

REIVINDICACIONES

1. Un método para mejorar un sistema de hidroprocesamiento de lecho en ebullición que incluye uno o más reactores de lecho en ebullición para hidroprocesar aceite
5 pesado de menor calidad, caracterizado porque comprende:

inicialmente operar un reactor de lecho en ebullición utilizando un catalizador heterogéneo para hidroprocesar una materia prima de aceite pesado inicial en una tasa inicial de producción de productos convertidos;

10 después mejorar el reactor de lecho en ebullición para operar utilizando un sistema de catalizador doble comprendido de partículas de catalizador de sulfuro de metal dispersas y catalizador heterogéneo; y

operar el reactor de lecho en ebullición mejorado
15 utilizando el sistema de catalizador doble para hidroprocesar un aceite pesado de menor calidad y/o mezcla de materia prima de menor calidad mientras que se mantiene una tasa de producción de productos convertidos por lo menos tan alta como la tasa inicial.

20 2. El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el aceite pesado de menor calidad y/o la mezcla de materia prima de menor calidad tiene por lo menos una característica de menor calidad comparada con la materia prima de aceite pesado inicial seleccionada de, pero no limitada a:

25 punto de ebullición más alto;

concentración más alta de azufre;
concentración más alta de nitrógeno;
concentración más alta de metales;
peso molecular más alto;
5 relación de hidrógeno a carbono más baja;
contenido de asfalteno más alto; y
tendencia a formar sedimento más grande.

3. El método de conformidad con la reivindicación 1 o
2, caracterizado porque la operación del reactor de lecho en
10 ebullición mejorado utilizando el sistema de catalizador doble
incluye hidroprocesar una mezcla de materia prima de menor
calidad de la materia prima de aceite pesado inicial o aceite
pesado de calidad similar y por lo menos 5%, o por lo menos
10%, o por lo menos 20%, o por lo menos 30%, o por lo menos
15 40%, de un aceite pesado de menor calidad.

4. El método de conformidad con cualquiera de las
reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la operación del
reactor de lecho en ebullición mejorado utilizando el sistema
de catalizador doble incluye hidroprocesar el aceite pesado de
20 menor calidad en lugar de la materia prima de aceite pesado
inicial.

5. El método de conformidad con cualquiera de las
reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el aceite pesado
de menor calidad comprende por lo menos uno de petróleo crudo
25 pesado, bitumen de arenas de aceite, residuos de los procesos

de refinería, fondos de la torre atmosférica que tienen un punto de ebullición nominal de por lo menos 343° (650°F), fondos de la torre al vacío que tienen un punto de ebullición nominal de por lo menos 524°C (975°F), parte residual de un
5 separador caliente, brea residual, parte residual de la extracción con solvente o residuo al vacío.

6. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la operación del reactor de lecho en ebullición mejorado utilizando el sistema
10 de catalizador doble con el aceite pesado de menor calidad o la mezcla de materia prima de menor calidad da por resultado una tasa de ensuciamiento del equipo que es igual o menor que cuando se opera inicialmente el reactor de lecho en ebullición.

7. El método de conformidad con la reivindicación 6,
15 caracterizado porque la tasa de ensuciamiento del equipo cuando se opera el reactor de lecho en ebullición mejorado para hidroprocesar el aceite pesado de menor calidad o la mezcla de materia prima de menor calidad da por resultado por lo menos uno de:

20 - frecuencia de detenciones del intercambiador de calor para limpieza que es igual o menor que cuando se opera inicialmente el reactor de lecho en ebullición;

- frecuencia de detenciones de la torre de destilación atmosférica y/o al vacío para limpieza que es igual
25 o menor que cuando se opera inicialmente el reactor de lecho en

ebullición;

- frecuencia de cambios o limpieza de filtros y coladores que es igual o menor que cuando se opera inicialmente el reactor de lecho en ebullición;

5 - frecuencia de cambios a intercambiadores de calor de repuesto que es igual o menor que cuando se opera inicialmente el reactor de lecho en ebullición;

- tasa reducida de disminución de temperaturas exteriores en el equipo seleccionado de uno o más de
10 intercambiadores de calor, separadores o torres de destilación que cuando se opera inicialmente el reactor de lecho en ebullición;

- tasa reducida de temperaturas del metal del tubo del horno incrementadas que cuando se opera inicialmente el
15 reactor de lecho en ebullición; o

- tasa reducida de factores de ensuciamiento de resistencia calculados incrementado para intercambiadores de calor que cuando se opera inicialmente el reactor de lecho en ebullición.

20 8. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la operación del reactor de lecho en ebullición mejorado utilizando el sistema de catalizador doble para hidroprocesar el aceite pesado de menor calidad o la mezcla de materia prima de menor calidad da
25 por resultado una tasa de producción de sedimento que es igual

a menor que cuando se opera inicialmente el reactor de lecho en ebullición.

9. El método de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque la tasa de producción de sedimento es en base a por lo menos uno de:

- medición de sedimento en un producto de fondos de la torre atmosférica;

- medición de sedimento en un producto de fondos de la torre al vacío;

- medición de sedimento en el producto de un separador de baja presión caliente; o

- medición de sedimento en el producto de aceite combustible antes o después de la adición de acciones de corte.

10. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la operación del reactor de lecho en ebullición mejorado utilizando el sistema de catalizador doble para hidroprocesar el aceite pesado de menor calidad y/o la mezcla de materia prima de menor calidad da por resultado una concentración de sedimento de producto que es igual o menor que cuando se opera inicialmente el reactor de lecho en ebullición.

11. El método de conformidad con la reivindicación 10, caracterizado porque la concentración de sedimento de producto es en base a por lo menos uno de:

- medición de sedimento en el producto de fondos de

la torre atmosférica;

- medición de sedimento en un producto de fondos de la torre al vacío;

- medición de sedimento en el producto de un separador de baja presión caliente;

- medición de sedimento en el producto de aceite combustible antes o después de la adición de una o más acciones de corte.

12. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque las partículas de catalizador de sulfuro de metal dispersas son menores que 1 μm en tamaño, o menores que aproximadamente 500 nm en tamaño, o menores que aproximadamente 100 nm en tamaño, o menores que aproximadamente 25 nm en tamaño, o menores que aproximadamente 10 nm en tamaño.

13. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque las partículas de catalizador de sulfuro de metal dispersas se forman *in situ* dentro del aceite pesado a partir de un precursor de catalizador.

14. El método de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado porque además comprende mezclar el precursor de catalizador con un hidrocarburo diluyente para formar una mezcla de precursor diluida, mezclar la mezcla de precursor diluida con el aceite pesado para formar aceite pesado

acondicionado, y calentar el aceite pesado acondicionado para descomponer el precursor de catalizador y formar las partículas de catalizador de sulfuro de metal dispersas *in situ*.

15 15. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado porque la operación del reactor de lecho en ebullición mejorado utilizando el sistema de catalizador doble para hidroprocesar el aceite pesado de menor calidad y/o la mezcla de materia prima de menor calidad comprende operar en una conversión por lo menos tan alta como
10 cuando se opera inicialmente el reactor de lecho en ebullición.

16. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque la operación del reactor de lecho en ebullición mejorado utilizando el sistema de catalizador doble para hidroprocesar el aceite pesado de
15 menor calidad y/o la mezcla de materia prima de menor calidad comprende operar en un rendimiento por lo menos tan alto cuando se opera inicialmente el reactor de lecho en ebullición.

17. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado porque la operación del
20 reactor de lecho en ebullición mejorado utilizando el sistema de catalizador doble para hidroprocesar el aceite pesado de menor calidad y/o la mezcla de materia prima de menor calidad comprende operar a una temperatura por lo menos tan alta cuando se opera inicialmente el reactor de lecho en ebullición.

25 18. Un método para mejorar un sistema de

hidroprocesamiento de lecho en ebullición para hidroprocesar aceite pesado de menor calidad, caracterizado porque comprende:

inicialmente operar un reactor de lecho en ebullición utilizando un catalizador heterogéneo para hidroprocesar una
5 materia prima de aceite pesado inicial en una tasa inicial de producción de productos convertidos, la materia prima de aceite pesado inicial que tiene por lo menos una característica de calidad seleccionada de, pero no limitada a, punto de ebullición, concentración de azufre, concentración de
10 nitrógeno, concentración de metales, peso molecular, relación de hidrógeno a carbono o contenido de asfalteno;

después mejorar el reactor de lecho en ebullición para operar utilizando un sistema de catalizador doble comprendido de partículas de catalizador de sulfuro de metal
15 dispersas y catalizador heterogéneo; y

operar el reactor de lecho en ebullición mejorado utilizando el sistema de catalizador doble para hidroprocesar un aceite pesado de menor calidad y/o una mezcla de materia prima de menor calidad mientras que se mantiene en la tasa de
20 producción de productos convertidos por lo menos tan alta como la tasa inicial, en donde el aceite pesado de menor calidad y/o la mezcla de materia prima de menor calidad tiene por lo menos una característica de menor calidad comparada con la materia prima de aceite pesado inicial seleccionada de, pero no
25 limitada a, punto de ebullición más alto, concentración más

alta de azufre, concentración más alta de nitrógeno, concentración más alta de metales, peso molecular más alto, relación de hidrógeno a carbono más baja, contenido de asfalteno más alto o tendencia a formar sedimento más grande.

5 19. Un método para mejorar un sistema de hidroprocesamiento de lecho en ebullición para hidroprocesar aceite pesado de menor calidad, caracterizado porque comprende:

 inicialmente operar un reactor de lecho en ebullición utilizando un catalizador heterogéneo para hidroprocesar una
10 materia prima de aceite pesado inicial en una tasa inicial de producción de productos convertidos;

 después mejorar el reactor de lecho en ebullición para operar utilizando un sistema de catalizador doble comprendido de partículas de catalizador de sulfuro de metal
15 dispersas y catalizador heterogéneo; y

 operar el reactor de lecho en ebullición mejorado utilizando el sistema de catalizador doble para hidroprocesar una mezcla de materia prima de menor calidad mientras que se mantiene la tasa de producción de productos convertidos por lo
20 menos tan alta como la tasa inicial, la mezcla de materia prima de menor calidad que comprende la materia prima de aceite pesado inicial o aceite pesado de calidad similar y por lo menos 5% de un aceite pesado de menor calidad.

 20. El método de conformidad con la reivindicación
25 19, caracterizado porque la mezcla de materia prima de menor

calidad comprende por lo menos 10%, o por lo menos 20%, o por lo menos 30%, o por lo menos 40%, del aceite pesado de menor calidad.

21. Un método para mejorar un sistema de
5 hidroprocesamiento de lecho en ebullición para hidroprocesar aceite pesado de menor calidad, caracterizado porque comprende:

inicialmente operar un reactor de lecho en ebullición utilizando un catalizador heterogéneo para hidroprocesar una materia prima de aceite pesado inicial en una tasa inicial de
10 producción de productos convertidos;

después mejorar el reactor de lecho en ebullición para operar utilizando un sistema de catalizador doble comprendido de partículas de catalizador de sulfuro de metal dispersas y catalizador heterogéneo; y

15 operar el reactor de lecho en ebullición mejorado utilizando el sistema de catalizador doble para hidroprocesar un aceite pesado de menor calidad en lugar de la materia prima de aceite pesado inicial mientras que se mantiene la tasa de producción de productos convertidos por lo menos tan alta como
20 cuando se opera un reactor de lecho en ebullición en la tasa inicial.

22. Un método de hidroprocesamiento mejorado de aceite pesado mediante un sistema de hidroprocesamiento de lecho en ebullición con el fin de hidroprocesar un aceite
25 pesado de menor calidad comparado con un sistema de lecho en

ebullición convencional cuando se opera como es diseñado, caracterizado porque comprende:

proporcionar un reactor de lecho en ebullición diseñado para el uso con un catalizador heterogéneo para
5 hidroprocesar aceite pesado y que, cuando se opera como es diseñado, es capaz de la operación estable cuando se hidroprocesa aceite pesado de calidad de línea de base, en condiciones de línea de base, y en una tasa de línea de base de producción de productos convertidos;

10 mejorar el hidroprocesamiento del aceite pesado por el reactor de lecho en ebullición al introducir un sistema de catalizador doble comprendido de partículas de catalizador de sulfuro de metal dispersas y catalizador heterogéneo en el reactor junto con aceite pesado e hidrógeno; y

15 operar el reactor de lecho en ebullición mejorado utilizando el sistema de catalizador doble para hidroprocesar un aceite pesado de menor calidad y/o una mezcla de materia prima de menor calidad comparada con la calidad de línea base mientras que se mantiene la tasa de producción de productos
20 convertidos por lo menos tan alta como la tasa de línea de base.