

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 285**

51 Int. Cl.:

F24F 5/00 (2006.01)

F28D 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2012 E 12183947 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 2706304**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la regulación de un flujo volumétrico de un líquido de humidificación durante la refrigeración adiabática**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.03.2017

73 Titular/es:

**HOVAL AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Austrasse 70
9490 Vaduz, LI**

72 Inventor/es:

**BÜCHEL, ROLAND y
MECKLENBURG, JOCHEN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 607 285 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 dispositivo para la regulación de un flujo volumétrico de un líquido de humidificación durante la refrigeración adiabática

5 La invención se refiere a un procedimiento para la regulación de un flujo volumétrico de un líquido de humidificación durante la refrigeración adiabática, en donde una superficie de evaporación se humedece con el líquido de humidificación que fluye a lo largo de la superficie de evaporación y el aire a refrigerar y/o a humedecer se conduce esencialmente transversalmente a la dirección de flujo del líquido de humidificación sobre la superficie de evaporación.

10 La invención también se refiere a un dispositivo para la regulación de un flujo volumétrico de un líquido de humidificación durante la refrigeración adiabática, que presenta una superficie de evaporación, que se puede humedecer con el líquido de humidificación proporcionado por un dispositivo de humidificación y que durante la refrigeración adiabática y/o humidificación puede intercambiar calor con el aire a refrigerar y/o a humedecer, en donde se puede regular el flujo volumétrico del líquido de humidificación que fluye a lo largo de la superficie de evaporación durante la refrigeración y/o humidificación y en donde el aire a refrigerar y/o a humedecer fluye esencialmente transversalmente a la dirección de flujo del líquido de humidificación y sobre la superficie de evaporación, y en donde para la regulación del flujo volumétrico del líquido de humidificación están previstos al menos dos sensores de temperatura.

Por ejemplo, por el documento US 2008/0173032 A1 se conocen un procedimiento y un dispositivo del tipo mencionado al inicio.

20 La invención se sitúa en el campo de la así denominada refrigeración adiabática, que se denomina también refrigeración por evaporación. Durante la refrigeración adiabática se evapora el líquido de humidificación, como por ejemplo agua, para aumentar la potencia frigorífica. En este caso el proceso de refrigeración usa el principio físico de una absorción de energía de un medio cuando cambia del estado de agregación líquido al gaseoso. Según este principio durante la evaporación del líquido de humidificación se necesita calor, de modo que mediante la humidificación del aire se puede enfriar éste. Por el estado de la técnica se conoce un dispositivo del tipo designado al inicio, por ejemplo, como humidificador de contacto o humidificador de regado. Para un humidificador de contacto semejante también se conoce el procedimiento descrito al inicio, en el que el líquido de humidificación se vierte en forma de agua sobre una superficie porosa por delante de la que fluye el aire a refrigerar y/o a humedecer, se enfría y/o absorbe humedad.

30 En la aplicación técnica se han establecido dos variantes, la así denominada refrigeración adiabática directa e indirecta, designada también como refrigeración por evaporación. En la refrigeración por evaporación directa el proceso de refrigeración se aplica mediante humidificación directa del aire exterior y por consiguiente también del aire de alimentación proporcionado mediante, por ejemplo, una instalación de ventilación. La variante indirecta realiza en cambio la humidificación en el lado del aire de salida. A través de un intercambiador de calor se transmite el frío generado del aire de salida al aire de alimentación. Este concepto tiene la ventaja decisiva de que la humedad del aire de alimentación no se modifica, es decir, no se produce un aumento de la humedad relativa del aire, como en el procedimiento directo.

40 En la refrigeración adiabática directa e indirecta se humedece aire de forma adiabática, es decir, de forma estanca al calor o sin suministro o evacuación de energía térmica. El agua necesaria para ello, también designada como líquido de humidificación, se tiene en cuenta al considerar la eficiencia del sistema de refrigeración. Con vistas a una elevada eficiencia del sistema de refrigeración se requiere mantener bajo el consumo de agua de evaporación o la potencia de bombeo necesaria para el transporte y circulación del agua. Los sistemas conocidos para la refrigeración de aire, como por ejemplo humidificadores de contacto o purificadores de aire, presentan la desventaja de que el agua suministrada al proceso es difícil de regular o incluso no se puede, sino que sólo se puede abrir o cerrar completamente la admisión de agua con la ayuda de un control de válvula para un flujo volumétrico fijo.

45 Por ello es deseable mantener bajo el consumo de agua de evaporación o la potencia de bombeo del flujo de agua circulante dentro del proceso de refrigeración y humidificación adiabático, a fin de obtener una elevada eficiencia del sistema de refrigeración y humidificación, en donde en el sentido de la invención bajo un proceso de refrigeración adiabático se debe entender un procedimiento de refrigeración en el que se evapora el agua o líquido de humidificación.

50 La invención tiene el objetivo de aumentar la eficiencia de la regulación de un flujo volumétrico de un líquido de humidificación durante la refrigeración adiabática con medios sencillos. En particular la presente invención se plantea el objetivo de proponer un procedimiento así como un dispositivo correspondiente para la regulación de un flujo volumétrico de un líquido de humidificación durante la refrigeración adiabática, mediante los que se puedan obtener mejoras considerables con ayuda de medidas apropiadas.

55 En un procedimiento del tipo designado al inicio, este objetivo se resuelve según la invención porque después de una duración temporal predeterminada de la humidificación de la superficie de evaporación se reduce el flujo volumétrico del líquido de humidificación que fluye sobre la superficie de evaporación y después de la reducción del

flujo volumétrico se determinan las temperaturas y/o gradientes de temperatura temporales del aire conducido por delante de la superficie de evaporación en al menos dos posiciones diferentes en la dirección de flujo del líquido de humidificación esencialmente en paralelo a la superficie de evaporación, en donde el flujo volumétrico del líquido de humidificación se regula en función de las temperaturas determinadas y/o gradientes de temperatura temporales.

5 Asimismo el objetivo antes mencionado se resuelve por un dispositivo del tipo mencionado al inicio, porque los al menos dos sensores de temperatura están dispuestos en la dirección de flujo del líquido de humidificación y, en referencia a la dirección de circulación del aire a refrigerar, aguas debajo de la superficie de evaporación y determinan las temperaturas en dos posiciones diferentes en la dirección de flujo del líquido de humidificación en paralelo a la superficie de evaporación.

10 Configuraciones y perfeccionamientos ventajosos y convenientes de la invención se deducen de las reivindicaciones dependientes.

Mediante la invención se pone a disposición un dispositivo para la regulación de un flujo volumétrico de un líquido de humidificación durante la refrigeración adiabática, que se destaca por una construcción sencilla y adaptada a la función y que posibilita además una regulación del flujo volumétrico necesario realmente del líquido de humidificación. Según el procedimiento según la invención para la regulación de un flujo volumétrico de un líquido de humidificación durante la refrigeración adiabática, la regulación o reglaje del flujo volumétrico del líquido de humidificación se realiza en función de las temperaturas determinadas, que se determinan y comparan en un instante de medición determinado, o por gradientes de temperatura temporales determinados, que se determinan o establecen para un intervalo temporal predeterminado. En este caso se miden o determinan las temperaturas o gradientes de temperatura del aire a enfriar o el aire, que ya ha participado en el intercambio de calor o que ya está enfriado y/o humedecido, en al menos dos posiciones en la dirección de flujo del líquido de humidificación y, en referencia a la dirección de circulación del aire a enfriar, aguas debajo de la superficie de evaporación, de modo que está presente un tipo de perfil de temperaturas del aire enfriado y/o humedecido en el que se puede reconocer si la superficie de evaporación está suficientemente mojada con el líquido de humidificación, por lo que se garantiza el enfriamiento o humidificación deseados, o si la superficie de evaporación está seca debido a la evaporación del líquido de humidificación. En otras palabras, mediante las temperaturas o gradientes de temperatura determinados y del perfil derivado de ello en la dirección de flujo del líquido de humidificación se puede determinar si la evaporación del líquido de humidificación se realiza en una medida suficiente y de forma uniforme, o si la superficie de evaporación está mojada de forma desigual con el líquido de humidificación e incluso ya está seca en parte. Mediante la invención es posible por consiguiente una detección indirecta metrológica del secado o evaporación, por lo que se obtiene la magnitud de regulación con vistas al suministro del líquido de humidificación. Cuando, por ejemplo, está desconectado el suministro del líquido de humidificación o se reduce el flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado, a consecuencia de un secado se puede registrar un aumento de temperatura en el sensor de temperatura que está dispuesto el siguiente a la admisión del líquido de humidificación.

35 En la configuración del procedimiento, la invención prevé que para la regulación del flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado a la superficie de evaporación se comparan al menos dos temperaturas determinadas para un instante de medición en posiciones diferentes o al menos dos gradientes de temperatura temporales determinados en posiciones diferentes del aire a refrigerar o ya enfriado y/o humedecido y conducido por delante de la superficie de evaporación. Mediante la comparación de las temperaturas determinadas o gradientes de temperatura temporales, que se establecen en la dirección de flujo del líquido de humidificación, se puede determinar de manera sencilla si está presente una evaporación o si la superficie de evaporación está suficientemente mojada con el líquido de humidificación.

Correspondientemente el procedimiento según la invención prevé en otra configuración que el flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado a la superficie de evaporación se regule en el caso de desvío de al menos dos temperaturas determinadas para un instante de medición en posiciones diferentes o de al menos dos gradientes de temperatura temporales determinados en posiciones diferentes del aire refrigerado y/o humedecido y conducido por delante de la superficie de evaporación. Una modificación de la temperatura o del gradiente de temperatura temporal del aire conducido por delante de la superficie de evaporación, es decir, del aire ya refrigerado y/o humedecido, en la dirección de flujo del líquido de humidificación señala entonces que se debe regular y modificar el flujo volumétrico del líquido de humidificación.

Según un procedimiento según la invención se reduce el flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado a la superficie de evaporación cuando las temperaturas determinadas o los gradientes de temperatura temporales determinados del aire a refrigerar y/o a humedecer y conducido por delante de la superficie de evaporación son esencialmente idénticos en las al menos dos posiciones diferentes en la dirección de flujo del líquido de humidificación y esencialmente transversalmente a la dirección de circulación del aire a refrigerar y/o humedecer o cuando las temperaturas o gradientes de temperatura temporales del aire conducido por delante de la superficie de evaporación determinados en al menos dos posiciones diferentes muestran un aumento de temperatura en la dirección de flujo del líquido de humidificación. La elevación de temperatura en la dirección de flujo del líquido de humidificación señala que está contenido suficiente líquido de humidificación en el proceso adiabático y que se puede prescindir de un suministro adicional del líquido de humidificación o se puede reducir correspondientemente el flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado, lo que también puede significar que no se suministra

ningún líquido de humidificación.

5 En cambio el flujo volumétrico de líquido de humidificación suministrado a la superficie de evaporación se eleva cuando las temperaturas o gradientes de temperatura temporales del aire a refrigerar y conducido por delante de la superficie de evaporación determinados en las al menos dos posiciones diferentes muestran un aumento de temperatura en sentido contrario a la dirección de flujo del líquido de humidificación. Esta característica de temperatura a lo largo de la dirección de flujo del líquido de humidificación advierte de que tiene lugar un secado de la superficie de evaporación humedecida y por lo tanto se le debe suministrar líquido de humidificación a la superficie de evaporación o se debe elevar el flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado a la superficie de evaporación.

10 Para evitar una elevación de temperatura lenta en el caso de una comparación de las temperaturas o los gradientes de temperatura determinados, la invención prevé en otra configuración del procedimiento según la invención que durante una duración temporal predeterminada se le suministre el líquido de humidificación a la superficie de evaporación con flujo volumétrico máximo o elevado en comparación al flujo volumétrico regulado. Esta medida también es apropiada para reducir los secados de minerales y otras sustancias contenidas del líquido de humidificación, calcificaciones y el peligro de contaminación microbiana en la superficie de evaporación cuando se desconecta el proceso de refrigeración adiabático y/o el proceso de humidificación.

15 En la configuración del procedimiento según la invención está previsto además que el aire a refrigerar se humedezca mediante el líquido de humidificación y se refrigere directamente de forma adiabática. La humidificación directa del aire a refrigerar conduce a un aumento de la humedad del aire. La regulación del flujo volumétrico del líquido de humidificación se usa en interacción con la refrigeración adiabática directa, cuando condicionado por el proceso se desea una humedad elevada, como por ejemplo, en la industria textil o en algunas instalaciones de pintura.

Una refrigeración adiabática directa del aire es posible de manera sencilla constructivamente porque la superficie de evaporación es una superficie de un humidificador de contacto mojable con el líquido de humidificación, por delante del que se conduce el aire a refrigerar.

25 Alternativamente la superficie de evaporación puede estar configurada como registro tubular de un intercambiador de calor de aire – líquido, en el que para la refrigeración adiabática y/o humidificación se conduce un medio caloportador o un líquido caloportador a través del registro tubular y el aire a humedecer se guía alrededor del registro tubular, en donde durante la refrigeración la superficie exterior del registro tubular se humedece con líquido de humidificación. Debido a la humidificación se origina una así denominada sobrehumidificación en el registro, mediante la que se libera de nuevo energía para la refrigeración.

30 En una configuración alternativa, la invención prevé para el procedimiento que el aire a refrigerar se refrigere indirectamente de forma adiabática sin intercambio de material con el líquido de humidificación. Para ello, por ejemplo, la superficie de evaporación puede estar configurada como parte de un intercambiador de calor de placas de aire – aire, en el que el aire de refrigeración se humedece antes de la entrada en el intercambiador de calor de placas de aire – aire con el líquido de humidificación. En este caso la humidificación del aire de refrigeración se puede realizar, por ejemplo, con la ayuda de un humidificador de contacto según el principio de la refrigeración adiabática directa, de modo que de esta manera se pueden combinar de forma muy eficiente diferentes conceptos de la refrigeración, es decir, refrigeración adiabática directa e indirecta.

35 Para la regulación de una cantidad excedente de líquido de humidificación ya presente durante la humidificación está previsto en la configuración del procedimiento que las temperaturas se determinen con la ayuda de sensores de temperatura correspondientes, en donde los sensores de temperatura se calibran para la comparación de las temperaturas determinadas antes de la humidificación de la superficie de evaporación y la refrigeración adiabática, de manera que los sensores de temperatura presenten antes del comienzo de la humidificación una diferencia de temperatura en la dirección de flujo del líquido de humidificación. Esta diferencia de temperatura preajustada se selecciona en este caso de modo que antes de la humidificación y antes de la refrigeración adiabática se muestra un aumento de temperatura aparente en sentido contrario a la dirección de flujo, lo que significa un aumento del flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado.

40 Con vistas al procedimiento según la invención, en la configuración la superficie de evaporación puede ser una superficie de un humidificador de contacto mojable con el líquido de humidificación y la refrigeración del aire a refrigerar se puede realizar directamente de forma adiabática.

45 Según otra configuración del dispositivo según la invención, la superficie de evaporación está configurada como registro tubular de un intercambiador de calor de aire – líquido, en el que un medio caloportador o un líquido caloportador fluye a través del registro tubular y el aire a refrigerar fluye alrededor del registro tubular, en donde el intercambiador de calor de aire – líquido presenta el dispositivo de humidificación mediante el que la superficie exterior del registro tubular se puede mojar con el líquido de humidificación. En este caso el dispositivo de humidificación puede estar configurado como purificador, humidificador de contacto, humidificador a alta presión o similares.

Según todavía otra configuración del dispositivo según la invención, la superficie de evaporación está configurada

como parte de un intercambiador de calor de placas de aire – aire, en el que el aire a refrigerar intercambia su calor indirectamente de forma adiabática con un aire de refrigeración humedecido antes de la entrada en el intercambiador de calor de placas de aire – aire con el líquido de humidificación. La humidificación del aire de refrigeración se puede realizar en este caso, por ejemplo, con ayuda de un humidificador de contacto.

- 5 Finalmente, en otra configuración del dispositivo, la invención prevé que los al menos dos sensores de temperatura estén dispuestos fuera del intercambiador de calor de placas de aire – aire en su lado de salida para el aire a refrigerar. De esta manera sigue una medición de la temperatura indirecta al secado, dado que el aire a refrigerar no se humedece en esta gestión del procedimiento.

- 10 Se entiende que las características mencionadas anteriormente y que se van a explicar a continuación se pueden usar no sólo en la respectiva combinación indicada, sino también en otras combinaciones o por sí solas, sin abandonar el marco de la presente invención. El marco de la invención sólo está definido por las reivindicaciones.

Otras particularidades, características y ventajas del objeto de la invención se deducen de la descripción siguiente en relación con el dibujo, en el que están representados ejemplos de realización preferidos de la invención a modo de ejemplo. En el dibujo muestra:

- 15 la figura 1 en representación esquemática un dispositivo según la invención que está configurado como humidificador de contacto,

la figura 2 en representación a modo de ejemplo un caso de aplicación en el que aumentan las temperaturas o gradientes de temperatura determinados del aire a refrigerar en la dirección de flujo del líquido de humidificación,

- 20 la figura 3 en representación a modo de ejemplo otro caso de aplicación en el que las temperaturas o gradientes de temperatura determinados del líquido a refrigerar aumentan en sentido contrario a la dirección de flujo del líquido de humidificación,

la figura 4 en representación esquemática otro dispositivo según la invención que está configurado como intercambiador de calor de aire – líquido, y

- 25 la figura 5 en representación esquemática todavía otro dispositivo según la invención que está configurado como intercambiador de calor de aire – aire.

En las figuras 1, 4 y 5 se representan distintos dispositivos según la invención para la refrigeración adiabática de aire, en donde el dispositivo en la figura 1 está configurado como humidificador de contacto 10, el dispositivo en la figura 4 como intercambiador de calor de aire – líquido 20 y el dispositivo en la figura 5 como intercambiador de calor de aire – aire 30.

- 30 El dispositivo según la invención configurado en la figura 1 como humidificador de contacto 10 presenta una superficie de evaporación 11, que está conformada como una superficie 12 porosa. La superficie 12 de la superficie de evaporación 11 se puede mojar con un líquido de humidificación, en donde la superficie de evaporación 11 está acoplada con un dispositivo de humidificación 13. Al dispositivo de humidificación 13 se le suministra el líquido de humidificación a través de una admisión 14. Además, el dispositivo de humidificación 13 le proporciona el líquido de
- 35 humidificación a la superficie de evaporación 11, de modo que ésta se puede mojar. La flecha 15 en la figura 1 indica la dirección de flujo del líquido de humidificación, que se produce debido a la influencia de la fuerza de la gravedad, en donde la superficie de humidificación 11 está determinada para la humidificación y para el intercambio de calor con el aire a humedecer y a refrigerar. La dirección de circulación del aire a refrigerar y a humedecer está indicada por las flechas 16a y 16b en la figura 1. En este caso la flecha 16a se refiere al aire todavía a refrigerar que se sitúa, en referencia a la dirección de circulación del aire a refrigerar, aguas arriba de la superficie de evaporación
- 40 11, mientras que la flecha 16b se refiere al aire ya refrigerado que se sitúa, en referencia a la dirección de circulación del aire a refrigerar y a humedecer, aguas debajo de la superficie de evaporación 11. La flecha 16b indica entonces la dirección de circulación del aire refrigerado y/o humedecido que ya ha pasado la superficie de evaporación 11. El aire a refrigerar y/o a humedecer se conduce por consiguiente por delante de la superficie 12 del humidificador de contacto 10 mojable con el líquido de humidificación y fluye allí por delante. Correspondientemente el líquido de humidificación y el aire a refrigerar se conducen esencialmente en flujo cruzado, en donde durante la refrigeración adiabática la superficie de evaporación 11 intercambia calor con el aire a refrigerar, de modo que para este ejemplo de realización está presente una refrigeración adiabática directa del aire a refrigerar, por lo que se eleva la humedad del aire del aire a refrigerar durante la refrigeración. Por consiguiente el líquido de humidificación fluye durante la
- 50 refrigeración a lo largo de la superficie de evaporación, en donde el aire a refrigerar fluye esencialmente transversalmente a la dirección de flujo (flecha 15 en la figura 1) del líquido de humidificación sobre la superficie de evaporación 11. El líquido de humidificación excedente o líquido de humidificación, que no se evapora durante el intercambio de calor con el aire a refrigerar, se acumula debido a la influencia de la fuerza de la gravedad por un colector 17 por debajo de la superficie de evaporación 11 y se conduce de vuelta en circuito a la admisión 14 del dispositivo de humidificación 13 a través de un desagüe 18 con la ayuda de una bomba no representada, a fin de abastecer y mojar la superficie de evaporación 11 posteriormente con el líquido de humidificación. El flujo volumétrico del líquido de humidificación, que se le suministra a la superficie de evaporación 11 a través del dispositivo de humidificación 13, se puede regular en tanto que se abre o cierra el suministro del líquido de
- 55

humidificación. En cambio no se conoce hasta ahora un suministro adaptado a la necesidad y eventualmente continuo del líquido de humidificación, en donde la necesidad se tuviese que orientar al grado de la evaporación del líquido de humidificación.

5 Para reducir el consumo del líquido de humidificación y/o la potencia de bombeo requerida para la circulación o para la recirculación del líquido de humidificación, la invención prevé que para la regulación del flujo volumétrico del líquido de humidificación estén previstos al menos dos sensores de temperatura 19a y 19b. En la figura 1 está indicado esquemáticamente un tercer sensor de temperatura 19c, que es prescindible y sólo sirve para el aumento de la sensibilidad de la detección del secado o evaporación. Los sensores de temperatura 19a, 19b y eventualmente 19c están dispuestos en la dirección de flujo del líquido de humidificación (flecha 15 en la figura 1) y, en referencia a la dirección de circulación del aire a refrigerar (flecha 16b en la figura 1), aguas debajo de la superficie de evaporación 11 en el flujo de aire del aire enfriado y/o humedecido.

15 Para la reducción del consumo del líquido de humidificación y de la potencia de bombeo se describe a continuación el procedimiento según la invención mediante la figura 1, en el que se representa en principio un proceso adiabático mediante el humidificador de contacto 10. Según se ha expuesto ya anteriormente, la superficie de evaporación 11 se humedece con el líquido de humidificación. El aire a refrigerar y/o a humedecer fluye esencialmente transversalmente (véase flecha 16a en la figura 1) a la dirección de flujo 15 del líquido de humidificación en la dirección y sobre la superficie de evaporación 11. Tras un tiempo predeterminado de la humidificación, en el que con vistas a la refrigeración adiabática la superficie 12 de la superficie de humidificación 11 está suficientemente mojada según la experiencia con el líquido de humidificación, se reduce el flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado a través del dispositivo de humidificación 13 a la superficie de evaporación 11, en donde la reducción también puede comprender una desconexión del suministro de líquido de humidificación. Si se ha reducido el flujo volumétrico del líquido de humidificación, la superficie de evaporación 11 del humidificador de contacto comienza a secarse lentamente cuando no se le suministra suficiente líquido de humidificación o cuando la reducción del líquido de humidificación suministrado resulta demasiado elevada. Con el secado la potencia frigorífica del proceso disminuye de forma continua, lo que repercute en una temperatura más elevada del aire a enfriar aguas abajo (véase flecha 16b en la figura 1) de la superficie de evaporación 11. En otras palabras, el aire a enfriar y/o a humedecer ya no se enfría suficientemente y tras el paso de la superficie de evaporación 11 presenta una temperatura demasiado elevada.

30 El secado de la superficie de evaporación 11 comienza en la zona del dispositivo de humidificación 13 y se extiende en la dirección de flujo 15 del líquido de humidificación. Mediante al menos dos sensores de temperatura 19a y 19b se puede detectar de forma metrológica un secado incipiente. Todavía se pueden usar otros sensores de temperatura dispuestos en la dirección de flujo del líquido de humidificación, como por ejemplo el tercer sensor de temperatura 19c, a fin de poder detectar más exactamente el secado. En el ejemplo de realización representado en la figura 1, los sensores de temperatura 19a, 19b, 19c están dispuestos en la dirección de flujo 15 del líquido de humidificación, en paralelo a la superficie de evaporación 11 y, en referencia a la dirección de circulación del aire a refrigerar, aguas abajo (véase flecha 16b en la figura 1) de la superficie de evaporación 11. Expresado de forma más abstracta, después de la reducción del flujo volumétrico del líquido de humidificación, con la ayuda de al menos dos sensores de temperatura 19a, 19b (eventualmente también todavía 19c) se determinan las temperaturas del aire a refrigerar y conducido por delante de la superficie de evaporación 11 en al menos dos posiciones diferentes en la dirección de flujo 15 del líquido de humidificación en paralelo a la superficie de evaporación 11. En función de las temperaturas determinadas para un instante de medición se regula entonces el flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado a través del dispositivo de humidificación 13. Con esta finalidad se comparan entre sí las temperaturas del aire pasado el intercambiador de calor 11, las cuales se miden por los al menos dos sensores de temperatura 19a, 19b (eventualmente también todavía 19c) para el un instante de medición. Debido al secado de la superficie de evaporación 11, lo que se realiza en primer lugar en la zona del dispositivo de humidificación 13 y se extiende luego en la dirección de flujo 15 del líquido de humidificación, la temperatura del sensor de temperatura 19a será mayor y/o aumentará más intensamente que para los sensores de temperatura 19b y 19c. Si se reconoce un aumento de temperatura semejante se debe aumentar el flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado para contrarrestar la evaporación. Después de la elevación del flujo volumétrico luego, en el caso de suministro suficiente del líquido de humidificación, baja la temperatura del primer sensor de temperatura 19a al nivel del siguiente sensor de temperatura 19b o 19c dispuesto en la dirección de flujo 15 del líquido de humidificación, por lo que se muestra que la superficie 12 de la superficie de evaporación 11 está suficientemente mojada con el líquido de humidificación y que se puede reducir de nuevo el flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado a la superficie de evaporación 11.

55 En otras palabras, en base a la comparación de las temperaturas del aire a enfriar o enfriado, medidas aguas abajo de la superficie de evaporación 11, se realiza la regulación del flujo volumétrico del líquido de humidificación, en donde sólo comienza una regulación cuando se desvían una de otra las al menos dos temperaturas del aire a refrigerar y conducido por delante de la superficie de evaporación 11, determinadas para un instante de medición en posiciones diferentes (es decir, en las posiciones de los sensores de temperatura 19a y 19b ó 19c).

60 En este caso se reduce el flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado a la superficie de evaporación 11 cuando las temperaturas determinadas del aire a refrigerar y conducido por delante de la superficie de evaporación 11 son esencialmente idénticas en las al menos dos posiciones diferentes en la dirección de flujo 15 del

- líquido de humidificación y esencialmente transversalmente a la dirección de circulación del aire a refrigerar o cuando las temperaturas del aire a refrigerar y conducido por delante de la superficie de evaporación 11 determinadas en al menos dos posiciones diferentes muestran un aumento en la dirección de flujo 15 del líquido de humidificación, dado que estas condiciones advierten de que está presente suficiente líquido de humidificación en el proceso. Este caso está representado a modo de ejemplo en el diagrama de la figura 2, donde están dibujadas las temperaturas o gradientes de temperatura del aire a enfriar aguas debajo de la superficie de intercambio de calor 11 (flecha 16b) en al dirección de flujo FR_{BF} o 15 del líquido de humidificación. Según se ve, la temperatura aumenta de la temperatura T_1 en la posición del primer sensor 19a hasta la posición del segundo sensor de temperatura 19b a T_2 .
- Además, el flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado a la superficie de evaporación 11 se aumenta cuando las temperaturas del aire a refrigerar y conducido por delante de la superficie de evaporación 11 determinadas en las al menos dos posiciones diferentes muestran un aumento de temperatura en sentido contrario a la dirección de flujo 15 del líquido de humidificación, según se ha expuesto ya anteriormente para el escenario del secado. Este caso se representa a modo de ejemplo en el diagrama de la figura 3. Según se puede deducir del diagrama, la temperatura T_1 determinada por el primer sensor de temperatura 19a disminuye a la temperatura T_2 en la dirección de flujo FR_{BF} o 15 del líquido de humidificación hasta el segundo sensor de temperatura 19b, por lo que se muestra que la superficie de evaporación 11 no está suficientemente húmeda sino seca. Como media correspondiente para contrarrestar el secado se aumenta el flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado a la superficie de evaporación 11.
- Por los diagramas de las figuras 2 y 3 se ve que para la regulación del flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado a la superficie de evaporación 11 se determina el perfil de temperaturas del aire pasado la superficie de evaporación 11 (flujo de aire que está caracterizado con la flecha 16b en la figura 1), en donde con esta finalidad se determinan las temperaturas en al menos dos posiciones en la dirección de flujo 15 del líquido de humidificación y, en referencia a la dirección de circulación del aire a enfriar, aguas debajo de la superficie de evaporación 11, produciendo las temperaturas directamente el perfil de temperaturas. Alternativamente a partir de las temperaturas determinadas, que se miden en un intervalo temporal Δt predeterminado, se determinan los gradientes de temperatura ΔT , es decir, $\Delta T (\Delta t)$ de los que se deriva luego el perfil de temperaturas representado en las figuras 2 y 3.
- Por consiguiente para la regulación del flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado también se pueden determinar alternativamente gradientes de temperatura temporales $\Delta T (\Delta t)$ con la ayuda de los sensores de temperaturas 19a, 19b, 19c. Los gradientes de temperatura $\Delta T (\Delta t)$ reproducen en este caso una comparación de la modificación de temperatura temporal del aire a refrigerar aguas debajo de la superficie de evaporación 11. En este caso la regulación del flujo volumétrico del líquido de humidificación se realiza en comparación a los gradientes de temperatura temporales $\Delta T (\Delta t)$ de forma análoga a como anteriormente en la comparación de las temperaturas determinadas T_1 y T_2 , en donde las figuras 2 y 3 así como su descripción también poseen validez al usar los gradientes de temperatura ΔT_1 y ΔT_2 , de modo que con respecto al a regulación se remite a la descripción anterior. La ventaja en el análisis y evaluación de los gradientes de temperatura temporales $\Delta T (\Delta t)$ es que se puede reconocer de forma más rápida un secado y no se requiere una calibración de los sensores de temperatura 19a, 19b, 19c entre sí.
- Mediante la medición continua de las temperaturas con la ayuda de los sensores de temperatura 19a, 19b, 19c a lo largo de la dirección de flujo 15 aguas debajo de la superficie de evaporación 11 y la comparación de las temperaturas y/o gradientes de temperatura temporales que se realiza gracias a estos datos, entonces se puede realizar el procedimiento descrito anteriormente para la regulación del flujo volumétrico del líquido de humidificación durante toda la duración del proceso de refrigeración adiabático, en donde el proceso representado en la figura 1 para el humidificador de contacto 10 es una refrigeración adiabática directa.
- En la figura 4 se representa un proceso de refrigeración adiabático mediante un intercambiador de calor de aire – líquido 20 a modo de ejemplo, que presenta la superficie de evaporación 11, una admisión 21 para el abastecimiento de la superficie de evaporación 11 configurada como un registro tubular 22 (en la figura 4 el registro 22 sólo está indicado a modo de ejemplo) con un medio caloportador y un desagüe 23 para el medio caloportador guiado a través del registro tubular 22. El aire del proceso de refrigeración adiabático fluye lateralmente en y a través del intercambiador de calor de aire – líquido 20 y en este caso fluye alrededor del registro tubular 22, antes de que el aire salga luego lateralmente de nuevo fuera del intercambiador de calor de aire – líquido 20. Además, en el intercambiador de calor de aire – líquido 20 está previsto el dispositivo de humidificación 13, a través del que se moja la superficie exterior del registro tubular 22 con el líquido de humidificación durante la refrigeración adiabática, para conseguir una sobrehumidificación en el registro tubular 22 o en el intercambiador de calor de aire – líquido 20, por lo que se libera de nuevo energía para la refrigeración. Debido a la fuerza de la gravedad el líquido de humidificación excedente llega al colector 17 por debajo de la superficie de evaporación 11, antes de que se reconduzca en circuito a la admisión 14 del dispositivo de humidificación 13 a través del desagüe 18 con la ayuda de una bomba no representada. La circulación del aire usado y humedecido también se realiza en este de nuevo según las flechas 16a y 16b y esencialmente transversalmente a la dirección de flujo 15 del líquido de humidificación a través del intercambiador de calor de aire – líquido 20, en donde durante la refrigeración adiabática se guía el aire a humedecer alrededor del registro tubular. El procedimiento realizado con el intercambiador de calor de aire – líquido

20 para la regulación del flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado se basa igualmente en una medición de temperaturas del aire humedecido aguas debajo de la superficie de evaporación 11 con ayuda de al menos dos sensores de temperatura 19a y 19b (y eventualmente del tercer sensor de temperatura 19c adicional) y se corresponde análogamente con el procedimiento de regulación descrito anteriormente para el humidificador de contacto 10, de modo que se prescinde de una repetición de las realizaciones y en lugar de ello se remite a la descripción arriba mencionada. La forma de realización representada en la figura 4 del intercambiador de calor de aire líquido 20 con el registro tubular 22 atravesado por un medio caloportador se puede usar para humedecer y también enfriar el aire que fluye alrededor del registro tubular 22, de modo que el medio caloportador absorbe el calor del aire. Alternativamente a ello es concebible una aplicación en la que el aire que fluye a través del intercambiador de calor de aire – líquido 20 se humedece igualmente, no obstante, en el que el aire absorbe calor del medio caloportador que fluye a través del registro tubular 22, de modo que se produce una refrigeración del medio caloportador y aumenta la temperatura del aire humedecido. En una gestión del proceso semejante se evacuaría luego el aire calentado al ambiente.

Otra forma de realización de un dispositivo según la invención se muestra en la figura 5, que aquí está realizada como intercambiador de calor de placas de aire – aire 30. En este caso la superficie de evaporación 11 está configurada como parte del intercambiador de calor de placas de aire – aire 30, en donde la refrigeración del aire se realiza indirectamente de forma adiabática al contrario de las dos formas de realización anteriores y no tiene lugar una humidificación del aire a refrigerar. El intercambiador de calor de placas de aire – aire 30 presenta el dispositivo de humidificación 13, que humedece un flujo de aire de refrigeración 31 antes de su entrada en el intercambiador de calor de placas de aire – aire 30 con el líquido de humidificación. El flujo de aire de refrigeración 32 que sale del intercambiador de calor de placas de aire – aire 30 se evacúa luego, por ejemplo, al aire libre y ya no participa en el proceso de refrigeración. Es diferente con el líquido de humidificación, que humedece el flujo de aire de refrigeración 31 que entra en el intercambiador de calor de placas de aire – aire 30. El líquido de humidificación excedente atraviesa el intercambiador de calor de placas de aire – aire 30 debido a la fuerza de la gravedad y llega en el lado de salida al colector 17 por debajo del intercambiador de calor de placas de aire – aire 30. A través del desagüe 18 luego se puede evacuar el líquido de humidificación fuera del sistema o del dispositivo o transportar con ayuda de una bomba de vuelta al dispositivo de humidificación 13, según se ha descrito anteriormente ya para los otros ejemplos de realización. El aire a refrigerar se conduce de nuevo esencialmente transversalmente a la dirección de flujo 15 del líquido de humidificación (véase las flechas 16a y 16b en la figura 3). En este caso para la determinación del grado de secado se miden las temperaturas del aire enfriado (el flujo de aire caracterizado con la flecha 16b en la figura 3) con la ayuda de los sensores de temperatura 19a, 19b y eventualmente 19c aguas abajo del intercambiador de calor de placas de aire – aire 30. Con ello los sensores de temperatura 19a, 19b y eventualmente 19c están dispuestos fuera del intercambiador de calor de placas de aire – aire 30 en su lado de salida 33 para el aire a refrigerar o para la medición de temperatura del aire ahora enfriado, en donde el aire a refrigerar no absorbe humedad en comparación a las dos formas de realización anteriores, ya que no tiene lugar un intercambio directo entre el aire a enfriar y el líquido de humidificación.

En el intercambiador de calor de placas de aire – aire 30 se realiza el intercambio de calor entre el aire a refrigerar y el flujo de aire de refrigeración 31, que se humedece, indirectamente de forma adiabática, antes de su entrada en el intercambiador de calor de placas de aire – aire 30 con el líquido de humidificación. En este caso el líquido de humidificación excedente, no absorbido por el flujo de fluido de refrigeración 31 fluye a lo largo de la dirección de flujo vertical 15 a través del intercambiador de calor de placas de aire – aire 30 y se recoge en el lado de salida por el colector 17. La regulación del flujo volumétrico del líquido de humidificación mediante el dispositivo de humidificación 13 se realiza entonces, según se ha descrito ya para las otras dos formas de realización, de modo que se renuncia a una descripción detallada del procedimiento para evitar las repeticiones. Mejor dicho se remite a las realizaciones para la primera forma de realización del humidificador de contacto 10, donde se han descrito muy detalladamente las etapas individuales del procedimiento para la regulación del flujo volumétrico del líquido de humidificación.

Se apostilla que bajo el dispositivo (humidificador de contacto 10, intercambiador de calor de aire – líquido 20 e intercambiador de calor de placas de aire – aire 30) en el sentido de la invención se debe entender un sistema a partir de al menos una superficie de evaporación 11, dispositivo de humidificación 13 y colector 17, que cooperan con la finalidad de la refrigeración adiabática del aire.

En resumen, anteriormente para un primer ejemplo de realización en forma de un humidificador de contacto 10, se ha descrito un proceso adiabático que se compone de una estructura humedecida en el interior. Para mejorar la evaporación del agua o del líquido de humidificación, un flujo de aire del aire a refrigerar se guía sobre la estructura o superficie 12 del humidificador de contacto 10. El agua o el líquido de humidificación, que sirve para la humidificación, se lleva a la estructura a través de la admisión 14 y el dispositivo de humidificación 13 y fluye en ella hacia abajo por la fuerza de la gravedad. Para evitar calcificaciones de la estructura o superficie 12 se humedece con un exceso de agua. El agua excedente o el líquido de humidificación excedente se escurre fuera del humidificador de contacto 10 y se pierde para el proceso. El elemento humedecido o la superficie humedecida 12, que representa una superficie de evaporación 11, absorbe agua o líquido de humidificación mediante su gran superficie 12 y la tensión superficial del agua y/o mediante su estructura porosa y la/lo acumula.

Cuando se desconecta el suministro de agua o el suministro del líquido de humidificación sobre el elemento a

humedecer, que representa la superficie de evaporación 11, o se reduce el flujo volumétrico del líquido de humidificación, el elemento comienza a secarse lentamente debido al líquido de humidificación almacenado y la potencia frigorífica del dispositivo disminuye de forma continua. Esta reducción de la potencia frigorífica repercute en temperaturas más elevadas después el proceso adiabático. El secado comienza en la dirección de flujo 15 del líquido de humidificación, empieza en la zona del dispositivo de humidificación 13 (del suministro de agua) y se extiende en el elemento en la dirección de flujo 15 del líquido de humidificación. Mediante varios sensores de temperatura 19a, 19b, 19c, en donde son necesarios al menos dos sensores de temperatura y están dispuestos en la dirección de flujo 15 del líquido de humidificación y, en referencia a una dirección de circulación del aire a enfriar, aguas debajo de la superficie de evaporación 11, se puede detectar de forma metrológica el secado. Se diferencia entre al menos el sensor de temperatura superior (19a) y el sensor de temperatura inferior (19b). Todavía se pueden usar otros sensores de temperatura 19c en la dirección de flujo 15 del líquido de humidificación para poder detectar de forma más exacta el secado.

Gracias a esta detección indirecta metrológica del secado se tienen las magnitudes de regulación para la conexión y desconexión de la admisión de agua (líquido de humidificación) o la regulación el flujo de agua circulante. Cuando se desconecta el suministro de agua del humidificador o se reduce el flujo volumétrico, en el siguiente sensor de temperatura 19a al punto de humidificación (es decir, en la zona del dispositivo de humidificación 13) en el elemento aumenta en primer lugar la temperatura debido al secado. Si se reconoce este aumento en comparación al sensor de temperatura 19b o 19c siguiente en la dirección de flujo 15, el elemento humedecido comienza a secarse. Si se reconoce un aumento de temperatura semejante, la admisión de agua se debe abrir o aumentar el flujo de agua circulante. Tras un cierto tiempo baja la temperatura del primer sensor de temperatura 19a respecto al punto de humidificación al nivel del siguiente sensor de temperatura 19b o 19c y el elemento está completamente humedecido de nuevo. Se puede realizar de nuevo una desconexión del suministro de agua o del suministro de líquido de humidificación o la reducción del flujo de agua o del flujo volumétrico del líquido de humidificación y el proceso de regulación se puede realizar de nuevo según se describe.

Junto a la comparación de temperaturas descrita entre los sensores de temperatura 19a, 19b, 19c también es posible una comparación de la modificación de temperatura temporal para la regulación de la cantidad de agua del humidificador o del flujo volumétrico del líquido de humidificación. Estos gradientes de temperatura se usan de forma análoga según se describe. La ventaja de los gradientes de temperatura es que un secado se reconoce de forma más rápida y no se requiere una calibración de los sensores de temperatura 19a, 19b, 19c entre sí. Los sensores de temperatura 19a, 19b, 19c pueden estar dispuestos igualmente en el lado no humedecido del aire a enfriar en un intercambiador de calor (cruzado) de aire – aire.

Anteriormente se ha presentado un sistema de regulación para la refrigeración adiabática del aire, que trabaja con ayuda de los sensores de temperatura 19a, 19b, 19c, que están dispuestos en la dirección de flujo 15 del agua del humidificador o del líquido de humidificación en el lado de salida de aire del humidificador de contacto 10 o de un intercambiador de calor de líquido – aire 20 humidificado o en el lado de aire no humidificado del intercambiador de calor cruzado de aire – aire 30 (medición indirecta). El sistema de regulación sirve para la reducción del flujo volumétrico de agua excedente que se escurre o la potencia de bombeo en un sistema de agua circulante. El proceso se regula respecto al consumo del agua del humidificador (consumo del líquido de humidificación) o la potencia de bombeo de recirculación en función de las condiciones del aire, en el que el agua o el líquido de humidificación se desconecta o conecta a través de la admisión 14 en el proceso adiabático o se regula en el flujo volumétrico de agua.

Tras una comparación de temperaturas del sensor de temperatura siguiente al suministro de agua (sensor de temperatura superior 19a) con un sensor de temperatura siguiente en la dirección de flujo 15 del agua del humidificador (p. ej. sensor de temperatura inferior 19b o sensor de temperatura medio 19c) se conecta o desconecta el agua de humidificador a través de la admisión 14 según su desviación o se regula el flujo volumétrico de agua circulante.

Cuando la temperatura del siguiente sensor de temperatura 19a respecto al suministro de agua 13 sobre el elemento humedecido (es decir, la superficie de intercambio de calor 11) en el proceso adiabático es más elevada respecto a los sensores de temperatura 19b o 19c siguientes, tiene lugar un secado en el elemento humedecido y el agua o líquido de humidificación se debe conectar a través de la admisión 14 o se debe elevar el flujo volumétrico del agua circulante.

Si la temperatura del siguiente sensor de temperatura 19a a la entrada del agua (admisión 14) en el proceso adiabático es más baja o igual a los sensores de temperatura 19b o 19c siguientes, está presente suficiente agua / líquido de humidificación en el proceso adiabático y se puede desconectar el agua o el líquido de humidificación a través de la admisión 14 o reducir en la cantidad de flujo o el flujo volumétrico.

Mediante la calibración de los sensores de temperatura 19a, 19b y eventualmente 19c se puede conseguir una diferencia de temperatura conocida entre los sensores de temperatura 19a, 19b, 19c, por lo que se puede regular la cantidad de agua o líquido de humidificación excedente. En otras palabras, para la regulación de una cantidad excedente de líquido de humidificación ya presente en la humidificación se pueden calibrar los sensores de temperatura 19a, 19b para la comparación de las temperaturas determinadas T_1 , T_2 antes de la humidificación de la

- superficie de evaporación 11 y la refrigeración adiabática, de manera que los sensores de temperatura 19a, 19b antes del comienzo de la humidificación presentan una diferencia de temperatura deseada en la dirección de flujo 15 del líquido de humidificación. Esta diferencia de temperatura preajustada y deseada entre los sensores de temperatura 19a, 19b se selecciona en este caso de modo que antes de la humidificación y antes de la refrigeración adiabática se muestra un aumento de temperatura aparente en sentido contrario a la dirección de flujo 15, lo que significa una elevación del flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado. Cuando se empieza el proceso de refrigeración adiabático y la humidificación prevista para ello, la diferencia de temperatura preajustada y deseada garantiza que siempre esté presente un cierto exceso de líquido de humidificación y contrarresta un secado del las sustancias contenidas en el agua sobre la superficie de evaporación 11.
- 5
- 10 Según el procedimiento, tras una comparación de gradientes de temperatura del siguiente sensor de temperatura 19a (sensor de temperatura superior) al suministro de agua (admisión 14) con un sensor de temperatura 19b o 19c siguiente en la dirección de flujo 15 del agua del humidificador, conforme a la desviación se desconecta o conecta el agua del humidificador o el líquido de humidificación a través de la admisión 14 o se regula y reduce en el flujo volumétrico del agua circulante.
- 15 Cuando el gradiente de temperatura del siguiente sensor de temperatura 19a al suministro de agua sobre el elemento de humidificación (superficie de evaporación 11) en el proceso adiabático es más elevado a los sensores de temperatura 19b o 19c siguientes, tiene lugar un secado en el elemento humedecido (superficie de evaporación 11) y el agua / líquido de humidificación se debe conectar a través de la admisión 14 o se debe elevar el flujo volumétrico del agua circulante.
- 20 Si el gradiente de temperaturas del siguiente sensor de temperatura 19a a la entrada de agua (admisión 14) en el proceso adiabático es más bajo o igual respecto a los sensores de temperatura 19b o 19c siguientes, está presente suficiente agua / líquido de humidificación en el proceso adiabático y el agua o el líquido de humidificación se puede desconectar a través de la admisión 14 o reducirse en el flujo volumétrico.
- 25 Para evitar una elevación de temperatura lenta de las comparaciones del gradiente de temperatura se conmuta para un tiempo ajustable el agua de admisión o se humedece con el flujo de agua máximo posible.
- Para reducir además un secado de minerales y otras sustancias contenidas en el agua o del líquido de humidificación en el elemento humedecido, después de la desconexión del proceso de refrigeración adiabático se continúa el agua del humidificador sobre el elemento a humedecer para un tiempo ajustable y luego se desconecta.
- 30 En todas las formas de realización representadas y modificaciones concebibles de ello se puede realizar una regulación del flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado con la ayuda de válvulas correspondientes para la conexión y desconexión o válvulas de regulación correspondientes para la regulación del flujo volumétrico, por ejemplo, en el dispositivo de humidificación 13 o con ayuda de una bomba controlada respecto a la velocidad de giro. Además, durante una duración temporal predeterminada se puede suministrar el líquido de humidificación con flujo volumétrico máximo a la superficie de evaporación 11, para evitar un secado de minerales o calcificaciones en la superficie de evaporación 11 tras la finalización del proceso de refrigeración adiabático. Pero el suministro previsto durante una duración temporal predeterminada con flujo volumétrico máximo del líquido de humidificación también puede servir para evitar una elevación de temperatura lenta en la comparación del gradiente de temperatura.
- 35
- 40 En el sentido de la invención, la expresión usada en la descripción anterior y en las reivindicaciones para la designación del procedimiento y el dispositivo de la “regulación de un flujo volumétrico de un líquido de humidificación” es de igual significado a las expresiones “regulación de la humedad del aire”, en donde la regulación se realiza en cada caso en el marco de un proceso de refrigeración adiabático, en el que se usa el aire cuya humidificación suficiente se debe garantizar. El procedimiento según la invención, así como el dispositivo apropiado para el procedimiento sirven para regular la humidificación del aire usado durante la refrigeración adiabática en función de un secado incipiente de la superficie de evaporación con la ayuda del flujo volumétrico suministrado a la superficie de evaporación.
- 45
- La invención descrita anteriormente no está limitada evidentemente a las formas de realización descritas y representadas. Se ve que en las formas de realización representadas en el dibujo se pueden efectuar numerosas modificaciones obvias para el especialista conforme a la aplicación pretendida sin que se abandone de este modo el alcance de la invención.
- 50

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la regulación de un flujo volumétrico de un líquido de humidificación durante una refrigeración adiabática, en donde una superficie de evaporación (11) se humedece con el líquido de humidificación que fluye a lo largo de la superficie de evaporación (11) y el aire a refrigerar y/o a humedecer se conduce esencialmente transversalmente a la dirección de flujo (15) del líquido de humidificación sobre la superficie de evaporación (11),
- 5 **caracterizado porque**
- después de una duración temporal predeterminada de la humidificación de la superficie de evaporación (11) se reduce el flujo volumétrico del líquido de humidificación que fluye sobre la superficie de evaporación (11) y después de la reducción del flujo volumétrico se determinan las temperaturas (T_1 , T_2) y/o gradientes de temperatura temporales (ΔT_1 , ΔT_2) del aire conducido por delante de la superficie de evaporación (11) en al menos dos posiciones diferentes en la dirección de flujo (15) del líquido de humidificación esencialmente en paralelo a la superficie de evaporación (11), en donde el flujo volumétrico del líquido de humidificación se regula en función de las temperaturas (T_1 , T_2) determinadas y/o gradientes de temperatura temporales (ΔT_1 , ΔT_2).
- 10
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** para la regulación del flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado a la superficie de evaporación (11) se comparan al menos dos temperaturas (T_1 , T_2) determinadas para un instante de medición en posiciones diferentes o al menos dos gradientes de temperatura temporales (ΔT_1 , ΔT_2) determinados en posiciones diferentes del aire conducido por delante de la superficie de evaporación (11).
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado a la superficie de evaporación (11) se regula en el caso de desviación de al menos dos temperaturas (T_1 , T_2) determinadas para un instante de medición en posiciones diferentes o de al menos dos gradientes de temperatura temporales (ΔT_1 , ΔT_2) determinados en posiciones diferentes del aire conducido por delante de la superficie de evaporación (11).
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado a la superficie de evaporación (11) se reduce cuando las temperaturas (T_1 , T_2) determinadas o gradientes de temperatura temporales (ΔT_1 , ΔT_2) del aire conducido por delante de la superficie de evaporación (11) son esencialmente idénticos en las al menos dos posiciones diferentes en la dirección de flujo (15) del líquido de humidificación y esencialmente transversalmente a la dirección de circulación del aire a refrigerar o cuando las temperaturas (T_1 , T_2) o gradientes de temperatura temporales (ΔT_1 , ΔT_2) del aire conducido por delante de la superficie de evaporación (11) determinados en al menos dos posiciones diferentes muestran un ascenso de temperatura en la dirección de flujo (15) del líquido de humidificación.
- 30 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el flujo volumétrico del líquido de humidificación suministrado a la superficie de evaporación (11) se aumenta cuando las temperaturas (T_1 , T_2) o gradientes de temperatura temporales (ΔT_1 , ΔT_2) del aire conducido por delante de la superficie de evaporación (11) determinados en al menos dos posiciones diferentes muestran un ascenso de temperatura en sentido contrario a la dirección de flujo (15) del líquido de humidificación.
- 35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** durante una duración temporal predeterminada, el líquido de humidificación se le suministra a la superficie de evaporación (11) con un flujo volumétrico aumentado en comparación al flujo volumétrico regulado.
- 40 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la superficie de evaporación (11) es una superficie (12) de un humidificador de contacto (10) mojable con un líquido de humidificación, por delante del que se conduce el aire a refrigerar.
- 45 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la superficie de evaporación (11) está configurada como registro tubular (22) de un intercambiador de calor de aire – líquido (20), en el que para la refrigeración adiabática un medio caloportador se conduce a través del registro tubular (22) y el aire a humedecer se guía alrededor del registro tubular (22), en donde durante la refrigeración se humedece la superficie exterior del registro tubular (22) con el líquido de humidificación.
- 50 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la superficie de evaporación (11) está configurada como parte de un intercambiador de calor de placas de aire – aire (30), en el que el aire de refrigeración (31) se humedece antes de su entrada en el intercambiador de calor de placas de aire – aire (30) con el líquido de humidificación.
- 55 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las temperaturas (T_1 , T_2) se determinan con ayuda de sensores de temperatura (19a, 19b, 19c) correspondientes, en donde los sensores de temperatura (19a, 19b, 19c) se calibran para la comparación de las temperaturas (T_1 , T_2) determinadas antes de la humidificación de la superficie de evaporación (11) y la refrigeración adiabática, de manera que los

sensores de temperatura (19a, 19b, 19c) presentan una diferencia de temperatura deseada en la dirección de flujo (15) del líquido de humidificación antes del comienzo de la humidificación.

- 5 11. Dispositivo para la regulación de un flujo volumétrico de un líquido de humidificación durante la refrigeración adiabática, que presenta una superficie de evaporación (11), que se puede humedecer con el líquido de humidificación proporcionado por un dispositivo de humidificación (13) y que durante la refrigeración adiabática y/o humidificación puede intercambiar calor con el aire a refrigerar y/o a humedecer, en donde se puede regular el flujo volumétrico del líquido de humidificación que fluye a lo largo de la superficie de evaporación (11) durante la refrigeración y/o humidificación, en donde el aire a refrigerar y/o a humedecer fluye esencialmente transversalmente a la dirección de flujo (15) del líquido de humidificación y sobre la superficie de evaporación (11), y en donde para la regulación del flujo volumétrico del líquido de humidificación están previstos al menos dos sensores de temperatura (19a, 19b, 19c),

caracterizado porque

- 15 los al menos dos sensores de temperatura (19a, 19b, 19c) están dispuesto en la dirección de flujo (15) del líquido de humidificación y, en referencia a la dirección de circulación (16b) del aire a refrigerar, aguas debajo de la superficie de evaporación (11) y determinan las temperaturas en dos posiciones diferentes en la dirección de flujo (15) del líquido de humidificación en paralelo a la superficie de evaporación.

12. Dispositivo según la reivindicación 11, **caracterizado porque** la superficie de evaporación (11) es una superficie (12) de un humidificador de contacto (10) mojable con el líquido de humidificación y **porque** la refrigeración del aire a refrigerar se realiza directamente de forma adiabática.

- 20 13. Dispositivo según la reivindicación 11, **caracterizado porque** la superficie de evaporación (11) está configurada como registro tubular (22) de un intercambiador de calor de aire –líquido (20), en el que un medio caloportador fluye a través del registro tubular (22) y el aire a refrigerar fluye alrededor del registro tubular (22), en donde el intercambiador de calor de aire – líquido (20) presenta el dispositivo de humidificación (13) mediante el que se puede mojar la superficie exterior del registro tubular (22) con el líquido de humidificación.

- 25 14. Dispositivo según la reivindicación 11, **caracterizado porque** la superficie de evaporación (11) está configurada como parte de un intercambiador de calor de placas de aire – aire (30), en el que el aire a refrigerar intercambia su calor indirectamente de forma adiabática con un aire de refrigeración humedecido antes de su entrada al intercambiador de calor de placas de aire – aire (30) con el líquido de humidificación.

- 30 15. Dispositivo según la reivindicación 11, **caracterizado porque** los al menos dos sensores de temperatura (19a, 19b, 19c) están dispuestos fuera del intercambiador de calor de placas de aire – aire (30) en su lado de salida (33) para el aire a refrigerar.



