

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 106**

51 Int. Cl.:

C01B 17/80	(2006.01)
F28D 7/08	(2006.01)
F28D 21/00	(2006.01)
C01B 17/60	(2006.01)
F28D 20/00	(2006.01)
F28F 27/02	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.06.2016 PCT/EP2016/065287**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2017 WO17016785**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2016 E 16740969 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 3204329**

54 Título: **Procedimiento y aparato para enfriar un gas que contiene SO₂ y/o SO₃, y agua**

30 Prioridad:
27.07.2015 DE 102015112220

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.11.2019

73 Titular/es:
**OUTOTEC (FINLAND) OY (100.0%)
Rauhalanpuisto 9
02230 Espoo, FI**

72 Inventor/es:
**DAUM, KARL-HEINZ;
STORCH, HANNES;
NEUMANN, RALF y
SCHALK, WOLFRAM**

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 732 106 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 y aparato para enfriar un gas que contiene SO₂ y/o SO₃, y agua

5 La presente invención se relaciona con un procedimiento y una planta para enfriar una mezcla de gas de SO₂ y/o SO₃ y agua, en donde la mezcla de gases se enfría por medio de un primer intercambiador de calor que lleva un refrigerante y en donde la temperatura del refrigerante permanece por encima del punto de rocío del gas o mezcla de gases.

10 Cuando se enfrían gases corrosivos o mezclas de gases, existe el problema de que el gas o la mezcla de gases se enfría localmente tanto que la temperatura cae por debajo del punto de rocío y, como resultado, partes del medio corrosivo se condensa y los materiales circundantes empiezan a corroerse, lo cual, en el peor caso, lleva a una fuga dentro del intercambiador de calor.

15 Dicha fuga representa un riesgo alto por varios motivos. Por una parte, el escape de mezcla de gases puede llevar a un daño para el medio ambiente, lo cual es extremadamente problemático desde un punto de vista ecológico. Por otra parte, la salida del medio corrosivo también representa un peligro considerable a las personas ocupantes de la planta. Finalmente, se incurren en costes tan altos que esta parte de la planta debe cerrarse y arreglarse.

20 Ejemplos de una mezcla de gases altamente corrosivos incluyen una mezcla que contiene dióxido de azufre (SO₂) y trióxido de azufre (SO₃). Esta mezcla de gases se obtiene en la producción de ácido sulfúrico. En plantas para la producción de ácido sulfúrico de gases de residuos metalúrgicos o de la combustión de azufre elemental se produce SO₂ con esta combustión, que posteriormente se convierte catalíticamente a SO₃ y más adelante se procesa con agua para obtener H₂SO₄. En presencia de SO₃, pequeñas cantidades de humedad en el gas llevan a la formación de ácido sulfúrico (H₂SO₄) y, por lo tanto, a la corrosión de los materiales metálicos utilizados, cuando la temperatura cae por
25 debajo del punto de rocío.

En dichas plantas, la humedad, por tanto, se retira de los gases de la forma más completa posible, antes de su conversión catalítica a SO₃ el SO₂ se trata en una torre de secado por medio de ácido sulfúrico concentrado. Aquí las concentraciones típicas son del 94 al 97 % del volumen de ácido sulfúrico. El carácter higroscópico del ácido sulfúrico, es decir, una presión parcial de vapor baja, retira la humedad del gas bajando a un contenido de aguas residuales
30 típico de 20-30 mg H₂O/Nm³.

Después de la conversión catalítica, el SO₃ figura en la mezcla de gases en cantidades entre 4 y 20 % del volumen, para que haya un exceso estequiométrico sustancialmente de SO₃ en comparación con las aguas residuales
35 presentes. El contenido de aguas residuales afecta, sin embargo, al punto de rocío del ácido sulfúrico, es decir, cuanto más alto sea el contenido de agua, más alto será el punto de rocío del ácido sulfúrico. Esto significa que en caso de que la mezcla de gases en cualquier punto de la planta incide en una superficie cuya temperatura está por debajo del punto de rocío, el ácido sulfúrico se condensa del gas en esta superficie y, así, causará corrosión.

40 Lo problemático es que el grado y calidad de gas que se seca en la torre de secado puede variar considerablemente dependiendo de varios parámetros, como la concentración de ácido, temperatura de ácido, distribución uniforme de ácido/o gas sobre la sección transversal de la torre, que también se refuerza con cambios de parámetros del procedimiento con presión o temperatura. Resumiendo, esto significa que la mezcla de gases puede adoptar varios
45 contenidos de humedad y, en consecuencia, el punto de rocío también puede subir a temperaturas de 150 °C.

En dichos casos, frecuentemente se forma condensado y, como resultado, se producirá una corrosión de partes frías dentro de la planta de ácido sulfúrico, preferentemente los intercambiadores de calor. Como se establece, esto lleva a consecuencias considerables y de gran alcance y riesgos para el personal de operación, las secciones de plantas y el medio ambiente.

50 En concreto, cuando se utiliza agua como refrigerante en intercambiadores de calor empleados, también hay un riesgo de que en el caso de fugas se mezclen cantidades de agua considerables con el SO₃ fugado. De este modo, se obtienen grandes cantidades de ácido sulfúrico, que a su vez lleva a una corrosión incluso más fuerte y así a un refuerzo de todas las consecuencias negativas. Es especialmente problemático cuando debido a la corrosión en
55 materiales metálicos se produce hidrógeno y el mismo incluso se prende.

Anteriormente, se han seguido, por tanto, varios enfoques, para evitar de forma fiable una formación de condensado. La solución técnica más simple es el diseño del intercambiador de calor con una doble capa, como se sabe, por ejemplo, de la patente DE 1 933 460. De ese modo, se intenta diseñar la guía de refrigerante y mezcla de gases tal
60 que no se pueda producir una fuga incluso en el caso de una condensación.

A partir de la patente EE.UU. 4.949.782 se conoce el enfriamiento de gases corrosivos en un intercambiador de calor, que contiene óxidos de azufre además de sodio y sales de vanadio. El gas que se va a calentar o enfriar se alimenta a una temperatura que está sobre la temperatura crítica de corrosión de sodio y vanadio y así es una función de la
65 calidad metalúrgica de los materiales utilizados para el intercambiador de calor y de la composición de gas residual.

5 A partir de la patente EE.UU. 2.947.522 se conoce la división de un intercambiador de calor en dos secciones, en donde en la primera sección del gas que se enfría con el refrigerante frío y posteriormente en la segunda sección del gas enfriado se enfría además con el refrigerante ya calentado en parte. Con esta división, se puede evitar la corrosión por condensación de ácido del mismo modo. La posibilidad de operar por separado ambas secciones en contracorriente al mismo tiempo refuerza la capacidad de enfriamiento. Se conoce un principio similar a partir de la patente EE.UU. 4.870.816.

10 La patente DE 241 99 096 describe finalmente un procedimiento y un aparato para evitar la corrosión en la producción de ácido sulfúrico, en donde el propio enfriador se mantiene a una temperatura sobre el punto de rocío del gas corrosivo con un flujo térmico externo positivo.

La patente EE.UU. 4.034.803 describe un precalentador de aire tubular resistente. Dicho precalentador es capaz de enfriar un gas de combustión, como SO₂/SO₃ y agua utilizando aire como medio de transferencia de calor.

15 La patente WO 2012/136307 A1 se refiere a un condensador, que tiene un lado de gas de procedimiento y un lado de medio de transferencia de calor. Dicho condensador se configura para retirar un gas de procedimiento enfriado de una salida del lado de condensación e incluso configurarse además para retirar un condensado en una posición próxima a un extremo del condensador. El aire se utiliza como un medio de transferencia de calor.

20 La patente EE.UU. 2010/0068127 A1 describe un procedimiento para la producción de ácido sulfúrico concentrado, a través del cual el SO₃-que contiene gas de un primer paso de conversión de SO₂- se enfría en un intercambiador de calor. Dicho intercambiador de calor utiliza aire como medio de transferencia de calor.

25 Todos estos procedimientos tienen en común que solamente se pueden ajustar a estados operativos estacionarios o debido a su inercia son demasiado lentos a reaccionar a fluctuaciones en relación con el punto de rocío de la mezcla de gases. Cuando se produce un cambio en el punto de rocío debido a cambios de estados operativos, en concreto también durante la puesta en marcha y parada de la planta, por ejemplo, debido a un aumento del contenido de agua en una mezcla de SO₂/SO₃, no se puede garantizar aquí que el refrigerante siga guiándose a través del intercambiador de calor con una temperatura que en cada posición del intercambiador de calor está sobre el punto de rocío local actual de la mezcla de gases. Como resultado, estos sistemas siguen siendo susceptibles a la corrosión y, por las razones descritas, siguen siendo un riesgo de seguridad.

30 Una medición del punto de rocío de los gases directamente antes de que entren en el intercambiador de calor solamente es posible con un esfuerzo considerable y, por lo tanto, no es adecuado para el procedimiento normal que monitoriza una planta de ácido sulfúrico.

35 Por lo tanto, es el objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento que garantice que en cualquier momento la temperatura no caiga por debajo del punto de rocío del gas corrosivo que se va a enfriar.

40 Este objeto se soluciona con un procedimiento con la característica de la reivindicación 1.

Dicho procedimiento comprende el enfriamiento de SO₂/SO₃-que contiene mezcla de gases, que contiene trazas de agua, en un primer intercambiador de calor que lleva un refrigerante. La temperatura del refrigerante está controlada de forma que está sobre el punto de rocío de la mezcla de gases. El punto de rocío τ dado en °C se calcula según la siguiente ecuación:

$$45 \quad \tau = e^{\left(6.0006 - \left(\frac{3.158 \cdot 10^{-7}}{p \cdot 1.244 \cdot 10^{-9} \cdot c}\right)\right) + (0.1387 \cdot \ln(p \cdot 1.244 \cdot 10^{-9} \cdot c))}$$

50 con

p = presión del gas en mbar a y

c = contenido de agua en mg/Nm³ (después de la torre de secado)

55 Determinando el contenido de agua permanentemente o en intervalos cortos de, al menos, una medición por minuto, la calidad del gas, que a su vez depende de una pluralidad de parámetros del procedimiento, se puede reaccionar de manera flexible y así se pueden tener en cuenta cambios en el punto de rocío. Esto ofrece la ventaja de que en el procedimiento en curso, pero también en estados particulares como una puesta en marcha y parada, la planta siempre está operando con seguridad, desde que la condensación y la corrosión relacionada en el intercambiador de calor se pueden evitar de forma fiable.

60 Preferiblemente, el contenido de agua en la mezcla de gases se completa con un método basado en, por ejemplo, un sistema de diodo láser.

Además, se encontró favorable ajustar el procedimiento según la invención para sistemas en donde la mezcla de gases se enfríe desde una temperatura entre los 400 y los 500 °C a una temperatura entre los 130 y los 180 °C. Esto es un rango de temperatura relevante para el enfriamiento de SO₂/SO₃, en donde el enfriamiento se efectúa a una temperatura solamente ligeramente sobre el punto de rocío, de forma que las medidas de seguridad según la invención sean particularmente importantes.

Las reacciones químicas exotérmicas en la combustión de azufre y/o la oxidación catalítica llevada a cabo de forma adiabática de SO₂ a SO₃ llevan al hecho de que la energía correspondiente calienta el gas. En la invención, se usa agua como refrigerante. Ya que el agua está disponible en grandes cantidades a bajo coste, su uso como refrigerante es particularmente económico.

Cuando se utilice agua como refrigerante, se produce ventajosamente vapor y/o agua caliente. Esto contribuye a una mejor economía de la planta. Preferiblemente, se produce vapor de 40 a 80 bar absoluto. En el extremo "frío" de la planta de ácido sulfúrico, se disponen, por tanto, uno o más precalentadores de agua (=economizadores). Para enfriar el SO₃-que contiene gas aguas arriba en la absorción intermedia o final, el agua de alimentación de calderas fría sirve como refrigerante que después de calentarse fluye al colector de vapor. El agua de alimentación de calderas fría típicamente entrará en los intercambiadores de calor con 100 a 110 °C y 50 a 100 bar.

Además, el agua tiene una capacidad térmica específica relativamente alta. Cuando se utilice agua, sin embargo, es particularmente necesario utilizar el sistema de seguridad según la invención, ya que cantidades considerables de ácido sulfúrico se pueden obtener mezclando SO₃.

Como el coeficiente de la transferencia de calor del líquido es superior a la del gas por un orden de magnitud, la temperatura de la superficie del intercambiador de calor adopta casi la misma temperatura que el líquido. Por lo tanto, la temperatura aquí está cerca del punto de rocío del ácido.

Una realización preferida de la invención determina que después del primer intercambiador de calor se dispone un segundo intercambiador de calor. Esto ofrece la ventaja de que la mezcla de gases corrosivo se pueda enfriar paso a paso. En el segundo intercambiador de calor aguas arriba del primer intercambiador de calor una gran parte de la energía contenida en la mezcla de gases se elimina, en donde aquí se pueden utilizar temperaturas refrigerantes relativamente bajas. Debido a la todavía temperatura alta de la mezcla de gases, sin embargo, la refrigeración en el segundo intercambiador de calor no implica un riesgo de condensación. Para llegar a la temperatura objetivo, la mezcla de gases entonces se enfría además en el primer intercambiador de calor. Ya que la temperatura de mezcla de gases aquí ha bajado claramente, hay un riesgo de condensación, que es el motivo por el que el primer intercambiador de calor según la invención está diseñado para evitar que la temperatura localmente caiga por debajo del punto de rocío.

Lo que es particularmente favorable es un diseño en donde el primer refrigerante pasa a través del segundo y, a continuación, a través del primer intercambiador de calor. La temperatura del refrigerante así se sube a una temperatura en donde debido al control según la invención solamente son necesarias pequeñas correcciones, preferiblemente en el rango de +/- 10 °C, particularmente preferiblemente +/- 5 °C.

Cuando el agua se utiliza como refrigerante, se encontró que era favorable para manejar el intercambiador de calor de forma que el agua se evapore al menos en parte. Así, incluso se puede absorber más energía en el agua. Normalmente, se evapora entre el 5 y el 10 % en volumen del agua.

Una realización preferida además dispone que la mezcla de gases corrosivos se guíe a través del primer y/o del segundo intercambiador de calor en contracorriente al refrigerante, como de esta forma la capacidad del refrigerante se optimice en comparación con la guía en flujo en contracorriente.

La invención además también comprende un aparato según la reivindicación 7. Dicho aparato para refrigerar una mezcla de gases corrosivos que contiene agua además de SO₂ y/o SO₃ incluye un primer intercambiador de calor que lleva refrigerante con entrada y salida para el refrigerante. Además, el aparato comprende un dispositivo de medición para determinar el contenido de agua en la mezcla de gases además de un dispositivo de control que determinando el contenido de agua determina el punto de rocío de la mezcla de gas y controla la temperatura del refrigerante en la entrada ya que está sobre el punto de rocío de la mezcla de gases.

Por este diseño técnico se puede asegurar que en ningún punto del sistema la mezcla de gas corrosivo localmente se enfríe a una temperatura por debajo de su punto de rocío, que tendría como resultado una condensación que a su vez implicaría corrosión.

Preferiblemente, se dispone de un segundo intercambiador de calor aguas arriba del primer intercambiador de calor. Como resultado, una parte principal de la energía se puede descargar primero en el segundo intercambiador de calor, mientras en el primer intercambiador de calor la temperatura objetivo requerida se consigue con seguridad de forma sensible al control.

Particularmente preferiblemente, el segundo intercambiador de calor que lleva refrigerante está equipado con una salida de la que un conducto lleva a la entrada del primer intercambiador de calor. El refrigerante así se puede precalentar en el segundo intercambiador de calor antes de entrar en el intercambiador de calor diseñado según la invención. Al mismo tiempo, la capacidad de enfriamiento que se va a proporcionar en el primer intercambiador de calor disminuye así. Ambos se pueden dimensionar más pequeños y controlarse o regularse mejor.

Preferiblemente, el primer y/o el segundo intercambiador de calor se equipan con aletas de hierro fundido. El hierro fundido implica la ventaja de que la temperatura de la superficie del hierro fundido es superior en algunos grados a la de la parte no aleteada debido al área de transferencia de calor superior y a la superior conductividad térmica. Además, la resistencia a la corrosión del hierro fundido es superior al del acero de la caldera.

Por lo tanto, es propicio a montar ambos intercambiadores de calor en la misma carcasa, cuando la planta así se puede construir de forma compacta.

En un aspecto preferido de la invención se dispone de una válvula de tres vías, de la que un conducto de alimentación se extiende en la entrada del primer intercambiador de calor. Desde la válvula de tres vías, un conducto además se extiende desde la salida del segundo intercambiador de calor y un conducto para suministrar refrigerante adicional. Así, es posible que en la válvula de tres vías se ajuste una mezcla de refrigerante del segundo intercambiador de calor y un refrigerante adicional, que se controla de forma que a través del refrigerante del conducto entre en la entrada del primer intercambiador de calor con una temperatura sobre la mezcla de gases.

El intercambiador de calor preferiblemente se puede diseñar como intercambiador de calor de haz de tubos, como aquí la superficie del intercambiador de calor es particularmente grande debido a la gran área de superficie de los tubos.

Un diseño con una bobina del tubo también es ventajoso, sin embargo, cuando grandes cantidades de refrigerantes se pueden guiar a través del intercambiador de calor.

Además, los desarrollos, ventajas y las posibles aplicaciones de la invención también se pueden tomar de la siguiente descripción de los dibujos y de la realización ejemplar. Todas las características descritas y/o ilustradas del objeto de la invención propiamente dicho o en cualquier combinación, independiente de su inclusión en las reivindicaciones o su referencia posterior.

En los dibujos:

La fig. 1 muestra un enfriamiento según la técnica anterior

La fig. 2 muestra un enfriamiento según la técnica anterior

La fig. 3 muestra esquemáticamente un enfriamiento de una mezcla de gases que contiene SO_2 y/o SO_3 por medio de un primer y un segundo intercambiador de calor diseñado según la invención.

La fig. 4 muestra esquemáticamente un enfriamiento de SO_2 y/o SO_3 y agua con un primer intercambiador de calor diseñado según la invención y con dos intercambiadores de calor adicionales.

La figura 1 ilustra esquemáticamente la solución típica del problema siendo la base de la invención. A través del conducto 31 la temperatura del agua que entra se mide en un dispositivo de medición 32 antes de que el agua de alimentación se meta en un colector de vapor 30. Allí, se precalienta a una temperatura ligeramente sobre el punto de rocío que se espera, que típicamente es 120 a 130 °C.

A través de un conducto 34, el agua precalentada de esta forma se introduce entonces como agua refrigerante a través de una entrada 11 en un intercambiador de calor 10 que a continuación sale de nuevo a través de una salida 12. A través de un conducto 35, el agua refrigerante vuelve a la salida 12 en un colector de vapor 30, donde la energía ganada por absorción de calor se recupera y se puede utilizar en algún otro punto del procedimiento.

A través de un conducto 13, el gas que se va a enfriar se alimenta en el intercambiador de calor 10, antes de esto se retira de nuevo a través de un conducto 14.

Este sistema tiene la desventaja de que no puede reaccionar a un cambio en el punto de rocío y, por lo tanto, falla al evitar la corrosión y los riesgos relacionados.

La figura 2 muestra una información adicional de la técnica anterior, en donde el intercambiador de calor o se divide, como se muestra, en dos módulos separados individuales o solamente se divide la superficie de intercambio de calor. A través de un conducto 41, el agua de refrigeración se mete en una entrada 21 de un intercambiador de calor 20. Después de que el agua de refrigeración haya atravesado el intercambiador de calor 20, sale de nuevo a través de una salida 22.

El conducto 42 conecta la salida del intercambiador de calor 20 con la entrada 11 del primer intercambiador de calor 10. El intercambiador de calor 10 también es atravesado por el agua refrigerante, que posteriormente sale de nuevo a través de una salida 12 y a través de un conducto 35 que entra en el colector de vapor 30. A través de un conducto 13, el gas que se va a enfriar se alimenta en el(los) intercambiador(es) de calor y se retira de nuevo a través de un conducto 14. Un conducto 15 conecta el primer intercambiador de calor 10 con el segundo intercambiador de calor 20.

La figura 3 muestra el diseño inventivo de un aparato para refrigerar un gas que contiene SO_2 y/o SO_3 , además de agua. A través de un conducto 60 y un conducto 61 el agua refrigerante va a la entrada 21 de un segundo intercambiador de calor 20. A través de la salida 22 el agua refrigerante se obtiene del intercambiador de calor 20 en un conducto 71 y allí en una válvula de tres vías 70. En esta válvula de tres vías se abre un conducto 62, que se ramifica desde el suministro de agua de refrigeración 60. Así, es posible mezclar dos flujos diferentes de agua refrigerante entre sí en la válvula de tres vías, concretamente el agua refrigerante que se origina del primer intercambiador de calor 10 y el agua refrigerante que se origina del segundo intercambiador de calor 20.

La variable de control es la temperatura del flujo mezclado resultante, que está determinado a través del dispositivo de medición 82. El contenido de agua del gas sirve como variable de control, que está determinado a través del dispositivo de medición 83 en el conducto de salida de gas 14. De la misma forma, la medición también se puede efectuar en el conducto de entrada 13. Debido al contenido de agua, el punto de rocío del gas se puede inferir por la siguiente ecuación, de forma que a través de un dispositivo de control 80 la válvula de tres vías 70 puede accionarse correctamente.

El gas con la temperatura ajustada de esta forma se pasa a través de un conducto 72 en la entrada de gas 11 y así pasa el intercambiador de calor 10, antes de que a través de la salida 12 se meta en el conducto 35 y desde allí a la caldera de vapor 30.

La figura 4 muestra dos intercambiadores de calor conectados en paralelo. A través del conducto 60, 61 y una entrada 21, el refrigerante se mete en un intercambiador de calor 20. Después de pasar el intercambiador de calor 20 y saliendo a través de la salida 20, se mete en una válvula de tres vías 70 a través de un conducto 71. En una válvula de tres vías 70, también se suministran partes del agua refrigerante fresca del conducto 60 por medio del conducto 62. A través del conducto 72, el flujo dosificado en la válvula de tres vías se suministra a una segunda válvula de tres vías 90. Lo mismo divide el flujo de agua corriente en dos flujos parciales.

A través del conducto 91 y la entrada 11 de la primera fracción se mete en el intercambiador de calor 10 y de nuevo sale del mismo a través de la salida 12. A través del conducto 35 y un separador 36 dispuesto allí, el agua refrigerante entonces se mete en la caldera de vapor 30.

A través del conducto 92 y una entrada 94, el segundo flujo parcial se mete en un intercambiador de calor 93. Después de pasar el intercambiador de calor 93, el gas asimismo se suministra a la caldera de vapor 30 a través de una salida 95 además del conducto 98 y el separador 99 que se disponen aquí.

El intercambiador de calor 20 y el intercambiador de calor 10 se cargan con el gas que se va a enfriar a través de los conductos 13 y 15, que posteriormente se descarga a través del conducto 14. A través del conducto 96, el intercambiador de calor 93 se carga con gas que se va a enfriar, que a continuación se retira a través de un conducto 97.

La variable de control para la primera válvula de tres vías 70 es la temperatura del flujo 72, que se comprueba a través de un medidor de temperatura 82. La temperatura depende del contenido de agua del gas que se va a enfriar, que en general está determinado por un dispositivo 83. En la unidad de control 80 del sistema del punto de rocío, la temperatura del agua refrigerante en el conducto 72, por lo tanto, se puede determinar desde esta variable de control cuando la temperatura está sobre la temperatura del punto de rocío.

La división en la segunda válvula de control 90 se efectúa de forma que las temperaturas de salida del agua refrigerante tanto en el conducto 35 como en el conducto 98 todavía están sobre el punto de rocío, en donde la válvula de control 90 actuada con el dispositivo de control 100 todavía es importante, cuando el punto de rocío del ácido en el gas corriente también está determinado en el intercambiador de calor 93.

Preferiblemente, la división en la válvula de control 90 se hace de forma que las temperaturas de salida medidas en los dispositivos de medición 102 y 103 sean iguales. Por lo tanto, se asegura que tanto los intercambiadores de calor en las ofertas de calor en consecuencia se suministren con el agua refrigerante.

En algunos casos, las ofertas de calor combinadas van más allá de lo que se requiere para calentar el agua de refrigeración hasta la temperatura de ebullición. En el intercambiador de calor, una preevaporación tiene lugar hasta cierto punto. Esto puede ser de un 5 hasta un 10 % del agua introducida. Así, las mezclas de vapor salen de los intercambiadores de calor, que tienen temperaturas idénticas y, por lo tanto, ya no son adecuadas para la distribución anteriormente citada del agua precalentada a los dos intercambiadores de calor sobre la base de estas temperaturas.

Si este es el caso, la distribución del agua refrigerante precalentada se puede controlar por medio de las dos temperaturas de salida de gas, que están determinadas a través del dispositivo de medición 101 y 14.

5 En principio, el concepto también se puede aplicar a más de dos intercambiadores de calor operados en paralelo en el lado del agua.

Lista de cifras de referencia

10	10	primer intercambiador de calor
	11	entrada
	12	salida
15	13	entrada de gas
	14	salida de gas
	15	conducto de gas
20	20	segundo intercambiador de calor
	21	entrada
25	22	salida
	30	caldera de vapor
	31	dispositivo de medición
30	33-35	conducto
	36	dispositivo separador
35	41, 42	conducto
	60-62	conducto
	70	válvula de tres vías
40	71, 72	conducto
	80	dispositivo de control
45	81	generador de señal
	82	dispositivo de medición de temperatura
	83	dispositivo de medición de temperatura
50	90	válvula de tres vías
	91, 92	conducto
55	93	intercambiador de calor
	94	entrada
	95	salida
60	96	entrada de gas
	97	salida de gas
65	98	conducto

- 99 separador
- 100 dispositivo de control
- 5 101-103 dispositivo de medición de temperatura

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para refrigerar una mezcla de gases de SO₂ y/o SO₃ y agua, en donde la mezcla de gases se refrigera por medio de un primer intercambiador de calor que lleva un refrigerante, y en donde la temperatura del refrigerante está sobre el punto de rocío del gas o de la mezcla de gas, **caracterizado porque** el refrigerante es agua y que el punto de rocío τ dado en °C se calcula según la siguiente ecuación:

$$\tau = e^{\left(6.0006 - \left(\frac{3.158 \cdot 10^{-7}}{p \cdot 1.244 \cdot 10^{-9} \cdot c}\right)\right) + (0.1387 \cdot \ln(p \cdot 1.244 \cdot 10^{-9} \cdot c))}$$

con

p = presión del gas en mbar a y
 c = contenido de agua en mg/Nm³.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el contenido de agua está determinado por un método basado en un sistema de diodo láser.

3. El procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la mezcla de gases se refrigera desde una temperatura entre 400 y 500 °C a una temperatura entre 130 y 180 °C.

4. El procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el refrigerante se calienta hasta tal punto que se evapora al menos en parte.

5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la mezcla de gases se guía a través del intercambiador de calor en contracorriente con el refrigerante.

6. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** antes del segundo intercambiador de calor se dispone un primer intercambiador de calor y en que el refrigerante se guía primero a través del segundo intercambiador del calor y, a continuación, a través del primer intercambiador de calor.

7. Un aparato para refrigerar una mezcla de gases de SO₂ y/o SO₃ y agua con un primer intercambiador de calor que lleva refrigerante con entrada y salida para agua como refrigerante y con un dispositivo de control o regulador que ajusta la temperatura del refrigerante a la entrada a una temperatura sobre el punto de rocío del gas o de la mezcla de gases, **caracterizado por** un dispositivo de medición para determinar el contenido de agua de la mezcla de gases, que está combinado con el dispositivo de control o regulador de forma que el punto de rocío τ dado en °C se calcula según la siguiente ecuación:

$$\tau = e^{\left(6.0006 - \left(\frac{3.158 \cdot 10^{-7}}{p \cdot 1.244 \cdot 10^{-9} \cdot c}\right)\right) + (0.1387 \cdot \ln(p \cdot 1.244 \cdot 10^{-9} \cdot c))}$$

con

p = presión de gas en mbar a y
 c = contenido de agua en mg/Nm³.

8. El aparato según la reivindicación 7, **caracterizado porque** se dispone un segundo intercambiador de calor que lleva refrigerante con entrada y salida, en donde un conducto conecta la salida del segundo intercambiador de calor con la entrada del primer intercambiador de calor.

9. El aparato según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado porque** el primer y/o el segundo intercambiador de calor incluye en su interior, por el que el refrigerante se guía desde la entrada a la salida.

10. El aparato según la reivindicación 8 o 9, **caracterizado porque** el primer y el segundo intercambiador de calor se monta en la misma carcasa.

11. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado porque** se dispone de una válvula de tres vías, desde la cual se extiende un conducto de alimentación en la entrada del primer intercambiador de calor y en donde un conducto de la salida del segundo intercambiador de calor y un conducto para suministrar refrigerante adicional abierto, en donde esta válvula de tres vías está diseñada de forma que ajuste la mezcla de refrigerante desde el segundo intercambiador de calor y el refrigerante adicional de forma que a través del refrigerante del conducto entre en la entrada del primer intercambiador de calor con una temperatura sobre el gas o la mezcla de gases.

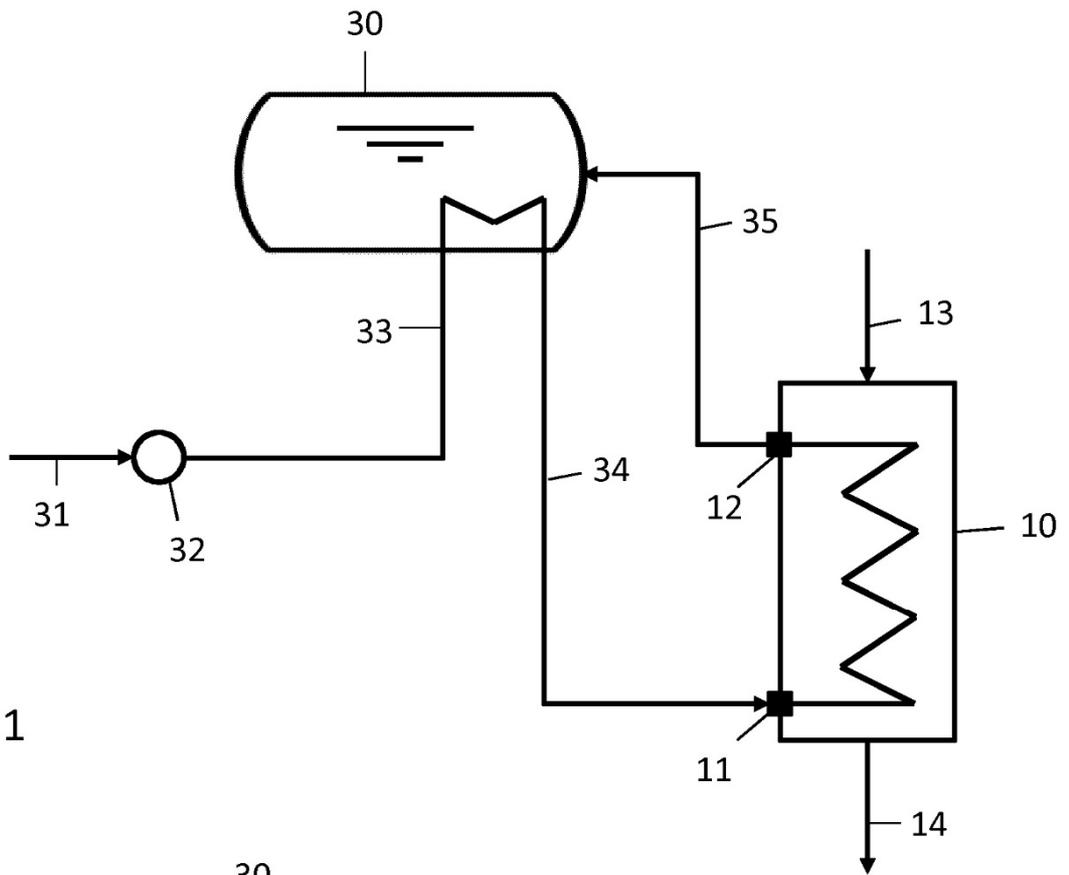


Fig. 1

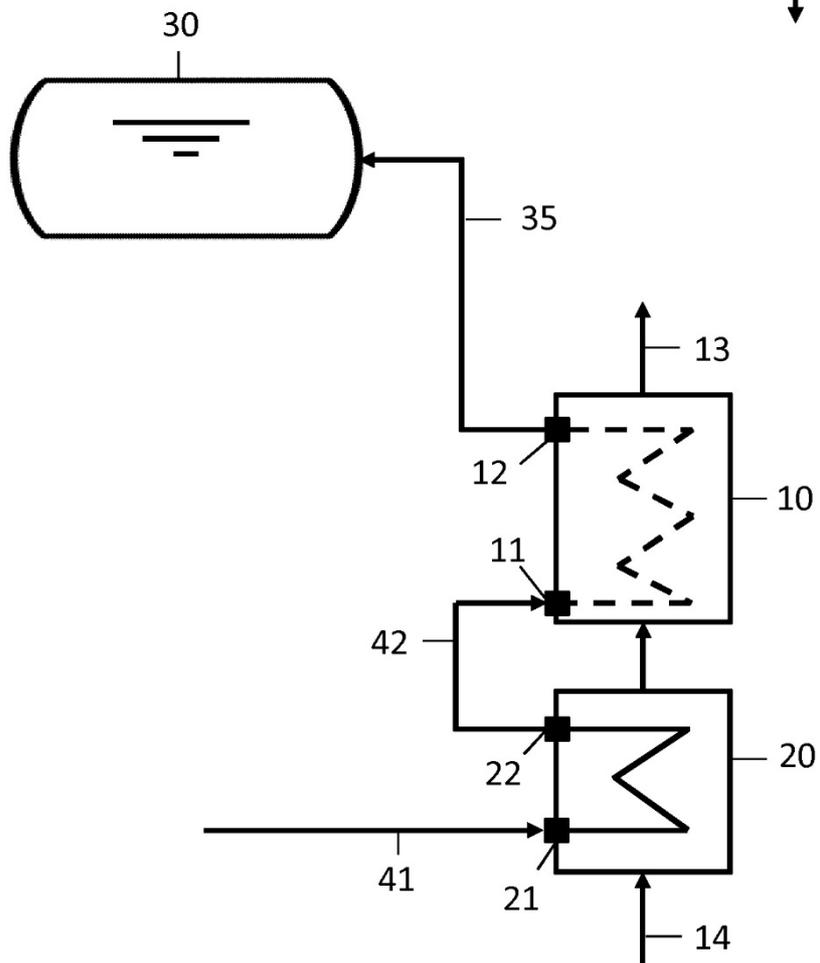


Fig. 2

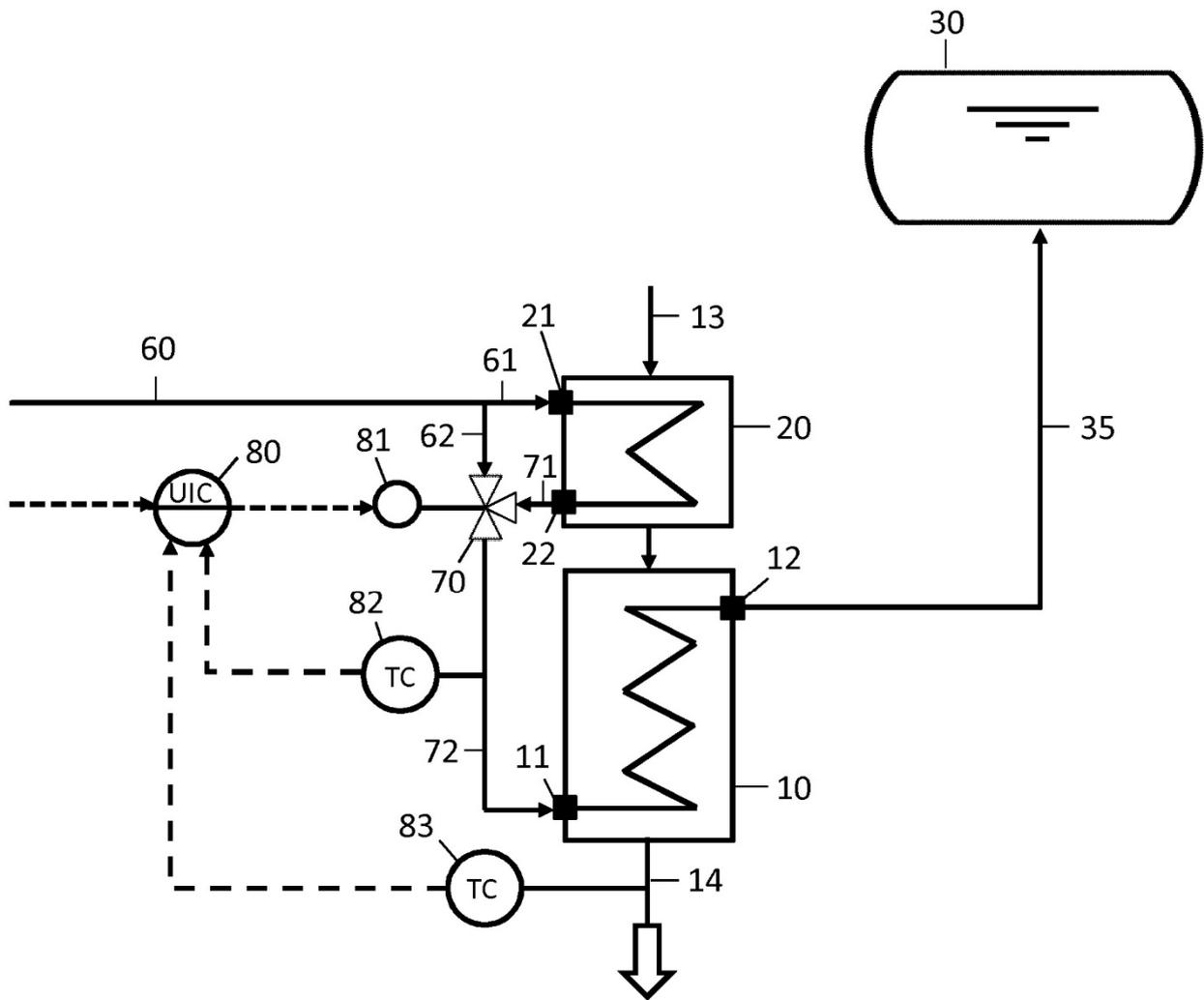


Fig. 3

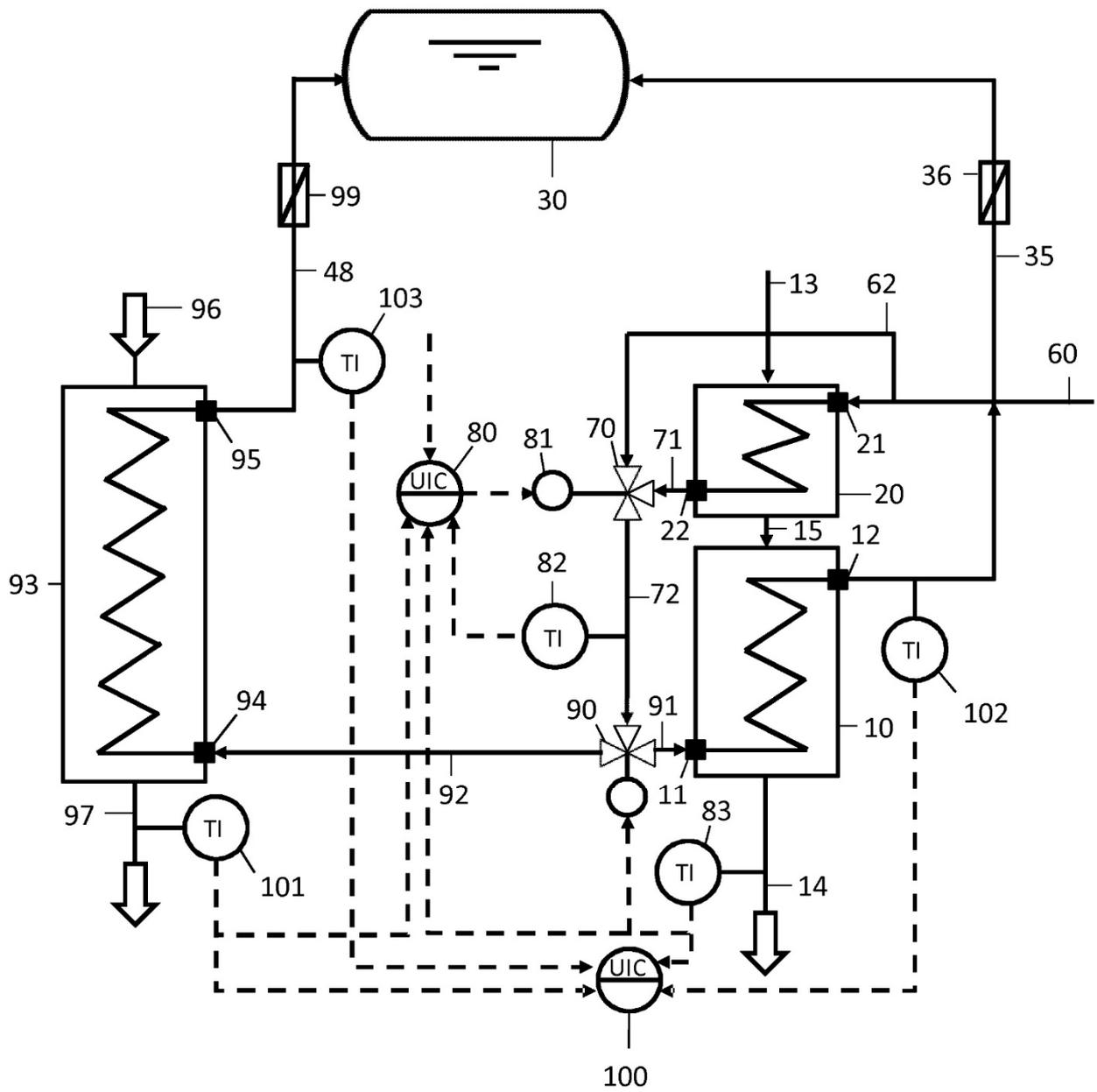


Fig. 4