

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

19	ES	11	NUMERO	468109	10	AI
		21				
		22	FECHA DE PRESENTACION			

PATENTE DE INVENCION

60 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
P 27 13 028.5	24 Marzo 1977	Alemania
47 FECHA DE PUBLICIDAD	61 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B01D	
64 TITULO DE LA INVENCION		
"Procedimiento y dispositivo para separar agua de gas húmedo"		
71 SOLICITANTE (S)		
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
8000 München 50, Dachauer Strasse 667 (Alemania)		
72 INVENTOR (ES)		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
Carlos Fernández Candelas		

La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para separar agua de aire húmedo u otro gas húmedo.

Es sabido que el contenido máximo posible de vapor de agua del aire por unidad de volumen depende exponencialmente de la temperatura, pero es independiente de la presión del aire. Se deduce de esto que la humedad relativa del aire aumenta en caso de una compresión isotérmica del aire, pudiendo llegarse a la saturación de vapor de agua del aire y a la condensación del vapor de agua. Este fenómeno se utiliza, -- por ejemplo, en los procedimientos de compresión conocidos -- para el secado de gases.

Sin embargo, se deduce también de la dependencia -- del contenido de vapor de agua del aire respecto de la temperatura que la humedad relativa del aire aumenta en caso de -- una expansión adiabática pudiendo llegarse igualmente a la -- saturación de vapor de agua del aire y a la condensación del vapor de agua. Este fenómeno se puede observar en la naturaleza cuando el aire húmedo se desplaza en el sentido de la -- altura y se dilata con ello, no siendo aportado calor desde ningún lado y no desempeñando tampoco papel alguno la pequeña adsorción de los rayos solares en el tiempo de ascensión relativamente corto. Al dilatarse el aire húmedo en condiciones sustancialmente adiabáticas se forma niebla y se puede -- llegar a la formación de precipitadas.

El invento se basa ahora en el problema de indicar medidas con las cuales se pueda separar de un gas húmedo una

cantidad de agua mayor de la que ha sido posible hasta ahora tanto con los procedimientos de compresión conocidos para el secado de gases como, también con una expansión adiabática de gas húmedo.

5 El problema se resuelve mediante un procedimiento que presenta las etapas de procedimiento siguientes:

- a) compresión del gas húmedo
- b) enfriamiento del gas húmedo comprimido
- c) expansión adiabática del gas húmedo

10 siendo cualquiera que se desee la sucesión de las etapas de procedimiento a) y c).

Con el procedimiento de acuerdo con el invento se puede aumentar ya al enfriar el gas húmedo comprimido la humedad relativa del aire de modo que se lleve a la condensación del vapor de agua presente en el gas húmedo. La mayor parte del agua que se ha de separar se separa al ocurrir la expansión adiabática del gas húmedo. El procedimiento de acuerdo con el invento tiene en comparación con los procedimientos de compresión conocidos para el secado de gases la ventaja de que con el procedimiento de acuerdo con el invento se pueda separar de un gas húmedo sustancialmente más agua que con los procedimientos de compresión conocidos. Frente a los procedimientos de obtención de agua conocidos, en los que el rocío que se forma por enfriamiento nocturno de las capas de aire próximas al suelo se aprovecha para fines de riego, el procedimiento de acuerdo con el invento tiene la ventaja de que el rendimiento es casi independiente de las

influencias atmosféricas y sustancialmente mayor que en los procedimientos de obtención de agua conocidos.

Según otra ejecución del invento, la compresión del gas húmedo tiene lugar en varias etapas, enfriándose el gas húmedo después de cada etapa de compresión.

Según otra ejecución del invento, en el caso de una compresión en varias etapas se puede enfriar primero el gas húmedo comprimido después de cada etapa de compresión y se puede expandir éste después por vía adiabática.

Según otra ejecución del invento, es ventajoso que el trabajo prestado por el gas húmedo durante la expansión adiabática se utilice para la compresión del gas húmedo, de modo que solo resulte necesario un consumo de trabajo adicional relativamente menor.

Según otra ejecución ventajosa del invento, el gas enfriado por la expansión adiabática se utiliza para el enfriamiento del gas húmedo comprimido.

El procedimiento de acuerdo con el invento resulta adecuado, por un lado, para la obtención de agua del aire atmosférico en las regiones desérticas más calientes y más secas de la tierra, donde la atmósfera contiene todavía 5 a 15 gramos de agua por metro cúbico de aire. El agua obtenida de la atmósfera se puede aprovechar para riego y también como agua potable.

Por otro lado, el procedimiento de acuerdo con el invento resulta adecuado también para el secado de gases.

Según otra ejecución del invento, se indica un dis-

positivo para separar agua de gas húmedo que se caracteriza por el hecho de que presenta al menos un compresor de una o varias etapas, accionable por motor, para comprimir el gas húmedo, al menos un refrigerador para enfriar el gas comprimido, al menos una máquina de expansión accionable por motor para la expansión adiabática del gas húmedo enfriado y comprimido y un primer separador de agua para separar agua del gas adiabáticamente expandido.

El dispositivo de acuerdo con el invento está proyectada de modo que puede ser hecha funcionar a niveles de presión diferentes, pudiendo ser la secuencia de compresión y expansión también a la inversa o pudiendo también alternar.

Según otra ejecución del invento, el dispositivo presenta al menos un segundo separador de agua para separar agua del gas comprimido enfriado por el refrigerador. Con el segundo separador de agua se puede separar del gas húmedo ya durante el enfriamiento del gas comprimido una parte del agua a separar.

Según otra ejecución del invento, la máquina de expansión está conectada directa o indirectamente con el compresor para el accionamiento por motor del compresor, de modo que el trabajo de compresión puede recobrase en amplio grado en la máquina de expansión.

Es especialmente ventajoso que el compresor y la máquina de expansión estén dispuestos sobre un árbol común.

Según otra ejecución del invento, el refrigerador está realizado en forma de intercambiador de calor a través

del cual se conduce el gas enfriado en la máquina de expansión y secado por el primer separador de agua para absorber el calor cedido por el gas comprimido. Preferiblemente, el intercambiador de calor está construido para el intercambio de calor en contracorriente de los dos medios.

Dado que en dispositivo de acuerdo con el invento el trabajo mecánico y las cantidades de calor son reciclados en amplio grado, es necesario únicamente un accionamiento -- adicional pequeño para la instalación.

El dispositivo de acuerdo con el invento puede utilizarse tanto para la obtención de agua a partir del aire como también para el secado de gases húmedos. Si la instalación de acuerdo con el invento se utiliza para el secado de aire y otros gases, es ventajoso que se empleen relaciones de compresión más altas y temperaturas más bajas que en una instalación para la obtención de agua.

Un ejemplo de ejecución del invento está representado en el dibujo y se describe con más detalle a continuación. Muestran:

La figura 1, una esquema funcional del procedimiento de acuerdo con el invento para la obtención de agua a partir de aire o para el secado de gases, y

La figura 2, la variación de estado termodinámico del aire utilizado en el procedimiento según la figura 1 o del gas húmedo en un diagrama de entalpfa-entropía.

El dispositivo de acuerdo con el invento presenta un compresor con dos etapas 1 y 2 y una máquina de expansión

3 que están dispuestos en un árbol común 4. Un motor de accionamiento 5 está unido con el árbol 4. Cada una de las etapas 1 y 2 del compresor tiene una entrada respectiva 1' o 2' y una salida respectiva 1'' o 2''. La entrada y la salida de la máquina de expansión 3 están designadas con 3' y 3'', respectivamente. Entre la primera y la segunda etapa del compresor y entre la segunda etapa del compresor y la máquina de expansión están dispuestos unos intercambiadores de calor en contracorriente 6 y 7, uno de los cuales está unido con la salida 1'' de la etapa 1 del compresor y con la entrada 2' de la etapa 2 del compresor y el otro de los cuales está unido con la salida 2'' de la etapa 2 del compresor y con la entrada 3' de la máquina de expansión 3. Dentro de los intercambiadores de calor en contracorriente están dispuestos unos separadores de niebla y de agua que no están representados en el dibujo. Un separador de agua 8 está unido con la salida 3'' de la máquina de expansión 3 y con el intercambiador de calor 7, el cual está unido nuevamente con el intercambiador de calor 6. La salida del intercambiador de calor 6 está designada con 6'.

En el funcionamiento del dispositivo el aire húmedo FL con el estado termodinámico 1' entra en el compresor 1 y es comprimido allí. El aire comprimido que al abandonar el compresor 1 tiene el estado 1'', es conducido al intercambiador de calor 6, en el que es enfriado isobáricamente hasta el estado 2' por entrega de calor al aire L ya secado y enfriado por expansión adiabática. En este caso, una parte -

dal contenido de vapor de agua del aire húmedo puede ser separada ya en el separador de niebla y de agua que está dispuesto en el intercambiador de calor 6. Después de abandonar el intercambiador de calor 6, el aire húmedo es conducido al  
5 compresor 2 y es comprimido allí, alcanzando el estado 2''. A continuación, el aire húmedo con el estado 2'' entra en el intercambiador de calor en contracorriente 7 y es enfriado isobáricamente allí por entrega de calor al aire adiabáticamente expandido y secado. En el intercambiador de calor  
10 7 puede ser separada también una parte del contenido de vapor de agua del aire húmedo por el separador de niebla y de agua dispuesto allí. Gracias al enfriamiento isobárico del aire en el intercambiador de calor 7, el aire alcanza el estado 3'. Después de abandonar el intercambiador de calor 7,  
15 el aire húmedo tiene aproximadamente la misma temperatura, pero una presión mayor que al entrar en la etapa 1 del compresor. Debido a una expansión adiabática en la máquina de expansión 3 el aire alcanza el estado 3''. Durante la expansión adiabática el aire entrega trabajo, cuya cuantía corresponde a la distancia vertical de los puntos 3' y 3'', y se  
20 enfría al mismo tiempo hasta una temperatura próxima a 0°C. En el separador de agua 8 se reduce entonces el contenido de vapor de agua hasta pocos gramos por metro cúbico. El agua separada W se recoge y se evacua. La presión del aire en el estado 3'' corresponde a la presión de la atmósfera.  
25

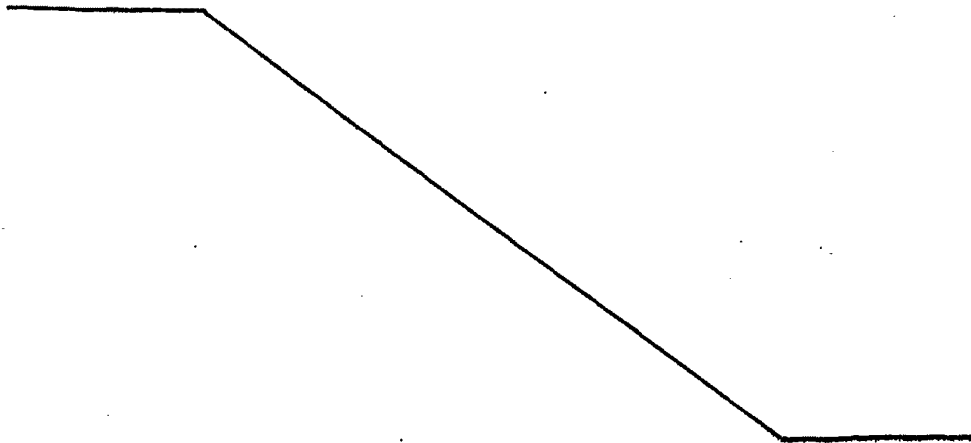
Después de abandonar el separador de agua 8, el aire enfriado y secado es conducido primero al intercambia-

dor de calor 7 y luego al intercambiador de calor 6. En los dos intercambiadores de calor 6 y 7 se calienta isobáricamente el aire por absorción del calor cedido por el aire húmedo comprimido, alcanzando el estado 6'. Los déficits remanentes de entalpía y entropía son compensados nuevamente en la atmósfera libre por la energía solar y la evaporación del agua de la superficie, de modo que el aire alcanza de nuevo el estado de partida 1', tal como se indica mediante la línea de trazos de 6' a 1' en el diagrama H-S.

10 El trabajo necesario para la compresión del aire húmedo, cuya cuantía corresponde a la distancia vertical de los puntos 1' y 1'', así como 2' y 2'', se recupera en amplio grado en la máquina de expansión. Para equilibrar las pérdidas por rozamiento y para compensar la variación de entropía de mezcla en la mezcla de aire y agua se aporta trabajo al árbol 4 por medio del motor 5.

15

Mediante un aumento de las relaciones de presión y un enfriamiento adicional correspondiente se puede conseguir un secado en amplio grado de aire y otros gases.



- REIVINDICACIONES -

1.- Procedimiento para separar agua de gas húmedo caracterizado por las fases siguientes de procedimiento:

- a) compresión del gas húmedo;
- 5 b) enfriamiento del gas húmedo comprimido;
- c) expansión adiabática del gas húmedo;

siendo cualquiera que se desee la secuencia de las fases de procedimiento a) y b).

10 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la compresión del gas húmedo se realiza en varias etapas, enfriándose el gas húmedo después de cada etapa de compresión.

15 3.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque después de cada etapa de compresión se enfría primero el gas húmedo comprimido y luego se expande éste adiabáticamente.

20 4.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el gas húmedo presenta durante la expansión adiabática un trabajo que se utiliza para la compresión del gas húmedo.

5.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el gas húmedo enfriado por la expansión adiabática se utiliza para el enfriamiento del gas húmedo comprimido.

25 6.- Dispositivo para separar agua de gas húmedo según el procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque presenta al menos un compresor accio

nable por motor para comprimir el gas húmedo, al menos un refrigerador para enfriar el gas comprimido, al menos una máquina de expansión accionable por motor para la expansión adiabática del gas húmedo enfriado y comprimido y un primer separador de agua, para separar agua del gas adiabáticamente expansionado.

7.- Dispositivo según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque presenta al menos un segundo separador de agua para separar agua del aire comprimido enfriado por el refrigerador.

8.- Dispositivo según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque para el accionamiento por motor del compresor la máquina de expansión está acoplada con el compresor.

9.- Dispositivo según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el compresor y la máquina de expansión están dispuestos sobre un árbol común.

10.- Dispositivo según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el refrigerador está realizado en forma de intercambiador de calor.

11.- Dispositivo según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el primer separador de agua está unido con el intercambiador de calor o con cada uno de ellos.

12.- "PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA SEPARAR AGUA DE GAS HUMEDO"

Tal como se describe y reivindica en la presente -

Memoria Descriptiva que consta de once hojas escritas a máquina por una sola cara y de sus correspondientes dibujos.

Madrid, 21 MAR. 1978

*Jandy*

Fig.1

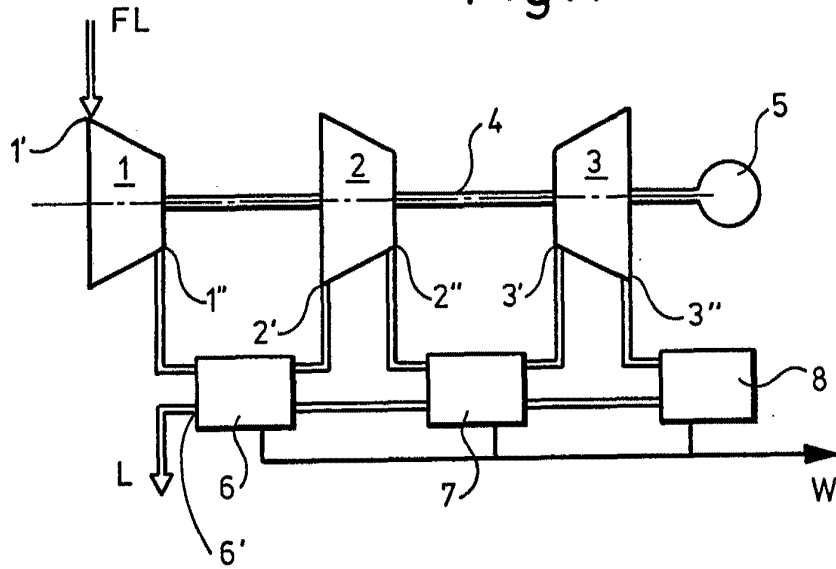
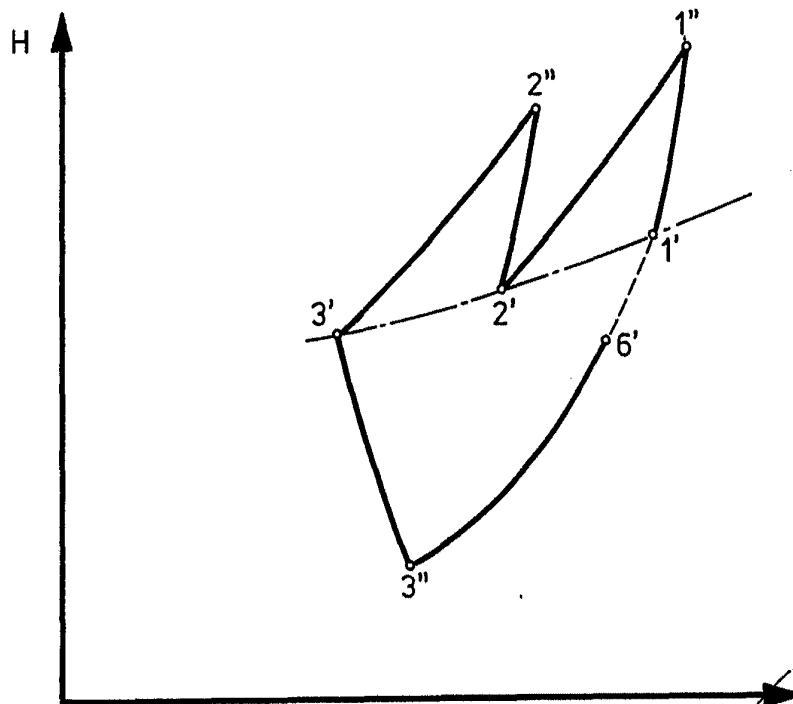


Fig.2



Escala variable

Madrid, 21 Marzo 1978

CARLOS FERNANDEZ CANDELAS  
P. E.