

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Dirección de Nuevas Creaciones

E. S. D.

REF. Expediente No. NC2018/0002377

**Solicitud de Patente a Nombre HYDROCARBON
TECHNOLOGY & INNOVATION, LLC.**

Por el presente me permito dar respuesta al Oficio No.1109 notificado en este asunto, en los siguientes términos:

1. OBJETO DE LA INVENCION

Antes que nada, es importante mencionar que del análisis de las objeciones presentadas por la Examinadora en el mencionado Oficio se observa que no se entendió adecuadamente el objeto de la invención, el cual es el de mejorar la reacción de los aceites pesados en el reactor de lecho en ebullición con el fin de producir "sedimentos menos incrustantes", lo que significa que a cualquier

tasa y/o concentración de producción de sedimento dada, este causará menos ensuciamiento en el equipo. Por el contrario, la Examinadora define el objeto de la invención como simplemente, *“la disminución de la tasa de ensuciamiento en los equipos asociados, lo cual favorece las tasas de producción, disminuye la limitación en el procesamiento corriente debajo de las fracciones de alta ebullición y las operaciones de mantenimiento y limpieza”* (Pág. 1, del Oficio en mención).

Dicho de otra manera, la presente invención puede o no resultar en una tasa real de contaminación del equipo. Esto se ilustra, por ejemplo, en el último párrafo de la reivindicación 18, que especifica que la mejora del reactor de lecho en ebullición produce “la misma o menor tasa de ensuciamiento del equipo”.

La técnica anterior solo enseña la correlación directa entre la tasa de ensuciamiento de los equipos y la tasa de producción de sedimentos y/o concentración de sedimentos. Por lo tanto, la técnica anterior enseña que reducir la producción de sedimentos y/o la concentración de sedimentos da como resultado una reducción de la contaminación del equipo. El corolario de esto es que, si no hay reducción en la tasa de producción de sedimentos y/o concentración de sedimentos, no puede haber reducción en el ensuciamiento del equipo.

La presente invención cambia esta relación de causa y efecto al enseñar un método mediante el cual se mejora el reactor de lecho en ebullición de tal manera que produce sedimento que causa menos ensuciamiento en el sistema de hidroprocesamiento. El reactor de lecho en ebullición mejorado puede producir sedimento a la misma tasa y/o a la misma concentración en comparación con el reactor de lecho ebullición inicial, pero resulta en una tasa reducida de ensuciamiento del equipo. Además, el reactor de lecho en ebullición mejorado puede producir sedimento a una tasa más alta y/o una concentración más alta en comparación con el reactor de lecho en ebullición inicial, sin embargo, resulta en la misma o menor tasa de ensuciamiento del equipo, siendo estas las ventajas técnicas que se mejoran sobre la técnica anterior.

2. DE LA SOLICITUD DE PATENTE

Título (Art. 27 literal d) Decisión 486)

Debido a la materia y objeto de la invención se solicita la modificación del título de la siguiente manera: "MÉTODO PARA MEJORAR UN REACTOR DE LECHO EN EBULLICIÓN PARA PRODUCIR SEDIMENTOS MENOS INCRUSTANTES".

Reivindicaciones (Art. 30 Decisión 486)

Con el objeto de dar por superadas las objeciones con respecto a las reivindicaciones, se presenta un nuevo capítulo reivindicatorio (reivindicaciones 1-19), las cuales se encuentran completamente sustentadas en el contenido de la solicitud originalmente presentada cumpliendo así con lo establecido con el artículo 34 de la Decisión 486.

Se han realizado las siguientes modificaciones a las reivindicaciones para incluir las limitaciones encontradas en los dibujos y en la descripción y poder dar por superadas las objeciones realizadas y comunicadas en el mencionado Oficio:

- Con respecto a las objeciones de resultados a alcanzar y condiciones del método que realiza la Examinadora, así: *"La reivindicación 1 tiene por objeto un método, sin embargo, no se encuentra definida completamente ya que caracteriza en términos de resultados a alcanzar, efectos esperados o usos, como lo es "operar", "mejorar", "operar", sin reivindicar condiciones técnicas especiales o particulares."*;
"Las reivindicaciones se refieren a: "para producir menos sedimentos de ensuciamiento, lo que resulta en una menor tasa de ensuciamiento del equipo a una tasa de producción o concentración de sedimento en

comparación con la operación del reactor de lecho ebullente en las condiciones de procesamiento iniciales" (reiv. 1), "El ensuciamiento del equipo se produce a una tasa reducida en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo cuando se opera en condiciones de procesamiento iniciales, y en donde la tasa de ensuciamiento del equipo se reduce en un mayor grado que la reducción en la tasa de producción o concentración de sedimento (reiv. 2), "El ensuciamiento del equipo que se produce a una tasa reducida en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo cuando se opera en las condiciones de procesamiento iniciales." (reiv. 3), "El ensuciamiento del equipo que se produce a una tasa reducida en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo cuando se opera en las condiciones de procesamiento iniciales." (reiv. 4), "la tasa de producción de los productos de hidrocarburo convertido se incrementa, cuando se opera el reactor de lecho ebullente que emplea el sistema de catalizador dual, con: (i) Mayor temperatura de procesamiento y mayor conversión con un rendimiento igual o similar cuando se opera en las condiciones de procesamiento iniciales; (ii) Mayor Temperatura de procesamiento y mayor rendimiento a una conversión igual o similar cuando se opera en las condiciones de procesamiento iniciales; o (iii) Mayor temperatura de

procesamiento, mayor rendimiento y mayor conversión que cuando se opera en las condiciones iniciales." (reiv. 5), "El incremento del rendimiento en mínimo 2.5%, mínimo 5%, mínimo 10%, o mínimo 20% cuando se opera el reactor de lecho ebullente mejorado, en comparación con la operación en las condiciones de procesamiento iniciales; la conversión se incrementa en mínimo 2.5%, mínimo 5%, mínimo 7.5%, mínimo 10%, o mínimo 15% cuando se opera el reactor de lecho ebullente mejorado, en comparación con la operación en las condiciones de procesamiento iniciales;" (reiv. 6), "Después de la mejora del reactor de lecho ebullente con el uso del sistema catalizador dual, la tasa de producción o concentración de sedimento se mantiene o se incrementa en comparación con la tasa de producción o de sedimento inicial y la tasa de ensuciamiento del equipo disminuye en mínimo 5%, 25%, 50%, o 75% en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo; Después de la mejora del reactor de lecho ebullente con el uso del sistema de catalizador dual la tasa de producción de sedimento se incrementa en mínimo 2%, 10%, 20%, o 33% en comparación con la tasa de producción de procesamiento inicial y la tasa de ensuciamiento del equipo se mantiene o disminuye en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo; Después de la mejora del reactor de lecho

ebullente con el uso del sistema de catalizador dual, la tasa de producción de sedimento en la corriente de proceso se incrementa en mínimo 2%, 10%, 20%, o 33% en comparación con la concentración de sedimento inicial y la tasa inicial de ensuciamiento del equipo se mantiene o disminuye en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo; Después de la mejora del reactor de lecho ebullente con el uso del sistema de catalizador dual, la tasa de producción de sedimento se redujo en mínimo 2%, 10%, 30%, o 50% en comparación con la tasa de producción de sedimento inicial y la tasa de ensuciamiento del equipo se reduce en un porcentaje aún mayor en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo; o Después de la mejora del reactor de lecho ebullente con el uso del sistema catalizador dual, la concentración de sedimento en la corriente de proceso se reduce mínimo 2%, 10%, 30%, o 50% en comparación con la concentración de sedimento inicial y la tasa de ensuciamiento del equipo se reduce por un porcentaje aún mayor en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo" (reiv. 9), "reducir la tasa de producción de sedimento en mínimo 2%, 10%, 30%, o 50% en comparación con la tasa de producción de sedimento inicial y reducir la tasa de ensuciamiento del equipo en mínimo 5%, 25%, 50%, o 75% en

comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo; La operación del reactor de lecho ebuliente incluye reducir la concentración de sedimento en mínimo 2%, 10%, 30%, o 50% en comparación con la concentración de sedimento inicial y reducir la tasa de ensuciamiento del equipo en mínimo 5%, 25%, 50%, o 75% en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo". (reiv. 15); "reducir la tasa de ensuciamiento del equipo en 5%, 25%, 50%, o 75% en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo" (reiv. 17), los cuales corresponden a resultados a alcanzar, ventajas o efectos esperados y no definen el método, puesto que la reivindicación incluiría no sólo la solución propuesta por el solicitante, sino todas las alternativas presentes o futuras que lleguen a ese resultado.";

"En las reivindicaciones 2 a 4 y 19 las expresiones "producir productos de hidrocarburo convertido a una tasa igual.", "producir sedimentos..." no se reconocen como etapas técnicas que puedan caracterizar el método, puesto que no dan cuenta de las operaciones unitarias o insumos necesarios que impliquen la transformación de una materia (operaciones unitarias tales como calentamiento, trituración, mezclado, presurización, etc.) que tienen lugar ni tampoco de sus condiciones técnicas

particulares, tales como temperaturas, presión u otras que ayuden a definir correctamente el método.”,y

“Las reivindicaciones 15 y 17 no son claras, porque menciona los propósitos del método, sin incluir medios para tal fin, es decir, operaciones unitarias, condiciones técnicas y no se identifica como se puede operar el reactor para reducir en una determinada cantidad de sedimentos, ya que no se mencionan variaciones de variables de control de proceso, por ejemplo, temperatura, presión o cantidad de reactantes, etc.”, se indica que se han realizado las modificaciones que incluyen los pasos que definen completamente los métodos reivindicados con las etapas técnicas respectivas, por ejemplo, “Inicialmente, hidroprocesar en un reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) con un catalizador heterogéneo de lecho en ebullición (24, 124) aceite pesado en condiciones iniciales de hidroprocesamiento (...)” e “Hidroprocesar en el reactor de lecho en ebullición mejorado (10, 110, 210) con el sistema de catalizador dual aceite pesado a la misma o mayor severidad del reactor (...)”. Ambos pasos recitan el paso “hidroprocesar (...) aceite pesado”, definiendo así las condiciones en las cuales el aceite pesado es procesado en el reactor de lecho en ebullición. La descripción divulga las condiciones de hidroprocesamiento que se requieren para hidroprocesar

aceite pesado. Estos incluyen operar el reactor de lecho en ebullición a una temperatura dentro de un rango definido, con un catalizador específico, a una presión de hidrógeno, a una conversión de aceite pesado para formar productos convertidos y rendimiento o tasa a la que el aceite pesado pasa a través del reactor, para lo cual, dirigimos, por ejemplo, a la Examinadora a las páginas 21 a 32 de la descripción de la presente invención.

Por lo tanto, para que el método pueda incluso hidroprocesar aceite pesado, deben estar presentes las condiciones generalmente conocidas por los expertos en la técnica y descritas en las páginas 21 a 32 de la presente solicitud. Sin embargo, las condiciones numéricas específicas son menos importantes, excepto por comparación relativa. Por ejemplo, si el reactor de lecho en ebullición mejorado con una "temperatura más alta" no importa cuáles sean las temperaturas reales iniciales ni después de la mejora, siempre que ambas temperaturas estén (1) dentro del rango de temperatura requerido para el hidroprocesamiento de petróleo pesado como se conoce generalmente para los expertos en la técnica y mencionados en la descripción y (2) la temperatura del reactor de lecho en ebullición mejorado sea mayor que la temperatura inicial del reactor

de lecho en ebullición. Por lo tanto, la temperatura en cada paso está limitada por los requisitos especificados en las reivindicaciones explícita e implícitamente a la luz de la descripción. El mismo argumento se aplica a las otras condiciones del proceso que se mencionan en las reivindicaciones del reactor de lecho en ebullición cuando inicialmente se hidropcesa aceite pesado en un reactor de lecho en ebullición y después de mejorar el reactor de lecho en ebullición con el sistema de catalizador dual.

Adicional a lo anterior, se le indica a la Examinadora que contrario a lo mencionado, con respecto a que las reivindicaciones 2 a 6, 9, 15 y 17 incluían resultados a alcanzar y que por lo tanto, no definen el método puesto que las reivindicaciones incluirían no sólo la solución propuesta por el solicitante sino todas las alternativas presentes o futuras que lleguen a ese resultado, se resalta que las mencionadas reivindicaciones son dependientes de las reivindicaciones que incluyen las características técnicas esenciales que deben tenerse en cuenta en su conjunto cuando se afecta una reivindicación dependiente¹. Por lo tanto, la objeción de

¹ "Una reivindicación dependiente es aquella que hace referencia a una anterior y contiene todas las características de aquella". Manual para el examen de solicitudes de patentes de invención en las oficinas de propiedad industrial de los países de la Comunidad Andina, pp. 37.

resultados a alcanzar aplica solo cuando se está caracterizando una reivindicación por resultados a alcanzar, lo cual claramente no ocurre en el presente capítulo reivindicatorio.

Finalmente, se desea manifestar que todas las objeciones sobre resultados a alcanzar no aplican al nuevo capítulo reivindicatorio, ya que lo se caracterizan son unas etapas con sus condiciones técnicas junto ciertos parámetros², los cuales permiten diferenciar los métodos reivindicados, que como ya se indicó líneas arriba, producen sedimentos menos incrustantes, es decir, que el sedimento producido una vez se ha mejorado el reactor de lecho en ebullición, este tiene una tendencia al ensuciamiento reducida, ya que a pesar de obtener un incremento en la conversión no se presenta aumento en la concentración del sedimento.

- La Examinadora objeta ciertos términos como imprecisos o relativos, así:
“Los términos de las reivindicaciones: “mayor” (reiv. 2 a 5, 14, 18, 19), “mejorar” (reiv. 1, 14, 16, 18), son imprecisos o relativos, por lo que no

² “4.6.7 Definición por parámetros (...) Los parámetros son valores característicos de propiedades mensurables (...) En cualquier caso, el parámetro tiene que poder ser determinado y medido sin ambigüedad por métodos estándar conocidos en el campo en cuestión o descritos claramente en la descripción (...)”. Manual para el examen de solicitudes de patentes de invención en las oficinas de propiedad industrial de los países de la Comunidad Andina, pp. 41.

limitan adecuadamente la invención y no permiten reproducirla de forma inequívoca. Se sugiere sustituirlos por un término preciso o un rango concreto.", por lo cual se aclara que el término "mayor", indica que de acuerdo a las condiciones iniciales de hidroprocesamiento que se desarrollan de acuerdo al paso No. 1 de cada reivindicación independiente se identifican parámetros que cambian una vez el reactor de lecho en ebullición es mejorado, por lo cual los nuevos valores de los parámetros también se mejoran una vez se desarrollan los siguientes pasos de los métodos reivindicados, es así que contrario a lo que indica la Examinadora, este término no es impreciso ni relativo, tal como se evidencia, por ejemplo, en la reivindicación 2 donde se menciona el término mayor, así, *"(...) donde la tasa de ensuciamiento del equipo se reduce en un **grado mayor** que la reducción en la tasa de producción de sedimentos y/o concentración de sedimentos."*, en donde este si tiene valor definido, cuando se observa los valores de los parámetros, en donde la producción de sedimentos en los fondos de la torre al vacío fue de 5% menos con respecto a la línea base, y por su parte las tasas de reducción de ensuciamiento fueron del 99%, 71.1%, 66.9% y 97.3%, es así, que queda claramente definido el término objetado por la Examinadora, ya que se observa que las tasas de ensuciamiento

muestran porcentajes mayores que la tasa de producción de sedimentos. Fundamentado, en el análisis anterior, se solicita a la Examinadora tener en cuenta esta argumentación para aceptar este término en las demás reivindicaciones 2 a 5, 14, 18, 19 objetadas de la misma manera.

- Ahora bien, con respecto al término “mejorar”, nuevamente se invita a la Examinadora a tener presente lo divulgado en la descripción con respecto a este, por ejemplo, específicamente en las figuras 3a a 3c, se ilustran métodos ejemplares para mejorar uno o varios reactores de lecho en ebullición para producir sedimentos menos incrustantes, en los cuales se define en que consiste el mencionado término, y, por lo tanto, se demuestra que cumple con el requisito de claridad del artículo 30 de la Decisión 486.
- También se objeta la reivindicación 5 por no ser clara ya que “(...) *las temperaturas no se expresan en rangos y tampoco se relacionan con algunas de las etapas del método. Adicionalmente, la conversión no se considera una condición técnica puesto que es resultado de la proporción de reactivos, catalizadores empleados, etc.*”, ante lo cual se

indica que se han realizado las modificaciones que dan por superada la objeción con respecto a las temperaturas, ya que se incluye el paso de hidroprocesar en el reactor de lecho en ebullición mejorado aceite pesado, las cuales como se ha mencionado se encuentran claramente, definidas, en la descripción, por ejemplo, en la página 42.

Por otro lado, se indica que la conversión es una condición técnica tal como menciona la Examinadora y se le invita a revisar la descripción en la página 30, y, por lo tanto, no se entiende porque no es aceptada. Tanto, es así que es una condición técnica del proceso, que se mantiene durante el hidroprocesamiento inicial y luego, durante el hidroprocesamiento en el reactor de lecho en ebullición mejorado, para así evaluar la mejora en el proceso frente a esta variable. Por lo tanto, no se realiza ninguna modificación con respecto a esta objeción ya que como se demostró es una característica técnica.

- Con respecto a la falta de concisión que indica la Examinadora: *“Las reivindicaciones 1, 14, 16 y 18 no son concisas porque están reclamando esencialmente la misma materia ya que contienen las mismas características técnicas esenciales. Puesto que se diferencian en la*

operación del sistema de catalizador dual con mayor o igual de ensuciamiento, pero no se mencionan valores concretos de condiciones iniciales, por lo cual, no se reconoce técnicamente como una diferencia, ya que el alcance es el mismo.”, se permite indicar que la Oficina nuevamente no se encuentra de acuerdo con esta, dado que hay cuatro (4) reivindicaciones independientes, las cuales están definidas de tal manera que cada una presenta características esenciales y parámetros diferentes, siendo alternativas de la misma invención que el solicitante desea que sean protegidas, lo cual es permitido y aceptado en la práctica Andina sobre Patentes, ya que es posible encontrar más de una reivindicación independiente de una misma categoría³, sin que esto sea falta de concisión, ya que cada una tiene un alcance diferente.

De acuerdo a lo anterior, amablemente se solicita que la objeción a este respecto sea dada por superada.

- Finalmente, con respecto a la reivindicación 11, en la cual se indica que, *“la expresión: “[...] partículas menores que 1 μ m en tamaño, o menores*

³ “4.5.1. Reivindicaciones Independiente (...) Una reivindicación independiente define las características esenciales de la invención y es autosuficiente. Es posible encontrar más de una reivindicación independiente en una categoría o en distintas categorías”. Manual para el examen de solicitudes de patentes de invención en las oficinas de propiedad industrial de los países de la Comunidad Andina, pp. 37.

que 500 nm en tamaño, o menores que 250 nm en tamaño, o menores que 100 nm en tamaño, o menores que 50 nm en tamaño, o menores que 25 nm en tamaño, o menores que 10 nm en tamaño no es limitativa, porque hace opcional la característica y no limita el alcance de la reivindicación. Se sugiere incluir las características opcionales o preferentes en una reivindicación dependiente, o definir un rango concreto.”, se resalta que de ninguna manera esta característica es opcional⁴, ya que cuando se indica que es opcional, hace referencia a que pueda o no estar la característica en estudio, sin embargo, toda partícula debe tener un tamaño,. Esta Oficina destaca que, además, de indicar que esta característica no es opcional tal como lo esgrime la Examinadora, esta debe encontrarse en el rango de tamaño que se indica, que es de menores de $1 \mu\text{m}$, lo cual hace que sea posible comparar esta característica con el Estado de la Técnica y, por lo tanto, se enfatiza que la reivindicación sí está completamente definida.

⁴ Según la definición del Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, **Opcional**: 1. adj. Optativo, no obligatorio. Recuperado el 04 de mayo de 2020 en <https://dle.rae.es/opcional>

3. DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

La Examinadora considera que los siguientes documentos son relevantes para afectar la patentabilidad de la presente solicitud:

Ítem	Documento	Título	Fecha de Publicación
D1	US2005//241991	"Ebullated bed hydroprocessing methods and systems and methods of upgrading an existing ebullated bed system"	03 de noviembre de 2005
D2	US2014027344	" Methods and systems for upgrading heavy oil using catalytic hydrocracking and thermal coking	11 de noviembre de 2008

Después de un análisis de cada una de las características de la presente invención y las propuestas por los documentos D1 y D2 la Examinadora concluye que los documentos D1 y D2 afectan la novedad de las reivindicaciones 1 a 19.

4. EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA NOVEDAD

En respuesta al estudio de patentabilidad de la presente solicitud se indica a la Examinadora que se presenta un nuevo capítulo reivindicatorio, el cual supera la afectación por novedad tal como se presenta en los siguientes párrafos.

En relación con lo anterior, me permito llamar la atención sobre el capítulo modificado, en el cual las reivindicaciones independientes modificadas 1, 14, 16 y 18 incluyen características que las restringen y las alejan del estado de la técnica (subrayadas), las cuales se leen de la siguiente manera:

"1. Un método para mejorar un sistema de hidroprocesamiento de lecho en ebullición que incluye uno o más reactores de lecho en ebullición (10, 110, 210) para producir productos de hidrocarburos convertidos y sedimentos menos incrustantes, caracterizado porque:

Inicialmente, hidroprocesar en un reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) con un catalizador heterogéneo de lecho en ebullición (24, 124) aceite pesado en condiciones iniciales de hidroprocesamiento para producir una corriente de proceso inicial que contiene productos de hidrocarburos convertidos y sedimentos, en donde las condiciones iniciales de hidroprocesamiento incluyen una severidad inicial del reactor

caracterizada por una temperatura inicial, una conversión, un rendimiento, una tasa de inicial de producción de productos de hidrocarburos convertidos, una tasa de producción de sedimentos inicial y/o una concentración inicial de sedimento en la corriente de proceso inicial, y una tasa inicial de ensuciamiento del equipo;

Posteriormente, adicionar un catalizador de sulfuro de metal disperso al reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) para formar un reactor de lecho en ebullición mejorado que tiene un sistema de catalizador dual que comprende un catalizador de sulfuro de metal disperso y un catalizador heterogéneo de lecho en ebullición (24, 124); y

Hidroprocesar en el reactor de lecho en ebullición mejorado (10, 110, 210) con el sistema de catalizador dual aceite pesado a la misma o mayor severidad del reactor, caracterizado por mantener o aumentar uno o más de, la temperatura, la conversión, o el rendimiento del reactor en comparación con la temperatura inicial, la conversión, y el rendimiento y producción de productos de hidrocarburos convertidos a una tasa igual o mayor que la tasa de producción inicial de productos convertidos que cuando inicialmente se procesan los hidrocarburos pesados, para

producir una corriente de proceso modificada que contiene productos de hidrocarburos convertidos y sedimentos que son menos incrustantes que el sedimento en la corriente de proceso inicial, lo que resulta en una tasa más baja de ensuciamiento del equipo a una tasa de producción de sedimento y/o concentración de sedimento en la corriente de proceso modificada en comparación con el hidroprocesamiento inicial de petróleo pesado en el reactor de lecho en ebullición a las condiciones iniciales de hidroprocesamiento.”

Por su parte, la modificación de la reivindicación 14 se lee de la siguiente manera:

“14. Un método para mejorar un sistema de hidroprocesamiento de lecho en ebullición que incluye uno o más reactores de lecho en ebullición (10, 110, 210) para producir productos de hidrocarburos convertidos y sedimentos que son menos incrustantes, caracterizado porque:

Inicialmente hidroprocesar en un reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) con un catalizador heterogéneo de lecho

en ebullición (24, 124) aceite pesado en condiciones iniciales de hidroprocesamiento para producir una corriente de proceso inicial que contiene productos de hidrocarburos convertidos y sedimento, las condiciones iniciales de hidroprocesamiento incluyen un severidad inicial del reactor caracterizada por la temperatura inicial, conversión, rendimiento, tasa de producción inicial de productos de hidrocarburos convertidos, tasa de producción de sedimento inicial y/o concentración de sedimento inicial en la corriente de proceso inicial, y tasa inicial de ensuciamiento del equipo;

Posteriormente, adicionar un catalizador de sulfuro de metal disperso al reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) para formar un reactor de lecho en ebullición mejorado que tiene un sistema de catalizador dual que comprende un catalizador de sulfuro de metal disperso y un catalizador heterogéneo de lecho en ebullición (24, 124); y

Hidroprocesar en un reactor de lecho en ebullición mejorado (10, 110, 210) con el sistema de catalizador dual aceite pesado para producir una corriente de proceso modificada a una tasa de producción de sedimento reducida y/o concentración de

sedimento y una tasa reducida de ensuciamiento del equipo con un grado de reducción en el ensuciamiento del equipo que es mayor que la reducción en la tasa de producción de sedimento y/o concentración de sedimento que cuando se hidroprocesa inicialmente aceite pesado en las condiciones iniciales de hidroprocesamiento.”

Asimismo, la modificación de la reivindicación 16 se lee de la siguiente manera:

“16. Un método para mejorar un sistema de hidroprocesamiento de lecho en ebullición que incluye uno o más reactores de lecho en ebullición (10, 110, 210) para producir productos de hidrocarburos convertidos y sedimentos menos incrustantes, caracterizado porque:

Inicialmente hidroprocesar en un reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) con un catalizador heterogéneo de lecho en ebullición (24, 124) aceite pesado en condiciones iniciales de hidroprocesamiento para producir una corriente de proceso inicial que contiene productos de hidrocarburos convertidos y sedimento, en donde las condiciones iniciales de hidroprocesamiento incluyen un severidad inicial del reactor

caracterizada por la temperatura inicial, conversión, rendimiento, tasa de producción inicial de productos de hidrocarburos convertidos, tasa de producción de sedimento inicial y/o concentración de sedimento inicial en la corriente de proceso inicial, y tasa inicial de ensuciamiento del equipo:

Posteriormente, adicionar un catalizador de sulfuro de metal disperso al reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) para formar un reactor de lecho en ebullición mejorado que tiene un sistema de catalizador dual que comprende un catalizador de sulfuro de metal disperso y un catalizador heterogéneo de lecho en ebullición (24, 124); y

Hidroprocesar en el reactor de lecho en ebullición mejorado (10, 110, 210) con el sistema de catalizador dual aceite pesado para producir una corriente de proceso modificada con la misma o similar tasa de producción de sedimento y/o concentración de sedimento en la corriente de proceso modificada y una tasa reducida de ensuciamiento del equipo”.

Finalmente, la modificación de la reivindicación 18 se lee de la siguiente manera:

“18. Un método para mejorar un sistema de hidroprocesamiento de lecho en ebullición que incluye uno o más reactores de lecho en ebullición (10, 110, 210) para producir productos de hidrocarburos convertidos y sedimentos menos incrustantes, caracterizado porque:

Inicialmente hidroprocesar en un reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) con un catalizador heterogéneo de lecho en ebullición (24, 124) aceite pesado en condiciones iniciales de hidroprocesamiento para producir una corriente de proceso inicial que contiene productos de hidrocarburos convertidos y sedimento, las condiciones iniciales de hidroprocesamiento incluyen una severidad inicial del reactor caracterizada por la temperatura inicial, conversión, rendimiento, tasa de producción inicial de productos de hidrocarburos convertidos, tasa de producción de sedimento inicial y/o concentración de sedimento inicial en la corriente de proceso inicial, y tasa inicial de ensuciamiento del equipo;

Posteriormente, adicionar un catalizador de sulfuro de metal disperso al reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) para formar un reactor de lecho en ebullición mejorado que tiene un sistema de catalizador dual que comprende un catalizador de sulfuro de metal disperso y un catalizador heterogéneo de lecho en ebullición (24, 124); y

Hidroprocesar en el reactor de lecho en ebullición mejorado (10, 110, 210) con el sistema de catalizador dual aceite pesado para producir una corriente de proceso modificada a una tasa de producción de sedimento y/o concentración de sedimento más alta en la corriente de proceso modificada y la misma o menor tasa de ensuciamiento del equipo.”

La Examinadora afirma que las reivindicaciones carecen de novedad frente a los documentos D1 y D2. Sin embargo, al revisar en detalle las enseñanzas indicadas en el mencionado Oficio N° 1109 del 23 de enero de 2020, se observa que se compara de forma general las características de la invención frente a D1 y D2, y no se indica claramente como esa divulgación afecta la característica comparada. Por el ejemplo, para el paso de operar un reactor de lecho ebuliente (10, 110, 210) empleando un catalizador de lecho ebuliente heterogéneo (24,

124) para hidroprocesar una corriente de proceso de petróleo pesado en condiciones de procesamiento inicial, que incluye una tasa de producción o una concentración de sedimento inicial de sedimentos en la corriente de proceso de petróleo pesado y una tasa inicial de ensuciamiento del equipo -subrayado fuera de texto-. Se indica que está afectado por la divulgación de los párrafos 0010 y 0011 así: *“Una de las principales causas del ensuciamiento del catalizador y del equipo es la formación no deseada de coque y sedimento, que a menudo se produce cuando los asfaltenos se calientan a las altas temperaturas requeridas para efectuar el craqueo catalítico y térmico. Los catalizadores soportados utilizados en procesos comerciales de hidrocraqueo como los procesos de lecho fijo y lecho ebulado utilizan catalizadores sólidos soportados que incluyen grupos de sitios catalíticos ubicados dentro de poros o canales en el material de soporte. La mayoría de las materias primas de petróleo pesado contienen una porción significativa de moléculas de asfaltenos, que son demasiado grandes para entrar en los poros del soporte del catalizador o quedar atrapadas dentro de los poros. Las moléculas de asfaltenos que quedan atrapadas en los poros desactivan los sitios catalizadores en los poros bloqueados. De esta manera, las moléculas de asfaltenos más pequeñas pueden bloquear progresivamente todos los sitios catalizadores, desactivando completamente el catalizador. (0010)*

Además, las moléculas de asfaltenos más grandes forman radicales libres, al igual que otras moléculas de hidrocarburos en la materia prima, pero, a diferencia de las moléculas más pequeñas en la materia prima, son demasiado grandes para entrar en los poros del catalizador. Debido a esto, generalmente no pueden reaccionar con los radicales de hidrógeno ubicados en los sitios del catalizador. Como resultado, los radicales libres de asfaltenos más grandes son libres de reaccionar con asfaltenos y otros radicales libres en la materia prima, formando así moléculas más grandes que continúan aumentando de tamaño que pueden dañar tanto el catalizador como el equipo de hidroprocesamiento a través de la formación de precursores de coque y sedimentos. La tendencia de los asfaltenos a formar coque y sedimento aumenta a medida que aumenta el nivel de conversión del residuo debido a las condiciones más extenuantes requeridas para aumentar la conversión. Las reacciones indeseables y las incrustaciones que involucran asfaltenos aumentan considerablemente los costos de catalizador y mantenimiento de los procesos de hidrocraqueo de lecho ebullado y lecho fijo. También hacen que los procesos comerciales existentes sean inadecuados para el hidroprocesado de fondos de torres de vacío y otras materias primas de muy baja calidad ricas en asfaltenos. (Párr. 0011)", como se observa estos párrafos no tienen en

cuenta las condiciones iniciales de procesamiento ni mucho menos las condiciones finales, por lo tanto, no es correcta la afectación de novedad realizada.

Al evaluar la novedad, la Examinadora cita la enseñanza en D1 de que el método reduce la formación de coque en al menos un 25%, lo que cabría esperar que reduciría la tasa de ensuciamiento del equipo. Sin embargo, la presente invención no necesariamente reduce la producción de coque en un 25%, o en cualquier cantidad. De hecho, la tasa de producción de sedimentos y/o la concentración de sedimentos en realidad puede aumentar cuando se realiza el método reivindicado. En lugar de reducir la formación de coque per se como en D1, la presente invención mejora el proceso global al producir productos convertidos que contienen sedimentos que son menos incrustantes (es decir, que causan menos ensuciamiento en el equipo a cualquier tasa y/o concentración de producción dada). En otras palabras, el sedimento producido en el reactor de lecho en ebullición mejorado es de mayor calidad que antes de la mejora.

D1 no enseña ni sugiere cómo mejorar un sistema de hidroprocesamiento de lecho en ebullición para producir sedimentos menos

incrustantes. La calidad (tendencia de una cantidad dada de sedimento a causar ensuciamiento del equipo) no se menciona ni se sugiere en ninguna parte de D1. Por lo tanto, las reivindicaciones modificadas son novedosas e inventivas con respecto a D1.

Ahora bien, por su parte la comparación de la invención frente al documento D2 también presenta unos errores, ya que citan la divulgación del párrafo 0018 para afectar las características iniciales, sin embargo, este párrafo no menciona nada frente a la tasa de producción o una concentración de sedimento inicial de sedimentos en la corriente de proceso de petróleo pesado y una tasa inicial de ensuciamiento del equipo -subrayado fuera de texto-, ya que la Examinadora solo toma el objeto del método "(...) método para hidroprocesar una materia prima de petróleo pesado para reducir la formación de coque y aumentar la producción de productos de hidrocarburos líquidos mejorados", sin tener en cuenta que en la presente invención los sedimentos tienen además de coque, productos inorgánicos y asfaltenos insolubles, por lo tanto, se está asumiendo que el coque es igual al sedimento lo cual no es correcto. Tampoco, se tiene en cuenta que esta reivindicación especifica claramente, cómo (la tasa de producción o una concentración de sedimento, tasa de ensuciamiento), donde y cuando (en la corriente de proceso a las

condiciones iniciales y una vez se ha realizado la mejora del reactor en ebullición), se mide la producción de sedimento, lo cual claramente D2 no divulga.

Es así como, el documento D2 es igual de deficiente que el documento D1 al no enseñar o sugerir nada sobre cómo mejorar un sistema de hidroprocesamiento de lecho en ebullición para producir sedimentos menos incrustantes. La calidad (tendencia de una cantidad dada de sedimento a causar ensuciamiento del equipo) no se menciona ni se sugiere en ninguna parte de D2. Por lo tanto, las reivindicaciones modificadas son novedosas e inventivas con respecto a las enseñanzas de D2.

Los documentos D1 y D2 no revelan un método mediante el cual la severidad del reactor y la tasa de producción de productos convertidos se controlan cuidadosamente para producir sedimentos que son menos incrustantes. Lo más cercano que D1 y D2 divulgan es que cuando se produce menos sedimento habrá menos sedimentos ensuciantes o incrustantes, lo que significa que hay una correlación 1 a 1 entre la tasa y/o concentración de producción de sedimentos, por un lado, y el ensuciamiento del equipo, por el otro. D1 y D2 no enseñan un método en el que se seleccionan las condiciones

del proceso para desacoplar la producción de sedimentos y el ensuciamiento del equipo al producir sedimento que es menos incrustante (por ejemplo, en el que hay menos ensuciamiento del equipo a cualquier tasa y/o concentración de producción de sedimento dada), por lo tanto, las reivindicaciones son inventivas frente a D1 y D2.

Los ejemplos en la descripción demuestran lo que se entiende por mejorar un lecho en ebullición para producir sedimentos que son menos ensuciantes o incrustantes.

El ejemplo comparativo 1 es un reactor de lecho en ebullición a condiciones iniciales de hidroprocesamiento con un catalizador heterogéneo, pero sin un catalizador disperso (lo que significa que no había un sistema de catalizador dual). Las condiciones iniciales de hidroprocesamiento incluyen la temperatura de referencia, la conversión y la producción de sedimentos. Las tasas de contaminación del intercambiador de calor se midieron como la tasa de aumento de presión diferencial por día (+90, +45, +124, +37, +196). Como es bien conocido en la industria, el aumento de la diferencia de presión a través de los intercambiadores de calor es un ejemplo de ensuciamiento del equipo porque reduce la eficiencia debido a la acumulación de depósitos (incrustaciones) que restringen el flujo y reducen la eficiencia del intercambiador

de calor, lo que requiere una parada periódica para eliminar los depósitos (incrustaciones) y restaurar el funcionamiento adecuado del equipo.

Si hay una acumulación más lenta de depósitos (ensuciamiento del equipo), se requieren paradas menos frecuentes, lo que mejora la eficiencia general del sistema. Cuando hay una reducción en los depósitos (incrustaciones) que es mayor que la reducción, si la hay, de la producción y/o concentración de sedimentos, esto significa que el sedimento que se produce es "menos incrustante".

El ejemplo 2 es un reactor de lecho en ebullición mejorado con el sistema de catalizador dual (es decir, el catalizador heterogéneo del ejemplo comparativo 1, más un catalizador disperso), y produjo menos sedimento de incrustación. Las condiciones de hidroprocesamiento son una mayor severidad del reactor medida dada por, (i) la temperatura del reactor que es 9 °C más alta que la temperatura de línea base y (ii) la conversión que es 9.4% más alta que la conversión de línea base, lo que sin embargo resultó en una producción de sedimento 5% menor que la línea base de producción de sedimentos, y una reducción aún mayor en las tasas de ensuciamiento del intercambiador de calor

a través de los diferentes intercambiadores de calor, medido por la tasa de aumento de presión diferencial por día.

Sorprendente e inesperadamente, la reducción en el ensuciamiento del intercambiador de calor, medida como las tasas de aumento de presión diferencial por día, fue sustancialmente mayor que la reducción en la producción de sedimentos. Mientras que la producción de sedimentos se redujo en un 5% en comparación con el ejemplo 1, las tasas de aumento de la presión diferencial se redujeron en un 99.9%, 71.1%, 66.9%, 97.3% y 93.4%, respectivamente. En otras palabras, la tasa de contaminación del equipo se redujo en una cantidad sustancialmente mayor que la reducción en la producción de sedimentos. Esto significa objetivamente que el sedimento producido en el ejemplo 2 era menos incrustante que el sedimento producido en el Ejemplo 1.

De acuerdo a lo anterior, las características técnicas esenciales incluidas en las modificaciones presentadas en las reivindicaciones independientes 1, 14, 16 y 18, no se encuentran divulgadas en el estado de la técnica citado por la Examinadora y estas tampoco podrían haber sido obvias a partir de la divulgación, sugerencia o motivación a partir del mismo, por lo tanto, estas reivindicaciones son nuevas y presentan nivel inventivo.

Finalmente, teniendo en cuenta que las reivindicaciones 2 a 13, 15, 17 y 19 son dependientes de las nuevas reivindicaciones 1, 14, 16 y 18 respectivamente, entonces, éstas también son nuevas y tienen nivel inventivo frente a los documentos D1 y D2.

En consecuencia, se solicita respetuosamente la concesión de patente para la materia del capítulo reivindicatorio modificado presentado con esta respuesta en vista que como se ha demostrado cumplen con los requisitos de patentabilidad señalados en el artículo 14 de la Decisión 486.

5. PETICIÓN

1. Puesto que se ha dado respuesta a todas las objeciones formuladas por la Dirección de Nuevas Creaciones, solicito proceder al otorgamiento de la solicitud de patente.

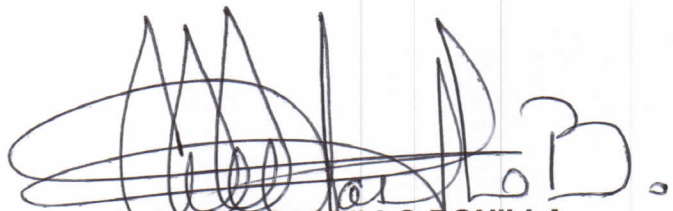
6. ANEXOS

1. Capítulo reivindicatorio modificado conformado por 19 reivindicaciones.

En esta misma fecha he realizado el pago por concepto de la tasa correspondiente a la modificación del capítulo reivindicatorio y al excedente de nueve (9) reivindicaciones.

En los términos anteriores doy respuesta al Oficio No.1109, recaído en este asunto.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a large 'B' at the end, positioned above the printed name.

JERONIMO CASTILLO BONILLA
C.C. 79/562.057
T.P.104167 C. S. Judicatura

CAPITULO REIVINDICATORIO MODIFICADO

1. Un método para mejorar un sistema de hidroprocesamiento de lecho en ebullición que incluye uno o más reactores de lecho en ebullición (10, 110, 210) para producir productos de hidrocarburos convertidos y sedimentos menos incrustantes, caracterizado porque:

Inicialmente, hidroprocesar en un reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) con un catalizador heterogéneo de lecho en ebullición (24, 124) aceite pesado en condiciones iniciales de hidroprocesamiento para producir una corriente de proceso inicial que contiene productos de hidrocarburos convertidos y sedimentos, en donde las condiciones iniciales de hidroprocesamiento incluyen una severidad inicial del reactor caracterizada por una temperatura inicial, una conversión, un rendimiento, una tasa de inicial de producción de productos de hidrocarburos convertidos, una tasa de producción de sedimentos inicial y/o una concentración inicial de sedimento en la corriente de proceso inicial, y una tasa inicial de ensuciamiento del equipo;

Posteriormente, adicionar un catalizador de sulfuro de metal disperso al reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) para formar un reactor de lecho en ebullición mejorado que tiene un sistema de catalizador dual que comprende un catalizador de sulfuro de metal disperso y un catalizador heterogéneo de lecho en ebullición (24, 124); y

Hidroprocesar en el reactor de lecho en ebullición mejorado (10, 110, 210) con el sistema de catalizador dual aceite pesado a la misma o mayor severidad del reactor, caracterizado por mantener o aumentar uno o más de, la temperatura, la conversión, o el rendimiento del reactor en comparación con la temperatura inicial, la conversión, y el rendimiento y producción de productos de hidrocarburos convertidos a una tasa igual o mayor que la tasa de producción inicial de productos convertidos que cuando inicialmente se procesan los hidrocarburos pesados, para producir una corriente de proceso modificada que contiene productos de hidrocarburos convertidos y sedimentos que son menos incrustantes que el sedimento en la corriente de proceso inicial, lo que resulta en una tasa más baja de ensuciamiento del equipo a una tasa de producción de sedimento y/o concentración de

sedimento en la corriente de proceso modificada en comparación con el hidroprocesamiento inicial de petróleo pesado en el reactor de lecho en ebullición a las condiciones iniciales de hidroprocesamiento.

2. El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el hidroprocesamiento de aceite pesado en el reactor de lecho en ebullición mejorado con el sistema de catalizador dual para producir productos de hidrocarburos convertidos y sedimentos menos incrustantes comprende:

Hidroprocesar en el reactor de lecho en ebullición mejorado aceite pesado a la misma o similar severidad de reactor y producir productos de hidrocarburos convertidos a una tasa igual o similar a la tasa de producción inicial de productos de hidrocarburos convertidos cuando inicialmente se procesa aceites pesados en las condiciones iniciales de hidroprocesamiento;

El reactor de lecho en ebullición mejorado produce sedimento a una tasa y/o concentración reducida en comparación con la tasa de producción de sedimento inicial y/o la concentración inicial de sedimento cuando inicialmente se procesa el aceite pesado en las condiciones iniciales de hidroprocesamiento; y

El ensuciamiento del equipo del sistema de hidroprocesamiento se presenta a una tasa reducida en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo cuando inicialmente se procesa el aceite pesado en las condiciones iniciales de hidroprocesamiento, y en donde la tasa de ensuciamiento del equipo se reduce en un grado mayor que la reducción en la tasa de producción de sedimentos y/o concentración de sedimentos.

3. El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el hidroprocesamiento de aceite pesado en el reactor de lecho en ebullición mejorado con el sistema de catalizador dual para producir productos de hidrocarburos convertidos y sedimentos menos incrustantes comprende:

Hidroprocesar en el reactor de lecho en ebullición mejorado aceite pesado a una mayor severidad del reactor y producir productos de hidrocarburos convertidos a una tasa mayor que la tasa de producción inicial de productos de hidrocarburos convertidos cuando inicialmente se procesa aceites pesados en las condiciones iniciales de hidroprocesamiento;

El reactor de lecho en ebullición mejorado produce sedimento a una tasa y/o concentración igual o similar que la tasa de producción de sedimento y/o concentración inicial de sedimento cuando inicialmente se procesa el petróleo pesado en las condiciones iniciales de hidroprocesamiento; y

El ensuciamiento del equipo del sistema de hidroprocesamiento se presenta a una tasa reducida en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo cuando se hidroprocesa inicialmente el aceite pesado en las condiciones iniciales de hidroprocesamiento.

4. El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el hidroprocesamiento de aceite pesado en el reactor de lecho en ebullición mejorado con el sistema de catalizador dual para producir productos de hidrocarburos convertidos y sedimentos menos incrustantes comprende:

Hidroprocesar en el reactor de lecho en ebullición mejorado aceite pesado con una mayor severidad del reactor y producir productos de hidrocarburos convertidos a una tasa mayor que la tasa de producción inicial de productos de hidrocarburos convertidos cuando inicialmente se procesa aceites pesados en las condiciones iniciales de hidroprocesamiento;

El reactor de lecho en ebullición mejorado produce sedimento a una tasa y/o concentración más alta que la tasa de producción de sedimento y/o concentración inicial de sedimento cuando se hidroprocesa inicialmente el aceite pesado en las condiciones iniciales de hidroprocesamiento; y

El ensuciamiento del equipo del sistema de hidroprocesamiento se presenta a una tasa que no es más alta que la tasa inicial de ensuciamiento del equipo cuando se hidroprocesa inicialmente petróleo pesado en las condiciones iniciales de hidroprocesamiento.

5. El método de conformidad con las reivindicaciones 3 o 4, caracterizado porque la severidad del reactor y la tasa de producción de los productos de hidrocarburos convertidos se incrementan, cuando se procesa el aceite pesado en el reactor de lecho en ebullición mejorado con el sistema de catalizador dual, al:

(i) Hidroprocesar en el reactor de lecho en ebullición mejorado aceite pesado a una temperatura de procesamiento más alta y una conversión más alta con el

mismo rendimiento o similar que cuando inicialmente se hidrogena aceite pesado en las condiciones iniciales de hidrogenación;

(ii) Hidrogenar en el reactor de lecho en ebullición mejorado aceite pesado a una temperatura de procesamiento más alta y un rendimiento más alto a la misma o similar conversión como cuando se hidrogena inicialmente aceite pesado en las condiciones iniciales de hidrogenación; o

(iii) Hidrogenar en el reactor de lecho en ebullición mejorado aceite pesado a mayor temperatura de procesamiento, mayor rendimiento y mayor conversión que cuando se hidrogena inicialmente aceite pesado en las condiciones iniciales de hidrogenación.

6. El método de conformidad con la reivindicación 5, caracterizado porque:

El rendimiento se incrementa en un mínimo 2.5%, en un mínimo 5%, en un mínimo 10% o en un mínimo 20% cuando se hidrogena aceite pesado en el reactor de lecho en ebullición mejorado que cuando inicialmente se hidrogena el aceite pesado en las condiciones iniciales de hidrogenación;

La conversión se incrementa en un mínimo 2,5%, en un mínimo 5%, en un mínimo 7,5%, en un mínimo 10% o en un mínimo 15% cuando se hidrogena el aceite pesado en el reactor de lecho en ebullición mejorado que cuando inicialmente se hidrogena el aceite pesado en las condiciones iniciales de hidrogenación; o

La temperatura de procesamiento se incrementa en mínimo 2,5 °C, en mínimo 5 °C, en mínimo 7,5 °C o en mínimo 10 °C cuando se hidrogena el aceite pesado en el reactor de lecho en ebullición mejorado que cuando inicialmente se hidrogena el aceite pesado en las condiciones iniciales de hidrogenación.

7. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la tasa de ensuciamiento del equipo del sistema de hidrogenación se determina, cuando inicialmente se hidrogena aceite pesado en las condiciones iniciales de procesamiento y cuando se hidrogena aceite pesado en el reactor de lecho en ebullición mejorado con el sistema catalítico dual, por la:

(i) Frecuencia de limpiezas requeridas del intercambiador de calor;

(ii) Frecuencia de alternancia entre intercambiadores de calor de repuesto;

- (iii) Frecuencia de los cambios de filtro;
- (iv) Frecuencia de limpieza o cambios de filtro;
- (v) Tasa de disminución en las temperaturas exteriores del equipo, que incluye en el equipo seleccionado entre intercambiadores de calor, separadores o torres de destilación;
- (vi) Tasa de incremento en las temperaturas del metal del tubo del horno;
- (vii) Tasa de incremento en los factores de resistencia a la incrustación calculados para intercambiadores de calor y hornos;
- (viii) Tasa de incremento de la presión diferencial de los intercambiadores de calor;
- (ix) Frecuencia de limpieza de residuos de las torres de destilación atmosférica y/o de vacío; o
- (x) Frecuencia de rondas de mantenimiento.

8. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la producción de sedimentos se determina, cuando inicialmente se hidroprocesa aceite pesado en las condiciones iniciales de procesamiento y cuando se hidroprocesa aceite pesado en el reactor de lecho en ebullición mejorado con el sistema de catalizador dual, mediante una:

- (i) Tasa de producción de sedimento absoluta; o
- (ii) Concentración de sedimento en una corriente de proceso de aceite pesado, como la concentración de sedimento medida en una corriente de proceso de aceite pesado seleccionada de residuos atmosféricos, fondos de torre de destilación atmosférica, residuos de vacío, fondos de torre de destilación al vacío, alimentación de la torre atmosférica, producto del separador de baja presión caliente, producto de aceite combustible o fondos de la torre de vacío después de la adición de una o más acciones de corte.

9. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque:

Después de la mejora del reactor de lecho en ebullición con el sistema de catalizador dual, la tasa de producción y/o concentración de sedimento se mantiene o incrementa en comparación con la tasa de producción y/o la concentración inicial

de sedimento y la tasa de ensuciamiento del equipo disminuye en mínimo 5 %, 25%, 50% o 75% en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo;

Después la mejora del reactor de lecho en ebullición con el sistema de catalizador dual, la tasa de producción de sedimento se incrementa en mínimo 2%, 10%, 20% o 33% en comparación con la tasa de producción de sedimento inicial y la tasa de suciedad del equipo se mantiene o disminuye en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo;

Después la mejora del reactor de lecho en ebullición con el sistema de catalizador dual, la concentración de sedimento en la corriente del proceso se incrementa en mínimo 2%, 10%, 20% o 33% en comparación con la concentración inicial de sedimento y la tasa de ensuciamiento del equipo se mantiene o disminuye en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo;

Después de la mejora del reactor de lecho en ebullición con el sistema de catalizador dual, la tasa de producción de sedimento se reduce en mínimo 2%, 10%, 30% o 50% en comparación con la tasa de producción de sedimento inicial y la tasa de ensuciamiento del equipo se reduce en un porcentaje aún mayor en comparación con la tasa inicial de contaminación del equipo; o

Después de la mejora del reactor de lecho en ebullición con el sistema de catalizador dual, la concentración de sedimento en la corriente del proceso se reduce en mínimo 2%, 10%, 30% o 50% en comparación con la concentración inicial de sedimento y la tasa de ensuciamiento del equipo se reduce en un porcentaje mayor en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo.

10. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la corriente del proceso de aceite pesado comprende mínimo uno de entre, aceite crudo pesado, bitumen de arenas de aceite, residuos de procesos de refinería, fondos de torre atmosférica que tienen un punto de ebullición nominal de mínimo 343 °C (650 °F), fondos de torre al vacío que tienen un punto de ebullición nominal de mínimo 524 °C (975 °F), residuos de un separador caliente, brea residual, residuos de extracción con disolvente o residuos de vacío.
11. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque el catalizador de sulfuro de metal disperso incluye partículas que tienen menos de 1 μm de tamaño, o menos de aproximadamente 500 nm de

tamaño, o menos de aproximadamente 250 nm de tamaño, o menos de aproximadamente 100 nm de tamaño, o menos de aproximadamente 50 nm de tamaño, o menos de aproximadamente 25 nm de tamaño, o menos de aproximadamente 10 nm de tamaño.

12. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque la mejora del reactor de lecho en ebullición con el sistema de catalizador dual incluye formar el catalizador de sulfuro de metal disperso *in situ* dentro del aceite pesado a partir de un precursor de catalizador agregado al aceite pesado.
13. El método de conformidad con la reivindicación 12, caracterizado porque el formar el catalizador de sulfuro de metal disperso *in situ* dentro del aceite pesado comprende mezclar el precursor del catalizador con un hidrocarburo diluyente para formar una mezcla del precursor diluida, mezclar la mezcla del precursor diluida con el aceite pesado para formar un aceite pesado acondicionado, y calentar el aceite pesado acondicionado para descomponer el precursor del catalizador y formar el catalizador de sulfuro de metal disperso *in situ* dentro del aceite pesado.
14. Un método para mejorar un sistema de hidroprocesamiento de lecho en ebullición que incluye uno o más reactores de lecho en ebullición (10, 110, 210) para producir productos de hidrocarburos convertidos y sedimentos que son menos incrustantes, caracterizado porque:

Inicialmente hidroprocesar en un reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) con un catalizador heterogéneo de lecho en ebullición (24, 124) aceite pesado en condiciones iniciales de hidroprocesamiento para producir una corriente de proceso inicial que contiene productos de hidrocarburos convertidos y sedimento, las condiciones iniciales de hidroprocesamiento incluyen un severidad inicial del reactor caracterizada por la temperatura inicial, conversión, rendimiento, tasa de producción inicial de productos de hidrocarburos convertidos, tasa de producción de sedimento inicial y/o concentración de sedimento inicial en la corriente de proceso inicial, y tasa inicial de ensuciamiento del equipo;

Posteriormente, adicionar un catalizador de sulfuro de metal disperso al reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) para formar un reactor de lecho en ebullición mejorado que tiene un sistema de catalizador dual que comprende un catalizador de sulfuro de metal disperso y un catalizador heterogéneo de lecho en ebullición (24, 124); y

Hidroprocesar en un reactor de lecho en ebullición mejorado (10, 110, 210) con el sistema de catalizador dual aceite pesado para producir una corriente de proceso modificada a una tasa de producción de sedimento reducida y/o concentración de sedimento y una tasa reducida de ensuciamiento del equipo con un grado de reducción en el ensuciamiento del equipo que es mayor que la reducción en la tasa de producción de sedimento y/o concentración de sedimento que cuando se hidroprocesa inicialmente aceite pesado en las condiciones iniciales de hidroprocesamiento.

15. El método de conformidad con la reivindicación 14, caracterizado porque:

El hidroprocesamiento de aceite pesado en el reactor de lecho en ebullición mejorado produce una reducción en la tasa de producción de sedimento en mínimo 2%, 10%, 30% o 50% en comparación con la tasa de producción inicial de sedimento y una reducción en la tasa de ensuciamiento del equipo en mínimo 5%, 25%, 50% o 75% en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo; o

El hidroprocesamiento de aceite pesado en el reactor de lecho en ebullición mejorado produce una reducción en la concentración de sedimento de mínimo 2%, 10%, 30% o 50% en comparación con la concentración inicial de sedimento y una reducción en la tasa de ensuciamiento del equipo en mínimo 5 %, 25%, 50% o 75% en comparación con la tasa inicial de contaminación del equipo.

16. Un método para mejorar un sistema de hidroprocesamiento de lecho en ebullición que incluye uno o más reactores de lecho en ebullición (10, 110, 210) para producir productos de hidrocarburos convertidos y sedimentos menos incrustantes, caracterizado porque:

Inicialmente hidroprocesar en un reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) con un catalizador heterogéneo de lecho en ebullición (24, 124) aceite pesado en condiciones iniciales de hidroprocesamiento para producir

una corriente de proceso inicial que contiene productos de hidrocarburos convertidos y sedimento, en donde las condiciones iniciales de hidroprocesamiento incluyen una severidad inicial del reactor caracterizada por la temperatura inicial, conversión, rendimiento, tasa de producción inicial de productos de hidrocarburos convertidos, tasa de producción de sedimento inicial y/o concentración de sedimento inicial en la corriente de proceso inicial, y tasa inicial de ensuciamiento del equipo;

Posteriormente, adicionar un catalizador de sulfuro de metal disperso al reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) para formar un reactor de lecho en ebullición mejorado que tiene un sistema de catalizador dual que comprende un catalizador de sulfuro de metal disperso y un catalizador heterogéneo de lecho en ebullición (24, 124); y

Hidroprocesar en el reactor de lecho en ebullición mejorado (10, 110, 210) con el sistema de catalizador dual aceite pesado para producir una corriente de proceso modificada con la misma o similar tasa de producción de sedimento y/o concentración de sedimento en la corriente de proceso modificada y una tasa reducida de ensuciamiento del equipo.

17. El método de conformidad con la reivindicación 16, caracterizado porque el hidroprocesamiento de aceite pesado en el reactor de lecho en ebullición mejorado produce una reducción en la tasa de ensuciamiento del equipo en mínimo 5%, 25%, 50% o 75% en comparación con la tasa inicial de ensuciamiento del equipo.

18. Un método para mejorar un sistema de hidroprocesamiento de lecho en ebullición que incluye uno o más reactores de lecho en ebullición (10, 110, 210) para producir productos de hidrocarburos convertidos y sedimentos menos incrustantes, caracterizado porque:

Inicialmente hidroprocesar en un reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) con un catalizador heterogéneo de lecho en ebullición (24, 124) aceite pesado en condiciones iniciales de hidroprocesamiento para producir una corriente de proceso inicial que contiene productos de hidrocarburos convertidos y sedimento, las condiciones iniciales de hidroprocesamiento incluyen una severidad inicial del reactor caracterizada por la temperatura inicial, conversión, rendimiento, tasa de producción inicial de productos de

hidrocarburos convertidos, tasa de producción de sedimento inicial y/o concentración de sedimento inicial en la corriente de proceso inicial, y tasa inicial de ensuciamiento del equipo;

Posteriormente, adicionar un catalizador de sulfuro de metal disperso al reactor de lecho en ebullición (10, 110, 210) para formar un reactor de lecho en ebullición mejorado que tiene un sistema de catalizador dual que comprende un catalizador de sulfuro de metal disperso y un catalizador heterogéneo de lecho en ebullición (24, 124); y

Hidroprocesar en el reactor de lecho en ebullición mejorado (10, 110, 210) con el sistema de catalizador dual aceite pesado para producir una corriente de proceso modificada a una tasa de producción de sedimento y/o concentración de sedimento más alta en la corriente de proceso modificada y la misma o menor tasa de ensuciamiento del equipo.

19. El método de conformidad con la reivindicación 18, caracterizado porque:

El hidroprocesamiento en el reactor de lecho en ebullición mejorado (10, 110, 210) de aceite pesado produce un incremento en la tasa de producción de sedimento de mínimo 2%, 10%, 20% o 33% en comparación con la tasa de producción de sedimento inicial; o

El hidroprocesamiento en el reactor de lecho en ebullición mejorado (10, 110, 210) de aceite pesado produce un incremento en la concentración de sedimento de mínimo 2%, 10%, 20% o 33% en comparación con la concentración inicial de sedimento.