

Ch/M



3 03 157

## memoria descriptiva

CLASE DE REGISTRO	Una Patente de Invención por veinte años.
NOMBRE Y NACIONALIDAD DEL SOLICITANTE	Gesellschaft für Linde ' s Maschinen Aktiengesellschaft - sociedad alemana -
RESIDENCIA Y DOMICILIO	Hildastrasse 2-10 Wiesbaden (Alemania)
<input type="checkbox"/> OBJETO	" PROCEDIMIENTO PARA LA ELIMINACION DE COMPONENTES FACILMENTE CONDENSABLES DE GASES POR ENFRIAMIENTO EN CAMBIADORES TERMICOS PERIODICAMENTE CONMUTABLES "
INVENTOR	Rudolf Becker, de nacionalidad alemana
PRIORIDAD	Solicitud patente alemana G 38.488 Ia/17g, del 17 de agosto de 1963.



263157

1

5

10

15

20

25

El invento se refiere a un procedimiento para la eliminación de componentes fácilmente condensables de gases por enfriamiento en cambiadores térmicos periódicamente conmutables de tubos o de placas en contracorriente respecto al gas puro frío, precipitándose los componentes fácilmente condensables y después de la conmutación se evaporan de nuevo y en que una corriente de gas puro frío que debe obtenerse libre de los componentes fácilmente condensables, se conduce fuera de la instalación a través de secciones transversales especiales, solo reservadas para esta corriente de gas puro, de los cambiadores térmicos conmutables.

Para la eliminación de componentes fácilmente condensables desde mezclas de gas, por ejemplo, para la eliminación de  $H_2O$  y  $CO_2$  del aire o para la obtención de fracciones enriquecidas en componentes fácilmente condensables, como por ejemplo de etileno crudo a partir de gas de horno de coque o de gas rico en  $SO_2$  del gas de tueste, se hace uso frecuentemente de cambiadores térmicos de contracorriente periódicamente conmutables de las más distintas formas de construcción, como regeneradores con o sin serpentinas de tubos, aparatos de contracorriente de tubos y placas o los así llamados "reversing exchangers" (intercambiadores reversibles). En ello siempre el gas crudo caliente, transmitiendo una parte de su contenido de calor, se refrigera en gas puro frío, precipitándose en forma líquida o sólida aquellos componentes, cuyos puntos de rocío son sobrepasados durante el enfriamiento, y después de la conmutación se alejan de nuevo. En los regene-

14 AGO 1964



- 2 -

303157

1  
5  
10  
radores esta transmisión de calor se efectúa con ayuda de masa acumuladora de calor, que en un primer periodo enfría el gas crudo caliente y se calienta por si misma, mientras que en un periodo siguiente fluye gas puro frio en dirección opuesta a la dirección del gas crudo, a través del regenerador y lleva la masa acumuladora de nuevo a la temperatura baja requerida para la refrigeración del gas crudo. En los aparatos de contracorriente de tubos o placas sin masa acumuladora de calor y en los así llamados reversing exchangers la refrigeración del gas crudo se efectúa en intercambio de calor de contracorriente directo respecto a gas puro frio.

15  
20  
Para la eliminación de los componentes condensados han llegado a conocerse diferentes modos de proceder. En el caso de la descomposición del aire, por ejemplo, están previstos cuatro regeneradores, de los que en cada caso dos son recorridos por aire, y los otros dos en dirección opuesta son recorridos por nitrógeno frio, respectivamente oxígeno procedentes de la columna de rectificación. El gas puro frio ocasiona la sublimación de las impurezas depositadas en el periodo precedente y las conduce fuera consigo.

25  
Para un procedimiento, como el de la obtención del etileno crudo, en que el gas frio, libre de componentes fácilmente condensables, no se sigue descomponiendo de modo inmediatamente sucesivo, sino que debe dejarse salir en caliente fuera de la instalación, se necesitan tres regeneradores: En el primero se enfría el gas crudo, en el segundo se evapora el  $\text{CO}_2$  y  $\text{C}_2\text{H}_4$  condensado por vacío y/o por gas de lavado y se con-

10  
14 AGO 1947

- 3 -

1  
303157

duce a un gasómetro y en un tercer regenerador el gas frío, ahora libre de  $\text{CO}_2$  y de etileno, se calienta de nuevo y se cede para la ulterior elaboración.

5  
10  
15  
20  
Todos los procedimientos descritos que, de una manera correspondiente también pueden ejecutarse en aparatos de contracorrientes de tubos o placas, tienen el inconveniente de que el gas crudo y el gas puro tienen que conducirse en sucesión cronológica a través de las mismas secciones transversales, sirviendo como en el caso de la descomposición del aire, un producto de gas puro, procedente de la instalación de descomposición conectada posteriormente, como gas lavador y por ello se impurifica de nuevo; en un procedimiento como el de la obtención de etilano crudo, aunque entre el periodo de gas crudo y el de gas puro se interconecta un periodo de lavado, sin embargo, la evaporación durante este periodo nunca es tan completa que esté excluida totalmente una impurificación del gas puro que pasa fluyendo en el periodo siguiente; esto es, por ejemplo, inconveniente, cuando el gas del horno de coque, después de la extracción del etileno, en la que se condensa al mismo tiempo forzosamente  $\text{H}_2\text{S}$ , debe dederse libremente  $\text{H}_2\text{S}$ .

25  
El gas puro, según esto, solamente puede obtenerse estando libre de las impurezas antes separadas, si se le hace salir fuera de la instalación a través de una o varias secciones transversales, solamente reservadas a esta corriente de gas puro, de los cambiadores térmicos conmutables. Para obtener en la descomposición del aire especialmente el

14



- 4 -

303157

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25

oxígeno en la forma más pura, por lo tanto, en los regeneradores se han montado serpentines tubulares y se ha conducido el oxígeno haciéndole retroceder a través de éstos, mientras que la masa acumuladora de calor era recorrida alternativamente por aire y nitrógeno. Al utilizar aparatos de contracorriente de tubos o placas se hacía uso de una conexión a modo de los "reversing exchangers" conduciéndose también aire y nitrógeno alternativamente a través de dos secciones transversales, mientras que el oxígeno fluye siempre a través de la misma tercera sección transversal.

Otro camino para hacer salir desde la instalación gas puro frío sin impurezas por las precipitaciones en los regeneradores, consiste en purificar el gas crudo en un periodo como es usual y en enfriarlo y en evaporar los condensados en un segundo periodo por medio de gas lavador, calentar después una parte del gas frío purificado en un tercer periodo en el regenerador dejado libre por lavado, y refrigerar de nuevo esta corriente calentada de gas parcial en cambiadores térmicos de tubos en contracorriente respecto a producto de descomposición frío, que debe abandonar la instalación como gas puro.

Todos estos procedimientos hasta ahora dados a conocer para la eliminación de componentes fácilmente condensables de mezclas de gas, en que deba obtenerse gas puro libre de los mencionados condensados, muestran conjuntamente el inconveniente de que solamente una parte del gas crudo puede cederse como gas puro, ya que la participación restante

del gas ya purificado se necesita para la eliminación de las precipitaciones sobre la masa acumuladora de los regeneradores, respectivamente en las paredes de los reversing exchangers.

El valor de la participación del gas puro requerido como gas lavador para garantizar una eliminación completa de los componentes de gas crudo depositados sobre la masa acumuladora, puede determinarse por medio de la relación de sublimación  $K_S$ , que se define como la relación entre el producto de la presión  $P_R$  del gas crudo en el cambiador térmico y la masa de gas lavador  $M_S$  y el producto de la presión de gas lavador  $P_S$  en el cambiador térmico y la cantidad de gas crudo  $M_R$ :

$$K_S = \frac{P_R \times M_S}{P_S \times M_R}$$

De ello puede deducirse que  $K_S$  es tanto mayor, respectivamente que la sublimación de los componentes precipitados se realiza tanto más completamente, cuando mayor sea la presión del gas crudo y la cantidad del gas lavador y cuanto menor sea la presión del gas lavador y la cantidad del gas crudo.

La elección de  $K_S$  depende fuertemente de la clase de construcción del cambiador térmico. Como en disposiciones con regeneradores corrientes, solamente rellenos con masas acumuladoras, la sublimación apenas es perturbada, sería suficiente en sí elegir  $K_S = 1$ , para asegurar una evaporación suficiente de los precipitados. La presión de gas crudo, por razones de la técnica de rectificación, sin embargo, generalmente está situada aproximadamente entre 5-6 ata, de modo que

14 AGO 1964

1

57  
aumenta correspondientemente  $K_S$ . Como la cantidad total del gas puro frío se hace volver a través de los regeneradores, como ya se ha descrito, es inevitable una impurificación por las sustancias depositadas sobre la masa acumuladora.

5

10

15

Por el montaje ya mencionado de serpentines de tubos en los regeneradores para la reconducción de gas puro, se perturban considerablemente las condiciones de intercambio térmico y de sublimación. Se ha determinado empíricamente que  $K_S$  en regeneradores con serpentines de tubos tiene que tener el valor de 2,5 si se quiere garantizar la eliminación de los condensados. Si se supone  $P_R$  con 5,8 ata y  $P_S$  con 1,1 ata, la cantidad necesaria de lavado es casi la mitad de grande que la cantidad de gas crudo; por lo tanto, sólo por esta razón puede obtenerse aproximadamente la mitad del gas crudo como gas puro solamente. A esto se añade además que por los serpentines de tubos se aumentan los costes de instalación.

20

Las mismas condiciones prevalecen en el enfriamiento y la purificación de gases en los reversing exchangers. La relación de sublimación, lo mismo que en los regeneradores con serpentines tubulares, debe establecerse en 2,5, de modo que con la misma relación de presión de gas crudo respecto a gas puro la cantidad de gas crudo de paso de nuevo tiene que ser doble de grande que la cantidad obtenible de gas puro.

25

También en el procedimiento descrito según la patente federal alemana 1 065 867 la cantidad obtenible de gas puro es solamente aproximadamente la mitad que la cantidad de gas crudo a elaborar. Además el doble calentamiento



14

14 ABR 1924

- 7 -

1

203157

ocasiona considerables pérdidas de frío y trae consigo la necesidad de prever mayores superficies de calefacción.

5

Con los procedimientos conocidos, por lo tanto, no era posible obtener en una instalación de Linde-Fränk más de 50% de la cantidad de aire en forma de gases puros. El objeto del invento consiste en crear un procedimiento para la eliminación de componentes fácilmente condensables de gases por enfriamiento en cambiadores térmicos periódicamente conmutables de tubos o placas en contracorriente a gas puro frío, precipitándose los componentes fácilmente condensables y evaporándose de nuevo después de la conmutación, y en que una corriente de gas puro frío, que debe obtenerse libre de los componentes fácilmente condensables, se conduce fuera de la instalación a través de secciones transversales especiales solamente reservadas a esta corriente de gas puro, de los cambiadores térmicos conmutables, por medio del cual con reducido gasto de costes de instalación y de energía, con extensa evaporación de los condensados y casi completo intercambio térmico, puede extraerse fuera de la instalación una parte máxima posible de la cantidad del gas crudo como gas puro.

10

15

20

Este problema se resuelve porque los condensados se evaporan de nuevo a una infrapresión de 0,05 a 0,5 ata, preferentemente de aproximadamente 0,1 ata.

25

La evaporación de los condensados precipitados por vacío puede mejorarse considerablemente según una ejecución preferente de la idea del invento porque durante el periodo de vacío se agrega una cantidad de gas lavador  $M_g$  de 1 a 3



14 AGO. 1924

- 8 -

303157

1

$\frac{P_S M_R}{P_R}$  preferentemente de 1,5  $\frac{P_S M_R}{P_R}$ . Puede servir de gas lavador, bien sea el gas refrigerado y libre de componentes fácilmente condensables o un producto procedente de una instalación conectada posteriormente de descomposición o finalmente también gas extraño de cualquier origen.

5

La cantidad de gas lavador, presuponiendo una presión de gas crudo de 5,8 ata, está situada en estas condiciones aproximadamente entre 1/100 y 1/4 de la cantidad de gas crudo. En las condiciones más desfavorables según esto pueden obtenerse todavía 3/4 de la cantidad del gas crudo como gas puro, mientras que en los procedimientos conocidos se necesita por lo menos la mitad de la cantidad de gas crudo para fines de lavado.

10

15

El procedimiento según el invento puede ejecutarse en cambiadores térmicos de diferentes construcciones y en diferentes conexiones de periodos, así por ejemplo, en cambiadores de placas, en los que en cada caso una sección transversal es recorrida por el periodo de gas crudo, una sección por el periodo de sublimación y una sección por el periodo de gas puro, intercambiándose solamente las secciones transversales de gas crudo con las secciones de sublimación mientras que el gas puro corre siempre a través de las mismas secciones transversales. El grado de eficacia de la transmisión de calor importa en este caso sólo aproximadamente 75%, porque el intercambio de calor entre gas crudo y gas puro es obstaculizado

20

25



303157

1 en cada caso en un lado por una sección transversal de vacío.  
Además la sublimación se dificulta mucho en las secciones trans-  
versales de vacío por las secciones transversales que limitan  
5 en cada caso en un lado, rellenas de gas puro frío. Como la  
condensación y la evaporación se producen siempre en secciones  
vecinas entre sí, no tienen que adoptarse medidas para el al-  
macenaje del calor de condensación; la superficie calentadora  
requerida es por ello relativamente pequeña. Sin embargo, tie-  
nen que aceptarse las malas condiciones de sublimación.

10 Otra forma de ejecución del procedimiento según  
el invento consiste en que se ejecuta en dos bloques de cam-  
biadores de placas, recorriéndose de las secciones transversa-  
les de uno de los bloques en cada caso uno por gas crudo y el  
siguiente por gas puro, mientras que de las secciones transver-  
15 sales del segundo bloque en cada caso uno de ellos se evacúa  
con el fin de alejar los componentes depositados en el periodo  
precedente de gas crudo, y eventualmente se carga con gas la-  
vador y la siguiente está desconectada, y en que al conmutar  
20 se alternan las secciones de gas crudo del primer bloque con  
las secciones de sublimación del segundo, y las secciones de  
gas puro del primero con las secciones transversales desconec-  
tadas del segundo bloque. La superficie de calefacción requere-  
rida, si bien respecto al procedimiento descrito en el último  
25 párrafo es mayor por un tercio, sin embargo, el grado de trans-  
misión de calor está situado aproximadamente a 100% ya que siem-  
pre se delimitan entre sí secciones transversales de gas crudo  
y de gas puro. Además la sublimación no es obstaculizada por



- 1 0 -

303157

1 una sección vecina para gas puro frío. Como el calor de condensación en esta conexión tiene que ser almacenado, la capacidad de calor del sistema de placas, por elección de material adecuado y de la cantidad de material a elaborar, debe dimensionarse  
5 suficientemente grande.

En el procedimiento recién descrito la temperatura de la sección transversal de sublimación puede aumentarse algo y por ello puede facilitarse la sublimación, cuando, según otro desarrollo de la idea del invento, la conmutación de  
10 las secciones transversales de gas crudo y de sublimación y la conmutación de las secciones de gas puro a las secciones paradas se desplazan cronológicamente de tal manera que después de la carga de las secciones transversales de gas crudo del primer bloque con condensado, primeramente se alternan las seccio-  
15 nes de gas puro del primer bloque con las secciones desconectadas del segundo bloque y que después de calentamiento parcial de las secciones cargadas de gas crudo del primer bloque éstas se alternan con las secciones transversales de sublimación del  
20 segundo bloque.

También al utilizar cambiadores térmicos de tubos, según las condiciones dadas de presión y de volumen, son posibles diferentes modos de la conducción de gas: Pueden preverse refrigeradores alternables en cada caso con un sistema  
25 de serpentines tubulares rodeados por una envuelta, que además alternan entre gas crudo y vacío, y dejan correr el gas puro a través de los serpentines tubulares del refrigerador, que precisamente se encuentra en el periodo de gas crudo. Además es posible disponer dos sistemas de serpentines tubulares den-



203.57

1  
5  
tre de una envuelta refrigerante, conduciendo el gas puro a través del recinto exterior y conmutar ambos sistemas de serpentines tubulares entre gas crudo y vacío. Esta forma de ejecución, que, por lo tanto, sólo requiere un único cambiador y por consiguiente menos superficie de calefacción, pero a su vez posee un grado de eficacia de transmisión de calor menos bueno, es favorable especialmente cuando el gas puro está sometido a poca presión.

10  
15  
20  
Se prefiere ejecutar el procedimiento según el invento en dos cambiadores térmicos de tubos alternantes en cada caso con un sistema de serpentines tubulares rodeado por una envuelta, cuya capacidad térmica está dimensionada tan grande que puede acumularse el calor de condensación, conduciéndose por el interior del sistema tubular del primer cambiador, gas crudo caliente, y a través del recinto exterior del primer cambiador se conduce gas puro frío, mientras que en los tubos del segundo cambiador tiene lugar la sublimación, y el recinto exterior del segundo intercambiador está detenido y en que al conmutar se alterna la sección transversal de gas crudo del primer intercambiador con la sección de sublimación del segundo y la sección de gas puro del primero con la sección transversal desconectada del segundo intercambiador.

25  
El almacenaje del calor de condensación puede facilitarse según el invento porque los recintos exteriores de ambos intercambiadores se rellenan con masa acumuladora de calor, por ejemplo, granulado de aluminio. Si bien la necesidad de superficie de calefacción de esta disposición com-

14 JUN 1964



- 12 -

303.57

1  
5  
10  
puesta de dos cambiadores térmicos es elevada, sin embargo, la transmisión de calor entre gas crudo y gas puro tampoco se obstaculiza por una sección transversal de vacío y así se alcanza un grado de eficacia de transmisión de calor de aproximadamente 100%. Por razón de las secciones transversales, en comparación con otras disposiciones, grandes para el gas puro y pequeñas para el gas crudo, la caída de presión del gas puro y las pérdidas de gas crudo, que se manifiestan al conmutar, son muy pequeñas.

15  
20  
También en este procedimiento puede favorecer la sublimación según otra realización del invento porque la conmutación de las secciones transversales de gas crudo y de sublimación y la conmutación de las secciones de gas puro a las secciones desconectadas se desplaza cronológicamente de tal modo que, después de la carga de la sección transversal de gas crudo del primer cambiador térmico con condensado, primeramente se alterna la sección de gas puro del primer intercambiador térmico con la sección desconectada del segundo intercambiador térmico y porque la sección cargada de gas crudo del primer intercambiador, después de calentamiento parcial se alterna con la sección transversal de sublimación del segundo intercambiador.

25  
Cuando deban obtenerse dos o varias corrientes de gas o partes de corrientes de gas en forma pura, entonces, según otro desarrollo de la idea del invento, deben preverse dos cambiadores térmicos alternables, de los que cada uno de compone de dos o varios sistemas de serpentines tubulares y de



1

una envuelta que les rodea, conmutándose los recintos exteriores de los cambiadores térmicos entre gas crudo y vacío, mientras que las corrientes de gas puro se conducen a través de los correspondientes sistemas tubulares de aquel intercambiador

5

térmico, cuyo recinto exterior precisamente es recorrido por gas crudo. La capacidad de calor de los sistemas tubulares tiene que ser a su vez tan grande que el calor de condensación pueda acumularse. Correspondientemente también aquí por desplazamiento cronológico de la conmutación de la sección de gas crudo

10

y de la sección de sublimación y la conmutación de las secciones transversales de gas puro con las secciones desconectadas, puede favorecerse la sublimación. Para el intercambio térmico entre las partes de gas, que no deban obtenerse como gas puro, y el gas crudo, deben preverse siempre regeneradores ordinarios.

15

10

15

20

El grado de eficacia de la transmisión de calor también aquí tiene el valor de aproximadamente 100%, teniendo que considerarse de nuevo que, frente a disposiciones que no poseen secciones transversales periódicamente desconectadas y por ello muestran una mala transmisión de calor, se necesita más superficie de calefacción.

25

Como ya se ha indicado, al utilizar disposiciones, en las que de cuatro secciones transversales, en cada caso una es recorrida por el periodo de gas crudo, de gas puro o de sublimación, mientras que la cuarta está desconectada, y en que en cada caso la sección de gas crudo se alterna con la sección de sublimación, y la sección de gas puro con la sección desconectada, por el espesor de pared dimensionado suficientemente



303157

1 grande de las superficies de intercambio y eventualmente por  
rellenado con masa acumuladora de calor como granulado de alu-  
minio, se cuida que pueda acumularse el calor de condensación.  
5 Esta necesidad cesa cuando el procedimiento según el invento  
se modifica de tal modo que se deriva una determinada cantidad  
de la corriente de gas puro caliente, que abandona la instala-  
ción, se conduce mediante un soplador en la dirección del gas  
crudo a través de la sección transversal desconectada, después  
10 de refrigeración se mezcla agregándose a la corriente de gas  
puro frío y junto con ésta se conduce a través de la sección  
transversal de gas puro. La capacidad de calor de esta canti-  
dad de gas conducida en circuito, tiene que estar dimensiona-  
da tan grande que la cantidad de calor, que se libera durante  
15 el periodo de gas crudo en la condensación de los componentes  
de gas crudo de punto de ebullición más alto, pueda transmi-  
tirse continuamente a la sección transversal de sublimación.

20 Si el gas crudo que debe elaborarse según el pro-  
cedimiento del invento todavía contiene tanta humedad que no  
se puede hacer funcionar los cambiadores térmicos sin trastor-  
nos a causa de los depósitos de hielo, según otro desarrollo  
de la idea del invento, para rebajar el punto de rocío del agua  
en el gas crudo se conecta en cada caso un dispositivo de ad-  
sorción delante de aquellas secciones transversales que son  
25 recorridas alternativamente por un periodo de gas crudo y por  
un período de sublimación.

El invento se explicará más detalladamente ahora  
mediante la representación esquemáticamente y un ejemplo nu-  
mérico:



303157

En una instalación de Linde-Fränk1 deben obtenerse 5.000 Nm<sup>3</sup>/h de oxígeno purísimo. Para ello se necesita un volumen de aire de alrededor 30.000 Nm<sup>3</sup>/h que está disponible a una presión de 5,8 ata. En la fase de conexión representada de los regeneradores 3 y 7 que se caracteriza por líneas fuertemente trazadas, fluyen 25.000 Nm<sup>3</sup>/h de ello a través de los conductos 1 y 2 en el regenerador 3 solamente llenado con masa acumuladora de calor, se enfrían allí y se liberan de CO<sub>2</sub> y de H<sub>2</sub>O, y seguidamente se suministran a través del conducto 4 a la instalación de descomposición del aire. Al mismo tiempo se obtiene como producto de descomposición 25.000 Nm<sup>3</sup>/h de nitrógeno impuro frío que se dejan escapar de la instalación en estado caliente a través de los conductos 5, y 6, del regenerador 7 y del conducto 8, con refrigeración de la masa acumuladora y evaporación del H<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub> precipitados.

La conducción de retorno de los 5.000 Nm<sup>3</sup>/h de oxígeno como gas puro se efectúa ahora según el invento del modo siguiente: La cantidad de aire correspondiente a la cantidad de oxígeno según el balance térmico, esto es 5.000 Nm<sup>3</sup>/h, para la reducción del contenido de humedad se conduce primeramente a través de un dispositivo 20 de adsorción, en que se rebaja el punto de rocío del agua aproximadamente a 0°C. Sigue el enfriamiento en los serpentines tubulares 10 dispuestos en el interior del cambiador térmico 9, en contracorriente respecto al oxígeno frío extraído por el conducto 11 de la instalación de rectificación, que se hace salir a través del recinto 12a del cambiador térmico 9, la llave de tres pa-





1  
5  
10  
15  
20  
25

3-157

pendiente posición de la llave de tres pasos 19. Cuando los serpentines tubulares 10 están suficientemente cargados de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O primeramente sólo se conmuta el oxígeno desde el cambiador térmico 9 al cambiador térmico 13, de modo que los serpentines tubulares 10 ya se calientan antes del periodo de lavado aproximadamente por 20°, y los serpentines tubulares 15, en los que ya se ha determinado la sublimación se enfrían ya antes del período de gas crudo aproximadamente por 20°. Esta medida ocasiona una sublimación más fácil, de modo que puede elegirse una relación menor de sublimación. Solo a continuación de ello se conmuta los sistemas de serpentines tubulares 10 y 15.

En el funcionamiento de los cambiadores térmicos 9 y 13 según el invento, tomando como base los valores numéricos mencionados en el ejemplo, resulta una relación de sublimación de  $K_S = 1,5$  que se calcula de los siguientes datos:  $P_R = 5,8$  ata;  $P_S = 0,1$  ata;  $M_R = 5.000$  Nm<sup>3</sup>/h;  $M_S = 130$  Nm<sup>3</sup>/h. Por la conmutación periódica del gas puro y por el calentamiento ocasionado por ello de la sección transversal cargado hacia el final del periodo del gas crudo se garantiza perfectamente la eliminación de los condensados también con valores de  $C_S$  por debajo de 1 ó solo poco por encima de 1. Sin embargo, la proporción entre la cantidad de gas crudo elaborado y la cantidad obtenible de gas puro es aproximadamente 1 : 1, ya que 5.000 Nm<sup>3</sup>/h de oxígeno puro y 130 Nm<sup>3</sup>/h de nitrógeno lavador pueden hacerse salir en contracorriente con sólo 5.000 Nm<sup>3</sup>/h de aire. Por lo tanto, por primera vez es fundamentalmente posible obtener como gas puro (O<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>) casi la totalidad del

14 AGO 1964

- 18 -

303 57

1 volumen de gas suministrado como gas crudo (en el ejemplo citado como aire).

5 Si debe cederse en forma pura no sólo el oxígeno, sino también la totalidad del nitrógeno, pueden sustituirse los regeneradores 3 y 7 por dos cambiadores térmicos de tubos alternables, como están provistos para oxígeno en el presente ejemplo.

10 Como ya se ha comprobado, la ventaja del procedimiento según el invento ante todo reside en que la cantidad de gas crudo necesaria para la obtención de una determinada cantidad de gas puro se ha reducido en comparación a los procedimientos conocidos, desde 33 hasta aproximadamente 50%. Por esta razón también las pérdidas de frío, permaneciendo igual  
15 la diferencia de temperatura en el extremo caliente de los cambiadores térmicos, han descendido considerablemente, de modo que el consumo mayor de energía para la conservación del vacío queda más que compensado. La disminución de la cantidad de gas crudo a elaborar, tiene por consecuencia además una esencial economía de superficie de calentamiento y por ello de gastos de instalación. Aún cuando se ejecute el procedimiento según el invento, en intercambiadores con cuatro secciones transversales, que muestran un grado de eficacia de transmisión de calor de aproximadamente 100% y requieren superficie de calentamiento mucho mayor que los intercambiadores con tres secciones transversales y correspondientemente peor transmisión de calor, la superficie de calefacción requerida para el procedimiento según el invento, con igual cantidad de gas puro pro-



303157

1

ducido, es menor que en los procedimientos conocidos, que trabajan con tres secciones transversales y un grado de eficacia de transmisión de calor de 75%.

5

Además de aire, según el procedimiento de acuerdo con el invento, también puede liberarse, por ejemplo, gas de coque y gas de convertidor, antes de su descomposición de temperatura profunda, de  $\text{CO}_2$  y componentes semejantes. El gas de convertidor debe estar previamente purificado adecuadamente en ello, tanto que su contenido de  $\text{CO}_2$  esté situado aproximadamente más hacia 0,5%. Se emplea como gas lavador el gas residual de la descomposición.

10

15

20

25

Otro ejemplo importante para aquella forma de ejecución del invento, en la que la conmutación entre gas crudo y vacío y la conmutación del gas puro a las secciones transversales desconectadas se desplazan cronológicamente, es la eliminación del nitrógeno desde el hidrógeno a temperaturas situadas por debajo del punto de fusión del nitrógeno. En este alcance de temperatura se manifiesta el así llamado efecto de prensa conocido por la literatura: La presión parcial del nitrógeno sobre nitrógeno sólido es en el hidrógeno comprimido mayor que en el hidrógeno distendido, es decir, que el hidrógeno distensionado puede recoger menos nitrógeno que el hidrógeno comprimido a igual temperatura. La sublimación de nitrógeno sólido separado desde hidrógeno comprimido, por el hidrógeno resultante en estado distendido por ejemplo, en el curso de una subsiguiente licuefacción de hidrógeno, por lo tanto, sólo es posible, cuando de acuerdo con el ejemplo de



303157

1 ejecución realizado, la sublimación se efectúa a temperatura  
 aumentada, conmutándose el gas puro cada vez ya poco antes del  
 final del período de gas crudo, de modo que el sistema de ser-  
 pentín tubular, que recorre el período de gas crudo, ya puede  
 5 calentarse algo antes del comienzo del período de sublimación.  
 La masa de la superficie de intercambio térmico de nuevo tiene  
 que dimensionarse aquí tan grande que pueda almacenarse el ca-  
 lor de condensación, respectivamente el calor de sublimación.

10 N O T A  
 =====

La presente patente de invención comprende las  
 siguientes reivindicaciones:

- 15 1.- Procedimiento para la eliminación de compo-  
 nentes fácilmente condensables de gases por enfriamiento en  
 cambiadores térmicos periódicamente conmutables, tubulares o  
 de placas, en contracorriente a gas puro frío, precipitándose  
 los componentes fácilmente condensables y evaporándose de nue-  
 20 vo después de la conmutación haciéndose salir fuera de la ins-  
 talación la parte de la corriente de gas puro frío que debe  
 obtenerse libre de los componentes fácilmente condensables, a  
 través de secciones transversales especiales, reservadas sólo  
 para esta corriente de gas puro, de los intercambiadores tér-  
 25 micos conmutables, caracterizado porque los condensados se eva-  
 poran de nuevo a una infrapresión de 0,05 a 0,5 ata, preferen-  
 temente a 0,1 ata aproximadamente.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, ca-



3157

1

racterizado porque la nueva evaporación de los condensados durante el periodo de vacío se apoya por adición de una cantidad de gas lavador  $M_S$  de 1 a 3  $\frac{P_S M_R}{P_R}$  preferentemente de 1,5  $\frac{P_S M_R}{P_R}$ ,.

5

10

15

3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque se ejecuta en dos bloques de intercambiadores de placas, recorriéndose de la secciones transversales de uno de los bloques en cada caso una por gas crudo y la siguiente por gas puro, mientras que de la secciones transversales del segundo bloque, en cada caso una de ellas es evacuada y eventualmente cargada de gas lavador y la siguiente se desconecta y en que al conmutar se alternan las secciones transversales de gas crudo del primer bloque con las secciones transversales de sublimación del segundo y las secciones transversales de gas puro del primer con las secciones transversales desconectadas del segundo bloque.

20

25

4.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque se ejecuta en dos intercambiadores térmicos tubulares alternables en cada caso con un sistema de serpentines tubulares circundados por una envuelta, conduciéndose, a través del interior del sistema tubular del primer intercambiador, gas crudo caliente, y a través del recinto del primer intercambiador, gas puro frío, mientras en los tubos del segundo intercambiador tiene lugar la sublimación y está en estado de reposo el recinto exterior del segundo intercambiador y alternando, al conmutar, la sección transversal de gas crudo del primer intercambiador con la sección transversal



373157

1 de gas puro del primero con la sección transversal desconectada del segundo intercambiador.

5 5.- Procedimiento según las reivindicaciones 3 ó 4, caracterizado porque la conmutación de las secciones transversales de gas crudo y de sublimación y la conmutación de las secciones transversales de gas puro a las secciones transversales desconectadas se desplaza cronológicamente de tal modo que después de la carga con condensado de las secciones transversales de gas crudo, primero se alterna la sección transversal de gas puro con la sección transversal desconectada y porque la sección transversal cargada de gas crudo, después de calentamiento parcial, se alterna con la sección transversal de sublimación.

15 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado porque de la corriente de gas puro caliente, que abandona la instalación, se deriva una determinada cantidad, se conduce mediante un soplador en la dirección del gas crudo a través de la sección transversal desconectada, después del enfriamiento se agrega mezclando con la corriente fría de gas puro y junto con ésta se conduce a través de la sección transversal de gas puro.

20 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado porque la masa de la superficie de intercambio térmico está dimensionada tan grande que puede  
25 acumularse la cantidad de calor que se va liberando en la condensación de los componentes del gas crudo de punto de ebullición más elevado.



14 ABO. 1964

- 23 -

303.57

1  
5  
8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 7, caracterizado porque delante de aquellas secciones transversales, que recorren alternativamente un periodo de gas crudo y un periodo de sublimación, en cada caso está conectado un dispositivo de adsorción.

9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 8, caracterizado porque los recintos exteriores de los intercambiadores térmicos tubulares se rellenan de masa acumuladora de calor.

10  
10.- Procedimiento para la eliminación de componentes fácilmente condensables de gases por enfriamiento en cambiadores térmicos periódicamente conmutables.

15  
Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva y se ilustra con los planos que a la misma se acompañan.

Consta esta memoria de veintitres hojas foliadas y escritas a máquina por una sola cara.

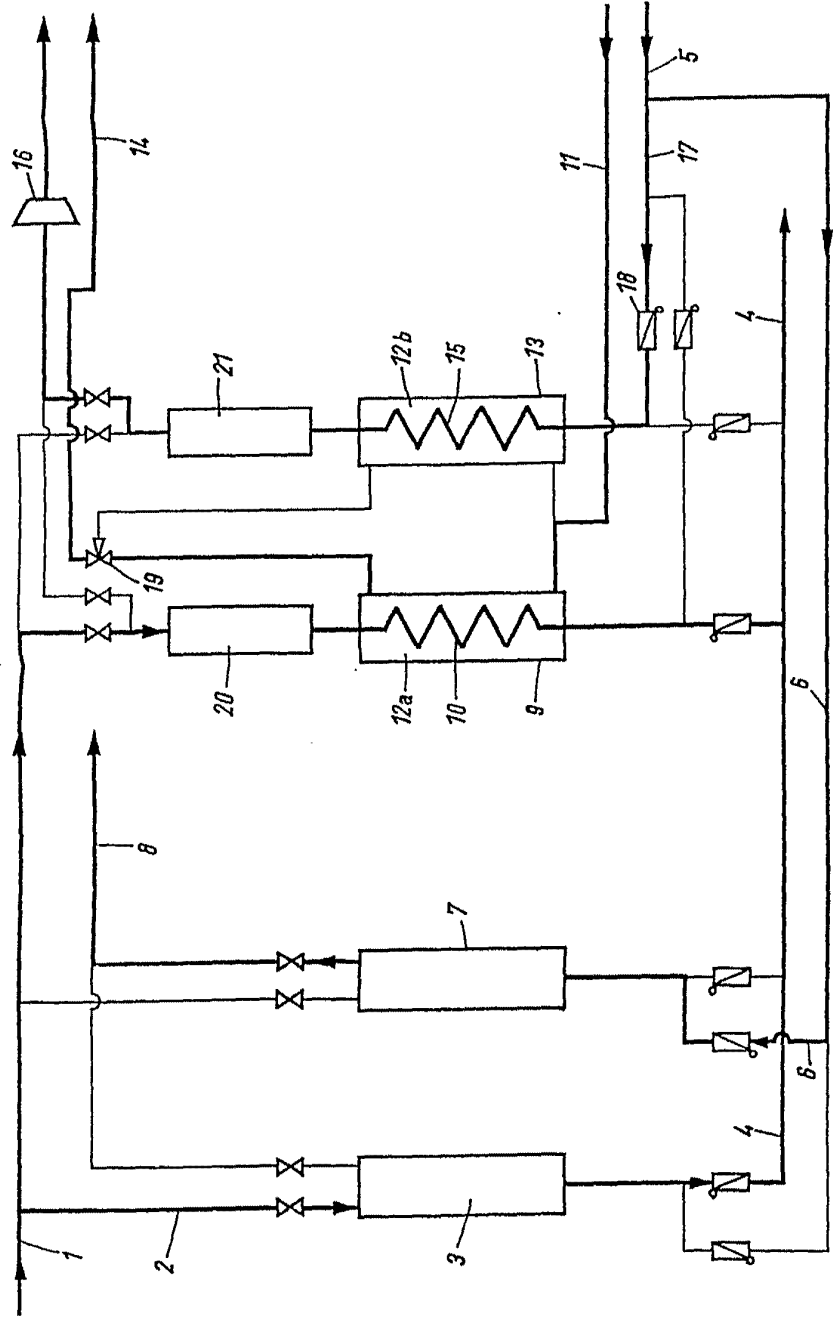
20  
Madrid, 14 ABO. 1964

CARLOS ROEB  
P. P.

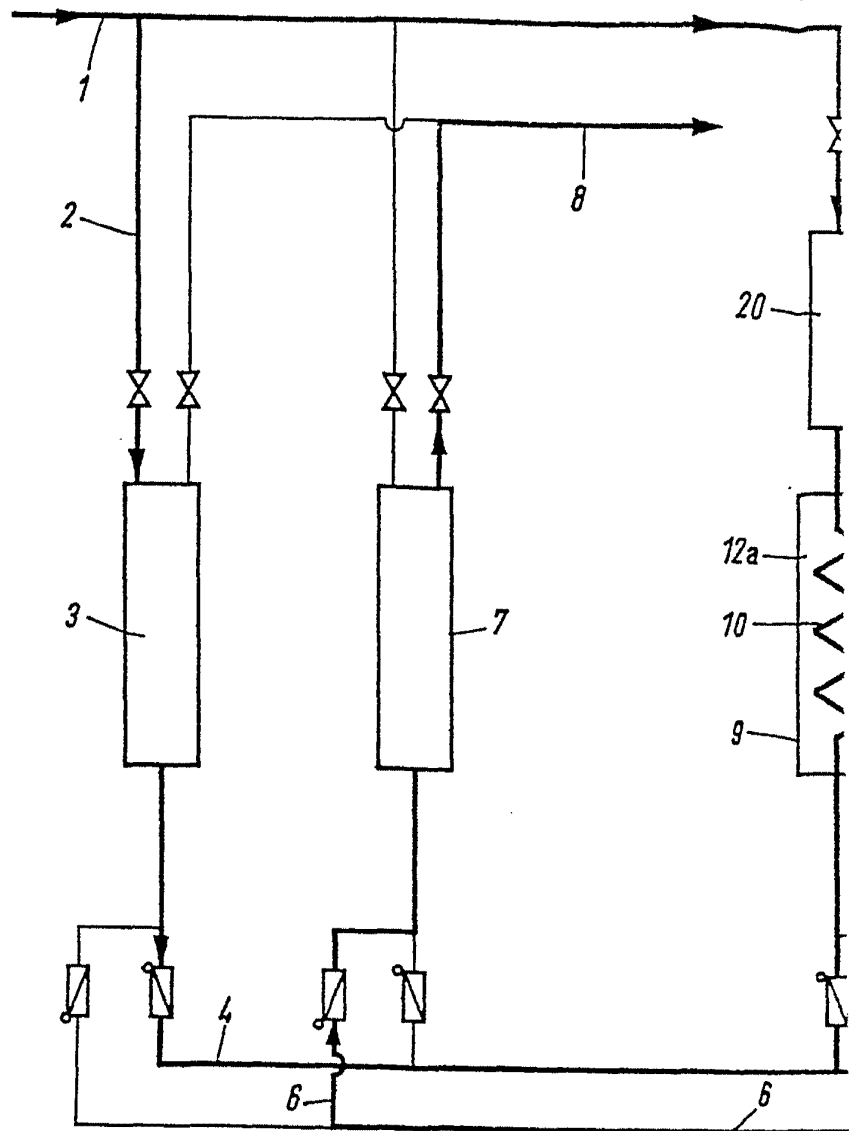
25

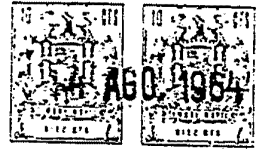


303.57

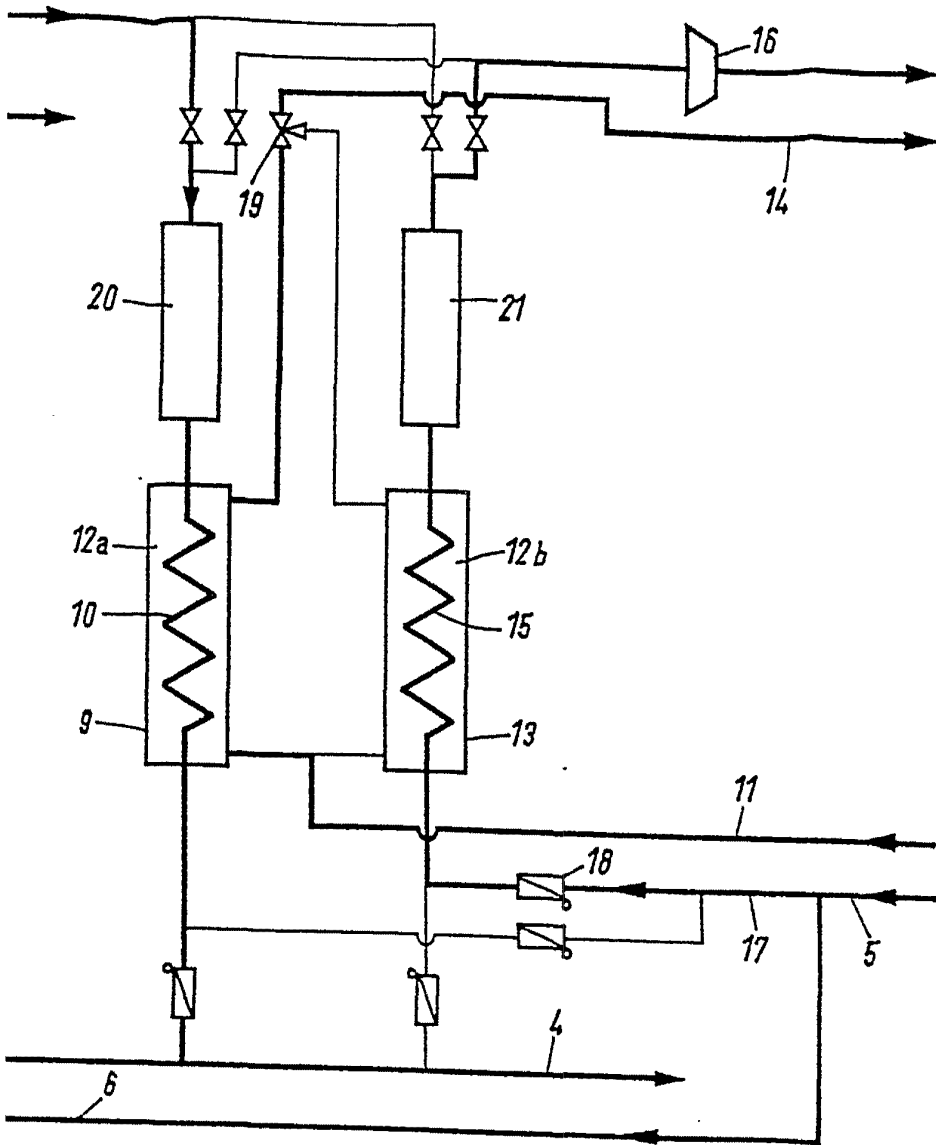


LEONIA VARIABLE  
FLOS ROER





303.57



ESCALA VARIABLE

CARLOS ROEB