



No. 13-238978- -00006-0000

Fecha: 2014-12-10 16:31:44 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 523 RESPUESTA Folios: 35

As. 125.812

Señor

DIRECTOR DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

E.

S.

D.

REF: Expediente No. **13 238.978**– solicitud de patente de invención a favor de **UOP LLC**. Título: **PROCESOS Y APARATOS PARA REGENERAR PARTÍCULAS DE CATALIZADOR**.

RESPUESTA A EXAMEN DE FONDO

JUAN PABLO CADENA SARMIENTO, portador de la tarjeta profesional No. 57.492 del C.S.J., obrando como apoderado de la sociedad solicitante me permito dar respuesta al Oficio No. 9309 relacionado con la patentabilidad de la presente invención y notificado por fijación en lista el 5 de Agosto de 2014.

En consideración de las objeciones manifestadas, nos permitimos remitir a su Despacho un nuevo pliego reivindicatorio compuesto por diez (10) reivindicaciones, las cuales encuentran total sustento en el capítulo descriptivo y no exceden en ningún momento el alcance de la invención inicialmente divulgada.

Con relación a dicho nuevo pliego reivindicatorio, los términos considerados por el señor Examinador como imprecisos o relativos fueron eliminados en su totalidad.

Así, la expresión *“una temperatura de por lo menos 490°C”* presente en las reivindicaciones 1, 5 y 10 se reemplazó por *“una temperatura mayor o igual a 490°C”* y la expresión *“un contenido en oxígeno de por lo menos 0,5 mol%”* se cambió por *“un contenido en oxigeno entre 0,5 a 4,0 mol%”*, como se divulga en el párrafo [0021] de la descripción y en la antigua reivindicación 9.

En cuanto al término *“una porción”*, cuando se emplea para referenciar el gas de secado, hace alusión a la relación entre la cantidad de gas de secado y la cantidad de gas de escape, con la cual se mezcla. De acuerdo con esto y atendiendo las sugerencias del señor Examinador, la expresión *“en donde dicha porción es entre 2.4% a 24% mol de la cantidad de los gases de escape”* fue incluida en las reivindicaciones 2 y 4 con el objetivo de proporcionar un rango concreto que defina dicha *porción* del gas de secado. Estos límites se derivan partiendo del hecho que el gas de secado tiene una concentración de oxígeno del 20.9 mol% (ver párrafo [0028] de la solicitud), y el contenido de oxígeno en los gases de escape es prácticamente 0%. Como se busca un gas de combustión con un contenido de oxígeno entre 0,5 y 4,0 mol%, mediante un balance de materia es posible obtener un rango para la *porción* de gas de secado de 2,4 a 24 mol % de la cantidad de gas de escape.

Ahora, el término *una porción* alusivo a los depósitos de coque, se eliminó del pliego reivindicatorio y en su lugar se especifica que en la zona de combustión inicial se eliminan los depósitos de coque de la parte más externa de las partículas de catalizador (el *outermost*) y en la zona de combustión secundaria, los depósitos de coque remanentes. El debido sustento de esta modificación se encuentra en los párrafos [0019] y [0029] de la actual solicitud.

Por otro lado, manifestamos nuestro desacuerdo con la observación que las expresiones de las reivindicaciones 1 a 3, 5, 6 y 10, corresponden a efectos esperados que no permiten definir el proceso. Por el contrario, consideramos que estas expresiones corresponden a acciones tomadas con respecto a un objeto o ejecutadas sobre un objeto, las cuales son imprescindibles para definir una reivindicación de método o proceso.

Por ejemplo, las expresiones *“combustión de los depósitos de coque de las partículas del catalizador gastadas con el gas de combustión”*; *“combustión de los depósitos de coque de la parte más externa de las partículas de catalizador en la zona de combustión inicial y formar un gas de escape inicial;”* los depósitos de coque remanentes entran en combustión y se forma un gas de escape secundario, se refieren a la etapas de eliminación del coque con el gas de combustión, el cual tiene un contenido de oxígeno controlado. En particular, le solicitamos al señor Examinador que considere que estas

expresiones no definen la reivindicación por sí sola, sino que están redactadas como un conjunto de etapas que definen un proceso. Es decir, el hecho que se especifique *combustión en la zona de combustión inicial, se forma un gas de escape secundario*, etc., permite poner en contexto las características técnicas de la invención, esto es, que la zona de combustión consiste de una zona de combustión inicial y una zona de combustión secundaria, que se obtienen dos corrientes diferentes por cada gas de escape que resulta de la combustión de cada zona, etc.

Asimismo, *“la oxihalogenación de las partículas del catalizador para dispersar nuevamente el metal del grupo del platino con el fin de formar partículas catalíticas regeneradas”* no corresponde a un resultado a alcanzar sino a una funcionalidad, las cuales son permitidas en las reivindicaciones.

Del mismo modo, *“mantener la zona de combustión inicial a una temperatura de 473°C”* divulga una etapa de control. La reivindicación recita que a dicha zona de combustión inicial se debe alimentar un gas con un contenido de oxígeno en cierto rango. Al especificar que la zona se debe a mantener a una determinada temperatura, la reivindicación proporciona un valor preciso dentro de ese rango, el cual no es posible establecer *a priori*, sino que se debe calcular constantemente en el sistema de control a partir las variaciones en las variables del proceso.

En relación con la reivindicación 10, señalamos que no todas las frases objetadas corresponden a características funcionales que no definen la invención. Por el contrario, algunas de estas expresiones indican particularidades, condiciones y limitaciones que definen la invención.

Primero, de acuerdo con el Instructivo de Examen de Solicitudes de Patentes de Invención y Modelo de Utilidad,

Si bien la reivindicación independiente debe especificar todas las características esenciales necesarias para definir la invención, no es necesario que mencione las características que estén implícitas

Teniendo en cuenta lo anterior, consideramos que es parte del conocimiento de la persona versada en la materia que los procesos industriales cuentan con sistemas de control para poder mantener las variables de proceso en los valores establecido, y que por consiguiente, aunque no se mencione explícitamente dicho controlador, es imprescindible como parte del regenerador de la reivindicación 10.

Así, por ejemplo, cuando se recita *“una entrada a la zona de combustión inicial configurada para alimentar un primer gas con contenido de oxígeno a una temperatura igual o mayor a 490°C, a la zona de combustión”* se especifica que el regenerador comprende no solamente una abertura para permitir la entrada de gas con oxígeno, sino que adicionalmente, el sistema de control que se configura en la entrada, debe garantizar que dicho gas con oxígeno está a una temperatura igual o mayor a 490°C.

Del mismo modo, las expresiones *“una cámara en la zona de combustión inicial configurada para poner las partículas del catalizador en contacto con el primer gas con contenido de oxígeno”, “un canal configurado para transportar las partículas del catalizador de la zona de combustión a la zona de halogenación”, “una entrada a la zona de halogenación configurada para alimentar un gas con contenido de halógeno y un segundo gas con contenido de oxígeno a la zona de halogenación”* y *“la zona de halogenación está configurada para poner las partículas del catalizador en contacto con el gas con halógeno y el segundo gas con contenido de oxígeno”* se refiere entre otras cosas, a la geometría, dimensiones, soportes, etc., que debe tener el proceso o el equipo para que se pueda llevar a cabo la regeneración del catalizador. Es decir, si por ejemplo se reivindicara solamente un canal, incluso si se dieran características muy específicas sobre este como sus mediadas o material, no sería claro el objeto de tal canal ni la disposición que se debe tener tal canal.

Por otro lado, las expresiones *“...quemar los depósitos de coque en las partículas de catalizador”, “para dispersar nuevamente el metal del grupo del platino con el fin de formar partículas catalíticas regeneradas”,* etc., en efecto constituyen funcionalidades que no le restan claridad a la materia divulgada en la reivindicación, sino que por el contrario permiten explicar con mayor precisión la relación que hay entre las diferentes características estructurales.

La reivindicación 1 fue objetada por considerarse que *“alimentar un gas de combustión a una temperatura mayor o igual a 490°C y un contenido en oxígeno entre 0,5 a 4,0 mol% a la zona de combustión”* constituye una inconsistencia. Al respecto señalamos que en los párrafos citados (párrafos [0011] y [0022]) se establece que la zona de combustión inicial tiene una temperatura menor a la de la segunda zona de combustión, pero no se está excluyendo que la temperatura del gas de combustión que se alimenta a dicha zona tenga que ser menor a 490°C, como se sugiere en el oficio técnico. En primer lugar, la temperatura de una entrada no determina la temperatura de toda la zona de combustión, sino que esta temperatura es el resultado de la transferencia de calor entre los diferentes elementos de la zona. En segundo lugar, la temperatura de la zona de combustión inicial podría ser, por ejemplo, 500°C y la de la zona de combustión secundaria, 550°C. Así, la temperatura de la primera zona de combustión sería mayor a 490°C y a la vez, menor a la temperatura de la zona de combustión secundaria, de forma que no consideramos que haya lugar a tal inconsistencia entre la descripción y la reivindicación 1.

La expresión *“en el que el gas de combustión se alimenta a la zona de combustión secundaria”* se eliminó de la reivindicación 2, por lo tanto se obvia tal objeción.

En relación a la falta de sustento de la reivindicación 8 en la 7, señalamos que la reivindicación 8 divulga una limitación para el calentamiento del tercer gas que contiene oxígeno. En lugar de utilizar un calentador de encendido para calentar el gas, el proceso de la reivindicación 8 toma calor del sistema e intercambia dicho calor residual en el cuarto gas que contiene oxígeno. Esto constituye una limitación sobre el alcance de la reivindicación 7, puesto que esta última divulga que el tercer gas que contiene oxígeno se calienta, pero no se especifica la forma en que se calienta. La reivindicación 8 divulga cómo se va a calentar el tercer gas que contiene oxígeno, y que se está recuperando de calor residual del proceso.

La reivindicación 4 a diferencia de la reivindicación 2 divulga que la porción de gas se desvía para formar el gas de combustión, no la alimentación de oxígeno, siendo estos dos elementos corrientes diferentes: (66) y (62) en las Figuras de la actual solicitud.

En cuanto a la descripción, en la expresión “...una porción de los mismos podría ser usada para crear o calentar los gases de combustión de 28 y/o 23” el número 28 corresponde a un error de tipografía, el cual se corrigió por 38.

Por último, con relación a la objeción mediante la cual se indica que “la descripción carece de ejemplos que permitan distinguir el aporte técnico de la invención y/o ventajas sobre las tecnologías conocidas”; en respuesta nos permitimos citar el Artículo 28 de la Decisión 486, en la cual se establece claramente que la función de los ejemplos es “describir la mejor manera conocida por el solicitante para ejecutar o llevar a cabo la invención”; y no la de permitir distinguir el aporte técnico. Sin embargo, el capítulo descriptivo sí discute tales ventajas sobre las tecnologías conocidas, las cuales se discutirán ampliamente en el presente documento, durante el análisis de nivel inventivo.

Mediante los anteriores argumentos y modificaciones hechas al pliego reivindicatorio, se ha dado respuesta a cada una de las observaciones hechas por falta de claridad. Por tanto, consideramos que las actuales reivindicaciones 1 a 10 son lo suficientemente claras para que se pueda llevar a cabo con certeza el análisis de novedad y nivel inventivo.

Novedad y Nivel Inventivo

La novedad de la reivindicación 1 fue afectada en vista de los documentos D1 “Catalyst regeneration method with three-zone combustión gas addition” y D2 “Catalyst regeneration method”.

Como punto de partida señalamos que en respuesta a esta objeción, el alcance de la reivindicación 1 se limitó al incluir la zona de combustión inicial y la zona de combustión secundaria, divulgadas en la antigua reivindicación 2, la cual no fue objetada por novedad ni nivel inventivo en el Oficio Técnico.

En relación con dicha modificación, el estado de la técnica es completamente silencioso en cuanto a un proceso para regenerar partículas de catalizador, caracterizado porque la zona de combustión se compone de dos zonas de combustión claramente divididas, y de las cuales se obtienen dos corrientes de gas de escape diferentes.

En particular, el documento D1 se encamina hacia un método para operar la sección de regeneración para aumentar la concentración de oxígeno en la zona de combustión y para mejorar la dispersión en la zona de halogenación mediante la inyección de aire adicional a la zona de halogenación; pero no menciona en absoluto una zona de combustión dividida en una zona de combustión inicial y una zona de combustión secundaria. Del mismo modo, tampoco podría divulgar la formación de un gas de escape inicial y un gas de escape secundario, los cuales se forman en las respectivas zonas de combustión.

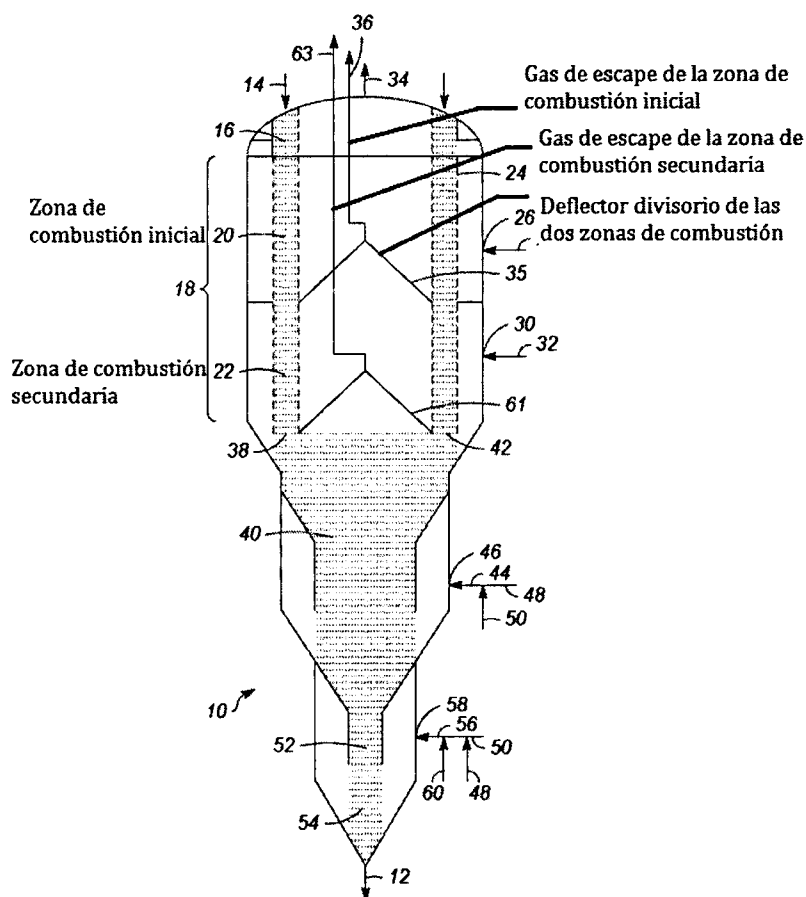
Por su parte, el documento D2 divulga un método de operación de un sistema de regeneración catalítica en el cual la zona de regeneración incluye una zona de combustión, al menos una zona de *boost* de oxígeno o propulsión de oxígeno, una zona de halogenación y una zona de secado, todas en progresión secuencial. Si bien el proceso descrito en el documento D2 menciona una zona de combustión y por lo menos una zona de propulsión de oxígeno, en las cuales se eliminan los depósitos de coque en las partículas de catalizador, es necesario indicar que a diferencia de la presente invención, estas zonas no están físicamente definidas dentro del regenerador catalítico.

En otras palabras, estas zonas son meramente virtuales y se mencionan con el objetivo de ilustrar que a medida que las partículas de catalizador avanzan por el regenerador encuentran diferentes entornos, i.e. diferentes condiciones de temperatura y contenido de oxígeno, las cuales son establecidas por la distribución y las características de las diferentes corrientes de alimentación de *gas de reciclo*, pero no por condiciones controladas y definidas para cada una de las zonas.

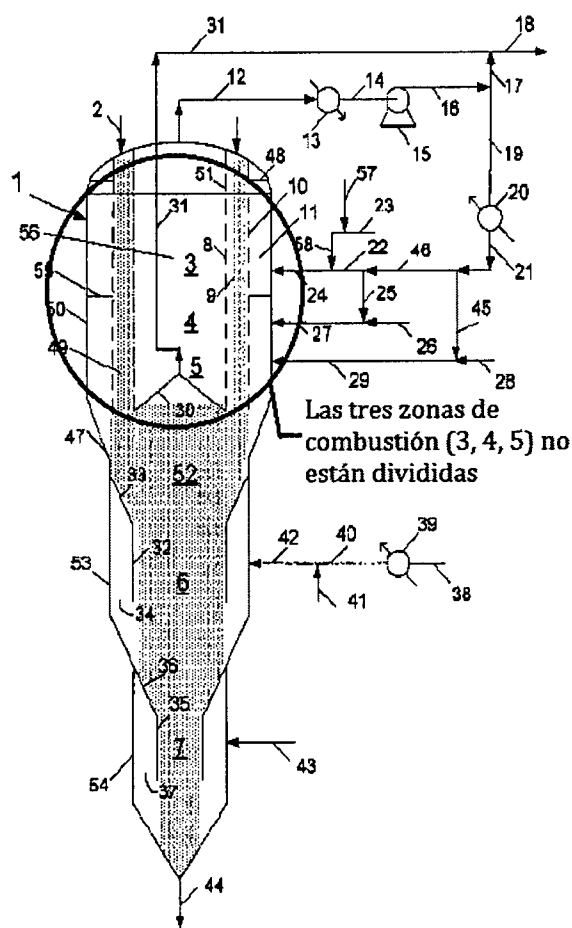
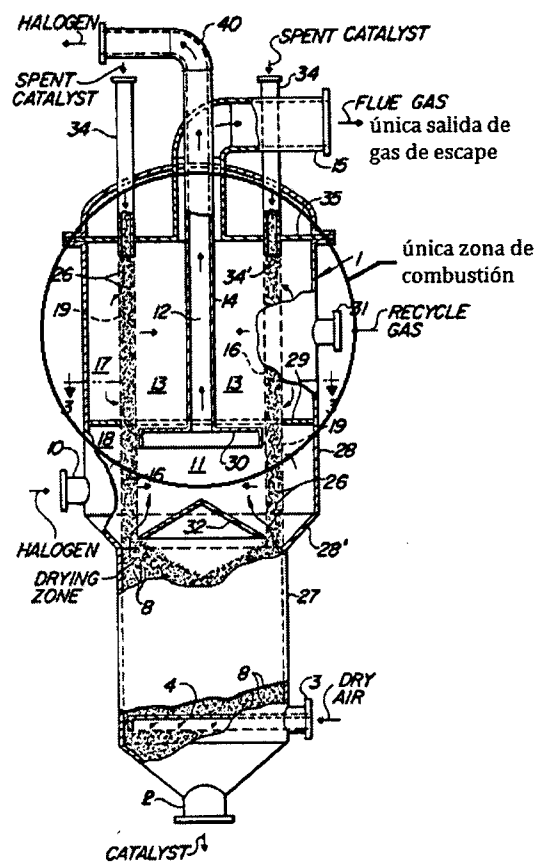
Al igual que el documento D1, el hecho que el regenerador de D2 no incluya una zona de combustión inicial y una zona de combustión secundaria, imposibilita que se puedan llevar a cabo las etapas concernientes a:

- remoción del gas de escape inicial (34) de la zona de combustión inicial (20);
- remoción del gas de escape secundario (36) de la zona de combustión secundaria (22); y
- mezclar el gas de escape inicial (34) y secundario (36) con una alimentación de oxígeno (66) para crear el gas de combustión (62);

Las diferencias expuestas en los párrafos anteriores se pueden evidenciar mediante la comparación de las Figuras de la presente invención con las de los documentos D1 y D2.



Desde otro punto de vista, tanto el documento D1 como D2 fallan en divulgar los elementos de la reivindicación asociados a las referencias 35 y 36 de la presente invención.



En síntesis, la actual reivindicación 1 divulga una zona de combustión dividida en una zona de combustión inicial y secundaria, lo cual constituye materia sin precedentes en el estado de la técnica, y por lo tanto es novedosa.

Al igual que la reivindicación 1, las reivindicaciones independientes 5 y 10 se modificaron para incluir una zona de combustión que contiene una zona de combustión inicial y una zona de combustión secundaria. Por consiguiente, y considerando los argumentos presentados en párrafos anteriores, estas reivindicaciones, al igual que sus respectivas reivindicaciones dependientes, también cumplen con el requisito de novedad.

Ahora bien, el hecho de que una zona de combustión inicial y una zona de combustión secundaria estén físicamente establecidas dentro del regenerador tiene efectos significativos sobre el funcionamiento del proceso, de forma que constituyen un avance técnico frente al estado del arte. Asimismo, esta modificación no se hubiera podido derivar de manera evidente a partir de las enseñanzas de los documentos D1 y D2, al menos por las razones que procedemos a exponer.

En primer lugar, el arte previo ni siquiera reconoce el problema técnico solucionado por la invención. Dicho problema técnico objetivo está relacionado con aumentar la controlabilidad del proceso, más específicamente, con lograr un mayor control de temperatura en las etapas de combustión y de halogenación.

Por su parte, el documento D1 está relacionado con aumentar la cantidad de oxígeno en el área de combustión alimentando aire en la zona de halogenación. Así, el proceso descrito en D1 discute como lograr mayor un mayor contenido de oxígeno en la zona de combustión sin considerar si quiera como controlar dicho contenido.

Como se describe en el capítulo descriptivo, “en un entorno de altas temperaturas y alto contenido de oxígeno, el coque se quema de manera incontrolable. Como resultado de la quema no controlada, la temperatura local puede superar los 800°C. A esta alta temperatura, las partículas de catalizador experimentarán un cambio de fase permanente, como de gamma alúmina a alfa alúmina, lo cual podría causar una

pérdida en la actividad catalítica. Adicionalmente, la quema no controlada de coque puede liberar suficiente calor como para derretir el regenerador de acero inoxidable”.

El proceso descrito en el documento D1 no comprende los medios para poder controlar la cantidad de oxígeno en la zona de halogenación y combustión y por ende, para evitar los problemas asociados a un aumento desmedido en la temperatura. En concreto, el aire alimentado en la zona de halogenación, el cual es 20.9% mol en oxígeno, termina eventualmente migrando hacia la zona de combustión, puesto que tal y como es posible observar en la Figura 1 y la Figura 2 de D1, el sistema descrito en la anterioridad tiene una única salida para el gas de escape en la cima del regenerador (15).

En otras palabras, el sistema de D1 logra una mayor conversión en la reacción de combustión del coque proporcionando oxígeno en exceso. Sin embargo, dicho exceso de oxígeno implica un aumento en la temperatura que puede dañar irreversiblemente las partículas de catalizador que se están tratando de recuperar.

Por otro lado, el documento D2 menciona el problema asociado a un incremento de la temperatura por encima de ciertos límites. Así, propone un regenerador con una zona de combustión, una zona de propulsión de oxígeno y una zona de halogenación. Sin embargo, tal como se mencionó en el análisis de novedad, ninguna de las zonas descritas en D2 está físicamente separada la una de la otra.

Por el contrario, estas zonas están determinadas por las condiciones que resultan de la composición, la temperatura y la velocidad de flujo de las corrientes de alimentación. Por ejemplo, la “diferencia” entre la zona de combustión y la zona de propulsión de oxígeno es que esta última “se refuerza con gas adicional que contiene oxígeno”. Sin embargo, en el regenerador de D2 no hay un elemento que separe físicamente ni que defina el límite entre la zona de combustión y la zona de propulsión de oxígeno.

La zona de propulsión de oxígeno divulgada en D2 consiste en una zona en la cual se alimenta un gas con una cantidad de oxígeno considerablemente mayor a la cantidad de oxígeno presente en el gas de reciclo que se alimenta a la zona de combustión. Esta segunda corriente de alimentación con contenido de oxígeno (o tercera o cuarta corriente según la realización del sistema descrito en D2) permite eliminar por combustión los depósitos de coque que se encuentran en el interior más profundo de los poros de las partículas de catalizador y que no se habían eliminado en la zona de combustión.

Sin embargo, debido a que el sistema de D2 no cuenta con un deflector u otro elemento separador, el oxígeno que no se consume en la sección de propulsión de oxígeno puede ascender por el regenerador y entrar en contacto con las partículas de catalizador de la zona de combustión (3). En consecuencia, estas partículas que están en la zona de combustión 3 y las cuales tienen un contenido de coque mayor al de las partículas que han pasado a la zona de propulsión de oxígeno, al presentarse un exceso de oxígeno, reaccionan descontroladamente con el oxígeno proveniente de la zona de propulsión quemando una gran parte del coque presente en los catalizadores y por lo tanto elevando la temperatura.

Lo anterior implica que es mucho más difícil controlar la diferencia en la concentración de oxígeno entre las *zonas* del sistema de D2 y por lo tanto, la temperatura de cada uno de estas zonas.

En coherencia con el análisis presentado, es evidente que una modificación, al parecer sencilla, de incluir un deflector entre dos zonas de combustión que operan a condiciones diferentes, presenta una gran ventaja sobre la controlabilidad del proceso y por consiguiente, entre el desempeño general de este.

Lo anterior es en relación a la operación en estado estable del proceso reivindicado. Sin embargo, la caracterización de la presente invención resulta aún más favorable durante las condiciones de *start-up*, es decir antes de que el proceso alcance su estado estable.

Solo con fines argumentativos, procedemos a considerar que los procesos descritos en D1 y D2 se configuran de tal manera que la cantidad de oxígeno de cada corriente de alimentación se determina de forma que el exceso de oxígeno es el necesario para garantizar la combustión total del coque depositado en el catalizador, pero no suficiente para causar un aumento descontrolado en la temperatura, de forma que se tiene cierto control sobre la temperatura del sistema (dada la naturaleza intrínseca de un proceso de regeneración la anterior condición sería difícil de garantizar en los sistemas de D1 y D2, puesto que en primer lugar estos procesos de regeneración son procesos semi-continuos en los cuales las partículas de catalizador se alimentan al regenerador por *batches*, aunque estos operen de manera continua, y en segundo lugar es imposible determinar la cantidad exacta de coque depositado en cada carga de partículas que se alimenta, puesto que dicha cantidad depende de múltiples factores tales como la materia prima, las condiciones ambientales, las condiciones de proceso y en sí, la caracterización de las partículas de catalizador).

En estado estable, esta cantidad *exacta* de oxígeno debe ser igual a la suma del flujo de oxígeno que sale del regenerador en el gas de escape con la cantidad de oxígeno que se consume en las reacciones de combustión que tienen lugar en la zona de combustión. Este “balance” entre la entrada y el consumo y la salida de oxígeno solo se daría en condiciones de estado estable, pero no durante condiciones transitorias como por ejemplo el *start-up* del proceso.

Tal y como se describe en el capítulo descriptivo “debido al resultado potencialmente catastrófico de que el coque entre en la zona de halogenación en presencia de un alto contenido de oxígeno, los sistemas de regeneración son primero operados en modo de arranque. En el modo de arranque, no se alimenta oxígeno a la zona de halogenación. Como resultado, las partículas de catalizador pueden entrar a la zona de halogenación, incluso cuando contienen coque. Durante cada paso de partículas de catalizador que son recicladas en el reactor de regeneración, se busca la combustión en la zona de combustión de coque restante en las partículas. Sin embargo, las prácticas actuales a menudo fallan como para remover suficientemente los depósitos de coque en todas las partículas de catalizador. Particularmente, el coque subterráneo, en los núcleos de las partículas, frecuentemente se vuelve refractario durante los varios pasos por el reactor de regeneración y extremadamente difícil de quemar”

Es decir, precisamente para evitar un aumento en la temperatura que pudiera dañar irreversiblemente las partículas de catalizador o el regenerador, los procesos de regeneración de partículas de catalizador divulgadas en el estado de la técnica no alimentan oxígeno adicional durante el arranque del equipo, de forma que las primeras partículas de catalizador que se alimentan no se regeneran eficazmente mediante la eliminación de todo el coque depositado; y aunque esta condición se trate de solucionar re-alimentando las partículas de catalizador, el coque depositado en las profundidades de los poros de las partículas se vuelve refractario y por consiguiente resistente al calor.

Por el contrario, la caracterización de la presente invención permite controlar la temperatura de cada zona de combustión mediante la cantidad de oxígeno alimentado en cada zona. Debido a la presencia del deflector (35) “ningún monto sustancial de gas pasa entre las zonas (20) y (22)” o zonas de combustión inicial y secundaria, respectivamente. Así, no hay intercambio de oxígeno entre cada zona de combustión y por lo tanto la temperatura de una zona no puede afectar la temperatura de la otra zona, como si puede ocurrir en el sistema descrito en D2.

De acuerdo con lo anterior, la temperatura en la zona de combustión inicial, en la cual las partículas de catalizador tienen el mayor contenido de coque, se puede mantener sin mayor dificultad a 473°C, temperatura suficiente para quemar el coque en la parte externa de las partículas. Una vez las partículas entran la zona de combustión secundaria, se puede aumentar la temperatura para eliminar la porción remanente de coque sin que exista el riesgo de que se genere tanto calor que pueda dañar el catalizador o el equipo, puesto que una parte considerable del coque ya se quemó, de forma que la parte remanente no es suficiente para generar una cantidad de calor suficiente para causar un incremento extremo en la temperatura.

Ahora, con relación al *start-up*, desde el modo de arranque es posible alimentar oxígeno a la zona de halogenación, ya que al estar la zona de combustión inicial aislada de las zonas posteriores, no va a haber un incremento descomunal en la temperatura causado por el oxígeno presente en el gas ascendente desde la zona de halogenación. Aunque el oxígeno en la zona de combustión secundaria sea mayor a la concentración de oxígeno deseable durante operaciones de estado estable, al ya haberse eliminado una porción considerable del coque en el catalizador, el coque remanente resulta insuficiente para poder elevar la temperatura hasta un punto catastrófico.

Adicionalmente, tal y como se explicó durante el análisis de novedad, debido a que los regeneradores de los documentos D1 y D2 no divulgan una zona de combustión inicial y una zona de combustión secundaria, tampoco podrían anticipar las características de la invención asociadas a formar un gas de escape inicial y un gas de escape secundario, remover dichos gases y mezclarlos para formar el gas de combustión.

Dicha caracterización además de diferenciar la invención del arte previo le confiere ventajas operacionales adicionales sobre los sistemas descritos en el estado de la técnica.

Como es del conocimiento del experto en la materia, el agua tiene un efecto negativo en la vida útil de las partículas de catalizador. De acuerdo con el diseño de los regeneradores de D1 y D2, el agua que se forma como producto de la reacción de combustión del coque en toda la zona de combustión (sea esta llamada zona de combustión o de propulsión de oxígeno) tiene que subir por todo el lecho catalítico hasta la cima del equipo, en donde están las salidas del gas de escape. Por el contrario, la invención proporciona una salida por cada zona de combustión. Así, el gas de escape que se forma en la zona de combustión secundaria, la parte más baja de la zona de combustión, no tiene que hacerse paso entre todas las partículas de catalizador, sino que cuenta con un medio por el cual puede fluir directamente hacia la salida en la cima del equipo.

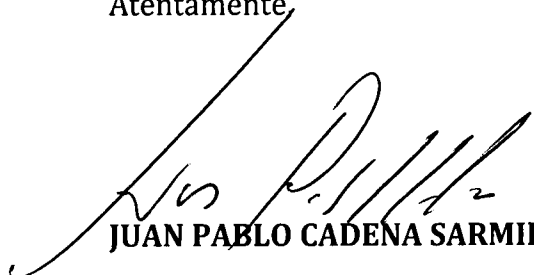
De acuerdo con lo anterior, la caída de presión del gas de escape en la presente invención es significativamente menor a la caída de presión del gas de escape en los sistemas descritos en D1 y D2. Lo anterior constituye un efecto técnico inesperado, ya que al disminuir la caída de presión del flujo interno del gas de escape hay una menor probabilidad de que se presenten los problemas asociados a dicha caída de presión, tales como el goteo y el *dumping*, que comprometerían el estado de las partículas de catalizador al no eliminar el agua del sistema eficazmente.

Las características de los procesos y el regenerador de las reivindicaciones 1, 5 y 10, adicionalmente a proporcionar ventajas operacionales en relación con la controlabilidad tanto en estado estable como en modo de arranque, tienen un efecto en el producto final, esto es, en las partículas de catalizador reformadas. De acuerdo con D1, las partículas de coque que salen de la zona de combustión tienen un contenido de coque de 0.2% o menos del peso del catalizador (ver párrafo 11, líneas 23 a 25). Las partículas de catalizador que salen de la zona de combustión en el proceso reivindicado contienen menos del 0,10 wt% de coque; preferiblemente, menos del 0,05 tw% de coque; más preferiblemente, menos del 0,001 wt% de coque; y más preferible aún 0,0 wt% de coque.

En síntesis, los documentos D1 y D2 no contienen materia que anticipe o sugiera una caracterización de los procesos y el regenerador tal y como se divulga en el actual pliego reivindicatorio. Por lo tanto no se hubiera podido derivar de manera obvia a partir de los documentos citados. Adicionalmente, la presente invención proporciona una solución simple y eficaz a un problema técnico sin resolver por el estado de la técnica, esto es, una controlabilidad efectiva de la temperatura tanto en estado estable como en el modo de arranque de los procesos de regeneración de partículas de catalizador, a la vez que disminuye la posibilidad de que se presenten problemas asociados a la caída de presión del gas de escape que se produce de la combustión del coque.

En vista de lo anteriormente expuesto, respetuosamente solicitamos el retiro de las objeciones de la presente solicitud y la concesión del privilegio solicitado, ya que en opinión del solicitante cumple con todos los requisitos establecidos en la Decisión 486.

Atentamente



JUAN PABLO CADENA SARMIENTO

T.P. No. 57.492 del C.S.J.

C.C. 80.410.337 de Usaquén

Calle 70 A No. 4 - 41

REIVINDICACIONES MODIFICADAS

1. Un proceso para regenerar partículas del catalizador (12) comprende:

introducir partículas del catalizador gastadas (14) a una zona de combustión (18), donde las partículas del catalizador gastadas contienen un metal del grupo del platino y transportan depósitos de coque (16), en el que la zona de combustión incluye una zona de combustión inicial (20) y una zona de combustión secundaria (22);

alimentar un gas de combustión (28) a una temperatura mayor o igual a 490°C y un contenido en oxígeno entre 0,5 a 4,0 mol% a la zona de combustión;

mantener la zona de combustión inicial (20) a una temperatura de 473°C;

combustión de los depósitos de coque que forman el coque más exterior sobre las partículas de catalizador en la zona de combustión inicial (20) y formar un gas de escape inicial (34);

trasladar las partículas catalíticas gastadas a la zona secundaria de combustión (22) en donde los depósitos de coque remanentes entran en combustión y se forma un gas de escape secundario (36);

remoción del gas de escape inicial (34) de la zona de combustión inicial (20);

remoción del gas de escape secundario (36) de la zona de combustión secundaria (22);

mezclar el gas de escape inicial (34) y secundario (36) con una alimentación de oxígeno (66) para crear el gas de combustión (62);

trasladar las partículas del catalizador de la zona de combustión a una zona de halogenación (40); y

oxihalogenación de las partículas de catalizador para dispersar nuevamente el metal del grupo del platino en las partículas del catalizador para formar partículas del catalizador regeneradas.

2. El proceso de la reivindicación 1, el cual además comprende:

trasladar las partículas del catalizador de la zona de halogenación a una zona de secado (54);

calentar un gas de secado (56) a 400-565°C;

alimentar el gas de secado a la zona de secado y secar las partículas del catalizador; y

desviar una porción (76) del gas de secado para formar la alimentación de oxígeno (66) mediante mezcla con los gases de escape, en donde dicha porción (76) es entre 2.4% a 24% mol de la cantidad de los gases de escape.

3. El proceso de la reivindicación 1 en el que un gas de escape (64) se forma por combustión de los depósitos de coque, dicho proceso comprende además:

remoción del gas de escape de la zona de combustión (18); y

calentar el gas de combustión (62) a través del intercambio de calor con el gas de escape.

4. El proceso de la reivindicación 1 comprende además:

trasladar las partículas del catalizador de la zona de halogenación a una zona de secado (54);

calentar un gas de secado (56) a 400-565°C; y

alimentar el gas de secado a la zona de secado y secar las partículas del catalizador; y

desviar una porción del gas de secado (76) para formar el gas de combustión (66), en donde dicha porción (76) es entre 2.4% a 24% mol de la cantidad de los gases de escape.

5. Un proceso para regenerar partículas catalíticas gastadas (14) en un regenerador catalítico continuo (10) con zona de combustión (18) y una zona de halogenación (40), en el que la zona de combustión incluye una zona de combustión inicial y una zona de combustión secundaria, el cual comprende:

introducir las partículas gastadas del catalizador a la zona de combustión inicial, en la que las partículas gastadas del catalizador contienen un metal del grupo del platino y transportan depósitos de coque (16);

alimentar un primer gas con contenido de oxígeno (28) a una temperatura mayor o igual a 490°C a la zona de combustión inicial;

poner las partículas gastadas del catalizador en contacto con el primer gas con oxígeno, quemar los depósitos de coque y formar un gas de escape inicial;

trasladar las partículas de catalíticas gastadas a la zona de combustión secundaria en donde se combustionan los depósitos de coque remanentes y un gas de escape secundario se forma.

remoción del gas de escape inicial de la zona de combustión inicial;

remoción del gas de escape secundario de la zona de combustión secundaria;

trasladar las partículas gastadas del catalizador de la zona de combustión secundaria a la zona de halogenación;

alimentar un gas con contenido de halógeno (48) y un segundo gas con contenido de oxígeno (50) a la zona de halogenación; y

poner las partículas del catalizador en contacto con el gas con contenido de halógeno y el segundo gas con contenido de oxígeno y la oxihalogenación de las partículas del catalizador para dispersar nuevamente el metal del grupo del platino para formar partículas catalíticas regeneradas (12).

6. El proceso de la reivindicación 5, en el que un gas de escape (64) se forma por la combustión de los depósitos de coque, dicho proceso comprende además:

remover el gas de escape de la zona de combustión; y

mezclar el gas de escape con un tercer gas con oxígeno (66) para crear el primer gas con contenido de oxígeno.

7. El proceso de la reivindicación 6, que además comprende:

antes de mezclar el tercer gas con contenido de oxígeno con el gas de escape, calentar el tercer gas con contenido de oxígeno.

8. El proceso de la reivindicación 7 en el que el regenerador catalítico continuo incluye una zona de secado (54), dicho proceso comprende:

trasladar las partículas del catalizador de la zona de halogenación a la zona de secado;

calentar un cuarto gas con contenido de oxígeno (50) a 400-565°C con un calentador;

alimentar el cuarto gas con oxígeno a la zona de secado;

poner las partículas del catalizador en contacto con el cuarto gas con oxígeno y secar las partículas del catalizador; y

calentar el tercer gas con contenido de oxígeno a través del intercambio de calor con el cuarto gas con oxígeno.

9. El proceso de la reivindicación 5, en el que el primer gas con oxígeno posee un contenido de oxígeno de 0,5 a 4,0 mol%.

10. Un regenerador catalítico continuo (10) para regenerar partículas del catalizador (14), en el que las partículas catalíticas contienen un metal del grupo del platino y transportan depósitos de coque (16), el cual tiene una zona de combustión (18) y una zona de halogenación (40), en el que la zona de combustión incluye una zona de combustión inicial y una zona de combustión secundaria y comprende:

una entrada a la zona de combustión inicial (26) configurada para alimentar un primer gas con contenido de oxígeno (28) a una temperatura igual o mayor a 490°C, a la zona de combustión;

una cámara en la zona de combustión inicial (24) configurada para poner las partículas del catalizador en contacto con el primer gas con contenido de oxígeno y quemar los depósitos de coque en la parte más externa de las partículas del catalizador;

un canal (42) configurado para transportar las partículas del catalizador de la zona de combustión inicial a la zona de combustión secundaria;

una cámara en la zona de combustión secundaria configurada para quemar los depósitos de coque remanente en las partículas del catalizador;

una entrada a la zona de halogenación (46) configurada para alimentar un gas con contenido de halógeno (48) y un segundo gas con contenido de oxígeno (50) a la zona de halogenación; y

un canal (42) configurado para transportar las partículas del catalizador de la zona de combustión a la zona de halogenación;

una entrada a la zona de halogenación (46) configurada para alimentar un gas con contenido de halógeno (48) y un segundo gas con contenido de oxígeno (50) a la zona de halogenación; y

en el que la zona de halogenación está configurada para poner las partículas del catalizador en contacto con el gas con halógeno y el segundo gas con contenido de oxígeno y la oxihalogenación de las partículas del catalizador para dispersar nuevamente el metal del grupo del platino con el fin de formar partículas catalíticas regeneradas (12).

PROCESOS Y APARATOS PARA REGENERAR PARTÍCULAS DE CATALIZADOR

DECLARACIÓN DE PRIORIDAD

[0001] La presente solicitud exige prioridad respecto a la Solicitud No. 13/163.336 de EEUU que fue radicada el 17 de Junio de 2011.

CAMPO DE LA INVENCION

[0002] El presente invento generalmente se refiere a procesos y aparatos relacionados con la conversión de productos de hidrocarburos, y más específicamente se refiere a procesos y aparatos para regenerar el catalizador de conversión de hidrocarburos gastado para que el catalizador puede ser reutilizado en una reacción de conversión de hidrocarburos.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

[0003] Los procesos catalíticos para la conversión de hidrocarburos utilizando metales del grupo del platino y soportes de catalizadores son muy reconocidos y ampliamente utilizados. Un proceso consiste en la reforma catalítica de componentes de refinería de petróleo y otro en la producción de olefina. Eventualmente los catalizadores utilizados en estos procesos son desactivados por, entre otras razones, la acumulación de depósitos de coque sobre los mismos. Cuando la acumulación de depósitos de coque causa la desactivación, regenerar o readecuar el catalizador para remover los depósitos de coque restablece la actividad del catalizador. En un proceso de regeneración, el catalizador que contiene coque es manipulado a altas temperaturas con un gas que contiene oxígeno para quemar y remover el coque. Los procesos de regeneración pueden ser llevados a cabo in situ e el catalizador podrá ser removido del recipiente en el que ocurre la conversión de hidrocarburos y transportado a una zona de combustión separada para remover el coque. Son bien reconocidos los acuerdos para remover continuamente o semi-continuamente partículas de catalizador de un proceso de reacción y para la remoción de coque en un proceso de regeneración.

[0004] La combustión de coque en una zona de combustión de un proceso de regeneración es contralada reciclando un gas con bajo contenido de oxígeno en

contacto con las partículas catalizadoras que contienen coque. En sistemas de regeneración típicos, las partículas de catalizador que contienen metal pasan de manera descendente de la zona de combustión a una zona subyacente de halogenación. El cloro u otro gas que contiene halógenos circula por la zona de halogenación. Durante operaciones en estado estable, el entorno de la zona de halogenación también incluye oxígeno, lo que permite oxihalogenación para dispersar nuevamente el metal del grupo del platino en las partículas de catalizador.

[0005] Mientras que el entorno en la zona de halogenación durante operaciones en estado estable sea requerido para incluir un monto significativo de oxígeno para la oxihalogenación, las partículas de catalizador coquizadas no pueden ser expuestas a altos niveles de oxígeno. Particularmente, en un entorno de altas temperaturas y alto contenido de oxígeno, el coque se quema de manera incontrolable. Como resultado de la quema no controlada, la temperatura local puede superar los 800°C. A esta alta temperatura, las partículas de catalizador experimentarán un cambio de fase permanente, como de gamma alúmina a alfa alúmina, lo cual podría causar una pérdida en la actividad catalítica. Adicionalmente, la quema no controlada de coque puede liberar suficiente calor como para derretir el regenerador de acero inoxidable.

[0006] Debido al resultado potencialmente catastrófico de que el coque entre en la zona de halogenación en presencia de un alto contenido de oxígeno, los sistemas de regeneración son primero operados en modo de arranque. En el modo de arranque, no se alimenta oxígeno a la zona de halogenación. Como resultado, las partículas de catalizador pueden entrar a la zona de halogenación, incluso cuando contienen coque. Durante cada paso de partículas de catalizador que son recicladas en el reactor de regeneración, se busca la combustión en la zona de combustión de coque restante en las partículas. Sin embargo, las prácticas actuales a menudo fallan como para remover suficientemente los depósitos de coque en todas las partículas de catalizador. Particularmente, el coque subterráneo, en los núcleos de las partículas, frecuentemente se vuelve refractario durante los varios pasos por el reactor de regeneración y extremadamente difícil de quemar.

[0007] Adicionalmente, mientras que el modo de arranque pueda prevenir la quema descontrolada de coque, no puede regenerar partículas de catalizador. Como se mencionó anteriormente, se requiere oxígeno para la reacción de oxihalogenación que dispersa nuevamente el metal del grupo del platino en las

partículas de catalizador. Por lo tanto, es conveniente completar el modo de arranque eliminando sustancialmente todo el coque depositado en las partículas de catalizador tan rápido como sea posible. Además, es conveniente seguir con la operación en estado estable de tales procesos con combustión completa de depósitos de coque durante un solo paso por la zona de combustión.

[0008] Consiguientemente, es conveniente proporcionar procesos y aparatos para la regeneración eficiente de partículas de catalizador. Adicionalmente, otras opciones y características convenientes del presente invento se volverán evidentes a partir de la subsiguiente descripción detallada del invento y las afirmaciones adjuntas, tomadas en conjunción con los esquemas adjuntos y los antecedentes del invento.

RESUMEN DEL INVENTO

[0009] Se proporcionan los procesos para regenerar partículas de catalizador. De acuerdo con una forma de realización, un proceso incluye introducir partículas catalíticas gastadas a una zona de combustión. Al ser introducidas, las partículas catalíticas gastadas contienen un metal del grupo del platino y transportan depósitos de coque. Conforme a la forma ejemplar de realización, un gas de combustión a una temperatura de por lo menos 490°C y con contenido de oxígeno de por lo menos 0,5 mol% es alimentado a la zona de combustión. En la zona de combustión, los depósitos de coque en las partículas de catalizador son quemados con el gas de combustión. Las partículas de catalizador luego son pasadas de la zona de combustión a la zona de halogenación donde son oxihalogenadas para dispersar nuevamente el metal del grupo del platino en las partículas de catalizador para formar partículas de catalizador regeneradas.

[0010] En algunas formas de realización, la zona de combustión incluye una zona de combustión inicial a 473°C y una zona de combustión secundaria que recibe el gas de combustión a 490°C. Además, las partículas de catalizador gastadas son introducidas a la zona de combustión inicial donde una porción inicial de los depósitos de coque son quemados. Tras la combustión parcial de los depósitos de coque, las partículas de catalizador son trasladadas a una zona de combustión secundaria. Ahí, una segunda porción de los depósitos de coque, por ejemplo, sustancialmente todos los depósitos de coque restantes, es quemada.

[0011] En otra forma de realización, un proceso permite regenerar partículas catalíticas gastadas en un regenerador catalítico continuo con una zona de

combustión y zona de halogenación. En este proceso, las partículas de catalizador gastadas, que contienen un metal del grupo del platino y transportan depósitos de coque, son introducidas a la zona de combustión. La zona de combustión es alimentada con un primer gas con oxígeno a una temperatura de por lo menos 490°C. Las partículas del catalizador entran en contacto con el primer gas con oxígeno y los depósitos de coque en las partículas de catalizador son quemados. En la forma ejemplar de realización, las partículas de catalizador son trasladadas de la zona de combustión a la zona de halogenación. Un gas con halógeno y un segundo gas con oxígeno son suministrados a la zona de halogenación. Ahí, las partículas de catalizador entran en contacto con el gas con halógeno y el segundo gas con oxígeno, y las partículas catalíticas son oxihalogenados para dispersar nuevamente el metal del grupo del platino para formar partículas catalíticas regeneradas.

[0012] De acuerdo con una forma de realización adicional, se proporciona un aparato de regeneración catalítica continua para regenerar partículas catalíticas que contienen un metal del grupo del platino y transportan depósitos de coque. El aparato cuenta con una zona de combustión y de halogenación. El aparato incluye una entrada a la zona de combustión configurada para alimentar primero gas con oxígeno a una temperatura de por lo menos 490°C a la zona de combustión. Además, se configura una cámara en la zona de combustión para poner las partículas catalíticas en contacto con el primer gas que contiene oxígeno y quemar los depósitos de coque en las partículas catalíticas. Adicionalmente, el aparato incluye un canal configurado para trasladar las partículas catalíticas de la zona de combustión a la zona de halogenación. Estructuralmente, el aparato incluye una entrada a la zona de halogenación para alimentar un gas con halógeno y un segundo gas que contiene oxígeno a la misma. Además, el aparato incluye una cámara de halogenación configurada para poner las partículas catalíticas en contacto con el gas que contiene halógeno y el segundo gas con oxígeno y para la oxihalogenación de las partículas catalíticas para dispersar nuevamente el metal del grupo del platino para formar partículas de catalizador regeneradas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE ESQUEMAS

[0013] El presente invento será descrito en adelante en conjunción con las siguientes figuras de esquemas, en las que numerales indican los elementos relacionados, y en las cuales:

[0014] FIG. 1 es una representación esquemática de un aparato para regenerar partículas de catalizador de acuerdo con una forma ejemplar de realización; y

[0015] FIGS. 2-6 son representaciones esquemáticas de varios elementos y rutas de flujo para calentar el gas de combustión alimentado a un aparato para regenerar partículas de catalizador de acuerdo con otras formas ejemplares de realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL INVENTO

[0016] La siguiente descripción detallada del invento es meramente ejemplar en naturaleza y no pretende limitar el invento o la aplicación y usos del mismo. Adicionalmente, no existe intención alguna de estar sujeto a una teoría presentada en los antecedentes del invento o a la siguiente descripción detallada del invento.

[0017] Aquí se proporcionan los procesos para regenerar partículas de catalizador coquizadas o gastadas. De acuerdo con una forma ejemplar de realización, la FIG. 1 es una representación esquemática de un aparato 10, más específicamente un regenerador catalítico continuo, para formar partículas catalíticas regeneradas 12 a partir de partículas catalíticas gastadas 14. Tales aparatos 10 son descritos con mayor detalle en la Patente Estadounidense No. 7.585.803, cedida a UOP LLC e incorporada aquí por referencia.

[0018] En la forma ejemplar de realización que se muestra en la FIG. 1, se proporciona un flujo que contiene partículas catalíticas gastadas 14 que transportan depósitos de coque 16. Una fuente para tales partículas catalíticas gastadas 14, por ejemplo, es un sistema de reforma catalítico que convierte materia prima con bajo octano en gasolina o precursores petroquímicos con alto contenido de octano. Como resultado de tal proceso de reforma y en otros procesos catalíticos, las partículas catalíticas gastadas 14 son revestidas con coque. Con el fin de mantener o restablecer la actividad catalítica de las partículas catalíticas gastadas 14, las mismas 14 deben ser regeneradas, es decir, sustancialmente todo el coque deber ser removido de las partículas catalíticas gastadas 14. Según su uso en este documento, remover “sustancialmente todo” los depósitos de coque significa que las partículas catalíticas regeneradas 12 contienen menos de 0,1 de porcentaje en peso (wt%) en coque tras la remoción de coque.

[0019] Mientras que las partículas catalíticas gastadas 14 alimentan al aparato 10 para la regeneración mediante la materialización de procesos podrá tener

diferentes composiciones dependiendo de la fuente de flujo, las partículas catalíticas gastadas 14 serán porosas y contendrán un metal del grupo del platino que tenga actividad catalítica. Típicamente, las partículas catalíticas gastadas incluirán más del 3 wt.% en coque, aunque las partículas catalíticas gastadas 14 con cualquier contenido de coque podrán ser procesadas en el aparato 10. Según su uso en este documento, "que transportan depósitos de coque" significa que tienen cualquier depósito de coque, independientemente de si los depósitos de coque completa o parcialmente cubren la superficie exterior de las partículas catalíticas gastadas 14 y/o completa o parcialmente impregnan los poros de las partículas catalíticas gastadas 14.

[0020] La remoción del coque de las partículas catalíticas gastadas 14 se efectúa por medio de combustión en una zona de combustión 18 del aparato 10. Como se indica, la zona de combustión 18 incluye una zona de combustión inicial 20 y una zona de combustión secundaria 22. El aparato 10 define una cámara cilíndrica 24 que se extiende entre las zonas 20 y 22 para recibir las partículas catalíticas gastadas. Según se muestra, el flujo de partículas catalíticas gastadas 14 es primero introducido a la zona de combustión inicial 20. La zona de combustión inicial 20 se mantienen a temperaturas relativamente bajas, como 473°C. En la zona de combustión inicial 20, el coque más fácil de quemar, por ejemplo, coque que se encuentra en la capa exterior y el no refractario, es quemado en las partículas catalíticas gastadas 14. Luego, las partículas catalíticas gastadas 14 son trasladadas a la zona de combustión secundaria 22. La zona de combustión secundaria 22 se mantiene a altas temperaturas, como 490°C o más. Como resultado, el coque más difícil de quemar se quema en la zona de combustión secundaria 22. Este diseño evita demasiada combustión simultánea y temperaturas extremadamente altas en las partículas catalíticas gastadas 14, lo que de otro modo sería el resultado de la combustión de todo el coque a la vez o de inmediato al entrar en la zona de combustión 18.

[0021] Según se muestra, el aparato 10 define por lo menos una entrada 26 para alimentar un gas de combustión 28 que contiene oxígeno a la zona de combustión inicial 20. Adicionalmente, el aparato 10 también define por lo menos una entrada 30 para alimentar un gas de combustión 32 que contiene oxígeno a la zona secundaria de quema 22. Para controlar la combustión de coque en la zona de combustión 18, el contenido de oxígeno de los gases de combustión 28, 32 y del entorno en las zonas de quema 20 y 22 es severamente controlado. En particular, durante el modo de arranque, el contenido de oxígeno del gas de combustión 32

es por lo menos 0,5 mol%. En algunas formas de realización, el contenido de oxígeno del gas de combustión 32 es de 0,5-1,0 mol%. En otras formas de realización, el contenido de oxígeno del gas de combustión 32 es de 2,4-4,0 mol% y preferiblemente 4,0 mol%. Adicionalmente, la temperatura del gas de combustión 32 es controlada para promover una combustión minuciosa del coque en la zona de combustión 18. Para efectos de la presente forma de realización, el gas de combustión 32 (y la zona de combustión secundaria 22) tiene una temperatura de por lo menos 490°C. En un caso ejemplar de realización, el gas de combustión 32 (y la zona de combustión secundaria 22) tiene una temperatura entre 490°C y 593°C, preferiblemente entre 520°C y 593°C, y más preferible aún a 538°C o entre 538°C y 593°C.

[0022] Cuando las partículas catalíticas coquizadas o gastadas 14 entran a la zona de combustión inicial 20, la temperatura relativamente más baja y el contenido de oxígeno limitado pero suficiente dan como resultado la combustión controlada del coque en las partículas catalíticas gastadas 14. Como resultado, se crea un gas de combustión de escape 34 que es removido del aparato 10. Cabe notar que ningún monto sustancial de gas pasa entre las zonas 20 y 22, dado que se encuentran separados por un deflector 35.

[0023] Adicionalmente, cuando las partículas catalíticas coquizadas o gastadas 14 entran a la zona de combustión secundaria 22, la temperatura más alta y el contenido de oxígeno limitado pero suficiente dan como resultado una combustión controlada del coque restante, típicamente refractario, en las partículas catalíticas gastadas 14. Como resultado, se crea un gas de combustión de escape 36 que es removido del aparato 10. En un caso ejemplar, la temperatura en la zona de combustión secundaria 22 es de 593°C, y la temperatura del gas de salida 36 que sale del aparato 10 se encuentra a la temperatura o por encima de la temperatura de entrada, debido a la naturaleza exotérmica de la combustión de coque. Según lo discutido en relación con las FIGS. 2-6 a continuación, los gases de salida 34 y/o 36 o una porción de los mismos podrá ser usada para crear o calentar los gases de combustión 38 y/o 23.

[0024] En la medida que las partículas catalíticas gastadas 14 experimente combustión de coque y salgan de la zona de combustión 18, se considerarán como partículas catalíticas descarburadas 38. Las partículas catalíticas descarburadas 38 se mueven de manera descendente por el aparato 10 desde la zona de combustión 18 hacia la zona de halogenación 40 por medio de un canal 42. El entorno de la zona de halogenación 40 es controlado diferentemente entre

el modo de arranque y de estado estable de operación del aparato 10. Para cualquiera de dichos modos, un gas de halogenación 44 es alimentado a la zona de halogenación 40 por medio de al menos una entrada 46. En modo de estado estable, el gas de halogenación 44 incluye un gas que contiene halógenos 48, como el cloro, y un gas que contiene oxígeno 50, como el aire. En un caso ejemplar, el gas que contiene oxígeno 50 tiene un contenido de oxígeno de 20,9 mol%. Mientras que la FIG. 1 muestra un caso ejemplar en que una sola entrada 46 alimenta un flujo combinado de un gas que contiene halógeno 48 y un gas que contiene oxígeno 50 a la zona de halogenación 40, se podrá tener entradas separadas 46 para una entrega separada de gases 48 y 50.

[0025] Durante la operación en estado estable, la presencia del gas que contiene halógeno 48 y el gas con oxígeno 50 en la zona de halogenación 40 permite la oxihalogenación de partículas catalíticas descarburadas 38. La oxihalogenación es necesaria dado que el metal del grupo del platino en las partículas catalíticas descarburadas 38 experimenta aglomeración a las altas temperaturas encontradas durante el proceso. La reacción de oxihalogenación dispersa nuevamente el metal aglomerado del grupo del platino en las partículas catalíticas descarburadas 38 para una mejor actividad catalítica. En un caso ejemplar, el gas que contiene halógeno es cloro, y una reacción de oxiclорación dispersa nuevamente el metal del grupo del platino.

[0026] Debido a que el entorno en la zona de halogenación 40 durante el modo de estado estable incluye un contenido de oxígeno relativamente alto, las partículas catalíticas descarburadas 38 que entran a la zona de halogenación 40 deben carecer completamente o casi completamente de coque. En un caso ejemplar, las partículas catalíticas descarburadas 38 que entran a la zona de halogenación contienen menos del 0,10 wt% de coque; preferiblemente, menos del 0,05 wt% de coque; más preferiblemente, menos del 0,001 wt% de coque; y más preferible aún 0,0 wt% de coque.

[0027] Por otra parte, en el modo de arranque, el gas de halogenación 44 incluye únicamente un gas que contiene halógeno 48. Como resultado, el entorno en la zona de halogenación 40 durante el modo de arranque carece completamente (0 mol% de oxígeno) o casi completamente de oxígeno (menos de 0,1 mol% de oxígeno). Dado que no hay o hay muy poco oxígeno que respalde la combustión en la zona de halogenación 40 durante el modo de arranque, las partículas catalíticas descarburadas 38 que entran a la zona de halogenación 40 durante el modo de arranque pueden llevar coque sin causar combustión no controlada.

Como resultado, las partículas catalíticas 12, 14, 38 podrán ser recicladas por aparato 10 varias veces con el fin de eventualmente quemar sustancialmente todo el coque en la zona de combustión 18. En un caso ejemplar, las partículas catalíticas 12, 14, 28 son recicladas por el aparato 10 durante el modo de arranque tres veces para quemar sustancialmente todo el coque en la zona de combustión 18.

[0028] Para el modo de estado estable, tras la oxihalogenación, las partículas catalíticas descarburadas 38 podrán ser consideradas como partículas catalíticas oxihalogenadas 52. Las partículas catalíticas oxihalogenadas 52 son trasladadas de la zona de halogenación 40 a una zona de secado 54 en el aparato 10. En el modo de estado estable, un gas de secado caliente 56 se alimentado a la zona de secado 54 por medio de al menos una entrada 58. El gas de secado 56 podrá incluir un gase inerte 60, un gas que contiene halógeno 48, y/o un gas con oxígeno 50, como el aire. En un caso ejemplar, el gas de secado 56 es aire con una temperatura de 565°C. Adicionalmente, en un caso ejemplar, el gas con oxígeno 50 tiene un contenido de oxígeno de 20,9 mol%. En la zona de secado 54, el gas de secado 56 es soplado a través de las partículas catalíticas oxihalogenadas 52 para remover el agua que resulta de las reacciones contracorriente.

[0029] Durante el modo de arranque, el gas de secado 56 podrá incluir un gas inerte 60, como nitrógeno y/o un gas que contenga halógeno 48, pero no incluye ningún gas con oxígeno 50. Como resultado, las partículas catalíticas descarburadas 38 (cabe notar que durante el arranque no ocurre la oxihalogenación) que retienen algunos depósitos de coque podrán entrar a la zona de secado 54 sin causar combustión descontrolada. En la zona de secado 54, el gas de secado 56 es soplado a través de la partículas catalíticas descarburadas 38 durante el arranque para remover el agua que resulta de las reacciones contracorriente.

[0030] Mientras que la FIG. 1 muestra un caso ejemplar en que una sola entrada 58 alimenta un flujo combinado de gases 48, 50 y/o 60 a la zona de secado 54, se podrá tener entradas separadas 58 para una entrega separada de gases 48, 50 y 60.

[0031] Dado que el gas de secado 56 alimentado por medio de la entrada 58 podría incluir un gas que contiene halógeno 48 y un gas con oxígeno 50, podría no ser necesario alimentar tales gases 48 y 50 a la zona de halogenación 40 por medio de la entrada 46. En particular, si la zona de secado 54 se encuentra en

comunicación fluida con la zona de halogenación 40, los gases necesarios en la zona de halogenación 40 podrán ser alimentados a la misma mediante la entrada 58 vía la zona de secado 54. En tal caso, la entrada 46 no necesitará ser utilizada, pero podrá ser utilizada además de la entrada 58. Asimismo, aunque no preferiblemente, si la zona de secado 54, zona de halogenación 40, y zona de combustión 18 se encuentran en comunicación fluida, los gases alimentados al aparato en una zona podrán ser diseñados para alimentar o parcialmente alimentar otras zonas. Cabe notar sin embargo, que un deflector 61 mantiene a los gases de la zona de halogenación 40 separados de los gases en la zona de combustión 18. Los gases de la zona de halogenación 40 podrán ser removidos del aparato 10 mediante la línea 63.

[0032] Como se muestra en la FIG.1, después de pasar por la zona de secado 54, las partículas regeneradas del catalizador 12 salen del aparato 10 y pueden ser nuevamente alimentadas al sistema de reforma catalítico u otro sistema catalítico, o recicladas al flujo de partículas catalíticas gastadas 14 que alimentan la zona de combustión 18.

[0033] En referencia a las FIGS. 2-6, se proporcionan diversas formas de realización para preparar los gases de combustión 28 y/o 32 para ser utilizados en la zona de combustión 18 del aparato 10. Por conveniencia, los gases de combustión 28 y/o 32 están individual y colectivamente numerados 62 en relación con las FIGS. 2-6. Además, los gases de escape 34 y/o 36 están individualmente y colectivamente numerados 64 en relación a las FIGS. 2-6. Además, la zona de combustión 18 puede describir una o ambas zonas de combustión inicial 20 y de combustión secundaria 22. En todo caso, cualquiera de los procesos descritos se podrá aplicar únicamente al gas de combustión 28 y a la zona de combustión inicial 20, o únicamente al gas de combustión 32 y a la zona de combustión secundaria 22.

[0034] En la FIG. 2, se muestra tres distintas formas de realización. En el primer ejemplo, un gas fuente 66 que contiene oxígeno es alimentado hacia y calentado por un calentador 68. Luego, el gas fuente calentado 66, que ahora es gas de combustión 62, es alimentado a la zona de combustión 18, sin mezcla o tratamiento adicional, es decir, el gas de escape 64 no es mezclado con el gas fuente 66. Para tal realización, el gas fuente calentado 66 constituye por sí solo el gas de combustión 62. En este arreglo, el contenido en oxígeno y temperatura del gas de combustión 62 es directamente controlado.

[0035] En la segunda forma de realización que se muestra en la FIG. 2, el gas de escape 64 es mezclado con el gas fuente 66 después de ser calentado por el calentador 68 para crear el gas de combustión 62. De este modo, el calor en el gas de escape 64 es utilizado por el gas de combustión 62. A modo de ejemplo, el gas fuente 66 puede contener aire y puede ser calentado a 450°C antes de ser mezclado con el gas de escape 64 para subir la temperatura del gas de combustión a por lo menos 490°C. En la tercera forma de realización de la FIG. 2, el calentador 68 no es utilizado. En lugar, el gas de la fuente 66 es calentado únicamente al ser mezclado con el gas de escape 64 para constituir el gas de combustión 62.

[0036] En referencia a la FIG. 3, se muestra un caso ejemplar en el que el gas de escape 64 se mezcla con el gas fuente 66 antes de llegar al calentador 68. Como resultado, se forma el gas de combustión 62 y es calentado por el calentador 68 antes de ser alimentado a la zona de combustión 18. En la FIG. 4, se ilustra una realización alternativa en la cual un intercambiador de calor 70 se usa para calentar el gas fuente 66 con el gas de escape 64. Como se indica, el gas fuente calentado 66 forma el gas de combustión 62 por sí solo; sin embargo, en la forma de realización se conceptualiza hacer una mezcla con el gas de escape 64 junto con el intercambio de calor en el intercambiador de calor 70.

[0037] Respecto a la FIG. 5, se puede ver que el aparato 10 incluye un calentador 72 para calentar el gas de secado 56 (el cual podrá comprender únicamente gas con contenido de oxígeno 50). En la FIG. 5, un intercambiador de calor 74 transfiere calor del gas de secado 56 al gas fuente 66. En una forma de realización en la FIG. 5, el gas fuente calentado 66 forma el gas de combustión 62 por sí solo. En otra forma de realización de la FIG. 5, el gas de escape 64 es mezclado con el gas fuente calentado 66 para crear el gas de combustión 62.

[0038] Como se puede ver en la FIG. 6, el gas de combustión 62 se puede formar a partir de una porción 76 del gas de secado calentado 56 (el cual puede comprender únicamente gas con contenido de oxígeno 50). En un ejemplo de una forma de realización de la FIG. 6, la porción 76 del gas de secado calentado 56 forma el gas de combustión 62 por sí solo. En un ejemplo alternativo de realización, el gas de escape 64 es mezclado con la porción 76 del gas de secado calentado 56 para crear el gas de combustión 62. En otro ejemplo de realización, el gas fuente 66 y el gas de escape 64 son mezclados con la porción 76 del gas de secado calentado 56 para así crear el gas de combustión 62.

[0039] Aunque se ilustren varias formas de realización respecto a la formación del gas de combustión 62, el gas de combustión 62 obtiene en cada una de ellas las características necesarias para quemar substancialmente todo el coque en las partículas catalíticas gastadas 14 en la zona de combustión 18. Específicamente, las formas de realización ilustradas proporcionan un gas de combustión 62 que tiene el contenido de oxígeno deseado mencionado arriba y la temperatura antes dicha arriba para la debida regeneración catalítica. Además, se observa que las velocidades de flujo del gas fuente 66, gas de escape 64, gas de secado 56, y la porción 76 del gas de secado 56 pueden ser controladas para permitir la debida transferencia de calor para obtener la temperatura deseada del gas de combustión 62.

[0040] En tanto que por lo menos se haya presentado una forma ejemplar de realización en la precedente descripción detallada del invento, se debería apreciar que existe un extenso número de variaciones. También se debería apreciar que el ejemplo de forma de realización, o ejemplos de formas de realización son apenas ejemplos, y no pretenden limitar el ámbito, aplicabilidad, o configuración del invento de ninguna manera. Más bien, la precedente descripción detallada proporcionará a los expertos en el arte un conveniente mapa de carretera para implementar un ejemplo de forma de realización del invento, entendiéndose que varios cambios pueden ser realizados en la función y arreglo de los elementos descritos en un ejemplo de forma de realización sin salir del ámbito del invento como se expone en las afirmaciones adjuntas y sus equivalentes legales.

Resumen: Se suministran procesos y aparatos para regenerar partículas de catalizador. Los procesos incluyen introducir partículas de catalizador gastadas a una zona de combustión en un regenerador de catalizador continuo. Al ser introducidas, las partículas de catalizador, que contienen un metal del grupo del platino, transportan depósitos de coque. En el proceso, un gas de combustión a una temperatura de por lo menos 490°C con un contenido de oxígeno de por lo menos 0,5 mol% es suministrado a la zona de combustión. Ahí, los depósitos de coque en las partículas del catalizador son quemados con gas de combustión. Las partículas de catalizador son pasadas de la zona de combustión a la zona de halogenación en el regenerador de catalizador continuo y las partículas son oxihalogenadas para dispersar nuevamente el metal del grupo del platino para formar partículas de catalizador regeneradas.