

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 incrementar la tasa de producción de productos convertidos del aceite pesado, caracterizado porque comprende:

operar un reactor de lecho en ebullición utilizando un catalizador heterogéneo para hidroprocesar aceite pesado en condiciones iniciales, que incluye una severidad del reactor inicial y 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 dispersas y catalizador heterogéneo; y

operar el reactor de lecho en ebullición mejorado utilizando el sistema de catalizador doble en severidad del reactor más alta y tasa incrementada de producción de productos convertidos que cuando se opera el reactor de lecho en ebullición en las condiciones iniciales.

2. El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el aceite pesado comprende por lo menos uno de petróleo crudo pesado, bitumen de arenas de aceite, residuo de procesos de refinería, fondos de torre atmosférica que tienen un punto de ebullición nominal de por lo menos 343°C

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

5 3. El método de conformidad con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la operación en severidad más alta incluye incrementar el rendimiento de aceite pesado y la temperatura de operación del reactor de lecho en ebullición mientras que se mantiene o se incrementa la conversión del
10 aceite pesado que cuando se opera el reactor de lecho en ebullición en las condiciones iniciales.

 4. El método de conformidad con la reivindicación 3, caracterizado porque el rendimiento incrementado de aceite pesado es por lo menos 2.5% más alto, o por lo menos 5% más
15 alto, o por lo menos 10% más alto, o por lo menos 20% más alto, que cuando se opera el reactor de lecho en ebullición en las condiciones iniciales.

 5. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la operación en
20 severidad más alta incluye incrementar la conversión de aceite pesado y la temperatura de operación del reactor de lecho en ebullición mientras que se mantiene o se incrementa el rendimiento del aceite pesado que cuando se opera el reactor de lecho en ebullición en las condiciones iniciales.

25 6. El método de conformidad con la reivindicación 5,

caracterizado porque la conversión incrementada de aceite pesado es por lo menos 2.5% más alta, o por lo menos 5% más alta, o por lo menos 7.5% más alta, o por lo menos 10% más alta, o por lo menos 15% más alta, que cuando se opera el reactor de lecho en ebullición en las condiciones iniciales.

7. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, caracterizado porque la temperatura incrementada es por lo menos 2.5°C más alta, o por lo menos 5°C más alta, o por lo menos 7.5°C más alta, o por lo menos 10°C más alta, que cuando se opera en las condiciones iniciales.

8. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la operación en severidad más alta incluye incrementar la conversión, el rendimiento de aceite pesado y la temperatura de operación del reactor de lecho en ebullición que cuando se opera el reactor de lecho en ebullición en las condiciones iniciales.

9. El método de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque la conversión incrementada de aceite pesado es por lo menos 2.5% más alta, el rendimiento incrementado es por lo menos 2.5%, y la temperatura incrementada es por lo menos 2.5°C más alta que cuando se opera el reactor de lecho en ebullición en las condiciones iniciales.

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 en la severidad del reactor más alta y la tasa incrementada de producción de productos convertidos da por resultado una tasa de ensuciamiento del equipo que es igual o menor que cuando se opera en las condiciones iniciales.

5 11. El método de conformidad con la reivindicación 10, caracterizado porque la tasa de ensuciamiento del equipo cuando se opera el reactor de lecho en ebullición mejorado utilizando el sistema de catalizador doble da por resultado por lo menos uno de:

10 - frecuencia de detenciones del intercambiador de calor para limpieza que es igual o menor que cuando se opera en las condiciones iniciales;

 - frecuencia de detenciones de la torre de destilación atmosférica y/o al vacío para limpieza que es igual
15 o menor que cuando se opera en las condiciones iniciales;

 - frecuencia de cambios o limpiezas de filtros y coladores que es igual o menor que cuando se opera en las condiciones iniciales;

 - frecuencia de cambios a intercambiadores de calor
20 de repuesto que es igual o menor que cuando se opera en las condiciones iniciales;

 - tasa reducida de disminución de las temperaturas exteriores en el equipo seleccionado de uno o más de intercambiadores de calor, separadores o torres de destilación
25 que cuando se opera en las condiciones iniciales;

- tasa reducida de temperaturas de metal del tubo del horno incrementadas que cuando se opera en las condiciones iniciales; o

- tasa reducida de los factores de ensuciamiento de resistencia calculados incrementados para intercambiadores de calor que cuando se opera en las condiciones iniciales.

12. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque la operación del reactor de lecho en ebullición mejorado utilizando el sistema de catalizador doble en severidad del reactor más alta y tasa incrementada de producción de productos convertidos da por resultado una tasa de producción de sedimento que es igual o menor que cuando se opera en las condiciones iniciales.

13. El método de conformidad con la reivindicación 12, caracterizado porque la tasa de producción de sedimento es en base a por lo menos uno de:

- una medición de sedimento en el producto de fondos de la torre atmosférica;

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

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

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

14. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque la operación del reactor de lecho en ebullición mejorado utilizando el sistema de catalizador doble en severidad del reactor más alta y tasa
5 incrementada de producción de productos convertidos da por resultado una concentración de sedimento de producto que es igual o menor que cuando se opera en las condiciones iniciales.

15. El método de conformidad con la reivindicación 14, caracterizado porque la concentración de sedimento de
10 producto 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;
- 15 - medición del sedimento en el producto de un separador de baja presión caliente;
- medición del sedimento en el producto del aceite combustible antes o después de la adición de una o más acciones de corte.

20 16. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque las partículas de catalizador de sulfuro de metal dispersas son menores que 1 μm en tamaño, o que aproximadamente 500 nm en tamaño, o menor que aproximadamente 100 nm en tamaño, o menor que aproximadamente
25 25 nm en tamaño, o menor que aproximadamente 10 nm en tamaño.

17. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado porque las partículas de catalizador de sulfuro de metal dispersas se forman *in situ* dentro del aceite pesado de un precursor de catalizador.

5 18. El método de conformidad con la reivindicación 17, caracterizado porque además comprende mezclar el precursor de catalizador por un hidrocarburo diluyente para formar una mezcla de precursor diluida, mezclar la mezcla de precursor diluida con el aceite pesado para formar aceite pesado
10 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*.

 19. Un método para mejorar un sistema de hidroprocesamiento de lecho en ebullición que incluye uno o más
15 reactores de lecho en ebullición para incrementar la tasa de producción de productos convertidos del aceite pesado, caracterizado porque comprende:

 operar un reactor de lecho en ebullición utilizando un catalizador heterogéneo para hidroprocesar aceite pesado en
20 condiciones iniciales, que incluye un rendimiento inicial, temperatura de operación, tasa inicial de producción de productos convertidos y tasa inicial de ensuciamiento y/o producción de sedimento;

 después mejorar el reactor de lecho en ebullición
25 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 utilizando el sistema de catalizador doble en rendimiento más alto, temperatura de operación más alta, tasa incrementada de producción de productos convertidos y tasa de ensuciamiento y/o producción de sedimento igual o menor que cuando se opera el reactor de lecho en ebullición en las condiciones iniciales.

20. El método de conformidad con la reivindicación 19, caracterizado porque el reactor de lecho en ebullición mejorado se opera mientras que se mantiene o se incrementa la conversión del aceite pesado que cuando se opera el reactor de lecho en ebullición en las condiciones iniciales.

21. Un método para mejorar un sistema de hidroprocesamiento de lecho en ebullición que incluye uno o más reactores de lecho en ebullición para incrementar la tasa de producción de productos convertidos del aceite pesado, caracterizado porque comprende:

operar un reactor de lecho en ebullición utilizando un catalizador heterogéneo para hidroprocesar aceite pesado en condiciones iniciales, que incluye una conversión inicial, una temperatura de operación inicial, una tasa inicial de producción de productos convertidos y una tasa inicial de ensuciamiento y/o producción de sedimento;

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
5 utilizando el sistema de catalizador doble para hidroprocesar aceite pesado en conversión más alta, temperatura de operación más alta, tasa incrementada de producción de productos convertidos y tasa de ensuciamiento y/o producción de sedimento igual o menor que cuando se opera el reactor de lecho en
10 ebullición en las condiciones iniciales.

22. El método de conformidad con la reivindicación 21, caracterizado porque el reactor de lecho en ebullición mejorado se opera mientras que se mantiene o se incrementa el rendimiento del aceite pesado que cuando se opera el reactor de
15 lecho en ebullición en las condiciones iniciales.

23. Un método de hidroprocesamiento mejorado de aceite pesado mediante un sistema de hidroprocesamiento de lecho en ebullición que incluye uno o más reactores de lecho en ebullición con tasa incrementada de producción de productos
20 convertidos del aceite pesado 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
25 hidroprocesar aceite pesado y que, cuando se opera como es

diseñado, es capaz de la operación estable en las condiciones de línea de base, que incluye una severidad del reactor de línea de base y una tasa de línea de base de producción de productos convertidos;

5 mejorar el hidropocesamiento de 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

10 operar el reactor de lecho en ebullición mejorado utilizando el sistema de catalizador doble en una severidad del reactor más alta y una tasa incrementada de producción de productos convertidos comparado con la operación estable del reactor en las condiciones de línea de base.