

443884

- 9 ENE. 1976

Int. Cl.: G21C

P.- 61.958

BD-9490-SP

18 ENE. 1977

MEMORIA DESCRIPTIVA

**CONCEDIDA**

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de UNION CARBIDE CORPORATION

entidad norteamericana

con domicilio en 270 Park Avenue, Nueva York, Nueva York 10017, Estados Unidos de América.

por: "UN METODO DE EVITAR SUSTANCIALMENTE LA AGLOMERACION DE PARTICULAS CARBONOSAS SOLIDAS EN UNA ZONA DE REACCION DE LECHE FLUIDO DE UN REACTOR"

29.12.75.

- 1 -

**POOR  
QUALITY**

### Campo del Invento

Este invento se refiere a un método para evitar la aglomeración de partículas sólidas carbonosas en un lecho de fluido en los procesos de conversión de carbón. Más en particular, este invento se refiere a mejoras en un procedimiento para hacer reaccionar partículas de carbón en una zona de hidrocarbonización en lecho fluido.

10

### Descripción de la Técnica Anterior

Las necesidades energéticas, cada vez mayores, han hecho que se enfoque la atención en los combustibles fósiles sólidos, debido a su disponibilidad en los Estados Unidos de América, en una reserva relativamente abundante, y a su valor potencial si se convierten en formas más útiles de energía y de material de alimentación. Son bien conocidos procedimientos tales como los de carbonización, gasificación, hidrocarbonización e hidrogasificación, por los que se han preparado productos combustibles sintéticos introduciendo para ello una corriente fluidificada de partículas de carbón finamente divididas en una zona de reacción de lecho fluido y haciendo reaccionar las partículas

15

20

25

de carbón a elevadas temperaturas en presencia de gases inertes, de aire, de vapor de agua, de hidrógeno o similares. Una dificultad principal, en funcionamiento, en tales procedimientos, ha sido la tendencia de las partículas de carbón, especialmente intensificada en una atmósfera rica en hidrógeno, a aglomerarse a las elevadas temperaturas que se requieren para la reacción.

Las partículas de carbón, especialmente las de los carbones aglutinantes, que se hinchan o se aglomeran, se ponen pegajosas cuando se calientan en una atmósfera rica en hidrógeno. Incluso los carbones no aglutinantes, no de esponjamiento y no de aglomeración se ponen pegajosos cuando se calientan en tal atmósfera. Las partículas de carbón empiezan a ponerse pegajosas a temperaturas en el margen desde aproximadamente 350°C hasta aproximadamente 500°C, dependiendo de las propiedades específicas del carbón, de la atmósfera y del régimen de calentamiento. La pegajosidad se produce debido a un material plástico o bituminoso que se forma en la superficie, o cerca de ésta, de cada partícula de carbón, por un procedimiento de descomposición o fusión parcial. Al proseguir el calentamiento durante un cierto periodo de tiempo, el material plástico o bituminoso se transforma todavía más

en un material sólido, sustancialmente poroso, que de  
nominaremos "coque". La duración de ese periodo de  
tiempo, en general del orden de minutos, depende de  
la temperatura real de calentamiento y es más corta  
5 si se aumenta la temperatura. Por "transformación  
plástica", tal como se usa en toda esta Memoria Des-  
criptiva, se entiende el procedimiento aquí descrito  
en lo que antecede en el cual las superficies de las  
partículas de carbón que son calentadas, en particu-  
10 lar cuando se calientan en una atmósfera de hidróge-  
no, desarrollan pegajosidad y se transforman en super-  
ficies no pegajosas de coque sustancialmente sólido.  
La "transformación plástica" la experimentan tanto los  
carbones que normalmente se aglomeran como los carbo-  
15 nes que pueden desarrollar una superficie pegajosa so-  
lamente en una atmósfera rica en hidrógeno.

Los carbones aglutinantes o aglomerantes se  
reblandecen parcialmente y se ponen pegajosos cuando  
se calientan a temperaturas comprendidas entre unos  
20 350°C y unos 500°C durante un periodo de minutos. Los  
componentes de las partículas de carbón se reblande-  
cen y se desprende gas debido a la descomposición. Las  
partículas de carbón pegajosas que experimentan trans-  
formación plástica tienden a adherirse a la mayor par-  
25 te de las superficies con las cuales hacen contacto,

tales como las paredes o los deflectores en el reactor, y en particular a las paredes o deflectores relativamente fríos. Además, el contacto con otras partículas pegajosas mientras están experimentando trans-  
5 formación plástica da por resultado un desarrollo de partículas grandes por adherencia de partículas pegajosas entre sí. La formación y el desarrollo de esos aglomerados interfiere muy notablemente con el mantenimiento de un lecho fluido; y cualquier desarrollo  
10 sustancial hace usualmente imposible mantener la fluidificación.

En particular, las lumbreras de entrada y las placas de distribución de gas del equipo usado en los procedimientos de conversión de carbón en lecho  
15 fluido resultan taponadas, o parcialmente taponadas. Además, incluso aunque el taponamiento no sea excesivo, las partículas pegajosas tienden a adherirse a las paredes del recipiente en el cual se lleva a cabo la operación. El desarrollo continuado de partículas gran-  
20 des y la formación de aglomerados de múltiples partículas y de bóvedas, interfieren con el funcionamiento suave, y frecuentemente dan por resultado una parada completa de la operación.

La aglomeración de partículas de carbón al  
25 calentar depende de las condiciones de trabajo, tales

como la del régimen de calentamiento, la temperatura final alcanzada, la composición del gas ambiente, el tipo de carbón, el tamaño de partículas y la presión total. Cuando se calienta en una atmósfera de hidrógeno, incluso los carbones que no son aglomerantes, tales como los lignitos o carbones procedentes de ciertas capas de carbón sub-bituminosos, son susceptibles de aglomeración y tienden a ponerse pegajosos en una atmósfera de hidrógeno. Así, la aglomeración de partículas de carbón se acentúa en un reactor de hidrocarbonización donde el calentamiento en presencia de un gas rico en hidrógeno favorece realmente la formación de una superficie pegajosa en las partículas de carbón que se hacen reaccionar. Además, en general, la introducción de cualesquiera partículas sólidas, combustibles, carbonosas, incluso aquellas que son normalmente no aglomerantes, en un lecho fluido que tiene una atmósfera que tiende a inducir aglomeración, puede dar por resultado la aglomeración y la desfluidificación del lecho.

A veces son también alimentados materiales líquidos pesados al lecho fluido en procedimientos de conversión de carbón. Estos pueden ser productos de alquitranes pesados devueltos para ser convertidos en productos de más bajo peso molecular, en líquidos li-

geros y en gases. O bien pueden ser líquidos pesados procedentes de una fuente exterior añadidos, por ejemplo, para enriquecer el producto normal de gas y/o líquido, o bien como un medio para eliminar desechos. Es sabido que la alimentación de tales líquidos origina una rápida pérdida de la fluidificación debido a la aglomeración de las partículas y al taponamiento.

En un intento de superar los problemas asociados con la aglomeración, el "coque", como material devuelto de los procedimientos de lecho fluidificado, ha sido mezclado con una alimentación de carbón del tipo aglomerante en una relación de hasta 8 a 1. Además, el alquitrán ha sido molido con bolas con un gran exceso de "coque" absorbente antes de alimentarlo a los procesos. No obstante, puesto que tales procedimientos reducían la producción de la unidad, representaban un desperdicio de energía y, por consiguiente, eran costosos. Otros intentos incluían una operación de tratamiento previo en la que el carbón era oxidado y/o desvolatilizado superficialmente a fin de evitar que las partículas se pegasen y se aglomerasen, pero ello disminuyó el rendimiento de productos útiles y aumentó los costes. Por consiguiente, es sumamente deseable, desde el punto de vista económico, evitar o al menos reducir la extensión de tal tratamiento previo o de tal devolución de

"coque".

Resumen del Invento

5                   Un objeto de este invento es crear un método  
de evitar sustancialmente la aglomeración de partícu-  
las sólidas, combustibles, carbonosas, en un lecho flui-  
do en procedimientos de conversión de carbón. Otro obje-  
to es crear perfeccionamientos en un procedimiento de  
10                   hidrocarbonización para la preparación de productos  
combustibles. Todavía otro objeto es crear un procedi-  
miento mediante el cual todo tipo de carbón en partícu-  
las puede ser tratado en un procedimiento continuo sin  
aglomeración ni problemas del tipo de taponamiento.

15                   Brevemente expuesto, este invento se refiere  
al descubrimiento de que la aglomeración de partículas  
de carbón en un lecho fluidificado puede ser evitada  
sustancialmente introduciendo para ello las partículas  
de carbón en una zona de reacción del lecho fluido a  
20                   una alta velocidad. El lecho fluido se mantiene usual-  
mente haciendo pasar un medio de fluidificación a tra-  
vés de partículas sólidas finamente divididas. La "ve-  
locidad de introducción", tal como se usa en toda esta  
Memoria Descriptiva, significa la velocidad del gas de  
25                   arrastre a través de un dispositivo que hace que la ve-

locidad de los sólidos o del líquido se aproxime a la relación máxima teórica con la velocidad de gas, es decir, a la relación de 1 a 1. Por una alta velocidad se entiende una velocidad suficiente para dispersar rápida y uniformemente partículas de carbón nuevas que entren en el lecho fluido a una temperatura inferior a la temperatura de transformación plástica dentro de una matriz de partículas no aglomerantes en el lecho fluido. Las partículas no aglomerantes contenidas en el lecho fluido pueden incluir materiales inertes tales como cenizas, arena devuelta, "coque" y similares que son de por sí no aglomerantes. No obstante, de preferencia las partículas no aglomerantes son partículas de carbón calientes hechas reaccionar parcialmente y partículas de coque que han experimentado transformación plástica y que están situadas dentro de la zona de reacción del lecho fluido a la temperatura de reacción. De ordinario, debido a la diferencia de temperaturas entre las partículas de carbón que entran y la zona de reacción, es transferido calor rápidamente desde la zona de reacción a las partículas de carbón que entran, las cuales tienden entonces a experimentar transformación plástica y a aglomerarse. No obstante, se ha comprobado que cuando se introducen en el lecho fluido a una alta velocidad, las partículas de carbón que entran se disper

san rápida y uniformemente dentro de una matriz de partículas no aglomerantes dentro del lecho fluido antes de experimentar transformación plástica.

5 La introducción de partículas de carbón en el lecho fluido a una alta velocidad, tal como se ha descrito en lo que antecede, favorece un mezclado rápido y turbulento de las partículas que entran con las partículas que circulan en el lecho fluido. Esto evita su coherencia y la desfluidificación del lecho. Por el  
10 contrario, las partículas de carbón pegajosas, o potencialmente pegajosas que entran, son distribuidas rápidamente a una temperatura inferior a su temperatura de transformación plástica y llevadas a asociación íntima con las partículas calientes no pegajosas situadas dentro de la zona de reacción del lecho fluido. Las partículas que entran no se adhieren a esas partículas calientes no aglomerantes, las cuales han pasado a través del margen de temperaturas de transformación plástica o son de por sí materiales no aglomerantes, como  
15 se ha descrito en lo que antecede. Las partículas o los materiales no aglomerantes calientes, a la temperatura del lecho, transfieren calor a las partículas de carbón que entran. Esta transferencia de calor permite que las partículas de carbón que entran atraviesen el margen de temperaturas de transformación plástica  
20  
25

tica sin hacer contacto de antemano con un número significativo de otras partículas de carbón pegajosas.

5 Por consiguiente, las partículas de carbón nuevas experimentan transformación plástica, sin que tenga lugar una cantidad significativa de aglomeración en la zona de reacción del lecho fluido.

Este invento es aplicable, en particular, como un perfeccionamiento en un procedimiento de hidrocarbonización en el que se utiliza un lecho fluido de fase densa. Por el término "hidrocarbonización" tal como se emplea en toda la Memoria Descriptiva, se entiende una pirolisis o carbonización en una atmósfera rica en hidrógeno bajo condiciones tales que se produce una reacción significativa de hidrógeno con carbón y/o con carbón hecho reaccionar parcialmente y/o con productos de reacción volátiles del carbón. Por "fase densa", tal como se usa en toda esta Memoria Descriptiva, se entiende una concentración de sólidos en gas de fluidificación, comprendida entre aproximadamente 80 gramos y aproximadamente 720 gramos de sólidos por litro de gas, y más típicamente desde aproximadamente 240 gramos hasta aproximadamente 640 gramos de sólidos por litro de gas. En un procedimiento de hidrocarbonización en el que se emplea un lecho fluido de fase densa, las partículas en el lecho están sustancialmente entremezcla

10  
15  
20  
25

das, lo que garantiza una composición casi uniforme de las partículas en todo el lecho. Puesto que el lecho fluido está en fase densa, las partículas de carbón nuevas deberán entrar en el lecho a una velocidad suficiente para penetrar en el lecho y extenderse rápidamente en el mismo.

5 Se puede obtener una aceleración útil en el método de este invento, por cualesquiera medios adecuados. Por ejemplo, se pueden emplear unos medios de entrada que tengan un paso cuya área de la sección transversal esté en disminución, estrechada o estrangulada, para acelerar las partículas de carbón hasta una alta velocidad. Además, se puede añadir físicamente el gas del procedimiento a la corriente fluidificada de partículas de carbón nuevas en un punto antes de que la corriente fluidificada entre por la entrada al reactor. 15 La adición de gas para el procedimiento aumenta el caudal de la corriente fluidificada y, por consiguiente, la velocidad de las partículas de carbón. Deberá usarse una cantidad de gas para el procedimiento suficiente para conseguir la velocidad de entrada deseada de las partículas de carbón. 20

25 Puesto que las partículas de carbón fluidificadas son transportadas por las conducciones en un flujo de fase densa, es usualmente innecesaria e

indeseable una velocidad del flujo equivalente a la velocidad de inyección en el reactor, debido a las características abrasivas del carbón. Un flujo de alta velocidad de partículas de carbón a través de las conducciones habría requerido la instalación de placas de desgaste por todas las conducciones para controlar el régimen de erosión de las conducciones, que en otro caso sería rápido, originando tales placas de desgaste un gasto no deseable. No obstante, de acuerdo con el presente invento, solamente una pequeña área superficial, en las inmediatas proximidades del reactor, será expuesta al desgaste abrasivo y esa parte puede ser sustituida fácil y económicamente con escaso o ningún tiempo de parada del sistema.

Por ejemplo, en este invento pueden emplearse preferiblemente unos medios de entrada que comprendan un material que tenga una superficie resistente al desgaste, como medios para aumentar la velocidad de las partículas de carbón que entran en la zona de reacción y como medios de controlar el modo de entrada. El uso de tales medios de entrada alarga el tiempo de desgaste de la superficie expuesta al alto régimen de erosión originado por el flujo de alta velocidad de partículas de carbón. Una superficie adecuada resistente al desgaste puede estar compuesta de materiales tales como el carburo de tungsteno, carburo de

silicio u otros materiales resistentes al desgaste conocidos en la técnica, en cualquier combinación o mezcla de los mismos. Con fines aclaratorios e ilustrativos únicamente, la descripción de este invento se orientará principalmente hacia el uso de carburo de tungsteno para la superficie resistente al desgaste del material que reducía la erosión en las conducciones, aunque de acuerdo con este invento se puede usar satisfactoriamente cualquier número de otros materiales resistentes al desgaste.

En el método de este invento pueden emplearse se unos medios de entrada tales como una boquilla que comprenda una conducción de transferencia que tenga un área de sección transversal reducida o estrechada. La relación de la longitud al área de la sección transversal de la boquilla deberá ser lo suficientemente grande como para que se pueda conseguir la velocidad deseada de inyección para las partículas de carbón sólidas o el aceite de devolución no vaporizable. Es deseable una relación de longitud a área de la sección transversal de esta sección de la conducción de transferencia mayor que aproximadamente 5 a 1, y es preferible que sea mayor que aproximadamente 10 a 1. Esto permite contar con una distancia determinada que será necesaria para que las partículas de carbón y/o

el aceite vaporizable de devolución al ciclo sean acelerados hasta una velocidad que se aproxime a la del gas de transporte.

De acuerdo con este invento, es preferible introducir una corriente fluidificada de partículas de carbón en la parte inferior de una zona de reacción de lecho fluido sustancialmente vertical. Más preferiblemente, las partículas son introducidas en la zona de reacción a través de por lo menos unos medios de entrada en un reactor, en una dirección vertical hacia arriba. Los medios de entrada están situados sustancialmente en las proximidades del eje geométrico vertical en el fondo del reactor, o cerca de éste. Las partículas de carbón son introducidas a una velocidad suficiente como para mezclar rápidamente el carbón nuevo, que tiene una temperatura inferior a la temperatura de transformación plástica, con partículas no aglomerantes tales como las partículas de carbón hechas reaccionar parcialmente y las de "coque" en la zona de reacción a la temperatura de reacción, impidiéndose con ello sustancialmente la aglomeración del lecho fluido.

En el reactor, el cual es de preferencia sustancialmente vertical, la circulación natural de las partículas de carbón dentro de la zona de reac-

ción del lecho fluido es de un diseño de flujo complicado. No obstante, puede describirse aproximadamente dividiendo la zona de reacción en dos sub-zonas concéntricas, una sub-zona interior y una sub-zona exterior que rodea a la sub-zona interior. En la sub-zona interior, la cual está situada sustancialmente dentro de la parte axialmente central del reactor, las partículas de carbón fluyen siguiendo un camino en general ascendente. En la sub-zona exterior, la cual está situada sustancialmente cerca de las paredes del reactor, las partículas de carbón fluyen siguiendo un camino en general descendente. Las ventajas de la introducción de las partículas de carbón en el lecho fluido a través del fondo del reactor en una dirección en esencia verticalmente hacia arriba, son que se favorece la circulación natural de las partículas de carbón en el lecho de fluido y que se obtiene para las partículas de carbón por lo menos un tiempo mínimo de permanencia. La introducción de las partículas de carbón en el lecho fluido a través del fondo del reactor favorece una circulación canalizada de las partículas dentro de la zona de reacción, a lo largo del camino de circulación natural. Se favorecen así los torbellinos de circulación, los cuales favorecen la dispersión de las partículas de car

bón que entran con una matriz de partículas no aglomerantes dentro de la zona de reacción del lecho fluido.

5 Las partículas de carbón fluidificadas deberán ser introducidas en esta sub-zona interior, la zona central de flujo hacia arriba dentro del reactor. La zona central de flujo hacia arriba se extiende radialmente desde el eje geométrico vertical del reactor hasta un área donde empieza la sub-zona exterior, la zona periférica de flujo hacia abajo. Es esencial que las partículas de carbón sean introducidas en la zona central de flujo hacia arriba, a fin de evitar el choque con las paredes del reactor o bien que entren en la zona periférica de flujo

10 hacia abajo. Preferiblemente, las partículas de carbón son introducidas a través de la base o el fondo del reactor por una o más entradas situadas en las proximidades del punto donde el eje geométrico vertical del reactor corta a la base del reactor.

20 Se ha descubierto que introduciendo una corriente fluidificada de partículas de carbón en una zona de reacción del lecho fluido, de fase densa, a una velocidad superior a unos 60 metros por segundo, de la manera que se ha descrito aquí en lo que antecede, se evita sustancialmente la aglomeración o

25

la aglutinación del lecho fluido. Cuando se usa una  
velocidad de inyección inferior, por ejemplo de unos  
30 metros por segundo, no se impide la aglomeración  
del lecho fluido. A fin de evitar sustancialmente la  
5 aglomeración de la zona de reacción del lecho flui-  
do, el carbón deberá ser introducido a una alta ve-  
locidad en la zona en una corriente de alta veloci-  
dad, es decir, a una velocidad superior a la de unos  
60 metros por segundo, y preferiblemente de más de  
10 unos 120 metros por segundo, de la manera que se ha  
descrito aquí en lo que antecede. La "zona de reac-  
ción", tal como se usa en toda esta Memoria Descrip-  
tiva, se ha de entender que incluye aquella área en  
la que las partículas carbonosas, combustibles, só-  
15 lidas y a veces líquidas, son hechas reaccionar para  
formar "coque", productos combustibles líquidos y/o  
de vapor, en procedimientos de conversión de carbón  
tales como el de carbonización, el de gasificación y  
el de hidrogenación en seco (hidrocarbonización). Tam-  
20 bién se puede designar una zona de reacción por el  
nombre del procedimiento, por ejemplo, la zona de  
hidrocarbonización es la zona de reacción en un pro-  
cedimiento de hidrocarbonización.

Este invento es aplicable a los diversos pro-  
25 cedimientos de conversión del carbón mencionados aquí

en lo que antecede. Por ejemplo, un procedimiento de hidrocarbonización puede ser perfeccionado para tratar carbones aglomerantes y/o no aglomerantes de una manera continua y mantener la fluidificación del lecho de fluido. En un procedimiento de hidrocarbonización, un flujo de fase densa de partículas de carbón puede ser hecho pasar a través de una zona de precalentamiento antes de entrar en una zona de hidrocarbonización de lecho de fluido, en la que las partículas de carbón son calentadas rápidamente, en presencia de un gas rico en hidrógeno y esencialmente exento de oxígeno, hasta una elevada temperatura superior a unos 500°C, donde pueden producirse las reacciones deseadas. El perfeccionamiento de acuerdo con este invento comprende introducir las partículas de carbón fluidificadas precalentadas en el lecho fluido a través del fondo de una zona de hidrocarbonización, en una dirección esencialmente vertical hacia arriba, a una alta velocidad. Esto lleva rápidamente las partículas de carbón que entran a un estado de parcialmente reaccionadas, no pegajosas, a elevada temperatura, sin que hagan contacto con demasiadas partículas de carbón que también atraviesen el margen de temperaturas de transformación plástica. Preferiblemente, el carbón precalentado en partículas, en estado fluidificado,

es introducido en una zona de hidrocarbonización de lecho fluido en una dirección verticalmente hacia arriba, como se ha descrito aquí en lo que antecede, a una velocidad de más de unos 60 metros por segundo, y más preferiblemente a una velocidad de más de unos 120 metros por segundo.

Los carbones han sido clasificados de acuerdo con su categoría, como se ha indicado en la siguiente tabla, denominada Tabla A:

10

15

20

25

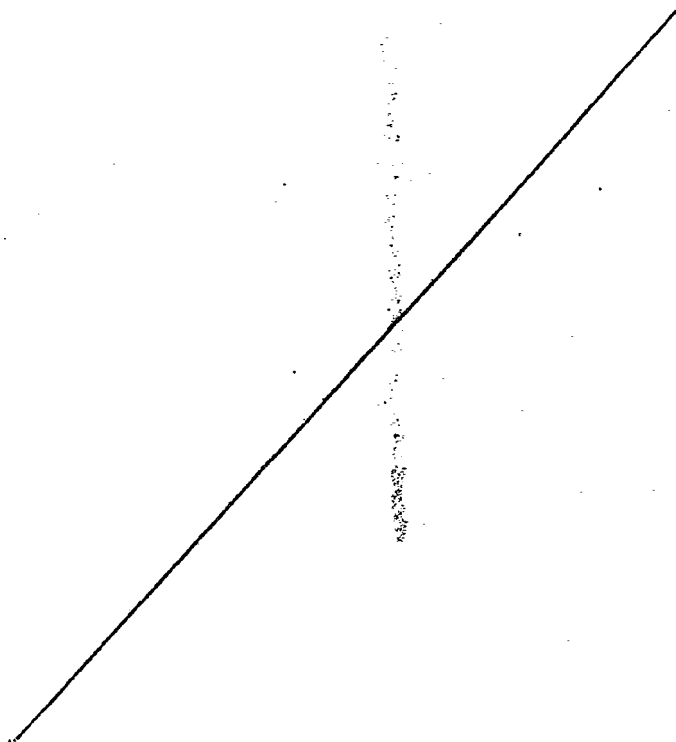


TABLA A. Clasificación de Carbones por Clases<sup>a</sup>.

(Leyenda: C.F. = carbono fijo; M.V. = materia volátil;  
Kcal = kilocalorías)

5	Clase	Grupo	Límites de carbón fijado o de kilocalorías, base exenta de cenizas
10	I. Antracita	1. Meta-antracita	C.F. en Seco, 98% o más (M.V. en seco 2% o menos)
		2. Antracita	C.F. en Seco, 92% o más y menos del 98% (M.V. en Seco, 8% o menos y más del 2%)
		3. Semiantracita <sup>b</sup>	C.F. en Seco, 86% o más y menos del 92% (M.V. en Seco, 14% o menos y más del 8%)
20	II. Bituminoso <sup>d</sup>	1. Carbón bituminoso de bajo contenido en volátiles	C.F. en Seco, 78% o más y menos del 86% (M.V. en Seco, 22% o menos y más del 14%).
		2. Carbón bituminoso de contenido medio en volátiles	C.F. en seco, 69% o más y menos del 78% (M.V. en seco, 31% o menos y más del 22%)
		3. Carbón bituminoso A de alto contenido en volátiles	C.F. en seco, menos del 69% (M.V. en seco, más del 31%)
		4. Carbón bituminoso B de alto contenido en volátiles	Kcal en húmedo <sup>c</sup> , 3.276 ó más y menos de 3.528 <sup>e</sup>
		5. Carbón bituminoso C de alto contenido en volátiles <sup>f</sup>	Kcal en húmedo, 2.772 ó más y menos de 3.276 <sup>e</sup>
25			

TABLA A. (Cont.)

TABLA A. Clasificación de Carbones por Clases<sup>a</sup>.

(Leyenda: C.F. = carbono fijo; M.V. = materia volátil;  
Kcal = kilocalorías)

5	Clase	Grupo	Límites de carbón fijado o de kilocalorías, base exenta de cenizas
10	III. Sub-bituminoso	1. Carbón A Sub-bituminoso	Kcal en húmedo 2.772 ó más y menos de 3.276 <sup>e</sup>
		2. Carbón B sub-bituminoso	Kcal en húmedo, 2.394 ó más y menos de 2.772 <sup>e</sup>
		3. Carbón C sub-bituminoso	Kcal en húmedo, 2.091 ó más y menos de 2.394 <sup>e</sup>
15	IV. Lignítico	1. Lignito (negro)	Kcal en húmedo, menos de 2.091
		2. Lignito (pardo)	Kcal en húmedo, menos de 2.091

a - En esta clasificación no se incluyen algunos carbones que tienen propiedades físicas y químicas muy poco usuales y que quedan comprendidos dentro de los límites de carbono fijo o de kilocalorías de las clases de carbones bituminosos y sub-bituminosos de alto contenido en volátiles. Todos estos carbones, o bien contienen menos del 48% de humedad y de carbono fijo exento de ceniza o bien tie

nen más de 3.906 kilocalorías en húmedo, exento de cenizas.

- 5
- b - Si es aglomerante se clasifica en el grupo de bajo contenido en volátiles de la clase de bituminoso.
- c - Las kilocalorías en húmedo se refieren a las de carbón que contiene su humedad natural de la misma pero que no incluye agua visible en la superficie del carbón.
- 10
- d - Se admite que puede haber variedades no aglutinantes en cada grupo de la clase de los carbones bituminosos.
- e - Los carbones que tienen el 69% o más de carbono fijo sobre base seca y exentos de materias minerales deberán clasificarse de acuerdo con el contenido de carbono fijo, independientemente de las kilocalorías.
- 15
- f - Hay tres variedades de carbón en el grupo de carbón bituminoso C de alto contenido en volátiles, a saber, la Variedad 1, aglomerante y que no se altera por la acción de los agentes atmosféricos; la Variedad 2, aglomerante y que se altera por la acción de los agentes atmosféricos; y la Variedad 3, no aglomerante y que no se altera por la acción de los agentes atmosféricos.
- 20
- 25

Fuente: A.S.T.M. D388-38 (ref. 1).

5 Como puede verse de la anterior Tabla A, los  
carbones preferidos que pueden ser usados de acuerdo  
con el presente invento sin fase alguna de tratamien  
to previo que se añada para evitar la aglomeración  
comprenden los carbones de las clases más bajas, las  
clases de los no aglomerantes, sub-bituminosos y lig-  
níticos III y IV.

10 Los carbones aglomerantes, tales como los  
carbones más bituminosos y algunos de los sub-bitumi-  
nosos, son fuertemente aglomerantes en una atmósfera  
de hidrógeno. Estos no pueden ser tratado del modo  
usual, ni siquiera con una fase del tratamiento pre-  
vio. Estos carbones pueden ahora ser tratados, sin  
15 que se produzca en grado alguno perjudicial la des-  
fluidificación, por el procedimiento de este inven-  
to, sólo o en combinación con una fase de tratamien-  
to previo, si es necesario. Si fuese necesaria una  
fase de tratamiento previo, las necesidades en cuan-  
20 to a tratamiento previo están más suavizadas y cues-  
tan menos. Por ejemplo, en la actualidad, incluso des-  
pués de un intenso tratamiento previo, el uso de un  
carbón altamente aglomerante, tal como el carbón de la  
Capa o yacimiento de Pittsburgh en un procedimiento de  
25 hidrocarbonización plantea el problema de que se produ

ce aglomeración en el lecho de fluido. No obstante, es beneficioso usar el procedimiento de este invento para superar este problema de aglomeración. Los expertos en la técnica admitirán que pueden ser aplicadas cualquier número de operaciones de tratamiento previo adecuadas en combinación con el procedimiento de este invento para el tratamiento de carbones que son o bien altamente aglomerantes o bien altamente aglomerantes cuando están en una atmósfera que contiene hidrógeno. Estas operaciones de tratamiento previo incluyen, por ejemplo, aunque no quedan limitadas a las mismas, las de tratamiento previo químico, tales como las de oxidación, o la de mezcla con materiales sólidos inertes tales como el "coque" de devolución.

La manera en que se pone en práctica el invento se comprenderá mejor de la descripción que sigue, considerada con referencia al dibujo que se acompaña, el cual representa una vista esquemática de una realización de un sistema en el cual puede ser llevado a la práctica el procedimiento de este invento.

En la figura 1 se ilustran recipientes 10 y 16 de suministro de carbón, un alimentador 22 de carbón, un precalentador 30 y un recipiente reactor 40. Se han previsto conducciones para conducir carbón finamente dividido a través de los recipientes por or-

den. Una conducción 26 conduce el carbón desde la cámara de recogida 18 al precalentador 30. Una conducción 34 conduce el carbón desde el precalentador 30 al recipiente reactor 40. Una conducción 44 conduce carbón desvolatizado (denominado "coque") desde el recipiente de reacción 40 para recuperación como producto sólido o para devolución. Se ha previsto una conducción 42 para conducir productos líquidos y en forma de vapor desde el recipiente de reacción 40 para posterior tratamiento y/o devolución.

De acuerdo con el procedimiento de este invento, el carbón de alimentación está en forma de partículas, habiendo sido triturado, molido, pulverizado, o similar, hasta un tamaño más fino que el correspondiente a aproximadamente el tamiz de 2.380 micras de abertura de malla de preferencia más finas que las que pasan por el tamiz de aproximadamente 841 micras de abertura de malla. Además, aunque el carbón de alimentación puede contener agua adsorbida, está preferiblemente libre de humedad superficial. Las partículas de carbón que satisfacen estas condiciones se denominan aquí "fluidificables". Cualquiera de tal agua adsorbida será vaporizada durante el precalentamiento. Además, cualquiera de tal agua adsorbida debe ser incluida como parte de gas de transporte inerte y no debe estar en cantidades tan

grandes que produzcan más gas de transporte que el requerido.

Los recipientes 10 y 16 de suministro de carbón pueden contener cada uno un lecho de partículas de carbón fluidificables, las cuales se emplean en el procedimiento. El recipiente 10 de suministro de carbón es, típicamente, una tolva de seguridad o con esclusa, a, esencialmente, la presión atmosférica. El recipiente 16 de suministro de carbón es, típicamente, una tolva de seguridad en la cual carbón fluidificado puede ser puesto bajo presión con gas del procedimiento o con otros gases de fluidificación deseados.

El funcionamiento de los recipientes 10, 16 y 22 puede ilustrarse describiendo para ello un ciclo típico. Con las válvulas 14 y 17 cerradas, se llena la tolva de seguridad 16 hasta una profundidad predeterminada con carbón procedente de la tolva de seguridad 10 a través de la válvula abierta 12 y de la conducción 11, esencialmente a la presión atmosférica. Luego, con las válvulas 12 y 17 cerradas, se pone bajo presión la tolva de seguridad 16 hasta una presión predeterminada por encima de la presión del sistema de reacción a través de la válvula abierta 14 y de la conducción 13. Luego se cierran las válvulas 12 y 14 y

se introduce carbón en el recipiente 22 alimentador fluidificado a través de la válvula abierta 17 y de la conducción 20. Después se repite el ciclo con respecto a la tolva de seguridad 16. Un tiempo típico para tal ciclo es uno comprendido entre aproximadamente 10 minutos y aproximadamente 30 minutos. Con la válvula 17 cerrada, se alimenta carbón fluidificado a un régimen predeterminado a través de la conducción 26 a las unidades de aguas abajo en el procedimiento. Son posibles, por supuesto, otras variaciones del ciclo de alimentación al alimentador fluidificado, pero las mismas no se han ilustrado aquí ya que no constituyen parte de las operaciones del invento en este procedimiento.

En el alimentador fluidificado 22, un gas de fluidificación pasa a través de la conducción 24 a una baja velocidad, suficiente para arrastrar el carbón fluidificable y conducirlo en flujo de fase densa a través de la conducción 26 y al fondo del precalentador 30 de carbón, o bien directamente a la conducción 34 si no se requiere precalentamiento. Como alternativa, se podría añadir gas adicional a la conducción que conduce el carbón en un flujo de fase densa a través de la conducción 26, para ayudar a la conducción. Como gas de fluidificación se puede usar cual

quior gas no oxidante, por ejemplo gas combustible, nitrógeno, hidrógeno, vapor de agua y similares. No obstante, es preferible, en general, usar gas del proceso de reacción o bien gas del producto de devolución al ciclo.

5

El precalentador 30 de carbón representa un medio para precalentar rápidamente, cuando sea deseable, las partículas de carbón finamente divididas, bajo condiciones fluidificadas, hasta una temperatura inferior a la temperatura mínima para reblandamiento o margen de reacción significativo, en ausencia sustancial de oxígeno. La temperatura máxima admisible del calentamiento es la comprendida en el margen desde aproximadamente 325°C hasta aproximadamente 400°C.

10

La corriente de carbón fluidificado con gas en fase densa es calentada al pasar rápidamente a través del calentador, que tiene una relación muy favorable de superficie de calentamiento a volumen interno. El carbón es calentado en el calentador 30 hasta la temperatura deseada por cualesquiera medios convenientes de intercambio de calor, por ejemplo, por medio de calor radiante o de un gas producto de combustión, caliente, como se ha representado en la figura 1, que entra por el fondo del calentador 30 por la conducción 28 y sale por la

15

20

25

parte superior del calentador 30 por la conducción 32.

Las partículas de carbón fluidificadas precalentadas salen del precalentador 30 a través de la conducción 34 y entran en el fondo del recipiente reactor 40, o cerca de éste, sustancialmente próximas al centro del fondo. De acuerdo con este invento, las partículas de carbón son introducidas en la zona de reacción de lecho fluido a través del fondo del reactor a una gran velocidad. Esta gran velocidad puede conseguirse acelerando para ello la corriente fluidificada de partículas de carbón hasta la velocidad deseada, a lo largo de un camino que se estrecha de sección transversal confinada. Para acelerar la corriente fluidificada de partículas hasta la velocidad deseada se puede usar una boquilla, una lumbrera de entrada estrecha, un canal convergente o cualesquiera medios de entrada que estrechen, hagan converger o estrangulen el área de la sección transversal del paso hasta la entrada por donde las partículas de carbón fluidificadas entran en el reactor. La corriente de partículas de carbón fluidificables, precalentadas, es introducida en la zona de flujo ascendente central del lecho fluido dentro del recipiente de reacción, a la alta velocidad en una dirección esencialmente vertical hacia arriba, preferiblemente a través del fon

do del recipiente de reacción.

También puede ser alimentado aceite de devolución al ciclo al reactor 40 a través de la conducción 36. La inyección de la devolución al ciclo se efectúa también preferiblemente a una velocidad de la corriente de aproximadamente 60 metros por segundo o mayor, y más preferiblemente de unos 120 m/seg o mayor en la zona de flujo ascendente central del lecho de fluido del reactor, a través del fondo del recipiente reactor, en una dirección esencialmente vertical hacia arriba. Al igual que las partículas de carbón que entran, la corriente de aceite de devolución sigue un camino sustancialmente ascendente alrededor de una parte central sustancialmente en sentido axial del recipiente de reacción. En la inyección del aceite de devolución al ciclo y de las partículas de carbón fluidificables, es esencial que sean introducidos en el recipiente reactor de tal modo que no choquen inmediata y directamente contra las paredes del recipiente reactor, lo que podría conducir a una aglomeración innecesaria e indeseable.

Solamente se ha ilustrado en la figura 1 una entrada para las partículas de carbón precalentadas y una entrada para el aceite de devolución. Estas entradas pueden también representar una multiplicidad de en

tradas para facilidad de funcionamiento en este procedimiento. Puede ser deseable una multiplicidad de entradas, por ejemplo, cuando el reactor es grande, o bien cuando se inyectan en el reactor corrientes de aceite de devolución separadas. Los puntos de entrada para las partículas de carbón y/o el aceite de devolución están situados preferiblemente cerca del punto donde el eje geométrico vertical corta al fondo del reactor. Cada corriente de partículas de carbón y/o de aceite de devolución es introducida preferiblemente a una gran velocidad por cada entrada en una dirección esencialmente vertical hacia arriba, estando situadas las entradas en el fondo del reactor, o cerca de éste, sustancialmente cerca del punto donde el eje geométrico vertical corta al fondo del reactor. De esta manera, las corrientes separadas de materiales carbonosos que entran son mantenidas separadas e individualizadas hasta que son rápidamente mezcladas en el lecho fluido con carbón hecho reaccionar parcialmente y con partículas de "coque".

Los materiales carbonosos que entran son hechos reaccionar con un reactivo adecuado en la zona de reacción, a una temperatura superior a unos 500°C.

El "coque" procedente del recipiente reactor es retirado continuamente a través de la conducción 44.

Los productos líquidos y en forma de vapor son retirados del recipiente reactor 40 a través de la conducción 42. El gas de fluidificación es alimentado al recipiente reactor 40 a través de la conducción 38, dependiendo el gas tipo del procedimiento tipo que se haga intervenir. Por ejemplo, vapor de agua, o vapor de agua y oxígeno, son alimentados a un gasificador en un procedimiento de gasificación; un gas no reactivo es alimentado a un carbonizador en un procedimiento de carbonización; y un gas que contenga hidrógeno, sustancialmente exento de oxígeno, es alimentado a un hidrocarbonizador en un procedimiento de hidrocarbonización.

Los ejemplos siguientes son ilustrativos del concepto de este invento, demostrando el método de evitar la aglomeración de carbón en procedimientos de lecho fluidificado por medio de la inyección a gran velocidad de partículas de carbón en una zona de reacción.

#### EJEMPLO I

El aparato empleado, ilustrado esquemáticamente en los dibujos comprendía dos tolvas de seguridad (10, 16) de alimentación de carbón, conectadas en para

lelo a un alimentador fluidificado 22, a un precalentador 30 y al reactor 40. Toda la conducción que lleva carbón fué hecha de tubo de 9,525 mm de diámetro interior por 15,875 mm de diámetro exterior. Las dos tolvas de seguridad (10, 16) de alimentación de carbón que alimentan al alimentador fluidificado alternativamente tenían cada una un diámetro interior de 177,8 mm y una altura de 2,4 metros. El alimentador fluidificado 22 tenía un diámetro interior de 609,6 mm y una altura de 6 metros. El precalentador 30, un baño de plomo calentado por quemadores de "combustión de superficie", tenía un diámetro interior de 609,6 mm y una altura de 3,6 metros. El reactor 40 tenía un lecho de fluido de 279,4 mm de diámetro interior, de una profundidad de lecho de 5,25 metros, y un área de sección transversal exterior de 0,061 m<sup>2</sup>.

La velocidad media a través de la conducción de alimentación de carbón en fase densa no era especialmente elevada, siendo la velocidad máxima de aproximadamente 12 m/seg en la entrada al reactor, y de solamente 4,5 m/seg en la salida del alimentador de carbón, permaneciendo la erosión de la tubería a esas velocidades todavía en un nivel aceptable. Los intentos hechos para alimentar el carbón al reactor a velocidades de aproximadamente 30 m/seg dieron por re

sultado aglomeración y coquificación del lecho fluido. Se usó una boquilla de carburo de tungsteno de 11,906 mm de diámetro para aumentar el régimen al cual era introducida la corriente de hidrógeno y carbón fluidificado en el reactor hasta 60 m/seg y proporcionar una superficie resistente a la erosión.

En funcionamiento, el reactor fue llenado de carbón y calentado lentamente hacia las condiciones fijadas como objetivo, y se establecieron los flujos y las presiones de gas. Se empleó hidrógeno como fase gaseosa. Una vez que se establecieron las condiciones fijadas como objetivo se inició la alimentación de carbón. Una vez terminado el ensayo se abrió el reactor. No se encontraron grandes aglomerados ni partículas de coque. Las condiciones de funcionamiento durante la hidrocarbonización se han ilustrado en la Tabla I a continuación:

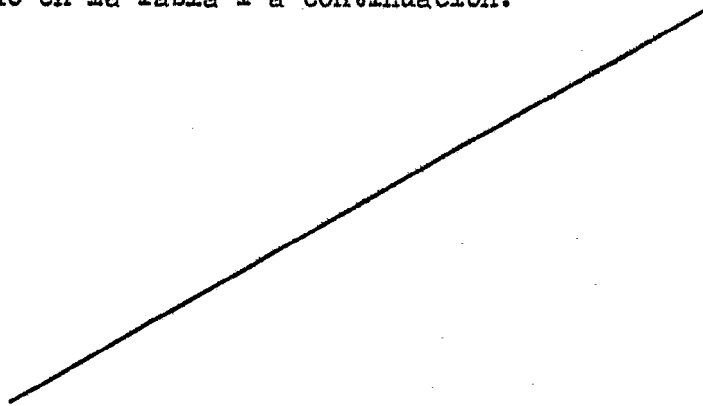


TABLA I - CARBON DEL LAGO DE SMET  
(Condiciones de Funcionamiento)

Número del Ensayo	1	2	3	4 <sup>###</sup>
Presión del Reactor	35 - 42 kg/cm <sup>2</sup> manométricos	42 kg/cm <sup>2</sup> manométricos	28 - 70 kg/cm <sup>2</sup> manométricos	49 kg/cm <sup>2</sup> manométricos
Temperatura del Reactor	#470°C - 520°C	#470°C - 520°C	480°C - 570°C	520°C - 560°C
Velocidad de Fluidificación	0,15 m/seg	0,15 m/seg	0,075 m/seg - 0,15 m/seg	0,15 m/seg
Régimen de Alimentación de Carbón	454-544 kg/h	454-544 kg/h	272-454 kg/h	454 kg/h
Gas de Alimentación al Reactor	Hidrógeno	Hidrógeno	Hidrógeno	Hidrógeno
Duración del Ensayo	45 horas	34 horas	78 horas	29 horas
Velocidad de Inyección de la Corriente de Carbón	60 m/seg	60 m/seg	60 m/seg	60 m/seg
Tiempo Nominal de Permanencia de los Sólidos en el lecho	18 - 22 minutos	18 - 24 minutos	19 - 46 minutos	9,4 minutos

<sup>#</sup>Inicialmente 470°C y se fue aumentando por incrementos de 10°C cada 6 horas, con la restricción adicional de que se enfrió el reactor a 450°C - 470°C después de una parada de la alimentación de carbón y antes de iniciar de nuevo la alimentación de carbón.

<sup>###</sup>La profundidad del lecho del reactor se acortó a 2,15 metros para este ensayo. El análisis de la alimentación se resume en la Tabla II que se incluye a continuación:

TABLA II - CARBON DEL LAGO DE SMET, ESTADO DE WYOMING, EE.UU. SUB-BITUMINOSO C (ANALISIS)

	Sobre la base de Exento de Humedad y de ceniza	Tanto por ciento en peso
5	C	72,0
	H	5,3
	N	1,3
	S	1,0
10	O	20,4
	Ceniza	11,9 (base en seco)
	Agua	30 (tal como se recibió)

15

EJEMPLO II

Se efectuaron dos ensayos adicionales empleando aparatos y procedimientos similares a los empleados en el Ejemplo I, excepto en que el aceite, las fracciones de más alto punto de ebullición (todos los productos de punto de ebullición superior a 235°C) del producto líquido, fue devuelto al reactor. Estos ensayos adicionales fueron llevados a cabo para determinar si podía ser alimentada una inyección de alta velocidad de

20

25

aceite pesado al reactor, sin aglomeración del lecho de fluido. El equipo de devolución del aceite añadido al aparato de la instalación piloto, comprendía un depósito de almacenamiento, para contener el aceite de devolución, y un precalentador de aceite para precalentar el aceite antes de la inyección en el reactor.

La corriente de hidrógeno principal dirigida al reactor fue dividida en dos corrientes aproximadamente iguales, cada una de las cuales fue precalentada a una temperatura comprendida entre 300°C y 350°C. El aceite de devolución pesado fue bombeado en una de esas corrientes de hidrógeno e inyectado en el reactor, a través de una boquilla de carburo de tungsteno de 6,35 mm de diámetro, a una velocidad de la corriente de aproximadamente 120 m/seg. La boquilla, la cual apuntaba verticalmente hacia arriba del reactor, estaba situada en el centro del fondo del reactor a 1,5 metros por encima de la entrada de carbón. La otra corriente de hidrógeno fue mezclada con carbón precalentado, e introducida en el fondo del reactor a través de una boquilla de carburo de tungsteno de 11,906 mm de diámetro, aproximadamente a 48 m/seg, en una dirección verticalmente hacia arriba. Los datos para estos ensayos se han resumido a continuación en la Tabla III.

25

TABLA III

Ensayo	1	2
5		
Régimen de alimentación de carbón	453,6 kg/h	453,6 kg/h
Presión de alimentador de carbón	77 kg/cm <sup>2</sup> manométricos	77 kg/cm <sup>2</sup> manométricos
Presión del reactor	35 kg/cm <sup>2</sup> manométricos	35 kg/cm <sup>2</sup> manométricos
10		
Temperatura del reactor	550°C	580°C
Velocidad de fluidificación del reactor	0,15 m/seg	0,15 m/seg
Duración del ensayo	5 horas	5 horas
Régimen de alimentación del aceite de devolución	45,4 kg/h	108,8 kg/h
15		
Velocidad de entrada de carbón - H <sub>2</sub>	48 m/seg	48 m/seg
Velocidad de entrada de aceite - H <sub>2</sub>	126 m/seg	126 m/seg

20

No se tropezó con problemas al efectuar estos ensayos. No hubo evidencia de aglomeración en el lecho fluido, ni siquiera cuando se inyectó aceite al régimen de 108,8 kg/h.

25

### EJEMPLO III

El aparato a escala de laboratorio empleado en este ejemplo comprendía una tolva para sólidos pulverizados de una capacidad de sólidos de 4,5 litros y construida de tubería de acero al carbono del número 80 de 76,2 mm de diámetro por 1,2 metros de altura; se hizo un reactor de tubo de acero inoxidable de 25,4 mm de diámetro interior por 228,6 mm de altura, de un grueso de pared de 6,35 mm y de una cabeza expandida de 101,6 mm de altura y 50,8 mm de diámetro interior; la conducción de rebosadero de sólidos se construyó de tubería del número 40 de 12,7 mm; se construyó una conducción para vapor de tubería de acero inoxidable de 9,525 mm de diámetro exterior, y un alimentador de sólidos. Se usaron dos bombas de alimentación de líquido "Lapp Microflow Pulsafeeders" una para alimentar el líquido que se estaba investigando y la otra para alimentar agua para generación de vapor de agua. Se instalaron vaporizadores calentadores de líquido y agua calentados eléctricamente, contruidos de tubería de acero inoxidable de 6,35 mm de diámetro exterior, entre las bombas de alimentación y la boquilla de inyección de alimentación al reactor. Se instalaron termopares situados a 76,2 mm, 152,4 mm,

203,2 mm y 279,4 mm desde el fondo del reactor, en un pozo para termopares de 6,35 mm de diámetro exterior situado axialmente en el centro del reactor. Los tres termopares inferiores estaban en el lecho fluidificado mientras el termopar superior estaba en el espacio de vapor por encima del lecho.

En funcionamiento, se emplearon alquitranes de un punto de ebullición de aproximadamente 235°C obtenidos de la hidrocarbonización de carbón del Lago de Smet como material de alimentación para la zona de reacción, para conversión en aceites de un punto de ebullición inferior a 230°C. Los alquitranes fueron destilados del producto líquido completo obtenido de la hidrocarbonización, en varias fracciones de destilación, y una mezcla de esas fracciones de destilación usada en este ejemplo tenía un margen de temperaturas en condiciones atmosféricas nominales, para el 75% del alquitrán, comprendido entre 235°C y 460°C. El 25% restante tenía un punto de ebullición superior a 460°C.

La tolva de alimentación de sólidos fue llena da con "coque" de hidrocarbonización del Lago Smet, como se ha descrito aquí en lo que antecede. Los depósitos de alimentación de agua y alquitrán fueron llenados y calentados a la temperatura de funcionamiento. Durante el periodo de calentamiento, se hizo pasar un flujo pre

determinado de hidrógeno a través del reactor vacío. Tan pronto como las condiciones se fueron aproximando a las de funcionamiento, se iniciaron la alimentación de "coque" y la alimentación de agua (vapor de agua sobrecalentado para cuando entraba en el reactor a través del orificio de inyección). Los tres termopares situados en el lecho fluidificado a los niveles indicados aquí en lo que antecede, sirvieron como indicación de comportamiento del lecho. Los intentos hechos para alimentar esa corriente de alquitrán a velocidades de 30, 60 y 90 m/seg dieron por resultado una rápida aglomeración del lecho de reactor fluidificado. Se usó una aguja hipodérmica del calibre 26 para conseguir una velocidad de inyección de 120 m/seg de la alimentación de alquitrán completa. Usando esa velocidad de entrada para la alimentación completa, se impidió la coquización del lecho fluidificado dentro del reactor bajo las siguientes condiciones de funcionamiento, contenidas en la Tabla IV.

5

10

15

20

25

TABLA IV - CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO -  
CARBON DEL LAGO DE SUEBI

5	Presión	10,5 kg/cm <sup>2</sup> manométricos
	Presión parcial de hidrógeno	8,05 kg/cm <sup>2</sup> manométricos
	Tiempo de permanencia de los vapores en el lecho de "coque", basado en la velocidad lineal superficial	1,33 segundos
10	Alimentación de "coque"	250 g/hora
	Régimen de alimentación de aceite	2 ml/minuto
	Alimentación de agua (como vapor de agua)	3 ml/minuto
	Flujo de hidrógeno al reactor	990 litros/hora
15	Moles de hidrógeno/moles de aceite	45/1
	Temperatura	650°C
	Velocidad lineal superficial del hidrógeno	0,15 m/seg
	Duración del ensayo	5 horas
20	Gas de fluidificación	Hidrógeno

EJEMPLO IV

25 Se introducen 45,3 kg por hora de carbón de la capa de Pittsburgh N°8, que pasa por el tamiz de

840 micras de abertura de malla, en un reactor de lecho fluido de baja temperatura, para pirolisis a una temperatura del reactor de 540°C para obtener productos líquidos, combustible gaseoso y "coque" seco. El carbón de la capa de Pittsburgh N° 8 es un carbón bituminoso de la clase A, de gran esponjamiento, aglomerante, de alto contenido en volátiles. El tiempo de permanencia nominal del carbón y del "coque" producto en el lecho del reactor es de 15 minutos. Cuando se introduce el carbón en el lecho del reactor con gas producto devuelto, con una velocidad de inyección del carbón y del gas de 6 metros por segundo, la aglomeración del lecho del reactor empieza inmediatamente. En un periodo de 30 minutos el lecho está altamente aglomerado, de modo que no se produce fluidificación alguna ni puede ser inyectado más carbón en la práctica.

No obstante, cuando se introduce carbón nuevo en el lecho fluido del reactor a velocidades de inyección de 60, 90 y 120 m/seg, respectivamente, se mantiene un lecho fluido a una temperatura de reacción comprendida entre unos 500°C y unos 700°C, sin aglomeración sustancial. El carbón nuevo que entra se mezcla rápidamente con el carbón parcialmente carbonizado ("coque") que circula en el lecho, de modo que al experimentar las partículas de carbón nueva transformación plástica

y ponerse pegajosas, las partículas de carbón nuevas se encuentran principalmente con partículas que han experimentado ya transformación plástica y no están entonces pegajosas. Del reactor de carbonización son retirados continuamente los productos de la carbonización, gases, alquitranes y otros líquidos, agua y "coque".

#### EJEMPLO V

En un gasificador de cenizas de aglomeración del tipo descrito en la Patente para los EE.UU. Número 3.171.369, se gasificaron 453 kg por hora de carbón de la capa de Pittsburgh Nº 8, nuevo, de un tamaño de partículas que pasan por el tamiz de 250 micras de abertura de malla, a una temperatura comprendida entre unos 816°C y unos 1.000°C, con vapor de agua. Se proporciona calor por circulación al gasificador de aproximadamente 5.443 kg por hora de partículas de ceniza aglomeradas procedentes de una cámara de combustión de lecho fluido caldeada por "coque". Cuando se inyecta el carbón nuevo en el lecho de fluido de ceniza y carbón hecho reaccionar parcialmente, a una velocidad de 6 metros por segundo, con vapor de agua, se produce aglome

ración parcial. Se forman grandes agregados de "coque" que no pueden ser separados de los aglomerados de cenizas y se obtiene como resultado una deficiente fluidificación y, pronto, un deficiente rendimiento térmico. Es esencial, para la operación del procedimiento, que a medida que se carboniza y se gasifica el carbón permanezca fluyendo libremente y finamente dividido.

Cuando se aumenta la velocidad del carbón de Pittsburgh N° 8 y del vapor de agua inyectados hasta 120 m/seg, la dispersión dentro del lecho fluido es excelente. No se produce aglomeración alguna significativa y se consigue fácilmente la separación del "coque" fino formado y de las partículas mayores más densas de ceniza aglomerada. La introducción del carbón nuevo en el lecho fluidificado en general descendente de ceniza aglomerada caliente, a una velocidad de 120 m/seg, tiene lugar en un punto cerca del fondo del lecho, pero algo por encima del fondo para evitar el arrastre hacia abajo de carbón o de "coque" por la ceniza que efectúa el movimiento cíclico. La inyección es en una dirección en general vertical y hacia arriba. Ello favorece una gran turbulencia de la ceniza, del carbón y del "coque" cerca de los puntos de introducción, la cual dispersa el carbón por todo el lecho e impide eficazmente la aglomeración.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 27 de Diciembre de 1974, bajo el Nº 536.843, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- REIVINDICACIONES -

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

1ª.- Un método de evitar sustancialmente la aglomeración de partículas carbonosas sólidas en una zona de reacción de lecho fluido de un reactor, que comprende: a) habilitar una zona de reacción de lecho fluido para hacer reaccionar partículas carbonosas sólidas con un reactivo adecuado, a una temperatura de reacción superior a unos 500°C, conteniendo dicha zona una matriz de partículas no aglomerantes a dicha temperatura de reacción; b) transportar dichas partículas carbonosas sólidas, en una fase densa, hasta las proximidades de dicha zona de reacción a una primera veloci

dad predeterminada de hasta aproximadamente 12 m/seg;  
c) aumentar la velocidad de dichas partículas desde di  
cha primera velocidad hasta una segunda velocidad pre  
determinada superior a unos 60 m/seg; d) introducir  
5 dichas partículas carbonosas sólidas y un gas de arras  
tre en la parte inferior de dicha zona en una dirección  
esencialmente vertical hacia arriba, a dicha segunda  
velocidad predeterminada, teniendo dichas partículas  
carbonosas sólidas una temperatura predeterminada infe  
10 rior a su temperatura de transformación plástica, sien  
do dicha segunda velocidad suficiente para dispersar  
rápida y uniformemente dichas partículas carbonosas só  
lidas dentro de dicha matriz a dicha temperatura prede  
terminada; e) hacer reaccionar dichas partículas carbo  
15 nosas sólidas con dicho reactivo a dicha temperatura  
de reacción dentro de dicha zona, en la que se evita  
sustancialmente la aglomeración de dichas partículas  
carbonosas sólidas dentro de dicha zona.

2<sup>a</sup>.— Un método según la reivindicación 1<sup>a</sup>, en  
20 el que dicha segunda velocidad predeterminada es supe  
rior a aproximadamente 120 m/seg.

3<sup>a</sup>.— Un método según la reivindicación 1<sup>a</sup>, en  
el que dichas partículas carbonosas son partículas de car  
bón y en el que dichas partículas no aglomerantes son  
25 partículas de "coque" y de carbón hechas reaccionar

parcialmente.

4ª.- Un método según la reivindicación 3ª, en el que se introducen partículas de carbón en la parte central de dicha zona sustancialmente en sentido axial.

5

5ª.- Un método según la reivindicación 1ª, que incluye además: b') introducir hidrocarburos líquidos en la parte inferior de dicha zona en una dirección esencialmente vertical hacia arriba, teniendo dichos hidrocarburos líquidos una temperatura de fluido predeterminada inferior a dicha temperatura de reacción y entrando en dicha zona a una velocidad de flujo predeterminada superior a unos 60 m/seg, siendo dicha velocidad de fluido suficiente para dispersar rápida y uniformemente dichos hidrocarburos líquidos dentro de dicha matriz a dicha temperatura de fluido predeterminada; c') hacer reaccionar dichos hidrocarburos líquidos con dicho reactivo a dicha temperatura de reacción dentro de dicha zona, en la que se evita sustancialmente la aglomeración de dicha zona.

10

15

20

6ª.- Un método según la reivindicación 5ª, en el que dichos hidrocarburos líquidos son aceites.

7ª.- Un método según la reivindicación 6ª, en el que dicho aceite es proporcionado por la reacción en dicha zona de reacción de lecho fluido, des-

25

pués de ser retirados de dicha zona y devueltos a dicha parte inferior de dicha zona.

5 8ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que dicha zona de reacción es una zona de hidrocarbonización; dicho reactivo es un gas rico en hidrógeno y exento de oxígeno; y dicha temperatura de reacción está comprendida entre unos 500°C y unos 600°C.

10 9ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que dicha zona de reacción es una zona de carbonización; dicho reactivo consiste solamente en vapores y gases producto de la carbonización más un gas de arrastre esencialmente inerte, y dicha temperatura de reacción está comprendida entre unos 500°C y unos 700°C.

15 10ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que dicha zona de reacción es una zona de gasificación; dicho reactivo es vapor de agua; y dicha temperatura de reacción está comprendida entre unos 816°C y unos 1.000°C.

20 11ª.- Un método según la reivindicación 6ª, en el que dicha segunda velocidad de los sólidos y dicha velocidad del fluido son, una y otra, superiores a unos 120 m/seg, respectivamente.

25 12ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que la velocidad de dichas partículas es aumentada desde dicha primera velocidad a dicha segunda veloci-

dad, haciendo pasar para ello dichas partículas a través de una boquilla que tiene una relación de longitud a área de la sección transversal superior a la de aproximadamente 5 a 1.

5                    13ª.- Un método de evitar sustancialmente la aglomeración de partículas carbonosas sólidas en una zona de reacción de lecho fluido de un reactor.

10                    Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de cincuenta y una hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

15

P. A.

- 9 ENE. 1976

Alberio de Elzaburu  
Por Poder

1.1.76.  
RJP/.

