

385 349

11



P- 46.027

RSPH/122  
P 6532 Sp.

Memoria descriptiva

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE <u>F 28</u>
SUBCLASE <u>D</u>

para solicitar PATENTE DE INVENCION en España por 20 años

a nombre de SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ  
N.V.

entidad / ~~de nacionalidad~~ holandesa

con domicilio en Carel van Bylandtlaan 30, La Haya, Holanda

por: "UN METODO PARA ENFRIAR GASES QUE CONTIENEN HOLLIN  
OBTENIDOS POR COMBUSTION PARCIAL DE HIDROCARBUROS"

(Clase Internacional F28d, C10k)

385349



La invención se refiere a un método para el enfriamiento de gases que contienen hollín, obtenidos por combustión parcial de hidrocarburos. Se refiere también a un aparato adecuado para llevar a cabo este método.

5 El enfriamiento de gases calientes obtenidos por combustión parcial de hidrocarburos, gase en los que es inevitable la presencia de hollín en forma de partículas secas, implica tanto un problema de temperatura como un problema de hollín, como se explicará más adelante. Cuando estos gases se hacen pasar a través de serpentines helicoidales que están enfriados por el exterior con un medio de enfriamiento, la pared de los serpentines adquiere una elevada temperatura a causa de la transmisión de calor.

10 En la fabricación de un serpentín helicoidal, el enrollado del tubo recto original da como resultado una falta de circularidad. Por consiguiente, la resistencia del serpentín helicoidal es más baja que la del tubo originalmente recto. El problema de temperatura está relacionado con esta falta de circularidad. A causa de la transmisión de calor, la temperatura en la pared del serpentín puede aumentar en tal grado que la alta temperatura así adquirida hace que el serpentín se apaste debido a su falta de circularidad y a su inherente menor resistencia, cuando la presión del medio de enfriamiento es considerablemente mayor que la de los gases que han de enfriarse.

15 Con mayor velocidad de los gases, la transmisión de calor aumenta, y, por consiguiente, aumenta la temperatura de la pared de la tubería. Al mismo tiempo, una mayor velocidad de los gases da como resultado un tiempo de permanencia más corto del gas en el serpentín helicoidal, y



el gas puede ser sometido a un descenso relativamente menor de temperatura . Una temperatura excesiva de la pared significa que la velocidad del gas ha de reducirse, de modo que la temperatura final del gas también descienden como resultado del mayor tiempo de permanencia. Por el contrario, cuando se disminuyen la velocidad del gas, se hace mayor el riesgo de formación de depósito de hollín en la pared interior de las tuberías, y una vez depositada una capa delgada de hollín disminuye la transmisión de calor, con lo que la temperatura de la pared de la tubería disminuye aún más (cuestión de menor importancia, si la resistencia de la pared era ya suficiente), y la temperatura final del gas eleva de nuevo. Cuando se aumenta la velocidad del gas, la capa de hollín sobre la pared interior de la tubería puede comenzar a disminuir de espesor, e incluso desaparecer casi enteramente, con lo que la transmisión de calor aumenta considerablemente, la temperatura de la pared de la tubería puede alcanzar un valor inaceptable, y el enfriamiento del gas ya no tiene lugar uniformemente, como resultado de la variación en la transmisión de calor. Por lo tanto, es imposible resolver independientemente el problema de la temperatura y el problema del ollín. Estos problemas son inherentes, por ejemplo, a la preparación de mezclas de hidrógeno/monóxido de carbono (gas de síntesis) por combustión parcial de hidrocarburos, en la que el gas de síntesis resultante es enfriado, haciendo deseable encontrar una solución a estos problemas.

En la invención se ha comprobado ahora que el uso de serpentines helicoidales para enfriamiento permite alcanzar una operación constante y segura, si los gases, antes de ser introducidos en el serpentín helicoidal, son enfria-

385349



dos parcialmente haciéndolos pasar a través de un tubo recto, mientras que al mismo tiempo se satisfacen ciertas condiciones.

5 La invención, por tanto, se refiere a un método para el enfriamiento, en serpentines helicoidales, de gases que contienen hollín obtenidos por combustión parcial de hidrocarburos, en el que los gases se hacen pasar a través de uno o más tubos rectos, y son así enfriados hasta una temperatura que no excede de 1200°C, a una velocidad de masa de al menos 100 kgm/m<sup>2</sup>/sg., y son después enfriados más haciéndolos pasar a través de uno o más tubos -  
10 enrollados helicoidalmente, de los que al menos algunas - de las sucesivas vueltas se extienden, al menos sustancialmente, en la dirección del tubo recto, y el (los) tubo(s) es(son) enfriado(s) con un refrigerante en flujo en paralelo con los gases que circulan en el (los) tubo(s) recto(s).

La elección de un tubo recto para enfriar los gases hasta una temperatura que no excede de 1200°C no es obvia, ya que es sabido que el hollín se deposita más rápidamente en un tubo recto que en un serpentín helicoidal.

25 El enfriamiento de los gases en el (los) tubo(s) recto(s) hasta una temperatura inferior a 1000°C no es necesario para el objeto de la invención.

El gas de síntesis obtenido por combustión parcial de hidrocarburos tiene una temperatura de 1300-1400°C al salir del reactor.

30 Cuando se utiliza agua como refrigerante, se forma vapor de agua a partir de la misma. Parte de este vapor



de agua puede utilizarse como medio auxiliar en la combustión parcial de hidrocarburos. Como norma, se utiliza vapor de agua como fuente de energía, por ejemplo en forma de vapor de agua de alta presión para generar corriente eléctrica. En este caso se utiliza preferiblemente vapor con una presión de 50-150 atm. La invención es de importancia especial al generar estas presiones de vapor, se ya que a dichas presiones se dan temperaturas de la pared de la tubería relativamente altas, y se ejerce una presión relativamente alta sobre la pared de la tubería, en particular si, por consideraciones del procedimiento, es deseable mantener la presión del gas considerablemente inferior a la presión del vapor de agua. En el método según la invención pueden permitirse sobrepresiones más altas que cuando el enfriamiento se efectúa exclusivamente por medio de serpentines helicoidales.

El enfriamiento de los gases depende de la transmisión de calor y del tiempo de permanencia en las tuberías. La transmisión de calor depende de la velocidad de masa de los gases, mientras que el tiempo de permanencia depende de la velocidad de masa y de la longitud del tubo recto.

Para enfriar hasta una temperatura que no excede de 1200°C es suficiente, como norma, que el tubo recto - tenga una longitud de aproximadamente 2 metros. Si es deseable aumentar la transmisión de calor, la velocidad del gas puede aumentarse, y la longitud del tubo puede elegirse - de más de 2 metros, si ello es necesario para obtener un tiempo de permanencia suficientemente largo. Es posible - también utilizar varios tubos rectos dispuestos en paralelo cada uno conectado a un serpentín helicoidal tal como se

385349



ha definido.

Si desea, la longitud del tubo recto puede elegirse hasta 10 metros. No obstante, por regla general, esta longitud no se adopta, teniendo en cuenta la altura consiguiente del cambiador de calor, y la longitud del tubo se mantiene preferiblemente menor utilizando varios tubos rectos colocados en paralelo, conectado cada uno a un serpentín helicoidal.

Al menos parte de los serpentines sucesivos del tubo enrollado en hélice se extiende, al menos sustancialmente, en la dirección del tubo recto. En relación con el espacio disponible, el eje longitudinal de dichos serpentines puede formar un pequeño ángulo con la prolongación del eje longitudinal del tubo recto. La conexión del tubo recto con el tubo enrollado en hélice puede ser tal que el eje longitudinal de dichos serpentines está, al menos sustancialmente, en la prolongación del eje longitudinal del tubo recto, o tal que el eje longitudinal de dichos serpentines es, al menos sustancialmente, paralelo a la prolongación del eje longitudinal del tubo recto. Si se desea, el tubo enrollado en hélice puede constar de dos partes, siendo tal la disposición que la primera parte se prolonga en la dirección del tubo recto y se conecta a una segunda parte cuyos serpentines tienen el mismo eje longitudinal, pero tienen diferente radio con respecto a este eje longitudinal segunda parte que está situada dentro o fuera, preferiblemente dentro, de dicha primera parte. De este modo se forman dos tubos "concéntricos" en serpentín en hélice.

La velocidad de masa se escoge en relación con el depósito de hollín y la temperatura permisible de la pared. Preferiblemente, la velocidad de masa no es superior

385349 24



a  $500 \text{ kg/m}^2/\text{sg.}$ , ya que a una velocidad que es superior a esta velocidad de masa temperatura de la pared de la tubería podría hacerse tan alta que desciende rápidamente la resistencia al efecto erosivo de las partículas de hollín. Para la velocidad de masa a la que se introducen los gases se prefiere un valor de  $200 - 350 \text{ kg/m}^2/\text{sg.}$

A altas presiones de vapor, por ejemplo de 80 atm. y más altas, la longitud del tubo recto se escoge preferiblemente superior a 2 metros, por ejemplo 4-6 metros, siendo en este caso la velocidad de masa de  $200-350 \text{ kg/m}^2/\text{sg.}$

El líquido de enfriamiento se introduce de tal modo que el (los) tubo(s) recto(s) es(son) enfriado(s) en paralelo con los gases que circulan en dicho(s) tubo(s). De este modo, al menos parte del líquido de enfriamiento se evapora, y el refrigerante, se se usa agua como refrigerante adicional que consta una mezcla agua-vapor, enfría también los serpentines helicoidales, al mismo tiempo que se forman nuevas cantidades de vapor de agua. En este caso es ventajoso (dada la velocidad de flujo y la turbulencia del medio de enfriamiento) asegurar que el área de la sección transversal libre del espacio en que se colocan los tubos rectos es preferiblemente no mayor del 30% del área de la sección transversal del espacio en que está(n) colocados el(los) serpentín(es) helicoidal(es). Para conducir el medio de enfriamiento, también en los casos en los que el área anterior de la sección transversal libre es mayor del 30%, puede hacerse uso de placas deflectoras colocadas en el espacio en que están situados el tubo o tubos rectos, placas deflectoras que, si se usan cuatro tubos rectos, pueden tener la forma de una pantalla curvada



y estar dispuestas simétricamente a lo largo de la pared del espacio, estando el lado cóncavo girado hacia la pared.

5 La invención se refiere también a un procedimiento para la preparación de gas de síntesis por combustión parcial de hidrocarburos que opcionalmente contienen hollín, con oxígeno o aire enriquecido en oxígeno, con o sin suministro de vapor de agua, a presión superior a la atmosférica, en particular entre 5 y 150 atm, en el que la  
10 mezcla gaseosa resultante, que puede contener hasta 5% en peso de hollín, es enfriada de la manera anteriormente explicada. La invención se refiere especialmente a un método en el que los gases que contienen hollín son enfriados hasta una temperatura final de 260°C - 340°C por  
15 medio de agua como refrigerante, y en el que se obtiene vapor de agua a una presión de 50-150 atm. Es posible fijar la presión de vapor entre valores según el fin al que se destina el vapor de alta presión.

20 La invención se refiere también a un cambiador de calor para enfriar gases que contienen hollín obtenidos por combustión parcial de hidrocarburos, cambiador de calor que comprende uno o más tubos rectos de al menos 2 metros de longitud conectados a una entrada de gas, uno o más -  
25 serpentines helicoidales conectados a una salida de gas, una conducción de suministro de refrigerante y una conducción de descarga de refrigerante, en el que la conducción de suministro de refrigerante está dispuesta de tal modo que el refrigerante llega al extremo de entrada del gas del ( de los) tubo(s) recto(s), y en el que el (los) tubo(s)  
30 en serpentín helicoidal está(n) conectado(s) al (a los)

385349 24



tubo(s) recto(s), y en el que al menos parte de las vueltas del (de los) tubo(s) en serpentín helicoidal se extiende, al menos sustancialmente, en la dirección del (de los) tubo(s) recto(s).

5                   La invención se refiere también a un aparato para la preparación de una mezcla de gases que contiene - hidrógeno y monóxido de carbono, que comprende una cámara de reacción para la combustión parcial de un hidrocarburo con oxígeno, con el suministro opcional de vapor de agua,  
10 a presión, superior a la atmosférica, en particular de entre 5 y 150 atm., y también un cambiador de calor conectado a la conducción de descarga de gas de la cámara de reacción, utilizándose un cambiador de calor como el definido anteriormente.

15                   La invención será explicada ahora además con referencia al dibujo, en el que como ejemplo se muestran diferentes realizaciones de la invención.

                  La figura 1 es una representación esquemática de un aparato para la combustión parcial de hidrocarburos,  
20 y enfriamiento de los mismos.

                  La figura 2 es una representación esquemática de una realización del cambiador de calor.

                  En la figura 3 se muestra una sección transversal de una realización del cambiador de calor, a través  
25 del espacio en que se alojan los tubos rectos, y en la que el cambiador de calor está provisto de cuatro tubos rectos cuatro serpentines helicoidales, y con placas deflectoras que están dispuestas en el espacio en que se alojan los tubos rectos.

30                   Haciendo referencia a la figura 1, la parte A -

representa el reactor real, que está provisto de una conducción a de suministro de combustible, que conduce a una parte A' del reactor, un quemador, y de una conducción b de suministro de oxígeno, mientras que puede suministrarse vapor, si se usa, tanto a través de a como de b. La parte o pieza B es una conexión entre el reactor y una pieza C de conexión. Los gases calientes se hacen pasar a través de la conexión B y la pieza C de comunicación a un cambiador de calor D, que está provisto de un tubo recto y un serpentín helicoidal, y de una descarga c para los gases enfriados, una entrada d para el refrigerante, por ejemplo agua, y una salida e para el refrigerante. El tubo recto, que tiene una longitud de al menos 2 metros, está indicado por f, y el serpentín helicoidal por g.

La figura 2 es una sección transversal longitudinal parcial de una realización del cambiador de calor. El cambiador de calor comprende un recipiente cilíndrico 13 que tiene una placa inferior o de base 3, colocada sobre una pieza 5 de empalme o comunicación, que está provista de una conducción 4 de suministro de gas. El cambiador de calor comprende además las descargas 8 y 9 para el gas enfriado, una conducción 10 de suministro de refrigerante, cuyo extremo inferior está provisto de una tobera o boquilla 11 de pulverización, y los serpentines helicoidales 6 y 7 comunicados con los tubos rectos 1 y 2 respectivamente, cuya longitud es de al menos 2 metros. El refrigerante, agua en general, que es suministrado a través de la conducción 10, es pulverizado contra la placa 4 de base por la boquilla de pulverización 11, y posteriormente fluye hacia arriba, enfriando así los tubos rectos 1 y 2 y los serpentines helicoidales 6 y 7. Los



serpentes helicoidales 6 y 7 están colocados en el espacio anular 14 formado por la pared de la conducción 10 de suministro y el cuerpo del recipiente cilíndrico 13. Los serpentines helicoidales 6 y 7 tienen un eje longitudinal común, que coinciden con eje longitudinal de la conducción 10 de suministro. El cambiador de calor tiene además dos placas deflectoras para el agua de enfriamiento, que van desde la placa de base o inferior hasta sustancialmente el lugar en que los serpentines helicoidales se conectan con los tubos rectos. La situación de estas placas deflectoras no se muestra.

La figura 3 es una sección transversal a través del espacio que aloja a los tubos rectos de una realización de un cambiador de calor que tiene la configuración mostrada en la figura 2, pero que tiene cuatro serpentines helicoidales comunicados con cuatro tubos rectos. La sección transversal muestra las placas deflectoras para el refrigerante, los cuatro tubos y la conducción de suministro de refrigerante. En el dibujo los números de referencia 20, 21, 22 y 23 indican los tubos rectos, 24 es la conducción de suministro de refrigerante, 25 es la armadura exterior del cambiador de calor, 26 es el espacio en que se alojan los tubos 20 - 23, y 27, 28, 29 y 30 son placas deflectoras de forma de pantalla para el refrigerante, que están fijadas a la armadura 25.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Holanda el día 11 de Noviembre de 1969 bajo el no. 69 16941 se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.



-REIVINDICACIONES-

5 Los puntos de invención propia y nueva que se  
presentan para que sean objeto de esta solicitud de Pa-  
tente de Invención en España por VEINTE años son los si-  
guientes:

10 1.-Un método para enfriar gases que contienen  
hollín obtenidos por combustión parcial de hidrocarburos  
en el que dichos gases se hacen pasar a través de uno o  
más tubos rectos, y de este modo son enfriados hasta una  
temperatura que no excede de 1200°C, a una velocidad de  
masa de al menos 100 kg/m<sup>2</sup>/sg.; y subsiguientemente son -  
15 enfriados también haciéndolos pasar a través de uno o más  
tubos enrollados en hélice, de los que al menos algunas  
de las vueltas o hélices se extienden, al menos sustan-  
cialmente, en la dirección del tubo recto, y el(los) tu-  
bo(s)recto(s) es(son) enfriado(s) con un refrigerante en  
20 circulación paralela con los gases que circulan en el (los)  
tubo(s) recto(s).

25 2.-Un método según se reivindica en la reivin-  
dicación 1, en el que el eje longitudinal de dichos ser-  
pentines está, al menos sustancialmente, en la prolonga-  
ción, del eje longitudinal del tubo recto.

3.-Un método según se reivindica en la reivindi-  
cación 1, en el que el eje longitudinal de dichos serpen-  
tines es al menos sustancialmente paralelo a la prolonga-  
ción del eje longitudinal del tubo recto.

30 4.-Un método según se reivindica en cualquiera

385349<sup>18</sup>



de las reivindicaciones 1-3, en el que los gases en el (los) tubo(s) recto(s) son enfriados hasta una temperatura no inferior a 1000°C.

5 5.-Un método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que los gases se hacen pasar al( a los) tubo(s) recto(s) a una velocidad de masa no mayor de  $500 \text{ kg/m}^2 / \text{sg}$ .

10 6.-Un método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la velocidad de masa a la que los gases se hacen pasar al ( a los) tubo(s) -recto(s) es de  $200-350 \text{ kg/m}^2 / \text{sg}$ .

15 7.-Un método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que el refrigerante es transportado cerca del extremo de entrada de gas del (de los) tubo(s) recto(s), y en el que el área de la sección transversal libre del espacio que contiene al (los) tubo(s) recto(s) no es de más del 30% del área de la sección transversal del espacio que aloja el(los) serpentín(es) helicoidal(es).

20 8.-Un método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que el refrigerante se hace fluir alrededor del (de los) tubo(s) recto(s) por medio de placas deflectoras.

25 9.-Un método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que los gases que contienen hollín lo contienen hasta un 5% en peso, y son preparados por combustión parcial de hidrocarburos, que opcionalmente contienen hollín, por medio de oxígeno o aire enriquecido, con o sin suministro de vapor de agua, 30 a presión superior a la atmosférica, en particular entre



5 y 150 atm.

5 10.- Un método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que los gases que contienen hollín son enfriados hasta una temperatura final de 260°C por medio de agua como refrigerante, obteniéndose vapor de agua a una presión de vapor de 50-150 atm.

10 11.- Un método para enfriar gases que contienen hollín obtenidos por combustión parcial de hidrocarburos.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede representado en el dibujo que se acompaña y con los fines que se han especificado.

15 Esta Memoria consta de catorce hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

11 FEB 1973

P.A.

9.5.73

JGA.

385349

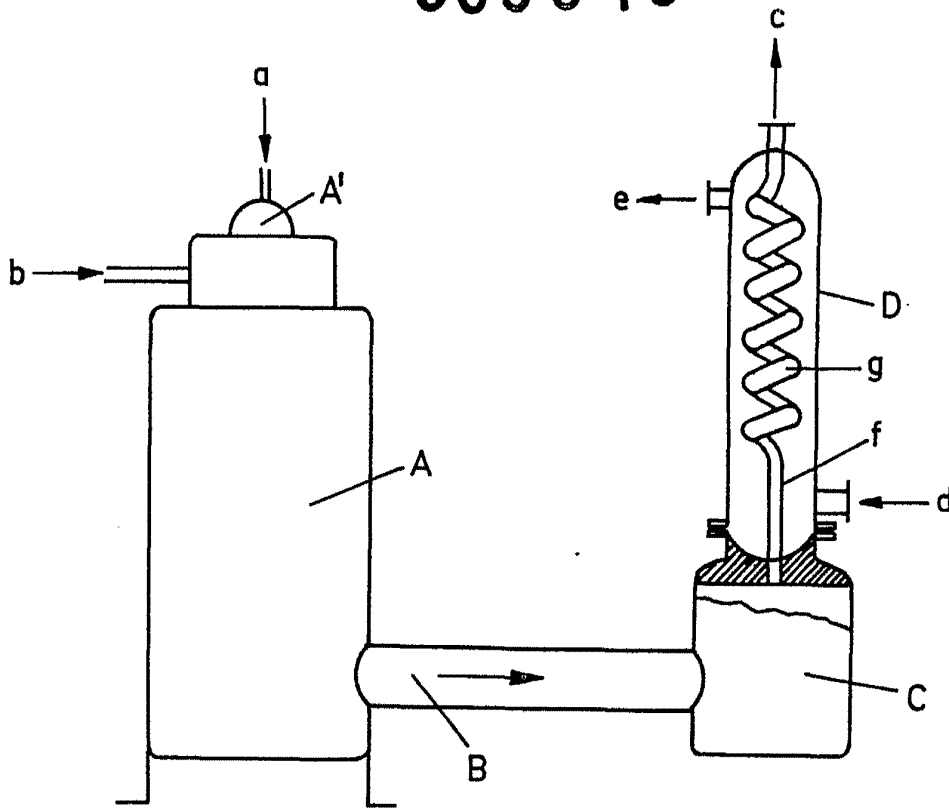
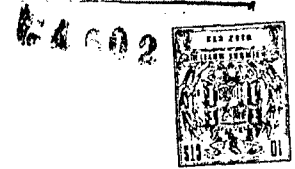


FIG. 1

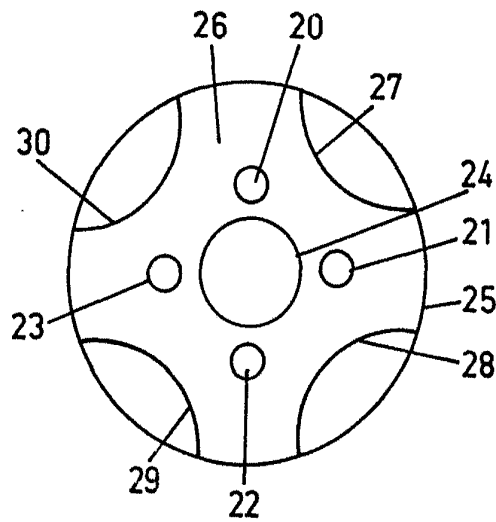


FIG. 3

*[Handwritten signature]*  
The Patent



847027

385349

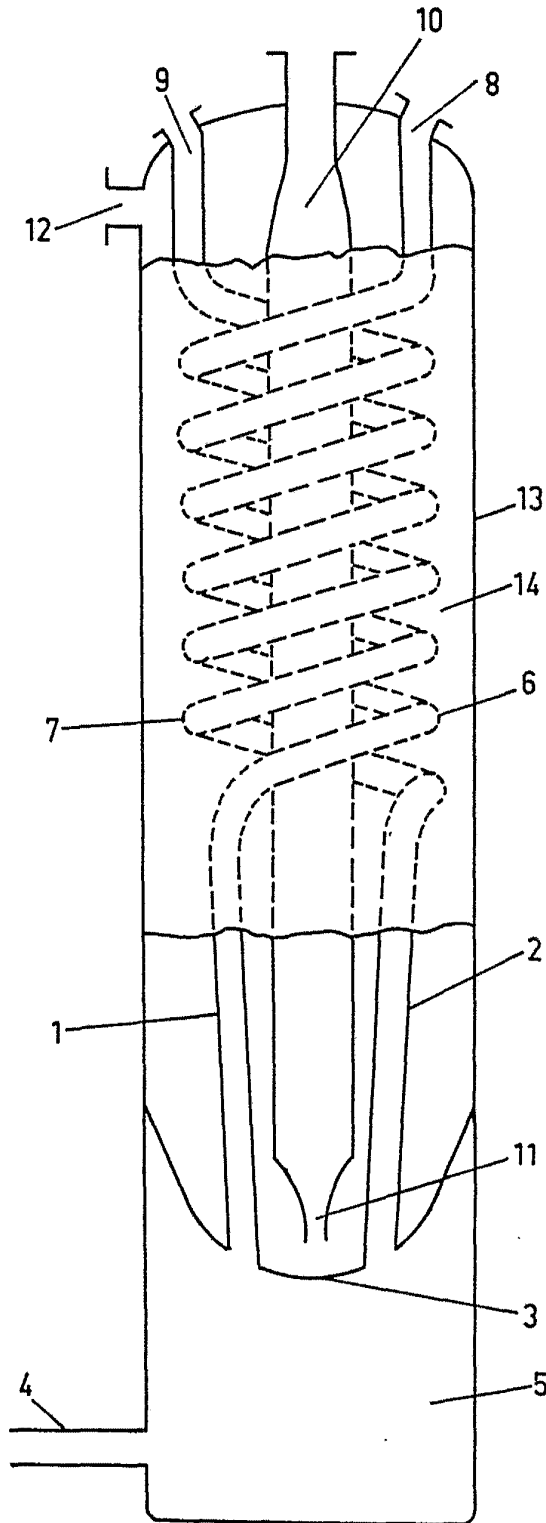


FIG. 2

*Amu*