

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 444 271**

51 Int. Cl.:

**C01B 7/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2010 E 10710046 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2013 EP 2414283**

54 Título: **Procedimiento para la preparación de cloro**

30 Prioridad:

**30.03.2009 EP 09156626**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.02.2014**

73 Titular/es:

**BASF SE (100.0%)  
67056 Ludwigshafen, DE**

72 Inventor/es:

**KARCHES, MARTIN;  
BACHMANN, KATI;  
SESING, MARTIN;  
RUMPF, BERND;  
ODENWALD, OLIVER y  
SEIDEMANN, LOTHAR**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 444 271 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento para la preparación de cloro

La invención se refiere a un procedimiento para la preparación de cloro mediante oxidación de cloruro de hidrógeno en presencia de un catalizador heterogéneo en forma de partículas según el procedimiento de Deacon en un reactor de lecho fluidizado.

Un reactor de lecho fluidizado para la preparación de cloro mediante oxidación de cloruro de hidrógeno según el procedimiento de Deacon está descrito, por ejemplo, en el documento DE-A 10 2004 014 677: el reactor de lecho fluidizado comprende un lecho fluidizado que contiene el catalizador heterogéneo en forma de partículas que contiene, preferentemente, un componente de metal sobre un soporte oxídico, por ejemplo, compuestos de rutenio o cobre sobre óxido de aluminio, en particular óxido de aluminio  $\gamma$  u óxido de aluminio  $\delta$ , óxido de zirconio, óxido de titanio o mezclas de los mismos. Al lecho fluidizado se suministran los gases de reacción a través de un distribuidor de gas, estando dispuesto para el control de la distribución de la temperatura dentro del lecho fluidizado al menos un intercambiador de calor.

La oxidación de cloruro de hidrógeno hasta dar cloro en presencia de un catalizador heterogéneo en forma de partículas según el procedimiento de Deacon se lleva a cabo en el reactor de lecho fluidizado, preferentemente, a temperaturas en el intervalo de 350 a 450 °C y presiones en el intervalo de 0,1 a 1 MPa man (de 1 a 10 bar man).

Como es habitual en la técnica del procedimiento, en el presente documento la presión manométrica se denomina de forma abreviada "MPa man" y la presión absoluta "MPa abs".

Para evacuar del lecho fluidizado el calor de reacción es adecuada en particular agua en ebullición, ya que la misma puede absorber grandes cantidades de calor con temperatura constante. La temperatura del agua solamente cambia cuando se ha evaporado toda el agua. A este respecto, la temperatura de ebullición depende de la presión. Cuanto mayor sea la presión del agua en ebullición, mayor es la temperatura de ebullición. Preferentemente se emplea como intercambiador de calor un termocambiador de haz tubular. El empleo de intercambiadores de calor de haz tubular en el procedimiento de Deacon es conocido, por ejemplo, por el documento WO 2007 137685 A1.

Por motivos técnico-económicos es razonable hacer funcionar el termocambiador de haz tubular para evacuar el calor de reacción del lecho fluidizado a la mayor temperatura posible y, por tanto, la mayor presión posible, ya que esto es ventajoso para arrancar el reactor y suministra vapor a un mayor nivel de presión y, por tanto, mayor calidad.

Los tubos del termocambiador de haz tubular se ven atacados por corrosión por la agresiva mezcla de reacción que contiene cloro, así como por abrasión por las partículas de catalizador del lecho fluidizado. Por ello se pueden producir grietas y, finalmente, el desgarramiento completo de tubos. En el presente procedimiento también es desventajoso que las grietas en las que sale agua o vapor de agua del tubo al reactor no se puedan detectar, ya que el caloportador en el tubo es agua y la mezcla de reacción también contiene agua. Por tanto, solo se puede detectar el caso de avería debido a un daño del tubo cuando ya fluye tanta agua o vapor de agua al interior del reactor que se produce un aumento de presión en el reactor.

En la instalación, aguas abajo del lecho fluidizado en el reactor y/o en el exterior del mismo tienen que estar previstos equipos de retención para el catalizador heterogéneo en forma de partículas, por motivos de la protección de emisiones, sin embargo, también por motivos económicos, debido a que el catalizador empleado en el procedimiento de Deacon es caro. Cuando como consecuencia de un desgarramiento de tubo sale vapor desde los tubos del termocambiador de haz tubular al espacio interno del reactor de lecho fluidizado, las partículas de catalizador se humedecen y obturan los equipos de retención. Debido a la obturación de los equipos de retención aumenta intensamente la presión de vapor en el reactor, de tal manera que el mismo puede estallar. Ya que en este caso saldría cloro y cloruro de hidrógeno muy corrosivo, siempre es necesario evitar un caso de avería de este tipo.

Por motivos de la técnica de seguridad, la instalación tiene que diseñarse de tal manera que en caso de una avería por un desgarramiento de tubo no estalle el reactor. Para esto, en el estado de la técnica son conocidas dos opciones, en primer lugar construir con seguridad propia el reactor y en segundo lugar prever un disco de estallido a través del cual se evacua el vapor. La primera opción tiene la desventaja de que se tendría que diseñar el reactor para una presión máxima muy alta y se encarece correspondientemente. La segunda opción tiene la desventaja de que el vapor que contiene cloro saliente no se puede evacuar directamente al entorno, sino sólo a través de un lavador de cloro que se tendría que dimensionar muy grande.

Por lo tanto, el objetivo de la invención era poner a disposición un procedimiento para la preparación de cloro según el procedimiento de Deacon en un reactor de lecho fluidizado con evacuación del calor de reacción mediante refrigeración por ebullición con agua que circula en los tubos de un intercambiador de calor de haz tubular que asegurase, con medidas técnicas sencillas, que el reactor de lecho fluidizado no estalle en caso de un desgarramiento del tubo.

El objetivo se resuelve mediante un procedimiento para la preparación de cloro mediante oxidación de cloruro de hidrógeno en presencia de un catalizador heterogéneo en forma de partículas según el procedimiento de Deacon en

un reactor de lecho fluidizado, evacuándose el calor de reacción mediante refrigeración por ebullición con agua que circula en los tubos de un intercambiador de calor de haz tubular, suministrándose el agua desde un tambor de vapor a través de una conducción de entrada a los tubos del intercambiador de calor de haz tubular en un extremo del mismo, calentándose en los tubos mediante absorción del calor de reacción y evaporándose parcialmente, con obtención de una mezcla de vapor/agua que en el otro extremo de los tubos del intercambiador de calor de haz tubular se devuelve a través de una conducción de retorno al tambor de vapor, que está caracterizado porque la presión máxima para la que se tiene que diseñar el reactor de lecho fluidizado para el caso de un desgarro de un tubo del intercambiador de calor de haz tubular se minimiza al insertarse en la conducción de entrada y en la conducción de retorno, respectivamente, una válvula que bloquea con un aumento de presión como consecuencia del desgarro de un tubo la conducción de entrada y la conducción de retorno y, de este modo, evita que siga fluyendo agua desde el tambor de vapor al reactor de lecho fluidizado.

Se encontró que es posible, de forma sencilla, llevar a cabo el procedimiento de Deacon en un reactor de lecho fluidizado de tal manera que se minimiza la presión máxima para la que se tiene que diseñar el reactor para que no estalle con un desgarro de tubo al bloquearse el intercambiador de calor de haz tubular mediante provisión de válvulas en la conducción de entrada así como en la conducción de retorno al reactor de lecho fluidizado, de tal manera que en caso de un desgarro de tubo el circuito de vapor, que comprende el intercambiador de calor de haz tubular, el tambor de vapor, la bomba así como las conducciones de unión, sólo se descarga parcialmente al reactor de lecho fluidizado. Ya fluye solamente la retención líquida (hold-up) en el propio intercambiador de calor así como la cantidad de agua que continua fluyendo desde el circuito de vapor dentro del tiempo de reacción de las válvulas hasta el cierre de las mismas. Para mantener lo más reducida posible la cantidad de flujo posterior de agua es apropiado prever las válvulas en la conducción de entrada así como la de retorno lo más cerca posible del reactor de lecho fluidizado. Las válvulas deberían presentar, ventajosamente, un tiempo de reacción lo más corto posible, preferentemente se emplean válvulas de cierre rápido con un tiempo de reacción lo más corto posible. Ventajosamente se realizan las válvulas de forma redundante, es decir, doble, para asegurar el funcionamiento en caso de avería de una válvula.

El caso de avería por desgarro de un tubo y salida de agua del tubo desde el espacio interior del reactor se detecta al medirse de forma continua el caudal del agua de refrigeración en la conducción de entrada y/o en la conducción de retorno hacia o del intercambiador de calor de haz tubular. Preferentemente se mide de forma continua la diferencia entre el caudal en la conducción de entrada y el caudal en la conducción de retorno. En cuanto la diferencia del caudal en la conducción de entrada y en la conducción de retorno es mayor de cero, en particular, mayor de 10 kg/s, se conduce una señal a las válvulas en la conducción de entrada y la conducción de retorno y se cierran las mismas.

El intercambiador de calor de haz tubular se hace funcionar, preferentemente, a una presión de funcionamiento en el intervalo de 1 a 20 MPa man (de 10 a 200 bar man), más preferentemente de 2 a 16 MPa man (de 20 a 160 bar man), de forma particularmente preferente de 3 a 12 MPa man (de 30 a 120 bar man).

En una forma de realización preferente se dispone, aguas abajo del reactor de lecho fluidizado para retener el catalizador heterogéneo en forma de partículas, un ciclón y aguas abajo del ciclón, un filtro y en una conducción de derivación entre el reactor de lecho fluidizado y el filtro se prevé un disco de estallido que estalla cuando el ciclón está obturado, de tal manera que el contenido del reactor de lecho fluidizado fluye al filtro y aprovecha su volumen para la relajación.

El agua se suministra a los tubos del intercambiador de calor de haz tubular preferentemente a través de una bomba. En una forma de realización, el agua circula en el circuito de vapor por circulación natural.

Ventajosamente, en los tubos del intercambiador de calor, en la conducción de entrada y/o en la conducción de retorno pueden estar previstos obturadores, por lo que hasta el cierre de las válvulas sigue fluyendo menos agua desde el circuito de vapor. Es particularmente ventajoso instalar obturadores en la conducción de entrada.

En otra forma de realización se configura la conducción de retorno con una retención líquida lo más pequeña posible, preferentemente inferior a 100 l, es decir, tan corta como sea posible, así como no sumergida en el tambor de vapor. Por ello, del tambor de vapor se aspira únicamente vapor, pero no agua y, por tanto, un volumen considerablemente menor en comparación con el agua.

En otra forma de realización ventajosa están previstas chapaletas de retención en la conducción de retorno, preferentemente de una a tres chapaletas conectadas en serie. Estas evitan que el agua refluya desde la conducción de retorno al intercambiador de calor de haz tubular.

Además se propone emplear para el intercambiador de calor de haz tubular tubos con un diámetro lo más pequeño posible. Por ello se reduce con la misma superficie del intercambiador de calor el volumen del mismo y la cantidad de agua que se encuentra en su interior. Además sale menos agua de un tubo desgarrado con menor diámetro.

Como otra medida adicional se propone segmentar el intercambiador de calor, es decir, prever dos o varios, preferentemente de dos a veinte, más preferentemente de tres a siete circuitos de caloportador independientes entre sí, respectivamente con una conducción propia de entrada y de retorno. Por ello, en caso de un desgarro de tubo

sale solamente el contenido de un segmento del intercambiador de calor de haz tubular al reactor.

A continuación se explica con más detalle la invención mediante un ejemplo de realización así como un dibujo.

### Ejemplos de realización

5 En una instalación para 17,8 t/h de cloro se hace funcionar un reactor con 300 m<sup>3</sup> de volumen libre a 440 °C y 0,2 MPa (2 bar) de presión manométrica. Correspondientemente a la entalpía de reacción (807 kJ/kg de cloro) se tienen que evacuar aproximadamente 4 MW de calor de reacción Q\* del reactor. El sistema de vapor se encuentra a 16 MPa man (160 bar man) y, correspondientemente, 360 °C. Con un coeficiente de transición térmica medio (valor k) del intercambiador de calor de 400 W/m<sup>2</sup> K se requiere, de acuerdo con  $Q^* = k \times A \times \Delta T$ , una superficie A de 100 m<sup>2</sup> para el intercambiador de calor. Este está realizado como haz tubular con tubos de 60 mm de diámetro. El volumen del intercambiador de calor se calcula con  $V = d/4 \times A$  y, por tanto, en 1,5 m<sup>3</sup>. La mezcla bifásica en el intercambiador de calor tiene una densidad media de 0,6 t/m<sup>3</sup>. En el intercambiador de calor se encuentran, por tanto, 900 kg de agua. En el tambor de vapor se encuentran 3 t de agua, en la conducción de entrada y en la conducción de retorno, respectivamente, 1 t de agua, en total, por tanto, 5,9 t de agua en todo el circuito de vapor.

15 Al reactor está pospuesto un filtro. El volumen libre hasta las bujías filtrantes, es decir, el volumen de la conducción de entrada y el volumen del filtro hasta las bujías filtrantes, asciende a 100 m<sup>3</sup>.

Ahora se asume el caso de avería, es decir, un tubo de intercambiador de calor se desgarró por completo. A partir de correlaciones de la bibliografía se calculó que de los extremos de tubo durante los primeros segundos fluyen, respectivamente, 163 kg/s de agua/vapor. Para considerar la seguridad se tiene que asumir que el agua que sale se evapora inmediatamente en el catalizador caliente y se calienta a 400 °C. Además, se tiene que asumir que se obtura inmediatamente la salida del reactor.

#### Ejemplo de realización 1 según el estado de la técnica:

El reactor se equipa con un disco de estallido a través del cual se conduce el vapor a un lavador. Este se tendría que diseñar para una cantidad de vapor de 326 kg/s.

#### Ejemplo de realización 2 según el estado de la técnica:

25 El reactor no tiene ningún disco de estallido, por tanto, se tiene que diseñar con seguridad propia. Después de un desgarró de tubo, el agua del circuito de vapor fluye por completo al reactor, lo que según la ley de gases ideales lleva a una presión de vapor de 6,4 MPa abs (64 bar abs). Por lo tanto se tiene que diseñar el reactor a una presión máxima de 6,6 MPa man (66 bar man).

#### Ejemplo de realización 1 según la invención:

30 Se prevén en la conducción de entrada y de retorno al intercambiador de calor de haz tubular, respectivamente, válvulas de cierre rápido con 3 s de tiempo de cierre. Los caudales en la conducción de entrada y la conducción de retorno se miden. Las válvulas se cierran cuando la diferencia entre el caudal en la conducción de entrada y en la conducción de retorno es mayor de 10 kg/s. Estas bloquean el intercambiador de calor 3 s después un desgarró de tubo. Correspondientemente, la cantidad de agua saliente asciende a la cantidad (900 kg) que se encuentra en el intercambiador de calor y adicionalmente la cantidad que fluye posteriormente en el intervalo de los 3 s, es decir, 3 x 2 x 163 kg/s = 978 kg, es decir, en total 1878 kg. Se obtiene una presión de diseño para el reactor de 2,23 MPa man (22,3 bar man).

#### Ejemplo de realización 2 según la invención:

40 Adicionalmente se instala un disco de estallido en una conducción de derivación entre el reactor de lecho fluidizado y el filtro. Por ello, en caso de un desgarró del tubo, adicionalmente a los 300 m<sup>3</sup> de volumen libre del reactor está disponible un volumen libre adicional de 100 m<sup>3</sup>, es decir, en total 400 m<sup>3</sup> para la cantidad de agua que sale del intercambiador de calor de haz tubular.

Se obtiene una presión de diseño para el reactor de 1,73 MPa man (17,3 bar man).

#### Ejemplo de realización 3 según la invención:

45 En la entrada y salida de cada tubo se prevén obturadores de 40 mm que limitan el flujo de agua que fluye posteriormente de forma correspondiente a la cantidad de sección menor en el factor 4/9 a, respectivamente, 72 kg/s. En total ya fluyen entonces sólo 1332 kg de agua al reactor y la presión de diseño asciende a 1,28 MPa man (12,8 bar man). Debido a la pérdida adicional de presión en los obturadores se tiene que emplear obligadamente una bomba en el circuito de vapor.

50

**Ejemplo de realización 4 según la invención:**

5 El tambor de vapor se pone muy cerca del reactor, de tal manera que la retención líquida en la conducción de retorno hasta el tambor de vapor ya sólo asciende a 72 kg. Al mismo tiempo, la conducción de retorno no se sumerge en el tambor de vapor y el tambor de vapor se llena sólo en 2/3 con agua. Por ello, la conducción de retorno en el intervalo de un segundo después del desgarro de tubo va vacía y ya sólo fluye posteriormente vapor. Con el vapor, la cantidad de agua que fluye posteriormente a través del obturador ya sólo asciende a aproximadamente 1/3 de la cantidad de líquido y, por tanto, a 24 kg/s con un obturador de 40 mm. En total, entonces pasan 1236 kg de agua al reactor de lecho fluidizado y la presión de diseño asciende a 1,2 MPa man (12,0 bar man).

**Ejemplo de realización 5 según la invención:**

10 Se prevén adicionalmente chapaletas de retención en la conducción de retorno que limitan la corriente de entrada de agua a 1/10 el valor normal. Correspondientemente ya sólo siguen fluyendo de la conducción de retorno 7 kg/s. En total salen 1137 kg de agua y la presión de diseño asciende a 1,12 MPa man (11,2 bar man).

**Ejemplo de realización 6 según la invención:**

15 Adicionalmente, el haz de tubos del intercambiador de calor de haz tubular se fabrica a partir de tubos de 30 mm. No están montados obturadores. Por ello, para una superficie A del intercambiador de calor de 100 m<sup>2</sup>, la retención líquida asciende ya sólo a 0,75 m<sup>3</sup>, correspondientes a 450 kg de agua. De la conducción de entrada fluyen ahora todavía 41 kg/s, desde la conducción de retorno 7 kg/s, limitados por las chapaletas de retención. Correspondientemente salen en total 594 kg de agua y la presión de diseño asciende a 0,68 MPa man (6,8 bar man).

20 **Ejemplo de realización 7 de acuerdo con la invención:**

Adicionalmente se segmenta el intercambiador de calor en tres partes iguales. Entonces, la retención líquida de un segmento asciende a 0,25 m<sup>3</sup>, correspondientes a 150 kg de agua. Cada uno de los segmentos está equipado con válvulas de cierre rápido y chapaletas de retención, de tal manera que la cantidad de agua que fluye posteriormente es la misma que en el Ejemplo de realización 5. Por tanto, en total salen 294 kg de agua y la presión de diseño del reactor de lecho fluidizado asciende a 0,44 MPa man (4,4 bar man).

25 La única figura muestra la representación esquemática de una instalación para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención con un reactor de lecho fluidizado 1, un circuito de vapor que comprende un intercambiador de calor de haz tubular 2 que está dispuesto en el reactor de lecho fluidizado, un tambor de vapor 4, bomba 3 así como conducción de entrada 5 y conducción de retorno 6 entre el tambor de vapor e intercambiador de calor de haz tubular. De acuerdo con la invención, en la conducción de entrada y en la conducción de retorno está dispuesta, respectivamente, una válvula 7, lo más cerca posible del reactor 1.

30 En la zona superior del reactor está previsto un ciclón 8 y, aguas abajo del mismo, un filtro 9 dispuesto en el exterior del reactor. En una conducción de derivación 10 entre el reactor de lecho fluidizado 1 y el filtro 9 está previsto, de acuerdo con la invención, un disco de estallido 11.

35

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la preparación de cloro mediante oxidación de cloruro de hidrógeno en presencia de un catalizador heterogéneo en forma de partículas según el procedimiento de Deacon en un reactor de lecho fluidizado (1), evacuándose el calor de reacción mediante refrigeración por ebullición con agua que circula en los tubos (2) de un intercambiador de calor de haz tubular, suministrándose el agua desde un tambor de vapor (4) a través de una conducción de entrada (5) a los tubos (2) del intercambiador de calor de haz tubular en un extremo del mismo, calentándose en los tubos (2) mediante absorción del calor de reacción y evaporándose parcialmente, con obtención de una mezcla de vapor/agua que se devuelve en el otro extremo de los tubos (2) del intercambiador de calor de haz tubular a través de una conducción de retorno (6) al tambor de vapor (4), **caracterizado porque** la presión máxima para la que se tiene que diseñar el reactor de lecho fluidizado (1) para el caso del desgarro de un tubo (2) del intercambiador de calor de haz tubular se minimiza al insertarse en la conducción de entrada (5) y la conducción de retorno (6), respectivamente, una válvula (7) que con un aumento de presión como consecuencia del desgarro de un tubo (2) bloquea la conducción de entrada (5) y la conducción de retorno (6) y por ello evita que siga fluyendo agua desde el tambor de vapor (4) al reactor de lecho fluidizado (1).
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el intercambiador de calor de haz tubular se hace funcionar a una presión en el intervalo de 1 a 20 MPa man (de 10 a 200 bar man).
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** el intercambiador de calor de haz tubular se hace funcionar a una presión en el intervalo de 2 a 16 MPa man (de 20 a 160 bar man).
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** el intercambiador de calor de haz tubular se hace funcionar a una presión en el intervalo de 3 a 12 MPa man (de 30 a 120 bar man).
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 a 4, **caracterizado porque** las válvulas (7) están realizadas de forma doble.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** las válvulas (7) están configuradas como válvulas de cierre rápido.
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, estando dispuesto aguas abajo del lecho fluidizado del reactor de lecho fluidizado (1) para retener el catalizador heterogéneo en forma de partículas un ciclón (8) y, aguas abajo del ciclón (8), un filtro (9), **caracterizado porque** en una conducción de derivación (10) entre el reactor de lecho fluidizado (1) y el filtro (9) está dispuesto un disco de estallido (11) que estalla cuando el ciclón (8) está obturado, fluyendo el contenido del reactor de lecho fluidizado (1) al filtro (9) y aprovechando su volumen para la relajación.
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** en los tubos (2) del intercambiador de calor de haz tubular, en la conducción de entrada (5) y/o en la conducción de retorno (6), particularmente en la conducción de entrada (5), están previstos obturadores.
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** la conducción de retorno (6) está realizada con la menor retención líquida posible, particularmente con una retención líquida inferior a 100 l y preferentemente de forma no sumergida en el tambor de vapor (4).
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** en la conducción de retorno (6) están dispuestas chapaletas de retención, en particular de una a tres chapaletas de retención, que están conectadas en serie.
11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** los tubos (2) del intercambiador de calor de haz tubular están configurados con el menor diámetro posible.
12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** los tubos (2) del intercambiador de calor de haz tubular están configurados con un diámetro en el intervalo de 1 a 100 mm.
13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** los tubos (2) del intercambiador de calor de haz tubular están configurados con un diámetro en el intervalo de 25 a 60 mm.
14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado porque** el intercambiador de calor de haz tubular está segmentado en 2 a 20 circuitos de caloportador independientes entre sí, respectivamente con una conducción de entrada (5) propia y una conducción de retorno (6) propia.
15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado porque** el intercambiador de calor de haz tubular está segmentado en 3 a 7 circuitos de caloportador independientes entre sí.

FIG.1

