAO ligero, al menos una de dichas etapas de desasfaltado se lleva a cabo por medio de una mezcla de al menos un disolvente polar y al menos un disolvente apolar, implementando dichas etapas de desasfaltado bajo las condiciones subcríticas de mezcla de disolventes usada.

Las proporciones de dicho disolvente polar y dicho disolvente apolar de la mezcla de disolventes se ajustan según las propiedades de la carga tratada y según el rendimiento de asfalto y/o la calidad de DAO deseado(s).

En una variante, dicha etapa c) se implementa en al menos una parte de la fracción pesada previamente sometida a una etapa de destilación por arrastre de vapor y/o de hidrógeno o a una etapa de fraccionamiento al vacío.

A continuación en el texto y en lo anterior, la expresión "mezcla de disolventes según la invención" significa una mezcla de al menos un disolvente polar y al menos un disolvente apolar según la invención.

El desasfaltado selectivo implementado en la etapa c) permite ir más allá en el mantenimiento de la solubilización en la matriz de aceite de la totalidad o parte de las estructuras polares de resinas pesadas y asfaltenos que son los principales constituyentes de la fase de asfalto en el caso del desasfaltado clásico. La invención permite así seleccionar qué tipo de estructuras polares permanecen solubilizadas en la matriz de aceite. En consecuencia, el desasfaltado selectivo implementado en la invención permite extraer selectivamente solo la carga de una parte de

este asfalto, es decir, las estructuras más polares y las más refractarias en los procedimientos de conversión y de refinado. El procedimiento según la invención permite, gracias a las condiciones de desasfaltado específicas, una mayor flexibilidad en el tratamiento de las cargas en función de su naturaleza pero también en función de la calidad y/o el rendimiento de aceite desasfaltado DAO pesado y/o aceite desasfaltado DAO ligero deseados. Además, las condiciones de desasfaltado según la invención permiten superar las limitaciones del rendimiento de aceite desasfaltado DAO impuestas por el uso de disolventes parafínicos.

El asfalto extraído durante el desasfaltado según la invención corresponde al asfalto final compuesto esencialmente por estructuras moleculares poliaromáticas y/o heteroatómicas refractarias en la refinado. Esto da como resultado un rendimiento de aceite desasfaltado recuperable mejorado.

La etapa c) de desasfaltado selectivo se puede llevar a cabo en una columna de extracción o en un mezclador-depósito de decantación. Preferentemente, la mezcla de disolventes según la invención se introduce en una columna de extracción o un mezclador-depósito de decantación en dos niveles diferentes. Preferentemente, la mezcla de disolventes según la invención se introduce en una columna de extracción o en un mezclador-depósito de decantación, en un único nivel de introducción. Esta etapa se lleva a cabo mediante extracción líquido/líquido en al menos dos etapas de desasfaltado en serie.

Según la invención, la extracción líquido/líquido de las etapas de desasfaltado se implementa en condiciones subcríticas para dicha mezcla de disolventes, es decir, a una temperatura inferior a la temperatura crítica de la mezcla de disolventes. Cuando se usa solo un disolvente, preferentemente un disolvente apolar, la etapa de desasfaltado se implementa en condiciones subcríticas para dicho disolvente, es decir, a una temperatura inferior a la temperatura crítica de dicho disolvente. La temperatura de extracción se comprende ventajosamente entre 50 y 350 °C, preferentemente entre 90 y 320 °C, de manera más preferente entre 100 y 310 °C, incluso más preferentemente entre 120 y 310 °C, de manera aún más preferente entre 150 y 310 °C y la presión se comprende ventajosamente entre 0,1 y 6 MPa, preferentemente entre 2 y 6 MPa.

La relación de volumen de la mezcla de disolventes según la invención (volumen de disolvente polar + volumen de disolvente apolar) a la masa de carga se comprende generalmente entre 1/1 y 10/1, preferentemente entre 2/1 y 8/1 expresada en litros por kilogramos.

Ventajosamente, según el procedimiento de la invención, el punto de ebullición del disolvente polar de la mezcla de disolventes según la invención es superior al punto de ebullición del disolvente apolar.

El disolvente polar usado puede seleccionarse entre disolventes aromáticos puros o nafteno-aromáticos, los disolventes polares constan de heteroelementos o su mezcla. El disolvente aromático se selecciona ventajosamente entre hidrocarburos monoaromáticos, preferentemente benceno, tolueno o xilenos solos o mezclados; diaromáticos o poliaromáticos; hidrocarburos nafteno-hidrocarburos aromáticos tales como tetralina o indano; hidrocarburos aromáticos heteroatómicos (oxigenados, nitrogenados, sulfurados) o cualquier otra familia de compuestos que presenten un carácter más polar que los hidrocarburos saturados como por ejemplo dimetilsulfóxido (DMSO), dimetilformamida (DMF), tetrahidrofurano (THF). El disolvente polar usado en el procedimiento según la invención también puede ser un corte rico en aromáticos. Los cortes ricos en aromáticos según la invención pueden ser, por ejemplo, cortes resultantes de FCC (*Fluid Catalytic Cracking*; Craqueo Catalítico Fluidizado) tales como gasolina pesada o LCO (LCO (*light cycle oil*); aceite de ciclo ligero). Se citan asimismo cortes derivados de carbón, biomasa o mezcla de biomasa/carbón con posiblemente una carga de petróleo residual tras la conversión termoquímica con o sin hidrógeno, con o sin catalizador. También se pueden usar cortes de petróleo ligeros tipo nafta, preferentemente cortes de petróleo ligeros tipo nafta de destilación directa. Preferentemente, el disolvente polar usado es un hidrocarburo monoaromático puro o mezclado con otro hidrocarburo aromático.

El disolvente apolar usado en el procedimiento según la invención es preferentemente un disolvente compuesto de hidrocarburo(s) saturado(s) que comprende un número de carbono superior o igual a 2, preferentemente comprendido entre 2 y 9. Estos disolventes se usan puros o mezclados (por ejemplo: una mezcla de alcanos y/o cicloalcanos o cortes de petróleo ligeros tipo nafta, preferentemente cortes de petróleo ligeros tipo nafta de destilación directa).

La elección de las condiciones de temperatura y presión de la extracción según la invención combinada con la elección de la naturaleza de los disolventes y la elección de la combinación de disolventes apolar y polar en al menos una de las etapas de desasfaltado permiten ajustar los desempeños del procedimiento según la invención para acceder en particular a un campo de selectividad hasta ahora inaccesible con el desasfaltado clásico.

En el caso de la presente invención, la optimización de estas claves de ajuste (naturaleza de los disolventes, proporciones relativas de los disolventes polar y apolar) permite separar la carga en tres fracciones: una denominada fracción de asfalto final enriquecida con impurezas y compuestos refractarios para la recuperación, una fase de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado enriquecido con estructuras de resinas y asfaltenos menos polares no refractarios y una fase de aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero empobrecido en resinas y asfaltenos, y generalmente con impurezas (metales, heteroátomos). Esto también permite aumentar el

carácter aromático de la fase de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado, cuyo reciclado corriente arriba de la etapa de hidroconversión permite una mejor estabilización del medio tratado en lecho burbujeante por un efecto solubilizante y/o peptizante y/o dispersante de las estructuras moleculares propicias para la formación de sedimentos. Por lo tanto, es posible imponer condiciones operativas más severas en la etapa de hidroconversión, y así lograr niveles de conversiones de la fracción residual superiores.

Ventajosamente, la proporción de disolvente polar en la mezcla de disolvente polar y disolvente apolar se comprende entre 0,1 y 99,9 %, preferentemente entre 0,1 y 95 %, preferentemente entre 1 y 95 %, de manera más preferente entre 1 y 90 %, incluso más preferentemente entre 1 y 85 %, y de manera muy preferente entre 1 y 80 %.

La proporción de disolvente polar en la mezcla de disolvente polar y apolar es una función de la naturaleza de la fracción líquida pesada, las estructuras moleculares que componen la fracción líquida pesada que varía de una fracción líquida pesada a otra.

Todas las fracciones líquidas pesadas no presentan un carácter refractario idéntico. La tasa de asfalto a extraer no es necesariamente la misma en función de la naturaleza de la fracción líquida pesada.

La naturaleza de la fracción líquida pesada también depende del origen del petróleo derivado del carbón o del tipo biomasa de la carga según la invención.

La etapa c) de desasfaltado selectivo presenta la ventaja de permitir una mejora considerable en el rendimiento total de aceite desasfaltado DAO en un intervalo hasta ahora inexplorado por el desasfaltado clásico. Para una fracción líquida pesada dada cuyo rendimiento total de aceite desasfaltado DAO pesado y aceite desasfaltado DAO ligero obtenido se limita al 75 % (extracción con heptano normal), el desasfaltado selectivo permite cubrir por ajuste la proporción de disolvente polar y de disolvente apolar en el intervalo del 75-99,9 % de rendimiento de aceite desasfaltado DAO pesado y ligero.

El rendimiento total de aceite desasfaltado DAO pesado y aceite desasfaltado DAO ligero se comprende ventajosamente entre 50 y 99,9 %, preferentemente entre 75 y 99,9 %, de manera más preferente entre 80 y 99,9 %.

Otra ventaja según la invención es permitir, gracias al desasfaltado selectivo según la etapa c), la reducción de la fracción de asfalto cuyo rendimiento puede ser mucho menor en comparación con la implementación de un desasfaltado clásico para una carga dada. Según el procedimiento según la invención, este rendimiento se reduce a la horquilla de 0,1 a 30 % en función de la relación de disolvente apolar/polar. Es incluso más reducido que la proporción de disolvente polar en la mezcla más elevada. Por consiguiente, el campo de extracción de asfalto con un rendimiento en el intervalo de 0,1-50 %, particularmente 0,1-30 %, de manera preferente 0,1-25 %, de manera más preferente 0,1 %-15 % está ahora cubierto. Es una función de la selectividad deseada para una carga dada así como de la naturaleza de la carga. Este es un punto de interés sabiendo que el muy bajo costo de recuperación del asfalto (fracción de penalización) sigue siendo una limitación real para los esquemas que incluyen este tipo de procedimiento.

El carácter más aromático del aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado resultante de la etapa c), permite usarlo por sus propiedades estabilizantes de los asfaltenos C7 contenidos en la carga, en las zonas con riesgo de sedimentación tal como el lecho burbujeante, la zona de separación entre el lecho burbujeante y la etapa c) de desasfaltado. El aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado puede reciclarse en la entrada del primer reactor de la unidad con lecho burbujeante, pero también directamente en la entrada de uno de los otros reactores con condiciones operativas disociadas entre los diferentes reactores.

Según el procedimiento de la invención, la naturaleza del disolvente y/o la proporción y/o la polaridad intrínseca del disolvente polar en la mezcla de disolventes se pueden ajustar dependiendo si se desea extraer el asfalto durante la primera etapa de desasfaltado o durante la segunda etapa de desasfaltado.

En un primer modo de realización, la etapa c) del procedimiento según la invención se implementa en una configuración denominada polaridad decreciente, es decir que la polaridad de la mezcla de disolventes usada durante la primera etapa de desasfaltado es superior a la del disolvente o mezcla de disolventes usada en la segunda etapa de desasfaltado. Esta configuración permite extraer durante la primera etapa de desasfaltado una fracción de la denominada fase de asfalto final y una fracción de aceite desasfaltado completo referido como DAO completo; las dos fracciones referidas como aceite desasfaltado pesado y aceite desasfaltado ligero se extraen del DAO completo durante la segunda etapa de desasfaltado.

En un segundo modo de realización, la etapa c) del procedimiento según la invención se implementa en una configuración denominada polaridad creciente, es decir, que la polaridad del disolvente o mezcla de disolventes usada durante la primera etapa de desasfaltado es inferior a la de la mezcla de disolventes usada en la segunda etapa de desasfaltado. En tal configuración, en la primera etapa, se extrae una fracción de aceite desasfaltado referido como ligero y un efluente que comprende una fase de aceite y una fase de asfalto; dicho efluente se somete

a una segunda etapa de desasfaltado para extraer una fracción de fase de asfalto y una fracción de fase de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado.

Primer modo de realización

5

Según este modo de realización, el procedimiento según la invención comprende al menos:

- 10 c1) una primera etapa de desasfaltado que comprende poner en contacto la fracción líquida pesada con una mezcla de al menos un disolvente polar y al menos un disolvente apolar, ajustando las proporciones de dicho disolvente polar y de dicho disolvente apolar de tal manera que se obtenga al menos una fracción de fase de asfalto y una fracción de fase de aceite desasfaltado completo referido como DAO completo; y
- 15 c2) una segunda etapa de desasfaltado que comprende poner en contacto la fase de aceite desasfaltado completo referido como DAO completo resultante de la etapa c1) con un disolvente apolar o una mezcla de al menos un disolvente polar y al menos un disolvente apolar, las proporciones de dicho disolvente polar y de dicho disolvente apolar en la mezcla se ajustan para obtener al menos una fracción de fase de aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero y una fracción de fase de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado, dichas etapas de desasfaltado se implementan bajo las condiciones subcríticas del disolvente o mezcla de disolventes usada.

20 La primera etapa de desasfaltado permite así extraer selectivamente y de manera óptima y adaptada a cada fracción líquida pesada, una denominada fracción de asfalto final, enriquecida con impurezas y compuestos refractarios para la recuperación, mientras queda solubilizada en la matriz de aceite desasfaltado completo referido como DAO completo la totalidad o parte de las estructuras polares de resinas pesadas y asfaltenos menos polares, que no son refractarias para las etapas de refinado corriente abajo. Por lo tanto, según la proporción de disolvente apolar/polar, el rendimiento de DAO puede mejorarse considerablemente y, por lo tanto, el rendimiento de asfalto se minimiza considerablemente. Este es un punto de interés sabiendo que la recuperación de asfalto (fracción de penalización) sigue siendo una limitación real para los esquemas que incluyen este tipo de procedimiento.

30 El aceite desasfaltado DAO completo resultante de la etapa c1) con al menos parcialmente la mezcla de disolventes según la invención se somete preferentemente a al menos una etapa de separación en la que el aceite desasfaltado completo referido como DAO completo se separa de la mezcla de disolventes según la invención o a al menos una etapa de separación en la que el aceite desasfaltado completo referido como DAO completo se separa únicamente del disolvente apolar.

35 En una variante del procedimiento, el aceite desasfaltado completo referido como DAO completo resultante de la etapa c1) con al menos parcialmente la mezcla de disolventes según la invención se somete a al menos dos etapas de separación sucesivas que permiten separar individualmente los disolventes en cada etapa. Así, por ejemplo, en una primera etapa de separación, el disolvente apolar se separa de la mezcla de aceite desasfaltado completo referido como DAO completo y del disolvente polar; y en una segunda etapa de separación, el disolvente polar se separa del aceite desasfaltado completo referido como DAO completo.

40 Las etapas de separación se realizan en condiciones supercríticas o subcríticas.

45 Al final de la etapa de separación, el aceite desasfaltado completo referido como DAO completo separado de los disolventes, se envía ventajosamente a al menos una columna de separación antes de enviarse a la segunda etapa (etapa c2) de desasfaltado.

50 La mezcla de disolventes polar y apolar o los disolventes individualmente separados se reciclan ventajosamente. En una variante del procedimiento, solo el disolvente apolar se recicla en su tanque de suministro respectivo. Cuando los disolventes reciclados están en una mezcla, la proporción apolar/polar se comprueba en línea y se reajusta según sea necesario por medio de tanques de suministro que contienen individualmente los disolventes polar y apolar. Cuando los disolventes se separan individualmente, dichos disolventes se reciclan individualmente en dichos tanques de suministro respectivos.

55 La fase de asfalto separada de la primera etapa de desasfaltado está preferentemente en estado líquido y generalmente se diluye al menos en parte con una porción de la mezcla de disolventes según la invención, cuya cantidad puede oscilar hasta 200 %, preferentemente entre 30 y 80 % del volumen de asfalto retirado. El asfalto extraído con al menos parte de la mezcla de disolventes polar y apolar al final de la etapa de extracción puede mezclarse con al menos un agente fluxante con el fin de retirarse más fácilmente. El agente fluxante usado puede ser cualquier disolvente o mezcla de disolventes que pueda solubilizar o dispersar el asfalto. El agente fluxante puede ser un disolvente polar seleccionado entre hidrocarburos monoaromáticos, preferentemente benceno, tolueno o xileno; diaromáticos o poliaromáticos; hidrocarburos nafteno-hidrocarburos aromáticos tales como tetralina o indano; hidrocarburos aromáticos heteroatómicos; disolventes polares con un peso molecular correspondiente a temperaturas de ebullición comprendidas por ejemplo entre 200 a 600 °C, tales como un LCO (*light cycle oil*; aceite de ciclo ligero de FCC), HCO (*heavy cycle oil*; aceite de ciclo pesado de FCC), suspensión de FCC, HCGO (*heavy coker gas-oil*; coquizador de gasóleo pesado), o un extracto aromático o un corte extra aromático extraído de una

cadena de aceite, los cortes VGO resultantes de una conversión de fracciones residuales y/o carbón y/o biomasa. La relación de volumen de agente fluxante a la masa del asfalto se determina de modo que la mezcla se pueda retirar fácilmente.

5 La segunda etapa de desasfaltado puede implementarse en al menos una parte del aceite desasfaltado completo referido como DAO completo resultante de la primera etapa de desasfaltado en presencia de una mezcla de al menos un disolvente polar y al menos un disolvente apolar en condiciones subcríticas para la mezcla de disolventes usada. La segunda etapa de desasfaltado también se puede implementar en al menos una parte del aceite desasfaltado completo referido como DAO completo resultante de la primera etapa de desasfaltado en presencia de
10 un disolvente apolar en condiciones subcríticas para el disolvente usado. La polaridad de dicho disolvente o mezcla de disolventes es preferentemente inferior a la de la mezcla de disolventes usada en la primera etapa de desasfaltado. Esta extracción se efectúa de tal manera que se obtiene una fase precipitada de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado (que presenta un carácter aromático elevado) que comprende principalmente la familia de resinas y asfaltenos menos polares, en la que al menos una parte se envía corriente arriba de la etapa a)
15 de hidroconversión y una fase de aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero que comprende principalmente la familia de hidrocarburos saturados y la familia de hidrocarburos aromáticos.

Al menos una parte de la fracción de aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero se envía ventajosamente a las unidades de post-tratamiento tales como una unidad de hidrotatamiento y/o de hidrocrqueo, o de craqueo catalítico.
20

Segundo modo de realización

En un segundo modo de realización, el procedimiento según la invención comprende al menos:
25

c'1) una primera etapa de desasfaltado que comprende poner en contacto la fracción líquida pesada con un disolvente apolar o una mezcla de al menos un disolvente polar y al menos un disolvente apolar, las proporciones de dicho disolvente polar y de dicho disolvente apolar de la mezcla se ajustan para obtener al menos una fracción de fase de aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero y un efluente que comprende una fase de aceite y una fase de asfalto; y
30

c'2) una segunda etapa de desasfaltado que comprende poner en contacto el efluente resultante de la etapa c'1) con una mezcla de al menos un disolvente polar y al menos un disolvente apolar, las proporciones de dicho disolvente polar y de dicho disolvente apolar se ajustan para obtener al menos una fracción de fase de asfalto y una fracción de fase de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado,
35 dichas etapas de desasfaltado se implementan bajo las condiciones subcríticas del disolvente o mezcla de disolventes usada.

En el presente modo de realización, el orden de extracción de las categorías de productos se invierte: la polaridad del disolvente o de la mezcla de disolventes usada en la primera etapa de desasfaltado es inferior a la de la mezcla de disolventes usada en la segunda etapa de desasfaltado.
40

La primera etapa de desasfaltado permite así extraer de manera selectiva de la fracción líquida pesada una fracción de aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero y un efluente que comprende una fase de aceite y una fase de asfalto. La primera etapa de desasfaltado (etapa c'1) puede implementarse tanto en un disolvente apolar como en una mezcla de disolventes según la invención. La naturaleza, la proporción y/o la polaridad del disolvente polar en la mezcla de disolventes se adaptan, en las condiciones subcríticas del disolvente o mezcla de disolventes usada, para extraer una fracción de aceite desasfaltado ligero que comprende principalmente la familia de hidrocarburos saturados y la familia de hidrocarburos aromáticos.
45

Al menos una parte de la fracción de aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero se envía ventajosamente a unidades de post-tratamiento tales como una unidad de hidrotatamiento y/o de hidrocrqueo o de craqueo catalítico.
50

El efluente que comprende una fase de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado y una fase de asfalto extraído de la primera etapa de desasfaltado puede contener al menos parcialmente el disolvente apolar o la mezcla de disolventes según la invención. Ventajosamente según la invención, dicho efluente se somete a al menos una etapa de separación en la que se separa del disolvente apolar o de la mezcla de disolventes según la invención, o a al menos una etapa de separación en la que dicho efluente se separa solo del disolvente apolar contenido en la mezcla de disolventes.
55

En una variante del procedimiento según la invención, dicho efluente puede someterse a al menos dos etapas de separación sucesivas que permiten separar individualmente los disolventes en cada etapa de separación (como se describe en el primer modo de realización de la invención).
60

Las etapas de separación se realizan en condiciones supercríticas o subcríticas.

Al final de la etapa de separación, el efluente que comprende la fase de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado y la fase de asfalto separado del disolvente o de la mezcla de disolventes según la invención se puede enviar a al menos una columna de destilación por arrastre antes de enviarse a la segunda etapa de desasfaltado.

La mezcla de disolventes polar y apolar o los disolventes individualmente separados se reciclan ventajosamente. En una variante del procedimiento, solo el disolvente apolar se recicla en su tanque de suministro respectivo. Cuando los disolventes reciclados están mezclados, la proporción de disolventes apolar y polar se comprueba en línea y se reajusta si es necesario a través de tanques de suministro que contienen individualmente dichos disolventes polar y apolar. Cuando los disolventes se separan individualmente, dichos disolventes se reciclan individualmente en dichos tanques de suministro respectivos.

La segunda etapa de desasfaltado se implementa en el efluente que comprende una fase de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado y una fase de asfalto resultante de la primera etapa de desasfaltado en presencia de una mezcla de al menos un disolvente polar y de al menos un disolvente apolar en condiciones subcríticas para la mezcla de disolventes usada. La polaridad de dicha mezcla de disolventes es preferentemente superior a la del disolvente o la mezcla de disolventes usada en la primera etapa de desasfaltado. Esta extracción se efectúa para extraer selectivamente del efluente, una fracción de asfalto referido como final, enriquecida con impurezas y compuestos refractarios para la recuperación, mientras se deja solubilizada en la matriz de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado, la totalidad o parte de las estructuras polares de las resinas y asfaltos menos polares que permanecen generalmente contenidas en la fracción de asfalto en el caso del desasfaltado clásico. Al menos una parte de dicho aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado que presenta un carácter aromático elevado se envía corriente arriba de la etapa a) de hidroconversión.

Etapas d) de reciclado del corte de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado

De acuerdo con el procedimiento según la invención, al menos una parte de dicho corte de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado resultante de la etapa c) se recicla corriente arriba de la etapa a) de hidroconversión.

La parte del corte de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado no reciclado corriente arriba de la etapa a) de hidroconversión y/o a la entrada de la etapa b) de separación se puede enviar ventajosamente, opcionalmente mezclada con al menos una parte y preferentemente la totalidad de la fracción líquida ligera resultante de la etapa b) en unidades de post-tratamiento tales como, por ejemplo, una unidad de hidrotatamiento y/o de hidrocrqueo o de craqueo catalítico y/o con al menos una parte de aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero resultante de la etapa c) en unidades de post-tratamiento.

Descripción de las figuras

La figura 1 representa el diagrama global del conjunto de etapas del procedimiento según la invención según el primer modo de realización. La carga resultante de una columna de destilación al vacío (23) y que tiene una temperatura inicial de ebullición de al menos 300 °C se envía por el conducto (1) a una unidad de hidroconversión (2) que funciona en lecho burbujeante.

El efluente obtenido al final de la etapa de hidroconversión (que sale por el conducto 3) se separa en la zona de separación (4) por destilación por arrastre de vapor y/o de hidrógeno o por fraccionamiento al vacío. En la zona de separación (4), las condiciones se seleccionan generalmente de manera que el punto de corte sea de 300 °C, preferentemente 350 °C y de manera preferente 375 °C, para obtener dos fracciones líquidas, una fracción referida como ligera (conducto 25), y una fracción referida como pesada (conducto 6), sin una etapa de destilación atmosférica y al vacío intermedio.

La fracción líquida ligera se envía ventajosamente por el conducto 25 a un depósito separador (17) para separar una fracción rica en hidrógeno (conducto 24) y una fracción líquida ligera (conducto 26). Dicha fracción líquida se envía ventajosamente a una columna atmosférica dedicada (5) para separar una fracción de gasolina (29), una fracción de queroseno (30), una fracción de diésel (31). La fracción rica en hidrógeno (conducto 24) regresa ventajosamente a la entrada de la unidad de hidroconversión (2).

Las columnas de destilación (5), (18) y (23) permiten separar las fracciones de gas, gasolina (19), queroseno (20), diésel (21), destilado al vacío (9) o (VGO según la terminología anglosajona); y residuo al vacío (1) o (VR según la terminología anglosajona).

La fracción líquida pesada se envía luego por el conducto (6) a una unidad de desasfaltado selectivo de dos etapas (7 y 33) según la invención para obtener un corte de aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero (conducto 34), un corte de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado (conducto 35) y asfalto residual (conducto 16).

El corte de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado regresa ventajosamente al menos parcialmente a la entrada de la zona de hidroconversión (2).

5 El aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero se envía a unidades de post-tratamiento (10), es decir, una unidad de hidrocraqueo desde el punto de vista de maximización del corte de destilado medio y/o a una unidad de craqueo catalítico con o sin pre-tratamiento desde el punto de vista de maximización del corte de gasolina.

10 El aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero se puede combinar con el flujo (9) que contiene la fracción de destilado al vacío (VGO) resultante de la columna (23) con posiblemente una parte del aceite desasfaltado DAO pesado en el caso en que esta última se recicle corriente arriba de esta misma columna (23). El conjunto del flujo así obtenido se somete a la misma secuencia de post-tratamiento que el aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero.

15 El efluente resultante de la unidad de hidrocraqueo o de craqueo catalítico se envía ventajosamente a una columna de destilación atmosférica de la sección de post-tratamiento (12) con el fin de recuperar los diversos cortes recuperables. El corte de gasolina es recuperado por el conducto (13), el corte de destilado medio por el conducto (14) y una fracción más pesada de carga hidroconvertida por el conducto (15). El efluente resultante de la unidad de hidrocraqueo o de craqueo catalítico también puede regresar al menos parcialmente por el conducto 27 a la columna de destilación atmosférica de entrada (18).

20 El flujo (28) permite la posible inyección de un precursor catalítico. Este precursor catalítico puede enviarse con la carga del lecho burbujeante antes del primer reactor, o con el separador interetapas entre dos reactores, o a la entrada de uno de los otros reactores. El precursor catalítico también se puede inyectar de forma diferenciada en estas diferentes ubicaciones de la sección de reacción para optimizar su eficacia y su consumo en relación con las condiciones operativas del medio en el que se implementa, y en particular el nivel térmico de los reactores.

25 La figura 2 representa una parte del diagrama global descrito en la figura 1, en particular un primer modo de realización de desasfaltado selectivo en dos etapas. La fracción líquida pesada resultante de una destilación por arrastre de vapor o de hidrógeno o fraccionamiento al vacío después de la unidad de hidroconversión entra aquí a través del conducto (1) en el primer extractor (13) tal como una columna de extracción, preferentemente un mezclador-depósito de decantación. La mezcla de disolvente polar (3) y disolvente apolar (2) se produce corriente arriba en un mezclador (10) alimentado por dos tanques de suministro cada uno llenado por separado con disolvente polar (tanque 4) y disolvente apolar (tanque 5). La mezcla de disolventes se introduce preferentemente en el fondo del extractor (13) a través del conducto 12. Una parte de la mezcla de disolventes también se puede enviar a través del conducto 11 mezclada con la carga introducida en el extractor (13) a través del conducto 1.

30 Al final de la etapa de extracción, el aceite desasfaltado completo referido como DAO completo extraído mezclado con al menos parcialmente la mezcla de disolventes según la invención se envía a través del conducto 15 a un separador (17) en el que el aceite desasfaltado completo referido como DAO completo se separa del disolvente según la invención. Dicha mezcla se separa ventajosamente en el separador en condiciones supercríticas o subcríticas. El aceite desasfaltado completo referido como DAO completo se envía luego preferentemente a una unidad o columna de destilación por arrastre (19) a través del conducto 18, antes de ser recuperado por el conducto 20.

35 El disolvente (22) resultante del separador (17) se combina con el disolvente (21) resultante del destilador por arrastre (19) se recicla ventajosamente internamente al procedimiento de extracción por la línea (23). La composición de la mezcla de disolventes polar y apolar se verifica preferentemente en línea mediante un densímetro o un refractómetro (24). Las proporciones de disolvente polar y disolvente apolar se reajustan, si es necesario, con un suministro de disolvente polar y disolvente apolar, respectivamente transportados a los tanques de suministro 4 y 5 a través de los conductos 6 y 7. La mezcla así reajustada se homogeniza ventajosamente en un mezclador de tipo estático (25) antes de enviarse al mezclador (10).

40 Según la figura 2, el asfalto (16) que también contiene la mezcla de disolventes según la invención se retira del extractor (13) en forma de una mezcla líquida o en forma de un sólido disperso usando un agente fluxante enviado por el conducto 14. La mezcla de asfalto, disolvente según la invención y agente fluxante se envía luego a través del conducto 166 a una etapa de separación adicional no representada.

45 La extracción del asfalto se puede llevar a cabo de diferentes maneras. En una variante, el asfalto se puede extraer en lotes en forma sólida a través de dos depósitos en paralelo como en el sistema de recuperación de coque (*delayed coker* según la terminología anglosajona; coque retardado). El asfalto puede así acumularse alternativamente en los depósitos y recuperarse mecánicamente por apertura de los condensadores. En otra variante, el asfalto se solidifica por floculación en agua; el asfalto recogido está listo para el transporte y/o almacenamiento.

50

65

En otra variante, el asfalto se retira del extractor en modo de suspensión. El asfalto sólido es transportado por un fluido diferente del solvente y del agente fluxante. La separación del asfalto de dicho fluido se efectúa por filtración.

5 Se usa ventajosamente al menos un fluido que desarrolla un poder disolvente de asfalto en condiciones supercríticas. La separación del asfalto y del fluido se realiza más tarde colocándose ventajosamente en condiciones subcríticas o supercríticas.

10 En otra variante, el asfalto se extrae como una mezcla con al menos una parte de la mezcla de disolventes con o sin la adición de agente fluxante. La mezcla de disolventes se separa ventajosamente del asfalto fluxado o no. El asfalto fluxado o no se recupera entonces.

15 La segunda etapa de desasfaltado selectivo consiste en enviar el aceite desasfaltado completo referido como DAO completo a un segundo extractor 37, tal como una columna de extracción, preferentemente un mezclador-depósito de decantación. La mezcla de disolvente polar (27) y de disolvente apolar (26) se realiza corriente arriba en un mezclador (34) alimentado por dos tanques de suministro cada uno llenado por separado con disolvente polar (tanque 28) y disolvente apolar (tanque 29). La mezcla de disolventes se introduce preferentemente en el fondo del extractor (37) a través del conducto 36.

20 Al final de la segunda etapa de extracción, el aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero extraído mezclado con al menos parte de la mezcla de disolventes según la invención se envía a través del conducto 38 a un separador (40) en el que el aceite desasfaltado DAO ligero se separa del disolvente según la invención.

25 Dicha mezcla se separa ventajosamente en el separador en condiciones supercríticas o subcríticas. El aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero se envía entonces preferentemente a una unidad o columna de destilación por arrastre (42) a través del conducto 41, antes de ser recuperado por el conducto 43. El solvente resultante del destilador por arrastre se envía a la línea 46 a través del conducto 44.

30 Según la figura 2, el aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado que también contiene la mezcla de disolventes según la invención se retira del extractor (37) en forma de una mezcla líquida. La mezcla de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado y disolvente según la invención se envía a continuación a través del conducto 39 a un separador 49 y luego a una columna de destilación por arrastre (51) en la que el aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado y el disolvente son separados según la invención. El aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado se recupera a través del conducto 52 y la mezcla de disolventes según la invención se envía a la línea 46 por los conductos 53 y 54.

35 El disolvente resultante de los separadores (40, 49) y de los destiladores por arrastre (42, 51) se recicla ventajosamente internamente en el procedimiento de extracción a través de la línea (46). La composición de la mezcla de disolventes polar y apolar se verifica preferentemente en línea por un densímetro o un refractómetro (47).

40 Las proporciones de disolvente polar y disolvente apolar se ajustan, si es necesario, con un suministro de disolvente polar y disolvente apolar, respectivamente transportados de los tanques de suministro 28 y 29 por los conductos 30 y 31. La mezcla así reajustada se homogeniza ventajosamente en un mezclador de tipo estático (48) antes de enviarse al mezclador (34).

45 La figura 3 describe un modo de realización idéntico al descrito en la figura 2, con la diferencia de que el modo de realización descrito en la figura 3 implementa una fuente única de disolventes apolar y polar para los dos extractores, representados aquí por los tanques de suministro 4 y 5 que alimentan los mezcladores (10, 34) a través de los conductos 8 y 9; y/o sirven para reajustar las proporciones de disolvente polar y apolar en la mezcla de disolventes reciclados (23 y 46) por los conductos 6 y 27 para el tanque de suministro 4 de disolvente polar, y por los conductos 7 y 26 para el tanque de suministro 5 de disolvente apolar.

50 Las proporciones de disolvente apolar y disolvente polar se adaptan a la separación deseada para cada una de las etapas.

55 Ejemplo 1 (comparativo)

60 Un residuo (RA) resultante de la destilación atmosférica de un crudo Athabasca se destila al vacío en condiciones que permiten obtener un residuo al vacío (RAV) cuyas principales características se presentan en la tabla 1 a continuación. La carga del lecho burbujeante es, por lo tanto, un residuo al vacío de crudo (RAV) extrapesado cuyas propiedades son las siguientes:

Tabla 1: Composición de la carga de la unidad de hidroconversión en lecho burbujeante

		RAV Athabasca
Densidad		1,048
Viscosidad a 100 °C	cSt	12.600
Carbón Conradson	% en p	20,5
Asfaltenos C7	% en p	14
Asfaltenos C5	% en p	25
Níquel + vanadio	ppm	432
Nitrógeno	ppm	6.200
Azufre	% en peso	5,72

(% en p = porcentaje en peso); (ppm = partes por millón)

5 La carga obtenida se envía por completo a una unidad de hidroconversión en presencia de hidrógeno, comprendiendo dicha sección al menos un reactor trifásico que contiene un catalizador de hidroconversión NiMo/alúmina. La sección funciona en lecho burbujeante con una corriente ascendente de líquido y gas. La unidad usada tiene dos reactores en serie y está provista de un separador interetapas. Las condiciones aplicadas en la unidad de hidroconversión son las siguientes:

10 Velocidad volumen horaria del reactor $(VVH)_{\text{reactor}} = 0,3 \text{ h}^{-1}$
 Presión total $(P_{\text{tot}}) = 16 \text{ MPa}$
 Temperatura $(T^{\circ}) = 410 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 Cantidad de hidrógeno mezclada con la carga en el primer reactor = $630 \text{ Nm}^3/\text{m}^3$
 Cantidad de hidrógeno mezclada con la carga en el segundo reactor = $190 \text{ Nm}^3/\text{m}^3$

15 Estas condiciones operativas permiten obtener un efluente líquido con un contenido reducido de carbón Conradson, metales y azufre. El efluente líquido hidroconvertido se envía a continuación a una zona de separación compuesta por dos depósitos separados en serie para obtener una fracción líquida ligera que hierve a una temperatura inferior a $375 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y una fracción líquida pesada que hierve a una temperatura superior a $375 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

20 La fracción pesada que hierve a una temperatura superior a $375 \text{ }^{\circ}\text{C}$ contiene una parte de la fracción de diésel que hierve entre 250 y $375 \text{ }^{\circ}\text{C}$, una fracción que hierve entre 375 y $524 \text{ }^{\circ}\text{C}$ denominada destilado al vacío (DAV) y una fracción que hierve a una temperatura superior a $524 \text{ }^{\circ}\text{C}$ denominada residuo atmosférico (RA). La composición de la fracción pesada que hierve a una temperatura superior a $375 \text{ }^{\circ}\text{C}$ se describe en la tabla 2 a continuación.

25 Tabla 2: Composición de la fracción pesada que hierve a una temperatura superior a $375 \text{ }^{\circ}\text{C}$

		Fracción pesada ($375 \text{ }^{\circ}\text{C}+$)
Rendimiento	% en p	63,1
Densidad		0,996
Viscosidad a 100 °C	cSt	91,3
Carbón Conradson	% en p	9,4
Asfaltenos C7	% en p	3,3
Níquel + vanadio	ppm	62
Nitrógeno	ppm	5900
Azufre	% en p	1,06

(% en p = porcentaje en peso); (ppm = partes por millón)

30 La totalidad de la fracción líquida pesada que hierve a una temperatura superior a $375 \text{ }^{\circ}\text{C}$ resultante de la etapa de separación, sin etapa de destilación atmosférica y al vacío intermedio, se desasfalta para obtener un corte hidrocarbonado desasfaltado y asfalto residual. Las condiciones aplicadas a la unidad de desasfaltado son las siguientes:

35 Disolvente: C3/tolueno = 35/65 v/v (volumen/volumen)
 Presión total $(P_{\text{tot}}) = 4 \text{ MPa}$
 Temperatura media $(T^{\circ}_{\text{media}}) = 130$
 Relación de volumen de disolvente/carga = 5/1 v/m (volumen/masa)

40 Después del desasfaltado selectivo, se obtiene un corte de aceite desasfaltado (DAO) y un asfalto. El corte de aceite desasfaltado (DAO) y el asfalto poseen las siguientes características indicadas en la tabla 3:

Tabla 3: Composición del corte de aceite desasfaltado DAO y de asfalto

		DAO	Asfalto
Rendimiento	% en p	95	5
Densidad		0,986	1,23
Bola y anillo	°C	-	310
Viscosidad a 250 °C	cSt	-	No medible
Viscosidad a 100 °C	cSt	40	Non medible
Carbón Conradson	% en p	8,0	37,0
Asfaltenos C7	% en p	0,7	-
Níquel + vanadio	ppm	43	428
Nitrógeno	ppm	5.600	12.200
Azufre	% en p	1,00	2,09
H/C		1,45	-

(% en p = porcentaje en peso); (ppm = partes por millón)

El procedimiento permite así aislar un corte de aceite desasfaltado con un rendimiento global de 59,9 % en peso con respecto al residuo al vacío de Athabasca de partida. El aceite desasfaltado DAO obtenido después del desasfaltado selectivo según la invención, por su carácter aromático, se puede reciclar idealmente en el lecho burbujeante para tener un efecto estabilizador del medio tratado solubilizando y/o peptizando y/o dispersando las estructuras moleculares propicias para la formación de sedimentos. La totalidad del aceite desasfaltado DAO reciclado se convierte por completo en la fracción 540-. Se obtiene una conversión global de la fracción 540+ de 96,8 % en peso.

Ejemplo 2 (según la invención):

La carga del desasfaltado selectivo en 2 etapas según la invención es la misma que la presentada en la tabla 2 del ejemplo 1. Las condiciones aplicadas en la unidad de desasfaltado selectivo son las siguientes:

Primera etapa de desasfaltado:

Disolvente: C3/tolueno = 35/65 v/v (volumen/volumen)
 Presión total (P_{tot}) = 4 MPa
 Temperatura media (T°_{media}) = 130 °C
 Relación de disolvente/carga = 5/1 v/m (volumen/masa)

Segunda etapa de desasfaltado:

Disolvente: C3/tolueno = 99/1 v/v (volumen/volumen)
 Presión total (P_{tot}) = 4 MPa
 Temperatura media (T°_{media}) = 120 °C
 Relación de disolvente/carga = 5/1 v/m (volumen/masa)

Después de la primera etapa de desasfaltado selectivo, se obtiene un corte de aceite desasfaltado (DAO o DAO completo) y un asfalto. Después de la segunda etapa de desasfaltado selectivo, se obtiene un corte de aceite desasfaltado pesado (DAO pesado) y un corte de aceite desasfaltado ligero (DAO ligero). Los cortes de aceite desasfaltado (DAO, DAO pesado, DAO ligero) y asfalto poseen las siguientes características indicadas en la tabla 4:

Tabla 4: Composición de cortes de aceite desasfaltado (DAO, DAO pesado, DAO ligero) y asfalto

		1ª etapa		2ª etapa	
		DAO	Asfalto	DAO pesado	DAO ligero
Rendimiento	% en p de carga de entrada	95	5	57	38
Densidad		0,986	1,230	1,021	0,933
Bola y anillo	°C	-	310	-	-
Viscosidad a 100 °C	cSt	40	NM	56	25
Carbón Conradson	% en p	8,0	37,0	13,0	0,2
Asfaltenos C7	% en p	0,7	-	1,1	0,01
Níquel + vanadio	ppm	43	428	71	1
Nitrógeno	ppm	5.600	12.200	8.713	930
Azufre	% en p	1,00	2,09	1,47	0,30
H/C		1,45	-	1,28	2,11

(% en p = porcentaje en peso); (ppm = partes por millón); (NM = no medible)

El procedimiento según la invención permite por lo tanto aislar en una primera etapa un corte de aceite desasfaltado con un rendimiento global de 59,9 % en peso con respecto al residuo al vacío Athabasca de partida. Además, gracias a la introducción de una segunda etapa de desasfaltado selectivo, el corte de aceite desasfaltado se

subcorta en un corte de aceite desasfaltado pesado y un corte de aceite desasfaltado ligero. Gracias a la segunda etapa, la ventaja es dividir así pues la fracción de aceite desasfaltado completo en otros dos cortes de interés diferentes.

- 5 El aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado obtenido al final de la segunda etapa de desasfaltado selectivo según la invención, debido a su carácter más aromático, puede reciclarse idealmente en el lecho burbujeante para tener un efecto estabilizador del medio tratado al solubilizar y/o peptizar y/o dispersar las estructuras moleculares propicias para la formación de sedimentos.
- 10 El aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero obtenido al final de la segunda etapa de desasfaltado selectivo según la invención liberado parcialmente de la fracción aromática y de la fracción de resina presenta un carácter refractario mucho menos pronunciado que permite disminuir las condiciones de presiones en los procedimientos de hidrotatamiento y/o de hidrocrqueo de post-tratamiento. Esto permite mejorar la rentabilidad del post-tratamiento.
- 15 En comparación con el enlace de una unidad de hidroconversión en lecho burbujeante con una unidad de desasfaltado selectivo en una etapa, el aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado reciclado presenta diferentes propiedades: la relación de hidrógeno a carbono (H /C) disminuyó en 0,17 puntos; la densidad, el CCR y el contenido de asfaltenos C7 aumentaron 0,035 puntos, 5 puntos y 0,4 puntos, respectivamente. Este carácter más aromático del aceite desasfaltado DAO pesado reciclado permite aumentar la temperatura del o de los reactores de lecho burbujeante en 3 °C, mejorando así la conversión global. Esta conversión global observada de la fracción 540+ pasa de 96,8 % a 98,8 % en peso.
- 20

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de conversión de una carga pesada de hidrocarburos que tiene una temperatura inicial de ebullición de al menos 300 °C que comprende las siguientes etapas:
- 5
- a) una etapa de hidroconversión de al menos una parte de dicha carga en presencia de hidrógeno en al menos un reactor trifásico, dicho reactor contiene al menos un catalizador de hidroconversión y funciona en lecho burbujeante, con corriente ascendente de líquido y gas y que consta de al menos un medio de retirada de dicho catalizador fuera de dicho reactor y al menos un medio de suministro de catalizador reciente en dicho reactor, en condiciones que permitan obtener una carga líquida con un contenido reducido de carbón Conradson, metales, azufre y nitrógeno,
- 10
- b) una etapa de separación del efluente resultante de la etapa a) para obtener una fracción líquida ligera que hierve a una temperatura inferior a 300 °C y una fracción líquida pesada que hierve a una temperatura superior a 300 °C,
- 15
- c) al menos dos etapas de desasfaltado en serie en al menos una parte de la fracción líquida pesada resultante de la etapa b), que permite separar al menos una fracción de asfalto, al menos una fracción de aceite desasfaltado pesado, referido como DAO pesado y al menos una fracción de aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero, al menos una de dichas etapas de desasfaltado se llevó a cabo por medio de una mezcla de al menos un disolvente polar y de al menos un disolvente apolar, las proporciones de dicho disolvente polar y dicho disolvente apolar de la mezcla de disolventes se ajustan según las propiedades de la carga tratada y según el rendimiento de asfalto y/o la calidad de aceite(s) desasfaltado(s) deseado(s), siendo dichas etapas de desasfaltado implementadas en las condiciones subcríticas de la mezcla de disolventes usada,
- 20
- 25
- d) una etapa de reciclado de al menos una parte de dicho corte de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado resultante de la etapa c) corriente arriba de la etapa a) de hidroconversión.
- 30
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa a) se implementa en uno o más reactores trifásicos de hidroconversión con tambores decantadores intermedios.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que la etapa c) se implementa en al menos una parte de la fracción pesada previamente sometida a una etapa de destilación por arrastre de vapor y/o de hidrógeno o a una etapa de fraccionamiento al vacío.
- 35
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa a) de hidroconversión se lleva a cabo a una presión absoluta comprendida entre 2 y 35 MPa, a una temperatura comprendida entre 300 y 550 °C, a una velocidad espacial horaria (VVH) comprendida entre 0,1 h⁻¹ y 10 h⁻¹ y bajo una cantidad de hidrógeno mezclada con la carga comprendida entre 50 y 5.000 metros cúbicos normales (Nm³) por metro cúbico (m³) de carga líquida.
- 40
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos una parte de la fracción de aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero se envía a unidades de post-tratamiento tales como una unidad de hidrotatamiento y/o de hidrocrqueo o de craqueo catalítico.
- 45
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos se envía una parte del corte de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado no reciclado corriente arriba de la etapa a) de hidroconversión y/o a la entrada de la etapa b) de separación, preferentemente mezclada con al menos una parte de la fracción líquida ligera resultante de la etapa b) y/o al menos una parte de aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero resultante de la etapa c) a unidades de post-tratamiento.
- 50
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el catalizador de hidroconversión es un catalizador que comprende un soporte de alúmina y al menos un metal del grupo VIII seleccionado entre níquel y cobalto, dicho elemento del grupo VIII se usa en asociación con al menos un metal del grupo VI B seleccionado entre molibdeno y tungsteno.
- 55
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa c) comprende al menos:
- c1) una primera etapa de desasfaltado que comprende poner en contacto la fracción líquida pesada con una mezcla de al menos un disolvente polar y al menos un disolvente apolar, ajustando las proporciones de dicho disolvente polar y de dicho disolvente apolar de tal manera que se obtenga al menos una fracción de fase de asfalto y una fracción de fase de aceite desasfaltado completo referido como DAO completo; y
- 60
- c2) una segunda etapa de desasfaltado que comprende poner en contacto la fase de aceite desasfaltado completo referido como DAO completo resultante de la etapa c1) con un disolvente apolar o una mezcla de al menos un disolvente polar y al menos un disolvente apolar, las proporciones de dicho disolvente polar y de dicho disolvente
- 65

apolar en la mezcla se ajustan para obtener al menos una fracción de fase de aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero y una fracción de fase de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado, dichas etapas de desasfaltado se implementan bajo las condiciones subcríticas del disolvente o de la mezcla de disolventes usada.

5 9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que el aceite desasfaltado completo referido como DAO completo resultante de la etapa c1) con al menos parcialmente la mezcla de disolventes se somete a al menos una etapa de separación en la que se separa el aceite desasfaltado completo referido como DAO completo de la mezcla de disolventes o a al menos una etapa de separación en la que el aceite desasfaltado completo referido como DAO completo se separa únicamente del disolvente apolar.

10 10. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que el aceite desasfaltado completo referido como DAO completo resultante de la etapa c1) con al menos parcialmente la mezcla de disolventes se somete a al menos dos etapas de separación sucesivas que permiten separar individualmente los disolventes en cada etapa.

15 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la etapa c) comprende al menos:

c'1) una primera etapa de desasfaltado que comprende poner en contacto la fracción líquida pesada con un disolvente apolar o una mezcla de al menos un disolvente polar y al menos un disolvente apolar, las proporciones de dicho disolvente polar y de dicho disolvente apolar de la mezcla se ajustan para obtener al menos una fracción de fase de aceite desasfaltado ligero referido como DAO ligero y un efluente que comprende una fase de aceite y una fase de asfalto; y

20 c'2) una segunda etapa de desasfaltado que comprende poner en contacto el efluente resultante de la etapa c'1) con una mezcla de al menos un disolvente polar y al menos un disolvente apolar, las proporciones de dicho disolvente polar y de dicho disolvente apolar se ajustan para obtener al menos una fracción de fase de asfalto y una fracción de fase de aceite desasfaltado pesado referido como DAO pesado, dichas etapas de desasfaltado se implementan bajo las condiciones subcríticas del disolvente o de la mezcla de disolventes usada.

25 12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que el efluente se somete a al menos una etapa de separación en la que se separa del disolvente apolar o de la mezcla de disolventes o a al menos una etapa de separación en la que dicho efluente se separa únicamente del disolvente apolar contenido en la mezcla de solventes.

30 13. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que el efluente se somete a al menos dos etapas de separación sucesivas que permiten separar individualmente los disolventes en cada etapa de separación.

35 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el disolvente polar usado en la etapa c) de desasfaltado se selecciona entre disolventes aromáticos puros o nafteno-aromáticos, disolventes polares que constan de heteroelementos o su mezcla o cortes ricos en aromáticos tales como los cortes resultantes de FCC (*Fluid Catalytic Cracking*; Craqueo Catalítico Fluido), cortes derivados de carbón, biomasa o mezcla de biomasa/carbón.

40 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el disolvente apolar usado en la etapa c) de desasfaltado comprende un disolvente de hidrocarburo saturado que comprende un número de átomos de carbono superior o igual a 2, preferentemente comprendido entre 2 y 9.

45 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa c) se implementa con una relación de volumen de la mezcla de disolventes polar y apolar con respecto a la masa de la carga comprendida entre 1/1 y 10/1 expresada en litros por kilogramos.

50 17. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la carga es petróleo crudo o una carga procedente de la destilación atmosférica o de la destilación al vacío de petróleo crudo, o una fracción residual resultante de la licuefacción directa de carbón o un destilado al vacío o una fracción residual resultante de la licuefacción directa de la biomasa lignocelulósica sola o mezclada con carbón y/o una fracción de petróleo residual.

55 18. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que un precursor catalítico se inyecta con la carga de la unidad de hidroconversión que funciona en lecho burbujeante, o con el separador interetapas entre dos reactores, o a la entrada de uno de los otros reactores.

Figura 1





