

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 582**

51 Int. Cl.:

C10G 65/12 (2006.01)
C10G 67/02 (2006.01)
C10G 31/06 (2006.01)
C10G 31/09 (2006.01)
C10G 47/24 (2006.01)
C10G 49/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.04.2016 PCT/EP2016/058745**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2016 WO16192891**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2016 E 16717176 (8)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 3303523**

54 Título: **Método de conversión de cargas que comprende una etapa de hidrot ratamiento, una etapa de hidrocraqueo, una etapa de precipitación y una etapa de separación de sedimentos para la producción de fuelóleos**

30 Prioridad:

01.06.2015 FR 1554964

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.10.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

WEISS, WILFRIED;
MERDRIGNAC, ISABELLE;
BARBIER, JÉRÉMIE y
FORRET, ANN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 728 582 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de conversión de cargas que comprende una etapa de hidrot ratamiento, una etapa de hidrocraqueo, una etapa de precipitación y una etapa de separación de sedimentos para la producción de fuelóleos

La presente invención se refiere al refinado y a la conversión de fracciones pesadas de hidrocarburos que contienen, entre otras, impurezas de azufre. Se refiere de forma más particular a un método de conversión de cargas pesadas petroleras del tipo de residuo atmosférico y/o de residuo al vacío para la producción de fracciones pesadas que se pueden utilizar como base de fuelóleos, en concreto bases de fuelóleos de bunker, de bajo contenido en sedimentos. El método según la invención permite del mismo modo producir destilados atmosféricos (nafta, queroseno y diésel), destilados al vacío y gases ligeros (C1 a C4).

Las exigencias de las calidades de combustibles marinos son descritas en la norma ISO 8217. La especificación que se refiere al azufre se centra a partir de ahora en las emisiones de SO_x (Anexo VI de la convención MARPOL de la Organización Marítima Internacional) y se traduce en una recomendación en un contenido en azufre inferior o igual a un 0,5% en peso fuera de las Zonas de Control de Emisiones de Azufre (ZCES o *Emissions Control Areas/ECA* en inglés) para 2020-2025, e inferior o igual a un 0,1% en peso en las ZCES. Otra recomendación muy restrictiva es el contenido en sedimentos después del envejecimiento según ISO 10307-2 (del mismo modo conocida bajo el nombre de IP390), que debe ser inferior o igual a un 0,1%. El contenido de sedimentos después del envejecimiento es una medida realizada según el método descrito en la norma ISO 10307-2 (del mismo modo conocida por el experto en la técnica bajo el nombre de IP390). A continuación, en el texto se entenderá por tanto por "contenido de sedimentos después del envejecimiento", el contenido de sedimentos medidos según el método ISO 10307-2. La referencia a IP390 indicará del mismo modo que la medida del contenido de sedimentos después del envejecimiento se realiza según el método ISO 10307-2.

El contenido de sedimentos según ISO 10307-1 (del mismo modo conocido bajo el nombre de IP375) es diferente del contenido de sedimentos después del envejecimiento según ISO 10307-2 (del mismo modo conocido bajo el nombre de IP390). El contenido de sedimentos después del envejecimiento según ISO 10307-2 es una especificación mucho más restrictiva y se corresponde a la especificación que se aplica en los fuelóleos de bunker.

Según el Anexo VI de la convención MARPOL, una naviera podrá utilizar por tanto un fuelóleo de bunker siempre que la naviera esté equipada de un sistema de tratamiento de humos que permita reducir emisiones de dióxido de azufre.

Los métodos de refinado y la conversión de las cargas pesadas petroleras que comprenden una primera etapa de hidrot ratamiento en lecho fijo, después una etapa de hidrocraqueo en lecho de burbujas se han descrito en los documentos de las patentes FR 2764300 y EP 0665282. El documento EP 0665282 describe un método de hidrot ratamiento de aceites pesados que tiene por objetivo prolongar la duración de la vida de los reactores. El método descrito en el documento FR 2764300 describe un método que contempla obtener combustibles (gasolina y diésel) que tengan en particular un contenido débil en azufre. Las cargas tratadas en este método no contienen asfaltenos.

El documento WO 2014/096704 divulga un método que comprende una etapa final de separación de sedimentos, que permite obtener una fracción que tiene un contenido de sedimentos inferior o igual a un 0,1%.

Los fuelóleos utilizados en el transporte marítimo comprenden en general destilados atmosféricos, destilados al vacío, residuos atmosféricos y residuos al vacío producidos de la destilación directa o producidos del método de refinado, en concreto de métodos de hidrot ratamiento y de conversión, estas fracciones que pueden utilizarse solas o en mezcla. Estos métodos más que conocidos para ser adaptados a cargas pesadas cargadas con impurezas producen sin embargo fracciones hidrocarbonadas que comprenden finos de catalizadores y sedimentos que deben ser eliminados para satisfacer una calidad de producto tal como la del fuelóleo de bunker.

Los sedimentos pueden ser asfaltenos precipitados. Inicialmente en la carga, las condiciones de conversión y en concreto la temperatura hacen que se experimenten reacciones (desalquilación, policondensación ...), que conducen a su precipitación. Además, los sedimentos que existen en la fracción pesada a la salida del método (medidos según ISO 10307-1 del mismo modo conocida bajo el nombre de IP375), del mismo modo hay, según las condiciones de conversión, sedimentos cualificados de sedimentos potenciales que sólo aparecen después del tratamiento físico, químico y/o térmico. El conjunto de sedimentos que incluye los sedimentos potenciales es medido según ISO 10307-1, del mismo modo conocido como IP390. Estos fenómenos que intervienen generalmente durante la implementación de condiciones severas que dan lugar a tasas de conversión elevadas, por ejemplo, superiores a un 40 o 50% incluso más, y esto en función de la naturaleza de la carga.

El solicitante en sus investigaciones ha desarrollado un nuevo método que integra una etapa de precipitaciones y de separación de sedimentos aguas abajo de una etapa de hidrot ratamiento en lecho fijo y una etapa de hidrocraqueo. De manera sorprendente, se ha encontrado que dicho método permite obtener fracciones hidrocarbonadas líquidas que presentan un bajo contenido de sedimentos después del envejecimiento (medido según el método ISO 10307-

2), dichas relaciones que pueden de forma ventajosa ser utilizadas totalmente o en parte como fuelóleo o como base de fuelóleo que responde a las especificaciones futuras, es decir, y un contenido en sedimentos después del envejecimiento inferior o igual a un 0,1% en peso.

5 De forma más precisa, la invención se refiere a un método de tratamiento de una carga hidrocarbonada que contiene al menos una fracción de hidrocarburos que tiene un contenido en azufre de al menos un 0,1% en peso, una temperatura inicial de ebullición de al menos 340°C y una temperatura final de ebullición de al menos 440°C, dicho método que comprende las etapas siguientes:

10 a) una etapa de hidrotreamiento el lecho fijo, en la cual la carga hidrocarbonada y el hidrógeno se ponen en contacto con un catalizador de hidrotreamiento,

15 b) una etapa opcional de separación del efluente resultante de la etapa a) de hidrotreamiento en al menos una fracción ligera de hidrocarburos que contienen bases combustibles y una fracción pesada que contiene compuestos que hierven a al menos 350°C,

20 c) una etapa de hidrocrackeo de al menos una parte del efluente resultante de la etapa a) o de al menos una parte de la fracción pesada resultante de la etapa b), en al menos un reactor que contiene un catalizador soportado en lecho de burbujas,

d) una etapa de separación de efluente resultante de la etapa c) para obtener al menos una fracción gaseosa y al menos una fracción líquida pesada,

25 e) una etapa de precipitación en la cual la fracción líquida pesada resultante de la etapa d) de separación se pone en contacto con una fracción de destilado del cual al menos un 20% en peso presenta una temperatura de ebullición superior o igual a 100°C, durante una duración inferior a 500 minutos, a una temperatura comprendida entre 25 y 350°C, y una presión inferior a 20 MPa,

30 f) una etapa de separación física de los sedimentos de la fracción líquida pesada resultante de la etapa e) de precipitación para obtener una fracción hidrocarbonada líquida,

35 g) una etapa de recuperación de una fracción hidrocarbonada líquida que tiene un contenido de sedimentos, medido según el método ISO 10307-2 inferior o igual a un 0,1% en peso, que consiste en separar la fracción hidrocarbonada líquida resultante de la etapa f) de la fracción de destilado introducido durante la etapa e).

40 Uno de los objetivos de la presente invención es proponer un método de conversión de cargas pesadas petroleras para la producción de fuelóleos y de bases de fuelóleos, en concreto fuelóleos de bunker y bases de fuelóleos de bunker, de bajo contenido en sedimentos después del envejecimiento (medido según el método ISO 10307-2) inferior o igual a un 0,1% en peso.

45 Otro objetivo de la presente invención es producir de forma conjunta, por medio de un mismo método, destilados atmosféricos (nafta, queroseno, diésel) destinados al vacío y/o gases ligeros (en C1 a C4). Las bases de tipo de nafta y de diésel pueden ser mejoradas en refinería para la producción de combustibles para el automóvil y la aviación, tal como, por ejemplo, supercombustibles, combustibles para aviones a reacción y gasóleos.

Breve descripción de la figura 1

50 La figura 1 ilustra una vista esquemática del método según la invención que hace aparecer una zona de hidrotreamiento, una zona de separación, una zona de hidrocrackeo, otra zona de separación, una zona de precipitación, una zona de separación física de sedimentos, y una zona de recuperación de la fracción de interés.

Descripción detallada

La carga

55 La carga tratada en el método según la invención es de forma ventajosa una carga hidrocarbonada que presenta una temperatura inicial de ebullición de al menos 340°C y una temperatura final de ebullición de al menos 440°C. Con preferencia, su temperatura inicial de ebullición es de al menos 350°C, de forma preferible de al menos 375°C, y su temperatura final de ebullición es de al menos 450°C, de forma preferible de al menos 460°C, más preferiblemente de al menos 500°C, e incluso de forma más preferible de al menos 600°C.

65 La carga hidrocarbonada según la invención puede elegirse entre los residuos atmosféricos, los residuos al vacío resultantes de la destilación directa, petróleos crudos, petróleos brutos sin fracción de cabeza, resinas de desasfaltado, asfaltos o breas de desasfaltado, residuos producidos en los métodos de conversión, extractos aromáticos producidos en las cadenas de producción de bases para lubricantes, arenas bituminosas o sus derivados, esquistos bituminosos o sus derivados, aceites de roca madre o sus derivados, tomados solos o en

mezcla. En la presente invención, las cargas que se tratan son con preferencia residuos atmosféricos o residuos al vacío o mezclas de estos residuos.

5 De forma ventajosa, la carga puede contener al menos un 1% de asfaltenos C7 y al menos 5 ppm de metales, con preferencia al menos un 2% de asfaltenos C7 y al menos 25 ppm de metales.

10 La carga hidrocarbonada tratada del método puede contener, entre otras, impurezas de azufre. El contenido de azufre puede ser de al menos un 0,1% en peso, de al menos un 0,5% en peso, de forma preferible de al menos un 1% en peso, de forma más preferible de al menos un 4% en peso, y de forma incluso más preferible de al menos un 5% en peso.

15 Estas cargas pueden de forma ventajosa ser utilizadas tal cual. De forma alternativa, pueden diluirse por una co-carga. Está co-carga puede ser una fracción hidrocarbonada a una mezcla de fracciones hidrocarbonadas más ligeras, pudiendo ser elegidas con preferencia entre los productos producidos de un método de craqueo catalítico en lecho fluido (FCC o "*Fluid Catalytic Cracking*" según la terminología anglosajona), un aceite de fracción ligera (LCO o "*light cycle oil*" según la terminología anglosajona), un aceite de fracción pesada (HCO o "*heavy cycle oil*" según la terminología anglosajona), un aceite decantado, un residuo de FCC, una fracción de gasóleo, en concreto una fracción obtenida por destilación atmosférica o al vacío, como por ejemplo el gasóleo al vacío, o incluso que puede venir de otro método de refinado. La co-carga puede también de forma ventajosa ser una o varias fracciones resultantes del método de licuefacción de carbón o de biomasa, de extractos aromáticos, o cualquiera otra fracción hidrocarbonada e incluso cargas no petroleras como aceite de pirólisis. La carga hidrocarbonada pesada según la invención puede representar al menos un 50%, de forma preferible un 70%, de forma más preferible al menos un 80%, y de forma incluso más preferible al menos un 90% en peso de la carga hidrocarbonada total tratada por el método según la invención.

25 El método según la invención contempla la producción de una fracción hidrocarbonada líquida que tiene un contenido en sedimentos después del envejecimiento inferior o igual a un 0,1% en peso.

30 El método según la invención comprende una primera etapa a) hidrotreamiento en lecho fijo, eventualmente una etapa b) separación del efluente resultante de la etapa a) de hidrotreamiento y una fracción ligera y una fracción pesada, seguida de una etapa c) de hidrocrqueo en lecho de burbujas de al menos una parte del efluente resultante de la etapa a) o de al menos una parte de la fracción pesada resultante de la etapa b), una etapa d) de separación del efluente resultante de resultante de la etapa c) para obtener al menos una fracción gaseosa y al menos una fracción líquida pesada, una etapa e) de precipitación de sedimentos de la fracción líquida pesada resultante de la etapa d), una etapa f) de separación física de sedimentos de la fracción líquida pesada resultante de la etapa e) y finalmente una etapa g) de recuperación de una fracción hidrocarbonada líquida que tenga un contenido de sedimentos después del envejecimiento inferior o igual a un 0,1% en peso.

40 El objetivo del hidrotreamiento es a la vez refinar, es decir reducir sensiblemente el contenido de metales, azufre y otras impurezas, al mismo tiempo mejorando la relación de hidrógeno con respecto al carbono (H/C) y transformando la carga hidrocarbonada más o menos parcialmente en fracciones más ligeras. El efluente obtenido en la etapa a) de hidrotreamiento en lecho fijo puede a continuación ser enviado a la etapa c) de hidrocrqueo en lecho de burbujas o bien directamente, o después de haber sido sometido a una tapa de separación de fracciones ligeras. La etapa c) permite una conversión parcial de la carga con el fin de producir un efluente que comprende en concreto finos de catalizadores y sedimentos que deben ser eliminados para satisfacer una calidad de producto tal como el fuelóleo de bunker. El método según la invención se caracteriza porque comprende una etapa de precipitación e) y una etapa f) de separación física de sedimentos realizadas en las condiciones que permitan mejorar la eficacia de separación de los sedimentos y por tanto obtener fuelóleos o bases de fuelóleos que presentan un contenido de sedimentos después del envejecimiento inferior o igual a un 0,1% en peso.

50 Uno de los intereses de la secuenciación de un hidrotreamiento en lecho fijo después de un hidrocrqueo en lecho de burbujas reside en el hecho de que la carga del reactor de hidrocrqueo en lecho de burbujas está hidrotreado ya al menos parcialmente. De esta manera, es posible obtener una conversión equivalente de efluentes hidrocarbonados de mayor calidad, en particular con contenidos en azufre más reducidos. Además, el consumo de catalizador en el reactor de hidrocrqueo en lecho de burbujas se reduce de forma importante con respecto a un método sin hidrotreamiento en lecho fijo anterior.

Etapa a) de hidrotreamiento

60 La carga según la invención es sometida según el método de la presente invención a una etapa a) de hidrotreamiento en lecho fijo en la cual la carga y el hidrógeno se ponen en contacto sobre un catalizador de hidrotreamiento.

65 Se entiende por hidrotreamiento, comúnmente llamado HDT, los tratamientos catalíticos con aporte de hidrógeno que permiten refinar, es decir reducir sensiblemente el contenido de metales, azufre y otras impurezas, las cargas hidrocarbonadas, a la vez que se mejora la relación de hidrógeno con respecto al carbono de la carga y se

transforma la carga más o menos parcialmente en fracciones más ligeras. El hidrotratamiento comprende en concreto reacciones de hidrodesulfuración (comúnmente llamadas HDS), reacciones de hidroextracción de nitrógeno (comúnmente llamadas HDN) y reacciones de hidrodesmetalización (HDM), acompañadas de reacciones de hidrogenación, de hidrodesoxigenación, de hidrodesaromatización, de hidrodesalquilación, de hidrocraqueo, de hidroasfaltado y de reducción de carbono Conradson.

Según una variante preferible, la etapa a) de hidrotratamiento comprende una primera etapa a1) de hidrodesmetalización (HDM) realizada en una o varias zonas de hidrodesmetalización en lechos fijos y una segunda etapa a2) posterior a la hidrodesulfuración (HDS) realizada en una o varias zonas de hidrodesulfuración en lechos fijos. En el transcurso de dicha primera etapa a1) de hidrodesmetalización, la carga y el hidrógeno se ponen en contacto sobre un catalizador de hidrodesmetalización, en las condiciones de hidrodesmetalización, después en el transcurso de dicha segunda etapa a2) de hidrodesulfuración, el efluente de la primera etapa a1) de hidrodesmetalización se pone en contacto con un catalizador de hidrodesulfuración en las condiciones de hidrodesulfuración. Este método, conocido bajo el nombre de HYVAHL-FTM, es por ejemplo descrito en la patente US 5417846.

Según una variante de la invención, cuando la carga contiene más de 100 ppm, incluso más de 200 ppm de metales, y/o cuando la carga comprende impurezas tales como derivados del hierro, puede ser ventajoso implementar reactores permutables (tecnología "PRS", para "*Permutable Reactor System*" según la terminología anglosajona) y tal y como se describe en la patente FR2681871. Estos reactores permutables son generalmente lechos fijos situados aguas arriba de la sección de hidrodesmetalización en lecho fijo.

El experto en la técnica comprende fácilmente que, en la etapa de hidrodesmetalización, se efectúan reacciones de hidrodesmetalización pero paralelamente también una parte de otras reacciones de hidrotratamiento y en concreto de hidrodesulfuración. Del mismo modo, en la etapa de hidrodesulfuración se efectúan reacciones de hidrodesulfuración pero paralelamente también una parte de otras reacciones de hidrotratamiento y en concreto de hidrodesmetalización. El experto en la técnica comprende que la etapa de hidrodesmetalización comienza donde comienza la etapa de hidrotratamiento, donde la concentración de metales es máxima. El experto en la técnica comprende que la etapa de hidrodesulfuración se termina donde se termina la etapa de hidrotratamiento, donde la eliminación del azufre es más difícil. Entre la etapa de hidrodesmetalización y la etapa de hidrodesulfuración, el experto de la técnica define a veces una zona de transición en la cual se producen todos los tipos de reacción de hidrotratamiento.

La etapa a) de hidrotratamiento según la invención se implementa en las condiciones de hidrotratamiento. Puede implementarse de forma ventajosa a una temperatura comprendida entre 300°C y 500°C, con preferencia entre 350°C y 420°C y bajo una presión absoluta comprendida entre 5 MPa y 35 MPa, con preferencia entre 11 MPa y 20 MPa. La temperatura se ajusta habitualmente en función del nivel deseado de hidrotratamiento y de la duración del tratamiento contemplada. La mayoría de las veces, la velocidad espacial de la carga hidrocarbonada, comúnmente llamada VVH, y que se define como siendo el caudal volumétrico de la carga dividido por el volumen total del catalizador, puede estar comprendido en una gama que va desde 0,1 h⁻¹ a 5 h⁻¹, de forma preferible de 0,1 h⁻¹ a 2 h⁻¹, y de forma más preferible de 0,1 h⁻¹ a 0,45 h⁻¹. La cantidad de hidrógeno mezclada con la carga puede estar comprendida entre 100 y 5000 metros cúbicos normales (Nm³) por metro cúbico (m³) de carga líquida, preferiblemente entre 200 Nm³/m³ y 2000 Nm³/m³, y de forma más preferible entre 300 Nm³/m³ y 1500 Nm³/m³. La etapa a) de hidrotratamiento puede ser efectuada industrialmente en uno o varios reactores en la corriente descendente del líquido.

Los catalizadores de hidrotratamiento utilizados son con preferencia catalizadores conocidos. Se pueden tratar de catalizadores granulares que comprenden, sobre un soporte, al menos un metal un compuesto de metal que tienen función hidrodeshidrogenante. Estos catalizadores pueden de forma ventajosa ser catalizadores que comprenden al menos un metal del grupo VIII, elegido generalmente en el grupo constituido por el níquel y el cobalto, y/o al menos un metal del grupo VIB, con preferencia el molibdeno y/o el tungsteno. Se puede emplear por ejemplo un catalizador que comprende de un 0,5% a un 10% en peso de níquel, con preferencia de un 1% a un 5% en peso de níquel (expresado como óxidos de níquel NiO) y de un 1% a un 30% en peso de molibdeno, con preferencia de un 5% a un 20% en peso de molibdeno (expresado como óxido de molibdeno MoO₃) en un soporte mineral. Este soporte puede por ejemplo ser elegido en el grupo constituido por el aluminio, el sílice, los sílices-alúminas, el magnesio, las arcillas y las mezclas de al menos dos de estos materiales. De forma ventajosa, este soporte puede englobar otros compuestos dopantes, en concreto óxidos elegidos del grupo constituido por el óxido de boro, el circonio, la cerina, el óxido de titanio, el anhídrido fosfórico y una mezcla de estos óxidos. Se utiliza, con más frecuencia un soporte de alúmina, y con más frecuencia un soporte de alúmina dopado con fósforo y eventualmente boro. Cuando el anhídrido fosfórico P₂O₅ está presente, su concentración es inferior a un 10% en peso. Cuando el dióxido de boro B₂O₅ está presente, su concentración es inferior a un 10% en peso. La alúmina utilizada puede ser una alúmina γ (gamma) o η (eta). Este catalizador está con más frecuencia en forma de extruidos. El contenido total de óxidos de metales de los grupos VIB y VII puede ser de un 5% a un 40% en peso y en general de un 7% a un 30% en peso y la relación de ponderación expresada en óxido metálico entre el metal (o metales) del grupo VIB con respecto al metal (o metales) del grupo VIII está en general comprendida entre 20 y 1, y con más frecuencia entre 10 y 2.

En el caso de una etapa de hidrotreamiento que incluye una etapa de hidrodeshmetalización (HDM) después una etapa de hidrodeshsulfuración (HDS), se utilizan con preferencia catalizadores específicos adaptados a cada etapa.

5 Los catalizadores que se pueden utilizar en la etapa de hidrodeshmetalización son por ejemplo indicados en los documentos de patentes EP 0113297, EP 0113284, US 5221656, US 5827421, US 7119045, US 5622616, y US 5089463. Se utilizan con preferencia catalizadores de DHM en los reactores permutables.

10 Los catalizadores que se pueden utilizar en la etapa de hidrodeshsulfuración son por ejemplo indicados en los documentos de patentes EP 0113297, EP 0113284, US 6589908, US 4818743 o US 6332976.

Se puede del mismo modo utilizar un catalizador mixto, activo en hidrodeshmetalización y en hidrodeshsulfuración, a la vez para la sección de hidrodeshmetalización y para la sección de hidrodeshsulfuración tal y como se describe en el documento de patente FR 2940143.

15 Anteriormente a la inyección de la carga, los catalizadores utilizados en el método según la presente invención son con preferencia sometidos a un tratamiento de sulfuración en el lugar o fuera de lugar.

Etapa b) opcional de separación

20 La etapa de separación del efluente resultante de la etapa a) de hidrotreamiento es opcional.

25 En el caso en el que la etapa de separación del efluente resultante de la etapa a) de hidrotreamiento no se implemente, al menos una parte del efluente resultante de la etapa a) de hidrotreamiento se introduce en la sección que permite la implementación de la etapa c) de hidrocraqueo en lecho de burbujas sin cambiar la composición química y sin una pérdida de presión significativa. Por "pérdida de presión significativa" se entiende una pérdida de presión provocada por una compuerta o una turbina de expansión, que se podrá estimar en una pérdida de presión de más de un 10% de la presión total. El experto en la técnica utiliza en general estas pérdidas de presión o expansiones durante las etapas de separación.

30 Cuando se implementa la etapa de separación sobre el efluente resultante de la etapa a) de hidrotreamiento, esta última es eventualmente completada por otras etapas de separación suplementarias, que permiten separar al menos una fracción ligera y al menos una fracción pesada.

35 Por "fracción ligera" se entiende una fracción en la cual al menos un 90% de los compuestos tienen un punto de ebullición inferior a 350°C.

40 Por "fracción pesada", se entiende una fracción en la cual al menos un 90% de los compuestos tienen un punto de ebullición superior o igual a 350°C. Con preferencia, la fracción ligera obtenida durante la etapa b) de separación comprende una fase gaseosa y al menos una fracción ligera de hidrocarburos de tipo nafta, queroseno y/o diésel. La fracción pesada comprende con preferencia la fracción de destilado en vacío y una fracción de residuo en vacío y/o una fracción de residuo atmosférico.

45 La etapa b) de separación puede implementarse por cualquier método conocido para el experto en la técnica. Este método puede ser elegido entre una separación a alta o baja presión, una destilación a alta o baja presión, una separación a alta o baja presión, y las combinaciones de estos diferentes métodos que pueden funcionar a diferentes presiones y temperaturas.

50 Según un primer modo de realización de la presente invención, el efluente resultante de la etapa a) de hidrotreamiento se somete a una etapa b) de separación con descompresión. Según este modo de realización, la separación es con preferencia efectuada en una sección de fraccionamiento, que pueden primer lugar comprender un separador de alta presión de alta temperatura (HPHT), y eventualmente un separador de alta presión de baja temperatura (HPBT), seguido a continuación eventualmente de una sección de destilación atmosférica y/o de una sección de destilación al vacío. El efluente de la etapa a) puede ser enviado a una sección de fraccionamiento, en general en un separador HPHT que permite obtener una fracción ligera y una fracción pesada que contienen mayoritariamente compuestos que hierven a al menos 350°C. De manera general, la separación no se hace con preferencia según un punto de fracción preciso, se parece más bien a una separación de tipo instantáneo (o *flash* según la terminología anglosajona). El punto de fracción de la separación se sitúa de forma ventajosa entre 200 y 400°C.

60 Con preferencia, dicha fracción pesada puede a continuación ser fraccionada por destilación atmosférica en al menos una fracción de destilado atmosférico, que contiene con preferencia al menos una fracción ligera de hidrocarburos de tipo nafta, queroseno y/o diésel, y una fracción de residuo atmosférico. Al menos una parte de la fracción de residuo atmosférico puede del mismo modo ser fraccionada por destilación al vacío en una fracción de destilado al vacío, que contiene con preferencia gasóleo al vacío, y una fracción de residuo al vacío. Al menos una parte de la fracción de residuo al vacío y/o la fracción de residuo atmosférico son enviados, de forma ventajosa, a la etapa c) de hidrocraqueo. Una(s) parte(s) de la relación de residuo al vacío y/o de la fracción de residuo atmosférica

puede(n) ser utilizada(s) del mismo modo directamente como base de fuelóleo, en concreto como base fuelóleo de bajo contenido en azufre. Una(s) parte(s) de la fracción de residuo al vacío y/o de la fracción de residuo atmosférico puede(n) ser enviada(s) del mismo modo hacia otro método de conversión, en concreto un método de craqueo catalítico en el lecho fluidificado.

5 Según un segundo modo de realización, el efluente resultante de la etapa a) de hidrotreatmento se somete a una etapa b) de separación sin descompresión. Según este modo de realización, el efluente de la etapa a) de hidrotreatmento se envía a una sección de fraccionamiento, en general en un separador HPHT, que tiene un punto de fracción entre 200 y 450°C permitiendo obtener al menos una fracción ligera y al menos una fracción pesada. De
10 manera general, la separación no se hace con preferencia según un punto de fracción preciso, se parece más bien a una separación de tipo instantáneo (o *flash* según la terminología anglosajona). La fracción pesada puede a continuación ser enviada directamente a la etapa c) de hidrocrqueo.

15 La fracción ligera puede someterse a otras etapas de separación. De forma ventajosa, puede someterse a una destilación atmosférica que permite tener una fracción gaseosa, al menos una fracción ligera de hidrocarburos líquidos de tipo nafta, queroseno y/o diésel y una fracción de destilado al vacío, esta última pudiendo ser al menos una parte enviada a la etapa c) de hidrocrqueo. Otra parte del destilado al vacío puede ser utilizada como fluxante de fuelóleo. Otra parte del destilado al vacío puede ser mejorada siendo sometida a una etapa de hidrocrqueo y/o de craqueo catalítico el lecho fluidificado.

20 La separación sin descompresión permite una mejor integración térmica y se traduce en una economía de energía y de equipo. Además, este modo de realización presenta ventajas de tecno-económicas ya que no es necesario aumentar la presión del flujo después de la separación antes de la etapa de hidrocrqueo posterior. El fraccionamiento intermedio sin descompresión que es más simple que el fraccionamiento con descompresión, se reduce por lo tanto de forma ventajosa el coste de inversión.

25 Las fracciones gaseosas resultantes de la etapa de separación se someten con preferencia a un tratamiento de purificación para recuperar el hidrógeno y para reciclarlo hacia los reactores de hidrotreatmento y/o de hidrocrqueo, incluso en la etapa de precipitación. La presencia de la etapa de separación entre la etapa a) de hidrotreatmento y la etapa c) de hidrocrqueo permite de forma ventajosa disponer de dos circuitos de hidrógeno independientes, uno conectado al hidrotreatmento, el otro al hidrocrqueo, y los cuales, según las necesidades, pueden estar conectados uno a otro. La adición de hidrógeno puede hacerse al nivel de la sección de hidrotreatmento o al nivel de la sección de hidrocrqueo o al nivel de las dos. El hidrógeno de reciclaje puede alimentar la sección de hidrotreatmento o la sección de hidrocrqueo o las dos. Un compensador puede ser
30 eventualmente común a los dos circuitos de hidrógeno. El hecho de poder conectar los dos circuitos de hidrógeno permite una optimización de la gestión de hidrógeno y limitar las inversiones en términos de compresores y/o unidades de purificación de los efluentes gaseosos. Los diferentes modos de realización de la gestión de hidrógeno que se pueden utilizar en la presente invención son descritos en la solicitud de patente FR 2957607.

40 La fracción ligera obtenida como resultado de la etapa b) de separación, que comprende hidrocarburos de tipo nafta, queroseno y/o diésel u otros, en concreto GLP y gasóleo al vacío, puede mejorarse según los métodos que son bien conocidos para el experto de la técnica. Los productos obtenidos pueden integrarse en formulaciones de combustibles (también llamadas "*pools*" combustible según la terminología anglosajona) o someterse a etapas de refinado suplementarias. La(s) fracción(es) de nafta, queroseno, gasóleo y gasóleo al vacío puede(n) someterse a
45 uno o varios tratamientos, por ejemplo, un hidrotreatmento, un hidrocrqueo, una alquilación, una isomerización, un reformado catalítico, un craqueo catalítico o térmico, para que cumplan de manera separada o en mezcla las especificaciones requeridas que pueden estar relacionadas con el contenido en azufre, el punto de ahumado, el índice de octano, de cetano, y otros.

50 La fracción ligera obtenida a la salida de la etapa b) puede ser utilizada al menos en parte para formar la fracción de destilado según la invención utilizada en la etapa e) de precipitación de sedimentos, o se puede mezclar con dicha fracción de destilado según la invención.

55 Una parte de la fracción pesada resultante de la etapa b) de separación puede utilizarse para formar la fracción de destilado según la invención utilizada en la etapa e) de precipitación de sedimentos.

Etapas c) de hidrocrqueo el lecho de burbujas

60 Al menos una parte del efluente resultante de la etapa a) de hidrotreatmento o al menos una parte de la fracción resultante de la etapa b) se envía según el método de la presente invención a una etapa c) de hidrocrqueo que se realiza en al menos un reactor, de forma ventajosa dos reactores, que contienen al menos un catalizador soportado en lecho de burbujas. Dicho reactor puede funcionar con una corriente ascendente de líquido y de gas. El objetivo principal del hidrocrqueo es convertir la carga hidrocarbonada pesada en fracciones más ligeras a la vez que se refina parcialmente.

65

Según un modo de realización de la presente invención, una parte de la carga hidrocarbonada inicial puede ser inyectada directamente a la entrada de la sección de hidrocrackeo c) en lecho de burbujas, en mezcla con el efluente de la sección de hidrot ratamiento a) en lecho fijo o la fracción pesada resultante de la etapa b), sin que esta parte de la carga hidrocarbonada haya sido tratada en la sección de hidrot ratamiento a) en lecho fijo. Este modo de realización puede parecerse a un cortocircuito parcial de la sección de hidrot ratamiento a) en lecho fijo.

Según una variante, una co-carga puede introducirse en la entrada de la sección de hidrocrackeo c) en lecho de burbujas con el efluente de la sección de hidrot ratamiento a) en lecho fijo o la fracción pesada resultante de la etapa b). Esta co-carga puede ser elegida entre los residuos atmosféricos, los residuos al vacío resultantes de la destilación directa, los aceites desasfaltados, extractos aromáticos resultantes de las cadenas de producción de bases para lubricantes, fracciones hidrocarbonada o una mezcla de fracciones hidrocarbonadas se pueden elegir entre los productos resultantes de un método de craqueo catalítico en lecho fluido, en concreto un aceite de fracción ligera (LCO), un aceite de fracción pesada (HCO), un aceite decantado, o pueden venir de la destilación, las fracciones de gasóleo en concreto las obtenidas por destilación atmosférica o al vacío, como por ejemplo el gasóleo al vacío. Según otra variante y en el caso en el que la sección de hidrocrackeo disponga de varios reactores en lecho de burbujas, está co-carga se puede inyectar en parte o totalmente en uno de los reactores aguas abajo del primer reactor.

El hidrógeno necesario en la reacción de hidrocrackeo puede estar ya presente en una cantidad suficiente en el efluente resultante de la etapa a) de hidrot ratamiento inyectada en la entrada de la sección de hidrocrackeo c) en lecho de burbujas. Sin embargo, es preferible prever un aporte de hidrógeno suplementario en la entrada de la sección de hidrocrackeo c). En el caso en el que la sección de hidrocrackeo disponga de varios reactores en lecho de burbujas, el hidrógeno se puede inyectar en la entrada de cada reactor. El hidrógeno inyectado puede ser un flujo adicional y/o un flujo de reciclaje.

La tecnología en lecho de burbujas es bien conocida para el experto en la técnica. Sólo las condiciones principales de funcionamiento serán descritas en este caso. Las tecnologías en lechos de burbujas utilizan de forma clásica catalizadores soportados en forma de extruidos cuyo diámetro generalmente es del orden de 1 mm o menos. Los catalizadores permanecen en el interior de los reactores y no se evacúan con los productos, salvo durante las fases de adición y de vaciado de catalizadores necesarios para mantener la actividad catalítica. Los niveles de temperatura pueden ser elevados con el fin de obtener conversiones elevadas a la vez que se minimizan las cantidades de catalizadores utilizados. La actividad catalítica puede mantenerse constante gracias al reemplazo en línea del catalizador. No es por tanto necesario detener la unidad para cambiar el catalizador utilizado, ni aumentar la temperatura de reacción a lo largo del ciclo para compensar la desactivación. Además, el hecho de trabajar en condiciones de funcionamiento constantes permite de forma ventajosa obtener rendimientos y calidades de productos constantes a lo largo del ciclo. También, debido a que el catalizador se mantiene en agitación mediante un reciclaje importante de líquido, la pérdida de carga en el reactor permanece baja y constante. Debido al desgaste de los catalizadores en los reactores, los productos resultantes de los reactores pueden contener partículas finas de catalizador.

Las condiciones de la etapa c) de hidrocrackeo en lecho de burbujas pueden ser condiciones clásicas de hidrocrackeo en lecho de burbujas de una carga hidrocarbonada. Se puede operar a una presión absoluta comprendida entre 2,5 MPa y 35 MPa, de forma preferible entre 5 MPa y 25 MPa, de forma más preferible entre 6 MPa y 20 MPa, y de forma aún más preferible entre 11 MPa y 20 MPa, a una temperatura comprendida entre 330°C y 550°C, de forma preferible entre 350°C y 500°C. La velocidad espacial (VVH) y la presión parcial de hidrógeno son los parámetros que se fijan en función de las características del producto a tratar y de la conversión deseada. La VVH que se define como siendo el caudal volumétrico de la carga dividido por el volumen total del reactor se sitúa en general en una gama que va de 0,1 h⁻¹ a 10 h⁻¹, de forma preferible de 0,1 h⁻¹ a 5 h⁻¹ y de forma más preferible de 0,1 h⁻¹ a 1 h⁻¹. La cantidad de hidrógeno mezclado con la carga es habitualmente de 50 a 5000 metros cúbicos normales (Nm³) por metro cúbico (m³) de carga líquida, con más frecuencia de 100 Nm³/m³ a 1500 Nm³/m³ y con preferencia de 200 Nm³/m³ a 1200 Nm³/m³.

Se puede utilizar un catalizador granular clásico de hidrocrackeo que comprende, sobre un soporte amorfo, al menos un metal o un compuesto de metal que tiene una función hidrodeshidrogenante. Este catalizador puede ser un catalizador que comprende metales del grupo VIII, por ejemplo, níquel y/o cobalto, con más frecuencia en asociación con al menos un metal del grupo VIB, por ejemplo molibdeno y/o tungsteno. Se puede emplear por ejemplo un catalizador que comprende de un 0,5% a un 10% en peso de níquel y con preferencia de un 1% a un 5% en peso de níquel (expresado en óxidos de níquel NiO) y de un 1% a un 30% en peso de molibdeno, con preferencia de un 5% a un 20% en peso de molibdeno (expresado en óxido de molibdeno MoO₃) en un soporte de mineral amorfo. Este soporte por ejemplo es el elegido en el grupo constituido por la alúmina, el sílice, los sílices-alúminas, el magnesio, las arcillas y las mezclas de al menos dos de estos minerales. Este soporte puede del mismo modo englobar otros compuestos y por ejemplo óxidos elegidos en el grupo constituido por el óxido de boro, el circonio, el óxido de titanio, el anhídrido fosfórico. Se utiliza con más frecuencia un soporte de aluminio y con más frecuencia un soporte de aluminio dopado con un fósforo y eventualmente boro. Cuando está presente el anhídrido fosfórico P₂O₅, su concentración es habitualmente inferior a un 20% en peso y con más frecuencia inferior a un 10% en peso. Cuando está presente el trióxido de boro B₂O₃, su concentración es habitualmente inferior a 10% en peso. La

5 alúmina utilizada es habitualmente una alúmina γ (gamma) o η (eta). Este catalizador puede estar en forma de extruidos. El contenido total de óxidos de metales de los grupos VI y VIII puede estar comprendido entre un 5% y un 40% en peso, con preferencia entre un 7% y un 30% en peso y la relación de ponderación expresada de óxido metálico entre un metal (o metales) del grupo VI con respecto a un metal (o metales) del grupo VIII está comprendida entre 20 y 1, y con preferencia entre 10 y 2.

10 El catalizador utilizado puede ser en parte reemplazado por un catalizador fresco, generalmente por vaciado en la parte baja del reactor y la introducción en la parte alta del reactor de catalizador fresco o nuevo en un intervalo de tiempo regular, es decir, por ráfaga o de forma continua o casi continua. Se puede del mismo modo introducir el catalizador por la parte baja y vaciarlo por la parte alta del reactor. Se puede por ejemplo introducir el catalizador fresco todos los días. Las tasas de reemplazo del catalizador utilizado por el catalizador fresco pueden ser por ejemplo de aproximadamente 0,05 kilogramos a aproximadamente 10 kilogramos por metro cúbico de carga. Este vaciado y este reemplazo son efectuados con la ayuda de dispositivos que permiten el funcionamiento continuo de esta etapa de hidrocrackeo. El reactor de hidrocrackeo comprende habitualmente una bomba de recirculación que permite el mantenimiento del catalizador en el lecho de burbujas por reciclaje continuo de al menos una parte del líquido vaciado en el cabezal del reactor y vuelto a inyectar en la parte baja del reactor. Es del mismo modo posible enviar el catalizador utilizado vaciado del reactor a una zona de regeneración en la cual se elimine el carbono y el azufre que engloba antes de su reinyección en la etapa (b) de hidrocrackeo.

20 La etapa c) de hidrocrackeo según el método de la invención puede implementarse en las condiciones del método H-OIL® tal y como se describe por ejemplo en la patente US 6270654.

25 El hidrocrackeo en lecho de burbujas puede hacerse en un solo reactor o en varios reactores, con preferencia dos, dispuestos en serie. El hecho de utilizar al menos dos reactores en lecho de burbuja en serie permite obtener productos de mejor calidad y con un mejor rendimiento. Además, el hidrocrackeo en dos reactores permite tener una operabilidad mejorada al nivel de la flexibilidad de las condiciones de funcionamiento y del sistema catalítico. Con preferencia, la temperatura del segundo reactor en lecho de burbujas es al menos 5°C más elevada que la del primer reactor en lecho de burbujas. La presión del segundo reactor puede ser de 0,1 MPa a 1 MPa más débil que para el primer reactor para permitir el flujo de al menos una parte del efluente resultante de la primera etapa sin que sea necesario un bombeo. Las diferentes condiciones de funcionamiento en términos de temperatura en los dos reactores de hidrocrackeo se seleccionan para poder controlar la hidrogenación y la conversión de la carga en productos deseados en cada reactor.

35 En el caso en el que la etapa c) de hidrocrackeo se realice en dos subetapas c1) y c2) en dos reactores dispuestos en serie, el efluente obtenido resultante de la primera sub etapa c1) puede eventualmente ser sometido a una etapa de separación de la fracción ligera y de la fracción pesada, y al menos una parte, con preferencia la totalidad, de dicha fracción pesada puede ser tratada en la segunda subetapa c2) de hidrocrackeo. Esta separación es de forma ventajosa hecha en un separador de interfase, tal como se describe por ejemplo en la patente US 6270654, y permite en concreto evitar el sobre-crackeo de la fracción ligera en el segundo reactor de hidrocrackeo. Del mismo modo es posible transferir en su totalidad o en parte el catalizador utilizado vaciado del reactor de la primera subetapa (b1) de hidrocrackeo, funcionando a una temperatura más baja, directamente en el reactor de la segunda subetapa (b2), funcionando a una temperatura más elevada, o transferir en su totalidad o en parte el catalizador utilizado vaciado del reactor de la segunda subetapa (b2) directamente en el reactor de la primera subetapa (b1). Este sistema de cascada es por ejemplo descrito en la patente US 4816841.

45 La etapa de hidrocrackeo se puede hacer también con varios reactores en paralelo (en general dos) en el caso de una gran capacidad. La etapa de hidrocrackeo puede por tanto comprender varias fases en serie, eventualmente separadas por un separador de interfase, cada fase que está constituida por uno o varios reactores en paralelo.

50 Etapa d) de separación del efluente de hidrocrackeo

El método según la invención puede comprender además una etapa d) de separación que permite la obtención de al menos una fracción gaseosa y de al menos una fracción líquida pesada.

55 El efluente obtenido resultante de la etapa c) de hidrocrackeo comprende una fracción líquida y una fracción gaseosa que contiene el gas, en concreto H₂, H₂S, NH₃, y los hidrocarburos en C₁-C₄. Esta fracción gaseosa puede separarse del efluente con la ayuda de dispositivos de separación bien conocidos por el experto en la técnica, en concreto con la ayuda de uno o varios matracos es separadores que pueden funcionar a diferentes presiones y temperaturas, eventualmente asociados a un medio de arrastre por vapor o por hidrógeno y una o varias columnas de destilación. El efluente obtenido resultante de la etapa c) de hidrocrackeo es de forma ventajosa separado en al menos un matraz separador y al menos una fracción gaseosa y al menos una fracción de líquido pesado. Estos separadores pueden por ejemplo ser separadores de alta presión de alta temperatura (HPHT) y/o separadores de alta presión de baja temperatura (HPBT).

65 Después de un eventual enfriamiento, esta fracción gaseosa es con preferencia tratada en un medio de purificación de hidrógeno de forma que se recupera el hidrógeno no consumido durante las reacciones de hidrotreatmento y de

hidrocraqueo. El medio de purificación de hidrógeno puede ser un lavado con aminas, una membrana, un sistema de tipo PSA, o varios de estos medios dispuestos en serie. El hidrógeno purificado puede por tanto de forma ventajosa ser reciclado en el método según la invención, después de una eventual recompresión. El hidrógeno puede ser introducido en la entrada de la etapa a) de hidrot ratamiento y/o en diferentes lugares en el transcurso de la etapa a) de hidrot ratamiento y/o a la entrada de la etapa c) de hidrocraqueo y/o en diferentes lugares en el transcurso de la etapa c) de hidrocraqueo, incluso en la etapa de precipitación.

La etapa d) de separación puede comprender del mismo modo una destilación atmosférica y/o una destilación al vacío. De forma ventajosa, la etapa de separación d) comprende además al menos una destilación atmosférica, en la cual la o las fracción(es) hidrocarbonada(s) líquida(s) obtenida(s) después de la separación es (son) fraccionada(s) por destilación atmosférica y al menos una fracción de destilado atmosférico y al menos una fracción de residuo atmosférico. La fracción de destilado atmosférico puede contener bases combustibles (nafta, queroseno y/o diésel) a las que se le puede mejorar comercialmente como por ejemplo en refinería para la producción de combustible de automóvil y de aviación.

Además, la etapa de separación d) del método según la invención puede de forma ventajosa comprender además al menos una destilación al vacío en la cual la o las fracción(es) hidrocarbonada(s) líquida(s) obtenida(s) después de la separación y/o la fracción de residuo atmosférico obtenida después de la destilación atmosférica es (son) fraccionada(s) por destilación al vacío en al menos una fracción de destilado al vacío y al menos una fracción de residuo al vacío. De manera preferible, la etapa d) de separación comprende en primer lugar una destilación atmosférica, en la cual la o las fracción(es) hidrocarbonada(s) líquida(s) obtenida(s) después de la separación es (son) fraccionada(s) por destilación atmosférica en al menos una fracción del destilado atmosférico y en al menos una fracción de residuo atmosférico, después de una destilación al vacío en la cual la fracción de residuo atmosférico obtenida después de la destilación atmosférica es fraccionada por destilación al vacío en al menos una fracción del destilado al vacío y en al menos una fracción de residuo al vacío. La fracción de destilado al vacío contiene típicamente fracciones de tipo gasóleo al vacío.

Al menos una parte de la fracción de residuo al vacío puede ser reciclada en la etapa c) de hidrocraqueo.

Una parte de la fracción líquida pesada resultante de la etapa d) de separación puede ser utilizada para formar la fracción de destilado según la invención utilizada en la etapa e) de precipitación de sedimentos.

Etapa e): Precipitación de sedimentos

La fracción líquida pesada obtenida resultante de la etapa d) de separación contiene sedimentos orgánicos que resultan en condiciones de hidrot ratamiento y de hidrocraqueo y residuos de catalizadores. Una parte de los sedimentos está constituida de asfaltenos precipitados en las condiciones de hidrot ratamiento y de hidrocraqueo y son analizados como sedimentos existentes (IP 375).

En función de las condiciones de hidrocraqueo, el contenido de sedimentos en la fracción líquida pesada varía. Desde un punto de vista analítico, se distinguen los sedimentos existentes (IP375) y los sedimentos antes del envejecimiento (IP390) que incluyen los sedimentos potenciales. O, condiciones de hidrocraqueo elevadas, es decir cuando la tasa de conversión es por ejemplo superior a un 40 o un 50%, que provocan la formación de sedimentos existentes y de sedimentos potenciales.

Con el fin de obtener un fuelóleo o una base de fuelóleo que responda a las recomendaciones de un contenido de sedimentos después del envejecimiento (medido según el método ISO 10307-2) inferior o igual a un 0,1%, el método según la invención comprende una etapa de precipitación que permite mejorar la eficacia de separación de los sedimentos y por tanto obtener fuelóleos o bases de fuelóleos estables, es decir un contenido de sedimentos después del envejecimiento inferior o igual a un 0,1% en peso.

La etapa de precipitación según el método de la invención comprende la puesta en contacto de la fracción líquida pesada resultante de la etapa d) de separación con una fracción de destilado del cual al menos un 20% en peso presenta una temperatura de ebullición superior o igual a 100°C, con preferencia superior o igual a 120°C, de manera más preferible superior o igual a 150°C. En una variante según la invención, la fracción de destilado se caracteriza porque comprende al menos un 25% en peso que tenga una temperatura de ebullición superior o igual a 100°C, con preferencia superior o igual a 120°C, de manera más preferible superior o igual a 150°C.

De manera ventajosa, al menos un 5% en peso, incluso un 10% en peso de la fracción de destilado según la invención presenta una temperatura de ebullición de al menos 252°C.

De manera más ventajosa, al menos un 5% en peso, incluso un 10% en peso de la fracción de destilado según la invención presenta una temperatura de ebullición de al menos 255°C.

Dicha fracción de destilado puede en parte, incluso en su totalidad provenir de las etapas b) y/o d) de separación de la invención o de otro método de refinado o incluso de otro método químico.

La utilización de la fracción de destilados en una elección presenta del mismo modo la ventaja de evitar la utilización mayoritaria de fracciones de fuertes valores añadidos tales como las fracciones petroquímicas, nafta...

- 5 La fracción de destilado según la invención comprende de forma ventajosa hidrocarburos que tengan más de 12 átomos de carbono, con preferencia hidrocarburos que tengan más de 13 átomos de carbono, de manera más preferible hidrocarburos que tengan entre 13 y 40 átomos de carbono.

10 La fracción de destilado puede utilizarse en mezcla con una fracción de tipo nafta y/o una fracción de tipo gasóleo al vacío y/o un residuo al vacío. Dicha fracción de destilado puede utilizarse en mezcla con la fracción ligera obtenida resultante de la etapa b), la fracción pesada resultante de la etapa b), la fracción líquida pesada resultante de la etapa d), estas fracciones que pueden ser tomadas solas o en mezcla. En el caso en el que la fracción de destilado según la invención es mezclada con otra fracción, una fracción ligera y/o una fracción pesada tal como se indicó anteriormente, las proporciones son elegidas de tal manera que la mezcla resultante respeta las características de la fracción de destilado según la invención.

15 La etapa e) de precipitación según la invención permite obtener el conjunto de sedimentos existentes y potenciales (convirtiendo los sedimentos potenciales en sedimentos existentes) de manera que los separa eficazmente y por tanto logra el contenido de sedimentos después del envejecimiento (medido según el método ISO 10307-2) de un 0,1% en peso máximo.

20 La etapa e) de precipitación según la invención es de forma ventajosa implementada durante un tiempo de permanencia inferior a 500 minutos, con preferencia inferior a 300 minutos, de manera más preferible inferior a 60 minutos, a una temperatura entre 25 y 350°C, con preferencia entre 50 y 350°C, con preferencia entre 65 y 300°C y de manera más preferible entre 80 y 250°C. La presión de la etapa de precipitación es de forma ventajosa inferior a 20 MPa, con preferencia inferior a 10 MPa, de forma más preferible inferior a 3 MPa e incluso de forma más preferible inferior a 1,5 MPa. La relación de masa entre la fracción de destilado según la invención y la fracción pesada obtenida resultante de la etapa d) de separación está comprendida entre 0,01 y 100, con preferencia entre 0,05 y 10, de manera más preferible entre 0,1 y 5, y de manera incluso aún más preferible entre 0,1 y 2. Cuando la fracción de destilado según invención es obtenida del método, es posible acumular esta fracción durante un período de puesta en marcha de manera que se alcanza la relación deseada.

25 La fracción de destilado según la invención puede el mismo modo provenir en parte de la etapa g) de recuperación de la fracción hidrocarbonada líquida.

30 La etapa e) de precipitación puede realizarse con la ayuda de varios equipos. Pueden utilizarse eventualmente un mezclador estático o un tanque de agitación de manera que se favorece el contacto eficaz entre la fracción de líquido pesada obtenida resultante de la etapa d) de separación y la fracción de destilados según la invención. Se puede(n) utilizar uno o varios intercambiadores antes o después de la mezcla de la fracción líquida pesada obtenida resultante de la etapa d) y la fracción de destilado según la invención de manera que se alcanza la temperatura deseada. Se puede(n) utilizar una o varias capacidad(es) en serie o en paralelo tal como un matraz horizontal o vertical, eventualmente con una función de decantación para eliminar una parte de los sólidos más pesados. Se puede utilizar del mismo modo un tanque de agitación y eventualmente equipado con una camisa doble que permite una regulación de la temperatura. Este tanque puede estar provisto de un vaciado en la parte inferior para eliminar una parte de los sólidos más pesados.

35 De forma ventajosa, la etapa e) de precipitación se realiza en presencia de un gas inerte y/o de un gas oxidante y/o de un líquido oxidante y/o de hidrógeno, con preferencia resultante del método de la invención, en concreto de las etapas de separación b) y/o c).

40 La etapa e) de precipitación de sedimentos puede realizarse en presencia de un gas inerte tal como el dinitrógeno, o en presencia de un gas oxidante tal como el dióxígeno, el ozono o los óxidos de nitrógeno, o en presencia de una mezcla que contiene un gas inerte y un gas oxidante tal como el aire empobrecido por nitrógeno. La utilización de un gas oxidante presenta la ventaja de acelerar el proceso de precipitación.

45 La etapa e) de precipitación de sedimentos se puede realizar en presencia de un líquido oxidante que permite acelerar el proceso de precipitación. Se entiende por "líquido oxidante" un compuesto oxigenado, por ejemplo, un peróxido tal como el agua oxigenada, o incluso una solución oxidante mineral tal como una solución de permanganato de potasio o un ácido mineral tal como el ácido sulfúrico. Según esta variante, el líquido oxidante es entonces mezclado con la fracción líquida pesada resultante de la etapa d) de separación y la fracción de destilado según la invención durante la implementación de la etapa e) de precipitación de sedimentos.

50 Como resultado de la etapa e) se obtiene una fracción hidrocarbonada de contenido enriquecido en sedimentos existentes mezclada al menos en parte con la fracción de destilado según la invención. Esta mezcla es enviada a la etapa f) de separación física de sedimentos.

Etapa f): Separación de sedimentos

El método según la invención comprende además una etapa f) de separación física de sedimentos y de finos de catalizadores para obtener una fracción hidrocarbonada líquida.

La fracción líquida pesada obtenida resultante de la etapa e) de precipitación contiene sedimentos orgánicos de tipo asfaltenos precipitados que resultan de condiciones de hidrocrackeo y de condiciones de precipitación según la invención. Esta fracción líquida pesada puede también contener finos de catalizadores resultantes del agotamiento de los catalizadores de tipo extruidos en la implementación del reactor de hidrocrackeo.

Por tanto, al menos una parte de la fracción líquida pesada resultante de la etapa e) de precipitación es sometida a una separación de sedimentos y de residuos de catalizadores, por medio de un medio de separación físico elegido entre un filtro, una membrana de separación, un lecho de sólidos filtrantes de tipo orgánico o inorgánico, una precipitación electrostática, un filtro electrostático, un sistema de centrifugación, una decantación, un decantador centrífugo, un vaciado por tornillo sinfín, o una extracción física. Se puede utilizar una combinación, en serie y/o en paralelo y pueden funcionar de manera secuencial, de varios medios de separación del mismo tipo o de un tipo diferente durante esta etapa f) de separación de sedimentos y de residuos de catalizadores. Una de estas técnicas de separación sólido-líquido puede necesitar la utilización periódica de una fracción ligera de enjuague, resultante del método o no, que permite por ejemplo la limpieza de un filtro y la evacuación de los sedimentos.

Como resultado de la etapa f) de separación de sedimentos, se obtiene una fracción hidrocarbonada líquida (de contenido en sedimentos después del envejecimiento inferior o igual a un 0,1% en peso) que comprende una parte de la fracción de destilados según la invención introducida durante la etapa e).

Etapa g): Recuperación de la fracción hidrocarbonada líquida

Según la invención, la mezcla resultante de la etapa f) es de forma ventajosa introducida en una etapa g) de recuperación de la fracción hidrocarbonada líquida que tenga un contenido de sedimento después del envejecimiento inferior o igual a un 0,1% en peso que consiste en separar la fracción hidrocarbonada líquida resultante de la etapa f) de la fracción de destilado introducida durante la etapa e). La etapa g) es una etapa de separación similar a las etapas b) y d) de separación. La etapa g) se puede implementar por medio de equipos de tipo matraces separadores y/o columnas de destilación es de manera que se separa por un lado al menos una parte de la fracción de destilado introducida durante la etapa e) y por otra parte la fracción hidrocarbonada líquida que tiene un contenido de sedimentos después del envejecimiento inferior o igual a un 0,1% en peso.

De forma ventajosa, una parte de la fracción de destilado separada en la etapa g) es reciclada en la etapa e) de precipitación.

Dicha fracción hidrocarbonada líquida puede servir, de forma ventajosa, como base de fuelóleo o como fuelóleo, en concreto como base de fuelóleo de bunker o como fuelóleo de bunker, que tenga un contenido en sedimentos después del envejecimiento inferior a un 0,1% en peso. De forma ventajosa, dicha fracción hidrocarbonada líquida se mezcla con una o varias bases fluxantes elegidas del grupo constituido por los aceites de fracción ligera de un craqueo catalítico, los aceites de fracción pesada de un craqueo catalítico, el residuo de un craqueo catalítico, un queroseno, un gasóleo, un destilado al vacío y/o un aceite decantado, la fracción de destilado según la invención.

Según un modo de realización particular, una parte de la fracción de destilado según la invención se puede dejar en la fracción hidrocarbonada líquida de contenido reducido en sedimentos de manera que la viscosidad de la mezcla sea directamente la de un grado de fuelóleo deseado, por ejemplo 180 o 380 cSt a 50°C.

Fundente

Las fracciones hidrocarbonada líquidas según la invención pueden, al menos en parte, de forma ventajosa ser utilizadas como bases de fuelóleo o como un fuelóleo, en concreto como base de fuelóleo de bunker o como fuelóleo de bunker con un contenido en sedimentos después del envejecimiento (medido según el método ISO 10307-2) inferior o igual a un 0,1% en peso.

Por "fuelóleo" se entiende en la invención una fracción hidrocarbonada que se puede utilizar como combustible. Por "base de fuelóleo" se entiende en la invención una fracción hidrocarbonada, que, mezclada con otras bases, constituye un fuelóleo.

Para obtener un fuelóleo las fracciones hidrocarbonada es líquidas resultantes de la etapa f) o g) pueden mezclarse con una o varias bases fluxantes elegidas dentro del grupo constituido por los aceites de fracción ligera de un craqueo catalítico, los aceites de fracción pesada de un craqueo catalítico, el residuo de un craqueo catalítico, un queroseno, un gasóleo, un destilado al vacío y/o un aceite decantado, la fracción de destilados según la invención. Con preferencia, se utilizará queroseno, gasóleo y/o destilado al vacío producido en el método de la invención.

De manera opcional, una de las partes de fluxante se puede producir siendo una parte o la totalidad de la relación de destilados según la invención.

Descripción de la figura 1

5 La figura 1 describe esquemáticamente un ejemplo de implementación de la invención sin limitar su alcance.

La carga (1) hidrocarbonada y el hidrógeno (2) se ponen en contacto en una zona de hidrot ratamiento en lecho fijo (etapa a). El efluente (3) resultante de la zona de hidrot ratamiento es enviado a una zona de separación (etapa opcional de separación b)) permitiendo obtener al menos una fracción (4) ligera de hidrocarburos y una fracción (5) pesada que contiene compuestos que hierven a al menos 350°C. El efluente (3) resultante de la zona de hidrot ratamiento en concreto en ausencia de la etapa b) opcional, o una fracción (5) pesada resultante de la zona de separación b) (cuando la etapa b) es implementada), se envía hacia la zona c) de hidro craqueo en lecho de burbujas. El efluente (6) resultante de la zona c) de hidro craqueo es enviado a una zona d) de separación para obtener al menos una fracción (7) gaseosa, y al menos una fracción (8) líquida pesada. Esta fracción (8) líquida se pone en contacto con la fracción (9) de destilados según la invención durante una etapa e) de precipitación en la zona e) de precipitación. El efluente (10) constituido de una fracción pesada y de sedimentos es tratado en una zona de separación física f) que permite eliminar una fracción que comprende sedimentos (12) y recuperar una fracción (11) hidrocarbonada líquida de contenido reducido en sedimentos. La fracción (11) hidrocarbonada líquida es a continuación tratada en una zona g) de recuperación por un lado de la fracción (14) hidrocarbonada líquida que tiene un contenido sedimentos después del envejecimiento inferior o igual a un 0,1% en peso, por otro lado, una fracción (13) que contiene al menos una parte de la relación de destilado introducida durante la etapa e) en la zona e).

Se pueden realizar diversas variantes tales como las indicadas en la descripción. Algunas variantes se describieron anteriormente. En una variante, la zona b) de separación entre la zona a) de hidrot ratamiento en lecho fijo y la zona c) de hidro craqueo el lecho de burbujas, se implementa con descompresión. En otra variante, la zona b) de separación entre la zona a) de hidrot ratamiento en lecho fijo y la zona c) de hidro craqueo en lecho de burbujas, se implementa sin descompresión. Es posible del mismo modo que al menos una parte del efluente resultante de la zona a) de hidrot ratamiento se ha introducido directamente en la zona c) de hidro craqueo en lecho de burbujas sin cambiar la composición química y sin pérdida de presión significativa, es decir sin descompresión.

EJEMPLO

El ejemplo siguiente ilustra la invención sin, sin embargo, limitar el alcance. Se trata un residuo al vacío (RSV Oural), que contiene un 87,0% en peso de compuestos que hierven a una temperatura superior a 520°C, que tienen una densidad de 9,5° API y un contenido en azufre de 2,72% en peso.

La carga ha sido sometida a una etapa de hidrot ratamiento que incluye dos reactores permutados. Los tres catalizadores NiCoMo sobre Alúmina utilizados en serie son vendidos por la empresa Axens bajo la referencia HF858 (catalizador de hidrodesmetalización: HDM), HM848 (catalizador de transición) y HT438 (catalizador de hidrodesulfuración: HDS). Las condiciones de funcionamiento son dadas en la tabla 1.

Tabla 1: Condiciones de funcionamiento en lecho fijo de la etapa de hidrot ratamiento

Catalizadores HDM, transición y HDS	NiCoMo sobre alúmina
Temperatura (°C)	370
Presión parcial H ₂ (MPa)	15
VVH (h-1, Sm ³ /h carga fresca/m ³ de catalizador en lecho fijo)	0,18
H ₂ /HC entrada de sección en lecho fijo fuera de consumo H ₂ (Nm ³ /m ³ de carga fresca)	1000

45 El efluente de hidrot ratamiento es a continuación sometido a una etapa de separación que permite recuperar una fracción ligera (gas) y una fracción pesada que contiene una mayoría de los compuestos que hierven a más de 350°C (fracción 350°C+).

50 La fracción pesada (fracción 350°C+) es tratada a continuación en una etapa de hidro craqueo que comprende dos reactores sucesivos en lecho de burbujas. Las condiciones de funcionamiento de la etapa de hidro craqueo son dadas en la tabla 2.

55

Tabla 2: Condiciones de funcionamiento de la sección de hidrocrackeo

	2 lechos de burbujas
Catalizadores	NiMo sobre alúmina
Temperatura R1 (°C)	423
Temperatura R2 (°C)	431
Presión parcial H2 (MPa)	13,5
VVH "reactores" (h-1, Sm ³ /h carga fresca/m ³ de reactores)	0,3
VVH "catalizadores del hecho de burbujas" (h-1, Sm ³ /h carga fresca/m ³ de catalizadores del hecho de burbujas)	0,6
H2/HC entrada de sección de hidrocrackeo fuera de consumo H2 (Nm ³ /m ³ de carga fresca)	600

El catalizador NiMo sobre Alúmina utilizado es vendido por la empresa Axens bajo la referencia HOC-548.

El efluente de la etapa de hidrocrackeo es a continuación sometido a una etapa de separación que permite separar una fracción gaseosa y una fracción líquida pesada por medio de separadores. La fracción líquida pesada es a continuación destilada en una columna de destilación atmosférica de manera que se recuperan destilados y un residuo atmosférico.

Las muestras pesadas y analizadas permiten establecer un balance global de materiales de la secuenciación de hidrotratamiento en lecho fijo + hidrocrackeo en lecho de burbujas.

Los rendimientos y los contenidos de azufre de cada fracción obtenidos en los efluentes que resultan de las secuenciaciones globales son dados en la tabla 3 a continuación:

Tabla 3: Rendimiento (Rdt) y contenido en azufre (S) del efluente de la sección de hidrocrackeo (% en peso/carga)

Productos	Hidrotratamiento en lecho fijo + separación + hidrocrackeo 2 lechos de burbujas (423/431°C)	
	Rdt (% en peso)	S(% en peso)
NH3	0,7	0
H2S	2,7	94,12
C1-C4 (gas)	4,0	0
Nafta ligera (PI-100°C)	1,9	0,01
Nafta pesada (100-150°C)	7,4	0,02
Queroseno (150°C-225°C)	9,2	0,03
Diésel (225°C-350°C)	15,4	0,05
Destilado al vacío (350°C-520°C)	31,5	0,28
Residuo al vacío (520°C+)	29,3	0,47

El residuo atmosférico RA (fracción 350°C+ sea la suma de destilados al vacío y de residuos al vacío) es sometido a un tratamiento según diversas variantes:

A) una variante A abrir paréntesis no conforme a la invención) en la cual se filtra el residuo atmosférico RA por medio de un filtro poroso metálico de la marca Pall®. El contenido de sedimentos después del envejecimiento es medido en el residuo atmosférico recuperado después de la separación de los sedimentos.

B) una variante B en la cual una etapa de precipitación (conforme a la invención) es realizada mezclando bajo agitación a 80°C durante 1 minuto el residuo atmosférico RA y una fracción de destilados según la invención en diferentes proporciones descritas en la tabla 5:

- mezcla 1: mezcla de un 50% en peso de residuo atmosférico (RA) y un 50% en peso de fracción de destilado X,
- mezcla 2: mezcla de un 50% en peso de residuo atmosférico (RA) y un 50% en peso de fracción de destilado Y,
- mezcla 3: mezcla de un 50% en peso de residuo atmosférico (RA) y un 50% en peso de fracción de destilado Z.

El residuo atmosférico que corresponde a la fracción 350°C+ de efluente de la etapa de hidro craqueo se caracteriza por un contenido en sedimentos (IP375) de un 0,3% m/m y un contenido de sedimentos después del envejecimiento (IP390) de 0,7% m/m.

- 5 Las curvas de destilación simuladas en las fracciones de destilado X, Y y Z en las mezclas 1, 2 y 3 se presentan en la tabla 4.

Tabla 4: Curvas de destilación simuladas de las fracciones de destilado X, Y y Z

Fracción de destilado X		Fracción de destilado Y		Fracción de destilado Z	
% en peso destilado	Temperatura(°C)	% en peso destilado	Temperatura(°C)	% en peso destilado	Temperatura(°C)
5	105	5	153	5	223
10	156	10	198	10	235
20	198	20	225	20	252
30	230	30	244	30	268
40	252	40	262	40	282
50	271	50	277	50	295
60	291	60	294	60	308
70	308	70	308	70	321
80	324	80	322	80	331
90	339	90	336	90	342
95	347	95	347	95	348

- 10 Las diferentes mezclas conducen a la aparición de sedimentos existentes (IP375) y son a continuación sometidas a una etapa de separación física de sedimentos y de residuos de catalizadores por medio de un filtro poroso metálico de la marca Pall®. Esta etapa de separación física de sedimentos es seguida de una etapa de destilación de la mezcla que permite recuperar por un lado el residuo atmosférico de contenido reducido en sedimentos, y por otro lado la fracción de destilado.
- 15

Tabla 5: Precipitación y separación de sedimentos

	Sin precipitación (no conforme)	Mezcla 1 (RA + fracción de destilado X)	Mezcla 2 (RA + fracción de destilado Y)	Mezcla 3 (RA + fracción de destilado Z)
Proporción del residuo atmosférico (RA) en la mezcla (% m/m)	100	50	50	50
Proporción de la fracción de destilado en la mezcla (% m/m)		50	50	50
Contenido de sedimentos de la mezcla (medido según IP375 ^a % m/m)	-	0,57 ^a	0,62 ^a	0,64 ^a
Contenido de sedimentos del residuo atmosférico RA recuperado (medido según IP390 ^b % m/m)	0,4	< 0,1 ^b	< 0,1 ^b	< 0,1 ^b

- 20 Las condiciones de funcionamiento entre la etapa de hidro craqueo asociadas a las diferentes variantes de tratamiento (separación de sedimentos con etapa de precipitación y la recuperación de la fracción de destilado (variante B) o sin etapa de precipitación (variante A) del residuo atmosférico (RA) tienen un impacto sobre la estabilidad de los efluentes obtenidos. Esto es ilustrado por los contenidos de sedimentos después del envejecimiento medidos en el residuo atmosférico RA (fracción 350°C+) antes (0,7% m/m) y después (<0,1% m/m) de la etapa de precipitación y separación de sedimentos, después de la recuperación de la fracción de destilado.
- 25

Por tanto, los residuos atmosféricos obtenidos según la invención, constituyen excelentes bases de fuelóleos, en concreto bases de fuelóleos de bunker que tengan un contenido en sedimentos después del envejecimiento (IP390) inferior a un 0,1% en peso.

- 5 El residuo atmosférico RA tratado según el caso "mezcla 3" de la tabla 5 que presenta un contenido en sedimentos después del envejecimiento inferior a un 0,1%, un contenido en azufre de 0,37% m/m y una viscosidad de 590 cSt a 50°C, es mezclado con diésel resultante del método (tabla 3) que tiene un contenido de azufre de un 0,05% m/m y una viscosidad de 2,5 cSt a 50°C, en proporciones RA/diésel 90/10 (m/m). La mezcla obtenida tiene una viscosidad de 336 cSt a 50°C, un contenido en azufre de 0,34% m/m y un contenido de sedimentos después del envejecimiento (IP390) inferior a un 0,1% en peso. Esta mezcla constituye por tanto un fuelóleo de bunker de calidad, que se puede vender según el grado RMG o IFO 380, de bajo contenido en sedimentos y de bajo contenido en azufre. Podrá por ejemplo ser quemado fuera de las zonas ECA para 2020-25 sin que la naviera esté equipada de lavado de humos para eliminar los óxidos de azufre.

15

REIVINDICACIONES

1. Método de tratamiento de una carga hidrocarbonada que contiene al menos una fracción de hidrocarburos que tienen un contenido en azufre de al menos un 0,1% en peso, una temperatura inicial de ebullición de al menos 340°C y una temperatura final de ebullición de al menos 440°C, dicho método que comprende las etapas siguientes:
- a) una etapa de hidrotratamiento el lecho fijo, en la cual la carga hidrocarbonada y el hidrógeno se ponen en contacto con un catalizador de hidrotratamiento,
 - b) una etapa opcional de separación del efluente resultante de la etapa a) de hidrotratamiento en al menos una fracción ligera de hidrocarburos que contienen bases combustibles y una fracción pesada que contiene compuestos que hierven a al menos 350°C,
 - c) una etapa de hidrocrackeo de al menos una parte del efluente resultante de la etapa a) o de al menos una parte de la fracción pesada resultante de la etapa b), en al menos un reactor que contiene un catalizador soportado en lecho de burbujas,
 - d) una etapa de separación de efluente resultante de la etapa c) para obtener al menos una fracción gaseosa y al menos una fracción líquida pesada,
 - e) una etapa de precipitación de sedimentos en la cual la fracción líquida pesada resultante de la etapa d) de separación se pone en contacto con una fracción de destilado del cual al menos un 20% en peso presenta una temperatura de ebullición superior o igual a 100°C, durante una duración inferior a 500 minutos, a una temperatura comprendida entre 25 y 350°C, y una presión inferior a 20 MPa,
 - f) una etapa de separación física de los sedimentos de la fracción líquida pesada resultante de la etapa e) de precipitación para obtener una fracción hidrocarbonada líquida,
 - g) una etapa de recuperación de una fracción hidrocarbonada líquida que tiene un contenido de sedimentos, medido según el método ISO 10307-2 inferior o igual a un 0,1% en peso, que consiste en separar la fracción hidrocarbonada líquida resultante de la etapa f) de la fracción de destilado introducido durante la etapa e).
2. Método según la reivindicación 1 en el que la fracción de destilado comprende al menos un 25% en peso que tiene una temperatura de ebullición superior o igual a 100°C.
3. Método según una u otra de las reivindicaciones 1 y 2 en el que al menos un 5% en peso de la fracción de destilado presenta una temperatura de ebullición de al menos 252°C.
4. Método según las reivindicaciones anteriores en el que la fracción de destilado comprende hidrocarburos que tienen más de 12 átomos de carbono.
5. Método según una de las reivindicaciones anteriores en el que la fracción de destilado proviene parte, incluso en su totalidad de las etapas b) y/o d) de separación o de otro método de refinado o incluso de otro método químico.
6. Método según una de las reivindicaciones anteriores en el que una parte de la fracción de destilado separada de la etapa g) es reciclada en la etapa e) de precipitación.
7. Método según una de las reivindicaciones anteriores en el que la etapa a) de hidrotratamiento comprende una primera etapa a1) de hidrodeshmetalización realizada en una o varias zonas de hidrodeshmetalización en lechos fijos y una segunda etapa a2) posterior de hidrosulfuración realizada en una o varias zonas de hidrosulfuración en lechos fijos.
8. Método según una de las reivindicaciones anteriores en el cual la etapa de hidrotratamiento a) se efectúa a una temperatura comprendida entre 300°C y 500°C, bajo una presión parcial de hidrógeno comprendida entre 5 MPa y 35 MPa, con una velocidad espacial de la carga hidrocarbonada comprendida en una gama que va desde 0,1 h⁻¹ a 5 h⁻¹ y la cantidad de hidrógeno mezclada en la carga está comprendida entre 100 Nm³/m³ y 5000 Nm³/m³.
9. Método según una de las reivindicaciones anteriores en el que la etapa de hidrocrackeo c) es efectuada bajo una presión absoluta comprendida entre 2,5 MPa y 35 MPa, a una temperatura comprendida entre 330°C y 550°C, con una velocidad espacial comprendida en una gama que va desde 0,1 h⁻¹ a 10 h⁻¹ y la cantidad de hidrógeno mezclada en la carga está comprendida entre 50 Nm³/m³ y 5000 Nm³/m³.
10. Método según una de las reivindicaciones anteriores en el cual la etapa de precipitación se realiza en presencia de un gas inerte y/o de un gas oxidante y/o de un líquido oxidante y/o de hidrógeno, con preferencia resultantes de las etapas de separación b) y/o c).

11. Método según una de las reivindicaciones anteriores en el que la etapa f) de separación es realizada por medio de un medio de separación elegido entre un filtro, una membrana de separación, un lecho de sólidos filtrantes de tipo orgánico o inorgánico, una precipitación electrostática, un sistema de centrifugación, una decantación, un vaciado por tornillo sinfín, o una extracción física.

5
12. Método según una de las reivindicaciones anteriores en el cual la carga tratada es elegida entre los residuos atmosféricos, los residuos al vacío resultantes de la destilación directa, petróleos brutos, petróleos brutos sin fracción de cabeza, aceites desasfaltados, resinas de desasfaltado, los asfaltos o breas de desasfaltado, los
10 residuos procedentes del método de conversión, extractos aromáticos resultantes de cadenas de producción de bases para lubricantes, arenas bituminosas y sus derivados, esquistos bituminosos o sus derivados, tomados solos o en mezcla.

13. Método según la reivindicación 12 en el cual la carga contiene al menos un 1% de asfaltenos C7 y al menos 5 ppm de metales.

15
14. Método según una de las reivindicaciones anteriores en el cual las fracciones hidrocarbonadas líquidas resultantes de la etapa f) o g) son mezcladas con una o varias bases fluxantes elegidas en el grupo constituido por los aceites de fracción ligera de un craqueo catalítico, los aceites de fracción pesada de un craqueo catalítico, el residuo de un craqueo catalítico, un queroseno, un gasóleo, un destilado al vacío y/o un aceite decantado, la
20 fracción de destilado según las reivindicaciones 1 a 4, para obtener un fuelóleo.

Figura 1

