



413403

413403

Clase: C10G

F.C. 3-11-75

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de registro de una Patente de Invención por veinte años, en España, por "PERFECCIONAMIENTOS EN O RELATIVOS A LA PRODUCCION DE GASES POR CRACKING DE HIDROCARBURO LIQUIDO", a favor de "UBE INDUSTRIES LTD.", entidad de nacionalidad japonesa, con domicilio en 12-32, Nishihonmachi 1-chome, Ube-shi, Yamaguchi-ken (Japón).

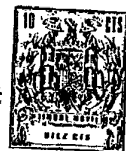
- - -

- La presente invención se refiere a un procedimiento para la preparación de gases tales como olefinas por cracking térmico de hidrocarburo líquido, particularmente conteniendo constituyentes de alto punto de ebullición, tales como petróleo crudo, aceite pesado y aceite residual en un lecho fluidificado de partículas sólidas. De manera más particular, la presente invención se refiere a un procedimiento para el cracking no sólo de un hidrocarburo líquido de partida en un lecho fluidificado de partículas sólidas especialmente diseñado, sino también de la recuperación de hidrocar-
- 5.
 - 10.



- buro líquido de más alto punto de ebullición, conteniendo carbono y alquitrán en dicho lecho a temperatura más alta. Dicho lecho se compone de una zona superior para el enfriado rápido de los gases de cracking, una zona central para el cracking del hidrocarburo líquido de partida y una zona inferior para el cracking del hidrocarburo líquido recuperado que es originado en dicho lecho, en el que las partículas sólidas son forzadas a circular entre dichas zonas de acuerdo con las rutas previamente determinadas. El presente invento tiene como objetivo la aportación de un procedimiento para el cracking de un hidrocarburo líquido, sin agotar los subproductos producidos por el cracking, tales como carbono y alquitrán, fracción de aceite pesado y similares, que ordinariamente se tratarían como residuos industriales y, mediante la utilización de dichos subproductos, mejorar la eficacia del cracking y evitar la contaminación ambiental que se produce en el procedimiento convencional.
5. Se han propuesto muchos métodos para producir olefinas, hidrógeno, gas combustible y similares por medio de cracking térmico de un hidrocarburo líquido en un lecho en el que hay partículas sólidas fluidificadas. Por ejemplo, la patente norteamericana nº 3238271 describe un procedimiento para el cracking de hidrocarburo líquido a olefinas gaseosas, mediante el uso de dos lechos fluidificados de partículas sólidas que se forman dentro de un horno de cracking y de un regenerador, separadamente. Este procedimiento comprende: el cracking del hidrocarburo líquido a una temperatura de unos 740° C en
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

413403



- 3 -

- el horno de cracking, solamente mediante la aplicación del calor sensible de las partículas sólidas fluidificadas procedentes del regenerador; el paso de los gases del cracking a un ciclón, sin enfriamiento rápido de los mismos; el lavado de los gases del cracking, obligándolos a fluir en sentido contrario al hidrocarburo líquido que contiene constituyentes con punto de ebullición más alto separados de los gases de cracking por medio del procedimiento que se describe más abajo; la separación de las partículas sólidas de carbono depositadas desde la pared lateral del horno de cracking y el soplado de las mismas con aire al interior del regenerador, quemando así los depósitos de carbono con una parte del mencionado hidrocarburo líquido que contiene constituyentes de punto de ebullición más alto, a una temperatura de unos 900° C, lo cual da como resultado la regeneración y calentamiento de las partículas sólidas; y el paso de las partículas sólidas calentadas y de la corriente de vapor desde el regenerador al horno de cracking, en el fondo, para el cracking del hidrocarburo líquido por medio del calor sensible de las partículas sólidas, como se ha descrito anteriormente.
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.

- En la mencionada técnica conocida, sólo se aplica el calor sensible de las partículas sólidas calentadas en el regenerador, como fuente de calor para la reacción de cracking. En consecuencia, es difícil mantener el horno de cracking a una temperatura tan alta como es la de aproximadamente 740° C. El suministro al horno de cracking del calor necesario para el cracking del hidrocarburo líquido exige el transporte de
- 25.
 - 30.



- un gran número de partículas sólidas calentadas por medio de vapor. El paso directo de los gases de cracking desde el horno de cracking al ciclón, sin enfriarlos rápidamente, hace que el carbono y el alquitrán se condensen y depositen sobre la pared del ciclón. Esto da lugar a una menor eficacia en la captura del carbono y del alquitrán, con el resultado de que una gran cantidad de estos últimos pasa a la torre de lavado. Además, el hidrocarburo líquido que contiene constituyentes de punto de ebullición más alto, que se ha utilizado para el proceso de lavado a contracorriente en el momento de la regeneración de las partículas de carbono depositadas, sólo es tratado por combustión. Como resultado de ello, el azufre contenido en el carbono que se adhiere a las partículas sólidas es expulsado del sistema de cracking. A este respecto, la técnica anterior tiene el inconveniente de que la prevención de que el azufre salga a la atmósfera requiera un procedimiento adicional para la desulfurización de los gases de combustión.
5. En el procedimiento para la producción de olefinas a partir de hidrocarburo líquido en un lecho fluidificado que se describe en la memoria de la publicación de la solicitud de patente japonesa nº 2/71, se encuentran esencialmente los mismos inconvenientes que en el procedimiento descrito en la memoria de la citada patente norteamericana.
10. Además, la solicitud de patente japonesa núm. 41363/70, correspondiente a la patente norteamericana nº 3551513, describe un procedimiento para la producción de olefinas, a un alto grado de rendimiento, mediante la
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



oxidación parcial de hidrocarburo líquido en un lecho -- fluidificado en el que se emplea un caudal de partículas sólidas de circulación forzada. Sin embargo, no hay ninguna sugerencia acerca de un posible tratamiento de las sustancias tales como el carbono, el alquitrán y la fracción de aceite pesado que son subproducidas por el cracking térmico del hidrocarburo.

5.

10.

15.

20.

25.

30.

Así, los inventores han tratado de obtener un nuevo método para el cracking térmico de hidrocarburo líquido en un lecho fluidificado de partículas sólidas en que el carbono, alquitrán y fracción de aceite pesado -- subproducidos se utilizan eficaz y positivamente para -- los fines del cracking sin expulsar los subproductos del sistema de cracking; y, como resultado de ello, han comprobado que el siguiente proceso inventivo evita los inconvenientes del procedimiento convencional de cracking y cumple los objetivos de la presente invención.

Según el proceso inventivo, como lecho fluidificado unitario para el cracking de hidrocarburo líquido, se forma una capa de partículas sólidas que comprende -- una zona central para el cracking de un hidrocarburo líquido inicial a gases, una zona inferior para el cracking del hidrocarburo líquido recuperado del anterior a gases y una zona superior para el enfriado rápido de los gases de cracking, comunicando la zona central con las zonas superior e inferior a través de pasos estrechos o cuellos formados entre las zonas superior y central y entre las zonas central e inferior. Se alimentan oxígeno, vapor y el hidrocarburo líquido recuperado a la zona inferior -- desde el fondo para quemar el hidrocarburo líquido recuperado parcialmente, a una temperatura de 1.050 a 1.400° C,



5. produciéndose así el cracking del hidrocarburo recuperado a gases. El hidrocarburo líquido de partida es rociado en la zona central junto con vapor, mientras que los gases procedentes del cracking del hidrocarburo líquido recuperado y las partículas sólidas arrastradas en la zona inferior son vertidas en la zona central, desde el fondo, a través de la zona estrecha o de cuello, produciéndose con ello el cracking del hidrocarburo líquido de partida en la zona central a gases, a una temperatura de 700 a 900° C. Si el cracking de los materiales de partida tiene lugar a una temperatura inferior a los 700° C, se produce una fracción creciente de aceite ligero según la disminución de temperatura del cracking.

10. Otra parte del hidrocarburo líquido de partida y/o otra parte del hidrocarburo líquido recuperado son rociadas en la zona superior de enfriamiento rápido, mientras que la mezcla del vapor, los gases de cracking del hidrocarburo líquido de partida y recuperado y las partículas sólidas arrastradas en la zona central son vertidos en la zona superior desde el fondo, a través de la zona estrecha o de cuello, con lo que la mezcla de gas de cracking es enfriada rápidamente, con el resultado de que algo de carbono, alquitrán y aceite pesado implicados en la mezcla de gas de cracking se adhiere a las partículas sólidas arrastradas. La mezcla de gas resultante es tratada entonces para separar el resto del carbono, del alquitrán y del aceite pesado. Este resto de carbono, alquitrán y aceite pesado es el hidrocarburo líquido recuperado. Por otro lado, cierta parte de las partículas sólidas sobre las que se ha depositado el carbono es expulsada de la zona superior y forzadas a un nuevo ciclo

413403



- 7 -

en la zona inferior.

Además, los inventores han investigado el tipo de horno de cracking adecuado para llevar a cabo el mencionado proceso inventivo y han confirmado que el horno que se muestra en la figura 2 es el más adecuado al efecto.

El horno comprende una cámara superior para enfriar con rapidez los gases de cracking; una cámara central para el cracking del hidrocarburo líquido de partida y una cámara inferior para el cracking del hidrocarburo líquido recuperado. La cámara central, por el centro de su parte superior estrechada, comunica con la cámara superior, por el centro del fondo estrechado de la misma, mientras que la cámara central, por el centro de su parte inferior o fondo estrechado, comunica con la cámara inferior, por el centro de la parte superior estrechada de la misma. La cámara superior está provista de una lumbrera de expulsión de gas en todo lo alto, de una abertura de inyección para el hidrocarburo líquido en la parte inferior y de una salida de partículas sólidas en la parte superior.

En la cámara central, el fondo estrechado está formado por una placa perforada en forma de embudo, que abre sobre la cámara inferior. La placa cónica perforada de la cámara central está provista en la parte cónica o codo, de una abertura para la inyección del hidrocarburo líquido de partida. En la cámara inferior, el fondo está formado por una placa perforada, en forma de embudo, cuya abertura recibe una corriente de chorro de gas. En el centro de la placa perforada cónica, a la entrada, se encuentra situada una tobera de inyección para el hidrocar-



buro líquido y la cámara inferior, en la pared lateral, tiene una entrada para las partículas sólidas, que está conectada a la salida de partículas sólidas de la cámara superior.

5. De conformidad con la presente invención, se puede utilizar cualquier hidrocarburo líquido como material de partida y, en particular, se consigue con facilidad el cracking del hidrocarburo líquido que contiene -
10. constituyentes de alto punto de ebullición, tales como - petróleo crudo, aceite pesado y aceite residual. A este respecto, el presente invento es adecuado para la producción de gas combustible, hidrógeno u olefinas tales como acetileno, etileno y propileno, y particularmente adecuado para la producción de gas combustible.
15. La primera característica de la presente invención es que el lecho fluidificado unitario utilizado para el cracking del hidrocarburo líquido implica diferentes zonas de función que son una zona superior para el - enfriado rápido de los gases de cracking, una zona central para el cracking del hidrocarburo líquido de partida y una zona inferior para el cracking del hidrocarburo líquido recuperado, comunicando la zona central con la -
20. zona superior y la zona inferior a través de los pasos - estrechos o cuellos formados entre zonas adyacentes, donde de las partículas sólidas son forzadas a fluidificarse y donde no solamente el cracking del hidrocarburo líquido de partida, sino también el cracking del hidrocarburo líquido recuperado del de partida, que contiene constituyentes de alto punto de ebullición, se llevan a cabo simultáneamente, mientras que los gases de cracking del hidrocarburo líquido de partida y del recuperado son en-
- 25.
- 30.

413403



friados rápidamente.

5. La segunda característica consiste en que el calor sensible de los gases calientes de cracking del hidrocarburo líquido recuperado en la zona inferior del lecho fluidificado y el calor sensible de una parte de las partículas sólidas arrastradas de alta temperatura se aplican para el cracking del hidrocarburo líquido de partida.

10. La tercera característica del presente invento es que una parte del carbono depositado o partículas sólidas contaminadas es separada de la zona superior de enfriamiento rápido y forzada a entrar en un nuevo ciclo en la zona inferior de cracking, con lo que se utilizan los depósitos para mejorar el tipo de rendimiento de los gases de cracking y se logra la regeneración de las partículas de carbono depositadas. Otras características de la invención se apreciarán en la explicación que de ella se hace a continuación.

15. El invento se describirá a continuación en detalle, por medio de sus ejemplos de realización preferentes con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

20. La figura 1 es una vista diagramática que muestra el esquema de un aparato, de conformidad con el presente invento, y

25. La figura 2 es una vista en sección en la cual se muestra diagramáticamente un horno para cracking de un hidrocarburo líquido.

30. Con referencia a la figura 1, el aparato comprende un horno (1) para cracking de un hidrocarburo lí-

413403



quido, un ciclón (2) para separar los materiales, una -
columna (3) de destilación para gases de cracking y con-
ductos o líneas (4) a (17) para el paso de los materia-
les. El horno (1) de cracking comprende una cámara supe-
rior (1a) como cámara de enfriamiento rápido de los ga-
ses de cracking, una cámara central como cámara de crack-
ing para un hidrocarburo líquido de partida y una cámara
inferior de cracking para el hidrocarburo líquido recupe-
rado, estando conectada la cámara central con las cáma-
ras superior e inferior por medio de cuellos estrechos o
estrechamientos A y B, respectivamente. En este horno (1)
se introducen partículas sólidas para formar lechos flui-
dificados.

El hidrocarburo líquido recuperado se introdu-
ce en la cámara inferior (1c), por el fondo, a través de
la línea (17) y después se introducen oxígeno y vapor a
la cámara (1c) a través de las líneas (4) y (5), respecti-
vamente, creando así una combustión parcial del hidrocar-
buro líquido recuperado para cracking a gases. Dentro de
la cámara inferior (1c) se forma entonces, en las parti-
culas sólidas fluidificadas, una zona de cracking del hi-
drocarburo líquido recuperado.

Los gases de cracking producidos a una alta --
temperatura fluyen en sentido ascendente con una parte -
de las partículas sólidas fluidificadas y son vertidos -
en la cámara central (1b), por el fondo de la misma, a -
través del cuello estrecho inferior B, formando de este
modo una zona de cracking del hidrocarburo líquido de par-
tida en las partículas sólidas fluidificadas, dentro de
la cámara central (1b) de cracking.

Por otra parte, el hidrocarburo líquido de par-
tida, por ejemplo, petróleo crudo, aceite pesado, aceite

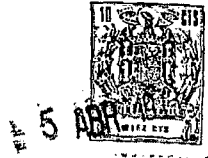


5. residual o similar se introduce con vapor, en estado atomizado, en la cámara central (1b) de cracking, donde se produce el cracking del material de partida en gases por el calor sensible de los gases de cracking del hidrocarburo líquido recuperado y de las partículas sólidas calentadas y/o el material de partida es parcialmente quemado con oxígeno, suministrado alternativamente para el cracking del material de partida a gases mediante la utilización de su combustión parcial, a una temperatura de
10. 700 a 900° C.

15. Los gases de cracking producidos en la cámara central (1b) se mezclan con los gases de cracking procedentes de la cámara inferior (1c) y la mezcla es vertida en la cámara superior (1a), a través del cuello estrecho superior A, con una parte de las partículas sólidas fluidificadas, con lo que se forma una zona de enfriamiento rápido para los gases de cracking dentro de la cámara superior 1a.

20. La mezcla de gas de cracking vertida a una temperatura de 700 a 900° C es enfriada a una temperatura de 400 a 550° C, mediante el suministro a la cámara superior (1a) de un hidrocarburo líquido recuperado, a través de la línea (15), y/o de un hidrocarburo líquido de partida a través de una línea (no mostrada), en estado atomizado. En este momento, una parte del carbono, del alquitrán y del aceite pesado contenidos en los gases de cracking se adhiere a la superficie de las partículas sólidas fluidificadas en la cámara superior (1a).
- 25.

30. La mezcla de gas de cracking es entonces extraída de la cámara superior (1a), a través de la línea (9), para separar el residuo de carbono, alquitrán y aceite -



pesado de la mezcla, y los materiales separados se llevan a continuación a la cámara inferior (1c), donde se consideran como hidrocarburo líquido recuperado.

5. Por ejemplo, la mezcla de gas de cracking es introducida, a través de la línea (9), al ciclón (2), donde el carbono es separado y retirado a través de la línea (10). La mezcla purificada se introduce entonces, a través de la línea (11), a la columna (3) de destilación, donde la mezcla de gas purificada se lleva a la parte superior a través de la línea (12), mientras que la fracción de aceite pesado que contiene alquitrán se lleva al fondo, a través de la línea (14). La fracción de aceite pesado retirada se utiliza como hidrocarburo líquido recuperado y una parte del mismo se introduce en la
10. cámara superior (1a) de enfriamiento rápido, a través de la línea (15), con el carbono procedente de la línea (10), en estado de mezcla o en estado de separación, mientras que la otra parte se introduce en la cámara inferior de cracking (1c), a través de la línea 16, con el carbono procedente de la línea (10) en estado de mezcla o en estado de separación. La línea 13 existente en la columna (3) de destilación, en la parte superior, se usa para forzar a un aceite ligero a circular dentro de la columna. El aceite ligero parte de una porción de la fracción de
15. aceite pesado procedente de la línea (14) y/o los gases purificados procedentes de la línea (12) mediante condensación de los mismos por medio de un proceso de enfriamiento.

30. Volviendo a las partículas sólidas que han sido fluidificadas en el horno (1) de cracking, en un proceso en que un hidrocarburo líquido de partida ha de ser



- sometido a cracking utilizando la combustión parcial del mismo, parte de las partículas sólidas de la cámara inferior (1c) es trasladada a la siguiente cámara central (1b) acompañada de los gases de cracking procedentes del hidrocarburo líquido recuperado. Las partículas transportadas son fluidificadas entonces en la cámara central (1b) y una parte de este fluido, acompañada por la mezcla de gas de cracking de los hidrocarburos de partida y recuperado, se traslada a la cámara superior 1a. En la cámara superior (1a) de enfriamiento rápido, parte del carbono, alquitrán y aceite pesado, en estado condensado, se adhiere a las partículas sólidas debido al enfriamiento rápido de la mezcla de gas, con lo que las partículas sólidas quedan más contaminadas. Por lo tanto, con el fin de quemar el carbono, el alquitrán y el aceite pesado a gases y regenerar las partículas sólidas, las partículas sólidas contaminadas son devueltas a la cámara inferior de cracking a través de la línea (8). Dicho de otra manera, las partículas sólidas, en este caso, son normalmente incluídas de nuevo en el ciclo a través de las cámaras en el siguiente orden: la cámara de cracking (1c) - del hidrocarburo líquido recuperado → la cámara de - - cracking (1b) del hidrocarburo líquido de partida → la cámara (1a) de enfriamiento rápido de gas de cracking → la cámara de cracking (1c) de hidrocarburo líquido de recuperación. Además, en el caso de que se realice el cracking de un hidrocarburo líquido de partida utilizando sólo el calor sensible de los gases de cracking y las partículas sólidas procedentes de la cámara inferior de cracking (1c), se aporta una vía de desviación por medio de la línea (7), además del mencionado sistema de nuevo
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.



ciclo, por que una parte de las partículas sólidas de la cámara central de cracking (1b) es normalmente retirada de la pared lateral y se vuelve a someter a ciclo a la cámara inferior de cracking 1c.

5. La inclusión en nuevo ciclo de las partículas sólidas desde la cámara superior (1a) de enfriamiento rápido y la cámara central (1b) de cracking a la cámara inferior (1c) de cracking se realiza mediante ajuste del número de las partículas en circulación por medio de un sistema de sobrecaudal a base de válvulas previsto en las líneas (7) y (8).

10. Con referencia a la figura 2, el horno (1) de cracking se explicara con más detalle. El horno (1) comprende una cámara superior (1a) para el enfriado rápido de los gases de cracking, una cámara central (1b) para el cracking de un hidrocarburo líquido de partida a gases y una cámara inferior para el cracking a gases del hidrocarburo líquido recuperado.

15. La cámara superior (1a) tiene un fondo en forma de embudo por el que va conectada con la cámara central (1b), en la parte superior de un embudo invertido, por medio del estrecho cuello, a modo de conducto, A, mientras que la cámara central (1b) está conectada, por el fondo de un embudo, a la cámara inferior (1c), en la parte superior de un embudo invertido, por medio del estrecho cuello, a modo de conducto, B, con lo que el horno forma una unidad para cracking del hidrocarburo líquido.

20. En la cámara superior (1a) de enfriamiento rápido se encuentran una lumbrera (18) de expulsión de gas



- en el extremo superior, una tobera de inyección (20), -- provista de una abertura (19), en la parte inferior y un conducto (22) de descarga de partícula sólida, provisto de una salida 21, en la pared lateral superior. La abertura (19) para inyección de un hidrocarburo líquido se sitúa preferentemente en el fondo del embudo, como se muestra en el dibujo. Cuando el hidrocarburo líquido es echado desde la abertura de inyección 19, se puede introducir vapor con un hidrocarburo líquido de partida y/o hidrocarburo líquido recuperado, previamente mezclados o sin mezclar. En el caso del estado sin mezclar, la tobera de inyección (20) tiene, preferentemente, una construcción de dos tuberías concéntricas, pasando el hidrocarburo líquido a través de la tubería interior y el vapor a través de la tubería exterior.
- 5.
- 10.
- 15.

- La cámara central de cracking (1b) para un hidrocarburo líquido de partida está dotada de un conducto (24) de descarga de partícula sólida, provisto de una salida (23) en la pared lateral superior, y de un distribuidor de gas de placa perforada (25) que forma el fondo de un embudo, estando conectada la placa perforada a un conducto (26). En la placa perforada cónica (25) se han previsto una o más toberas de inyección (28) para introducir un hidrocarburo líquido, en estado atomizado, a través de una abertura de inyección (27). Desde la placa perforada (25), el vapor introducido a través del conducto (26) es distribuido al interior de la cámara central de cracking (1b) con el fin de mantener a las partículas sólidas, en la zona de cracking del hidrocarburo líquido de partida, en un estado fluidificado adecuado y provocar la dispersión del hidrocarburo líquido de partida, --
- 20.
- 25.
- 30.



de manera que se pueda favorecer el cracking del material de partida. En este momento, si se utiliza una combustión parcial del material de partida para el cracking del hidrocarburo, se suministra oxígeno desde la placa perforada (25), junto con el vapor. Sin embargo, el oxígeno no es necesario si el cracking del hidrocarburo líquido de partida se puede llevar a cabo completamente por medio de los calores sensibles del gas de cracking y las partículas sólidas echadas desde la cámara inferior de cracking (1c) solamente.

Cuando el hidrocarburo líquido de partida es introducido por la abertura de inyección (27) de la tobera de inyección (28) en un estado atomizado, se puede inyectar con vapor en un estado de mezcla previa. Alternativamente, la tobera de inyección (28), constituida por dos tuberías concéntricas, se puede utilizar para introducir el hidrocarburo líquido de partida a través de la tubería interior e introducir el vapor a través de la tubería exterior. Además, se pueden utilizar tres tuberías concéntricas como tobera de inyección (28), en la que el hidrocarburo líquido de partida es introducido por la tubería interior, el vapor se introduce a través de la tubería central y por la tubería exterior se introduce vapor adicional. Esta alimentación con vapor adicional mejora notablemente el efecto de atomización.

Los gases procedentes del cracking del hidrocarburo líquido de partida en la cámara central (1b) contienen, como composiciones principales, etileno, propileno, metano, y el resto contiene hidrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, fracciones de aceite ligero y pesado, carbono y similares.



5. La cámara inferior (1c) para cracking del hidrocarburo líquido recuperado está provista, en el fondo, de una placa perforada, en forma de cono invertido o de embudo, como distribuidor de gas (29), estando conectada tal placa perforada a un conducto (30). Un conducto de inyección (32), provisto de una abertura (31) para una corriente de chorro de gas, se proyecta hacia abajo desde la parte más inferior de la placa perforada (29).

10. Además, para la introducción del hidrocarburo líquido, se ha previsto una tobera de inyección (34) a través del conducto de inyección (32), en una disposición tal que la abertura de inyección (33) de la tobera queda situada en el centro de la abertura (31) para la corriente de chorro de gas. En la pared lateral de la cámara inferior (1c), se encuentran unos conductos (36) y (38) para el suministro de partículas sólidas, conductos que tienen las entradas (35) y (37), respectivamente. La entrada (35) de la cámara inferior (1c) está conectada con la salida (23) de la cámara central (1b), a través del conducto (36), la línea (7) y el conducto (24). Esta conexión está destinada a volver a someter a ciclo a las partículas sólidas desde la cámara central (1b) a la cámara inferior, tal como se requiere, calentando de este modo las partículas sólidas para que impartan al hidrocarburo líquido de partida el calor suficiente para el cracking del material inicial a gases. La entrada (37) está conectada con la salida (21) de la cámara superior (1a) de enfriamiento rápido a través del conducto (38), la línea (8) y el conducto (22). Esta conexión está destinada a someter de nuevo a ciclo a las partículas sólidas desde la cámara superior (1a) a la cámara inferior -

15.

20.

25.

30.

413403



- (1c), regenerando de este modo las partículas sólidas - contaminadas procedentes de la cámara superior (1a). Desde el cono invertido de la placa perforada 29, se introduce en la cámara inferior (1c) vapor, como gas fluidificante de las partículas sólidas junto con oxígeno que se aplica para efectuar la combustión parcial del hidrocarburo líquido recuperado y que puede ser oxígeno puro u oxígeno conteniendo una mezcla de gas, por ejemplo, aire.
5. Desde la abertura (31) para la corriente de chorro de gas se inyecta vapor, en forma de corriente de chorro, a una velocidad lineal más alta que la del gas fluidificante introducido desde la placa perforada (29) en forma de cono invertido. Esta operación asegura el mantenimiento de un lecho fluidificado conveniente, en el que tenga lugar una buena dispersión de las partículas sólidas, con lo que el cracking del hidrocarburo líquido recuperado -
10. se logra con facilidad.

- Desde la abertura de inyección (33) de la tobera (34), el hidrocarburo líquido recuperado se rocía junto con vapor. Esta tobera de inyección (34) puede estar constituida por una sola tubería o por dos tuberías concéntricas, como se ha descrito antes. En la cámara inferior (1c) para cracking del hidrocarburo líquido recuperado se producen gases de cracking que contienen hidrógeno, metano, monóxido de carbono, dióxido de carbono y similares.
- 20.
- 25.

- Con respecto al horno de cracking (1), el embudo del fondo de la cámara superior (1a) de enfriado rápido, la placa perforada (25) tipo embudo de la cámara central (1b) de cracking y el embudo del fondo de la cámara inferior (1c) de cracking son, preferentemente, de ángulos
- 30.



- de 60° a 120°, respectivamente. Tal diseño asegura la -
prevención de que las partículas sólidas se estanquen -
dentro de la totalidad de las zonas del lecho fluidificado
formadas en las cámaras (1a) (1b) y (1c), es decir, -
5. evita el fenómeno de estancamiento de las partículas sólidas en todas las zonas de lecho y mantiene las zonas convenientes de lecho fluidificado.
- Los cuellos estrechos A y B, es decir, los pasos que conectan la cámara central (1b) con las cámaras superior e inferior (1a) y (1c) se pueden diseñar de manera que los diámetros interiores de los cuellos sean tales que las velocidades del gas en ellos resulten preferentemente del orden de 1,1 a 4 veces la velocidad lineal terminal media de las partículas sólidas U_t (mt./seg.).
10. Estos diámetros variarán de conformidad con el tamaño de las partículas, la proporción de toda la alimentación de gas y similares. En general, las longitudes de los cuellos pueden ser de orden de 0,2 a 0,4 veces la altura -
15. de la cámara inferior (1c) de cracking.
20. Las toberas para la introducción de hidrocarburo líquido a la cámara de enfriado rápido, a la cámara central de cracking y a la cámara inferior de cracking - pueden ser del tipo de atomización bajo presión.
- A continuación se explicarán con detalle las -
25. condiciones de funcionamiento del horno de cracking.
- En primer lugar, se pueden emplear como partículas sólidas para la presente invención cualesquiera - -
partículas inertes y refractarias con suficiente resistencia mecánica, por ejemplo, partículas de óxido inorgánico refractario tal como alúmina, sílice, zirconia, ti-
30.



tania, alúmina-sílice, sílice-magnesia, sílice-titania, alúmina-magnesia, alúmina-titania, clinker de cemento, - mullita y similares. Dentro de tales materiales, se prefieren especialmente las partículas de mullita pertenecientes a alúmina-sílice.

5.

El diámetro medio de las partículas sólidas es preferentemente del orden de 0,5 a 5,0 mm., y son preferibles, en cuanto sea posible, las partículas sólidas del mismo tamaño.

10.

En cuanto al número de partículas sólidas bajo circulación forzada desde la zona de cracking para un hidrocarburo líquido de partida a la zona de cracking para un hidrocarburo líquido recuperado, varía en cierto grado, de conformidad con factores tales como las clases de

15.

los hidrocarburos líquidos de partida y recuperado, la temperatura de cracking y otros, de manera que resulta imposible determinar el número de partículas sólidas en circulación. Sin embargo, en general, el número en circulación debe ser de un orden suficiente para impartir al

20.

hidrocarburo líquido de partida el calor sensible de las partículas sólidas necesario para el cracking del material de partida.

25.

Con respecto a las otras partículas sólidas bajo circulación forzada desde la zona de enfriamiento rápido para los gases de cracking a la zona de cracking de un hidrocarburo líquido recuperado, aunque el número varía de acuerdo con el grado de contaminación de las partículas sólidas y otros factores, puede ser del orden --

30.

preferente del 15 por ciento aproximadamente de todas las partículas sólidas por hora.

Aunque la cantidad completa de vapor utilizado



5. como gas de fluidificación y una corriente de chorro de gas en la zona de cracking de un hidrocarburo líquido recuperado depende de las propiedades físicas del hidrocarburo líquido recuperado, es preferentemente del orden de 0,5 a 1,2 partes por peso con relación a la cantidad del hidrocarburo líquido recuperado rociado.
10. La velocidad lineal del vapor como corriente de chorro de gas U_j (mt./seg.), que se recalcula a la velocidad a la presión y temperatura en el momento de la inyección, puede ser preferentemente del orden de 2 a 10 veces la velocidad superficial media de la totalidad del gas suministrado a la zona de cracking para un hidrocarburo líquido recuperado U_0 (mt./seg.), que se recalcula a la velocidad a la presión y temperatura en la zona de cracking.
15. La cantidad de vapor puede ser preferentemente del orden del 10 al 30 por ciento por volumen de la cantidad total del gas suministrado a la zona de cracking del hidrocarburo líquido recuperado. El oxígeno utilizado como parte del gas de fluidificación debe ser en cantidad suficiente para quemar parcialmente el hidrocarburo líquido recuperado a una temperatura deseada de 1.050 a 1.400° C, produciéndose así el cracking del hidrocarburo a gases. Aunque la cantidad de oxígeno puede variar de conformidad con la clase y cantidad del hidrocarburo líquido recuperado, la temperatura de cracking, la temperatura de las partículas sólidas en circulación forzada y otros factores, puede ser generalmente de un orden adecuado de 0,5 a 2 partes por peso con relación al hidrocarburo líquido recuperado.
- 20.
- 25.
30. La velocidad superficial media de la totalidad del gas en la zona de cracking para un hidrocarburo lí-



5. quido recuperado (U_0) (mt./seg.) debe ser de un orden - suficiente para mantener el estado fluidificado de las partículas sólidas y, en general, puede variar dentro de un orden preferente de 1,3 a 6 veces la velocidad mínima de fluidificación de las partículas sólidas U_{mf} (mt./seg.).

10. Satisfaciendo las condiciones mencionadas, se logra el cracking deseado del hidrocarburo líquido recuperado consistente principalmente en fracciones de aceite pesado que contiene carbono y alquitrán en la zona inferior de cracking y, al mismo tiempo, es posible calentar las partículas sólidas desde la zona central de cracking del hidrocarburo líquido inicial y regenerar las partículas sólidas contaminadas desde la zona superior de -
15. enfriado rápido de los gases de cracking. En el proceso anterior, los gases producidos por el cracking del hidrocarburo líquido recuperado en la zona inferior de cracking son forzados a fluir hasta la zona central de cracking, junto con una parte de las partículas sólidas, a través del cuello estrecho B.
20.

25. En general, la cantidad total del vapor introducido a la zona central de cracking del hidrocarburo líquido de partida es preferentemente del orden de 0,1 a 0,5 partes por peso con relación al hidrocarburo líquido de partida.

30. La temperatura de la zona central de cracking para el hidrocarburo líquido de partida debe ser mantenida dentro del orden de 700 a 900° C. Con este fin, se puede alimentar oxígeno para efectuar una combustión parcial del hidrocarburo líquido de partida, según se requiera, manteniendo de tal forma a esta zona central a la - -



temperatura mencionada.

La velocidad superficial media recalculada de la totalidad del gas en la zona central U_0 (mts./seg.) se mantiene con preferencia dentro del orden 1,3 a 6 U_{mf} .

5. La cantidad deseada del hidrocarburo líquido de partida y/o del hidrocarburo líquido recuperado rociada dentro de la zona superior de enfriamiento rápido de los gases de cracking varía de conformidad con factores tales como la temperatura y cantidad de la mezcla de gas de cracking
10. producida de los hidrocarburos líquidos de partida y recuperado, de modo que no es posible determinarla en absoluto. En la práctica, se debe ajustar a una cantidad suficiente para enfriar los gases de cracking a una temperatura de 400 a 550° C. Si la temperatura de enfriado es
15. demasiado baja, es decir, si los gases de cracking son enfriados rápidamente a menos de 400° C, se produce la aglomeración de las partículas sólidas, debido a la adherencia del alquitrán contenido en la mezcla de gas de cracking y el hidrocarburo líquido recuperado rociado a
20. las partículas sólidas, en grandes cantidades. Esta aglomeración causa el estado fluidificado de las partículas sólidas en el lecho de la zona superior de enfriamiento rápido y, eventualmente, en todas las zonas fluidificadas a degradar del lecho. Por otra parte, si la temperatura
25. de enfriado rápido es superior a los 550° C, no se puede obtener un efecto de enfriamiento rápido conveniente de la mezcla de gas de cracking.

- La velocidad superficial media recalculada del gas en la zona de enfriado rápido de gas de cracking U_0 (mt./seg.) se mantiene con preferencia dentro del orden
30. de 1,3 a 4 U_{mf} .



- Con respecto a la mezcla de gas de cracking obtenida por medio de las operaciones mencionadas, el carbono y el alquitrán y la fracción de aceite pesado y similares se puede separar de la mezcla de gas por medio -
5. de un proceso convencional, por ejemplo, por medio de un ciclón y, después, de una columna de destilación. Además la mezcla de gas resultante puede ser refinada, para eliminar sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono y similares, por medio de un proceso convencional.
10. De conformidad con la presente invención, el hidrocarburo líquido recuperado, que ha sido difícil de tratar y, por lo tanto, ha constituido una fuente de contaminación ambiental, puede ser fácilmente sometido a -- cracking sin expulsarlo del sistema y, además, su energía puede ser utilizada para el cracking de un hidrocarburo líquido de partida. Además de lo anterior, el presente invento proporciona la ventaja consistente en que el cracking del hidrocarburo, el enfriado rápido de los gases de cracking y, además, la eliminación de una parte
15. del carbono y alquitrán, fracción de aceite pesado y similares se puede llevar a cabo en un lecho fluidificado unitario o en un aparato compacto.
20. El gas refinado de conformidad con el presente invento es adecuado como un gas combustible sin contenido de azufre. Se puede producir con facilidad un gas ciudad a partir del gas refinado ajustando el contenido de olefina e hidrocarburo, por ejemplo, mediante la aplicación de una hidrogenación catalítica con níquel.
25. El presente invento se explica a continuación con más detalle, por medio de ejemplos.
- 30.

413403



Ejemplo 1.

5. El hidrocarburo líquido fué sometido a cracking térmico mediante el uso de un horno de cracking 1, del mismo tipo que el ilustrado en la figura 2, donde las partículas sólidas fueron fluidificadas.

Las particularidades del horno eran las siguientes:

10. Altura desde la abertura de inyección (31) -- del fondo de la cámara inferior (1c) o cámara de cracking para un hidrocarburo líquido recuperado a la lumbrera -- de expulsión (18) de la parte superior de la cámara superior (1a) o cámara de enfriamiento rápido del gas de cracking 8.450 mm.

15. La cámara de enfriamiento rápido del gas de -- cracking (la cámara superior)(1a);

Diámetro interior 260 mmø

Altura 3300 mm

20. Diámetros interiores de la tobera (19) de inyección para un hidrocarburo líquido, constituida por -- dos tuberías concéntricas (se adoptaron dos toberas del mismo tamaño) Tubería interna 6,0 mmø

Tubería externa 9,3 mmø

Diámetro interior de la salida (21) de partículas sólidas 42 mmø

25. Angulo del codo del embudo en el cuello estrecho A que conecta a la cámara superior (1a) con la cámara central (1b) 60º

Diámetro interior del mismo..... 100 mmø

Altura del mismo 400 mm.

30. La cámara de cracking para un hidrocarburo líquido de partida (la cámara central)(1b);

413403



- Díametro interior 200 mm ϕ

Altura 1920 mm.

Angulo del codo del embudo de la placa perforada (25) en el cuello estrecho B que conecta a la cámara central (1b) con la cámara inferior (1c) 90°

5.

Diámetros internos de la abertura (27) de inyección para un hidrocarburo líquido de partida, constituida por tres tuberías concéntricas (se adoptaron dos aberturas del mismo tamaño)..... Tubería interior 3.0 mm ϕ

10. Tubería central 8.0 mm ϕ

Tubería exterior 16.7 mm ϕ

Diámetro interior de la salida (23) de partículas sólidas 76 mm ϕ

Diámetro interior del cuello estrecho B.. 67 mm ϕ

15. Altura del mismo 700 mm.

La cámara de cracking para un hidrocarburo líquido recuperado (la cámara inferior) (1c);

Diámetro interior 130 mm ϕ

Altura 2100 mm.

20. Diámetro interior de la abertura (31) de inyección para una corriente en chorro de gas 20 mm ϕ

Diámetro interior de la tobera (34) de inyección para un hidrocarburo líquido 5,8 mm ϕ

Diámetro interior de la abertura (33) de inyección de la tobera (34) 3.0 mm ϕ

25. Angulo del codo del embudo de la placa perforada (29) 90°

Diámetros interiores de las entradas (35) y (37) de partículas sólidas 76, 42 mm ϕ .

30. Se usó como hidrocarburo líquido de partida aceite residual obtenido de petróleo crudo de Khafji mediante



destilación atmosférica normal, con la siguiente composición y propiedades:

	Gravedad específica (d_4^{15})	0.9572
	Resíduo	10.5% w.t.
5.	Ceniza	0.029% w.t.
	Azufre	3.7% w.t.
	Asfalteno	4.9% w.t.
	C	84.8% w.t.
	H	11.3% w.t.

10. Como partículas sólidas a fluidificar se utilizaron partículas de mullita con un diámetro medio de 3 mm., en la cantidad de 130 kgs.

Las operaciones de cracking adoptadas y los resultados obtenidos son los siguientes:

15. Un hidrocarburo líquido recuperado, separado de una mezcla de gas que se describirá más adelante, a una razón de alimentación de 39,8 Kg./hora fué atomizado en la cámara de cracking (1c) del hidrocarburo líquido recuperado, desde la abertura de inyección (33), junto con vapor sobrecalentado a 400° C, a una razón de alimentación de 4,8 Kg./hora. Simultáneamente, otro vapor sobrecalentado a 400° C, a una razón de alimentación de 11,8 Kg./hora, fué inyectado en la cámara (1c) desde la abertura de inyección (31) como una corriente de chorro de gas, mientras que una mezcla de gas implicando vapor sobrecalentado a 400° C, a una razón de alimentación de 17,7 Kg./hora, y oxígeno, alimentado a razón de 45,6 Nm³/hora, se introdujo en la cámara (1c) desde la placa perforada (29) en forma de embudo. Por medio de las operaciones referidas, el hidrocarburo líquido recuperado fué quemado parcialmente y sometido a cracking en gases. Al
- 20.
- 25.
- 30.



- mismo tiempo, el gas de cracking, acompañado por una parte de las partículas sólidas, fué inyectado en la cámara (1b) de cracking del hidrocarburo líquido de partida, --
5. mientras que se suministró vapor a dicha cámara, a razón de 9,0 Kg./hora, desde la placa perforada (25), e hidrocarburo líquido de partida de 137,5 Kg./hora fué forzado a fluir a la cámara (1b) desde las dos aberturas de inyección (27) en un estado atomizado, junto con vapor sobrecalentado a 400° C a 19,3 Kg./hora, con lo que el hidrocarburo líquido de partida fué sometido a cracking en
10. gases, a una temperatura de unos 850° C. Simultáneamente, partículas sólidas de 770 Kg./hora a 850° C fueron forzadas a circular a la cámara de cracking (1c) para el hidrocarburo líquido recuperado, desde la salida (23) de -
15. partículas sólidas, por el método de inundación. Durante las operaciones anteriores se atomizó un hidrocarburo líquido recuperado, de 334 Kg./hora, en la cámara (1a) de enfriamiento rápido de los gases de cracking, desde las dos toberas de inyección (19), acompañado de vapor sobrecalentado a 12,6 Kg./hora a 400° C, con lo que la mezcla de gas de cracking inyectada desde el fondo de la cámara superior (1a) de enfriamiento rápido se enfrió rápidamente a una temperatura de unos 500° C. Simultáneamente, --
20. las partículas sólidas a las que se habían adherido carbono y alquitrán, aceite pesado y similares, fueron forzadas a circular a un regimen de 41 Kg./hora desde la salida (21) de partículas sólidas a la cámara (1c) de cracking para el hidrocarburo líquido recuperado, donde fueron regeneradas para ser sometidas a un nuevo ciclo. Desde la lumbrera (18) de expulsión de gas de la cámara (1a) de enfriamiento rápido del gas de cracking, se obtuvo -
- 25.
- 30.

413403



una mezcla de gas de cracking con un rendimiento de 190 Nm³/hora (gases secos).

La composición de la mezcla de gas obtenida se muestra en la siguiente Tabla 1. La mezcla de gas contenía aceites pesado y ligero y similares, comprendiendo - carbono y alquitrán, además de la composición mostrada.

Tabla 1

10.	Composición		Composición			
	(% de volumen)	(Kg./hora)		(% de volumen)	(Kg./hora)	
	H ₂	21.7	3.64	CO ₂	12.4	45.64
	CH ₄	14.1	18.99	N ₂	2.1	5.00
	C ₂ H ₂	0.9	2.01	H ₂ S	1.8	5.18
15.	C ₂ H ₄	15.1	35.38	Azufre orgánico	0.06	0.15
	C ₂ H ₆	1.3	3.28	Benzeno, xileno y tolueno	1.9	12.19
	C ₃ H ₆	3.4	12.11			
	C ₃ H ₈	0.1	0.52			
20.	C ₄ H ₆	1.0	4.43			
	C ₄ H ₈	0.6	2.84			
	CO	23.5	55.19			

La mezcla de gas de cracking se introdujo a continuación en el ciclón 2, donde se separó carbono de 1,6 Kg./hora y el resto de la mezcla se introdujo a continuación en la columna de destilación 3, donde se separó la fracción de aceite pesado de 38,2 Kg./hora conteniendo - alquitrán y fracciones de aceite ligero. La mezcla del - carbono separado y la fracción de aceite pesado se introdujo como un hidrocarburo líquido recuperado, en estado atomizado, desde la abertura de inyección (33) a la cámara



ra inferior de cracking (1c) para el hidrocarburo líquido recuperado. La mezcla almacenada de carbono y la fracción de aceite pesado, separada por el ciclón y la columna de destilación, se roció en la cámara (1a) de enfriamiento rápido de gas cracking para su inclusión en un nuevo ciclo, a un régimen de alimentación de 334 Kg./hora.

5. En la zona de cracking para un hidrocarburo líquido recuperado, dentro de la cámara inferior (1c), la velocidad superficial media del gas en el lecho fluidificado que se recalculó a la velocidad del gas a la temperatura en el lecho (U_0) fué de 8,0 m./seg., la velocidad lineal de la corriente de chorro de gas (vapor) (U_j) fué de 30 m./seg., y la velocidad de fluidificación mínima de las partículas sólidas (U_{mf}) fué de 1,7 m./seg.
10. En la zona de cracking para el hidrocarburo líquido de partida, dentro de la cámara central (1b), la velocidad superficial media recalculada del gas, en el lecho fluidificado (U_0) fué de 7,1 m./seg. En la zona de enfriamiento rápido para el gas de cracking en la cámara superior (1a), -
15. la velocidad superficial media recalculada del gas (U_0) en el lecho fluidificado fué de 3,7 m./seg. La velocidad lineal del gas de cracking procedente del hidrocarburo líquido recuperado, en su paso a través del cuello estrecho B entre la cámara inferior (1c) y la cámara central (1b) fué de 30 m./seg., mientras que la velocidad lineal de la mezcla de gas de cracking, al pasar a través del -
20. cuello estrecho A entre la cámara central (1b) y la cámara superior (1a) fué de 28 m./seg.

30. Con respecto a la cantidad de partículas sólidas retenidas en cada cámara, es decir, al número de partículas sólidas que quedaron en cada cámara, las cantida

413403



des respectivas en la cámara superior (1a), la cámara central (1b) y la cámara inferior (1c) fueron de 80 Kgs., 35 Kgs. y 15 Kgs., aproximadamente.

5. El hidrocarburo líquido recuperado introducido en estado atomizado en las cámaras superior e inferior (1a) y (1c), tenía la siguiente composición y propiedades:

	Gravedad específica (d_4^{15})	1,2
	Azufre	7,3% w.t.
10.	C	87.2% w.t.
	H	5,1% w.t.

Ejemplo 2.

15. Se sometió hidrocarburo líquido a cracking térmico en gases utilizando el mismo horno del ejemplo 1 bajo condiciones diferentes, en el que se fluidificaron partículas sólidas en cantidad de 130 Kgs.

La salida (23) y entrada (35) de partículas sólidas no se utilizaron.

20. Diámetro interior del cuello estrecho A que conecta la cámara superior (1a) con la cámara central (1b) 146 mm ϕ

Diámetro interior de la cámara central (1b) 230 mm ϕ

25. Diámetros interiores de la abertura (27) de inyección para el hidrocarburo líquido de partida, construido con tres tuberías concéntricas... Tubería interior 3.0 mm ϕ
Tubería central 6.3 mm ϕ
Tubería exterior 21 mm ϕ

30. Diámetro interior de la abertura (31) de inyección para la corriente de chorro de gas 21.0 mm ϕ
Diámetro interior de la tobera (34) de inyección para el hidrocarburo líquido 6.00 mm ϕ



Diámetro interior de la abertura de inyección
(33) de la tobera (34) 3 mmφ

5. Como hidrocarburo líquido y partículas sólidas, se utilizaron, respectivamente, los mismos materiales que en el Ejemplo 1.

Las operaciones de cracking y los resultados son los siguientes:

- 10. Un hidrocarburo líquido recuperado, separado de una mezcla de gas de cracking que se explicará más adelante, a un régimen de alimentación de 28.0 Kg./hora, fué forzado a fluir en la cámara (1c) de cracking del hidrocarburo líquido recuperado, en estado atomizado, desde la abertura de inyección (33), junto con vapor sobrecalentado a 400° C, a 5m3 Kg./hora. Al mismo tiempo, otro
- 15. vapor sobrecalentado a 400° C, a 9,5 Kg./hora, fué inyectado en la cámara (1c) desde la abertura de inyección 31, como una corriente de chorro de gas, mientras que una mezcla de gas de vapor sobrecalentado a 400° C de 14,2 -
- 20. Kg./hora y oxígeno, de 19,9 Nm³/hora, fué alimentado a la cámara (1c), desde la placa perforada en forma de embudo. Por medio de las operaciones mencionadas, el hidrocarburo líquido recuperado fué quemado parcialmente y sometido a cracking a gases. Al mismo tiempo, el gas de cracking, acompañado por una parte de las partículas sólidas fué inyectado en la cámara de cracking (1b) del hidrocarburo líquido de partida, mientras que se suministró a dicha cámara una mezcla de gas, de vapor a 39,5 Kg./
- 25. hora y de oxígeno a 48,9 Nm³/hora, desde la placa perforada 25, y el hidrocarburo líquido de partida a 184,7 Kg./
- 30. hora, fué forzado a fluir en la cámara (1b) desde las dos aberturas de inyección (27), en un estado atomizado,



- junto con vapor sobrecalentado a 400° C a 34,4 Kgs./hora con lo que el hidrocarburo líquido de partida fué sometido a cracking a gases a una temperatura de unos 850° C. Además, un hidrocarburo líquido recuperado en circulación
5. a 334,0 Kg./hora, fué forzado a fluir en la cámara superior (1a) de enfriamiento rápido de gas de cracking, en estado atomizado, desde las dos aberturas de inyección - (19), acompañado por vapor sobrecalentado a 400° C, a -- 34,4 Kgs./hora, con lo que la mezcla de gas de cracking
10. inyectada desde el fondo de la cámara superior (1a) se - enfrió con rapidez a una temperatura de unos 500° C. Simultáneamente, las partículas sólidas a las cuales se habían adherido carbono y alquitrán, aceite pesado y similares fueron sacadas por la salida (21) de partículas sólidas y forzadas a circular a un regimen de 48 Kgs./hora
15. a la cámara de cracking (1c) del hidrocarburo líquido recuperado, donde las partículas sólidas con carbono depositado fueron regeneradas para ser sometidas a un nuevo ciclo.
20. Desde la lumbrera (18) de expulsión de gas de la cámara (1a) de enfriamiento rápido de gas de cracking, se obtuvo una mezcla de gas de cracking con un rendimiento de 242,8 Nm³/hora (gas seco).
25. La composición de la mezcla de gas obtenida de muestra en la siguiente Tabla 2. La mezcla de gas contenía aceites pesado y ligero y similares, comprendiendo - carbono y alquitrán, además de la composición mostrada.



Tabla 2

Composición			Composición			
	(% de volumen)	(Kg./hora)		(% de volumen)	(Kg./hora)	
5.	H ₂	21.8	4.82	CO	20.1	61.97
	CH ₄	12.5	22.11	CO ₂	21.3	103.46
	C ₂ H ₂	0.9	2.44	O ₂	0.1	0.35
	C ₂ H ₄	12.9	39.94	N ₂	1.6	4.82
	C ₂ H ₆	1.1	3.69	H ₂ S	1.8	6.69
10.	C ₃ H ₆	2.7	12.58	SO ₂	0.1	0.81
	C ₃ H ₈	0.1	0.57	Azufre orgánico	0.05	0.20
	C ₄ H ₆	0.8	4.99	Benzeno, xileno y tolueno.	1.5	13.08
15.	C ₄ H ₈	0.6	3.45			

La mezcla de gas de cracking se introdujo a continuación en el ciclón 2, donde se separó carbono de 2,7 Kgs./hora, y el resto de la mezcla se introdujo a continuación en la columna de destilación (3), donde se separó una fracción de aceite pesado de 25,3 Kgs./hora, conteniendo alquitrán y una fracción de aceite ligero de 16,7 Kgs./hora.

El carbono separado y la fracción de aceite pesado separada se mezclaron y la mezcla fué rociada en la cámara de cracking (1c) del hidrocarburo líquido recuperado desde la abertura de inyección (33), mientras que el hidrocarburo líquido recuperado fué rociado, para ser sometido a un nuevo ciclo en la cámara (1a) de enfriamiento rápido del gas de cracking, desde la abertura de inyección (19).

En la zona de cracking de un hidrocarburo lí-




- quido recuperado, dentro de la cámara inferior (1c), la velocidad superficial media del gas en el lecho fluidificado, que se recalculó a la velocidad del gas a la temperatura del lecho (U_0), fué de 8,0 mt./seg, la velocidad lineal de la corriente de chorro de gas (vapor) (U_j) fué de 30 mt./seg., y la velocidad mínima de fluidificación de las partículas sólidas (U_{mf}) fué de 1,7 m./seg.). En la zona de cracking del hidrocarburo líquido de partida, dentro de la cámara central (1b), la velocidad superficial recalculada media en el lecho fluidificado del gas (U_0) fué de 8,1 m./seg. En la zona de enfriamiento rápido para el gas de cracking dentro de la cámara superior (1a), la velocidad superficial media recalculada en el lecho fluidificado del gas (U_0) fue de 4,6 m./seg. La velocidad lineal del gas de cracking del hidrocarburo líquido recuperado, a su paso a través del cuello estrecho B entre la cámara inferior (1c) y la cámara central (1b), fué de 20 m./seg., mientras que la velocidad lineal de la mezcla de gas de cracking al pasar a través del cuello estrecho A entre la cámara central (1b) y la cámara superior (1a) fué de 28 m./seg.

- El hidrocarburo líquido recuperado, introducido en estado atomizado en las cámaras superior (1a) e inferior (1c), tenía en esencia las mismas propiedades que en el ejemplo 1.

N O T A

- Descritos suficientemente el objeto de la presente Patente de Invención -que se acoge a los derechos de prioridad de la solicitud de Patente japonesa nº - - 34453/72, depositada en la Oficina japonesa de Patentes con fecha 7 de abril de 1.972- y sus diferentes partes,

30. 



se declara que lo que constituye su esencialidad y para lo que se pide la correspondiente protección es lo que se concreta en las siguientes reivindicaciones:

- 1ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la --
- 5. producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido, en un lecho fluidificado de partículas sólidas, comprendiendo tales perfeccionamientos: la formación de una capa unitaria de las partículas sólidas formada por una zona central para cracking de un hidrocarburo líquido de -
 - 10. partida en gases, una zona inferior para cracking del hidrocarburo líquido recuperado del hidrocarburo sometido a cracking a gases y una zona superior para el enfriado rápido de los gases de cracking, comunicando la zona central con las otras por medio de pasos estrechos o cuellos,
 - 15. formados entre zonas adyacentes; la introducción de oxígeno, vapor de un gas fluidificante y el hidrocarburo líquido recuperado en la zona inferior, desde el fondo, para fluidificar las partículas sólidas totalmente y quemar parcialmente el hidrocarburo líquido recuperado, so-
 - 20. metiendo así a este último a cracking a gases; la pulverización o atomización del hidrocarburo líquido de partida y de otra parte del vapor de un gas fluidificante en la zona central, mientras que el vapor, los gases de - -
 - 25. cracking del hidrocarburo líquido recuperado y las partículas sólidas arrastradas en la zona inferior son echados en la zona central desde el fondo, a través de la zona estrecha o cuello, sometiendo así a cracking a gases al hidrocarburo líquido de partida en la zona central; -
 - 30. la pulverización o atomización de otra parte del hidrocarburo líquido de partida y/o de otra parte del hidrocarburo líquido recuperado a la zona superior, mientras



- que la mezcla del vapor, los gases de cracking de los - hidrocarburos líquidos de partida y recuperado y las partículas sólidas arrastradas de la zona central son echados en la zona superior, desde el fondo, a través de la zona estrecha o de cuello, enfriándose así rápidamente -
5. la mezcla de gas de cracking, con el resultado de que algo del carbono y alquitrán y fracción de aceite pesado - que intervienen en la mezcla de gas se adhiere a las partículas sólidas arrastradas; y la remoción de la mezcla
10. de gas resultante desde la zona superior y su tratamiento para separar el resto del carbono y alquitrán y aceite pesado, que es el hidrocarburo líquido recuperado que ha de ser alimentado al lecho, mientras que alguna parte de las partículas sólidas con carbono depositado es retirada de la zona superior y forzada a volver al ciclo en
15. la zona inferior.

- 2ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la -- producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido, de conformidad con la reivindicación 1ª, que comprenden,
20. además, el forzamiento de alguna parte de las partículas sólidas arrastradas de la zona central a volver a nuevo ciclo en la zona inferior.

- 3ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la -- producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido, de conformidad con la reivindicación 1ª, que comprenden,
25. además, la introducción o alimentación de otra parte de oxígeno a la zona central para efectuar una combustión - parcial del hidrocarburo líquido de partida, sometiendo con ello a cracking al material de partida o facilitando el cracking del mismo.
- 30.

- 4ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la --



- producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido, de conformidad con la reivindicación 1ª, en los que la mezcla de gas procedente de la zona superior es separada por un ciclón en gases purificados y carbono, y los gases purificados son además separados, por medio de una columna de destilación, en gases refinados y fracción de aceite pesado, siendo tales carbono y fracción de aceite pesado separados sometidos a un nuevo ciclo en el lecho, como hidrocarburo líquido recuperado.
- 5.
10. 5ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la -- producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido, de conformidad con la reivindicación 1ª, en los que la combustión parcial del hidrocarburo líquido recuperado en la zona inferior se lleva a cabo a una temperatura de 1.050 a 1.400º C, el cracking térmico del hidrocarburo líquido de partida en la zona central se produce a una temperatura de 700 a 900º C., y la mezcla de gas de cracking es enfriada rápidamente a una temperatura de 400 a 550º C.
- 15.
20. 6ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la -- producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido, de conformidad con la reivindicación 1ª, en los que la velocidad superficial media del total del gas, recalculada a la presión y temperatura de la zona inferior U_0 (m./seg.) se ajusta dentro del orden de 1,3 a 6,0 veces la velocidad mínima de fluidificación de las partículas sólidas U_{mf} (m./seg.).
- 25.
30. 7ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la -- producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido, de conformidad con la reivindicación 6ª, en los que la velocidad superficial media recalculada del total del



gas U_0 en la zona central se encuentra dentro del orden de 1,3 a 6,0 veces la velocidad mínima de fluidificación de las partículas sólidas.

5. 8ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido, - de conformidad con la reivindicación 6ª, en los que la - velocidad superficial media recalculada del total del gas U_0 (m./seg.) en la zona superior se encuentra dentro del orden de 1,3 a 4,0 veces la velocidad mínima de fluidificación de las partículas sólidas U_{mf} (m./seg.).

10. 9ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la -- producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido, de conformidad con la reivindicación 6ª, en los que las velocidades del gas en las zonas de cuello estrecho se - encuentran dentro del orden de 1,1 a 4 veces la velocidad terminal lineal media de las partículas sólidas U_t (m./seg.).

15. 10ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la - producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido, de conformidad con la reivindicación 1ª, en los que la - cantidad de vapor utilizado como gas de fluidificación - en la zona inferior es del orden de 0,5 a 1,2 partes por peso, con relación a la cantidad del hidrocarburo líquido recuperado pulverizado en la zona inferior.

20. 11ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la - producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido de conformidad con la reivindicación 10ª, en los que la cantidad de oxígeno suministrado a la zona inferior para efectuar la fluidificación de las partículas sólidas y - una combustión parcial del hidrocarburo líquido recuperado es del orden de 0,5 a 2 partes por peso con relación

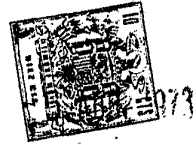
SA

413403-5



a la cantidad del hidrocarburo líquido recuperado pulverizado en la zona inferior.

5. 12ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la -
producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido,
de conformidad con la reivindicación 10ª, en los que la
cantidad total del vapor introducido en la zona central
es del orden de 0,1 a 0,5 partes por peso con relación -
a la cantidad de hidrocarburo líquido de partida alimentado.
10. 13ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la -
producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido,
de conformidad con la reivindicación 6ª, en los que una
velocidad lineal del vapor, recalculada a la presión y -
temperatura del vapor que pasa a través de la abertura -
de inyección de la zona inferior U_j (m./seg.), se ajusta
dentro del orden de 2 a 10 veces la velocidad superfi-
cial media recalculada del gas total U_0 en la zona infe-
rior, y dicho vapor es del orden del 10 al 30 por ciento
por volumen de la cantidad total de gas suministrado a -
la zona inferior.
20. 14ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la -
producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido,
de conformidad con la reivindicación 2ª, en los que las
partículas sólidas bajo circulación forzada desde la zo-
na central a la zona inferior es de un orden suficiente
para impartir al hidrocarburo líquido de partida el ca-
lor sensible de las partículas sólidas arrastradas nece-
sario para el cracking del material de partida.
25. 15ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la -
producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido,
de conformidad con la reivindicación 1ª, en los que las



partículas sólidas con carbono depositado, bajo circulación forzada desde la zona superior a la zona inferior, son de orden de aproximadamente el 15 por ciento de todas las partículas sólidas por hora.

5. 16ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la - producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido, de conformidad con la reivindicación 1ª, en los que las partículas sólidas utilizadas son partículas inertes y - refractarias, con resistencia mecánica suficiente.
10. 17ª.- Perfeccionamientos en o relativos a la - producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido, de conformidad con la reivindicación 1ª, en los que las partículas sólidas usadas son de un tamaño del orden de 0,5 a 5,0 mm.
15. 18ª.-Perfeccionamientos en o relativos a la - producción de gases por cracking de hidrocarburo líquido.
- Todo según se describe y reivindica en la presente Memoria descriptiva que consta de cuarenta y una hojas debidamente foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras y se representa en la adjunta hoja de planos.

Madrid, 5 de abril de 1.973

EL AGENTE:
P. P.

413403



5 ABR 1970

Fig. 1

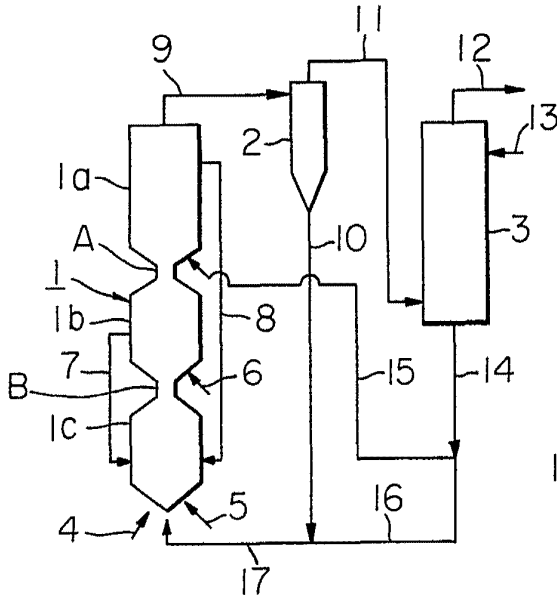
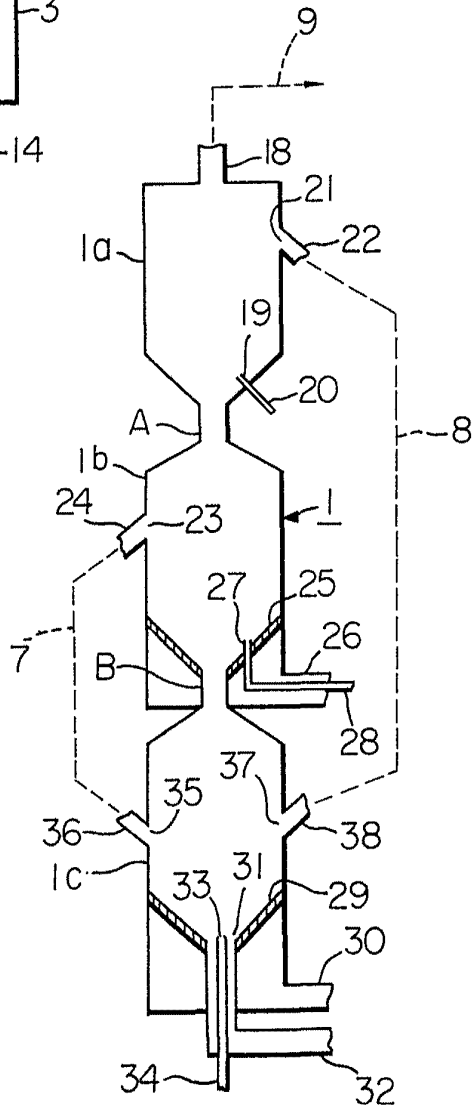


Fig. 2



ESCALA VARIABLE
Madrid, 5 ABR 1970
EL AGENTE
P. P.

[Handwritten signature]