



ESPAÑA

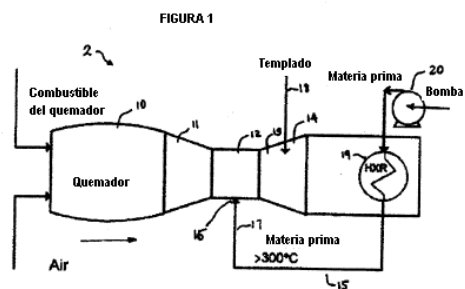


C09C 1/48 (2006.01)

A2

MORALES DURÁN, Carmen

Se presentan métodos para la producción de negro de humo con el uso de materia prima de alta temperatura a temperaturas que exceden alrededor de 300°C con control de ensuciamiento. También se proporciona un aparato para la producción de negro de humo de acuerdo con estos métodos.



DESCRIPCIÓN

Método para la producción de negro de humo con el uso de materia prima precalentada y aparato para su aplicación

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 5 **[0001]** Esta solicitud reivindica el beneficio bajo el 35 U.S.C §119(e) para la solicitud provisional de Patente de los Estados Unidos n.º61/306,092, presentada el 19 de febrero de 2010, la cual se incorpora aquí en su totalidad como referencia.
- [0002]** La presente invención está relacionada con métodos para la producción de negro de humo con el uso de materia prima precalentada con control de ensuciamiento. La presente invención está relacionada con un aparato para la producción de negro de humo con el uso de materia prima precalentada con control de ensuciamiento. La presente invención además está relacionada con el negro de humo que resulta de procesos de la presente invención.
- 10 **[0003]** Los materiales de negro de humo son ampliamente utilizados, por ejemplo, como pigmentos en composiciones de tinta, pinturas y productos similares, como rellenos y pigmentos de refuerzo en la composición y preparación de composiciones de caucho y composiciones de plástico, y para una variedad de otras aplicaciones. Los negros de humo en general se producen en un reactor tipo horno por reacción de una materia prima de hidrocarburos con gases de combustión calientes para producir productos de combustión que contienen negro de humo en partículas.
- 15 En la documentación de referencia sobre el negro de humo, esta reacción entre los gases de combustión y la materia prima de hidrocarburos se refiere en general como pirólisis.
- [0004]** En general se conoce una variedad de métodos para la producción de negros de humo. En una clase de reactor tipo horno para negro de humo, tal como el presentado en la Patente de los Estados Unidos n.º 3.401.020 otorgada a Kester y otros, o la Patente de los Estados Unidos n.º 2.785.964 presentada por Pollock, un combustible, tal como un combustible hidrocarbonáceo, un oxidante, tal como el aire, se inyectan a una primera zona y reaccionan para formar gases de combustión calientes. Una materia prima hidrocarbonácea en forma faseosa, vapor o líquida también se inyecta en la primera zona con la cual comienza la reacción de la materia prima hidrocarbonácea. La mezcla de gas de combustión resultante, en la cual se produce la reacción, entonces pasa a una zona de reacción donde se completa la reacción de formación del negro de humo. En otra clase de reactor tipo horno para negro de humo, se reacciona combustible gaseoso o líquido con un agente oxidante, tal como el aire, en la primera zona para formar gases de combustión calientes. Estos gases de combustión calientes pasan de la primera zona, aguas abajo a través del reactor, a una zona de reacción y más allá. Para producir negro de humos, se inyecta una materia prima hidrocarbonácea en uno o más puntos del trayecto de la corriente del gas de combustión caliente. En general la materia prima hidrocarbonácea es un aceite de petróleo o gas natural. La primera zona (o combustión) y la zona de reacción pueden dividirse por medio de un estrangulamiento o zona de diámetro restringido que es de sección transversal más pequeña que la zona de combustión o la zona de reacción. La materia prima puede inyectarse al trayecto de los gases de combustión calientes aguas arriba, aguas abajo y/o en la zona de diámetro restringido. La materia prima de hidrocarburos puede introducirse en forma atomizada o no atomizada, desde dentro de la corriente de gas de combustión y/o desde el exterior de la corriente de gas de combustión. Los reactores tipo horno para negro de humo de este tipo se presentan, por ejemplo, en la Reexpedición de Patente de los Estados Unidos n.º 28.974 presentada por Morgan y otros, y la Patente de los Estados Unidos n.º 3.922.335 presentada por Jordan y otros.
- 20 **[0005]** En general en los reactores y procesos conocidos, los gases de combustión calientes están a una temperatura suficiente para efectuar la reacción de la materia prima hidrocarbonácea inyectada a la corriente de gas de combustión. En un tipo de reactor, tal como la Patente de los Estados Unidos indicada antes n.º 3.401.020 presentada por Kester y otros, la materia prima se inyecta, en uno o más puntos, a la misma zona donde se están formando los gases de combustión. En otros tipo de reactores o procesos, la inyección de la materia prima se produce, en uno o más puntos, después de que se ha formado la corriente de gas de combustión. La mezcla de materia prima y gases de combustión en la cual la reacción que se produce es algunas veces referida, más adelante en la solicitud, como la «corriente de reacción». El tiempo de residencia de la corriente de reacción en la zona de reacción del reactor es suficiente para permitir la formación de negros de humo deseados. En cualquiera de los tipos de reactor, debido a que la corriente de gas de combustión caliente está fluyendo aguas abajo a través del reactor, la reacción se produce cuando la mezcla de materia prima y gases de combustión pasan a través de la zona de reacción. Después se forman los negros de humo que tienen propiedades deseadas, la temperatura de la corriente de reacción se desciende a una temperatura de modo que se detiene la reacción y puede recuperarse el producto de negro de humo.
- 40 **[0006]** Otras patentes, tales como las Patentes de los Estados Unidos n.º3.922.335 presentada por Jordan y
- 50

otros, 4.826.669 por Casperson; 6.348.181 por Morgan; y 6.926.877 presentada por Green, también enseñan procesos para la producción de negro de humo, que incluyen temperaturas de materia prima. Las temperaturas de materia prima características en el punto de entrada al reactor, tal como se presenta en la Patente de los Estados Unidos n.º 4.826.669, pueden estar en el intervalo de 250 °F a 500 °F (121 °C a 260 °C).

- 5 **[0007]** Los presentes investigadores han reconocido que las temperaturas de la materia prima hidrocarbonácea en la producción de negro de humo que se aproximan o exceden alrededor de los 300 °C en el punto o antes del punto de entrada al reactor crearía alto riesgo de niveles de interrupción de ensuciamiento inducido térmicamente de las líneas de alimentación y equipos. Además, los presentes investigadores estiman que no han sido desarrollados métodos y sistemas para la producción de negro de humo que pueden tolerar tales materias primas calientes, ni se han considerado ni obtenido por completo beneficios posibles de uso en la operación de materias primas calientes, hasta el desarrollo de los presentes métodos y arreglos para la producción de negro de humo.

SUMARIO DE LA PRESENTE INVENCION

- 15 **[0008]** Por consiguiente, una característica de la presente invención es proporcionar aumentos en las temperaturas de precalentamiento de materia prima en la producción de negro de humo con el control de ensuciamiento inducido térmicamente de las líneas de materia prima en las temperaturas crecientes de la materia prima.

[0009] Otras características y ventajas de la presente invención serán presentadas en parte en la descripción que sigue, y en parte serán apreciadas a partir de la descripción, o pueden aprenderse por la práctica de la presente invención. Los objetivos y otras ventajas de la presente invención serán considerados y obtenidos por medio de los elementos y combinaciones particularmente señalados en la descripción y de las reivindicaciones anexas.

- 20 **[0010]** Para obtener estas y otras ventajas, y de acuerdo con los fines de la presente invención, como se esquematizan y se describen ampliamente aquí, la presente invención se relaciona, en parte, con un método para la producción de negro de humo que incluye materia prima formadora de negro de humo a una temperatura mayor de alrededor de 300 °C una materia prima formadora de negro de humo ese intervalo de temperaturas. La materia prima puede calentarse a una temperatura de al menos 450 °C, o desde alrededor de 360 °C hasta alrededor de 850 °C, u otras temperaturas que exceden los 300 °C. La materia prima formadora de negro de humo precalentada puede suministrarse en al menos una línea de suministro de materia prima hacia al menos un punto de introducción de materia prima al reactor. La materia prima formadora de negro de humo precalentada se introdujo a través de al menos un punto de introducción al reactor para combinar con una o más corrientes de gas calentadas para la formación de una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en el reactor. El negro de humo en la corriente de reacción puede ser templada para su recuperación. El presente método incluye uno o más enfoques para reducir el riesgo de ensuciamiento inducido térmicamente de las líneas de alimentación de materia prima en la temperatura de materia prima aumentada. Estos enfoques pueden minimizar la formación de sucio (por ejemplo, reducen el depósito de coque), retirar los depósitos de sucio de la superficie (por ejemplo, aumento del retiro del coque), o una combinación de ambas condiciones, en las paredes internas de la línea o líneas de suministro de materia prima para mantener las líneas de suministro de materia prima en condición de operación mientras transcurre el transporte de la materia prima precalentada al reactor. Estos enfoques de control de ensuciamiento pueden incluir uno o más (o cualquier combinación) de:

- la alimentación de la materia prima formadora de negro de humo precalentada a una velocidad de al menos alrededor de 0,2 m/s (o, por ejemplo, al menos alrededor de 1 m/s, o al menos alrededor de 1,1 m/s, o al menos alrededor de 1,6 m/s, o al menos alrededor de 2 m/s, o otras velocidades mayores que alrededor de 0,2 m/s) a través de al menos un calentador que calienta la materia prima formadora de negro de humo precalentada para obtener el precalentamiento,

- la presurización de la materia prima formadora de negro de humo a una presión mayor de alrededor de 10 bar antes de entrar al menos un calentador para precalentar la materia prima formadora de negro de humo (o, por ejemplo, greater than about 20 bar, o greater than about 30 bar, o greater than about 40 bar, o desde alrededor de 20 hasta alrededor de 180 bar, o desde alrededor de 30 hasta alrededor de 180 bar, o other pressures greater than about 10 bar),

- el aporte de un tiempo de residencia de materia prima total para la materia prima formadora de negro de humo en el, al menos uno, calentador para el precalentamiento y la materia prima formadora de negro de humo precalentada en la línea de suministro de materia prima hidrocarbonácea antes de introducción al reactor de menos de alrededor de 120 minutos (o, por ejemplo, desde alrededor de 1 segundo hasta alrededor de 120 minutos, o alrededor de 1 hasta alrededor de 60 minutos, o otros tiempos de residencia menores de alrededor de 120 minutos),

- el precalentamiento de la materia prima en al menos un calentador que funciona a un flujo térmico promedio (de la superficie del tubo interno) de más de alrededor de 10 kW/m^2 (o, por ejemplo, mayor de alrededor de 20 kW/m^2 , o desde alrededor de 20 hasta alrededor de 200 kW/m^2 , u otros flujos térmicos promedio mayores de alrededor de 10 kW/m^2),

- provisión de una superficie no catalítica para craqueo térmico o polimerización de hidrocarburos sobre las paredes internas en contacto con la materia prima de la línea de suministro de materia prima,

- alimentación de manera periódica de al menos un gas de purga (por ejemplo, vapor, aire, oxígeno, CO_2) que incluye un agente oxidante del carbono, a través de la línea de suministro de materia prima, o cualquier combinación de éste.

[0011] El control de ensuciamiento proporcionado por la presente invención puede permitir al menos una porción del precalentamiento de materia prima a ser llevada a cabo por calentamiento de la materia prima con calor generado por el reactor altas temperaturas de reacción. Las condiciones y diseños de precalentamiento de la materia prima hechos factibles por medio de la presente invención pueden proporcionar ventajas y beneficios, tales como, por ejemplo, recuperación mejorada de energía, ahorros en los costos de materia prima, aumentos en las cantidades de negro de humo, reducción de emisiones de anhídrido carbónico, reducción en las emisiones de SO_x y NO_x , producción continua de negro de humo durante el tiempo útil desde el punto de vista industrial a las condiciones de alta temperatura de la materia prima, o cualquier combinación de estos. El proceso de la presente invención puede considerarse un proceso «más ecológico» en comparación con los procesos convencionales debido a uno o más de estas ventajas ambientales mencionadas en el este documento.

[0012] La presente invención también está relacionada con un aparato para llevar a cabo métodos, tales como los descritos antes. El aparato incluye al menos un reactor para combinar con una corriente de gas calentada y al menos una materia prima formadora de negro de humo a alta temperatura para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en el reactor. También se incluye al menos una línea de suministro de materia prima de ensuciamiento controlado para el suministro de materia prima formadora de negro de humo a al menos un punto de introducción de materia prima hacia el reactor para combinar la materia prima con la corriente de gas calentada, y al menos un calentador de materia prima que puede funcionar para precalentar la materia prima formadora de negro de humo suministrada en la, al menos una, línea de suministro de materia prima a una temperatura mayor de alrededor de 300°C . El aparato además incluye al menos una bomba a) que puede funcionar para presurizar la materia prima formadora de negro de humo a una presión mayor que alrededor de 10 bar antes de precalentar la materia prima a una temperatura mayor de alrededor de 300°C , o b) para la provisión de una velocidad de materia prima a través de el, al menos uno, calentador de materia prima que precalienta la materia prima formadora de negro de humo de al menos alrededor de $0,2 \text{ m/s}$, o c) ambas características. Puede incluirse un enfriador para enfriar el negro de humo en la corriente de reacción. El reactor se puede operar para proporcionar un tiempo de residencia para la materia prima en el, al menos uno, calentador de materia prima y la, al menos una, línea de suministro de materia prima antes de la introducción al reactor para la materia prima precalentada a una temperatura mayor de alrededor de 300°C durante menos de alrededor de 120 minutos. Al menos una porción del precalentamiento de materia prima a ser llevada a cabo en el aparato, por ejemplo, por calentamiento de manera directa o indirecta de la materia prima con calor generado exotérmico por, o en, el reactor. El aparato puede tener el calentador de materia prima dispuesto, por ejemplo, dentro del reactor en la corriente de reacción, dispuesta en contacto con una pared caliente del reactor, dispuesta en contacto con gas residual del reactor, dispuesto fuera del reactor para intercambiar calor con fluido caliente recibido de un intercambiador de calor ubicado dentro del reactor, o cualquier combinación de estos arreglos con el uso de una o más líneas de suministro de materia prima. El calentador de materia prima puede ser uno o más calentadores alimentados con gas residual (proveniente de los mismos reactores o de otros reactores de negro de humo) o cualquier combustible hidrocarbonáceo, y/o puede ser un calentador eléctrico.

[0013] A los fines del presente documento, la «línea de suministro» o «al menos una línea de suministro de materia prima» puede ser cualquier conducto, tubo, tubería de intercambiador de calor, canal de intercambiador de calor, u otra estructura adecuada el transporte líquida o en vapor, o en combinaciones de éstas, a través de la cual la materia prima se transporta al reactor a la temperatura precalentada. La «línea de suministro» puede tener cualquier diámetro y/o longitud. Por ejemplo, si la materia prima se precalienta a una temperatura de 300°C durante el paso a través de la tubería o serpentines de un intercambiador de calor y luego se alimenta desde el intercambiador de calor al reactor por medio de una tubería separada, la «al menos una línea de suministro» incluiría la porción de la tubería de intercambiador de calor que se extiende entre la ubicación a lo largo de la tubería dentro del intercambiador de calor en el cual la temperatura de la materia prima ha alcanzado 300°C y el extremo de descarga de la tubería del intercambiador de calor, y también la tubería después del intercambiador de calor a través del cual la materia prima precalentada viaja para alcanzar el reactor.

[0014] El término «control», con respecto a la cocción asociada con la materia prima, se refiere a, al menos, la reducción (o prevención o desaceleración) del nivel de cocción que se produce sin los pasos de prevención.

[0015] Se entenderá que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son solamente ejemplos explicativos y están destinadas a proporcionar explicación adicional de la presente invención, como se reivindica.

[0016] Los dibujos acompañantes, que se incorporan y forman parte de esta solicitud, ilustran aspectos de la presente invención y, junto con la descripción, sirve para explicar los principios de la presente invención. Identificadores numéricos semejantes utilizados en las figuras se refieren a características similares.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0017] La figura 1 es un esquema de una porción de una clase de reactor tipo horno para negro de humo que puede utilizarse en un proceso de la presente invención para producir negros de humo. Este reactor de negro de humo es solamente ilustrativo de los reactores que pueden utilizarse en la presente invención.

[0018] La figura 2 es un esquema de una porción de otra clase de reactor tipo horno para negro de humo que puede utilizarse en un proceso de la presente invención para producir negros de humo. Este reactor de negro de humo es solamente ilustrativo de los reactores que pueden utilizarse en la presente invención.

[0019] La figura 3 es un esquema de una porción de aún otra clase de reactor tipo horno para negro de humo que puede utilizarse en un proceso de la presente invención para producir negros de humo. Este reactor de negro de humo es solamente ilustrativo de los reactores que pueden utilizarse en la presente invención.

[0020] La figura 4 es un esquema de una porción de otra clase de reactor tipo horno para negro de humo que puede utilizarse en un proceso de la presente invención para producir negros de humo. Este reactor de negro de humo es solamente ilustrativo de los reactores que pueden utilizarse en la presente invención.

[0021] La figura 5 es un diagrama de un esquema de proceso que puede utilizarse en un proceso de la presente invención para producir negros de humo. Este esquema de reactor de negro de humo se utiliza en los ejemplos, pero es solamente ilustrativo de los reactores que pueden utilizarse en la presente invención.

[0022] La figura 6 es un gráfico de capacidad térmica (kJoules/kg.°C) de la materia prima con respecto a la temperatura de la materia prima (°C) utilizada para los cálculos de ahorros de materia prima en el modelado descrito en los ejemplos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA PRESENTE INVENCION

[0023] La presente invención está relacionada con el uso del aumento de las temperaturas precalentamiento de materia prima mayor de alrededor de 300 °C en la producción de negro de humo impedida por problemas de ensuciamiento de la materia prima. La presente invención puede aplicarse a la producción de negro de humo a escala industrial u otras escalas de producción.

[0024] La presente invención está relacionada en parte con un método para la producción de negro de humo. El método puede incluir la introducción de una corriente de gas caliente a un reactor de negro de humo. El método además incluye el suministro de al menos una materia prima formadora de negro de humo que tiene una primera temperatura por debajo de la temperatura de precalentamiento a obtenerse, tal como por debajo de 300 °C o por debajo 275 °C (por ejemplo, desde 40 °C hasta 274 °C, desde 50 °C hasta 270 °C, desde 70 °C hasta 250 °C, desde 60 °C hasta 200 °C, desde 70 °C hasta 150 °C, y casos similares) al, al menos uno, calentador (por ejemplo, al menos dos calentadores, al menos tres calentadores, y calentadores similares, donde estos pueden ser igual o diferentes entre sí). La temperatura del materia prima que entra al, al menos uno, calentador está por debajo de la temperatura o intervalo de temperaturas de precalentamiento fijado. La materia prima antes de ser precalentada puede viajar, como opción, a una primera velocidad de al menos alrededor de 0,2 m/s (por ejemplo, al menos alrededor de 0,4 m/s, al menos alrededor de 0,6 m/s, al menos alrededor de 0,8 m/s, al menos alrededor de 1 m/s, al menos alrededor de 1,1 m/s, al menos alrededor de 1,6 m/s, tales como desde 0,2 m/s to 4 m/s, desde 1,1 to 3 m/s y casos similares). Pueden utilizarse otras velocidades proporcionadas por otras condiciones de proceso que son seleccionadas para controlar el ensuciamiento y/o cocción en el o los calentadores y las líneas de suministro al reactor.

[0025]

El método incluye el precalentamiento de la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo en el, al menos uno, calentador a una segunda temperatura mayor de alrededor de 300 °C (por ejemplo, al menos 350 °C, al menos 360 °C, al menos 400 °C, al menos 450 °C, al menos 500 °C, tales como desde 300 °C hasta 850 °C, o desde 360 °C hasta 800 °C, desde 400 °C hasta 750 °C, desde 450 °C hasta 700 °C y casos similares) para proporcionar un materia prima formadora de negro de humo precalentada, en donde (a) la, al menos una materia prima formadora de negro de humo tiene una velocidad en el, al menos uno, calentador que es al menos 0,2 m/s, en donde la velocidad es calculada en función de la densidad de materia prima medida a 60 °C a 1 atm y en función del área de sección transversal más pequeña de una línea de materia prima presente en al menos un calentador. Debido a que puede ser difícil medir la velocidad de una materia prima a tal elevada temperatura, para los fines de la presente invención, la velocidad indicada en este documento se fundamenta en estas condiciones específicas de medición. Ya sea que esté presente el diámetro más pequeño o el área de sección transversal más pequeña en el calentador real, esta área de sección transversal más pequeña se utiliza para determinar la velocidad como se indica en este documento con los fines de la presente invención. Muchos calentadores tienen el mismo diámetro a través del calentador, pero en el caso de que varios diámetros o áreas de sección transversal estén presentes en el o los calentadores, se proporciona esta condición. La velocidad es función del área de sección transversal mínima. La velocidad real a través del calentador de materia prima en general puede ser más rápida que la velocidad medida a 60 °C a 1 atm.

[0026]

En el método, la materia prima formadora de negro de humo puede tener un primer tiempo de residencia de materia prima en el calentador de menos de alrededor de 120 minutos (por ejemplo, menos de 100 minutos, menos de 80 minutos, menos de 60 minutos, menos de 40 minutos, menos de 30 minutos, menos de 20 minutos, menos de 10 minutos, tales como desde 1 segundo hasta 119 minutos, desde 5 segundos hasta 115 minutos, desde 10 segundos hasta 110 minutos, desde 30 segundos hasta 100 minutos, desde 1 minuto hasta 60 minutos, desde 5 minutos hasta 30 minutos, y casos similares). Por ejemplo, en referencia a las figuras, el primer tiempo de residencia de la materia prima sería, por ejemplo, el tiempo que la materia prima tarda dentro del calentador 19 en la figura 1 o el calentador 22 en la figura 2.

[0027]

El método puede incluir el suministro de la materia prima formadora de negro de humo precalentada al, al menos uno, punto de introducción de la materia prima al reactor de negro de humo (por ejemplo, al menos uno, dos, tres o cuatro puntos de introducción de materia prima), en donde la materia prima formadora de negro de humo precalentada tiene un segundo tiempo de residencia de materia prima medido desde la salida del o de los calentadores hasta justo antes del punto de entrada al reactor de negro de humo de menos de alrededor de 120 minutos (por ejemplo, menos de 100 minutos, menos de 80 minutos, menos de 60 minutos, menos de 40 minutos, menos de 30 minutos, menos de 20 minutos, menos de 10 minutos, tales como desde 1 segundo hasta 119 minutos, desde 5 segundos hasta 115 minutos, desde 10 segundos hasta 110 minutos, desde 30 segundos hasta 100 minutos, desde 1 minuto hasta 60 minutos, desde 5 minutos hasta 30 minutos, y casos similares). El primer tiempo de residencia de la materia prima y el segundo tiempo de residencia de la materia prima combinados preferiblemente son 120 minutos o menos (por ejemplo, menos de 100 minutos, menos de 80 minutos, menos de 60 minutos, menos de 40 minutos, menos de 30 minutos, menos de 20 minutos, menos de 10 minutos, tales como desde 1 segundo hasta 119 minutos, desde 5 segundos hasta 115 minutos, desde 10 segundos hasta 110 minutos, desde 30 segundos hasta 100 minutos, desde 1 minuto hasta 60 minutos, desde 5 minutos hasta 30 minutos, y casos similares). Por ejemplo, en referencia a las figuras, el segundo tiempo de residencia de la materia prima sería, por ejemplo, el tiempo que tarda la materia prima desde que sale del calentador 19 en la figura 1 o el calentador 22 en la figura 2 hasta el punto de entrada al reactor, presentado como el punto de entrada 16 en la figura 1 y la figura 2. La combinación del primer tiempo de residencia de la materia prima y el segundo tiempo de residencia de la materia prima sería el tiempo de residencia total de la materia prima.

[0028]

El método puede incluir la combinación de la materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos un punto de introducción al reactor de negro de humo con la corriente de gas para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en el reactor de negro de humo.

[0029]

El método puede incluir el templado del negro de humo en la corriente de reacción. Otros pasos después del templado que son convencionales en la fabricación del negro de humo pueden utilizarse en los métodos de la presente invención.

[0030]

Como opción, si la línea de materia prima al calentador tiene aproximadamente la misma sección transversal que la línea de suministro a través del calentador, la materia prima formadora de negro de humo puede tener una velocidad en el o los calentadores que es aproximadamente la misma o mayor (por ejemplo, al menos 1% mayor, al menos 2% mayor, al menos 3% mayor, al menos 5% mayor, al menos 7% mayor, al menos 10% mayor, al menos 100%

mayor, al menos 200% mayor, tales como desde 1% hasta 200% mayor o desde 20% hasta 100% mayor y casos similares) que la primera velocidad a la entrada al o a los calentadores.

[0031]

El método de la presente invención puede incluir la presurización de la, o las, materia prima formadora de negro de humo. El método puede incluir la presurización o el uso de una presión para la o las materias primas formadoras de negro de humo como el precalentamiento de la materia prima formadora de negro de humo evita la formación de una película de vapor en el, al menos uno, calentador o antes del suministro al reactor del negro de humo. El método de la presente invención puede incluir la presurización de la materia prima formadora de negro de humo para que tenga una presión, por ejemplo, mayor de alrededor de 10 bar antes de entrar al, al menos uno, calentador para precalentar la materia prima formadora de negro de humo. Esta presión puede ser al menos 15 bar, al menos 20 bar, al menos 30 bar, al menos 40 bar, como desde 10 bar hasta 180 bar o más, desde 15 bar hasta 150 bar, desde 20 bar hasta 125 bar, desde 25 bar hasta 100 bar.

[0032]

En la presente invención, un método para la producción de negro de humo puede incluir la introducción de una corriente de gas caliente a un reactor de negro de humo. El método además incluye el suministro de al menos una materia prima formadora de negro de humo que tiene una primera temperatura por debajo de la temperatura de precalentamiento a obtenerse, tal como por debajo de 300 °C o por debajo 275 °C (por ejemplo, desde 40 °C hasta 274 °C, desde 50 °C hasta 270 °C, desde 70 °C hasta 250 °C, desde 60 °C hasta 200 °C, desde 70 °C hasta 150 °C, y casos similares) a reactor o reactores a una primera presión mayor de 10 bar. Esta presión puede ser al menos 15 bar, al menos 20 bar, al menos 30 bar, al menos 40 bar, como desde 10 bar hasta 180 bar o más, desde 15 bar hasta 150 bar, desde 20 bar hasta 125 bar, desde 25 bar hasta 100 bar.

[0033]

El método puede incluir el precalentamiento de la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo en el calentador o calentadores (por ejemplo, al menos dos calentadores, al menos tres calentadores, y similares, donde los calentadores puede ser iguales o diferentes entre sí) a una segunda temperatura mayor de alrededor de 300 °C (por ejemplo, al menos 350 °C, al menos 360 °C, al menos 400 °C, al menos 450 °C, al menos 500 °C, tales como desde 300 °C hasta 850 °C, o desde 360 °C hasta 800 °C, desde 400 °C hasta 750 °C, desde 450 °C hasta 700 °C y casos similares) para proporcionar una materia prima formadora de negro de humo precalentada, en donde (a) la materia prima formadora de negro de humo tiene una segunda presión en el, al menos uno, calentador que es aproximadamente la misma o inferior (por ejemplo, al menos 1% inferior, al menos 2% inferior, al menos 3% inferior, al menos 5% inferior, al menos 7% inferior, al menos 10% inferior, al menos 15% inferior, al menos 20% inferior, tales como desde 1% hasta 75% inferior o desde 3% hasta 20% inferior y casos similares) a la primera presión y (b) la materia prima formadora de negro de humo tiene un primer tiempo de residencia de materia prima en el calentador de menos de alrededor de 120 minutos (por ejemplo, menos de 100 minutos, menos de 80 minutos, menos de 60 minutos, menos de 40 minutos, menos de 30 minutos, menos de 20 minutos, menos de 10 minutos, tales como desde 1 segundo hasta 119 minutos, desde 5 segundos hasta 115 minutos, desde 10 segundos hasta 110 minutos, desde 30 segundos hasta 100 minutos, desde 1 minuto hasta 60 minutos, desde 5 minutos hasta 30 minutos, y casos similares).

[0034]

El método puede incluir el suministro de la materia prima formadora de negro de humo precalentada al, al menos uno, punto de introducción de la materia prima al reactor de negro de humo, en donde la materia prima formadora de negro de humo precalentada tiene un segundo tiempo de residencia de materia prima medido desde la salida del, al menos uno, calentador hasta el punto de entrada al reactor de negro de humo de menos de alrededor de 120 minutos (por ejemplo, menos de 100 minutos, menos de 80 minutos, menos de 60 minutos, menos de 40 minutos, menos de 30 minutos, menos de 20 minutos, menos de 10 minutos, tales como desde 1 segundo hasta 119 minutos, desde 5 segundos hasta 115 minutos, desde 10 segundos hasta 110 minutos, desde 30 segundos hasta 100 minutos, desde 1 minuto hasta 60 minutos, desde 5 minutos hasta 30 minutos, y casos similares); y en donde el primer tiempo de residencia de la materia prima y el segundo tiempo de residencia de la materia prima combinados preferiblemente son 120 minutos o menos (por ejemplo, menos de 100 minutos, menos de 80 minutos, menos de 60 minutos, menos de 40 minutos, menos de 30 minutos, menos de 20 minutos, menos de 10 minutos, tales como desde 1 segundo hasta 119 minutos, desde 5 segundos hasta 115 minutos, desde 10 segundos hasta 110 minutos, desde 30 segundos hasta 100 minutos, desde 1 minuto hasta 60 minutos, desde 5 minutos hasta 30 minutos, y casos similares).

[0035]

El método puede incluir la combinación de la materia prima formadora de negro de humo precalentada a través del o de los puntos de entrada al reactor de negro de humo con la corriente de gas para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en el reactor de negro de humo. El método puede incluir el templado del negro de humo en la corriente de reacción.

[0036]

La presente invención, puede relacionar un método para la producción de negro de humo que incluya

la introducción de una corriente de gas caliente a un reactor de negro de humo. El método además incluye el suministro de al menos una materia prima formadora de negro de humo que tiene una primera temperatura que está por debajo de la temperatura de precalentamiento a obtenerse, tal como por debajo de 300 °C o por debajo 275 °C (por ejemplo, desde 40 °C hasta 274 °C, desde 50 °C hasta 270 °C, desde 70 °C hasta 250 °C, desde 60 °C hasta 200 °C, desde 70 °C hasta 150 °C, y casos similares) al, al menos uno, calentador (por ejemplo, al menos dos calentadores, al menos tres calentadores, y similares, donde los calentadores puede ser iguales o diferentes entre sí) a una primera presión mayor de alrededor de 10 bar diferentes entre sí). Como opción, la velocidad de entrada al calentador puede ser una primera velocidad de al menos alrededor de 0,2 m/s (por ejemplo, al menos alrededor de 0,4 m/s, al menos alrededor de 0,6 m/s, al menos alrededor de 0,8 m/s, al menos alrededor de 1 m/s, al menos alrededor de 1,1 m/s, al menos alrededor de 1,6 m/s, tales como desde 0,2 m/s to 2 m/s, desde 0,4 to 1,8 m/s y casos similares).

[0037] El método incluye el precalentamiento de la materia prima formadora de negro de humo en el o los calentadores a una segunda temperatura mayor de alrededor de 300 °C (por ejemplo, al menos 350 °C, al menos 360 °C, al menos 400 °C, al menos 450 °C, al menos 500 °C, tales como desde 300 °C hasta 850 °C, o desde 360 °C hasta 800 °C, desde 400 °C hasta 750 °C, desde 450 °C hasta 700 °C y casos similares) para proporcionar un materia prima formadora de negro de humo precalentada, en donde (a) la materia prima formadora de negro de humo tiene una velocidad en el o los calentadores que es al menos 0,2 m/s, en donde la velocidad es calculada en función de la densidad de materia prima medida a 60 °C a 1 atm y del área de sección transversal más pequeña de una línea de materia prima presente en al menos un calentador, y (b) en donde la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene una segunda presión en el o los calentadores que es aproximadamente la misma o inferior (por ejemplo, al menos 1% inferior, al menos 2% inferior, al menos 3% inferior, al menos 5% inferior, al menos 7% inferior, al menos 10% inferior, al menos 15% inferior, al menos 20% inferior, tales como desde 1% hasta 25% inferior o desde 3% hasta 20% inferior y casos similares) a la primera presión, en donde la presión puede calcularse en función de la misma área de sección transversal supuesta en la que la materia prima viaja en la duración de la primera presión y la segunda presión (a través de la operación real, el área de sección transversal puede ser la misma o diferente). Esta manera de determinación puede utilizarse para comparar apropiadamente la presión, si bien no es obligatoria.

[0038] El método puede incluir el suministro de la materia prima formadora de negro de humo precalentada al, al menos uno, punto de entrada al reactor de negro de humo y la combinación de la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de los puntos de entrada al reactor de negro de humo con la corriente de gas calentada para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en el reactor de negro de humo. El método puede incluir el templado del negro de humo en la corriente de reacción.

[0039] En la presente invención, para cualquier método, las temperaturas de precalentamiento objetivo establecidas son preferiblemente una temperatura promedio de la materia prima antes de la introducción al reactor de negro de humo. Las temperaturas de precalentamiento establecidas de la materia prima pueden ser una temperatura máxima de la materia prima o una temperatura mínima de la materia prima antes de la introducción al reactor de negro de humo.

[0040] En la presente invención, para cualquier método, la presión objetivo establecida es preferiblemente una presión promedio de la materia prima. La presión establecida de la materia prima puede ser una presión máxima de la materia prima o una presión mínima de la materia prima.

[0041] En la presente invención, para cualquier método, la velocidad objetivo establecida es preferiblemente una velocidad promedio de la materia prima. La velocidad establecida de la materia prima puede ser una velocidad máxima de la materia prima o una velocidad mínima de la materia prima.

[0042] En la presente invención, para cualquier método, la materia prima formadora de negro de humo puede ser o incluir aceite decantado, producto de alquitrán de hulla, residuos de raqueador de etileno, aceite que contiene asfaltenos, o cualquier hidrocarburo líquido con un peso específico desde alrededor de 0,9 hasta alrededor de 1,5 o mayor (tal como desde 0,9 hasta 1,3, o desde 1 hasta 1,2 e intervalos similares) o cualquier combinación de estos. La materia prima formadora de negro de humo puede tener un punto de ebullición inicial que va desde alrededor de 160 °C hasta alrededor de 600 °C, tales como desde 160 °C hasta alrededor de 500 °C o 200 °C hasta alrededor de 450 °C o 215 °C hasta alrededor de 400 °C y casos similares.

[0043] El precalentamiento puede producirse en cualquier número de formas y se entiende que no representan limitaciones la manera en que se produzca. El precalentamiento puede producirse en al menos un calentador (por ejemplo, uno, dos, tres o más). La fuente de calor para el, al menos uno, calentador puede ser cualquier

fuelle, tal como de uno o más reactores de negro de humo, calor de fuente eléctrica, calor de plasma, calor de gases residuales, calor de combustión de gas residual, combustibles, y/o calor de otros procesos industriales y/u otras formas de calor, y o cualquier combinación de estos. El precalentamiento puede producirse donde, el, al menos uno, calentador, caliente parcial o completamente la materia prima hasta la temperatura de precalentamiento objetivo para su introducción al reactor. Un calentador puede obtener el precalentamiento parcial o completo o dos o más calentadores pueden utilizarse en secuencia o con otros arreglos para obtener el precalentamiento (total o parcial). Si se obtiene el precalentamiento parcial por el, al menos un, calentador, entonces el precalentamiento restante se lleva a cabo por otra fuente térmica o secundaria o calentadores adicionales para obtener finalmente la temperatura de precalentamiento objetivo.

10 **[0044]** Por ejemplo, el precalentamiento de la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo puede incluir o se lleva a cabo por calentamiento de la materia prima formadora de negro de humo en al menos un calentador que tiene un intercambiador de calor. El intercambiador de calor puede funcionar a un flujo térmico promedio de mayor de alrededor de 10 kW/m^2 (tales como greater than about 10 kW/m^2 o greater than about 20 kW/m^2 o greater than about 30 kW/m^2 o greater than about 40 kW/m^2 , tales como desde alrededor de 10 kW/m^2 hasta alrededor de 150 kW/m^2 y casos similares).

15 **[0045]** Como opción, al menos una porción del precalentamiento (o precalentamiento completo) se produce en el, al menos uno, calentador que tiene calor proporcionado al menos parcialmente (o completamente) por calor generado por el reactor de negro de humo que está recibiendo la materia prima precalentada u otros reactores de negro de humo, o ambos casos. El, al menos uno, calentador puede estar en intercambio de calor con al menos una porción del reactor de negro de humo que está recibiendo la materia prima precalentada o reactores de negro de humo diferentes, o ambos casos. Por ejemplo, al menos un calentador puede hacer contacto con la corriente de reacción en un reactor de negro de humo, por ejemplo, aguas abajo de un enfriador, en donde el, al menos un, calentador puede tener un intercambiador de calor que tiene paredes calentadas por la corriente de reacción sobre un primer lado (por ejemplo, pared externa) de éste y que está en contacto con la materia prima formadora de negro de humo sobre el lado opuesto (por ejemplo, pared interna) de éste. Como opción, el, al menos uno, calentador puede incluir un intercambiador de calor que intercambia calor con la corriente de reacción en el reactor de reactor negro de humo, en donde un vehículo térmico que puede fluir que fluye a través del intercambiador de calor se calienta, y el vehículo térmico pasa a través del, al menos uno, calentador, colocado externo al reactor y que puede funcionar para transferir calor desde el vehículo térmico a la materia prima formadora de negro de humo. El, al menos uno, calentador puede calentarse al menos parcialmente (o completamente) de una fuente con gas residual de negro de humo (por ejemplo, calor proveniente del gas residual o calor generado por combustión de gas residual) del reactor de negro de humo o un reactor o reactores de negro de humo diferentes, o ambos casos, para calentar la materia prima formadora de negro de humo. El precalentamiento puede obtenerse parcial o completamente con el uso de uno o más calentadores de plasma u otros calentadores o fuentes de calor.

35 **[0046]** La introducción de la corriente de gas caliente al reactor puede incluir plasma que calienta una corriente de gas que pueda calentarse por plasma en un calentador de plasma para proporcionar al menos una porción de la corriente de gas caliente.

40 **[0047]** Un reactor de plasma de negro de humo puede utilizarse para recibir la materia prima formadora de negro de humo precalentada. Con el uso de materia prima precalentada y, opcionalmente, gas vehículo precalentado (tal como N_2 opcional con O_2 para controlar la reactividad), el método de calentamiento en el reactor puede ser del tipo sin combustión y combina el uso de precalentamiento directo de reactivos y el calentamiento con plasma a la temperatura de proceso requerida para formar negro de humo. El gas vehículo puede ser precalentado con el uso de tecnología de calentador de aire convencional y/o una de las configuraciones de calentador descritas en este documento para precalentar la materia prima. Una configuración similar puede utilizarse para el gas vehículo como una opción. Este método reduce el consumo eléctrico en comparación con el calentamiento solo con plasma, y puede reducir los costos de materia prima, reducir las emisiones de CO_2 , y/o el consumo de agua.

50 **[0048]** En la presente invención, una superficie no catalítica puede utilizarse sobre algunas o todas las paredes de contacto con la materia prima formadora de negro de humo del, al menos uno, calentador, y/o las paredes internas de la, al menos una, línea de suministro de materia prima que suministra la materia prima formadora de negro de humo precalentada a los reactores de negro de humo. La superficie puede ser no catalítica para el craqueo (por ejemplo, craqueo térmico) o de polimerización de hidrocarburos.

[0049] En la presente invención, el suministro puede incluir o ser la alimentación de la materia prima

formadora de negro de humo precalentada a través de la, al menos una, línea de suministro de materia prima que suministra a los reactores de negro de humo, y el método además puede incluir opcional y periódicamente la alimentación de un gas o varios gases de purga que pueden ser un agente oxidante del carbono a través de la, al menos una, línea de suministro de materia prima. La línea de suministro de materia prima que sale del, al menos uno, calentador, que calienta la materia prima puede tener un área de sección transversal (por ejemplo, diámetro) que es la misma, o diferente, de la línea de suministro que alimenta la materia prima al, al menos uno, calentador (por ejemplo, puede tener un área de sección transversal más grande o más pequeña).

[0050] En la presente invención, el suministro puede incluir la alimentación de la materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de la, al menos una, línea de suministro de materia prima que suministra a los reactores de negro de humo, y el método puede incluir la inyección de la materia prima formadora de negro de humo precalentada al reactor de negro de humo con la separación instantánea parcial (o completa) (por ejemplo, evaporación de la materia prima, por ejemplo, obtenida por descenso de la presión) de la materia prima formadora de negro de humo.

[0051] Con la presente invención, mediante el uso de uno o más pasos de limpieza o prevención del ensuciamiento descritos en este documento, la materia prima formadora de negro de humo precalentada y la corriente de gas caliente en el reactor de negro de humo pueden combinarse de modo de formar de manera continua negro de humo en el reactor durante al menos alrededor de 12 horas (por ejemplo, durante al menos 24 hours, durante al menos 48 hours, durante al menos 72 horas, durante al menos una semana, dos semanas, un mes o más).

[0052] Los presentes investigadores han reconocido que las materias primas hidrocarbonáceas calentadas a temperaturas que exceden alrededor de los 300 °C en la producción de negro de humo están en gran riesgo de ensuciamiento orgánico (por ejemplo, cocción y/o polimerización) de las líneas de suministro de materia prima y /o los calentadores que precalentarían la materia prima. Las líneas de suministro de materia prima pueden ser tuberías de acero u otras construcciones metálicas que pueden ser susceptibles a ensuciamiento orgánico o sus superficies internas. El ensuciamiento, si se deja sin revisar, puede producir la reducción significativa de la capacidad de flujo en las líneas de suministro de materia prima, y finalmente a tapar los tubos y los inyectoros del reactor.

[0053] El ensuciamiento ha sido identificado en el desarrollo de la presente invención como una barrera técnica principal de uso de las materias primas de alta temperatura en la producción de negro de humo. Sin desear vincularse con alguna teoría en particular, el ensuciamiento orgánico puede ser provocado en la materia prima de negro de humo a temperaturas altas de materia prima debido al menos a dos mecanismos de ensuciamiento: ebullición con formación de película y cocción inducida por asfaltenos. En el ensuciamiento por ebullición con formación de película, se cree que la materia prima se evapora y forma una película de vapor que puede bloquear la transferencia de calor (es decir, el flujo térmico crítico), en donde la película de vapor se sobrecalienta y provoca que se forme coque en las reacciones de pirolisis en fase vapor. Los asfaltenos normalmente se presentan como constituyentes en aceites crudos, y también están contenidos en parte en una variedad de materias primas de negro de humo en variadas concentraciones que poseerían riesgos de ensuciamiento en uso a alta temperatura (por ejemplo, > 300 °C). La cocción inducida por asfaltenos, se estima que los asfaltenos en la materia prima pueden sufrir pirolisis de fase líquida en donde los asfaltenos llegan a ser desestabilizados térmicamente a formas radicales cuando se exponen a temperaturas de craqueo térmico y se combinan para formar coque insoluble, de alto peso molecular. Las altas temperaturas de materia prima, por ejemplo, pueden provocar moléculas de cadena larga en la materia prima a craquearse, formando compuestos muy reactivos que polimerizan y ensucian. Si no se revisan, mayores temperaturas de la materia prima pueden tender a provocar que los asfaltenos en la materia prima se aglomeren y precipiten sobre el calentador de materia prima y las superficies de línea de suministro. Otros mecanismos de ensuciamiento orgánico pueden promoverse por operación de materia prima de alta temperatura, tal como la cocción catalítica que puede ser provocada por reacciones de craqueo térmico catalizadas por hierro o níquel de hidrocarburos, según el material de la línea de suministro de materia prima. La polimerización de las olefinas conjugadas de la materia prima (por ejemplo, promovida por metal, tal como hierro, níquel y elementos similares, sobre la superficie de tubo interno) también se estima que es causa potencial de cocción, según la química de la materia prima. El coque insoluble u otros agentes de ensuciamiento orgánico tales como se describieron antes, si se permite que se produzcan en un esquema de producción de negro de humo, se depositarían de la materia prima sobre las paredes internas de las líneas de suministro de materia prima, y los inyectoros del reactor y se acumularían para tapar las líneas, con lo cual se interrumpiría la producción de negro de humo para realizar mantenimiento y/o reparaciones. La presente invención combina enfoques contra el ensuciamiento con operación de materia prima de alta temperatura para reducir el riesgo de tal ensuciamiento inducido térmicamente de las líneas de materia prima que de otra manera evitarían la producción estable y sostenida de negro de humo.

[0054] Como lo determina la presente invención, se produce una señal de cocción cuando existe una rápida

caída de presión en la presión que deja el calentador durante la precalentamiento de la materia prima en comparación con la presión en la entrada del calentador. Por lo general, existe una caída de presión normal cuando se compara la presión a la entrada del calentador con la presión de la materia prima que sale del calentador que es provocada por la fricción de la materia prima en las líneas. Sin embargo, como se observó en el desarrollo de la presente invención, el descontrol en la caída de presión es señal de que es muy probable o que se producirá la cocción. En más detalle, una vez que se ha producido la operación en estado estacionario y que la materia prima está fluyendo a través del calentador en la velocidad o parámetros deseados, se establece una presión constante o casi constante para la materia prima que sale del calentador y, como se indicó antes, esta presión por lo general está por debajo de la presión de la entrada del calentador debido a las fuerzas de fricción con la materia prima. Sin embargo, cuando la película en la fase vapor se produce y la cocción está comenzando a producirse, se produce una caída de presión descontrolada o rápida en la presión de salida del calentador para la materia prima que sale de la salida del calentador. Un cambio de 2% o más en la caída de presión, una vez que se establece la operación en estado estacionario, puede ser una señal de que se está formando vapor y que producirá cocción. Una caída de presión abrupta de 2% o más, 3% o más, 5% o más, 7% o más, 10% o más, 15% o más, 20% o más, tales como 2% hasta 20% o más, es una señal de que el vapor está formando y que esto, con toda probabilidad, provocará cocción. Como un ejemplo más específico, se puede tener una presión de entrada de calentador de X para la materia prima que ingresa al calentador y, una vez que se ha alcanzado la operación en estado estacionario, la presión de la salida del calentador (a saber la presión de la materia prima que sale del calentador) puede tener una presión que va de X a (0,8)X, y esta presión durante las operaciones diferentes a la cocción, se mantendrá esencialmente a esta presión inferior durante las operaciones de estado estacionario. Si los parámetros del proceso de fabricación de negro de humo son modificados, entonces, por supuesto, la presión puede de nuevo cambiar debido al cambio en los parámetros. Sin embargo, en el ejemplo, se han alcanzado las operaciones de estado estacionario, y en consecuencia la presión que sale del calentador se mantendrá esencialmente con poca fluctuación. (+/- 0% hasta 1,9%). Durante las operaciones de estado estacionario, si la presión de la materia prima que sale del calentador (o la presión antes del ingreso al reactor de negro de humo) cae en más de 2%, tal como el porcentaje de caída indicado antes, esto sería una caída de presión abrupta, lo que significa que se está formando vapor en la línea de la materia prima y que probablemente resultará en una cocción. Los métodos de la presente invención proporcionan métodos para la producción de negro de humo que evitan la formación de película de vapor (por ejemplo, evita la formación de película de vapor que bloquea la transferencia) y/o la caída de presión abrupta, y una indicación clara de evitar la formación de la película de vapor es evitar una caída de presión abrupta como se indicó en este documento. Como ejemplo adicional, una caída de presión descontrolada durante las operaciones de estado estacionario puede ser un cambio de presión de 2% o más, que puede producirse en un lapso de 15 segundos a 1 hora, o 30 segundos a 30 minutos, o 1 minuto a 10 minutos, lo cual se evita por los métodos de la presente invención.

[0055] Las estrategias de control de ensuciamiento aplicadas a la fabricación de negro de humo de la presente invención pueden reducir o prevenir la tasa de coque u otro depósito de agente de ensuciamiento sobre las paredes internas de la línea de suministro de materia prima, retirar el coque depositado u otro agente de ensuciamiento, o ambos. Las tasas de ensuciamiento en las líneas de suministro de materia prima que producen las materias primas calentadas a temperaturas mayores de alrededor de 300 °C pueden reducirse o evitarse por uno o más de los siguientes enfoques: el uso de una presión de materia prima mayor, con el uso de una velocidad de materia prima mayor, disminuyendo la capacidad de flujo térmico de un calentador de materia prima, protegiendo las líneas de suministro de materia prima (que incluyen las contenidas en el calentador de la materia prima) con una capa de superficie de material no catalítico, disminuyendo el tiempo de residencia de la materia prima en secciones de alta temperatura, o cualquier combinación de estos enfoques. Como se indicó, el retiro del coque de las líneas de suministro de materia prima puede utilizarse como otro enfoque para el control de ensuciamiento en la presente invención. Los depósitos de coque, si se producen en la línea de suministro, pueden retirarse, por ejemplo, por purga periódica de las líneas de materia prima con un fluido o gas de purga, tal como un agente oxidante de carbono. Las líneas de materia prima pueden desconcharse o limpiarse mecánicamente para retirar el coque.

[0056] Para cualquier combinación de estos enfoques contra ensuciamiento que se utilizan, un objetivo puede ser minimizar la velocidad de ensuciamiento que se produce en la línea de suministro de materia prima (es decir, la tasa de depósito de coque menor que la velocidad de cualquier descoquización (retiro de coque) aplicada). La materia prima formadora de negro de humo precalentada puede introducirse continuamente en un reactor para formar negro de humo en el reactor en una manera estable sin interrupción (por ejemplo, sin líneas de suministro de materia prima tapadas por ensuciamiento) durante una duración, por ejemplo, de al menos alrededor de 12 horas, o al menos 18 horas, o al menos alrededor de 24 horas, o al menos alrededor de 30 horas, o más (por ejemplo, 12 horas hasta 8 meses o más, 12 horas hasta 6 meses, 12 horas hasta 3 meses, 20 horas hasta 1 mes). Los ahorros estimados de costos de materia prima para el proceso de la presente invención, tales como los basados sobre el modelado presentado en los ejemplos, están en

exceso de 10% cuando la materia prima es precalentada hasta 500 °C, y en exceso de 20% cuando la materia prima está precalentada hasta 700 °C, en el modo estable de operación proporcionado sin ensuciamiento de materia prima en comparación con una temperatura de materia prima convencional (por debajo de 300 °C). También existen otros dos beneficios de la presente invención. Uno es un mecanismo de aumento de rendimiento debido a la preformación de siembras en el proceso de pirolisis. Un segundo mecanismos de aumento de rendimiento se debe a la propia evaporación instantánea de la materia prima en el reactor de negro de humo sin gas circundante del enfriamiento. También, las estrategias contra el ensuciamiento de la presente invención no requieren aditivos químicos, que pueden ser costosos y/o incompatibles con el procesamiento del negro de humo o los productos.

[0057]

Como se indica, la materia prima puede calentarse a una temperatura mayor de alrededor de 300 °C, u otras temperaturas que exceden los 500 °C. con el uso de los enfoques de control de ensuciamiento presentes. La temperatura de la materia prima, que se debe a los avances de la presente invención, puede ser, por ejemplo, al menos 310 °C, al menos 350° C, al menos 375° C, al menos 400° C, al menos 425° C, al menos alrededor de 450°C, o al menos alrededor de 500°C, o al menos alrededor de 550°C, o al menos alrededor de 600°C, o al menos alrededor de 650°C, o al menos alrededor de 700°C, o al menos alrededor de 750°C, o al menos alrededor de 800°C, al menos 850° C, o desde alrededor de 305°C hasta alrededor de 850°C, o desde alrededor de 350°C hasta alrededor de 850°C, o desde alrededor de 450°C hasta alrededor de 750°C, o desde alrededor de 450°C hasta alrededor de 700°C, o desde alrededor de 500°C hasta alrededor de 750°C, o desde alrededor de 500°C hasta alrededor de 700°C. Esta temperatura de materia prima es la temperatura de la materia prima formadora de negro de humo exactamente después de la salida de los calentadores utilizados para precalentar la materia prima y/o justo antes de introducirse al reactor de negro de humo. La temperatura de la materia prima en este aspecto puede medir o detectarse en uno o más puntos a lo largo de la línea de suministro de materia prima desde el punto en el cual la temperatura de la materia prima ha sido elevada a un valor que excede alrededor de 300 °C en el extremo de descarga de la línea de suministro donde la materia prima es introducida al reactor. Esta línea de suministro de materia prima incluye cualquier longitud de tubería dentro del calentador de materia prima y después que la temperatura de la materia prima ha sido elevada a un valor que excede alrededor de 300 °C y antes del transporte en una porción de línea de suministro adicional que se extiende desde el calentador de materia prima al reactor. Como opción, la temperatura de la materia prima precalentada puede tener un valor mínimo absoluto en la línea de suministro de materia prima precalentada de no menos de 301 °C, y/o como opción, una variabilidad máxima de la temperatura en la línea de suministro de materia prima precalentada puede ser, por ejemplo, $\pm 20\%$, o $\pm 10\%$, o $\pm 5\%$, o $\pm 2,5\%$, o $\pm 1\%$, o $\pm 0,5\%$, que considera todos los puntos a lo largo de la línea de suministro de materia prima. Estas temperaturas de materia prima indicadas pueden utilizarse en combinación con varias variables del proceso de control de ensuciamiento indicadas en este documento.

[0058]

El control de ensuciamiento que utiliza la velocidad de la materia prima establecida, al menos en parte, puede incluir la alimentación de las materias primas a esta velocidad al calentador y/o a través del calentador que precalienta la materia prima y/o a través de la línea de suministro de materia prima al reactor. La velocidad puede ser, por ejemplo, al menos alrededor de 0,2 m/s, o al menos alrededor de 0,5 m/s, o al menos alrededor de 1 m/s, o al menos alrededor de 1,6 m/s, o al menos alrededor de 2 m/s, o al menos alrededor de 3 m/s, o desde alrededor de 0,2 m/s hasta alrededor de 10 m/s, o desde alrededor de 1 m/s hasta alrededor de 7 m/s, o desde alrededor de 1,5 m/s to 3 m/s, o desde alrededor de 2 m/s hasta alrededor de 6 m/s, o desde alrededor de 3 m/s hasta alrededor de 5 m/s. Las velocidad de la materia prima es una velocidad lineal relativa al eje longitudinal del tubo u otra estructura de la línea de suministro. La velocidad de la materia prima (primera velocidad) se mide en el punto de introducción al calentador que precalienta la materia prima. La velocidad de la materia prima a través del calentador y/o después de la salida de los calentadores puede ser igual o diferente de la primera velocidad y, por ejemplo, puede ser mayor (por ejemplo, al menos 1% mayor, al menos 2% mayor, al menos 3% mayor, al menos 5% mayor, al menos 7% mayor, al menos 10% mayor, al menos 100% mayor, al menos 200% mayor, tales como desde 1% hasta 300% mayor o desde 50% hasta 200% mayor y casos similares). La velocidad se mide o calcula en función de la densidad de la materia prima medid a 60 °C a 1 atm y en función del área de sección transversal más pequeña presente en la línea de materia prima que se mide. Esta línea de suministro de materia prima incluye cualquier longitud de tubería dentro del calentador de materia prima en y/o después de que la temperatura de la materia prima ha sido elevada a un valor que excede alrededor de 300 °C y antes del transporte en una porción de línea de suministro adicional que se extiende desde el calentador de materia prima al reactor. Por ejemplo, la velocidad de la materia prima puede tener un valor mínimo en la línea de suministro de materia prima de no menos de 0,2 m/s, y/o como opción, una variabilidad máxima de la velocidad de la materia prima en la línea de suministro de materia prima puede ser, por ejemplo, $\pm 20\%$, o $\pm 10\%$, o $\pm 5\%$, o $\pm 1\%$, o $\pm 0,5\%$, que considera todos los puntos a lo largo de la línea de suministro de materia prima.

[0059]

El control de ensuciamiento que utiliza la presurización de la materia prima, al menos en parte, puede

incluir la presurización de la materia prima formadora de negro de humo, por ejemplo, a una presión mayor de alrededor de 10 bar, o mayor de alrededor de 20 bar, o mayor de alrededor de 30 bar, o mayor de alrededor de 40 bar, o mayor de alrededor de 50 bar, o desde alrededor de 10 hasta alrededor de 180 bar, o desde alrededor de 20 hasta alrededor de 180 bar, o desde alrededor de 40 hasta alrededor de 180 bar, o desde alrededor de 50 hasta alrededor de 180 bar o más. Las presiones de la materia prima de la presente invención se especifican como presiones absolutas. La presión (primera presión) es la presión medida en el punto antes de introducción al calentador para precalentar. La presión a través del calentador o calentadores que precalienta la materia prima y/o después del punto o puntos de introducción al reactor puede ser la misma o diferente de la primera presión, tal como inferior a la primera presión (por ejemplo, al menos 1% inferior, al menos 2% inferior, al menos 3% inferior, al menos 5% inferior, al menos 7% inferior, al menos 10% inferior, al menos 15% inferior, al menos 20% inferior, tales como desde 1% hasta 25% inferior o desde 3% hasta 20% inferior y casos similares). Las mediciones manométricas deben ajustarse a valores absolutos en la manera conocida para realizar comparaciones en los intervalos presentados en este documento. La presión de la materia prima puede medir o detectarse en uno o más puntos a lo largo de la línea de suministro de materia prima desde el punto en el cual la temperatura de la materia prima ha sido elevada a un valor que excede alrededor de 300 °C hasta el extremo de descarga de la línea de suministro donde la materia prima es introducida al reactor. Esta línea de suministro de materia prima incluye cualquier longitud de tubería dentro del calentador de materia prima en y/o después de que la temperatura de la materia prima ha sido elevada a un valor que excede alrededor de 300 °C y antes del transporte en una porción de línea de suministro adicional que se extiende desde el calentador de materia prima al reactor. La presión puede tender directamente con la temperatura de materia prima para control de ensuciamiento. Por ejemplo, una presión de materia prima de 10 bar puede ser adecuada para controlar el ensuciamiento a una temperatura de materia prima de 300 °C, mientras que la presión de más de 10 bar, tal como 20 bar o más, puede ser más útil para proporcionar el mismo nivel de control de ensuciamiento si la temperatura de la materia prima se aumenta a 500°C, con todas las otras cosas igual.

[0060] Puede utilizarse el control de ensuciamiento con el uso de un tiempo de residencia de la materia prima total corto. El tiempo de residencia de la materia prima total puede ser el tiempo combinado que transcurre en el, al menos uno, calentador para el precalentamiento que incluye el tiempo que la materia prima formadora de negro de humo precalentada tarda antes de la introducción al reactor. El tiempo de residencia total puede ser, por ejemplo, menor de alrededor de 120 minutos, o menos de alrededor de 90 minutos, o menos de alrededor de 60 minutos, o menos de alrededor de 45 minutos, o menos de alrededor de 30 minutos, o menos de 15 minutos, o menos de 10 minutos, o menos de 5 minutos, o menos de 4 minutos, o menos de 3 minutos, o menos de 2 minutos, o menos de 1 minute, o menos de 30 seconds, o menos de 15 segundos, o desde alrededor de 1/60 de minuto hasta alrededor de 120 minutos, o desde alrededor de 0,5 minutos hasta alrededor de 120 minutos, o desde alrededor de 1 minute hasta alrededor de 90 minutos, o desde alrededor de 2 minutos hasta alrededor de 60 minutos, o desde alrededor de 3 minutos hasta alrededor de 45 minutos, o desde alrededor de 4 minutos hasta alrededor de 30 minutos, o desde 5 hasta 30 minutos, o desde 5 hasta 40 minutos, o desde 20 hasta 30 minutos, o desde alrededor de 5 minutos hasta alrededor de 15 minutos. El tiempo de residencia puede ser un valor promedio o un valor máximo o un valor mínimo. El tiempo de residencia de la materia prima puede determinarse desde el punto en el cual la temperatura de la materia prima ha sido elevada a un valor que excede alrededor de 300 °C hasta el punto donde la materia prima es introducida al reactor. El tiempo de residencia puede tender inversamente con la temperatura de la materia prima. Por ejemplo, un tiempo de residencia de la materia prima de hasta alrededor de 120 minutos puede ser tolerado sin problemas de ensuciamiento a una temperatura de materia prima de 310 °C, mientras que el tiempo de residencia puede reducirse preferiblemente a menos de 120 minutos para proporcionar el mismo nivel de control de ensuciamiento si la temperatura de la materia prima se aumenta a 500°C, con todas las otras cosas igual.

[0061] El control de ensuciamiento durante el precalentamiento de la materia prima, por ejemplo, en un calentador de materia prima, puede incluir el uso de un calentador que funciona a un flujo térmico promedio, por ejemplo, mayor de alrededor de 10 kW/m², o mayor de alrededor de 20 kW/m², o mayor de alrededor de 30 kW/m², o mayor de alrededor de 50 kW/m², o mayor de alrededor de 100 kW/m², o desde alrededor de 10 kW/m² hasta alrededor de 150 kW/m² (o más), o desde alrededor de 20 hasta alrededor de 150 kW/m², o desde alrededor de 30 hasta alrededor de 100 kW/m², o desde alrededor de 40 hasta alrededor de 75 kW/m², o desde alrededor de 50 hasta alrededor de 70 kW/m². La operación a un flujo térmico mayor puede observarse como una medida de control de ensuciamiento, debido a que el flujo térmico mayor resultante en la materia prima formadora de negro de humo para calentar más rápido y/o permitir un tiempo de residencia más corto en el calentado debido a que menos tiempo es necesario para alcanzar la temperatura de precalentamiento destinada.

[0062] El control de ensuciamiento que utiliza una superficie no catalítica para el craqueo (por ejemplo, craqueo térmico) y/o la polimerización de hidrocarburos sobre las paredes internas en contacto con la materia prima de la

línea de suministro de materia prima, al menos en parte, puede incluir, por ejemplo, una o más capas de forro protector, tal como capa de cerámica (por ejemplo, sílice, alúmina, óxido de cromo).

[0063]

El control de ensuciamiento que utiliza alimentación en línea periódica de un gas de purga a través de la línea de suministro de materia prima puede incluir la inyección de un agente oxidante del carbono (por ejemplo, CO₂, oxígeno, vapor, mezclas de vapor y aire) a la línea de suministro de materia prima en un punto o puntos accesibles a lo largo de la línea de la materia prima. El gas de purga puede ser introducido a una temperatura de 150 °C o mayor o exceder los 300 °C aguas abajo de cualquier medio de bombeo de materia prima líquida. La velocidad del vapor a través de la línea de purga puede ser, por ejemplo, al menos alrededor de 6 m/s. Cualquier porción estancada de materia prima puede ser eliminada de modo que la purga sople de inmediato toda la materia prima al reactor. El gas de purga puede introducirse aguas arriba de un calentador de materia prima para asegurar adicionalmente que todas las líneas de suministro expuestas a las temperaturas del proceso que exceden los 300 °C son tratadas.

[0064]

Como se indica, el control de ensuciamiento por retiro de coque de las líneas de materia prima puede incluir, por ejemplo, desenconchado o raspado mecánico. El desenconchado, por ejemplo, puede involucrar el enfriamiento de una tubería en línea con una capa de coque de modo que al menos algo del coque depositado sobre el interior de la tubería que separa en hojuelas o de otra manera se suelta de las paredes internas del tubo debido a que el tamaño del tubo se contrae durante el enfriamiento. El coque suelto puede retirarse al limpiar la tubería, y el tubo desenconchado está listo para uso de nuevo. Durante el desenconchado, la materia prima puede ser desviada del tubo a ser desenconchado, por ejemplo por el uso de válvulas, a través de una línea o líneas conectadas alternas al reactor proporcionadas en el aparato. Una vez limpio, la tubería desenconchada está lista para usarse de nuevo. Otro método de limpieza de coque depositado de las tuberías de materia prima puede involucrar el movimiento de un raspador mecánico a través del tubo para retirar mecánicamente el coque del interior de los tubos. Durante el raspado mecánico, la materia prima puede ser desviada del tubo a ser desenconchado, por ejemplo por el uso de válvulas, a través de una línea o líneas conectadas alternas al reactor proporcionadas en el aparato, durante el tiempo que la tubería se saque para para limpieza está temporalmente fuera de servicio. El desenconchado o el raspado mecánico, si se utiliza, puede ser realizado periódicamente sobre las líneas de suministro de materia prima.

[0065]

La materia prima formadora de negro de humo que puede ser procesada a altas temperaturas con control de ensuciamiento que utiliza la presente invención en general puede incluir cualquier materia prima de aceite o líquido hidrocarburo útil para la producción de negro de humo. Las materias primas líquidas adecuadas incluyen, pero no se limitan a, hidrocarburos insaturados, hidrocarburos saturados, olefinas, aromáticos y otros hidrocarburos tales como querosenos, naftalenos, terpenos, alquitrán de etileno, alquitrán de hulla, residuos del craqueador y material cíclico aromático, o cualquier combinación de estos. Las materias primas pueden ser, por ejemplo, aceite decantado, producto de alquitrán de hulla, residuos del craqueador de etileno, aceite que contiene asfaltenos, o cualquier combinación de estos. El tipo de materia prima puede afectar el comportamiento del ensuciamiento. La química puede variar entre diversos tipos de materia prima y/o dentro de una clase de materia prima. En función de la experiencia y de la evaluación de laboratorio, el aceite decantado, aceite del coquizador, alquitranes de hulla y los residuos del craqueador de etileno, todos pueden ensuciar a diversas temperaturas arriba de alrededor de 300 °C. Los residuos del craqueador de etileno (ECR), por ejemplo, pueden tener un contenido relativamente alto de asfaltenos. Otras clases de materia prima también pueden contener asfaltenos y/o tener química relacionada con otros mecanismos de ensuciamiento.

[0066]

El contenido de asfaltenos de la materia prima puede oscilar, por ejemplo, desde 0% hasta alrededor de 30% en peso, o al menos alrededor de 0,5% en peso, o al menos alrededor de 1% en peso, o al menos alrededor de 2% en peso, o al menos alrededor de 3% en peso, o desde alrededor de 1% hasta alrededor de 10% en peso, o desde alrededor de 2% hasta alrededor de 7,5% en peso, o desde alrededor de 2,5% hasta alrededor de 5% en peso, basdo sobre el peso total de materia prima. La materia prima puede tener un punto de ebullición inicial que va, por ejemplo, desde alrededor de 160 °C hasta alrededor de 500 °C, o desde alrededor de 180 °C hasta alrededor de 450 °C, o desde alrededor de 200 °C hasta alrededor de 400 °C, o desde 225 °C hasta alrededor de 350 °C. El punto de ebullición inicial se refiere a la temperatura a la cual el primer componente de la materia prima (de la materia prima) se evapora. La materia prima puede tener un punto de ebullición de intervalo intermedio que va, por ejemplo, desde alrededor de 380 °C hasta alrededor de 800 °C, o desde alrededor de 400°C hasta alrededor de 500°C, o desde alrededor de 425°C hasta alrededor de 475°C, o desde 440°C hasta alrededor de 460°C. El punto de ebullición de intervalo intermedio se refiere a la temperatura a la cual 50% de los componentes de la materia prima se han evaporado. La materia prima puede tener un punto de ebullición final que va, por ejemplo, desde alrededor de 600 °C hasta alrededor de 900 °C, o desde alrededor de 625°C hasta alrededor de 725°C, o desde alrededor de 650°C hasta alrededor de 700°C, o desde 670°C hasta alrededor de 690°C. El punto de ebullición final se refiere a la temperatura a la cual 100% de los componentes de la materia prima se han evaporado. Otros puntos iniciales, de intervalo intermedio o finales pueden aplicarse, según la

escogencia y química de la materia prima.

[0067] Intervalos ejemplos de combinaciones de las variables del proceso de control de ensuciamiento se presentan en la tabla 1.

Tabla 1

Comb. No.	1	2	3	4	5	6	7
Temp de precalentamiento., °C	>300	360-850	>450	>300	360-700	450-700	400-600
Tiempo de residencia max. (1), minutos	120	120 - 1/60	120 - 1/60	45	40 - 5	30 - 5	35 - 10
Velocidad (2) min, m/s	0,2	0,2	0,2	1	1,6	1,6	1,6
Presión (3), bar	>10	>20	20-180	>10	>20	30-180	30-120
Promedio flujo térmico, kW/m ²	>10	>20	20-150	>10	>20	20-150	25-100
Tipo de MP		Aceite decantado, productos de alquitrán de hulla, ECR, aceites que contienen asfaltenos					
		Punto de ebullición inicial	Punto de ebullición de intervalo intermedio			Punto de ebullición final	
Temperatura de ebullición de la MP, °C		160-500	380 – 800			600-900	
Mecanismos de cocción:		Ebullición con formación de película		Pirolisis de fase líquida			Catalítico
Mitigación		Presión, velocidad, flujo térmico		Temperatura, tiempo de residencia, presión			Pasivación de la superficie
Retiro de coque		Descoquización: vapor o vapor/aire; desenconchado (en línea); mecánico (fuera de línea)					

5

(1) Materia prima precalentada antes del reactor

(2) A través de del calentador basado sobre las condiciones de prueba de 60 °C a 1 atm

(3) antes del calentador

[0068] En vista de lo antes descrito y otra guía proporcionada en este documento, combinaciones adecuadas de variables del proceso para proporcionar control de ensuciamiento de las líneas de suministro de materia prima precalentada puede determinarse de manera directa por un conocedor de la técnica.

10

[0069] Los métodos de la presente invención pueden utilizarse con los reactores de negro de humo de tipo horno con adaptaciones y modificaciones tales como las presentadas en este documento. Los métodos de la presente invención pueden practicarse, por ejemplo, en forma modular, también referida como reactor tipo horno para negro de

humos «por etapas». Los reactores tipo horno por etapas que pueden adaptarse o modificarse para practicar la presente invención se presentan, por ejemplo, en las Patentes de los Estados Unidos n.º 3.922.335; 4.383.973; 5.190.739; 5.877.250; 5.904.762; 6.153.684; 6.156.837; 6.403.695; y 6.485.693 B1, todas las cuales se incorporan en este documento como referencia. El control de ensuciamiento proporcionado por la presente invención puede permitir, como opción, al menos una porción del precalentamiento de materia prima a ser llevada a cabo por calentamiento de la materia prima con calor generado por el reactor tipo horno desde una o más ubicaciones del reactor. Este beneficio se ilustra en los siguientes análisis en referencia a varias figuras.

[0070] La presente invención está relacionada también con un aparato para la producción de negro de humo. El aparato o sistema incluye:

un reactor para combinar una corriente de gas caliente y al menos una materia prima formadora de negro de humo para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en el reactor;

al menos una línea de suministro de materia prima para el suministro de materia prima formadora de negro de humo a al menos un punto de entrada de materia prima al reactor para combinar la materia prima con la corriente de gas caliente;

, al menos un calentador de materia prima que puede funcionar para precalentar la materia prima formadora de negro de humo suministrada en la, al menos una, línea de suministro de materia prima a una temperatura de al menos alrededor de 300 °C;

al menos una bomba que puede funcionar para presurizar la materia prima formadora de negro de humo a una presión mayor que alrededor de 10 bar antes de precalentar la materia prima a alrededor de 300 °C, o b) y la provisión de una velocidad de materia prima en el calentador de materia prima de al menos alrededor de 0,2 m/s, o ambas características; y

un enfriador para enfriar el negro de humo en la corriente de reacción.

[0071] El aparato se puede operar para proporcionar un tiempo de residencia para la materia prima en el, al menos uno, calentador de materia prima y la, al menos una, línea de suministro de materia prima antes de la entrada al reactor para la materia prima precalentada a al menos alrededor de 300 °C en un tiempo que es menos de alrededor de 120 minutos.

[0072] El, al menos uno, calentador de materia prima puede ser como el establecido antes y puede ser o incluir un intercambiador de calor que puede funcionar para calentar la materia prima formadora de negro de humo a un flujo térmico promedio mayor de alrededor de 10 kW/m².

[0073] El, al menos uno, calentador de materia prima puede ubicarse dentro del reactor para que pueda ponerse en contacto con la corriente de reacción que puede funcionar para calentar la materia prima a una temperatura de al menos alrededor de 300 °C, tal como al menos 370 °C. El, al menos uno, calentador de materia prima puede ubicarse en contacto (directa o indirectamente) con al menos una porción del reactor que puede funcionar para calentar la materia prima a una temperatura de al menos alrededor de 300 °C, tal como al menos 370 °C. El, al menos uno, calentador de materia prima puede ser o incluir un intercambiador de calor ubicado dentro del reactor aguas abajo del enfriador, en donde el intercambiador de calor incluye paredes adaptadas para ser calentadas por la corriente de reacción en un primer lado de éste y adaptadas para ser puestas en contacto con la materia prima en el lado opuesto de éste antes de que la materia prima se suministre a la, al menos una, línea de suministro de materia prima, en donde la materia prima puede calentarse a una temperatura, de al menos alrededor de 300 °C, tal como al menos 370 °C en el intercambiador de calor. El aparato incluye al menos un intercambiador de calor para un vehículo térmico que puede fluir ubicado dentro del reactor a ser puesto en contacto con la corriente de reacción, y el, al menos uno, calentador de materia prima es externo al reactor y puede funcionar para intercambiar calor del vehículo térmico que puede fluir que ha salido del intercambiador de calor con la materia prima en el calentador de materia prima para calentar la materia prima hasta una temperatura de al menos 300 °C, tal como al menos 370 °C. El, al menos uno, calentador de materia prima puede funcionar para intercambiar calor desde una corriente de gas residual de un reactor (un reactor que recibe la materia prima precalentada o una diferente) para calentar la materia prima a una temperatura de al menos alrededor de 300 °C, tal como al menos 370 °C. El aparato puede incluir un calentador de plasma que puede funcionar para calentar una corriente de gas que puede calentarse por plasma para proporcionar al menos una porción de la corriente de gas caliente. El aparato puede incluir superficie no catalítica sobre algunas o todas las paredes de contacto con la materia prima del calentador de materia prima y/o las paredes internas de contacto con la materia prima de la, al menos una,

línea de suministro de materia prima, en donde la superficie no es catalítica para el craqueo térmico o polimerización de hidrocarburos. El aparato puede incluir revestimiento de cerámica no catalítico sobre las paredes de contacto con la materia prima del calentador de materia prima y/o las paredes internas de contacto con la materia prima de la, al menos una, línea de suministro de materia prima. El aparato puede incluir al menos una fuente de gas de purga, tal como un agente oxidante de carbono y al menos un punto de entrada de gas de purga sobre la, al menos una, línea de suministro de materia prima que puede funcionar para purgar de manera periódica la, al menos una, línea de suministro de materia prima con el gas de purga. El reactor puede funcionar para combinar la materia prima y la corriente de gas caliente para formar continuamente negro de humo en el reactor durante al menos alrededor de 12 horas.

[0074] Como ejemplo, la figura 1 presenta una porción de un tipo de reactor de negro de humo tipo horno que puede utilizarse en un proceso de la presente invención para producir negros de humo en donde al menos una porción del precalentamiento incluye el calentamiento de una materia prima formadora de negro de humo con la corriente de reacción en el reactor para calentar la materia prima a una temperatura mayor de alrededor de 300 °C. Uno o más de los enfoques de control de ensuciamiento indicados se aplica al esquema de proceso presentado en la figura 1 para apoyar el uso de tal materia prima precalentada.

[0075] En referencia a la figura 1, el negro de humo de la presente invención puede producirse en un reactor de negro de humo tipo horno 2, que tiene una zona de combustión 10, que tiene una zona opcional de diámetro de convergencia, 11, una o unas zonas de inyección de materia prima 12, y una o unas zonas de reacción 13. Una primera zona de enfriamiento 14 sigue después de la zona de reacción 13. Los diámetros y longitudes útiles de estas diversas zonas que pueden utilizarse pueden seleccionarse con relación a las patentes indicadas antes incorporadas como referencia. Para producir los negros de humo, los gases de combustión calientes son generados en la zona de combustión 10, por reacción de un combustible gaseoso o líquido con un agente oxidante adecuado tal como aire, oxígeno, mezclas de aire y oxígeno o mezclas similares. Entre los combustibles adecuados para usar en la reacción con la corriente de agente oxidante en la zona de combustión 10, para generar los gases de combustión calientes se incluyen cualquiera de las corrientes de líquido, vapor o gas fácilmente combustibles tales como gas natural, hidrógeno, monóxido de carbono, metano, acetileno, alcoholes o queroseno. Sin embargo, se prefiere en general utilizar combustibles que tengan un alto contenido de componentes con carbono y, en particular, hidrocarburos. La relación estequiométrica de aire a gas natural utilizada para producir los negros de humo de la presente invención puede ir desde alrededor de 0.6:1 hasta infinito o desde alrededor de 1:1 (relación estequiométrica) hasta infinito. Para facilitar la generación de los gases de combustión calientes, la corriente de agente oxidante puede ser precalentada. La corriente de gas de combustión caliente fluye aguas abajo desde las zonas 10 y 11 a las zonas 12 y 13, y luego 14. La dirección del flujo de los gases de combustión calientes se presenta en la figura 1 por la flecha. La materia prima formadora de negro de humo 15 se introduce en el punto 16 ubicado en la zona 12. La materia prima puede introducirse a través de una o unas sondas, radialmente hacia adentro a través de un conjunto de aberturas ubicadas en la pared de la zona 12 en el punto 16, o una combinación de los dos. La materia prima puede introducirse axial o radialmente a través de una o unas sondas insertadas axialmente a través del quemador en cualquier parte en las zonas 11, 12 y/o 13 (operación tipo aguja). Adecuadas para usar en este documento como los tipos de materias primas hidrocarburo formadora de negro de humo que pueden ser fácilmente volatilizables bajo condiciones de la reacción, incluyen las materias primas indicadas previamente. Las puntas del reactor/quemador pueden ser más susceptibles a erosión a altas temperaturas de materia prima. Los materiales tales como aleación metálica STELLITE® 6, por ejemplo, pueden utilizarse para extender la vida de la punta.

[0076] Como se presenta en la figura 1, la materia prima formadora de negro de humo 15 se precalienta a una temperatura mayor de alrededor de 300 °C antes de que ingrese al reactor 2. La materia prima formadora de negro de humo precalentada se suministra en al menos una línea de suministro de materia prima 17a, al menos un, punto de entrada de materia prima 16 al reactor 2. En el ingreso, la materia prima se combina con la corriente de gas caliente para formar una corriente de reacción en la cual el negro de humo se forma en el reactor. El negro de humo en la corriente de reacción puede ser enfriado en una o más zonas. Por ejemplo, en la ubicación de templado 18 de la zona de enfriamiento 14, el fluido de templado se inyecta, el cual puede incluir agua, y que puede utilizarse para detener completa o en esencial completamente la pirolisis de la materia prima formadora de negro de humo, o solo enfriar parcialmente la materia prima sin detener la pirolisis seguida por un templado secundario (no presentado) para detener la pirolisis de la materia prima formadora de negro de humo.

[0077] Como también se presenta en la figura 1, el calentador de materia prima puede incluir un intercambiador de calor 19 (HXR), que puede tener paredes de calentador (no presentadas), tal como las utilizadas en diseños de intercambiador de calor conocidos, calentadas por la corriente de reacción sobre un primer lado de éste y el contacto de la materia prima sobre un lado opuesto de éste antes de que la materia prima se suministre a la, al menos

una, línea de suministro de materia prima. Como se indica, la materia prima se calienta en el intercambiador de calor a una temperatura mayor de alrededor de 300 °C. Aunque se presenta el arreglo aguas abajo de un enfriador, el intercambiador de calor de materia prima puede ubicarse aguas arriba del enfriador en la corriente de reacción, con tal que el calentador tenga una construcción que pueda tolerar y funcionar a temperaturas de preenfriamiento mayores dentro del reactor. El calentador de materia prima puede arreglarse para que esté en contacto físico con al menos una porción del reactor, por ejemplo, como un serpentín o tubería alojada dentro, o contra, y en contacto con una o unas paredes calientes del reactor, para calentar la materia prima a una temperatura mayor de alrededor de 300 °C. Aunque no se presenta en la figura 1, el intercambiador de calor puede opcionalmente calentar la materia prima a una temperatura intermedia (por ejemplo, arriba de 250 °C o 50 °C hasta 350 °C, u otras temperaturas por debajo de la temperatura precalentada objetivo) o utilizarse para obtener la temperatura de precalentamiento arriba de 300 °C, y luego un intercambiador de calor adicional o calentador externo o interno al reactor puede utilizarse para calentar hasta la temperatura de precalentamiento final.

[0078] La corriente de reacción dentro del reactor puede tener una temperatura en el templado, por ejemplo, desde alrededor de 600 °C hasta alrededor de 2000 °C, o desde alrededor de 800 °C hasta alrededor de 1800 °C, o desde alrededor de 1000 °C hasta alrededor de 1500 °C, u otras altas temperaturas que reflejen una reacción exotérmica extrema que es generada en el reactor tipo horno. La presente invención puede proporcionar intercambio de calor para la materia prima con alta cantidad de calor exotérmico generado por las reacciones en el reactor sin problemas de ensuciamiento que surjan en las líneas de suministro de materia prima. La presente invención por tanto puede hacerse factible para mejorar la recuperación de energía y ahorrar costos de materias primas en comparación con la producción de negro de humo convencional que funciona a temperaturas de materia prima muy inferiores.

[0079] Como también se presenta en la figura 1, al menos una bomba 20 puede instalarse en línea sobre la línea de la materia prima aguas arriba del calentador de materia prima 19 utilizado para elevar la temperatura de la materia prima a un valor que excede los 300 °C. La bomba puede utilizarse para presurizar la materia prima antes de ingresar al calentador de materia prima. En esa manera, la materia prima puede ya presurizar en el momento en que la temperatura de la materia prima se aumenta a valores elevados donde los problemas de ensuciamiento en la línea de suministro de materia prima de otra manera surgirían en ausencia de la presurización u otras soluciones de control de ensuciamiento indicadas. Debido a que la materia prima normalmente puede experimentar una caída de presión durante el paso a través del calentador de materia prima bajo condiciones de operación normal (por ejemplo, una caída de presión de 0 hasta alrededor de 20 bar), según, por ejemplo, del diseño del intercambiador de calor y el modo de operación, cualquier presurización aplicada a la materia prima como una medida de control de ensuciamiento debe compensarse con respecto a cualquier caída de presión que pueda ocurrir o se espera que suceda en el intercambiador de calor de materia prima, así como cualquier otra caída de presión que se produzca o puede esperarse que ocurra en las tuberías de la línea de suministro u otros conductos utilizados para el transporte de la materia prima precalentada al reactor, particularmente si es necesario mantener la presión de la materia prima dentro de un valor de intervalo prefijado. Aunque solo se ilustran en la figura 1 una sola línea de suministro de materia prima y punto de inyección de materia prima en el reactor, y en otras figuras del presente documento, para simplificar las ilustraciones, se entiende que varias líneas de suministro de materia prima y puntos de inyección en el reactor pueden utilizarse en los cuales también pueden aplicarse los controles de ensuciamiento.

[0080] Después que se enfría la mezcla de los gases de combustión calientes y la materia prima formadora de negro de humo, los gases enfriados pasan aguas abajo hacia cualquier paso de enfriamiento y separación convencional con el cual se recupera el negro de humo. La separación del negro de humo de la corriente de gas puede ser fácilmente llevada a cabo por dispositivos convencionales tales como un precipitador, separador ciclónico o filtro de bolsas. Con respecto al enfriamiento por completo de las reacciones para formar el producto final de negro de humo, cualquier proceso convencional que enfríe la reacción aguas abajo del ingreso de la materia prima formadora de negro de humo puede utilizarse y es conocido por los expertos en la técnica. Por ejemplo, puede inyectarse un fluido de enfriamiento que puede ser agua u otros fluidos adecuados para detener la reacción química.

[0081] La figura 2 presenta una porción de otro clase de reactor tipo horno de negro de humo que puede utilizarse en un proceso de la presente invención para producir negros de humo en donde al menos una porción del precalentamiento incluye la puesta en contacto de un intercambiador de calor 21 con la corriente de reacción en el reactor en donde un vehículo o medio térmico que puede fluir 28, tal como vapor o nitrógeno, que fluye a través del intercambiador de calor es calentado en el reactor, y el vapor calentado (por ejemplo, vapor sobrecalentado) luego pasa del intercambiador de calor y el reactor y es transportado a un calentador de materia prima 22 separado ubicado fuera del reactor donde puede funcionar para intercambiar calor con la materia prima en el calentador de materia prima para calentar la materia prima a una temperatura mayor de alrededor de 300 °C, tal como 370 °C o mayor.

[0082] La figura 3 presenta una porción de otra clase de reactor de negro de humo tipo horno que puede utilizarse en un proceso de la presente invención para producir negros de humo en donde al menos una porción del precalentamiento incluye la puestea en contacto de un calentador de materia prima²³ con gas residual que ha salido del reactor para calentar la materia prima en el calentador de materia prima a una temperatura mayor de alrededor de 300 °C (o al menos parcialmente a la temperatura objetivo).

[0083] La figura 4 presenta otra clase de reactor de negro de humo tipo horno que puede utilizarse en un proceso de la presente invención en donde la corriente de gas caliente además incluye al menos en parte o por completo un gas caliente 24 que ha sido calentado al menos en parte o por completo con el uso de un calentador de plasma 25. El calentamiento por plasma del gas puede llevarse a cabo, por ejemplo, de acuerdo con métodos conocidos por aquellos conocedores de la técnica. Una antorcha de plasma puede utilizarse, por ejemplo, tal como se presenta en la Patente de los Estados Unidos n.º 5.486.674, cuya revelación en su totalidad se incorpora en este documento como referencia, y puede hacerse referencia al calentamiento de plasma presentado en las Patentes de los Estados Unidos n.º 4.101.639 y 3.288.696, cuyas revelaciones en su totalidad se incorporan en este documento como referencia.

[0084] Como también se presenta en la figura 4, la materia prima puede calentarse indirectamente por un medio térmico (por ejemplo, vapor) que ha intercambiado calor con la corriente de reacción en el intercambiador de calor 26 en el reactor, o alternativamente, la materia prima puede ser calentada directamente en el intercambiador de calor 26 en el reactor como se presenta en las líneas de guiones.

[0085] El diseño del intercambiador de calor utilizado para el precalentamiento de la materia prima, en o fuera del reactor, en estos diversos esquemas de proceso de la presente invención pueden tener cualquier diseño convencional de intercambiador de calor, tal como carcasa y tubos, carcasa y serpentín, placas y marcos y diseños similares. Cuando el intercambiador de calor tiene una configuración de serpentín en línea, pueden utilizarse la tubería y codos *schedule 80*, por ejemplo, para el serpentín en línea para prevenir problemas de corrosión y erosión. También, puede utilizarse una separación constante entre tubos en la construcción de tubería de serpentín en línea y el serpentín puede utilizarse en toda la sección transversal del colector principal de gas de chimenea. Los coeficientes de la transferencia de calor para los serpentines en línea pueden variar significativamente para grados diferentes y plantas diferentes.

[0086] También, cualquiera de las materias primas para los esquemas y métodos de proceso descritos puede contener materiales o composiciones adicionales que son comúnmente utilizadas para elaborar negro de humo convencional. El método de la presente invención puede además incluir la introducción de al menos una sustancia que es o que contiene al menos un elemento del Grupo IA y/o Grupo IIA (o ión de éste) de la tabla periódica. La sustancia que contiene al menos un elemento del Grupo IA y/o Grupo IIA (o ión de éste) contiene al menos un metal alcalino o metal alcalinotérreo. Ejemplos incluyen el litio, sodio, potasio, rubidio, cesio, francio, calcio, bario, estroncio o radio, o combinaciones de estos. Cualquier mezcla de uno o más de estos componentes puede estar presente en la sustancia. La sustancia puede ser un sólido, solución, dispersión, gas o cualquier combinación de estos. Puede utilizarse más de una sustancia que tenga el mismo o diferente metal del Grupo IA y/o Grupo IIA (o ión de éste). Si se utilizan varias sustancias, las sustancias pueden añadirse juntas, por separado, en secuencia, o en ubicaciones de reacción diferentes. Para los fines de la presente invención, la sustancia puede ser el metal (o ión metálico) en sí mismo, un compuesto que contenga uno o más de estos elementos, que incluye una sal que contenga uno o más de estos elementos o casos similares. La sustancia puede ser capaz de introducir un metal o ión metálico en la reacción que está en proceso para formar el producto de negro de humo. Para los fines de la presente invención, la sustancia que contenga al menos un metal del Grupo IA y/o Grupo IIA (o ión de éste), si se utiliza, puede introducirse en cualquier punto en el reactor, por ejemplo, antes del enfriamiento completo. Por ejemplo, la sustancia puede añadirse en cualquier punto antes del enfriamiento completo, que incluye antes del ingreso de la materia prima formadora de negro de humo en una primera etapa de reacción, durante la introducción de la materia prima formadora de negro de humo en una primera etapa de reacción, después de la introducción de la materia prima formadora de negro de humo en una primera etapa de reacción, antes, durante o inmediatamente después de la introducción de cualquier segunda materia prima formadora de negro de humo; o cualquier paso después del ingreso de la segunda materia prima formadora de negro de humo pero antes de completar el enfriamiento. Puede utilizarse más de un punto de ingreso de la sustancia.

[0087] La cantidad del metal del Grupo IA y/o Grupo IIA (o ión de éste) que contiene la sustancia, si se utiliza, puede ser cualquier cantidad siempre que pueda formarse un producto de negro de humo. Las sustancias pueden añadirse en una cantidad de modo que 200 ppm o más del elemento del Grupo IA o ión y/o elemento del Grupo IIA (o ión de éste) esté presente en el producto de negro de humo finalmente formado. Otras cantidades incluyen desde alrededor

de 200 ppm hasta alrededor de 20000 ppm o más y otros intervalos pueden ser desde alrededor de 500 ppm hasta alrededor de 20000 ppm, o desde alrededor de 1000 ppm hasta alrededor de 20000 ppm, o desde alrededor de 5000 ppm hasta alrededor de 20000 ppm, o desde alrededor de 10000 ppm hasta alrededor de 20000 ppm, o desde alrededor de 300 ppm hasta alrededor de 5000 ppm, o desde alrededor de 500 ppm hasta alrededor de 3000 ppm, o desde alrededor de 750 ppm hasta alrededor de 1500 ppm, del elemento del Grupo IA y/o Grupo IIA (o ión de éste) presente en el producto de negro de humo que se forma. Estos niveles pueden referirse a la concentración del ión metálico. Estas cantidades del elemento del Grupo IA y/o Grupo IIA (o ión de éste) presente en el producto de negro de humo que se forma pueden estar relacionadas con un elemento o más de un elemento del Grupo IA y/o Grupo IIA (o ión de éste) y en consecuencia sería una cantidad combinada de los elementos del Grupo IA y/o Grupo IIA (o ión de éste) presentes en el producto de negro de humo que se forma. En consecuencia, estas cantidades pueden aplicarse al contenido solo del elemento/ión del Grupo IA o al elemento/ión del Grupo IIA. La sustancia puede añadirse en cualquier manera. La sustancia puede añadirse en la misma manera que se introduce la materia prima formadora de negro de humo. La sustancia puede añadirse como gas, líquido o sólido o cualquier combinación de estos. La sustancia puede añadirse en un punto o varios puntos y puede añadirse como una sola corriente o varias corrientes. La sustancia puede mezclarse con la materia prima, combustible y/o agente oxidante antes o durante su introducción.

[0088] Un método mediante el cual puede introducirse una sustancia que contenga al menos un elemento del Grupo IA y/o Grupo IIA (o ión de éste) tal como, por ejemplo, potasio, puede introducirse en la materia prima, es por la incorporación de la sustancia a la materia prima. En otro método, la sustancia se introduce al reactor por separado de la materia prima, tal como por el uso de una varilla de inyección que se extiende dentro del reactor. Además la solución de potasio a materia prima de alta temperatura, por ejemplo, puede crear riesgo de taponado de las boquillas como resultado de la inflamación del potasio. La inyección de iones potasio u otros metales del Grupo IA y/o Grupo IIA (o ión de éstos) con una varilla en el quemador puede utilizarse para mitigar ese riesgo. También, el uso de una varilla para introducir otros metales del Grupo IA y/o Grupo IIA (o ión de éstos) diferentes del potasio en el reactor la cual tiene aberturas más grandes que las aberturas estándar pueden utilizarse para reducir el riesgo de taponamiento o proporcionar la limpieza de una varilla mientras se carga. Para reducir el riesgo del daño del revestimiento del quemador cuando se elaboran altos grados de ión potasio de negro de humo, la temperatura de la materia prima puede necesitar reducirse a un valor inferior aún en el intervalo $>300\text{ }^{\circ}\text{C}$, de modo que los iones de potasio pueden inyectarse en el aceite. Para el precalentamiento de la materia prima $> 300\text{ }^{\circ}\text{C}$, una forma soluble de aceite alternativa de potasio puede utilizarse, tal como material CATALYST® 460 HF del OM Group, que puede inyectarse directamente a la materia prima. El material CATALYST® 460 HF es una sal orgánica de potasio (neodecanoato de potasio), que es soluble en la materia prima, por tanto no debe someterse al mismo riesgo de problemas de inflamación como con las soluciones acuosas. Por consiguiente, los esquemas del proceso de la presente invención en función de estrategias combinadas de materia prima de alta temperatura y antiensuciamiento pueden adaptarse para ser compatibles con el uso de modificadores de negro de humo dentro del proceso, tal como aditivos de control de estructura (por ejemplo, fuentes de potasio u otro metal/ión alcalino).

[0089] Las condiciones y diseños de precalentamiento de la materia prima hechos factibles por medio de la presente invención pueden proporcionar ventajas y beneficios, tales como, por ejemplo, recuperación mejorada de energía, ahorros en los costos de materia prima, aumentos en las cantidades de negro de humo, reducción de emisiones de anhídrido carbónico, producción continua o estable de negro de humo durante el tiempo útil desde el punto de vista industrial a las condiciones de alta temperatura de la materia prima, o cualquier combinación de estos. El aumento del precalentamiento de la materia prima hasta más de $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ puede esperarse para reducir los niveles de emisiones de azufre y NOx sobre la base de una proporción de masa bajo condiciones de producción constante. La tasa de emisiones por kg de negro de humo se espera disminuir bajo todas las condiciones de operación. La concentración de las emisiones dependerá de las condiciones de operación particulares escogidas.

[0090] Además de los beneficios y ventajas indicados previamente, otros beneficios potenciales del precalentamiento de la materia prima pueden considerarse de acuerdo con la presente invención. Uno es un mecanismo de aumento de rendimiento a partir de la preformación de siembras en el proceso de pirolisis. Aunque no se desea vincular con alguna teoría en particular, la materia prima puede sufrir reacciones de deshidrogenación de los hidrocarburos poliaromáticos (PAH) y la abstracción de grupos no aromáticos durante la etapa de precalentamiento. Se espera que los PAH deshidrogenados formen siembras más rápidas que el material original. Se ha demostrado en los ejemplos que la presión alta controla la velocidad de deshidrogenación. El control de la presión, el tiempo de residencia y/o temperatura como se detalla en la presente invención puede controlar la formación de moléculas grandes de PAH, que potencialmente proporcionarían un mecanismo de control para la producción de semillas de negro de humo. Como se indicó, el inconveniente de pirolisis de materia prima a alta temperatura es el potencial para la cocción y formación de

polvo, que se reduce o evita en la presente invención cuando las condiciones de alta temperatura de la materia prima se combinan con los enfoques de control de ensuciamiento en sitio. Un segundo mecanismo de aumento de rendimiento puede ser, por ejemplo, por evaporación instantánea de la materia prima precalentada en el reactor de negro de humo sin enfriamiento del gas circundante. La evaporación instantánea de la materia prima obviaría la necesidad de usar el gas de chimenea del quemador para la atomización de la materia prima. Cuando se inyecta cerca de la presión atmosférica en el reactor de negro de humo, la materia prima precalentada a temperaturas que exceden los 300 °C pueden tener suficiente energía interna para evaporarse por sí misma y mezclarse con los gases de chimenea del quemador.

[0091]

Cualquier tipo de grado ASTM (por ejemplo, N100 a N1000) u otros grados de negro de humo puede elaborarse por la presente invención. El negro de humo elaborado por los procesos de la presente invención puede tener una o más parámetros y/o propiedades únicos (o propiedades beneficiosas) debido al uso de temperaturas altas de materia prima precalentada y/u otros parámetros de proceso mencionados en este documento. El negro de humo elaborado por los métodos y arreglos de equipo de la presente invención puede utilizarse en cualquier aplicación de uso final donde se utilicen negros de humo convencionales, por ejemplo, tintas, pigmentos, productos plásticos, selladores, adhesivos, recubrimientos, productos elastoméricos, pigmento negro para fotocopiadora (*toner*), pilas, neumáticos o partes de estos, partes moldeadas, componentes electrónicos, cables, alambres, o partes de estos, y productos similares, con el uso de cantidades convencionales o menores.

[0092]

Con la presente invención, una ventaja que puede obtenerse es la formación de negros de humo de calidad comercial aceptable que tienen la misma morfología y/u otros parámetros como el negro de humo elaborado de manera convencional. Con la presente invención, los negros de humo de calidad comercial aceptable que tienen la misma morfología y/u otros parámetros pueden ser elaborados con el uso de los procesos de la presente invención. Como opción, una ventaja que puede obtenerse con la presente invención es la formación de negros de humo que tienen una cantidad mucho más baja de PAH. Una cantidad más baja de PAH en los negros de humo no modifica el desempeño del negro de humo y en general una cantidad alta de PAH es indeseable por varias razones. Con la presente invención, puede elaborarse un negro de humo seleccionado que tenga la misma morfología o en esencia la misma morfología (es decir, un valor morfológico dentro de una variación de más o menos 5% en una o más propiedades de morfología tal como OAN, COAN y similares) como el negro de humo seleccionado elaborado por un método convencional con el uso de las mismas condiciones del reactor y la materia prima (pero sin que se produzca precalentamiento de la materia prima a temperaturas mayores de 300 °C antes del suministro de la materia prima a un reactor de negro de humo). Los niveles de PAH de un negro de humo seleccionado de la presente invención pueden reducirse, en el ámbito de ppm de peso, de 10% a 50%, de 20% a 50%, o 30% a 100% o más en función de los niveles en ppm, cuando se compara con el negro de humo seleccionado que tiene la misma morfología, pero elaborado sin que se produzca precalentamiento de la materia prima formadora de negro de humo a más de 300 °C antes de la entrada al reactor de negro de humo para formar negro de humo y el uso de las mismas condiciones de reactor y materia prima. Además, los niveles de PAH en el negro de humo pueden separarse en tres categorías de peso molecular (PM): PAHs de PM alto (mayor de 250 PM promedio en peso); PAHs de PM medio (PM promedio en peso de 200 a 250); y PAHs de PM bajo (menos de 250 de PM promedio en peso). La presente invención tiene la capacidad de reducir una o más de las cantidades de los PAH de PM alto y PM medio de 10% a 50%, de 20% a 50%, o 30% a 100% o más en función de los niveles en ppm, cuando se compara con el negro de humo seleccionado que tiene la misma morfología, pero elaborado sin que se produzca precalentamiento de la materia prima formadora de negro de humo a más de 300 °C antes de la entrada al reactor de negro de humo para formar negro de humo y el uso de las mismas condiciones de reactor y materia prima. Además, la presente invención tiene la capacidad de reducir en alto grado el porcentaje de los PAH de PM alto (considerados los más indeseables) de la cantidad total de PAH de un negro de humo seleccionado, cuando se compara con el negro de humo seleccionado que tiene la misma morfología, pero elaborado sin que se produzca precalentamiento de la materia prima formadora de negro de humo a más de 300 °C antes de la entrada al reactor de negro de humo para formar negro de humo y el uso de las mismas condiciones de reactor y materia prima. El porcentaje de PAHs de PM alto de la cantidad total de PAH puede reducirse en cantidades que van de 10% a 50%, de 20% a 50%, o 30% a 100% o más en función de los niveles en ppm para un negro de humo seleccionado, cuando se compara con el negro de humo seleccionado que tiene la misma morfología, pero elaborado sin que se produzca precalentamiento de la materia prima formadora de negro de humo a más de 300 °C antes de la entrada al reactor de negro de humo para formar negro de humo y el uso de las mismas condiciones de reactor y materia prima. Las determinaciones anteriores se realizaron en función de experimentos que compararon negros de humo seleccionados elaborados con el uso de la presente invención en comparación con los negros de humo seleccionados elaborados sin que se produzca precalentamiento de la materia prima formadora de negro de humo a más de 300 °C antes de la entrada al reactor de negro de humo para formar negro de humo, sino de otra manera con el uso de las mismas condiciones de reactor y materia prima. Esta es una ventaja significativa que se puede obtener con la presente invención.

[0093] La presente invención incluye los siguientes aspectos, configuraciones o características en cualquier orden y/o cualquier combinación:

1. La presente invención está relacionada con un método para la producción de negro de humo, que comprende:

5 la introducción de una corriente de gas caliente a un reactor de negro de humo;
el suministro de al menos una materia prima formadora de negro de humo al, al menos un, calentador;

10 el precalentamiento de dicha, al menos una, materia prima formadora de negro de humo en dicho, al menos uno, calentador a una segunda temperatura mayor de alrededor de 300 °C para proporcionar una materia prima formadora de negro de humo precalentada, en donde (a) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene una velocidad en dicho al menos un calentador que es al menos 0,2 m/s, y la velocidad es calculada en función de la densidad de la materia prima medida a 60 °C a 1 atm y el área de sección transversal más pequeña de una línea de materia prima presente en dicho, al menos uno, calentador, y (b) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene un primer tiempo de residencia de la materia prima en dicho calentador de menos de alrededor de 120 minutos.

15 el suministro de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada al, al menos uno, punto de introducción de la materia prima al reactor de negro de humo, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada tiene un segundo tiempo de residencia de materia prima desde la salida del dicho, al menos uno, calentador hasta justo antes del punto de entrada al dicho reactor de negro de humo de menos de alrededor de 120 minutos; y en donde dicho primer tiempo de residencia de materia prima y dicho segundo tiempo de residencia de materia prima combinados son 120 minutos o menos;

20 la combinación de al menos dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos un punto de introducción al dicho reactor de negro de humo con la corriente de gas caliente para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en dicho reactor de negro de humo; y

la recuperación (por ejemplo, enfriamiento) del negro de humo en la corriente de reacción.

25 2. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo para que tenga una presión mayor de alrededor de 10 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.

30 3. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo para que tenga una presión mayor de alrededor de 20 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.

4. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo a una presión desde alrededor de 20 bar hasta alrededor de 180 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.

35 5. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicha velocidad es al menos alrededor de 1 m/s.

6. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicha velocidad es al menos alrededor de 1,6 m/s.

40 7. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo, comprende aceite decantado, producto de alquitrán de hulla, residuos del craqueador de etileno, aceite que contiene asfaltenos, o cualquier combinación de estos.

8. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo tiene un punto de ebullición inicial que va desde alrededor de 160 °C hasta alrededor de 500 °C.

45 9. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho precalentamiento de la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo comprende el calentamiento de dicha materia prima formadora de negro de humo en dicho calentador que tiene un intercambiador de

calor que funciona a un flujo térmico promedio mayor de alrededor de 10 kW/m².

10. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde al menos una porción de dicho precalentamiento se produce en dicho, al menos uno, calentador que tiene calor proporcionado al menos parcialmente por calor generado por dicho reactor de negro de humo u otro reactor de negro de humo, o ambos.
11. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho primer tiempo de residencia y dicho segundo tiempo de residencia combinados dan un tiempo menor de 60 minutos.
12. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho, al menos un, calentador está en intercambio de calor con al menos una porción de dicho reactor de negro de humo.
13. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho, al menos un, calentador hace contacto con dicha corriente de reacción en dicho reactor de negro de humo aguas abajo de un enfriador, en donde dicho, al menos un, calentador comprende un intercambiador de calor que tiene paredes calentadas por dicha corriente de reacción sobre un primer lado de éste y que hace contacto con dicha materia prima formadora de negro de humo sobre el lado opuesto de éste.
14. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho, al menos uno, calentador incluye un intercambiador de calor que intercambia calor con dicha corriente de reacción en dicho reactor negro de humo, en donde un vehículo térmico que puede fluir que fluye a través del intercambiador de calor se calienta, y el vehículo térmico calentado pasa a través de dicho, al menos uno, calentador, colocado externo al reactor y que puede funcionar para transferir calor desde el vehículo térmico con la materia prima formadora de negro de humo para calentar dicha materia prima formadora de negro de humo.
- 15.El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho, al menos uno, calentador es al menos parcialmente calentado con el gas residual de negro de humo como fuente de calor de dicho reactor de negro de humo o un reactor de negro de humo diferente, o ambos reactores, para calentar la materia prima formadora de negro de humo.
16. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde la introducción de la corriente de gas calentada comprende plasma que calienta una corriente de gas que pueda calentarse por plasma en un calentador de plasma para proporcionar al menos una porción de la corriente de gas caliente.
17. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende la provisión de una superficie no catalítica sobre las paredes en contacto con la materia prima formadora de negro de humo de dicho, al menos uno, calentador y paredes internas de al menos una línea de suministro de materia prima que suministra dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a dicho reactor de negro de humo, en donde la superficie no es catalítica para el craqueo o polimerización de hidrocarburos.
18. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho suministro comprende la alimentación de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de dicha, al menos una, línea de suministro de materia prima que suministra a dicho reactor de negro de humo, y dicho método además comprende periódicamente la alimentación de un gas de purga que comprende un agente oxidante del carbono a través de dicha, al menos una, línea de suministro de materia prima.
19. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho suministro comprende la alimentación de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos una línea de suministro de materia prima que suministra a dicho reactor de negro de humo, y dicho método además comprende la inyección de la materia prima formadora de negro de humo precalentada al reactor de negro de humo con al menos inflamación en parte de la materia prima formadora de negro de humo.
20. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende la combinación de la materia prima formadora de negro de humo precalentada y la corriente de gas caliente en el reactor de negro de humo para formar continuamente negro de humo en el reactor durante al menos alrededor de 12 horas.

21. Un método para la producción de negro de humo, que comprende:

la introducción de una corriente de gas caliente a un reactor de negro de humo;

el suministro de al menos una materia prima formadora de negro de humo que tiene una primera temperatura por debajo de 360 °C a al menos un calentador;

5 el precalentamiento de dicha, al menos una, materia prima formadora de negro de humo en dicho, al menos uno, calentador a una segunda temperatura que va desde alrededor de 360 °C hasta alrededor de 850 °C para proporcionar una materia prima formadora de negro de humo precalentada, en donde (a) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene una velocidad en dicho al menos un calentador que es al menos 0,2 m/s, y la
10 velocidad es calculada en función de la densidad de la materia prima medida a 60 °C a 1 atm y el área de sección transversal más pequeña de una línea de materia prima presente en dicho, al menos uno, calentador, y (b) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene un primer tiempo de residencia de la materia prima en dicho calentador de menos de alrededor de 120 minutos;

el suministro de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada al, al menos uno, punto
15 de introducción de la materia prima al reactor de negro de humo, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada tiene un segundo tiempo de residencia de materia prima desde la salida del dicho, al menos uno, calentador hasta justo antes del punto de entrada al dicho reactor de negro de humo de menos de alrededor de 120 minutos; y en donde dicho primer tiempo de residencia de materia prima y dicho segundo tiempo de residencia de materia prima combinados van desde alrededor de 10 segundos hasta alrededor de 120 minutos;

la combinación de al menos dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de
20 al menos un punto de introducción al dicho reactor de negro de humo con la corriente de gas caliente para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en dicho reactor de negro de humo; y

la recuperación (por ejemplo, enfriamiento) del negro de humo en la corriente de reacción.

22. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo para que tenga una
25 presión mayor de alrededor de 20 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.

23. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo para que tenga una presión mayor de alrededor de 30 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.

24. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo a una presión desde
30 alrededor de 30 bar hasta alrededor de 180 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.

25. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicha velocidad es al menos alrededor de 1 m/s.

26. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicha velocidad es al menos alrededor de 1,6 m/s.
35

27. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo, comprende aceite decantado, producto de alquitrán de hulla, residuos del craqueador de etileno, aceite que contiene asfaltenos, o cualquier combinación de estos.

28. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo tiene un punto de ebullición inicial que va desde alrededor de
40 160 °C hasta alrededor de 500 °C.

29. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho precalentamiento de la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo comprende el calentamiento de dicha materia prima formadora de negro de humo en dicho calentador que tiene un intercambiador de calor que funciona a un flujo térmico promedio mayor de alrededor de 20 kW/m².
45

30. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes,

en donde al menos una porción de dicho precalentamiento se produce en dicho, al menos uno, calentador que tiene calor proporcionado al menos parcialmente por calor generado por dicho reactor de negro de humo u otro reactor de negro de humo, o ambos.

5 31. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho primer tiempo de residencia y dicho segundo tiempo de residencia combinados dan un tiempo menor de 60 minutos.

32. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho, al menos un, calentador está en intercambio de calor con al menos una porción de dicho reactor de negro de humo.

10 33. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho, al menos un, calentador hace contacto con dicha corriente de reacción en dicho reactor de negro de humo aguas abajo de un enfriador, en donde dicho, al menos un, calentador comprende un intercambiador de calor que tiene paredes calentadas por dicha corriente de reacción sobre un primer lado de éste y que hace contacto con dicha materia prima formadora de negro de humo sobre el lado opuesto de éste, antes que dicha materia prima formadora de negro de humo.

15 34. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho, al menos uno, calentador incluye un intercambiador de calor que intercambia calor con dicha corriente de reacción en dicho reactor negro de humo, en donde un vehículo térmico que puede fluir que fluye a través del intercambiador de calor se calienta, y el vehículo térmico calentado pasa a través de dicho, al menos uno, calentador, colocado externo al reactor y que puede funcionar para transferir calor desde el vehículo térmico con la materia prima formadora de negro de humo para calentar dicha materia prima formadora de negro de humo.

20 35. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho, al menos uno, calentador es al menos parcialmente calentado con el gas residual de negro de humo como fuente de calor de dicho reactor de negro de humo o un reactor de negro de humo diferente, o ambos reactores, para calentar la materia prima formadora de negro de humo.

36. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde la introducción de la corriente de gas calentada comprende plasma que calienta una corriente de gas que pueda calentarse por plasma en un calentador de plasma para proporcionar al menos una porción de la corriente de gas caliente.

30 37. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende la provisión de una superficie no catalítica sobre las paredes en contacto con la materia prima formadora de negro de humo de dicho, al menos uno, calentador y paredes internas de al menos una línea de suministro de materia prima que suministra dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a dicho reactor de negro de humo, en donde la superficie no es catalítica para el craqueo o polimerización de hidrocarburos.

35 38. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho suministro comprende la alimentación de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de dicha, al menos una, línea de suministro de materia prima que suministra a dicho reactor de negro de humo, y dicho método además comprende periódicamente la alimentación de un gas de purga que comprende un agente oxidante del carbono a través de dicha, al menos una, línea de suministro de materia prima.

40 39. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho suministro comprende la alimentación de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos una línea de suministro de materia prima que suministra a dicho reactor de negro de humo, y dicho método además comprende la inyección de la materia prima formadora de negro de humo precalentada al reactor de negro de humo con al menos inflamación en parte de la materia prima formadora de negro de humo.

45 40. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende la combinación de la materia prima formadora de negro de humo precalentada y la corriente de gas caliente en el reactor de negro de humo para formar continuamente negro de humo en el reactor durante al menos alrededor de 12 horas.

41. Un método para la producción de negro de humo, que comprende:

la introducción de una corriente de gas caliente a un reactor de negro de humo;

el suministro de al menos una materia prima formadora de negro de humo que tiene una primera temperatura por debajo de 450 °C a al menos un calentador;

5 el precalentamiento de dicha, al menos una, materia prima formadora de negro de humo en dicho, al menos uno, calentador a una segunda temperatura mayor de alrededor de 450 °C para proporcionar una materia prima formadora de negro de humo precalentada, en donde (a) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene una velocidad en dicho al menos un calentador que es al menos 0,2 m/s, y la velocidad es calculada en función de la densidad de la materia prima medida a 60 °C a 1 atm y el área de sección transversal más pequeña de una línea de materia prima presente en dicho, al menos uno, calentador, y (b) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene un primer tiempo de residencia de la materia prima en dicho calentador desde 10 segundos hasta alrededor de 120 minutos;

15 el suministro de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada al, al menos uno, punto de introducción de la materia prima al reactor de negro de humo, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada tiene un segundo tiempo de residencia de materia prima desde la salida del dicho, al menos uno, calentador hasta justo antes del punto de entrada al dicho reactor de negro de humo de menos de alrededor de 120 minutos; y en donde dicho primer tiempo de residencia de materia prima y dicho segundo tiempo de residencia de materia prima combinados son 120 minutos o menos;

20 la combinación de al menos dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos un punto de introducción al dicho reactor de negro de humo con la corriente de gas caliente para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en dicho reactor de negro de humo; y

la recuperación (por ejemplo, enfriamiento) del negro de humo en la corriente de reacción.

42. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo para tener una presión desde alrededor de 20 bar hasta alrededor de 180 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.

25 43. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo para tener una presión desde alrededor de 30 bar hasta alrededor de 180 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.

30 44. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo a una presión desde alrededor de 40 bar hasta alrededor de 180 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.

45. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicha velocidad es al menos alrededor de 1 m/s.

46. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicha velocidad es al menos alrededor de 1,6 m/s.

35 47. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo, comprende aceite decantado, producto de alquitrán de hulla, residuos del craqueador de etileno, aceite que contiene asfaltenos, o cualquier combinación de estos.

40 48. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo tiene un punto de ebullición inicial que va desde alrededor de 160 °C hasta alrededor de 500 °C.

49. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho precalentamiento de la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo comprende el calentamiento de dicha materia prima formadora de negro de humo en dicho calentador que tiene un intercambiador de calor que funciona a un flujo térmico promedio que va desde alrededor de 20 kW/m² hasta alrededor de 150 kW/m².

45 50. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde al menos una porción de dicho precalentamiento se produce en dicho, al menos uno, calentador que tiene calor proporcionado al menos parcialmente por calor generado por dicho reactor de negro de humo u otro reactor de negro de

humo, o ambos.

51. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho primer tiempo de residencia y dicho segundo tiempo de residencia combinados dan un tiempo menor de 60 minutos.

5 52. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho, al menos un, calentador está en intercambio de calor con al menos una porción de dicho reactor de negro de humo.

10 53. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho, al menos un, calentador hace contacto con dicha corriente de reacción en dicho reactor de negro de humo aguas abajo de un enfriador, en donde dicho, al menos un, calentador comprende un intercambiador de calor que tiene paredes calentadas por dicha corriente de reacción sobre un primer lado de éste y que hace contacto con dicha materia prima formadora de negro de humo sobre el lado opuesto de éste, antes que dicha materia prima formadora de negro de humo.

15 54. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho, al menos uno, calentador incluye un intercambiador de calor que intercambia calor con dicha corriente de reacción en dicho reactor negro de humo, en donde un vehículo térmico que puede fluir que fluye a través del intercambiador de calor se calienta, y el vehículo térmico calentado pasa a través de dicho, al menos uno, calentador, colocado externo al reactor y que puede funcionar para transferir calor desde el vehículo térmico con la materia prima formadora de negro de humo para calentar dicha materia prima formadora de negro de humo.

20 55. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho, al menos uno, calentador es al menos parcialmente calentado con el gas residual de negro de humo como fuente de calor de dicho reactor de negro de humo o un reactor de negro de humo diferente, o ambos reactores, para calentar la materia prima formadora de negro de humo.

25 56. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde la introducción de la corriente de gas calentada comprende plasma que calienta una corriente de gas que pueda calentarse por plasma en un calentador de plasma para proporcionar al menos una porción de la corriente de gas caliente.

30 57. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende la provisión de una superficie no catalítica sobre las paredes en contacto con la materia prima formadora de negro de humo de dicho, al menos uno, calentador y paredes internas de al menos una línea de suministro de materia prima que suministra dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a dicho reactor de negro de humo, en donde la superficie no es catalítica para el craqueo o polimerización de hidrocarburos.

35 58. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho suministro comprende la alimentación de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de dicha, al menos una, línea de suministro de materia prima que suministra a dicho reactor de negro de humo, y dicho método además comprende periódicamente la alimentación de un gas de purga que comprende un agente oxidante del carbono a través de dicha, al menos una, línea de suministro de materia prima.

40 59. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho suministro comprende la alimentación de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos una línea de suministro de materia prima que suministra a dicho reactor de negro de humo, y dicho método además comprende la inyección de la materia prima formadora de negro de humo precalentada al reactor de negro de humo con al menos inflamación en parte de la materia prima formadora de negro de humo.

45 60. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende la combinación de la materia prima formadora de negro de humo precalentada y la corriente de gas caliente en el reactor de negro de humo para formar continuamente negro de humo en el reactor durante al menos alrededor de 12 horas.

61. Un método para la producción de negro de humo, que comprende:

la introducción de una corriente de gas caliente a un reactor de negro de humo;

el suministro de al menos una materia prima formadora de negro de humo que tiene una primera temperatura por debajo de 300 °C a al menos un calentador a una primera presión mayor de 10 bar;

el precalentamiento de dicha, al menos una, materia prima formadora de negro de humo en dicho, al menos uno, calentador a una segunda temperatura mayor de alrededor de 300 °C para proporcionar una materia prima formadora de negro de humo precalentada, en donde (a) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene una segunda presión en dicho al menos un calentador que es aproximadamente la misma o inferior a dicha primera presión, calculada en función de la suposición de que la materia prima durante la primera presión y la segunda presión viaja en la misma área de sección transversal y (b) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene un primer tiempo de residencia de la materia prima en dicho calentador de menos de alrededor de 120 minutos;

el suministro de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada al, al menos uno, punto de introducción de la materia prima al reactor de negro de humo, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada tiene un segundo tiempo de residencia de materia prima desde la salida del dicho, al menos uno, calentador hasta justo antes del punto de entrada al dicho reactor de negro de humo de menos de alrededor de 120 minutos; y en donde dicho primer tiempo de residencia de materia prima y dicho segundo tiempo de residencia de materia prima combinados son 120 minutos o menos;

la combinación de al menos dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos un punto de introducción al dicho reactor de negro de humo con la corriente de gas caliente para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en dicho reactor de negro de humo; y

la recuperación (por ejemplo, enfriamiento) del negro de humo en la corriente de reacción.

62. Un método para la producción de negro de humo, que comprende:

la introducción de una corriente de gas caliente a un reactor de negro de humo;

el suministro de al menos una materia prima formadora de negro de humo que tiene una primera temperatura por debajo de 300 °C a al menos un calentador a una primera presión mayor de 10 bar;

el precalentamiento de dicha, al menos una, materia prima formadora de negro de humo en dicho, al menos uno, calentador a una segunda temperatura mayor de alrededor de 300 °C para proporcionar una materia prima formadora de negro de humo precalentada, en donde la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene i) una segunda presión en dicho, al menos un, calentador que es aproximadamente la misma o inferior que dicha primera presión y ii) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene una velocidad en dicho al menos un calentador que es al menos 0,2 m/s, y la velocidad es calculada en función de la densidad de la materia prima medida a 60 °C a 1 atm y el área de sección transversal más pequeña de una línea de materia prima presente en dicho, al menos uno, calentador, y en donde i) se calcula en función de que la materia prima viaja en la misma área de sección transversal durante la primera presión y la segunda presión; y

el suministro de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a al menos un punto de introducción de materia prima al reactor de negro de humo;

la combinación de al menos dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos un punto de introducción al dicho reactor de negro de humo con la corriente de gas caliente para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en dicho reactor de negro de humo; y

la recuperación (por ejemplo, enfriamiento) del negro de humo en la corriente de reacción.

63. Un aparato para la producción de negro de humo, que comprende:

un reactor para combinar una corriente de gas caliente y al menos una materia prima formadora de negro de humo para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en el reactor;

al menos una línea de suministro de materia prima para el suministro de materia prima formadora de negro de humo a al menos un punto de entrada de materia prima al reactor para combinar la materia prima con la corriente de gas caliente;

, al menos un calentador de materia prima que puede funcionar para precalentar la materia prima formadora de negro de humo suministrada en la, al menos una, línea de suministro de materia prima a una temperatura

de al menos alrededor de 300 °C;

al menos una bomba que puede funcionar para presurizar la materia prima formadora de negro de humo a una presión mayor que alrededor de 10 bar antes de precalentar la materia prima a una temperatura mayor de alrededor de 300 °C, y para la provisión de una velocidad de materia prima suministrada en el, al menos uno, calentador de materia prima de al menos 0,2 m/s, en donde la velocidad se calcula en función de la densidad de la materia prima medida a 60 °C a 1 atm y el área de sección transversal más pequeña de una línea de materia prima en dicho, al menos uno, calentador; y

opcionalmente, un enfriador para enfriar el negro de humo en la corriente de reacción;

en donde dicho aparato además puede operarse para proporcionar un tiempo de residencia para la materia prima en el, al menos uno, calentador de materia prima y la, al menos una, línea de suministro de materia prima antes de la entrada al reactor para la materia prima precalentada a al menos alrededor de 300 °C en un tiempo que es menos de alrededor de 120 minutos.

64. El aparato de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde el, al menos uno, calentador de materia prima comprende un intercambiador de calor que funciona para calentar la materia prima formadora de negro de humo a un flujo térmico promedio mayor de alrededor de 10 kW/m².

65. El aparato de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde, el, al menos uno, calentador de materia prima está ubicado dentro del reactor para que pueda ponerse en contacto con la corriente de reacción que puede funcionar para calentar la materia prima a una temperatura de al menos alrededor de 300 °C.

66. El aparato de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde, el, al menos uno, calentador de materia prima está ubicado en contacto con al menos una porción del reactor que puede funcionar para calentar la materia prima a una temperatura de al menos alrededor de 300 °C.

67. El aparato de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes en donde el, al menos uno, calentador de materia prima comprende un intercambiador de calor ubicado dentro del reactor aguas abajo del enfriador, en donde dicho intercambiador de calor comprende paredes adaptadas para ser calentadas por la corriente de reacción en un primer lado de éste y adaptadas para ser puestas en contacto con la materia prima en el lado opuesto de éste antes de que la materia prima se suministre a la, al menos una, línea de suministro de materia prima, en donde la materia prima puede calentarse a una temperatura, de al menos alrededor de 300 °C en el intercambiador de calor.

68. El aparato de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende un intercambiador de calor para un vehículo térmico que puede fluir ubicado dentro del reactor a ser puesto en contacto con la corriente de reacción, y el, al menos uno, calentador de materia prima es externo al reactor y puede funcionar para intercambiar calor del vehículo térmico que puede fluir que ha salido del intercambiador de calor con la materia prima en el calentador de materia prima para calentar la materia prima hasta una temperatura de al menos 300 °C.

69. El aparato de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde, el, al menos uno, calentador de materia prima puede funcionar para intercambiar calor de una corriente de gas residual del reactor para calentar la materia prima a una temperatura de al menos 300 °C.

70. El aparato de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende un calentador de plasma que puede funcionar para calentar una corriente de gas que pueda calentarse por plasma para proporcionar al menos una porción de la corriente de gas caliente.

71. El aparato de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende una superficie no catalítica sobre paredes de contacto con la materia prima del calentador de materia prima y paredes internas de contacto con la materia prima de la, al menos una, línea de suministro de materia prima, en donde la superficie no es catalítica para el craqueo térmico o polimerización de hidrocarburos.

72. El aparato de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende revestimiento cerámico no catalítico sobre paredes de contacto con la materia prima del calentador de materia prima y paredes internas de contacto con la materia prima de la, al menos una, línea de suministro

de materia prima.

73. El aparato de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, que además comprende al menos una fuente de gas de purga, que comprende un agente oxidante de carbono y al menos un punto de entrada de gas de purga sobre la, al menos una, línea de suministro de materia prima que puede funcionar para purgar de manera periódica la, al menos una, línea de suministro de materia prima con el gas de purga.

74. El aparato de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho reactor puede funcionar para combinar la materia prima y la corriente de gas caliente para formar continuamente negro de humo en el reactor durante al menos alrededor de 12 horas.

75. El aparato de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho precalentamiento evita la formación de película de vapor en dicho, al menos un, calentador y/o antes de dicho suministro a dicho reactor de negro de humo.

76. El método de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes en donde dicho precalentamiento y/o dicho suministro se realiza en ausencia de una caída de presión abrupta en función de condiciones de operación en estado estacionario.

77. El negro de humo formado por el método de cualquier configuración, característica o aspecto precedente o siguiente.

78. El negro de humo de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho negro de humo tiene una cantidad de PAH de al menos 10% menos de PAH en comparación con un negro de humo que tenga la misma morfología elaborado en un método sin precalentamiento de la materia prima.

79. El negro de humo de cualquiera de las configuraciones, características o aspectos precedentes o siguientes, en donde dicho negro de humo tiene un porcentaje de la cantidad de PAH de PM alto en función de la cantidad de PAH total de al menos 10% menos en comparación con un negro de humo que tenga la misma morfología elaborado en un método sin precalentamiento de la materia prima.

80. Un método para la producción de negro de humo, que comprende:

la introducción de una corriente de gas caliente a un reactor de negro de humo;

el suministro de al menos una materia prima formadora de negro de humo al, al menos un, calentador;

el precalentamiento de dicha, al menos una, materia prima formadora de negro de humo en dicho, al menos uno, calentador a una segunda temperatura mayor de alrededor de 300 °C para proporcionar una materia prima formadora de negro de humo precalentada, en donde (a) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene una velocidad en dicho al menos un calentador que es al menos 0,2 m/s, y la velocidad es calculada en función de la densidad de la materia prima medida a 60 °C a 1 atm y el área de sección transversal más pequeña de una línea de materia prima presente en dicho, al menos uno, calentador, y (b) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene un primer tiempo de residencia de la materia prima en dicho calentador de menos de alrededor de 120 minutos.

el suministro de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada al, al menos uno, punto de introducción de la materia prima al reactor de negro de humo, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada tiene un segundo tiempo de residencia de materia prima desde la salida del dicho, al menos uno, calentador hasta justo antes del punto de entrada al dicho reactor de negro de humo de menos de alrededor de 120 minutos; y en donde dicho primer tiempo de residencia de materia prima y dicho segundo tiempo de residencia de materia prima combinados son 120 minutos o menos; en donde dicho precalentamiento es a una presión suficiente que evita la formación de una película de vapor en dicho, al menos un, calentador o antes de dicho suministro a dicho reactor de negro de humo;

la combinación de al menos dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos un punto de introducción al dicho reactor de negro de humo con la corriente de gas caliente para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en dicho reactor de negro de humo; y

la recuperación (por ejemplo, enfriamiento) del negro de humo en la corriente de reacción.

[0094] La presente invención puede incluir cualquier combinación de estas características o configuraciones anteriores y/o posteriores presentadas en estas oraciones y/o párrafos. Cualquier combinación de características reveladas aquí se considera parte de la presente invención y no se limitan a lo destinado con respecto a las características que pueden combinarse.

- 5 **[0095]** La presente invención se entenderá mejor con los siguientes ejemplos, los cuales están destinados a ejemplificar la presente invención.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

- 10 **[0096]** Se utilizó el modelado con ayuda de computadoras para estimar los ahorros de costo de materia prima potenciales para dos grados de negro de humo (A y B) con el uso de temperaturas de materia prima de 215 °C, 500 °C y 700 °C en un esquema de producción de negro de humo capaz de operación sostenida estable a 500 °C y 700 °C por los enfoques de control de ensuciamiento indicados de la presente invención. El programa de modelado por computadora Aspen Plus se utilizó para el modelado del esquema de proceso, con el uso de metodologías y suposiciones para los balances de masa y energía y la química de reacción de acuerdo con las prácticas aceptables de la industria. El diagrama de flujo del proceso del modelo utilizado para este modelado es similar al presentado en la figura 5. La figura 5 presenta el esquema de proceso para el Grado A y una temperatura de precalentamiento de materia prima de 500 °C, y este esquema de proceso general de otra manera también se aplica a otra temperatura de materia prima modelada y las combinaciones de Grados. El esquema de proceso presentado en detalle en la figura 5 en general es similar al esquema del proceso presentado en la figura 1. Como se presenta en la figura 5, la materia prima es calentada con el uso de calor del humo del reactor de negro de humo entre un ubicación de templado inicial y un templado secundario. La capacidad térmica de la materia prima utilizada en el cálculo se presenta en la figura 6. La materia prima se supuso que no era reactiva, el efecto endotérmico de la reacción de pirólisis no se incluyó en la capacidad térmica de la materia prima. Se moldearon dos casos con temperaturas de precalentamiento de materia prima de 500 °C y 700 °C y se compararon con los casos referencia (precalentamiento a 215 °C) para los Grados A y B.
- 25 **[0097]** Las materias primas que contienen carbono líquido aplicable a los Grados A y B utilizados en el modelado fueron aceite decantado y mezcla de aceite decantado y alquitrán de hulla. Las materias primas líquidas de Grados A y B tenían las siguientes composiciones:

Aceite decantado Grado A:

Valor de calentamiento mayor (HHV) [J/kg]: 39,524,446

- 30 Análisis final [% en masa]:

CENIZAS 0

CARBONO 88,68

HIDRÓGENO 6,92

NITRÓGENO 0,31

- 35 CLORO 0

AZUFRE 3,86

OXÍGENO 0,23

Mezcla de aceite decantado y alquitrán de hulla Grado B

Caudal [kg/hr]: 3,562

- 40 Calor de formación [J/kg]: 50,692

Valor de calentamiento mayor [J/kg]: 39,878,687

Análisis final [% en masa]:

CENIZAS 0

CARBONO 88,62

HIDRÓGENO 7,40

NITRÓGENO 0,31

CLORO 0

AZUFRE 3,44

OXÍGENO 0,23

Alquitrán de hulla [% en masa]: 30,0

5

10 **[0098]** Las tablas 2-7 presentan los datos sin tratar utilizados para los cálculos de modelado para cada grado de negro de humo de cada temperatura de las temperaturas de precalentamiento de 500 °C y 700 °C. Los resultados de los cálculos del modelado se presentan también en las tablas.

TABLA 2

Contenido de energía de las materias primas y el negro de humo en los cálculos del Aspen Plus

Gas natural:	53.769.143	J/kg
Materia prima Grado A:	39.878.687	J/kg
Materia prima Grado B:	39.524.446	J/kg
Negro de humo:	32.762.196	J/kg

15

Tabla 3 (Negro de humo Grado A: Temp. 500° C)

FSPH03 Negro de humo A, FS@500C	01Aire	02GASNAT	04BURNX	07QNCHX	08APHX	08FSHTRX	12TGAS
Subcorriente: MEZCLADA							
Temperatura C	710	15		905	676	563	250
Frac vapor	1	1	1	1	1	1	1
Flujo molar kmol/hr	792	60	858	1,758	1,758	1,758	2,168
Flujo molar scm/h	17,750	1,356	19,231	39,403	39,403	39,403	48,599
Flujo másico kg/hr	22,934	1,018	23,952	35,795	35,795	35,795	43,186
Entalpía J/kg	7,3E+05	-4,6E+06	5,0E+05	-3,6E+06	-4,0E+06	-4,2E+06	-6,2E+06
Entalpía J/sec	4,7E+06	-1,3E+06	3,4E+06	-3,6E+07	-4,0E+07	-4,2E+07	-7,4E+07
Frac molar							
AR	0,009	0	0,009	0,004	0,004	0,004	0,003
N2	0,781	0,004	0,717	0,353	0,353	0,353	0,286
O2	0,21	0	0,047	0	0	0	0
H2	0	0	0,001	0,162	0,162	0,162	0,132
H2O	0	0	0,137	0,366	0,366	0,366	0,486
CO2	0	0,008	0,069	0,01	0,01	0,01	0,008
CO	0	0	0,004	0,101	0,101	0,101	0,082
SO2	0	0	0	0	0	0	0
CH4	0	0,961	0	0	0	0	0
C2H2	0	0	0	0	0	0	0
C2H6	0	0,021	0	0	0	0	0
C3H8	0	0,005	0	0	0	0	0
N-BUT	0	0,001	0	0	0	0	0
N-PENT	0	0,001	0	0	0	0	0

N-HEXANO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HCN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H3N	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H2S	0	0	0	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0
OH	0	0	0,006	0	0	0	0	0	0
NO	0	0	0,008	0	0	0	0	0	0
Gas residual HHV, J/kg		5,38E+07	8,68E+04	3,79E+06	3,79E+06	3,79E+06	3,79E+06	3,79E+06	3,14E+06

Tabla 4 (Negro de humo Grado A: Temp. 700° C)

FSPH04 Negro de humo A, with FS@700C	01Aire	02GASNAT	04BURNX	07QNCHX	08APHX	08FSHTRX	12TGAS
Subcorriente: MEZCLADA							
Temperatura C	710	15		905	720	431	250
Frac vapor	1	1	1	1	1	1	1
Flujo molar kmol/hr	792	60	858	2,055	2,055	2,055	2,339
Flujo molar scmh	17.750	1.356	19.231	46.050	46.050	46.050	52.418
Flujo másico kg/hr	22.934	1.018	23.952	38.960	38.960	38.960	44.078
Entalpía J/kg	7,3E+05	-4,6E+06	5,0E+05	-4,0E+06	-4,4E+06	-4,9E+06	-6,1E+06
Entalpía J/sec	4,7E+06	-1,3E+06	3,4E+06	-4,3E+07	-4,7E+07	-5,3E+07	-7,5E+07
Frac molar							
AR	0,009	0	0,009	0,004	0,004	0,004	0,003
N2	0,781	0,004	0,717	0,302	0,302	0,302	0,265
O2	0,21	0	0,047	0	0	0	0
H2	0	0	0,001	0,206	0,206	0,206	0,181
H2O	0	0	0,137	0,385	0,385	0,385	0,46
CO2	0	0,008	0,069	0,006	0,006	0,006	0,005
CO	0	0	0,004	0,093	0,093	0,093	0,082
SO2	0	0	0	0	0	0	0
CH4	0	0,961	0	0	0	0	0
C2H2	0	0	0	0	0	0	0
C2H6	0	0,021	0	0	0	0	0
C3H8	0	0,005	0	0	0	0	0

N-BUT	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0
N-PENT	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0
N-HEXANO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HCN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H3N	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H2S	0	0	0	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0
OH	0	0	0,006	0	0	0	0	0	0
NO	0	0	0,008	0	0	0	0	0	0
Gas residual HHV , J/kg		5,38E+07	8,68E+04	4,62E+06	4,62E+06	4,62E+06	4,62E+06	4,08E+06	

Tabla 5 (Negro de humo Grado B: Temp. 500° C)

FSPH05 Negro de humo B, FS@500C	01Aire	02GASNAT	04BURNX	07QNCHX	08APHX	08FSHTRX	12TGAS
Subcorriente: MEZCLADA							
Temperatura C	760	20		907	622	539	250
Frac vapor	1	1	1	1	1	1	1
Flujo molar kmol/hr	608	46	660	1,285	1,285	1,285	1,547
Flujo molar scm/h	13.635	1.041	14,784	28.805	28.805	28.805	34.671
Flujo másico kg/hr	17.617	782	18.399	27.346	27.346	27.346	32.061
Entalpía J/kg	7.9E+05	-4,6E+06	5,6E+05	-3,7E+06	-4,2E+06	-4,4E+06	-6,0E+06
Entalpía J/sec	3.9E+06	-1,0E+06	2,9E+06	-2,8E+07	-3,2E+07	-3,3E+07	-5,4E+07
Frac molar							
AR	0,009	0	0,009	0,004	0,004	0,004	0,004
N2	0,781	0,004	0,717	0,37	0,37	0,37	0,308
O2	0,21	0	0,047	0	0	0	0
H2	0	0	0,002	0,121	0,121	0,121	0,101
H2O	0	0	0,137	0,385	0,385	0,385	0,489
CO2	0	0,008	0,068	0,013	0,013	0,013	0,011
CO	0	0	0,005	0,103	0,103	0,103	0,086
SO2	0	0	0	0	0	0	0
CH4	0	0,961	0	0	0	0	0
C2H2	0	0	0	0	0	0	0
C2H6	0	0,021	0	0	0	0	0
C3H8	0	0,005	0	0	0	0	0
N-BUT	0	0,001	0	0	0	0	0
N-PENT	0	0,001	0	0	0	0	0

N-HEXANO	0	0	0	0	0	0	0
HCN	0	0	0	0	0	0	0
H3N	0	0	0	0	0	0	0
H2S	0	0	0	0,003	0,003	0,003	0,002
H	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0,001	0	0	0	0
OH	0	0	0,007	0	0	0	0
NO	0	0	0,008	0	0	0	0
Gas residual HHV, J/kg		5,38E+07	9,79E+04	3,07E+06	3,07E+06	3,07E+06	2,62E+06

Tabla 6 (Negro de humo Grado B: Temperatura 700 °C)

FSPH06 Negro de humo B, with FS@700C	01Aire	02GASNAT	04BURNX	07QNCHX	08APHX	08FSHTRX	12TGAS
Subcorriente: MEZCLADA							
Temperatura C	760	20		907	653	449	250
Frac vapor	1	1	1	1	1	1	1
Flujo molar kmol/hr	608	46	660	1,396	1,396	1,396	1,594
Flujo molar scm/h	13.635	1.041	14.784	31.293	31.293	31.293	35.734
Flujo másico kg/hr	17.617	782	18.399	28.623	28.623	28.623	32.193
Entalpía J/kg	7,9E+05	-4,6E+06	5,6E+05	-4,0E+06	-4,4E+06	-4,8E+06	-6,0E+06
Entalpía J/sec	3,9E+06	-1,0E+06	2,9E+06	-3,2E+07	-3,5E+07	-3,8E+07	-5,3E+07
Frac molar							
AR	0,009	0	0,009	0,004	0,004	0,004	0,004
N2	0,781	0,004	0,717	0,341	0,341	0,341	0,299
O2	0,21	0	0,047	0	0	0	0
H2	0	0	0,002	0,144	0,144	0,144	0,126
H2O	0	0	0,137	0,4	0,4	0,4	0,475
CO2	0	0,008	0,068	0,01	0,01	0,01	0,008
CO	0	0	0,005	0,099	0,099	0,099	0,087
SO2	0	0	0	0	0	0	0
CH4	0	0,961	0	0	0	0	0
C2H2	0	0	0	0	0	0	0
C2H6	0	0,021	0	0	0	0	0
C3H8	0	0,005	0	0	0	0	0

N-BUT	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0
N-PENT	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0
N-HEXANO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HCN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H3N	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H2S	0	0	0	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0
OH	0	0	0,007	0	0	0	0	0	0
NO	0	0	0,008	0	0	0	0	0	0
Gas residual HHV, J/kg		5,38E+07	9,79E+04	3,45E+06	3,45E+06	3,45E+06	3,45E+06	3,06E+06	

TABLA 7

		Precalentamiento MP de referencia 215C, negros de humos A y B		Precalentamiento MP 500C, negro de humos A		Precalentamiento MP 700C, negro de humos B	
		FSPH01	FSPH02	FSPH03	FSPH04	FSPH05	FSPH06
Unidades							
Grado de negro de humos		A	B	A	A	B	B
Rendimiento negro de h.	%	100	100	107	115	109	120
Eficacia energía del reactor	%	100	100	111	126	114	131
N ₂ SA	m ² /gm	<100	>100	<100	<100	>100	>100
Estequiometría del quemador	%	135	135	135	135	135	135
Temperatura precal del aire	C	710	760	710	710	760	760
Temp materia prima	C	215	215	500	700	500	700
Entalpía materia prima	MJ/kg	1,0	0,7	2,0	3,1	1,7	2,8
Energía eléctrica	kWh/kg CB	0,11	0,19	0,08	0,05	0,15	0,10
CO ₂ producido	%	100	100	74	49	77	55
Temp gas natural	C	15	15	15	15	15	15
Flujo gas natural	Ncmh	1.356	1.041	1.356	1.356	1.041	1.041
Flujo de aire	Ncmh	17.750	13.635	17.750	17.750	13.635	13.635
Temp aire	C	25	25	25	25	25	25

[0099] Como muestran los resultados, pueden obtenerse ahorros de costos de materia prima de más de 10% cuando la materia prima se precalienta hasta 500 °C, y de más de 20% cuando la materia prima se precalienta hasta 700 °C, en el modo estable sin ensuciamiento de materia prima para procesamiento a una temperatura de materia prima convencional inferior de 215 °C. El «rendimiento de negro de h.» y algunos otros datos en la tabla 7 son con el uso de la temperatura de materia prima convencional de 215 °C como la línea de referencia base (100%) y la comparación con las materias primas precalentadas de mayor temperatura con esta referencia base. Como se indicó, los enfoques de control de ensuciamiento de la presente invención la hacen factible para operar a tales temperaturas de materia prima más altas, que incluyen a las operaciones de escala industrial. En la tabla 7, la eficacia de energía del reactor (EER) se define como una relación del valor de calentamiento del material producido al aporte de energía combinado, que incluye los valores de calentamiento de la materia prima (MP) y el combustible quemado y energía eléctrica $EER = (HHV\text{-Negro de Humo}) / (HHV\text{-materia prima} + HHV\text{-Gas Natural} + kWh/kg\text{-Energía eléctrica de negro de h.})$. En la tabla 7, se define la estequiometría del quemador como un porcentaje del flujo de aire del quemador al flujo de aire estequiométrico del quemador (flujo de aire requerido para la combustión completa del combustible del quemador).

[00100] Los beneficios presentados en este modelo serían obtenidos con cualquier negro de humos, tal como cualquier grado ASTM, como el N100 a N1000 y grados similares. El modelado mostraría los mismos beneficios.

Ejemplo 2

[00101] En estos ejemplos, nuevo ciclos de prueba se realizaron para presentar los ejemplos de

calentamiento de materias primas formadoras de negro de humo desde 70 °C hasta aproximadamente 500 °C con el uso de varias muestras de materia prima como se explica en detalle más adelante. Los diversos parámetros de operación se presentan en la tabla 8 y, además, la clase de materia prima utilizada se presenta en la tabla 8, y los detalles de la materia prima se presentan en la tabla 9. Como se observa en la tabla 8, al seguir la presente invención, la materia prima formadora de negro de humo puede ser precalentada a temperaturas en el orden de 500 °C o más y aún obtener una producción continua y exitosa de negro de humo. En el negro de humo formado a partir de los números de prueba 2-5, 8 y 9, se realizó el análisis sobre el negro de humo, y se determinó que el negro de humo fue aceptable para uso comercial como negros de humo en función de la morfología, pureza y parámetros similares. Se determinó que una ventaja de los negros de humo elaborados de la presente invención fue que los niveles de PAH de los negros de humo estuvieron en el orden de aproximadamente 50% menos de PAH (en el nivel de ppm) que los negros convencionales que tenían la misma morfología. Por tanto, una ventaja adicional de la presente invención es la capacidad de formar negros de humo aceptables desde el punto de vista comercial que tenían una cantidad mucho menor de PAH. La determinación de los PAH se fundamentó en la determinación del PAH-20 como se conoce en la técnica.

[00102] Como se presenta adicionalmente en la tabla 8, la entrada para «caída de presión abrupta» es un indicio sobre si se formó la película por vapor y/o cocción o aproximadamente se formó o no. Cuando la respuesta es «NO», significa que no se detectó una caída de presión abrupta y, de hecho, la prueba se consideró un éxito debido a que produjo un negro de humo aceptable desde el punto de vista comercial sin formación de coque ni película de vapor en las líneas del calentador o líneas de suministro. Cuando la respuesta para la «caída de presión abrupta» es «SI», ésta es indicación de que existe una caída de presión rápida de las condiciones de operación de estado estacionario durante la fabricación del negro de humo, que era un claro indicio de que se produjo la película de vapor y que fue inevitable la cocción en el aparato. De hecho, en la prueba n.º 1, para confirmar esta noción, se observó una caída de presión abrupta en la prueba n.º 1, y finalmente, en el análisis de las partes del calentador de materia prima, se detectó visualmente la cocción en las líneas de alimentación en el calentador para confirmar que la caída de presión abrupta era una indicación de la formación inevitable de cocción.

[00103] Los ejemplos 2-5, 8 y 9 demuestran claramente que el negro de humo puede elaborarse con el uso de materias primas de alta temperatura y aún evitar la formación de película de vapor y cocción y obtenerse un producto de negro de humo aceptable desde el punto de vista comercial.

[00104] En los ejemplos 1, 6 y 7, donde se identificó la caída de presión abrupta y donde se produjo cocción en la prueba n.º 1, con el uso de la presente invención, estos ciclos de prueba se pudieron ajustar para evitar la caída de presión abrupta y en consecuencia la formación de la película de vapor y la cocción por ajuste de la presión de entrada al calentador o elevación de la presión de entrada del calentador y/o aumento de la velocidad de entrada del aceite y/o reducción del tiempo de residencia en el calentador. Al aumentar la presión de la entrada al calentador, por ejemplo, 10% o más, esto tendría un efecto para evitar la formación de vapores en el calentador durante el precalentamiento de la materia prima formadora de negro de humo. En esencia, cualquier combinación de ajuste de la presión de entrada del calentador (por lo general por elevación de la presión), aumento de la velocidad de entrada de aceite y/o disminución del tiempo de residencia puede reducirse la formación de vapor o eliminar la formación de vapor y en consecuencia evitar una caída de presión abrupta.

[00105] En los ejemplos que siguen, para los ejemplos 2-5, 8 y 9, se obtuvo la mejora del rendimiento de negro de humo (en % en peso) en comparación con el negro de humo elaborado a partir de una temperatura de materia prima convencional de 215 °C como referencia base (100%) y la comparación con las materias primas precalentadas de mayor temperatura con esta referencia base. El rendimiento del negro de humo se mejoró de 4% a 8% (en peso) en estos ejemplos. Además, los ejemplos de la presente invención proporcionaron ahorro de energía de 7% a 11% en comparación con el negro de humo elaborado a partir de una temperatura de materia prima convencional de 215 °C como referencia base (100%) y la comparación con la energía utilizada para las materias primas precalentadas de mayor temperatura con esta referencia base. Por tanto, la presente invención proporciona un rendimiento superior de negro de humo y utiliza menos energía para elaborarlo, y estos resultados son superiores a los de los procesos convencionales e inesperados también.

TABLA 8

Número de prueba	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Temperatura precalentamiento (°C)	545	503	500	504	501	500	462	515	515
Entrada del calentador (bar)	46	74,4	83	58,7	50	9	5	51	52
Caída de presión del calentador (bar)	6,3	18,4	21,2	7,2	7,4	6,5	8,2	6,3	6,6
Caudal del aceite (kg/hr)	90	105	145	104	105	95	110	432	453
Flujo térmico (kW/m ²)	38	44,3	61	39,2	39	30	31	36,5	39,7
Velocidad de entrada del aceite (m/s)	1,5	1,8	2,5	1,6	1,6	1,5	1,7	1,3	1,4
Flujo másico específico del aceite (kg/s-m ²)	1523	1777	2453	1760	1777	1607	1861	1539	1540
Tiempo de residencia en el calentador (s)	28	23	17	25	25	23	26	82	77
Materia prima	MP 1	MP 1	MP 1	MP 2	MP 2	MP 3	MP 3	MP 3	MP 3
Caída de presión abrupta	Sí*	No	No	No	No	Sí**	Sí**	No	No

* Presencia de coquización confirmada.

** Se detuvo el experimento de inmediato para evitar el daño del calentador y reactor

TABLA 9

	Materia prima 1 (MP1)	Materia prima 2 (MP2)	Materia prima 3 (MP3)
Peso específico	0,99	1,01	1,09
Carbono (% en peso)	89,88	90,99	90,82
Hidrógeno (% en peso)	9,3	7,5	7,6
Oxígeno (% en peso)	0,5	-	0,42
Nitrógeno (% en peso)	0,15	0,21	0,35
Azufre (% en peso)	0,17	0,74	0,84
Asfaltenos (% en peso)	1,9	3,9	2,0
Viscosidad (cP) @ 50 °C	7	243	58

[00106] Los solicitantes incorporan específicamente los contenidos completos de todas las referencias citadas en esta revelación. Además, cuando se da una cantidad, concentración u otro valor o parámetro ya sea como un rango, rango preferido o una lista de valores preferidos superiores y valores preferidos inferiores, estos se entienden como que se revelan específicamente todos los rangos formados a partir de cualquier par de cualquier límite o valor preferido de superior de rango y cualquier valor preferido o límite inferior, sin consideración de si los rangos se revelan por separado. Donde se cite aquí un rango de valores numéricos, a menos que se establezca de otra forma, el rango está destinado a incluir los extremos de éste, y todos los enteros y fracciones dentro del rango. El alcance de la invención no está destinado a quedar limitado a los valores específicos citados cuando se define un rango.

[00107] Los conocedores de la técnica apreciarán que otras configuraciones de la presente invención son posibles bajo la consideración de la presente especificación o de la práctica de la invención revelada aquí. Por consiguiente, se entiende que la presente especificación y ejemplos se consideran solamente sirven de ilustración, y el alcance y espíritu verdaderos de la invención quedan señalados solamente por las siguientes Reivindicaciones, y sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la producción de negro de humo, que comprende:
 - la introducción de una corriente de gas caliente a un reactor de negro de humo;
 - el suministro de al menos una materia prima formadora de negro de humo al, al menos un, calentador;
- 5 el precalentamiento de dicha, al menos una, materia prima formadora de negro de humo en dicho, al menos uno, calentador a una segunda temperatura mayor de alrededor de 300 °C para proporcionar una materia prima formadora de negro de humo precalentada, en donde (a) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene una velocidad en dicho al menos un calentador que es al menos 0,2 m/s, en donde la velocidad es calculada en función de la densidad de la materia prima medida a 60 °C a 1 atm y el área de sección transversal más
 - 10 pequeña de una línea de materia prima presente en dicho, al menos uno, calentador, y (b) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene un primer tiempo de residencia de la materia prima en dicho calentador de menos de alrededor de 120 minutos;
- 15 el suministro de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada al, al menos uno, punto de introducción de la materia prima al reactor de negro de humo, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada tiene un segundo tiempo de residencia de materia prima desde la salida del dicho, al menos uno, calentador hasta justo antes del punto de entrada al dicho reactor de negro de humo de menos de alrededor de 120 minutos; y en donde dicho primer tiempo de residencia de materia prima y dicho segundo tiempo de residencia de materia prima combinados son 120 minutos o menos; en donde dicho precalentamiento evita la formación de una película de vapor en dicho, al menos un, calentador o antes de dicho suministro a dicho reactor de negro de humo;
- 20 la combinación de al menos dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos un punto de introducción al dicho reactor de negro de humo con la corriente de gas caliente para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en dicho reactor de negro de humo; y
 - la recuperación del negro de humo en la corriente de reacción.
- 25 2. El método de la Reivindicación 1, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo para que tenga una presión mayor de alrededor de 10 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.
3. El método de la Reivindicación 1, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo para que tenga una presión mayor de alrededor de 20 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.
- 30 4. El método de la Reivindicación 1, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo a una presión que va desde alrededor de 20 bar hasta alrededor de 180 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.
5. El método de la Reivindicación 1, en donde dicha velocidad es al menos alrededor de 1 m/s.
6. El método de la Reivindicación 1, en donde dicha velocidad es al menos alrededor de 1,6 m/s.
- 35 7. El método de la Reivindicación 1, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo, comprende aceite decantado, producto de alquitrán de hulla, residuos del craqueador de etileno, aceite que contiene asfaltenos, o cualquier combinación de estos.
8. El método de la Reivindicación 1, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo tiene un punto de ebullición inicial que va desde alrededor de 160 °C hasta alrededor de 500 °C.
- 40 9. El método de la Reivindicación 1, en donde dicho precalentamiento de la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo comprende el calentamiento de dicha materia prima formadora de negro de humo en dicho calentador que tiene un intercambiador de calor que funciona a un flujo térmico promedio mayor de alrededor de 10 kW/m².
- 45 10. El método de la Reivindicación 1, en donde al menos una porción de dicho precalentamiento se produce en dicho, al menos uno, calentador que tiene calor proporcionado al menos parcialmente por calor generado por dicho reactor de negro de humo u otro reactor de negro de humo, o ambos.

11. El método de la Reivindicación 1, en donde dicho primer tiempo de residencia y dicho segundo tiempo de residencia combinados dan un tiempo menor de 60 minutos.
12. El método de la Reivindicación 1, en donde dicho, al menos un, calentador está en intercambio de calor con al menos una porción de dicho reactor de negro de humo.
- 5 13. El método de la Reivindicación 1, en donde dicho, al menos un, calentador hace contacto con dicha corriente de reacción en dicho reactor de negro de humo aguas debajo de un enfriador, en donde dicho, al menos un, calentador comprende un intercambiador de calor que tiene paredes calentadas por dicha corriente de reacción sobre un primer lado de éste y que hace contacto con dicha materia prima formadora de negro de humo sobre el lado opuesto de éste.
- 10 14. El método de la Reivindicación 1, en donde dicho, al menos uno, calentador incluye un intercambiador de calor que intercambia calor con dicha corriente de reacción en dicho reactor negro de humo, en donde un vehículo térmico que puede fluir que fluye a través del intercambiador de calor se calienta, y el vehículo térmico calentado pasa a través de dicho, al menos uno, calentador, colocado externo al reactor y que puede funcionar para transferir calor desde el vehículo térmico con la materia prima formadora de negro de humo para calentar dicha materia prima formadora de negro de humo.
- 15 15. El método de la Reivindicación 1, en donde dicho, al menos uno, calentador es al menos parcialmente calentado con el gas residual de negro de humo como fuente de calor de dicho reactor de negro de humo o un reactor de negro de humo diferente, o ambos reactores, para calentar la materia prima formadora de negro de humo.
- 20 16. El método de la Reivindicación 1, en donde la introducción de la corriente de gas caliente comprende plasma que calienta una corriente de gas que pueda calentarse por plasma en un calentador de plasma para proporcionar al menos una porción de la corriente de gas caliente.
- 25 17. El método de la Reivindicación 1, que además comprende la provisión de una superficie no catalítica sobre las paredes en contacto con la materia prima formadora de negro de humo de dicho, al menos uno, calentador y paredes internas de al menos una línea de suministro de materia prima que suministra dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a dicho reactor de negro de humo, en donde la superficie es no catalítica para el craqueo o polimerización de hidrocarburos.
- 30 18. El método de la Reivindicación 1, en donde dicho suministro comprende la alimentación de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de dicha, al menos una, línea de suministro de materia prima que suministra a dicho reactor de negro de humo, y dicho método además comprende periódicamente la alimentación de un gas de purga que comprende un agente oxidante del carbono a través de dicha, al menos una, línea de suministro de materia prima.
- 35 19. El método de la Reivindicación 1, en donde dicho suministro comprende la alimentación de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos una línea de suministro de materia prima que suministra a dicho reactor de negro de humo, y dicho método además comprende la inyección de la materia prima formadora de negro de humo precalentada al reactor de negro de humo con al menos inflamación en parte de la materia prima formadora de negro de humo.
- 40 20. El método de la Reivindicación 1, que además comprende la combinación de la materia prima formadora de negro de humo precalentada y la corriente de gas caliente en el reactor de negro de humo para formar continuamente negro de humo en el reactor durante al menos alrededor de 12 horas.
- 40 21. Un método para la producción de negro de humo, que comprende:

la introducción de una corriente de gas caliente a un reactor de negro de humo;

el suministro de al menos una materia prima formadora de negro de humo que tiene una primera temperatura por debajo de 360 °C a al menos un calentador;

el precalentamiento de dicha, al menos una, materia prima formadora de negro de humo en dicho, al menos uno, calentador a una segunda temperatura que va desde alrededor de 360 °C hasta alrededor de 850 °C para proporcionar una materia prima formadora de negro de humo precalentada, en donde (a) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene una velocidad en dicho al menos un calentador que es al menos 0,2 m/s, y la velocidad es calculada en función de la densidad de la materia prima medida a 60 °C a 1 atm y el área de sección transversal más pequeña de una línea de materia prima presente en dicho, al menos uno, calentador, y (b) la, al
- 45

menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene un primer tiempo de residencia de la materia prima en dicho calentador de menos de alrededor de 120 minutos;

5 el suministro de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada al, al menos uno, punto de introducción de la materia prima al reactor de negro de humo, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada tiene un segundo tiempo de residencia de materia prima desde la salida del dicho, al menos uno, calentador hasta justo antes del punto de entrada al dicho reactor de negro de humo de menos de alrededor de 120 minutos; y en donde dicho primer tiempo de residencia de materia prima y dicho segundo tiempo de residencia de materia prima combinados van desde alrededor de 10 segundos hasta aproximadamente 120 minutos; en donde dicho precalentamiento evita la formación de una película de vapor en dicho, al menos un, calentador o antes de
10 dicho suministro a dicho reactor de negro de humo;

la combinación de al menos dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos un punto de introducción al dicho reactor de negro de humo con la corriente de gas caliente para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en dicho reactor de negro de humo; y

la recuperación del negro de humo en la corriente de reacción.

15 22. El método de la Reivindicación 21, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo para que tenga una presión mayor de alrededor de 20 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.

20 23. El método de la Reivindicación 21, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo para que tenga una presión mayor de alrededor de 30 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.

24. El método de la Reivindicación 21, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo a una presión que va desde alrededor de 30 bar hasta alrededor de 180 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.

25. El método de la Reivindicación 21, en donde dicha velocidad es al menos alrededor de 1 m/s.

25 26. El método de la Reivindicación 21, en donde dicha velocidad es al menos alrededor de 1,6 m/s.

27. El método de la Reivindicación 21, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo, comprende aceite decantado, producto de alquitrán de hulla, residuos del craqueador de etileno, aceite que contiene asfaltenos, o cualquier combinación de estos.

30 28. El método de la Reivindicación 21, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo tiene un punto de ebullición inicial que va desde alrededor de 160 °C hasta alrededor de 500 °C,

29. El método de la Reivindicación 21, en donde dicho precalentamiento de la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo comprende el calentamiento de dicha materia prima formadora de negro de humo en dicho calentador que tiene un intercambiador de calor que funciona a un flujo térmico promedio mayor de alrededor de 20 kW/m².

35 30. El método de la Reivindicación 21, en donde al menos una porción de dicho precalentamiento se produce en dicho, al menos uno, calentador que tiene calor proporcionado al menos parcialmente por calor generado por dicho reactor de negro de humo u otro reactor de negro de humo, o ambos.

31. El método de la Reivindicación 21, en donde dicho primer tiempo de residencia y dicho segundo tiempo de residencia combinados dan un tiempo menor de 60 minutos.

40 32. El método de la Reivindicación 21, en donde dicho, al menos un, calentador está en intercambio de calor con al menos una porción de dicho reactor de negro de humo.

45 33. El método de la Reivindicación 21, en donde dicho, al menos un, calentador hace contacto con dicha corriente de reacción en dicho reactor de negro de humo aguas debajo de un enfriador, en donde dicho, al menos un, calentador comprende un intercambiador de calor que tiene paredes calentadas por dicha corriente de reacción sobre un primer lado de éste y que hace contacto con dicha materia prima formadora de negro de humo sobre el lado opuesto de éste antes que dicha materia prima formadora de negro de humo.

34. El método de la Reivindicación 21, en donde dicho, al menos uno, calentador incluye un intercambiador de calor que intercambia calor con dicha corriente de reacción en dicho reactor negro de humo, en donde un vehículo térmico que puede fluir que fluye a través del intercambiador de calor se calienta, y el vehículo térmico calentado pasa a través de dicho, al menos uno, calentador, colocado externo al reactor y que puede funcionar para transferir calor desde el vehículo térmico con la materia prima formadora de negro de humo para calentar dicha materia prima formadora de negro de humo.
35. El método de la Reivindicación 21, en donde dicho, al menos uno, calentador es al menos parcialmente calentado con el gas residual de negro de humo como fuente de calor de dicho reactor de negro de humo o un reactor de negro de humo diferente, o ambos reactores, para calentar la materia prima formadora de negro de humo.
36. El método de la Reivindicación 21, en donde la introducción de la corriente de gas caliente comprende plasma que calienta una corriente de gas que pueda calentarse por plasma en un calentador de plasma para proporcionar al menos una porción de la corriente de gas caliente.
37. El método de la Reivindicación 21, que además comprende la provisión de una superficie no catalítica sobre las paredes en contacto con la materia prima formadora de negro de humo de dicho, al menos uno, calentador y paredes internas de al menos una línea de suministro de materia prima que suministra dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a dicho reactor de negro de humo, en donde la superficie es no catalítica para el craqueo o polimerización de hidrocarburos.
38. El método de la Reivindicación 21, en donde dicho suministro comprende la alimentación de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de dicha, al menos una, línea de suministro de materia prima que suministra a dicho reactor de negro de humo, y dicho método además comprende periódicamente la alimentación de un gas de purga que comprende un agente oxidante del carbono a través de dicha, al menos una, línea de suministro de materia prima.
39. El método de la Reivindicación 21, en donde dicho suministro comprende la alimentación de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos una línea de suministro de materia prima que suministra a dicho reactor de negro de humo, y dicho método además comprende la inyección de la materia prima formadora de negro de humo precalentada al reactor de negro de humo con al menos inflamación en parte de la materia prima formadora de negro de humo.
40. El método de la Reivindicación 21, que además comprende la combinación de la materia prima formadora de negro de humo precalentada y la corriente de gas caliente en el reactor de negro de humo para formar continuamente negro de humo en el reactor durante al menos alrededor de 12 horas.
41. Un método para la producción de negro de humo, que comprende:
- la introducción de una corriente de gas caliente a un reactor de negro de humo;
- el suministro de al menos una materia prima formadora de negro de humo que tiene una primera temperatura por debajo de 450 °C a al menos un calentador;
- el precalentamiento de dicha, al menos una, materia prima formadora de negro de humo en dicho, al menos uno, calentador a una segunda temperatura mayor de alrededor de 450 °C para proporcionar una materia prima formadora de negro de humo precalentada, en donde (a) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene una velocidad en dicho al menos un calentador que es al menos 0,2 m/s, y la velocidad es calculada en función de la densidad de la materia prima medida a 60 °C a 1 atm y el área de sección transversal más pequeña de una línea de materia prima presente en dicho, al menos uno, calentador, y (b) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene un primer tiempo de residencia de la materia prima en dicho calentador desde 10 segundos hasta alrededor de 120 minutos;
- el suministro de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada al, al menos uno, punto de introducción de la materia prima al reactor de negro de humo, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada tiene un segundo tiempo de residencia de materia prima desde la salida del dicho, al menos uno, calentador hasta justo antes del punto de entrada al dicho reactor de negro de humo de menos de alrededor de 120 minutos; y en donde dicho primer tiempo de residencia de materia prima y dicho segundo tiempo de residencia de materia prima combinados son 120 minutos o menos; en donde dicho precalentamiento es a una presión suficiente que evita la formación de una película de vapor en dicho, al menos un, calentador o antes de dicho suministro a dicho reactor de negro de humo;

la combinación de al menos dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos un punto de introducción al dicho reactor de negro de humo con la corriente de gas caliente para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en dicho reactor de negro de humo; y

la recuperación del negro de humo en la corriente de reacción.

- 5 42. El método de la Reivindicación 41, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo a una presión que va desde alrededor de 20 bar hasta alrededor de 180 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.
- 10 43. El método de la Reivindicación 41, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo a una presión que va desde alrededor de 30 bar hasta alrededor de 180 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.
44. El método de la Reivindicación 41, que además comprende la presurización de dicha materia prima formadora de negro de humo a una presión que va desde alrededor de 40 bar hasta alrededor de 180 bar antes de entrar a dicho, al menos un, calentador.
45. El método de la Reivindicación 41, en donde dicha velocidad es al menos alrededor de 1 m/s.
- 15 46. El método de la Reivindicación 41, en donde dicha velocidad es al menos alrededor de 1,6 m/s.
47. El método de la Reivindicación 41, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo, comprende aceite decantado, producto de alquitrán de hulla, residuos del craqueador de etileno, aceite que contiene asfaltenos, o cualquier combinación de estos.
- 20 48. El método de la Reivindicación 41, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo tiene un punto de ebullición inicial que va desde alrededor de 160 °C hasta alrededor de 500 °C,
49. El método de la Reivindicación 41, en donde dicho precalentamiento de la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo comprende el calentamiento de dicha materia prima formadora de negro de humo en dicho calentador que tiene un intercambiador de calor que funciona a un flujo térmico promedio que va desde alrededor de 20 kW/m² hasta alrededor de 150 kW/m².
- 25 50. El método de la Reivindicación 41, en donde al menos una porción de dicho precalentamiento se produce en dicho, al menos uno, calentador que tiene calor proporcionado al menos parcialmente por calor generado por dicho reactor de negro de humo u otro reactor de negro de humo, o ambos.
51. El método de la Reivindicación 41, en donde dicho primer tiempo de residencia y dicho segundo tiempo de residencia combinados dan un tiempo menor de 60 minutos.
- 30 52. El método de la Reivindicación 41, en donde dicho, al menos un, calentador está en intercambio de calor con al menos una porción de dicho reactor de negro de humo.
53. El método de la Reivindicación 41, en donde dicho, al menos un, calentador hace contacto con dicha corriente de reacción en dicho reactor de negro de humo aguas debajo de un enfriador, en donde dicho, al menos un, calentador comprende un intercambiador de calor que tiene paredes calentadas por dicha corriente de reacción
- 35 sobre un primer lado de éste y que hace contacto con dicha materia prima formadora de negro de humo sobre el lado opuesto de éste antes que dicha materia prima formadora de negro de humo.
54. El método de la Reivindicación 41, en donde dicho, al menos uno, calentador incluye un intercambiador de calor que intercambia calor con dicha corriente de reacción en dicho reactor negro de humo, en donde un vehículo térmico que puede fluir que fluye a través del intercambiador de calor se calienta, y el vehículo térmico calentado
- 40 pasa a través de dicho, al menos uno, calentador, colocado externo al reactor y que puede funcionar para transferir calor desde el vehículo térmico con la materia prima formadora de negro de humo para calentar dicha materia prima formadora de negro de humo.
55. El método de la Reivindicación 41, en donde dicho, al menos uno, calentador es al menos parcialmente calentado con el gas residual de negro de humo como fuente de calor de dicho reactor de negro de humo o un reactor de negro de humo diferente, o ambos reactores, para calentar la materia prima formadora de negro de humo.
- 45 56. El método de la Reivindicación 41, en donde la introducción de la corriente de gas caliente comprende

plasma que calienta una corriente de gas que pueda calentarse por plasma en un calentador de plasma para proporcionar al menos una porción de la corriente de gas caliente.

57. El método de la Reivindicación 41, que además comprende la provisión de una superficie no catalítica sobre las paredes en contacto con la materia prima formadora de negro de humo de dicho, al menos uno, calentador y paredes internas de al menos una línea de suministro de materia prima que suministra dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a dicho reactor de negro de humo, en donde la superficie es no catalítica para el craqueo o polimerización de hidrocarburos.

58. El método de la Reivindicación 41, en donde dicho suministro comprende la alimentación de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de dicha, al menos una, línea de suministro de materia prima que suministra a dicho reactor de negro de humo, y dicho método además comprende periódicamente la alimentación de un gas de purga que comprende un agente oxidante del carbono a través de dicha, al menos una, línea de suministro de materia prima.

59. El método de la Reivindicación 41, en donde dicho suministro comprende la alimentación de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos una línea de suministro de materia prima que suministra a dicho reactor de negro de humo, y dicho método además comprende la inyección de la materia prima formadora de negro de humo precalentada al reactor de negro de humo con al menos inflamación en parte de la materia prima formadora de negro de humo.

60. El método de la Reivindicación 41, que además comprende la combinación de la materia prima formadora de negro de humo precalentada y la corriente de gas caliente en el reactor de negro de humo para formar continuamente negro de humo en el reactor durante al menos alrededor de 12 horas.

61. Un método para la producción de negro de humo, que comprende:

la introducción de una corriente de gas caliente a un reactor de negro de humo;

el suministro de al menos una materia prima formadora de negro de humo que tiene una primera temperatura por debajo de 300 °C a al menos un calentador a una primera presión mayor de 10 bar;

el precalentamiento de dicha, al menos una, materia prima formadora de negro de humo en dicho, al menos uno, calentador a una segunda temperatura mayor de alrededor de 300 °C para proporcionar una materia prima formadora de negro de humo precalentada, en donde (a) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene una segunda presión en dicho al menos un calentador que es aproximadamente la misma o inferior a dicha primera presión, calculada en función de la suposición de que la materia prima durante la primera presión y la segunda presión viaja en la misma área de sección transversal y (b) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene un primer tiempo de residencia de la materia prima en dicho calentador de menos de alrededor de 120 minutos;

el suministro de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada al, al menos uno, punto de introducción de la materia prima al reactor de negro de humo, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada tiene un segundo tiempo de residencia de materia prima desde la salida del dicho, al menos uno, calentador hasta justo antes del punto de entrada al dicho reactor de negro de humo de menos de alrededor de 120 minutos; y en donde dicho primer tiempo de residencia de materia prima y dicho segundo tiempo de residencia de materia prima combinados son 120 minutos o menos; en donde dicho precalentamiento es a una presión suficiente que evita la formación de una película de vapor en dicho, al menos un, calentador o antes de dicho suministro a dicho reactor de negro de humo;

la combinación de al menos dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos un punto de introducción al dicho reactor de negro de humo con la corriente de gas caliente para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en dicho reactor de negro de humo; y

la recuperación del negro de humo en la corriente de reacción.

62. Un método para la producción de negro de humo, que comprende:

la introducción de una corriente de gas caliente a un reactor de negro de humo;

el suministro de al menos una materia prima formadora de negro de humo que tiene una primera temperatura por debajo de 300 °C a al menos un calentador a una primera presión mayor de 10 bar;

- el precalentamiento de dicha, al menos una, materia prima formadora de negro de humo en dicho, al menos uno, calentador a una segunda temperatura mayor de alrededor de 300 °C para proporcionar una materia prima formadora de negro de humo precalentada, en donde la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene i) una segunda presión en dicho, al menos un, calentador que es aproximadamente la misma o inferior que dicha primera presión y ii) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene una velocidad en dicho al menos un calentador que es al menos 0,2 m/s, y la velocidad es calculada en función de la densidad de la materia prima medida a 60 °C a 1 atm y el área de sección transversal más pequeña de una línea de materia prima presente en dicho, al menos uno, calentador, y en donde i) se calcula en función de que la materia prima viaja en la misma área de sección transversal durante la primera presión y la segunda presión; y
- el suministro de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada al, al menos uno, punto de introducción de la materia prima al reactor de negro de humo, en donde dicho precalentamiento evita la formación de una película de vapor en dicho, al menos un, calentador o antes de dicho suministro a dicho reactor de negro de humo;
- la combinación de al menos dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos un punto de introducción al dicho reactor de negro de humo con la corriente de gas caliente para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en dicho reactor de negro de humo; y
- la recuperación del negro de humo en la corriente de reacción.
63. Un aparato para la producción de negro de humo, que comprende:
- un reactor para combinar una corriente de gas caliente y al menos una materia prima formadora de negro de humo para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en el reactor;
- al menos una línea de suministro de materia prima para el suministro de materia prima formadora de negro de humo a al menos un punto de entrada de materia prima al reactor para combinar la materia prima con la corriente de gas caliente;
- , al menos un calentador de materia prima que puede funcionar para precalentar la materia prima formadora de negro de humo suministrada en la, al menos una, línea de suministro de materia prima a una temperatura de al menos alrededor de 300 °C;
- al menos una bomba que puede funcionar para presurizar la materia prima formadora de negro de humo a una presión mayor que alrededor de 10 bar antes de precalentar la materia prima a una temperatura mayor de alrededor de 300 °C, y para la provisión de una velocidad de materia prima suministrada en el, al menos uno, calentador de materia prima de al menos 0,2 m/s, en donde la velocidad se calcula en función de la densidad de la materia prima medida a 60 °C a 1 atm y el área de sección transversal más pequeña de una línea de materia prima en dicho, al menos un, calentador; y
- un enfriador para enfriar el negro de humo en la corriente de reacción;
- en donde dicho aparato además puede operarse para proporcionar un tiempo de residencia para la materia prima en el, al menos uno, calentador de materia prima y la, al menos una, línea de suministro de materia prima antes de la entrada al reactor para la materia prima precalentada a al menos alrededor de 300 °C en un tiempo que es menos de alrededor de 120 minutos.
64. El aparato de la Reivindicación 63, en donde el, al menos uno, calentador de materia prima comprende un intercambiador de calor que funciona para calentar la materia prima formadora de negro de humo a un flujo térmico promedio mayor de alrededor de 10 kW/m².
65. El aparato de la Reivindicación 63, en donde, el, al menos uno, calentador de materia prima se ubica dentro del reactor para que pueda ponerse en contacto con la corriente de reacción que puede funcionar para calentar la materia prima a una temperatura de al menos alrededor de 300 °C.
66. El aparato de la Reivindicación 63, en donde, el, al menos uno, calentador de materia prima está ubicado en contacto con al menos una porción del reactor que puede funcionar para calentar la materia prima a una temperatura de al menos alrededor de 300 °C.
67. El aparato de la Reivindicación 63, en donde el, al menos uno, calentador de materia prima comprende un intercambiador de calor ubicado dentro del reactor aguas abajo del enfriador, en donde dicho intercambiador de calor

comprende paredes adaptadas para ser calentadas por la corriente de reacción en un primer lado de éste y adaptadas para ser puestas en contacto con la materia prima en el lado opuesto de éste antes de que la materia prima se suministre a la, al menos una, línea de suministro de materia prima, en donde la materia prima puede calentarse a una temperatura, de al menos alrededor de 300 °C en el intercambiador de calor.

- 5 68. El aparato de la Reivindicación 63, que además comprende un intercambiador de calor para un vehículo térmico que puede fluir ubicado dentro del reactor a ser puesto en contacto con la corriente de reacción, y el, al menos uno, calentador de materia prima es externo al reactor y puede funcionar para intercambiar calor del vehículo térmico que puede fluir que ha salido del intercambiador de calor con la materia prima en el calentador de materia prima para calentar la materia prima hasta una temperatura de al menos 300 °C.
- 10 69. El aparato de la Reivindicación 63, en donde, el, al menos uno, calentador de materia prima puede funcionar para intercambiar calor de una corriente de gas residual del reactor para calentar la materia prima a una temperatura de al menos 300 °C.
70. El aparato de la Reivindicación 63, que además comprende un calentador de plasma que puede funcionar para calentar una corriente de gas que pueda calentarse por plasma para proporcionar al menos una porción de la corriente de gas caliente.
- 15 71. El aparato de la Reivindicación 63, que además comprende una superficie no catalítica sobre paredes de contacto con la materia prima del calentador de materia prima y paredes internas de contacto con la materia prima de la, al menos una, línea de suministro de materia prima, en donde la superficie no es catalítica para el craqueo térmico o polimerización de hidrocarburos.
- 20 72. El aparato de la Reivindicación 63, que además comprende revestimiento cerámico no catalítico sobre paredes de contacto con la materia prima del calentador de materia prima y paredes internas de contacto con la materia prima de la, al menos una, línea de suministro de materia prima.
73. El aparato de la Reivindicación 63, que además comprende al menos una fuente de gas de purga, que comprende un agente oxidante de carbono y al menos un punto de entrada de gas de purga sobre la, al menos una, línea de suministro de materia prima que puede funcionar para purgar de manera periódica la, al menos una, línea de suministro de materia prima con el gas de purga.
- 25 74. El aparato de la Reivindicación 63, en donde dicho reactor puede funcionar para combinar la materia prima y la corriente de gas caliente para formar continuamente negro de humo en el reactor durante al menos alrededor de 12 horas.
- 30 75. El método de cualquiera de las Reivindicaciones 1-62, en donde dicho precalentamiento y/o dicho suministro se realiza en ausencia de una caída de presión abrupta en función de condiciones de operación en estado estacionario.
76. Un negro de humo formado por el método de una cualquiera de las Reivindicaciones 1-62.
- 35 77. El negro de humo de la Reivindicación 76, en donde dicho negro de humo tiene una cantidad de PAH de al menos 10% menos de PAH en comparación con un negro de humo que tenga la misma morfología elaborada en un método sin dicho precalentamiento.
78. El negro de humo de la Reivindicación 76, en donde dicho negro de humo tiene un porcentaje de la cantidad de PAH de PM alto en función de la cantidad de PAH total de al menos 10% menos en comparación con un negro de humo que tenga la misma morfología elaborado en un método sin dicho precalentamiento.
- 40 79. Un método para la producción de negro de humo, que comprende:
la introducción de una corriente de gas caliente a un reactor de negro de humo;
el suministro de al menos una materia prima formadora de negro de humo al, al menos un, calentador;
el precalentamiento de dicha, al menos una, materia prima formadora de negro de humo en dicho, al menos uno, calentador a una segunda temperatura mayor de alrededor de 300 °C para proporcionar una materia prima formadora de negro de humo precalentada, en donde (a) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene una velocidad en dicho al menos un calentador que es al menos 0,2 m/s, en donde la velocidad es calculada en función de la densidad de la materia prima medida a 60 °C a 1 atm y el área de sección transversal más
- 45

pequeña de una línea de materia prima presente en dicho, al menos uno, calentador, y (b) la, al menos una, materia prima formadora de negro de humo tiene un primer tiempo de residencia de la materia prima en dicho calentador de menos de alrededor de 120 minutos;

- 5 el suministro de dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada al, al menos uno, punto de introducción de la materia prima al reactor de negro de humo, en donde dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada tiene un segundo tiempo de residencia de materia prima desde la salida del dicho, al menos uno, calentador hasta justo antes del punto de entrada al dicho reactor de negro de humo de menos de alrededor de 120 minutos; y en donde dicho primer tiempo de residencia de materia prima y dicho segundo tiempo de residencia de materia prima combinados son 120 minutos o menos; en donde dicho precalentamiento es a una presión suficiente
- 10 que evita la formación de una película de vapor en dicho, al menos un, calentador o antes de dicho suministro a dicho reactor de negro de humo;

la combinación de al menos dicha materia prima formadora de negro de humo precalentada a través de al menos un punto de introducción al dicho reactor de negro de humo con la corriente de gas caliente para formar una corriente de reacción en la cual se forma el negro de humo en dicho reactor de negro de humo; y

- 15 la recuperación del negro de humo en la corriente de reacción.

FIGURA 1

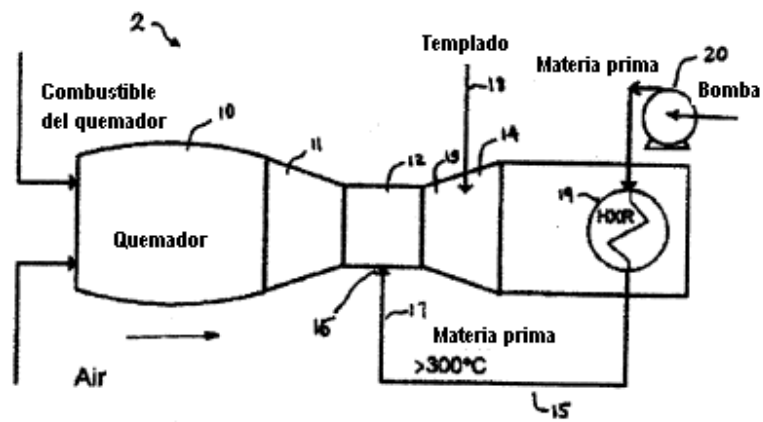


FIGURA 2

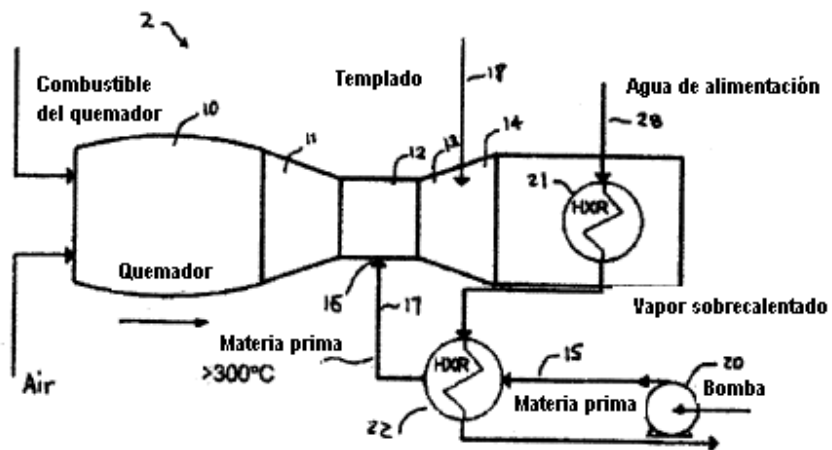


FIGURA 3

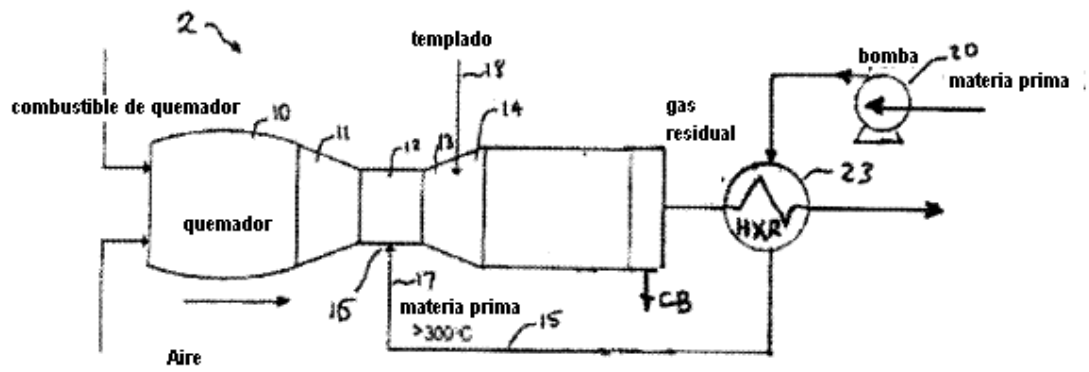


FIGURA 4

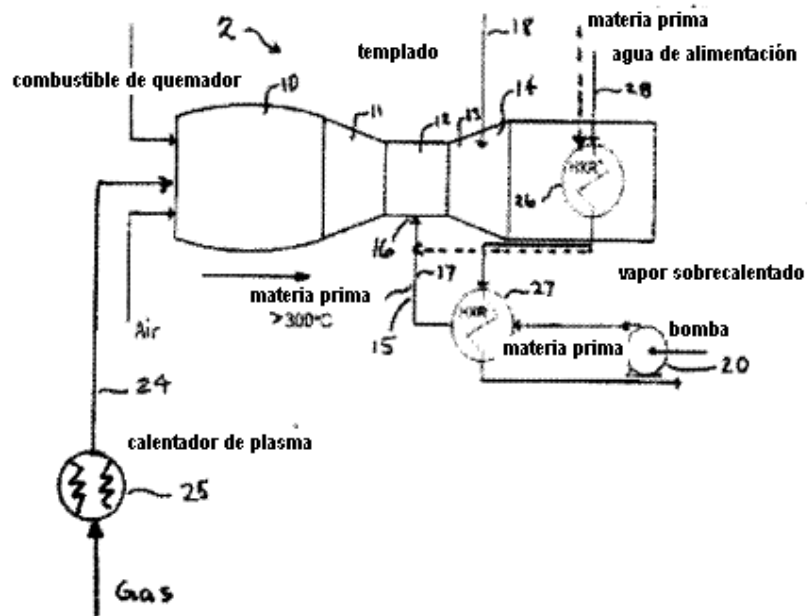


FIG. 5

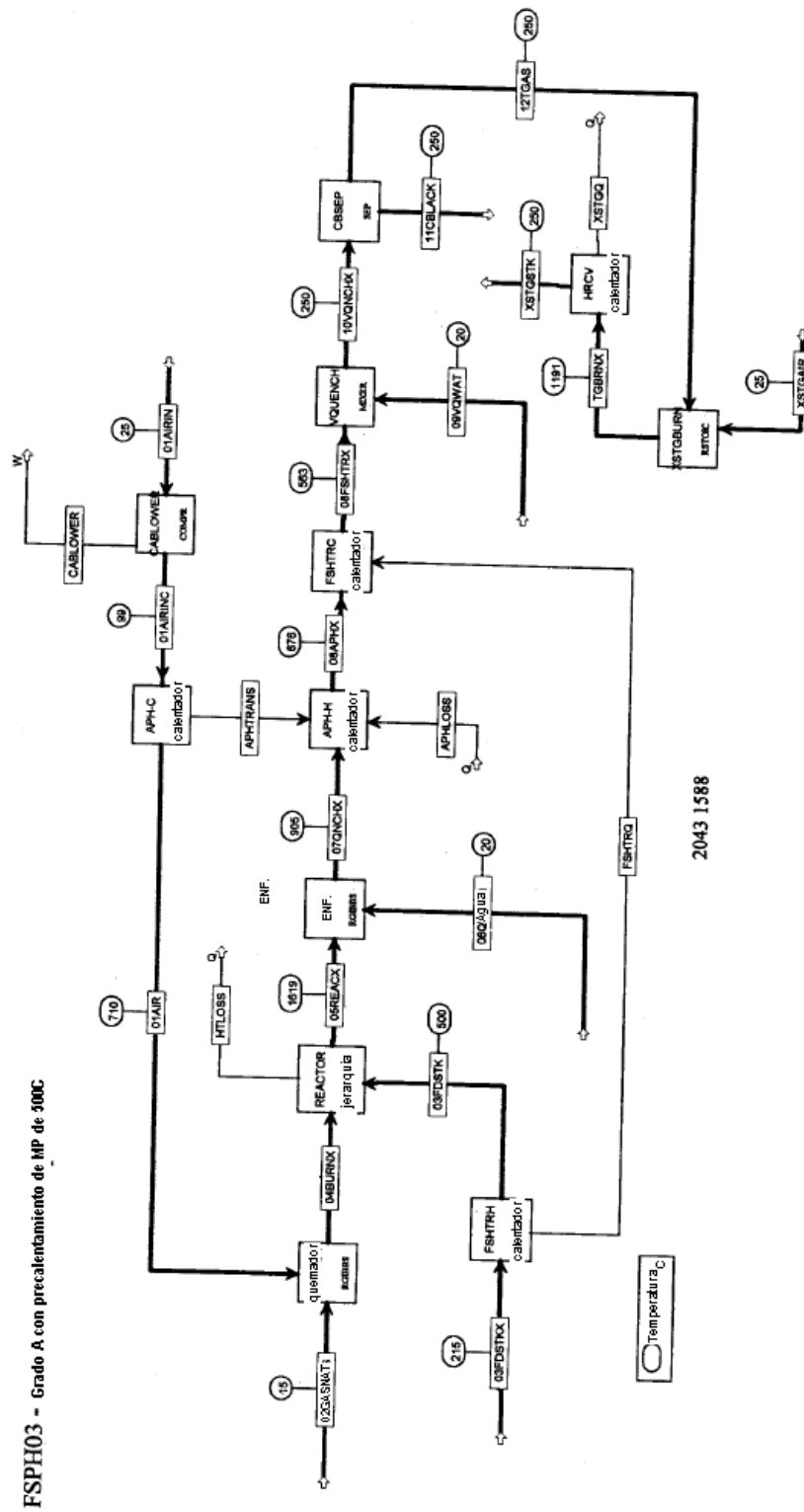


FIG. 6