

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 634 099**

51 Int. Cl.:

C10G 67/06 (2006.01)

C10G 67/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.01.2012 PCT/US2012/022302**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.08.2012 WO12109004**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2012 E 12745355 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2668251**

54 Título: **Proceso de hidrocraqueo con tratamiento de la alimentación/residuos**

30 Prioridad:
24.01.2011 US 201113012353

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.09.2017

73 Titular/es:
**SAUDI ARABIAN OIL COMPANY (100.0%)
Box 5000
Dhahran 31311, SA**

72 Inventor/es:
KOSEOGLU, OMER, REFA

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 634 099 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

Proceso de hidro craqueo con tratamiento de la alimentación/residuos

5 Solicitudes relacionadas

Esta solicitud está relacionada con y reivindica el beneficio de la Solicitud de Patente de los Estados Unidos Número de serie 13/012.353 presentada el 24 de enero de 2011.

10 Antecedentes de la invención

Campo de la invención

15 La presente invención se refiere a procesos de hidro craqueo y en particular a procesos de hidro craqueo adaptados para recibir múltiples corrientes de alimentación.

Descripción de la técnica relacionada

20 Los procesos de hidro craqueo se utilizan comercialmente en un gran número de refinerías de petróleo. Se utilizan para procesar una diversidad de alimentaciones con un punto de ebullición en el intervalo de 370 °C a 520 °C en unidades de hidro craqueo convencionales y con un punto de ebullición de 520 °C y superiores en las unidades de hidro craqueo de residuos. En general, los procesos de hidro craqueo dividen las moléculas de la alimentación en moléculas más pequeñas, es decir, más ligeras, que tienen una volatilidad media y un valor económico más elevados. Adicionalmente, los procesos de hidro craqueo mejoran generalmente la calidad de la materia prima de hidrocarburo aumentando la relación entre hidrógeno y carbono y eliminando los compuestos organosulfurados y organonitrogenados. El beneficio económico significativo derivado de los procesos de hidro craqueo ha dado como resultado un desarrollo sustancial de mejoras de proceso y catalizadores más activos.

30 Además de compuestos que contienen azufre y que contienen nitrógeno, una corriente de alimentación de hidro craqueo típica, tal como gasóleo de vacío (VGO), contiene una pequeña cantidad de compuestos aromáticos polinucleares (PNA), es decir, aquellos que contienen menos de siete anillos de benceno condensados. A medida que la corriente de alimentación se somete a hidro procesamiento a temperatura y presión elevadas, tienden a formarse compuestos aromáticos polinucleares pesados (HPNA), es decir, aquellos que contienen siete o más anillos de benceno condensados, estando presentes en alta concentración en los residuos no convertidos de la unidad de hidro craqueo.

35 Las corrientes de alimentación de hidrocarburos pesados tales como las de petróleo desmetalizado (DMO) o petróleo desasfaltado (DAO) tienen una concentración mucho mayor de compuestos de nitrógeno, azufre y PNA que las corrientes de alimentación de VGO. Estas impurezas pueden reducir la eficiencia general de la unidad de hidro craqueo requiriendo una temperatura de funcionamiento más alta, una presión parcial de hidrógeno más alta o un volumen adicional de reactor/catalizador. Además, altas concentraciones de impurezas pueden acelerar la desactivación del catalizador.

45 Tres esquemas de proceso de hidro craqueo principales son hidro craqueo directo de una sola etapa, hidro craqueo de flujo en serie con o sin reciclado, e hidro craqueo de reciclado en dos etapas. El hidro craqueo directo de una sola etapa es la configuración más simple de la unidad de hidro craqueo y generalmente ocurre en condiciones operativas que son más severas que los procesos de hidrotratamiento y menos severas que los procesos convencionales de hidro craqueo a presión completa. Utiliza uno o más reactores tanto para las etapas de tratamiento como para la reacción de craqueo, por lo que el catalizador debe ser capaz tanto de hidrotratamiento como de hidro craqueo. Esta configuración es rentable, pero generalmente da como resultado rendimientos de producto relativamente bajos (por ejemplo, un índice de conversión máximo de aproximadamente 60 %). El hidro craqueo de una sola etapa se diseña a menudo para maximizar el rendimiento medio del destilado respecto al de sistemas catalizadores simples o dobles. Los sistemas catalizadores dobles se utilizan en una configuración de lecho apilado o en dos reactores diferentes. Los efluentes se pasan a una columna fraccionadora para separar los productos de H₂S, NH₃, gases ligeros (C₁-C₄), nafta y diésel con un punto de ebullición en el intervalo de temperatura de 36-370 °C. Los hidrocarburos con punto de ebullición por encima de 370 °C son residuos no convertidos que, en sistemas de una sola etapa, pasan a otras operaciones de refinería.

60 El hidro craqueo de flujo en serie con o sin reciclado es una de las configuraciones más utilizadas. Utiliza un reactor (que contiene catalizadores tanto de tratamiento como de craqueo) o dos o más reactores para las etapas de reacción de tratamiento y de craqueo. Los residuos no convertidos de la columna del fraccionador se reciclan de nuevo en el primer reactor para un craqueo adicional. Esta configuración convierte fracciones de petróleo crudo pesado, es decir, gasóleo de vacío, en productos ligeros y tiene el potencial de maximizar el rendimiento de nafta, combustible para reactores o diésel, dependiendo del punto de corte de reciclado utilizado en la sección de destilación.

65

El hidrocrackeo de reciclado en dos etapas utiliza dos reactores y los residuos no convertidos de la columna de fraccionamiento se reciclan de nuevo en el segundo reactor para su posterior crackeo. Dado que el primer reactor lleva a cabo tanto el hidrotreamiento como el hidrocrackeo, la alimentación al segundo reactor está prácticamente libre de amoníaco y sulfuro de hidrógeno. Esto permite el uso de catalizadores de zeolita de alto rendimiento que son susceptibles de envenenamiento por compuestos de azufre o nitrógeno.

Una carga de hidrocrackeo típica son gasóleos de vacío con punto de ebullición en el intervalo nominal de 370 °C a 520 °C. DMO o DAO se pueden mezclar con gasóleo de vacío o usarse tal cual y procesarse en una unidad de hidrocrackeo. Por ejemplo, una unidad de hidrocrackeo típica procesa gasóleos de vacío que contienen de 10 % en volumen a 25 % en volumen de DMO o DAO para un funcionamiento óptimo. DMO o DAO 100 % también se pueden procesar para operaciones difíciles. Sin embargo, la corriente de DMO o DAO contiene significativamente más compuestos de nitrógeno (2.000 ppmp frente a 1.000 ppmp) y un contenido de microresiduos de carbono (MCR) mayor que la corriente de VGO (10 P % frente a <1 % P).

El DMO o el DAO en la materia prima mezclada introducida en la unidad de hidrocrackeo puede tener el efecto de disminuir la eficiencia global de la unidad, es decir, causando una mayor temperatura de funcionamiento o requisitos de volumen de reactor/catalizador para unidades existentes o mayores requisitos de presión parcial de hidrógeno o volumen del reactor/catalizador adicional para las unidades de base. Estas impurezas también pueden reducir la calidad de los productos intermedios de hidrocarburos deseados en el efluente de hidrocrackeo. Cuando se procesan el DMO o el DAO en una unidad de hidrocrackeo, puede requerirse un procesamiento adicional de los efluentes del reactor de hidrocrackeo para cumplir con las especificaciones del combustible de la refinería, dependiendo de la configuración de la refinería. Cuando la unidad de hidrocrackeo está funcionando en su modo deseado, es decir, produciendo productos de buena calidad, su efluente puede ser utilizado en la mezcla y para producir gasolina, queroseno y diésel para cumplir con las especificaciones de combustible establecidas.

Además, la formación de compuestos HPNA es una reacción secundaria indeseable que se produce en unidades de hidrocrackeo con reciclado. Las moléculas de HPNA se forman por deshidrogenación de moléculas hidroaromáticas más grandes o ciclación de cadenas laterales sobre HPNA existentes, seguido de deshidrogenación, lo cual se favorece a medida que aumenta la temperatura de reacción. La formación de HPNA depende de muchos factores conocidos incluyendo el tipo de materia prima, la selección del catalizador, la configuración del proceso y las condiciones operativas. Dado que los HPNA se acumulan en el sistema de reciclado y luego provocan el ensuciamiento del equipo, la formación de HPNA debe ser controlada en el proceso de hidrocrackeo.

Lamb, et al. Patente de los Estados Unidos 4.447.315 describe un proceso de hidrocrackeo con reciclado de una sola etapa en el que los residuos no convertidos se ponen en contacto con un adsorbente para eliminar los compuestos de PNA. Los residuos no convertidos que tienen una concentración reducida de compuestos de PNA se reciclan al reactor de hidrocrackeo.

Gruia, en la patente US-4.954.242 describe un proceso de hidrocrackeo con reciclado de una sola etapa en el que una fracción pesada que contiene HPNA de un separador vapor-líquido aguas abajo de un reactor de hidrocrackeo se pone en contacto con un adsorbente en una zona de adsorción. La fracción pesada de HPNA reducida se recicla entonces a la zona de hidrotreamiento o se introduce directamente en la zona de fraccionamiento.

La patente US-7.763.163 de propiedad común divulga la adsorción de una corriente de alimentación de DMO o DAO a una unidad de hidrocrackeo para eliminar compuestos que contienen nitrógeno, compuestos que contienen azufre y compuestos PNA. Este proceso es eficaz para la eliminación de impurezas incluyendo compuestos que contienen nitrógeno, compuestos que contienen azufre y compuestos PNA de la materia prima DMO o DAO a la unidad de hidrocrackeo. También se muestra una alimentación de VGO separada como alimentación al reactor de hidrocrackeo junto con la alimentación de DMO o DAO limpia. Sin embargo, una concentración relativamente alta de compuestos HPNA permanece en forma de residuos no convertidos de la unidad de hidrocrackeo.

El documento WO 2008/057587 A2 divulga: un proceso de hidrocrackeo para tratar una primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados y una segunda corriente de alimentación de hidrocarburos pesados; la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados contiene compuestos que contienen nitrógeno no deseados y compuestos aromáticos polinucleares; poner en contacto la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados con una cantidad eficaz de material adsorbente para producir una corriente de hidrocarburos pesados tratados con adsorbente que tiene un contenido reducido de compuestos aromáticos nitrogenados y polinucleares; combinar la segunda corriente de alimentación de hidrocarburos pesados con la corriente de hidrocarburos pesados tratados con adsorbente e introducir la corriente combinada y una cantidad eficaz de hidrógeno en una unidad de reacción de hidrocrackeo que contiene una cantidad eficaz de catalizador de hidrocrackeo para producir una corriente de efluente hidrocrackeado.

Aunque las referencias mencionadas anteriormente son adecuadas para los fines previstos, sigue existiendo una necesidad de mejorar el proceso y el aparato para un hidrocrackeo eficiente y eficaz de materias primas de fracciones pesadas del petróleo.

Sumario de la invención

De acuerdo con una o más realizaciones, se proporciona un proceso de hidrocrqueo para tratar una primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados y una segunda corriente de alimentación de hidrocarburos pesados, en el cual la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados contiene compuestos que contienen nitrógeno no deseados, compuestos que contienen azufre y compuestos PNA. El proceso incluye las siguientes etapas:

- a. poner en contacto la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados con una cantidad eficaz de material adsorbente para producir una corriente de hidrocarburos pesados tratados con adsorbente que tiene un contenido reducido de compuestos que contienen nitrógeno y compuestos que contienen azufre y compuestos PNA;
- b. combinar la segunda corriente de alimentación de hidrocarburos pesados con la corriente de hidrocarburos pesados tratados con adsorbente;
- c. introducir la corriente combinada y una cantidad eficaz de hidrógeno en una unidad de reacción de hidrocrqueo que contiene una cantidad eficaz de catalizador de hidrocrqueo para producir una corriente de efluente hidrocrqueado;
- d. fraccionar la corriente de efluente hidrocrqueado para recuperar productos hidrocrqueados y una corriente de residuos que contiene compuestos HPNA;
- e. poner en contacto la corriente de residuos del fraccionador con una cantidad eficaz de material adsorbente para producir una corriente de residuos del fraccionador tratados con adsorbente que tiene un contenido reducido de compuestos aromáticos polinucleares pesados;
- f. integrar la corriente de residuos del fraccionador tratados con adsorbente con la corriente combinada de la etapa (b) e
- g. introducir la corriente combinada en la unidad de hidrocrqueo.

Breve descripción de los dibujos

El resumen anterior, así como la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención se entenderán mejor cuando se lea conjuntamente con los dibujos adjuntos. Con el fin de ilustrar la invención, se muestran en los dibujos realizaciones que son actualmente preferidas. Debe entenderse, sin embargo, que la invención no se limita a las disposiciones y aparatos precisos mostrados, en los dibujos, en los cuales

La Figura 1 es un diagrama de flujo de proceso de un proceso de hidrocrqueo integrado con pretratamiento de alimentación/residuos.

La Figura 2 es un diagrama de flujo de proceso de una realización de un aparato de desorción y.

La Figura 3 es un diagrama de flujo de proceso de un proceso de hidrocrqueo integrado con tratamientos de alimentación y de residuos separados.

Descripción detallada de la invención

Se proporcionan procesos y aparatos integrados para hidrocrquear alimentaciones de hidrocarburos, tales como una alimentación combinada de VGO y DMO y/o DAO, de una manera eficiente y dando como resultado una calidad de producto mejorada. La presencia de compuestos que contienen nitrógeno, compuestos que contienen azufre y compuestos PNA en corrientes de alimentación de DMO o DAO y la presencia de compuestos HPNA en residuos de una unidad de hidrocrqueo, tienen efectos perjudiciales en el rendimiento de la unidad de hidrocrqueo. Los procesos y aparatos integrados proporcionados en la presente memoria eliminan o reducen la concentración de compuestos que contienen nitrógeno, compuestos que contienen azufre, compuestos PNA y compuestos HPNA para mejorar así la eficiencia del proceso y la calidad del producto efluente.

En general, los procesos para mejorar el craqueo incluyen poner en contacto una primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados y una corriente de residuos de la reacción de hidrocrqueo, con una cantidad eficaz de material adsorbente en el cual se eliminan los compuestos que contienen nitrógeno, los compuestos que contienen azufre, los compuestos PNA y los compuestos HPNA. El efluente adsorbente, que contiene generalmente aproximadamente 85 % en volumen a aproximadamente 95 % en volumen de la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados y aproximadamente 10 % en volumen a aproximadamente 60 % en volumen, en ciertas realizaciones de aproximadamente 20 % en volumen a aproximadamente 50 % en volumen, y en otras realizaciones aproximadamente 30 % en volumen a aproximadamente 40 % en volumen de la corriente de residuos de la reacción de hidrocrqueo (es decir, la corriente de reciclado), se combina con una segunda corriente de alimentación de hidrocarburos y se craquea en presencia de hidrógeno en una zona de reacción de hidrocrqueo. El hidrógeno en exceso se separa del efluente de hidrocrqueo y se vuelve a reciclar a la zona de reacción de hidrocrqueo. El resto del efluente de hidrocrqueo se fracciona y la corriente de residuos de la reacción de hidrocrqueo se pone en contacto con el material adsorbente como se ha indicado anteriormente.

En particular y haciendo referencia a la Figura 1, se proporciona un diagrama de flujo de proceso de un aparato de hidrocrqueo integrado 100 que incluye un tratamiento de alimentación /residuos. El aparato 100 incluye una zona

de adsorción 110, una zona de reacción de hidrocrackeo 130 que contiene catalizadores de hidrocrackeo, una zona de separación de alta presión 150 opcional y una zona de fraccionamiento 160.

5 La zona de adsorción 110 incluye una entrada 114 en comunicación fluida con una fuente de una primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados a través de un conducto 102 y los residuos del fraccionador del producto de reacción de hidrocrackeo a través de un conducto 164 que está en comunicación fluida con una salida de los residuos 162 del fraccionador no convertidos/parcialmente convertidos de la zona de fraccionamiento 160. Opcionalmente, la entrada 114 de la zona de adsorción 110 está también en comunicación fluida con una fuente de disolvente de elución a través del conducto 104, por ejemplo, nafta de flujo directo que puede derivarse del producto
10 recogido de la zona de fraccionamiento 160 o de otra fuente de disolvente. Además, la zona de adsorción 110 incluye una salida de la corriente de alimentación limpia 116 en comunicación fluida con una entrada 136 de la zona de reacción de hidrocrackeo 130 a través de un conducto 120. En las realizaciones en las que se emplea una corriente de elución de disolvente, el disolvente se puede separar por destilación, por ejemplo, en un fraccionador 118 opcional entre la salida de la corriente de alimentación limpia 116 y la entrada 136 de la zona de reacción de
15 hidrocrackeo 130.

La entrada de alimentación 136 de la zona de hidrocrackeo 130 está también en comunicación fluida con una fuente de una segunda corriente de alimentación de hidrocarburos pesados a través de un conducto 132. Además, la entrada 136 está en comunicación fluida con una fuente de hidrógeno a través de un conducto 134 y opcionalmente
20 una corriente de reciclado de hidrógeno desde la salida 154 de la zona de separación de alta presión 150 a través de un conducto 156, por ejemplo, si hay un exceso de hidrógeno a ser recuperado. Una salida 138 de la zona de reacción de hidrocrackeo 130 está en comunicación fluida con una entrada 140 de la zona de separación de alta presión 150. En las realizaciones en las cuales no hay un exceso de hidrógeno a recuperar, es decir, se proporciona una alimentación de hidrógeno estequiométrica o casi estequiométrica, la zona de separación de alta presión 150
25 puede ser desviada o eliminada y la salida 138 de la zona de reacción de hidrocrackeo 130 está en comunicación fluida con la entrada 158 de la zona de fraccionamiento 160.

La zona de separación de alta presión 150 incluye una salida 152 en comunicación fluida con una entrada 158 de la zona de fraccionamiento 160 para transportar hidrocarburos craqueados, parcialmente craqueados y no convertidos
30 y una salida 154 en comunicación fluida con la entrada 136 de la zona de reacción de hidrocrackeo 130 para transportar hidrógeno reciclado. La zona de fraccionamiento 160 incluye además la salida 162 en comunicación fluida con la entrada 114 de la zona de adsorción 110 y una salida de purga 163 y una salida 166 para descargar el producto craqueado.

35 En el funcionamiento del sistema 100, se introduce una corriente combinada que incluye una primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados a través del conducto 102 y una corriente de residuos de la reacción de hidrocrackeo a través del conducto 164 y opcionalmente disolvente a través del conducto 104 desde la zona de fraccionamiento 160 o de otra fuente en la zona de adsorción 110 a través de la entrada 114. El disolvente se puede usar opcionalmente para facilitar la elución de la mezcla de materia prima sobre el adsorbente. Las concentraciones
40 de compuestos que contienen nitrógeno, compuestos que contienen azufre y compuestos PNA presentes en la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados y compuestos HPNA de la corriente de residuos de la reacción de hidrocrackeo, se reducen en la zona de adsorción 110 por contacto con el adsorbente 112.

45 Una corriente de alimentación de hidrocrackeo tratada con adsorbente es descargada desde la zona de adsorción 110 a través de la salida 116 y transportada a la entrada 136 de la zona de reacción de hidrocrackeo 130 a través del conducto 120 junto con la segunda corriente de alimentación de hidrocarburos que se introduce en la entrada 136 de la zona de reacción de hidrocrackeo 130 a través del conducto 132. En realizaciones en las que se utiliza disolvente de elución, se destila y se recupera en el fraccionador 118.

50 Una cantidad eficaz de hidrógeno para reacciones de hidrocrackeo se proporciona a través de los conductos 134 y, opcionalmente, se recicla el conducto de hidrógeno 156. Los efluentes de la reacción de hidrocrackeo son descargados desde la salida 138 de la zona de reacción de hidrocrackeo 130. Cuando se utiliza un exceso de hidrógeno, los efluentes de la reacción de hidrocrackeo se transportan a la entrada 140 de la zona de separación de alta presión 150. Una corriente de gas, que contiene principalmente hidrógeno, se separa de los hidrocarburos
55 convertidos, parcialmente convertidos y no convertidos en la zona de separación de alta presión 150 y se descarga a través de la salida 154 y se recicla a la zona de reacción de hidrocrackeo 130 a través del conducto 156. Los hidrocarburos convertidos, parcialmente convertidos y no convertidos, que incluyen compuestos HPNA formados en la zona de reacción de hidrocrackeo 130, son descargados por la salida 152 a la entrada 158 de la zona de fraccionamiento 160. Una corriente de producto craqueado es descargada a través de la salida 166 y puede procesarse adicionalmente y/o mezclarse en operaciones de refinería aguas abajo para producir gasolina, queroseno y/o combustible diésel. Al menos una parte de los residuos del fraccionador del efluente de la reacción de hidrocrackeo, que incluyen los compuestos HPNA formados en la zona de reacción de hidrocrackeo 130, son descargados a través de la salida 162 y son reciclados a la zona de adsorción 110 a través del conducto 164. Una parte de los residuos del fraccionador del efluente de la reacción de hidrocrackeo se elimina a través de la salida de purga 163 para eliminar una parte de los compuestos HPNA, los cuales podrían provocar el ensuciamiento del
60 equipo. La concentración de compuestos HPNA en los residuos del fraccionador del efluente de hidrocrackeo se

5 reduce en la zona de adsorción 110. En particular, en el sistema 100, tanto los residuos del fraccionador de la reacción de hidrocrqueo como la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados se combinan y se ponen en contacto con el material adsorbente 112 en la zona de adsorción 110. La alimentación de hidrocrqueo tratada con adsorbente se combina con la segunda corriente de alimentación de hidrocarburos pesados para craqueo en la zona de reacción de hidrocrqueo 130.

10 En ciertas realizaciones, la zona de adsorción incluye columnas que se accionan en modo de oscilación de manera que la producción de la materia prima limpia es continua. Cuando el material adsorbente 112 en la columna 110a o 110b se satura con compuestos que contienen nitrógeno, compuestos que contienen azufre, compuestos PNA y/o compuestos HPNA adsorbidos, el flujo de la corriente de alimentación combinada se dirige a la otra columna. Los compuestos adsorbidos se desorben por tratamiento térmico o por disolvente.

15 En caso de desorción térmica, se aplica calor, por ejemplo, con un flujo de gas nitrógeno inerte a la zona de adsorción 110. Los compuestos desorbidos se eliminan de las columnas de adsorción 110a, 110b a través de una salida adecuada (no mostrada) y se pueden transportar a procesos de refinería aguas abajo, tales como instalaciones de mejora de residuos, o se utilizan directamente en mezcla de fuel oil.

20 Haciendo referencia a la Figura 2, se proporciona un diagrama de flujo de un aparato de desorción de disolvente 100a. Una entrada de disolvente 174 de la zona de adsorción 110 está en comunicación fluida con una fuente de disolvente nuevo a través de un conducto 172 y de disolvente reciclado a través de un conducto 186. La zona de adsorción 110 incluye además una salida 176 en comunicación fluida con una entrada 182 de una zona de fraccionamiento de desorción 180 a través de un conducto 178. Una salida de disolvente 184 de la zona de fraccionamiento de desorción 180 está en comunicación fluida con la entrada de la zona de adsorción 174 a través de un conducto 186 y una salida de residuos 188 se proporciona para descargar los compuestos que contienen nitrógeno, compuestos que contienen azufre, compuestos PNA y/o compuestos HPNA desorbidos.

25 En una realización, el disolvente nuevo se introduce en la zona de adsorción 110 a través del conducto 172 y la entrada 174. La corriente de disolvente que contiene los compuestos que contienen nitrógeno, los compuestos que contienen azufre, los compuestos PNA y/o los compuestos HPNA se descarga de la zona de adsorción 110 a través de la salida 176 y se transporta a través del conducto 178 hasta la entrada 182 de la unidad de fraccionamiento 180. La corriente de disolvente recuperada se recicla de nuevo a la zona de adsorción 110 a través de la salida 184 y el conducto 186. La corriente de residuos de la unidad de fraccionamiento 180 que contiene los compuestos que contienen nitrógeno, los compuestos que contienen azufre, los compuestos PNA y/o los compuestos HPNA previamente adsorbidos se descarga a través de la salida 188 y puede transportarse a procesos de refinería aguas abajo, tales como instalaciones de mejora de residuos, o se utilizan directamente en mezcla de fuel oil.

30 Haciendo referencia a la Figura 3, se proporciona un diagrama de flujo de proceso de un aparato de hidrocrqueo integrado 200 que incluye tratamiento previo de la alimentación y tratamiento de los residuos. El aparato 200 incluye una primera zona de adsorción 210, una zona de reacción de hidrocrqueo 230 que contiene catalizadores de hidrocrqueo, una zona de separación de alta presión 250, una zona de fraccionamiento 260 y una segunda zona de adsorción 290.

35 La primera zona de adsorción 210 incluye una entrada 214 en comunicación fluida con una fuente de la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados a través de un conducto 202 (y opcionalmente una fuente de disolvente como se describe con respecto a la Figura. 1, no mostrada en la Figura 3) y una salida de alimentación 216 en comunicación fluida con una entrada 236 de la zona de reacción de hidrocrqueo 230 a través de un conducto 217.

40 La entrada de alimentación 236 de la zona de reacción de hidrocrqueo 230 está también en comunicación fluida con una fuente de una segunda corriente de alimentación de hidrocarburos a través de un conducto 232. Además, la entrada 236 está en comunicación fluida con una fuente de hidrógeno a través de un conducto 234 y una corriente de reciclado de hidrógeno de la salida 254 de la zona de separación de alta presión 250 a través de un conducto 256. Como se ha indicado con respecto a la descripción del aparato 100 en la Figura 1, la zona de separación de alta presión puede ser desviada o eliminada, por ejemplo, si hay poco o ningún exceso de hidrógeno. La zona de reacción de hidrocrqueo 230 incluye una salida 238 en comunicación fluida con una entrada 240 de la zona de separación de alta presión 250.

45 La zona de separación de alta presión 250 también incluye una salida 252 en comunicación fluida con una entrada 258 de la zona de fraccionamiento 260 para transportar hidrocarburos craqueados, parcialmente craqueados y no convertidos y una salida 254 en comunicación fluida con la zona de reacción de hidrocrqueo 230 para transportar hidrógeno reciclado. La zona de fraccionamiento 260 incluye además la salida 262 en comunicación fluida con la entrada 292 de la segunda zona de adsorción 290 y una salida 264 para descargar el producto craqueado.

50 La segunda zona de adsorción 290 incluye la entrada 292 en comunicación fluida con la salida de la zona de fraccionamiento 262 (y opcionalmente una fuente de disolvente como se ha descrito con respecto a la Figura 1, no

mostrada en la Figura 3) y una salida 294 en comunicación fluida con la entrada 236 de la zona de reacción de hidrocrackeo 230 a través de un conducto 296.

5 En el funcionamiento del sistema 200, una primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados se transporta a través del conducto 202 hasta la entrada 214 de la primera zona de adsorción 210. Las concentraciones de compuestos que contienen nitrógeno, compuestos que contienen azufre y compuestos PNA en la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados se reducen en la primera zona de adsorción 210.

10 Una primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados tratada con adsorbente es descargada desde la salida 216 de la zona de adsorción 210 y transportada a la entrada 236 de la zona de reacción de hidrocrackeo 230 a través del conducto 217. También se introduce una segunda corriente de alimentación de hidrocarburo en la zona de reacción de hidrocrackeo 230 a través del conducto 232. Se proporciona una cantidad eficaz de hidrógeno para reacciones de hidrocrackeo a través de los conductos 234, 256. Los efluentes hidrocrackeados son descargados a través de la salida 238 a la entrada 240 de la zona de separación de alta presión 250. Una corriente de gas, que contiene principalmente hidrógeno, se separa de los hidrocarburos convertidos, parcialmente convertidos y no convertidos en la zona de separación de alta presión 250 y se descarga a través de la salida 254 y se recicla a la zona de reacción de hidrocrackeo 230 a través del conducto 256. Los hidrocarburos convertidos, parcialmente convertidos y no convertidos, incluyendo los compuestos HPNA formados en la zona de reacción de hidrocrackeo 230, son descargados a través de la salida 252 a la entrada 258 de la zona de fraccionamiento 260. Una corriente de producto craqueado es descargada a través de la salida 264 y puede procesarse adicionalmente y/o mezclarse en operaciones de refinería aguas abajo para producir gasolina, queroseno y/o gasóleo. Los residuos del fraccionador no convertidos y parcialmente craqueados, incluyendo los compuestos HPNA formados en la zona de reacción de hidrocrackeo 230, son descargados desde la salida 262 y al menos una porción de los mismos es transportada a la entrada 292 de la segunda zona de adsorción 290, eliminándose el resto a través de una salida de purga 263. La concentración de compuestos HPNA en los residuos de fraccionamiento no convertidos se reduce en la segunda zona de adsorción 290, mejorando por lo tanto la calidad de la corriente de reciclado. Los residuos del fraccionador no convertidos tratados con adsorbente son enviados a la zona de reacción de hidrocrackeo 230 a través de la salida 294 en comunicación fluida con la entrada 236 para el craqueo adicional.

30 Mediante el empleo de distintas zonas de adsorción 210, 290, el contenido de las alimentaciones individuales a estas zonas de adsorción puede ser dirigido específicamente. Es decir, los compuestos que contienen nitrógeno, los compuestos que contienen azufre y los compuestos PNA de la alimentación inicial pueden ser eliminados en la primera zona de adsorción 210 bajo un primer conjunto de condiciones operativas y utilizando un primer material adsorbente y los compuestos HPNA formados durante el proceso de hidrocrackeo pueden eliminarse en la segunda zona de adsorción 290 bajo un segundo conjunto de condiciones operativas y utilizando un segundo material adsorbente.

40 Las corrientes de alimentación para su uso en el sistema y proceso anteriormente descritos pueden ser un producto de petróleo parcialmente refinado obtenido de diversas fuentes. En general, la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados es una o más de DMO procedente de operaciones de desmetalización de disolventes o de DAO de operaciones de desasfaltado de disolventes, gasóleos de coquización de operaciones de coquización, petróleos de ciclo pesado de operaciones de craqueo catalítico líquido y petróleos obtenidos de operaciones de reducción de la viscosidad por craqueo térmico. La primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados tiene generalmente un punto de ebullición de 450 °C a 800 °C y en ciertas realizaciones de 500 °C a 700 °C.

45 La segunda corriente de alimentación de hidrocarburos pesados es generalmente VGO de una operación de destilación al vacío y contiene hidrocarburos que tienen un punto de ebullición de 350 °C a 600 °C y en ciertas realizaciones de 350 °C a 570 °C.

50 Los aparatos de reacción adecuados para la zona de reacción de hidrocrackeo incluyen reactores de lecho fijo, reactores de lecho móvil, reactores de lecho en ebullición, reactores de baño en suspensión equipados con deflectores, reactores de baño de agitación, reactores de tubo giratorio, reactores de lecho en suspensión u otro aparato de reacción adecuado como apreciará un experto con conocimientos normales en la técnica. En ciertas realizaciones, y en particular para VGO y corrientes de alimentación similares, se utilizan reactores de lecho fijo. En realizaciones adicionales y en particular para corrientes de alimentación más pesadas y otras corrientes de alimentación difíciles de craquear, se utilizan reactores de lecho en ebullición.

60 En general, las condiciones operativas para el reactor de una zona de hidrocrackeo incluyen: temperatura de reacción de 300 °C a 500 °C, en ciertas realizaciones de 330 °C a 475 °C y en otras realizaciones de 330 °C a 450 °C; presión parcial de hidrógeno de 60 Kg/cm² a 300 Kg/cm², en ciertas realizaciones de 100 Kg/cm² a 200 Kg/cm² y en otras realizaciones de 130 Kg/cm² a 180 Kg/cm²; velocidad espacial horaria del líquido de 0,1 h⁻¹ a 10 h⁻¹, en ciertas realizaciones de 0,25 h⁻¹ a 5 h⁻¹ y en otras realizaciones de 0,5 h⁻¹ a 2 h⁻¹; relación hidrógeno/petróleo de 500 m³ normalizado por m³ (Nm³/m³) a 2500 Nm³/m³, en ciertas realizaciones de 800 Nm³/m³ a 2000 Nm³/m³ y en otras realizaciones de 1000 Nm³/m³ a 1500 Nm³/m³.

65

En ciertas realizaciones, el catalizador de hidrocrqueo incluye cualquiera de o una combinación que incluye catalizadores de alúmina amorfa, catalizadores de alúmina de sílice amorfa, catalizador basado en zeolita natural o sintética, o una combinación de los mismos. El catalizador de hidrocrqueo puede poseer un material en fase activa que incluye, en ciertas realizaciones, cualquiera de las combinaciones incluyendo Ni, W, Mo o Co. En ciertas realizaciones en las que un objetivo es la hidrodesnitrógenación, se usa catalizadores a base de alúmina ácida o alúmina de sílice cargados con metales activos Ni-Mo o Ni-W, o combinaciones de los mismos. En realizaciones en las que el objetivo es eliminar todo el nitrógeno y aumentar la conversión de hidrocarburos, se usan como catalizadores alúmina de sílice, zeolita o una combinación de los mismos con metales activos incluyendo Ni-Mo, Ni-W o combinaciones de los mismos.

La zona o zonas de adsorción utilizadas en el proceso y aparato descritos en la presente memoria, son en ciertas realizaciones, al menos dos columnas de lecho empacetas que son alimentadas por gravedad o alimentadas a presión secuencialmente para permitir el funcionamiento continuo cuando se está regenerando un lecho, es decir, operación en modo oscilación. Las columnas contienen una cantidad eficaz de material absorbente, tal como arcilla de atapulgita, alúmina, gel de sílice, sílice-alúmina, catalizadores frescos o gastados, o carbón activado. El empaquetado puede estar en forma de gránulos, esferas, extrusionados o formas naturales, con un tamaño de 4,75 mm a 0,25 mm (4 a 60 de malla basada en la serie de tamices estándar de los Estados Unidos) y en ciertas realizaciones de 4,75 mm a 0,84 mm (4 a 20 de malla basado en la serie de tamices estándar de los Estados Unidos).

Las columnas empacetas funcionan generalmente a una presión en el intervalo de 1 kg/cm² a 30 kg/cm², en ciertas realizaciones de 1 kg/cm² a 20 kg/cm² y en otras realizaciones de 1 kg/cm² a 10 kg/cm², una temperatura en el intervalo de 20 °C a 250 °C, en ciertas realizaciones de 20 °C a 150 °C y en otras realizaciones de 20 °C a 100 °C y una velocidad espacial horaria líquida de 0,1 h⁻¹ a 10 h⁻¹ en ciertas realizaciones de 0,25 h⁻¹ a 5 h⁻¹ y en otras realizaciones de 0,5 h⁻¹ a 2 h⁻¹. El adsorbente se puede desorber mediante la aplicación de calor a través de un flujo de gas nitrógeno inerte introducido a una presión de 1 kg/cm² a 30 kg/cm², en ciertas realizaciones de 1 kg/cm² a 20 kg/cm² y en otras realizaciones de 1 kg/cm² a 10 kg/cm².

En realizaciones en las cuales el adsorbente se desorbe por desorción con disolvente, los disolventes se pueden seleccionar basándose en sus factores de solubilidad Hildebrand o por sus factores de solubilidad bidimensionales. Los disolventes se pueden introducir en una relación en volumen entre disolvente y petróleo de 1:1 a 10:1.

El parámetro global de solubilidad de Hildebrand es una medida bien conocida de la polaridad y se ha calculado para numerosos compuestos. Ver *The Journal of Paint Technology*, vol. 39, N.º 505 (febrero de 1967). Los disolventes también pueden describirse por su parámetro de solubilidad bidimensional. Véase, por ejemplo, I. A. Wiehe, *Ind. & Eng. Res.*, 34(1995), 661. El componente de parámetro de solubilidad de formación de complejos, que describe el enlace de hidrógeno y las interacciones entre aceptor y donador de electrones, mide la energía de interacción que requiere una orientación específica entre un átomo de una molécula y un segundo átomo de una molécula diferente. El parámetro de solubilidad de la fuerza de campo, que describe las interacciones de van der Waals y el dipolo, mide la energía de interacción del líquido que no se destruye por los cambios en la orientación de las moléculas.

De acuerdo con las operaciones de desorción que utilizan un disolvente o disolventes (si se emplea más de uno) no polares preferiblemente tienen un parámetro global de solubilidad de Hildebrand de menos de aproximadamente 8,0 o el parámetro de solubilidad de formación de complejos de menos de 0,5 y un parámetro de fuerza de campo de menos de 7,5. Disolventes no polares adecuados incluyen, por ejemplo, hidrocarburos alifáticos saturados tales como pentanos, hexanos, heptanos, nafta parafínica, C₅-C₁₁, queroseno C₁₂-C₁₅, diésel C₁₆-C₂₀, parafinas normales y ramificadas, mezclas o cualquiera de estos disolventes. Los disolventes preferidos son parafinas C₅-C₇ y nafta parafínica C₅-C₁₁.

De acuerdo con las operaciones de desorción usando un disolvente o disolventes polares, se seleccionan disolventes que tienen un parámetro de solubilidad global mayor que 8,5, o un parámetro de solubilidad de formación de complejos mayor que 1 y un parámetro de fuerza de campo mayor que 8. Ejemplos de disolventes polares que cumplen el parámetro de solubilidad mínimo deseado son tolueno (8,91), benceno (9,15), xilenos (8,85) y tetrahidrofurano (9,52).

Ventajosamente, la presente invención reduce las concentraciones de compuestos que contienen nitrógeno, compuestos que contienen azufre y compuestos PNA en una corriente de alimentación de hidrocarburos pesados a una unidad de hidrocrqueo tal como una corriente de alimentación de DMO o DAO. Además, en las operaciones de hidrocrqueo con reciclado, se reduce la concentración de compuestos HPNA que se forman en los residuos del fraccionador no convertidos. En consecuencia, se mejora la eficiencia global de funcionamiento de la unidad de hidrocrqueo junto con la calidad del producto efluente.

Ejemplo

La arcilla atapulgita que tiene las propiedades expuestas en la Tabla 1 se usó como un adsorbente para tratar una mezcla de una corriente de petróleo desmetalizado y residuos de la unidad de hidrocrackeo sin convertir (relación 1: 2). El DMO virgen que contenía 2,9 % en peso de azufre y 2150 ppmp de nitrógeno, 7,32 % en peso de MCR, 6,7 % en peso de compuestos aromáticos tetra plus como se mide por un método UV. Los residuos de la unidad de hidrocrackeo no convertidos estaban casi libres de azufre (<10 ppmp), nitrógeno (<2 ppmp) y contenían >3000 ppm de coroneno y sus derivados y aproximadamente 50 ppmp de ovaleno. El punto de ebullición medio de la corriente de DMO fue era de 614 °C según se midió por el método ASTM D-2887. Los residuos de la unidad de hidrocrackeo no convertidos tenían un punto de ebullición medio mucho más bajo (442 °C). El petróleo desmetalizado y la mezcla de HPNA se mezclaron con una corriente de nafta de flujo directo con un punto de ebullición en el intervalo de 36 °C a 180 °C que contiene 97 % en peso de parafinas, siendo el resto compuestos aromáticos y naftenos en una relación 1:10 % V/V y se pasó a la columna de adsorción que contenía arcilla atapulgita a 20 °C. El tiempo de contacto para la mezcla fue de 30 minutos.

La fracción de nafta se separó por destilación y se recogió 94,7 % en peso de la mezcla tratada con adsorbente de DMO /residuos de la unidad de hidrocrackeo no convertidos. Las moléculas adsorbidas sobre el material adsorbente, se desorbieron en dos etapas. Se llevó a cabo una primera etapa de desorción con tolueno y después de destilar el primer disolvente de desorción, el rendimiento fue de 3,6 % en peso basado en el peso total de la alimentación de la mezcla. Se llevó a cabo una segunda etapa de desorción con tetrahidrofurano y después de destilar el segundo disolvente de desorción, el rendimiento fue de 2,3 % en peso basado en la alimentación inicial. Después del proceso de tratamiento, se retiraron 75 % en peso de compuestos que contenían nitrógeno, 44 % en peso de MCR y 2 % en peso de compuestos que contenían azufre de la muestra de mezcla. También se eliminó de la mezcla 95 % en peso de los HPNA.

El petróleo desmetalizado tratado y los residuos de la unidad de hidrocrackeo no convertidos se hidrocrackearon utilizando un reactor de lecho apilado. Usando el petróleo desmetalizado tratado y los residuos de la unidad de hidrocrackeo no convertidos de acuerdo con el proceso de la presente memoria, las reacciones de hidrocrackeo ocurrieron con una disminución del 10 °C en la temperatura de reactividad en comparación con el petróleo no tratado como se muestra en la Tabla 2, lo que indica la eficacia del proceso de tratamiento de la corriente de alimentación de la invención. La Tabla 3 muestra los rendimientos del producto para ambas configuraciones

La reactividad, la cual se puede traducir en una longitud de ciclo más larga para el catalizador, puede dar como resultado al menos un año de duración de ciclo adicional para las operaciones de hidrocrackeo, el procesamiento de una mayor cantidad de corriente de alimentación o el procesamiento de corrientes de alimentación de hidrocarburos más pesados aumentando el contenido de petróleo desmetalizado de la corriente de alimentación total de la unidad de hidrocrackeo. Además, el tratamiento de la corriente de residuos no convertidos de la unidad de hidrocrackeo dio como resultado una corriente de reciclado limpia y eliminó el reciclado indirecto a la torre de vacío u otras unidades de separación tales como el desasfaltado del disolvente.

TABLA 1

Propiedad	Unidad	Arcilla atapulgita
Área de superficie	m ² /g	108
Tamaño de poro	°A	146
Distribución del tamaño del poro	°A-cc/g	97,1
Volumen de poros	cc/g	0,392
Carbón	% en peso	0,24
Azufre	% en peso	0,1
Arsénico	ppmp	55
Hierro	ppmp	10
Níquel	% en peso	0,1
Sodio	ppmp	1000
Pérdida de ignición a 500 °C	% en peso	4,59

TABLA 2

Corriente de alimentación	Mezcla VGO/DMO Sin tratamiento	Mezcla VGO/DMO con DMO tratado Tratamiento
Relación VGO/DMO	85:15	85:15
Temperatura	398 °C	388 °C
Presión	115 Kg/cm ²	115 Kg/cm ²
Relación hidrógeno-petróleo	1.500	1.500
LSHV	0,70 h ⁻¹	0,70 h ⁻¹
Catalizador 1	Ni-W sobre alúmina de sílice	Ni-W sobre alúmina de sílice
Catalizador 2	Ni-W en zeolita	Ni-W en zeolita
Catalizador 1/Catalizador 2 % V:V	3:1	3:1
Conversión global de hidrocarburos 370 °C+, % en peso	95	95
Reciclado de 370 °C+, % en peso	15	15
Purga de hidrocarburos 370 °C+, % en peso	0	0

5

TABLA 3

Corriente de alimentación	Mezcla VGO/DMO Sin tratamiento	Mezcla VGO/DMO con DMO tratado Tratamiento
Nafta clara	20,01	22,02
Nafta pesada 85-185 °C	39,64	37,34
Queroseno 185-240 °C	8,68	8,58
Diésel ligero 240-315 °C	6,41	6,42
Diésel pesado 315-375 °C	4,42	4,56
Residuos 375-PEF °C	20,84	21,07

El método y el sistema de la presente invención se han descrito anteriormente y en los dibujos adjuntos; sin embargo, las modificaciones serán evidentes para los expertos con conocimientos normales en la técnica y el alcance de la protección para la invención se definirá por las reivindicaciones que siguen.

10

REIVINDICACIONES

1. Un proceso de hidrocrqueo para tratar una primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados y una segunda corriente de alimentación de hidrocarburos pesados, en el cual la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados contiene compuestos que contienen nitrógeno y compuestos aromáticos polinucleares no deseados, comprendiendo el proceso:
- a. poner en contacto la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados con una cantidad eficaz de material adsorbente para producir una corriente de hidrocarburos pesados tratados con adsorbente que tiene un contenido reducido de compuestos que contienen nitrógeno y compuestos aromáticos polinucleares;
 - b. combinar la segunda corriente de alimentación de hidrocarburos pesados con la corriente de hidrocarburos pesados tratados con adsorbente;
 - c. introducir la corriente combinada y una cantidad eficaz de hidrógeno en una unidad de reacción de hidrocrqueo que contiene una cantidad eficaz de catalizador de hidrocrqueo para producir una corriente de efluente hidrocrqueado;
 - d. fraccionar la corriente de efluente hidrocrqueado restante para recuperar productos hidrocrqueados y una corriente de residuos que contiene compuestos aromáticos polinucleares pesados;
 - e. poner en contacto la corriente de residuos del fraccionador con una cantidad eficaz de material adsorbente para producir una corriente de residuos del fraccionador tratados con adsorbente que tiene un contenido reducido de compuestos aromáticos polinucleares pesados;
 - f. integrar la corriente de residuos del fraccionador tratados con adsorbente con la corriente combinada de la etapa (b); e
 - g. introducir la corriente combinada en la unidad de reacción de hidrocrqueo.
2. El proceso de la reivindicación 1, que comprende además eliminar cualquier exceso de hidrógeno de la corriente de efluente hidrocrqueado y volverlo a reciclar a la zona de reacción de hidrocrqueo.
3. El proceso de la reivindicación 1, en el que el material adsorbente de la etapa (a) es el mismo que el material adsorbente de la etapa (e), los cuales se mantienen en una zona de adsorción.
4. El proceso de la reivindicación 3, en el que la corriente de residuos del fraccionador y la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados se combinan aguas arriba de la zona de adsorción.
5. El proceso de la reivindicación 1, en el que el material adsorbente de la etapa (a) es diferente del material adsorbente de la etapa (e), los cuales se mantienen en zonas de adsorción separadas.
6. El proceso de la reivindicación 1, en el que la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados se selecciona del grupo que consiste en petróleo desmetalizado, petróleo desasfaltado, gasóleos de coquización, petróleos de ciclo pesado e hidrocarburos con viscosidad reducida.
7. El proceso de la reivindicación 1, en el que la segunda corriente de alimentación de hidrocarburos pesados es gasóleo de vacío.
8. El proceso de la reivindicación 1, en el que el material adsorbente usado en la etapa (a) y/o la etapa (e) se empaqueta en la al menos una columna de lecho fijo y está en forma de gránulos, esferas, extrusionados o formas naturales y el tamaño está en el intervalo de 4,75 milímetros a 0,25 milímetros (4 de malla a 60 de malla).
9. El proceso de la reivindicación 1, en el que el material adsorbente usado en la etapa (a) y/o la etapa (e) se selecciona del grupo que consiste en arcilla atapulgita, alúmina, gel de sílice, carbón activado, catalizador fresco y catalizador agotado.
10. El proceso de la reivindicación 4, que comprende además
- (h) pasar la corriente de residuos del fraccionador y la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados a través de una primera de dos columnas empaquetadas;
 - (i) transferir la corriente de residuos del fraccionador y la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados desde la primera columna hasta la segunda columna mientras se interrumpe el paso a través de la primera columna;
 - (j) desorber y eliminar compuestos que contienen nitrógeno, compuestos aromáticos polinucleares y compuestos aromáticos polinucleares pesados del material adsorbente en la primera columna para regenerar de este modo el material adsorbente;
 - (k) transferir la corriente de residuos del fraccionador y la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados desde la segunda columna hasta la primera columna mientras que se interrumpe el flujo a través de la segunda columna;

(l) desorber y eliminar compuestos que contienen nitrógeno, compuestos aromáticos polinucleares y compuestos aromáticos polinucleares pesados del material adsorbente en la segunda columna para regenerar de este modo el material adsorbente y

5 (m) repetir las etapas (h)-(l), de modo que el procesamiento de los residuos del fraccionador y la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados es continuo.

11. El proceso de la reivindicación 5, que comprende además

10 (h) pasar la primera corriente de hidrocarburos pesados a través de una primera de dos columnas empaquetadas;

(i) transferir la primera corriente de hidrocarburos pesados desde la primera columna hasta la segunda columna mientras se interrumpe el paso a través de la primera columna;

(j) desorber y eliminar compuestos que contienen nitrógeno y compuestos aromáticos polinucleares del material adsorbente en la primera columna para regenerar de este modo el material adsorbente;

15 (k) transferir la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados desde la segunda columna hasta la primera columna mientras que se interrumpe el flujo a través de la segunda columna;

(l) desorber y eliminar compuestos que contienen nitrógeno y compuestos aromáticos polinucleares del material adsorbente en la segunda columna para regenerar de este modo el material adsorbente; y

20 (m) repetir las etapas (h)-(l), de modo que el procesamiento de la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados es continuo.

12. El proceso de la reivindicación 5, que comprende además:

25 (h) pasar la corriente de residuos del fraccionador a través de una primera de dos columnas empaquetadas;

(i) transferir la corriente de residuos del fraccionador desde la primera columna hasta la segunda columna mientras se interrumpe el paso a través de la primera columna;

(j) desorber y eliminar compuestos aromáticos polinucleares pesados del material adsorbente en la primera columna para regenerar de este modo el material adsorbente;

30 (k) transferir la corriente de residuos del fraccionador desde la segunda columna hasta la primera columna mientras que se interrumpe el flujo a través de la segunda columna;

(l) desorber y eliminar compuestos aromáticos polinucleares pesados del material adsorbente en la segunda columna para regenerar de este modo el material adsorbente; y

35 (m) repetir las etapas (h)-(l), de modo que el procesamiento de la corriente de residuos del fraccionador es continuo.

13. El proceso de la reivindicación 1, en el que además la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados se mezcla con disolvente antes de la puesta en contacto de la etapa (a).

40 14. El proceso de la reivindicación 1, en el que además la corriente de residuos del fraccionador se mezcla con el disolvente antes de la puesta en contacto de la etapa (e).

15. El proceso de la reivindicación 4, en el que además la corriente combinada de residuos del fraccionador y la primera corriente de alimentación de hidrocarburos pesados se mezclan con disolvente antes de la puesta en contacto con el material adsorbente.

45

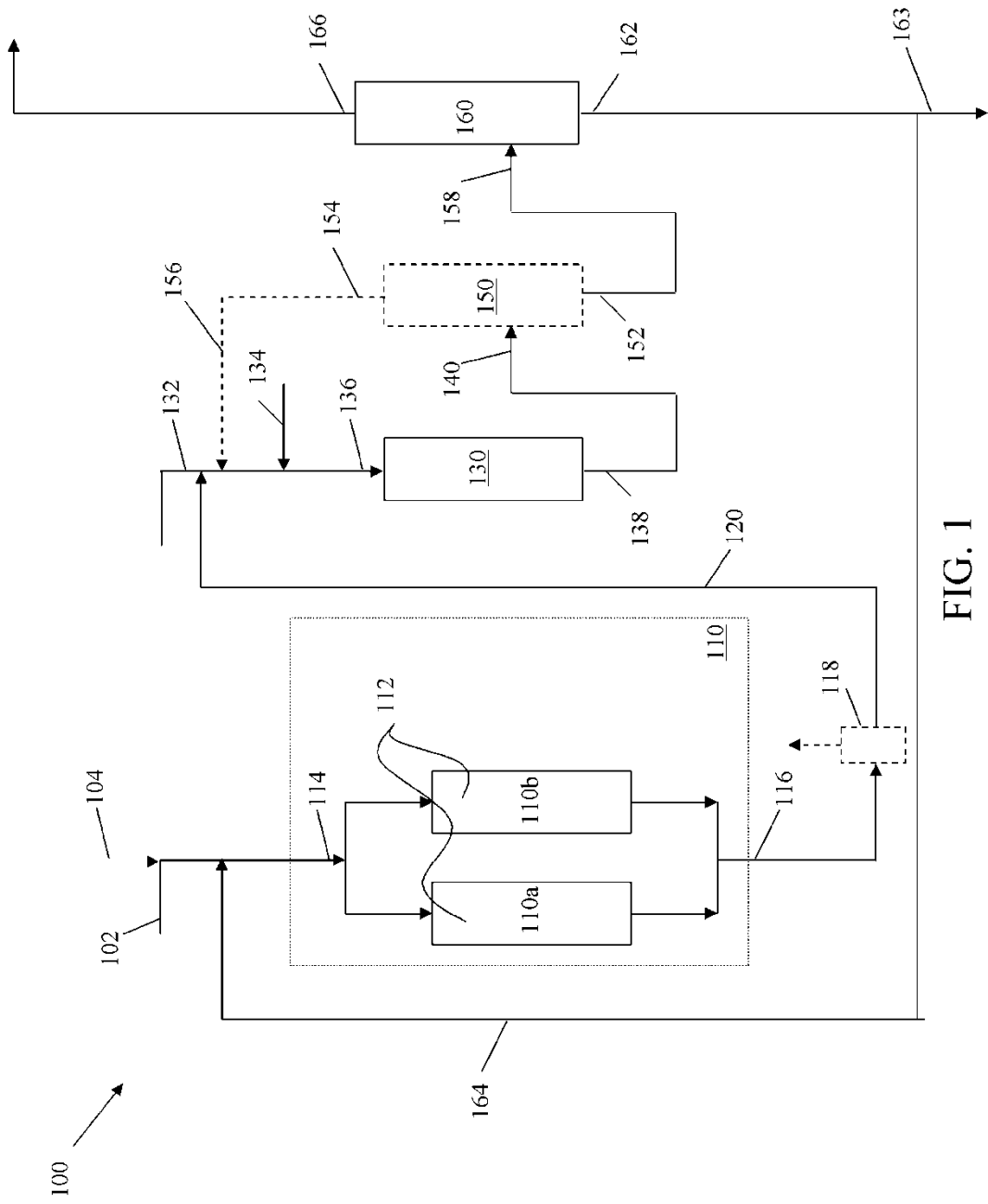


FIG. 1

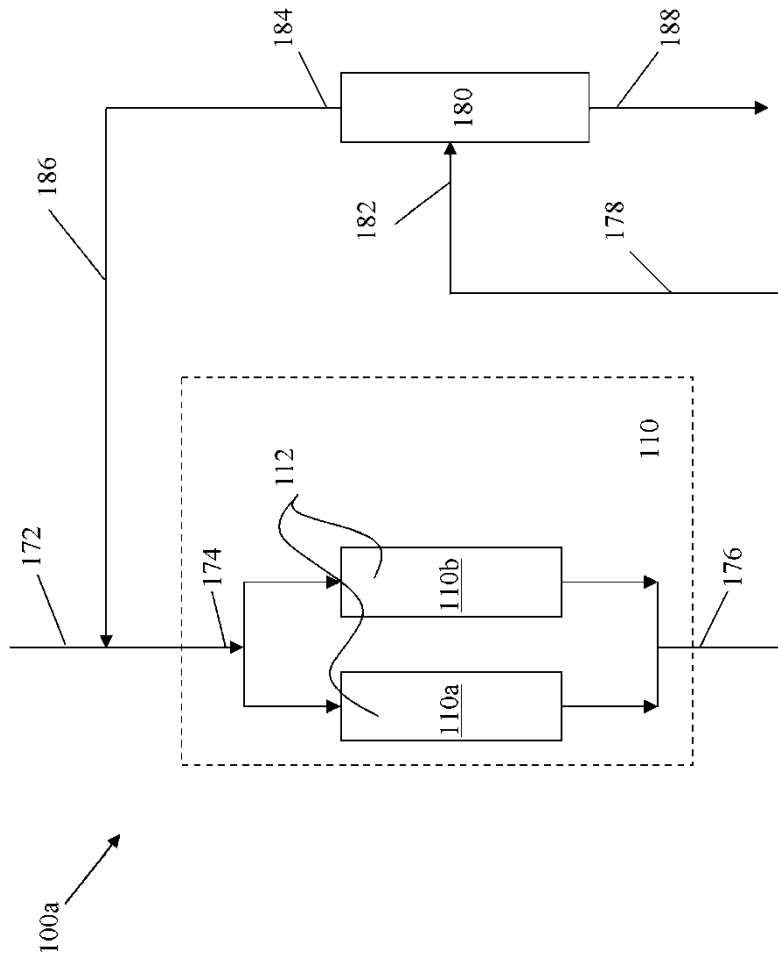


FIG. 2

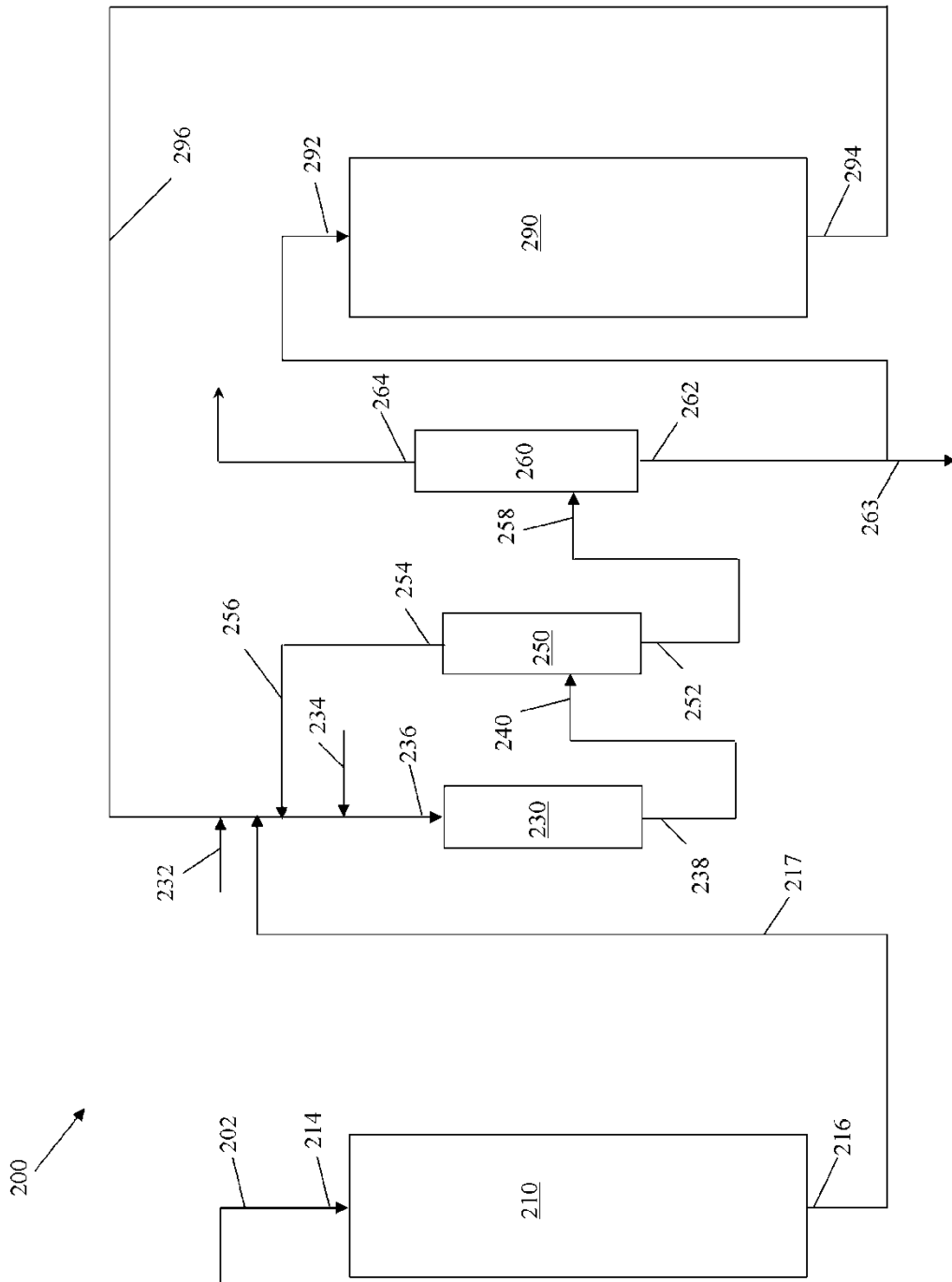


FIG. 3