

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 484**

51 Int. Cl.:

C10G 11/00 (2006.01)

C10G 45/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2013 PCT/US2013/031321**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014 WO14142874**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2013 E 13878145 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.02.2018 EP 2970777**

54 Título: **Procedimiento para introducir aditivos finos y gruesos para la hidroconversión de hidrocarburos pesados**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.05.2018

73 Titular/es:

**BP EUROPA SE (50.0%)
Überseeallee 1
20457 Hamburg, DE y
KELLOGG BROWN & ROOT LLC (50.0%)**

72 Inventor/es:

**SCHLEIFFER, ANDREAS y
SUBRAMANIAN, ANAND**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 668 484 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para introducir aditivos finos y gruesos para la hidroconversión de hidrocarburos pesados

Antecedentes

1. Campo de la invención

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la conversión por hidrogenación térmica de materias primas de hidrocarburos pesados.

2. Descripción de la técnica relacionada

10 A medida que el suministro mundial de petróleo crudo se hace más pesado y contiene niveles de azufre más altos, existe un desafío, que es satisfacer la creciente demanda de combustibles para el transporte ligeros, de alta calidad, de bajo contenido en azufre. La mejora de las materias primas de hidrocarburos pesados puede ayudar a satisfacer esta demanda. Son útiles varios procedimientos para mejorar las materias primas de hidrocarburos pesados. Un procedimiento tal se conoce como hidrocrackeo en fase de suspensión. El hidrocrackeo en fase de suspensión convierte cualquier materia prima que contiene hidrógeno y carbono derivada de aceites minerales, aceites sintéticos, carbón, procesos biológicos y similares, residuos de hidrocarburos, tales como residuo de vacío (VR), residuo atmosférico (AR), colas desasfaltadas, alquitrán de hulla y similares, en presencia de hidrógeno a altas temperaturas y altas presiones, por ejemplo, de aproximadamente 400°C (750°F) a aproximadamente 500°C (930°F), y de aproximadamente 10.000 kPa (1.450 psig) hasta aproximadamente 27.500 kPa (4.000 psig), o superiores. Para impedir una formación de coque excesiva durante la reacción, pueden añadirse a la alimentación líquida partículas de aditivo en forma de polvo fino preparadas a partir de carbono, sales de hierro u otros materiales. Dentro del reactor, la mezcla líquido/polvo se comporta idealmente como una única fase homogénea, debido al pequeño tamaño de las partículas de aditivo. En la práctica, el reactor puede hacerse funcionar como un reactor de columna de burbujas en flujo ascendente o como un reactor de lecho ebullente circulante y similares, con tres fases debido a que el suministro de hidrógeno y los productos de reacción ligeros contribuyen a una fase gaseosa, y las partículas de aditivo más grandes contribuyen a una fase sólida, y las partículas de aditivo más pequeñas, la materia prima y los productos de reacción más pesados contribuyen a la fase líquida, comprendiendo la combinación de aditivo y líquido la suspensión. En el hidrocrackeo en fase de suspensión, la conversión de la materia prima puede superar el 90% a productos convertidos valiosos, e incluso más que 95% cuando la materia prima es un residuo de vacío.

15 Un ejemplo de hidrocrackeo en fase de suspensión se conoce como tecnología Veba Combi-Cracking™ (VCC™). Esta tecnología opera en un modo “de una sola pasada”, donde, en una realización del procedimiento, se añade un aditivo en partículas registrado a una materia prima pesada, tal como VR, para formar una alimentación en suspensión. La alimentación en suspensión se carga con hidrógeno y se calienta hasta temperaturas reactivas para romper el residuo de vacío a productos más ligeros. Los productos de conversión vaporizados pueden o no ser hidrotratados y/o hidrocrackeados adicionalmente en un reactor catalítico de lecho fijo en una segunda etapa. Ello produce un amplio intervalo de productos destilados, que incluyen gasoil de vacío, destilado medio (tal como diésel), nafta y gas ligero.

20 Se ha descrito en diversa bibliografía que el aditivo en partículas para los hidrocrackeadores en fase de suspensión pueden incluir un amplio intervalo de materiales. Según se reporta, estos materiales incluyen, pero no se limitan a, catalizador, barro rojo, óxido de hierro (III), polvo de alto horno, coque activado de antracita o lignitos, negro de humo (hollín), cenizas de procedimientos de gasificación de petróleo crudo, óxidos de silicio y otros minerales inorgánicos que contienen hierro, tales como laterita o limonita. Se reporta que los aditivos en partículas tienen una distribución de tamaños de partícula amplia, entre 0,1 y 2.000 micrómetros, con una preferencia a los inferiores a medios del intervalo. Se ha reportado que es deseable incluir entre 10 y 40% en peso (tanto por ciento en peso) de las partículas por encima de 100 micrómetros de tamaño, estando el resto de las partículas por debajo de 100 micrómetros de tamaño. Para conseguir un control más fino sobre la distribución de tamaños de partícula del aditivo introducido en el procedimiento, se ha propuesto un sistema para introducir un intervalo de tamaños de partícula finos y un intervalo de tamaños de partícula gruesos de los aditivos por separado en un tanque de mezcla que contiene la alimentación para obtener un control más fino sobre la distribución de tamaños relativa de los aditivos mezclados con la materia prima. La materia prima en suspensión se introduce después en el tren de precalentamiento a alta presión con hidrógeno y se introduce en un reactor. Véase, p.ej., la patente de EE.UU. N° 4.851.107, de Kretschmar et al.

25 A pesar de los diversos procedimientos y alternativas disponibles para mejorar los hidrocarburos pesados, hay aún una necesidad de mejorar los procedimientos existentes para beneficiar a la economía, eficiencia y eficacia de las operaciones de la unidad.

55 Compendio de la invención

Un procedimiento para el hidrocrackeo en fase de suspensión de una materia prima de hidrocarburos pesados en un reactor, que incluye un reactor de columna de burbujas en flujo ascendente, incluye introducir por separado un

aditivo en dos intervalos de tamaño en la materia prima. Se introduce en el procedimiento un aditivo en partículas de intervalo de tamaño fino corriente arriba de un aditivo en partículas de intervalo de tamaño grueso. El procedimiento incluye introducir un primer aditivo en la materia prima para formar una materia prima cargada de finos corriente abajo de la bomba de carga de alimentación. El aditivo de finos puede incluir partículas que tienen una mediana de distribución de tamaños de partícula de 20 a 500 micrómetros y un área de superficie de 100 m²/g a 800 m²/g. Por separado, se introduce un segundo aditivo en la materia prima cargada de finos corriente abajo de una bomba de carga de alimentación y corriente arriba de o en el reactor de columna de burbujas en flujo ascendente de hidrocrackeo. El segundo aditivo puede incluir partículas gruesas que tienen una mediana de tamaño de partícula de 400 a 2.000 micrómetros. Los productos de reacción se retiran del reactor, tal como un reactor de columna de burbujas en flujo ascendente, para un procesamiento adicional.

Breve descripción de los dibujos

La figura representa un diagrama de flujo de proceso simplificado de una unidad de proceso de hidrocrackeo en fase de suspensión que ilustra una realización de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

En un procedimiento de hidrocrackeo en fase de suspensión con cualquier configuración de reactor, que incluye, pero no se limita a, un reactor de columna de burbujas en flujo ascendente, pueden introducirse uno o más aditivos en la materia prima, lo que da como resultado varios efectos beneficiosos. Sin estar limitado por ninguna teoría que se proporcione para fines ilustrativos en esta descripción, se cree que un aditivo con una alta área de superficie, tales como partículas porosas, permite la adsorción de precursores de coque de asfalto formados durante la reacción exotérmica de hidrocrackeo térmico de la materia prima. Esto permite la retirada de los precursores de coque sobre el aditivo con los productos de reacción en lugar de permitir que los precursores de coque se depositen sobre las partes internas del equipo, tales como los intercambiadores y el horno en el tren de precalentamiento, y sobre las superficies internas del reactor. Preferiblemente, para este efecto beneficioso, las partículas de aditivo exhiben un área de superficie mayor que 100 metros cuadrados por gramo (m²/g) o más preferiblemente mayor que 200 m²/g.

Además, se cree que un aditivo con un tamaño de partícula suficientemente grande mejora la hidrodinámica del reactor, que incluye, pero no se limita a, un reactor de burbujas en flujo ascendente. Se cree que las partículas grandes ayudan a mantener una recirculación en remolino de retroflujo turbulento en el reactor para conseguir una mezcla mejor y una cinética de reacción más homogénea. Se cree que las partículas de aditivo de tamaño más grande también ayudan con la rotura de la espuma que puede formarse en el reactor, mejorando adicionalmente el rendimiento del reactor. Preferiblemente, para este efecto beneficioso en el reactor, las partículas de aditivo grandes tienen una mediana de tamaños de partícula entre aproximadamente 400 micrómetros y 2.000 micrómetros. Por lo tanto, un aditivo ideal para todos los efectos beneficiosos apuntados tendría preferiblemente un área de superficie por peso relativamente alta, un intervalo de tamaños y densidad amplios para unas características de flujo y un rendimiento hidrodinámico del reactor mejorados. Sin embargo, las partículas no deben ser tan grandes o densas como para que se separen por sedimentación de la materia prima en suspensión que fluye a través del tren de precalentamiento de alimentación o el reactor.

En lugar de usar un aditivo ideal, pueden ser útiles dos aditivos con características diferentes. Los dos aditivos se introducen en puntos independientes en el circuito de alimentación para aprovechar los atributos de las partículas, y minimizar las desventajas que pudieran acompañar a introducir todo el aditivo con la carga de materia prima inicial. Un primer aditivo, denominado "aditivo de finos", de una mediana de tamaños de partícula más pequeña, denominadas "partículas de finos", o "partículas de aditivo de finos", que es altamente poroso, con una alta área de superficie interna, se introduce primero en la materia prima. El aditivo de finos puede introducirse en un recipiente de mezcla de alimentación, o bien puede mezclarse con un aceite de suspensión que puede ser una porción de la materia prima o cualquier otra corriente que contenga líquido, tal como un aceite de alto contenido en aromáticos, tal como aceite de ciclo ligero, aceite de ciclo pesado, o gasoil de vacío de reciclado (VGO, por sus siglas en inglés) pesado desde la torre de vacío de VCC y similares. El aditivo de finos puede introducirse en el circuito de alimentación principal inmediatamente corriente arriba del tren de precalentamiento de la alimentación, corriente arriba o bien corriente abajo de la bomba de carga de alimentación. El aditivo de finos puede optimizarse para la adsorción de los precursores de coque de asfalto generados durante el calentamiento y la reacción de hidrocrackeo. Se cree que el área de superficie de las partículas de aditivo de finos es una variable clave.

Un segundo aditivo, denominado "aditivo grueso", de una mediana de tamaños de partícula más grande, denominadas "partículas de aditivo gruesas", se introduce después en la materia prima cargada de finos en una o más ubicaciones a lo largo del tren de precalentamiento de la alimentación. El tren de precalentamiento de la alimentación puede incluir uno o más intercambiadores de calor de la alimentación, intercambiadores de calor del gas, intercambiadores de calor del efluente de la alimentación y un horno de precalentamiento de la alimentación corriente arriba del reactor de hidrocrackeo en suspensión. El aditivo grueso puede introducirse antes, entre o después de los intercambiadores de calor de la alimentación o los intercambiadores de calor del gas o los intercambiadores de calor del efluente de la alimentación. El aditivo grueso puede introducirse antes o después del horno de precalentamiento de la alimentación. El aditivo grueso puede introducirse también o alternativamente en la

5 entrada del reactor con la materia prima cargada de finos. Preferiblemente, el aditivo grueso se introduce después del horno de precalentamiento de la alimentación. El aditivo grueso puede optimizarse para un rendimiento hidrodinámico mejorado del reactor y una minimización de la espuma. Introduciendo el aditivo grueso en o inmediatamente corriente arriba del reactor, el tiempo de demora entre ajustes para la inyección de aditivo grueso y el rendimiento del reactor se reduce. También, dependiendo de la naturaleza del aditivo grueso, tales como la densidad y la dureza, introduciendo el aditivo grueso corriente abajo del equipo del tren de precalentamiento puede evitarse la sedimentación de partículas de aditivo y la erosión del equipo.

10 Las partículas del aditivo de finos pueden tener un intervalo de tamaños de partícula más pequeño que las partículas del aditivo grueso, y pueden tener un área de superficie por unidad de peso más baja, igual o más alta. El aditivo de finos puede tener preferiblemente una distribución de tamaños de partícula entre 20 micrómetros y 500 micrómetros. Por debajo de este tamaño, se cree que puede ser difícil que las partículas más pequeñas sean retiradas por un separador de ciclón en el separador caliente. En un aspecto, el límite máximo del tamaño de partícula no es crítico, pero es beneficioso si se controla. Puede haber alguna superposición en el intervalo de tamaños grande del aditivo de finos con el intervalo de tamaños pequeño de los aditivos gruesos. Sin embargo, si las partículas del primer aditivo son demasiado grandes, se cree que puede haber una sedimentación de las partículas en los intercambiadores del tren de precalentamiento de la alimentación. Preferiblemente, el aditivo de finos puede tener un tamaño de partícula máximo nominalmente de 400 micrómetros. Es decir, que el aditivo de finos puede haber pasado a través de un tamiz para retener las partículas mayores que 400 micrómetros, pero debido a las formas irregulares de las partículas de aditivo individuales, es posible que hasta el 5% en peso de las partículas totales que pasan a través del tamiz de 400 micrómetros puedan ser más grandes que 400 micrómetros en una dimensión. Se cree que partículas tan grandes como 450 micrómetros o 500 micrómetros pueden pasar posiblemente por tal operación de cribado. Incluso hasta el 10% en peso de partículas finas pueden ser mayores que 400 micrómetros, aunque, preferiblemente, hay un corte a aproximadamente 450 micrómetros. Si el extremo grande de la distribución de tamaños de partícula del aditivo de finos es demasiado alto, o demasiado grande, se cree que esto puede causar problemas debido a que las partículas de aditivo más grandes se sedimentan en el equipo de precalentamiento de la alimentación, o causan problemas de erosión en la bomba de alimentación centrífuga y posiblemente los intercambiadores de calor. Preferiblemente, las partículas de aditivo de finos son mayores que 25 micrómetros. Más preferiblemente las partículas de aditivo de finos son mayores que 50 micrómetros. Se espera que las partículas de aditivo de finos puedan tener una distribución de tamaños nominal amplia entre los tamaños mínimos y máximos que tienen una cola corta o bien un corte agudo en cada extremo, con un pico (o mediana de tamaños de partícula) a aproximadamente 100 micrómetros, aproximadamente 150 micrómetros o aproximadamente 200 micrómetros, o preferiblemente en cualquier lugar entre aproximadamente 100 micrómetros y aproximadamente 200 micrómetros.

35 Las partículas de aditivo finas tienen preferiblemente una porosidad que proporciona un área de superficie suficiente para adsorber las moléculas de asfalto precursoras de coque. Se cree que las partículas de aditivo de finos deben tener una porosidad suficiente para proporcionar un área de superficie media de al menos 100 m²/g, y preferiblemente al menos 200 m²/g, como se ha reportado previamente para los aditivos en procedimientos de hidrocrackeo en fase de suspensión.

40 Las partículas de aditivo gruesas pueden tener un intervalo de tamaños de partícula más grande en comparación con las partículas de aditivo de finos. Las partículas de aditivo gruesas pueden tener un tamaño mínimo de 400 micrómetros y un tamaño máximo de 2.000 micrómetros. En un aspecto, el límite mínimo del tamaño de partícula no es crítico, pero beneficioso si se controla. Puede haber alguna superposición en el intervalo de tamaños pequeño con los tamaños grandes del aditivo de finos. Sin embargo, se cree que el aditivo grueso, si es demasiado pequeño, no proporciona los efectos hidrodinámicos beneficiosos en el reactor. Por lo tanto, se gasta energía adicional en manejar las partículas de aditivos gruesas que son demasiado pequeñas. Asimismo, las partículas de aditivo que son demasiado grandes o demasiado pesadas pueden sedimentarse en el reactor y no proporcionar los efectos hidrodinámicos beneficiosos, que se cree que están relacionados directamente con las dimensiones del reactor. Por lo tanto, se prefiere que las partículas de aditivos gruesas tengan una mediana de tamaño de partícula de aproximadamente 800 micrómetros para los reactores comerciales más pequeños (aproximadamente 10.000 barriles por día de alimentación o más pequeños), aproximadamente 1.200 micrómetros para los reactores comerciales de tamaño medio (aproximadamente 20.000 barriles por día de alimentación), y aproximadamente 1.600 micrómetros o más grandes para los reactores comerciales de tamaño grande (aproximadamente 30.000 barriles por día de alimentación o más grandes). Sin embargo, la mediana de tamaño de partícula óptima real depende también de la velocidad espacial del reactor, las propiedades del material aditivo grueso (p.ej., la densidad), la materia prima, las limitaciones de manejo de la bomba, y otras variables operacionales.

55 La relación de aditivo de finos a aditivo grueso puede ajustarse para una operación óptima. Preferiblemente, la cantidad de aditivo grueso está entre 10% en peso y 40% en peso en base al peso total de aditivo combinado introducido en el procedimiento. Más preferiblemente, la cantidad de partículas gruesas está entre 15% en peso y 25% en peso del aditivo combinado. Incluso más preferiblemente, la cantidad de partículas gruesas es aproximadamente 20% en peso del aditivo combinado. La cantidad de aditivo grueso puede fluctuar con el tiempo, ya que los operadores hacen ajustes para mantener una densidad de la suspensión deseada y un diferencial de presión a través del reactor de suspensión, que incluye un reactor de columna de burbujas de flujo ascendente.

60 Preferiblemente, la cantidad de aditivo de finos está entre 60% en peso y 90% en peso del aditivo combinado

introducido en el procedimiento. Más preferiblemente, la cantidad de partículas de finos está entre 75% en peso y 85% en peso del aditivo combinado. Incluso más preferiblemente, la cantidad de partículas de finos es aproximadamente 80% en peso del aditivo combinado en operaciones de estado estacionario.

5 El aditivo de finos puede introducirse en la materia prima por medio del tanque de mezcla de la alimentación o bien directamente en la línea de alimentación principal en una cantidad de entre aproximadamente 0,1% en peso y 5% en peso de la alimentación total. Preferiblemente, se introduce menos que 2,5% en peso de aditivo de finos. Más preferiblemente se introduce no más que aproximadamente 2% en peso de aditivo de finos a la materia prima. Preferiblemente, se introduce no menos que 0,1% en peso de aditivo de finos. Cuando se introduce directamente en la línea de alimentación principal, el aditivo de finos se premezcla con un líquido, preferiblemente un aceite en un tambor de suspensión para formar una suspensión de aditivo. La suspensión de aditivo de finos puede contener entre 0,1% en peso y 60% en peso de sólidos totales en el tambor de mezcla. Preferiblemente, la suspensión de aditivo de finos contiene de 10% en peso a 50% en peso de sólidos totales, y más preferiblemente de 30% en peso a 50% en peso de sólidos totales en el tambor de mezcla de aditivo.

15 El aditivo grueso puede introducirse en la materia prima por medio del tanque de mezcla de la alimentación o bien directamente en el procedimiento en una cantidad de aproximadamente 0,05% en peso a 5% en peso de la alimentación total. Preferiblemente, se introduce menos que 2,5% en peso de aditivo grueso. Más preferiblemente se introduce no más que aproximadamente 2% en peso de aditivo grueso en la materia prima. Preferiblemente, se introduce no menos que 0,05% en peso de aditivo grueso. Cuando se introduce directamente en el procedimiento, el aditivo grueso se premezcla con un líquido, preferiblemente un aceite en un tambor de suspensión para formar una suspensión de aditivo. La suspensión de aditivo grueso puede contener entre 0,1% en peso y 60% en peso de sólidos totales en el tambor de mezcla. Preferiblemente, la suspensión de aditivo grueso contiene de 10% en peso a 50% en peso de sólidos totales, y más preferiblemente de 30% en peso a 50% en peso de sólidos totales en el tambor de mezcla de aditivo.

25 Los aditivos pueden estar hechos de los siguientes materiales, algunos de los cuales pueden ser conocidos por los expertos en la técnica y haber sido descritos en la bibliografía relacionada con el hidrocraqueo en fase de suspensión. Se ha descrito que el aditivo en partículas para hidrocraqueadores en fase de suspensión puede incluir un amplio intervalo de materiales. Se espera que estos materiales puedan ser modificados para cumplir las características anteriores del aditivo de finos y el aditivo grueso. El material seleccionado para el aditivo de finos puede ser el mismo que o diferente al material seleccionado para el aditivo grueso. Se reporta que estos materiales incluyen, pero no se limitan a, catalizador de hidrot ratamiento, catalizadores gastados, zeolitas, barro rojo, óxido de hierro (III), polvo de alto horno, coque activado de antracita o lignitos, cenizas de procedimientos de gasificación y otros minerales inorgánicos que contienen hierro. Preferiblemente, las partículas del aditivo de finos se seleccionan de materiales que incluyen carbono. Preferiblemente, las partículas grandes tienen algo de porosidad para limitar su densidad aparente para evitar la sedimentación de las partículas. Preferiblemente, pueden seleccionarse materiales a base de carbono activado tales como carbón activado tanto para aditivos de finos como para aditivos gruesos.

35 La materia prima puede ser el siguiente material: aceite mineral y sintético, aceites pesados, aceites residuales, aceites de desecho, aceites de esquistos, aceites usados, aceites de arenas asfálticas, aceites de carbón tales como aceites derivados de pirólisis de carbón, alquitranes de hulla tales como alquitranes derivados de licuefacción de carbón, residuo de vacío, residuo atmosférico, colas desasfaltadas, carbón triturado, u otros aceites pesados derivados de cualquier fuente, tal como petróleo, y mezclas de los mismos, así como materiales derivados de biomasa, que incluyen lignina y aceites de pirólisis. Los licuados de lignina, tras un calentamiento y hasta 30% en peso, pueden mezclarse con una materia prima de aceite pesado, tal como residuo de vacío. Preferiblemente la materia prima puede incluir un residuo de vacío que tiene una temperatura de ebullición mayor que 500° C.

45 Haciendo referencia a la Figura 1, un diagrama de flujo de proceso simplificado de una unidad de proceso de hidrocraqueo ilustra una realización de la invención. Se introduce una materia prima 10 de residuo de vacío en un tambor 12 de equilibrio de alimentación en suspensión. La materia prima del tambor de equilibrio de alimentación es absorbida por la bomba 14 de alimentación e introducida en el circuito 16 de alimentación a alta presión. El aditivo 18 de finos se introduce en el tanque 20 de mezcla de suspensión. Esta suspensión de aditivos de finos puede incluir de 0,1% a 60% en peso de aditivo, preferiblemente 10% en peso a 50% en peso y más preferiblemente aproximadamente 30% en peso a 50% en peso de aditivo, siendo el resto un aceite 22 de suspensión o vehículo de aceite pesado, tal como residuo de vacío si se usa tal como materia prima. Los sólidos de aditivo de finos se introducen por medio de una bomba 24 de suspensión en el circuito 16 de alimentación a alta presión. Alternativamente, el aditivo de finos puede introducirse corriente arriba de la bomba 16 de alimentación, preferiblemente en una cantidad menor que 2% en peso de la materia prima en peso, en cuyo caso, debido al pequeño tamaño de partícula y las bajas concentraciones de sólidos, la bomba 16 de alimentación puede ser una bomba centrífuga. La materia prima con el aditivo de finos en el circuito 16 de alimentación a alta presión se introduce en el intercambiador 26 de precalentamiento de la alimentación. El intercambiador 26 de precalentamiento puede comprender uno o más intercambiadores de calor. Para una eficiencia de calor del procedimiento mejorada, estos intercambiadores de precalentamiento son intercambiadores de efluente de alimentación, por lo que el calor se recupera del efluente del reactor catalítico de hidroprocesamiento de la 2ª etapa, el efluente en cabeza del separador caliente, u otras fuentes de energía de alta temperatura de dentro de o externas a la unidad de proceso. Corriente arriba del intercambiador 26 de precalentamiento, el gas 28 de reciclado y el gas 30 de suministro se introducen en

el circuito de alimentación a alta presión. Se introduce hidrógeno en el compresor 32 de gas de suministro, y después el hidrógeno 30 de suministro a alta presión puede introducirse primero en el gas 28 de reciclado para formar un gas de tratamiento antes de ser introducido en el circuito 16 de alimentación a alta presión.

5 Otra corriente de material aditivo se prepara en una suspensión mezclando un aditivo 34 de intervalo de tamaño de partícula grueso con un aceite 36 de suspensión, o vehículo de aceite pesado, tal como residuo de vacío si se usa tal como materia prima. La suspensión de aditivo grueso puede incluir de 0,1% a 60% en peso de aditivo, preferiblemente de 10% en peso a 50% en peso y más preferiblemente de aproximadamente 30% en peso a 50% en peso de aditivo, siendo el resto un aceite de suspensión o vehículo de aceite pesado, tal como residuo de vacío si se usa tal como materia prima. El porcentaje de aditivo grueso puede variar dependiendo de la capacidad de carga de sólidos de la bomba 38 de aditivos gruesos, que puede ser una bomba de pistón capaz de hacer una suspensión, aunque es deseable tener una carga de sólidos tan alta como sea práctico. La suspensión de aditivos gruesos puede añadirse a la materia prima cargada de finos por medio de la línea 40 corriente arriba del intercambiador 26 de precalentamiento. Alternativamente, la suspensión de aditivos gruesos puede añadirse por medio de la línea 42 después del intercambiador 26 de precalentamiento y corriente arriba del horno 46, o por medio de la línea 44 después del horno directamente a la entrada al reactor 48 de fase gaseosa de la primera etapa, o directamente al reactor 48. La suspensión de aditivos gruesos puede introducirse en cualquier lugar a lo largo del tren de precalentamiento de la alimentación. Debido a que el tren de precalentamiento de la alimentación incluye varios intercambiadores y un horno, hay múltiples ubicaciones donde puede introducirse la suspensión de aditivos gruesos. Debido a que se forman precursores de coque tan pronto como el residuo de vacío empieza a calentarse, puede ser deseable introducir la suspensión de aditivos gruesos corriente arriba del tren de precalentamiento. Alternativamente, para minimizar la erosión del intercambiador y el intercambiador de calor u horno del equipo, puede ser deseable introducir la suspensión de aditivos gruesos en un punto posterior y confiar en que los aditivos de finos adsorban los precursores de coque formados corriente arriba del punto de inyección de los aditivos gruesos.

25 La corriente 50 efluente del reactor 48 de fase en suspensión se introduce en un separador 52 caliente. Los productos 54 de reacción se retiran de la parte superior del separador 52 caliente y se introducen en el reactor 56 de la segunda etapa, tal como un reactor de hidroprocesamiento catalítico de una segunda etapa, para un procesamiento adicional, tal como hidrotratamiento y/o hidrocrqueo. Las colas 58 del separador caliente, que pueden ser principalmente residuo no convertido, se introducen en una columna 60 de vacío. La corriente de producto en cabeza de la columna de vacío se introduce en una bomba 62 y después se alimenta al reactor 56 de la segunda etapa. La corriente 64 de cola de la columna de vacío puede ser un residuo de vacío pesado que puede ser reciclado hacia la materia prima de esta unidad, o puede usarse para otros productos, tales como brea o asfalto. El efluente 66 del reactor de la segunda etapa se introduce en el separador 68 frío. El hidrógeno, gases producidos como subproducto, azufre y otros gases, se recuperan desde la parte superior del separador frío a través de la línea 70 y se introducen en una unidad 72 de limpieza de gases. Los gases producidos como subproducto, compuestos de azufre y otros componentes indeseables pueden retirarse a través de la línea 74 y enviarse para un procesamiento adicional o desecho. El hidrógeno y otros gases ligeros se envían como gas de reciclado a través de la línea 76 al compresor 78 de gases de reciclado y se reciclan de vuelta a la materia prima.

40 La corriente 80 de colas del separador 68 frío se envía a una columna 82 fraccionadora. En la columna 82 fraccionadora, pueden retirarse diversas fracciones de producto tales como propano y otros gases similares a través de la línea 84, nafta a través de la línea 86, un corte de destilado medio a través de la línea 88, y un gasoil de vacío a través de la línea 90 desde el fondo de la columna fraccionadora.

45 El procedimiento puede modificarse con diferentes aditivos optimizados para diferentes materias primas con un nivel más fino de control, debido a los sistemas de control de alimentación de aditivos independientes, y el tiempo de demora reducido inyectando el aditivo grueso directamente en el reactor o la corriente arriba más cercana al reactor, en comparación con donde se introduce el aditivo de finos. Debido a que el aditivo de un tamaño de partícula más grande puede ser demasiado erosivo para el uso con una bomba centrífuga, las realizaciones de la invención también pueden proporcionar la ventaja de que puede usarse una bomba centrífuga para la materia prima cargada de finos, y una bomba de pistón más pequeña para la suspensión de aditivos gruesos. Esto es económicamente ventajoso en comparación con una única bomba de pistón de alimentación grande cuando el tanque de mezcla de alimentación tiene en uso un único aditivo de tamaño de partícula amplio que abarca tanto la distribución de tamaños de partícula de finos como de gruesos.

55 Un experto en la técnica puede apreciar otras ventajas y modificaciones de las realizaciones descritas anteriormente en base a las explicaciones de la presente memoria. Sin embargo, las realizaciones anteriores son solo para fines ilustrativos. La invención se define no por la descripción anterior, sino por las reivindicaciones adjuntas a la misma.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para el hidro craqueo en fase de suspensión de una materia prima de hidrocarburos pesados en un reactor de hidro craqueo en fase de suspensión, comprendiendo el procedimiento:
- 5 introducir un primer aditivo en la materia prima corriente arriba de un intercambiador de precalentamiento para formar una materia prima cargada de finos, comprendiendo el aditivo partículas de finos que tienen una distribución de tamaños de partícula menor que 500 micrómetros,
- 10 introducir por separado un segundo aditivo a la materia prima cargada de finos corriente abajo de una bomba de carga de alimentación y corriente arriba del reactor de hidro craqueo en fase de suspensión, comprendiendo el segundo aditivo partículas gruesas que tienen una mediana de tamaños de partícula entre 400 micrómetros y 2.000 micrómetros; y
- retirar los productos de reacción del reactor de hidro craqueo en fase de suspensión.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el reactor de hidro craqueo en fase de suspensión es un reactor de columna de burbujas en flujo ascendente o un reactor de lecho ebullente circulante.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde la materia prima de hidrocarburos pesados comprende un aceite mineral, aceite sintético, aceite pesado, aceite residual, aceite de desecho, aceite de esquisto, aceite usado, aceite de arenas asfálticas, aceite de hulla, alquitrán de hulla, residuo de vacío, residuo atmosférico, colas desasfaltadas, carbón triturado, materiales derivados de biomasa, y mezclas de los mismos, preferiblemente residuo de vacío.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el primer aditivo se introduce en la materia prima en un recipiente de mezcla de alimentación o corriente abajo de la bomba de carga de alimentación.
- 20 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el segundo aditivo se introduce en la materia prima cargada de finos inmediatamente corriente arriba de un intercambiador de calor en un tren de precalentamiento de alimentación o inmediatamente corriente arriba de un horno de alimentación en un tren de precalentamiento de alimentación.
- 25 6. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el segundo aditivo se introduce inmediatamente corriente arriba del reactor de hidro craqueo en fase de suspensión, en una entrada de alimentación del reactor de hidro craqueo en fase de suspensión, o en una entrada de alimentación de un segundo o posterior reactor de hidro craqueo en fase de suspensión cuando se emplean reactores múltiples en serie.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el primer aditivo comprende 0,1-5% en peso o menos que 2,5% en peso y preferiblemente menos que 1% en peso de dicha materia prima cargada de finos.
- 30 8. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el primer aditivo comprende una distribución de tamaños de partícula entre 20 micrómetros y 450 micrómetros, preferiblemente entre 50 micrómetros y 400 micrómetros.
9. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el primer aditivo comprende una mediana de tamaños de partícula de entre 100 micrómetros y 200 micrómetros.
10. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el primer aditivo comprende carbono activado, o carbono activado modificado.
- 35 11. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el segundo aditivo comprende carbono activado, o carbono activado modificado.
- 40 12. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el primer aditivo comprende uno o más de catalizador de hidrotratamiento, catalizador gastado, barro rojo, óxido de hierro (III), polvo de alto horno, coque activado de antracita o lignitos, negro de humo (hollín), cenizas de procedimientos de gasificación de petróleo crudo, óxidos de silicio y otros minerales inorgánicos y mezclas de los mismos, o en donde el segundo aditivo comprende uno o más de catalizador de hidrotratamiento, catalizador gastado, barro rojo, óxido de hierro (III), polvo de alto horno, coque activado de antracita o lignitos, negro de humo (hollín), cenizas de procedimientos de gasificación de petróleo crudo, óxidos de silicio y otros minerales inorgánicos y mezclas de los mismos.
- 45 13. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el segundo aditivo comprende una mediana de tamaños de partícula entre 800 micrómetros y 1.200 micrómetros.
14. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el primer aditivo comprende entre 60% en peso y 90% en peso de primer y segundo aditivos totales.
15. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde la materia prima de aceite pesado comprende un residuo de vacío y entre 1% en peso y 30% en peso de lignina.

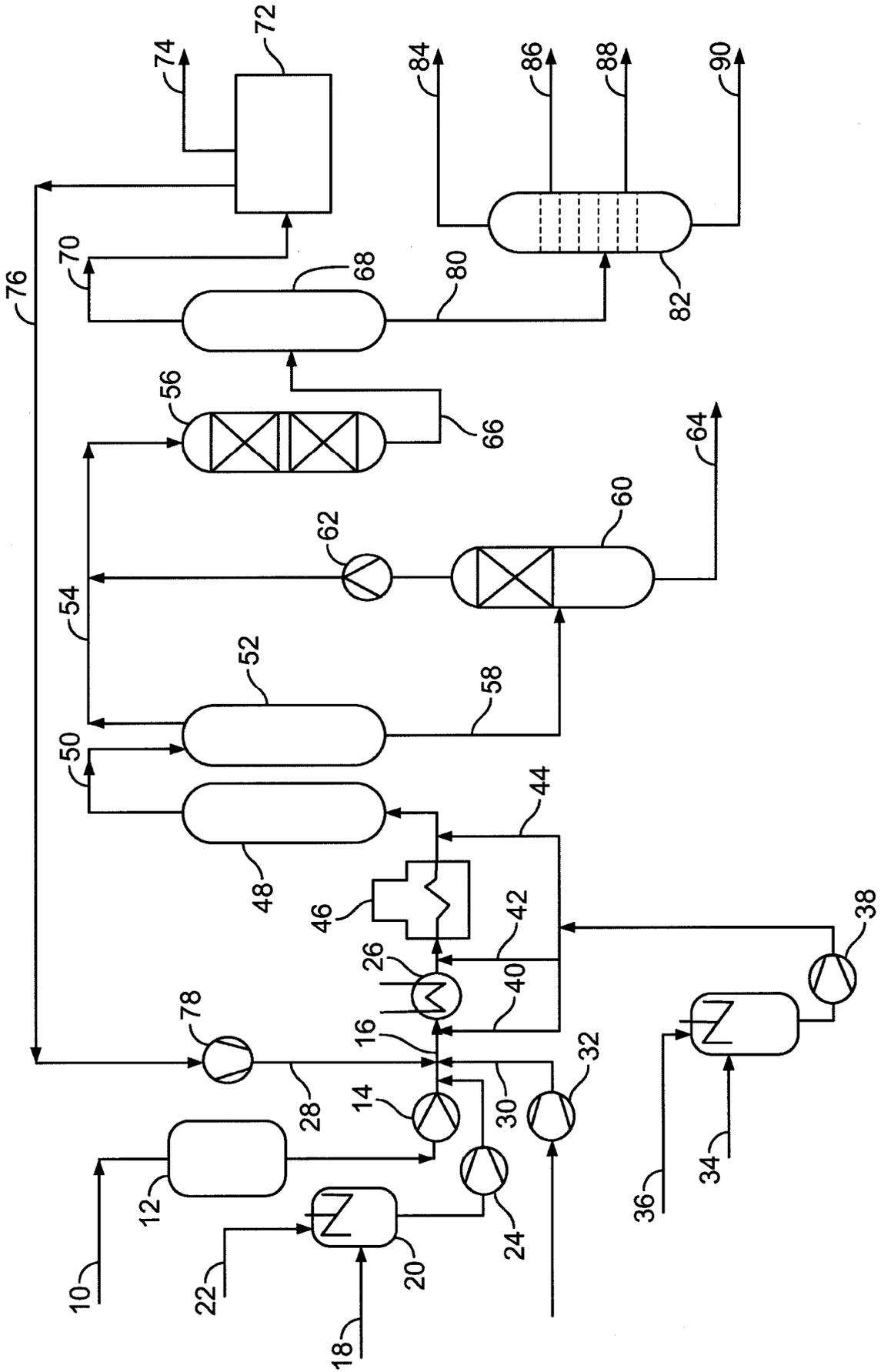


FIG. 1