



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11) Número de publicación: **2 273 104**

51) Int. Cl.:
B01D 47/02 (2006.01)
B01D 47/00 (2006.01)
B01D 45/10 (2006.01)
B01D 53/14 (2006.01)
B01D 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86) Número de solicitud europea: **04002782 .3**
86) Fecha de presentación : **09.02.2004**
87) Número de publicación de la solicitud: **1447122**
87) Fecha de publicación de la solicitud: **18.08.2004**

54) Título: **Procedimiento y dispositivo para la reducción de la descarga ocasionada por aerosol a partir de una columna separadora.**

30) Prioridad: **11.02.2003 DE 103 05 578**

45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2007

45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2007

73) Titular/es: **BASF Aktiengesellschaft
67056 Ludwigshafen, DE**

72) Inventor/es: **Huber, Günther;
Hölemann, Karl;
Löning, Jan-Martin y
Sachweh, Bernd**

74) Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 273 104 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).

ES 2 273 104 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para la reducción de la descarga ocasionada por aerosol a partir de una columna separadora.

5 La invención se refiere a un procedimiento para la reducción de la descargada ocasionada por aerosol a partir de una columna separadora, a un dispositivo, así como a un empleo.

10 Como aerosoles se denominan suspensiones de partículas sólidas o líquidas en gases estables desde el punto de vista termodinámico, indicándose como valor límite superior para el diámetro de partícula por regla general un valor de aproximadamente $10\ \mu\text{m}$.

15 Los mecanismos de formación de aerosoles se describen minuciosamente en la literatura, a modo de ejemplo en K.Schaber: Chem. Eng. Sci., 1995 (50), 8, 1347 a 1360. Entre estos cuentan en especial la formación mediante reacciones en fase gaseosa, mediante desublimación, o mediante paso a un nivel inferior del límite del punto de congelación, y subsiguiente condensación en gérmenes homogéneos o heterogéneos, mientras que los aerosoles de reacción se pueden inhibir mediante la influencia selectiva de la composición de gases, la formación de aerosoles de condensación en instalaciones accionadas en húmedo, a modo de ejemplo en lavadores de gases, es forzosa de múltiples maneras. Por regla general, se puede influir sobre esta sólo mediante instalaciones, ya que en procesos 20 técnicos no se pueden evitar habitualmente sobresaturaciones de fase gaseosa locales, así como la introducción de gérmenes de condensación.

25 En cargas de cuerpos de relleno convencionales se pueden separar gotas mayores, a partir de aproximadamente $10\ \mu\text{m}$. Un desplazamiento de las curvas de precipitación en la zona fina de gotitas es posible, no obstante, sólo mediante velocidad de afluencia creciente, o una clara prolongación de la carga de cuerpos de relleno, y por consiguiente pérdida de presión creciente. Debido a la gran pérdida de presión, o bien al elevado gasto en instalaciones a altas velocidades, por lo tanto, según A. Bürkholz: Chem.-Ing.-Tech. 1976 (48), 9, 795, no parece conveniente emplear cargas de cuerpos de relleno convencionales para la precipitación de niebla fina por debajo de $2\ \mu\text{m}$.

30 Lo mismo es válido también para separadores de gotas de tejido metálico, así como para otros separadores de gotas convencionales, como ciclones o separadores de desvío, que se basan en el principio de separación por inercia en su totalidad.

35 Sólo en lavadores Venturi o separadores de difusión se alcanzan los límites de separación necesarios para la separación de aerosol, pero bajo aceptación de costes de inversión y operación elevados.

40 Es posible evitar la formación de aerosoles de condensación en columnas separadoras mediante un control de procedimiento apropiado, y precisamente en especial mediante aumento de la temperatura de operación. Mediante temperaturas más elevadas se puede reducir el grado de saturación de la fase gaseosa, e impedir un paso a nivel inferior de la línea de punto de congelación debido a la vía temperatura-composición de la operación de separación. Una operación a temperaturas elevadas no conduce al objetivo en cualquier caso, ya que las sobresaturaciones no se pueden impedir en cada punto, la solubilidad en gases de los componentes a separar se empeora generalmente con temperatura creciente, y se producen esfuerzos de materiales elevados (por ejemplo en el caso de empleo de materiales sintéticos en la absorción de cloruro de hidrógeno).

45 Por H. C. Reijnen: Abscheidung von Feinstaerosolen in Chemie Anlagen Verfahren 1988, August, páginas 12 y 13, es conocido un sistema de procedimiento de varias etapas para desulfuraciones de gas de combustión de centrales térmicas de carbón e instalaciones de incineración de basuras, con separación previa de aerosoles mayor que $3\ \mu\text{m}$ en una primera etapa, atomizado con agua/vapor, o bien aire en una segunda etapa con el fin del crecimiento de aerosol de un tamaño de partícula de $0,1\ \mu\text{m}$ a $0,8$ hasta $1,0\ \mu\text{m}$, una tercera etapa de coalescencia, alcanzándose bajo condiciones de inundación una aglomeración de aerosol de un tamaño de partícula de $0,8$ a $1\ \mu\text{m}$ a 10 hasta $12\ \mu\text{m}$, y una separación final de gotas en una cuarta etapa, separándose gotas mayores que 10 a $12\ \mu\text{m}$. El procedimiento describe exclusivamente la separación de aerosoles de reacción.

55 Un procedimiento según el concepto general de la reivindicación 1 se da a conocer en la US-A- 5.660.615. En el transcurso de la intensificación de prescripciones de protección ante la inmisión, respecto a la emisión de sustancias nocivas deben ser suficientes requisitos aumentados recientemente en aparatos e instalaciones a autorizar. A modo de ejemplo, mediante el actual aire TA (Technische Anleitung), el valor de polvo permitido se reduce de $50\ \text{mg}/\text{m}^3$ a $20\ \text{mg}/\text{m}^3$. Adicionalmente, en instalaciones ya existentes, los límites de emisión pueden ser necesarios debido a disposiciones subsiguientes.

65 Era tarea de la invención poner a disposición un procedimiento que posibilitara equipar económicamente las columnas de separación existentes de tal manera que cumplieran los nuevos requisitos en la purificación de aire. En especial se debe reducir o evitar una descarga debida a aerosol a partir de columnas separadoras, o se deben obtener sustancias de valor, separándose aerosoles de modo económico, bajo aprovechamiento de los mecanismos de separación eficaces (inercia y difusión).

ES 2 273 104 T3

La solución consiste en un procedimiento para la reducción de la descarga debida a aerosol a partir de una columna separadora, en la que a partir de una mezcla de partida gaseosa o líquida se separan uno o varios componentes en elementos de inserción eficaces para la separación, estando presentes o formándose aerosoles en una fase gaseosa en la columna de separación, segmentándose los elementos de inserción eficaces en la separación en uno o varios puntos de separación, y determinándose el(los) punto(s) de separación de tal manera que los aerosoles presenten al menos un 50% de su tamaño de partícula máximo en el punto o los puntos de separación, entendiéndose por tamaño de partícula el diámetro medio referido a la masa de la distribución de partículas, y previéndose en cada punto de separación una incorporación que se acciona en primer lugar en inundación parcial, bajo formación de una fase líquida continua al menos en zonas parciales de la incorporación a la que se unen los aerosoles.

Por consiguiente, mediante el procedimiento según la invención se pone a disposición una solución constructiva sencilla que pone a disposición una vía económica para la configuración de instalaciones de nueva construcción, así como para el equipado de instalaciones presentes, según la cual se pueden separar aerosoles económicamente, bajo aprovechamiento de los mecanismos de separación eficaces (inercia y difusión).

En la presente se entiende bajo el concepto columnas separadoras todas las instalaciones que se emplean en la técnica de procedimiento para la puesta en práctica de procedimientos de separación térmicos. Entre éstas cuentan en especial columnas de destilación, columnas de destilación reactivas, columnas de reacción, columnas de extracción reactivas, columnas de absorción (lavadores de gases), columnas de desorción (columnas de arrastre), columnas de adsorción o instalaciones para la puesta en práctica de procedimientos de separación en membrana.

El procedimiento según la invención se refiere en especial a la mejora de columnas de absorción, también denominada lavadores de gases. Los lavadores de gases se emplean en gran extensión en la técnica de procedimiento. Por regla general son instalaciones tubulares con diámetros internos en el intervalo de 100 a 8.000 mm, que se emplean para la separación de uno o varios componentes a partir de una mezcla gaseosa mediante absorción en un líquido de lavado. En este caso se puede tratar de componentes indeseables (sustancias "ajenas al aire"), en el procedimiento para la purificación de aire o, en contrapartida, se puede tratar de sustancias de valor. Para la mejora del intercambio de sustancias y calor, los lavadores de gases están equipados con elementos de inserción con eficacia en la separación, a modo de ejemplo cargas, empaquetaduras ordenadas o platos.

En columnas separadoras, en especial en lavadores de gases, se pueden formar aerosoles según todos los mecanismos de formación conocidos, en especial aerosoles de reacción y/o aerosoles de condensación y/o aerosoles de sublimación. Los aerosoles pueden ser existentes sólo incidentalmente, es decir, pueden estar presentes sólo en zonas parciales del lavador de gases.

Según la invención, los elementos de inserción de columnas separadoras eficaces en la separación presentes, en especial del lavador de gases, se segmentan en uno o varios puntos de separación, determinándose el (los) punto(s) de separación de tal manera que los aerosoles presenten al menos un 50% de su tamaño de partícula máximo en el punto o los puntos de separación.

En la presente se entiende por tamaño de partícula el diámetro medio referido a la masa de una distribución de partículas, como se define, por ejemplo, en Löffler, "Staubabscheiden", editorial Thieme Stuttgart, 1988, página 9, ecuación (1.20). El diámetro medio referido a la masa es la raíz cúbica del tercer momento $M_{3,0}$ de distribución de partículas. La determinación técnica de medida de distribuciones de partículas se efectúa con procedimientos de medida de resolución de tamaños conocidos por el especialista.

El especialista sabe como puede calcular los tamaños de partícula de aerosol en columnas de separación: mediante un cálculo por segmentos de la transición de sustancia y calor acoplada se puede calcular un perfil de temperatura y concentración para una columna separadora en contracorriente y en corriente paralela. Para una columna accionada en contracorriente se puede emplear, a modo de ejemplo, el simulador de transición de sustancia-calor adquirible comercialmente "ASPEN RATEFRAC®" (fabricante: ASPEN Technology, Cambridge, Mass., USA). A tal efecto, la columna se subdivide en segmentos axiales aislados mediante cálculo, y en cada segmento p_i se calcula las presiones parciales de componentes gaseosos.

No obstante, en los segmentos aislados, la fase gaseosa y líquida no están en equilibrio. Por lo tanto, se ofrecen las presiones parciales de componentes condensables para la fase gaseosa que no se encuentra en equilibrio ΣP_j^∞ , representando j una variable de control para el número de diferentes componentes en forma de vapor.

En el ámbito del procedimiento según la invención, para la fase gaseosa se calcula ahora una etapa de equilibrio isotérmica para el proceso de condensación. A partir de este cálculo se obtiene las presiones parciales de componentes condensables en equilibrio isotérmico $\Sigma P_{j,Glw}^\infty$.

De los resultados para la condensación isotérmica de fase gaseosa se puede calcular el grado de saturación S_i para cada segmento de columna aislado según la ecuación (1).

$$S_i = \frac{\Sigma P_j^\infty}{\Sigma P_{j,Glw}^\infty} \quad (1)$$

ES 2 273 104 T3

Con los grados de saturación S_1 calculados de este modo, en un primer paso se puede estimar si una partícula de tamaño determinado y propiedades de humectación determinadas puede crecer mediante condensación.

5 Tal estimación se puede efectuar por medio de ecuaciones conocidas para la descripción de la relación entre la base de saturación S^* y el radio de partícula R^*p en estado de equilibrio (símbolo * = estado de equilibrio). Para una partícula completamente humectable, esta relación se puede describir, a modo de ejemplo, con ayuda de la denominada ecuación de Kelvin

$$10 \quad \ln S^* = \frac{2\sigma_{gl}V_1}{kTR^*p} \quad (2)$$

15 En este caso, σ_{gl} describe la tensión superficial de líquido frente al gas, v_1 describe el volumen de molécula, k describe la constante de Boltzmann, y T la temperatura.

20 Para partículas completamente humectables, que contienen adicionalmente componentes disueltos (por ejemplo sales), así como para partículas difícilmente humectables, se dispone de correspondientes relaciones. A tal efecto se remite al documento de habilitación "Messen, Konditionieren und Abscheiden feinsten - Aerosolpartikel von Dr.-Ing. habil. Bernd A. Sachweh, Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik der Universität Kaiserslautern, 1996 (en este ecuaciones 2-14a y 2-18).

25 Si el verdadero grado de saturación S es mayor que el correspondiente valor de equilibrio S^* , en principio se puede efectuar una condensación en las partículas que actúan como gérmenes. Este proceso se denomina activado de partículas. Por el contrario, si el verdadero grado de saturación es menor que el correspondiente valor de equilibrio S^* , las partículas se contraen en su tamaño mediante evaporación. Por lo tanto, el valor de equilibrio S^* se denomina grado de saturación crítico, el radio de partícula correspondiente se denomina radio de partícula crítico R^*p .

30 El cálculo del grado de saturación crítico S^* como función del radio de partícula según la ecuación (2), o según las correspondientes ecuaciones para partículas con componentes disueltos, o bien para partículas difícilmente humectables, conduce a las denominadas curvas de Köhler, que permiten finalmente estimar sí partículas de determinado tamaño y determinadas propiedades de humectación se pueden desarrollar mediante condensación. Como se representa en el documento de habilitación mencionado, se muestra que para el activado de partículas menores que 50 nm, independientes de sus propiedades de humectación, es necesaria una sobresaturación crítica que aumenta exponencialmente con tamaño de partícula descendente. Por lo tanto, si se desea una condensación, el grado de saturación se debe ajustar de tal manera que las partículas mayores que 50 nm contribuyan a la germinación. Para la germinación no se deben considerar partículas más reducidas, ya que éstas contribuyen simultáneamente a la descarga de masas de partículas de una columna sólo en medida despreciable.

40 En un segundo paso de cálculo se debe describir además el desarrollo temporal del crecimiento de partículas mediante la condensación. Por consiguiente, finalmente se puede determinar a que tamaño pueden crecer las partículas dependiendo de su tiempo de permanencia en la instalación.

45 A tal efecto, en un segundo programa de cálculo, la información a través de los grados de saturación dependientes del segmento S_i con ayuda de una o varias ecuaciones adicionales se utiliza para describir el crecimiento de partículas a lo largo del tiempo t . Esto se puede efectuar, a modo de ejemplo, con ayuda de la ecuación (3).

$$50 \quad \frac{dR_p}{dt} = \frac{S - 1}{p_1 R_p} \left[\frac{L^2}{\lambda_L R_v T_\infty^2} + \frac{p - S p_{vs}(T_\infty)}{p D_{vg} P_{vs}(T_\infty)} \right]^{-1}, \quad (3)$$

55 donde S , el grado de saturación p_1 , describe la densidad de partículas (líquido), L , el calor de condensación latente λ_L , describe la conductividad térmica del medio circundante, R_v describe la constante de gases de vapor, p describe la presión total de fase gaseosa en la columna separadora, D_{vg} describe la constante de difusión de vapor en el medio circundante, p_{vs} describe la presión parcial de vapor en estado de saturación, y T_∞ describe la temperatura de medio circundante en eliminación sin fin de la superficie de partículas. En el documento de habilitación ya citado anteriormente "Messen, Konditionieren und Abscheiden feinsten Aerosolpartikel" de Dr.-Ing. habil. Bernd A. Sachweh, Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik der Universität Kaiserslautern, 1996, (en éste ecuaciones 2-37 y 2-38) se describen ecuaciones correspondientes, que permiten una consideración de la superficie curvada de partículas, así como de componentes disueltos, que no se evaporan (por ejemplo sales) en el proceso de condensación.

Con este modo de proceder, ahora es posible calcular por segmentos el desarrollo de tamaños de partícula a través de la altura de la columna, y por consiguiente determinar la posición óptima para la separación intermedia de aerosoles.

65 Según la invención, en el punto o los puntos de separación, que se calcularon como se describe anteriormente, se prevé una incorporación, o bien incorporaciones, que se accionan en un estado de operación inundado al menos parcialmente. Bajo el concepto inundado parcialmente se entiende que en zonas parciales de la incorporación, que no tienen que ser cohesivas, se fuerza una fase líquida continua.

ES 2 273 104 T3

A modo de ejemplo, por la DE-A 199 36 380 se conoce la posibilidad de accionar selectivamente elementos de inserción de columna en estado inundado para la mejora de procesos de transporte de substancia y calor. A tal efecto es decisiva la geometría de elementos de inserción, así como las cantidades de líquido y gas ajustadas mediante los elementos de inserción. El mecanismo de inundación se puede ilustrar mediante dos procesos desde el punto de vista fenomenológico: por una parte, la película de líquido que fluye en los elementos de inserción se retiene, y por otra parte, las gotas de líquido arrastradas hacia arriba por la corriente gaseosa se retienen.

Preferentemente, el (los) punto(s) de separación se determina de tal manera que los aerosoles presenten al menos un 80% de su tamaño de partícula máximo. De modo especialmente preferente, el(los) punto(s) de separación se determina de modo que los aerosoles presenten al menos un 90% de su tamaño de partícula máximo.

En una variante de procedimiento preferente, los elementos de inserción eficaces en la separación se segmentan en un único punto de separación.

La incorporación, o bien las incorporaciones en el punto o los puntos de separación pueden llenar el diámetro interno total de la columna de separación, pero también es posible configurar la incorporación (las incorporaciones) de modo que llene (llenen) el diámetro interno de columnas separadoras sólo parcialmente. Esto puede ser ventajoso en especial para ocasionar más fácilmente un estado de operación parcialmente inundado de la incorporación debido a la velocidad de gas más elevada a través de la incorporación.

Respecto al acondicionamiento constructivo concreto de la incorporación no existen limitaciones en principio. A modo de ejemplo, son posibles cargas de cuerpos de relleno, pudiendo adoptar los cuerpos de relleno en principio cualquier geometría, empaquetaduras estructuradas, platos, que se accionan con una capa burbujeante, así como tejidos de punto, tejidos de punto por trama o vellones constituidos por metales, materiales sintéticos o vidrio.

Son preferentes incorporaciones con superficies específicas en el intervalo de 60 a 2.500 m²/m³ y porosidades en el intervalo de un 85 a un 98%, preferentemente de un 91 a un 96%.

Es ventajoso introducir en la columna separadora una corriente externa de gas, vapor y/o líquido antes de la incorporación (las incorporaciones) para saturar o sobresaturar la corriente gaseosa a purificar.

En una forma de ejecución ventajosa, a través de una alimentación y/o descarga externa de líquido se puede generar una pérdida de presión definida, independiente de la corriente gaseosa, a través de la incorporación. Es ventajosa una pérdida de presión a través de la incorporación en el intervalo de 0 a 200 mbar, preferentemente en el intervalo de 5 a 40 mbar.

La inundación al menos parcial de la incorporación se puede generar a través del líquido de lavado conducido en la columna de separación para la absorción, a través de gotas de líquido, que se arrastran a la incorporación por la corriente gaseosa. También es posible una alimentación externa de líquido a la incorporación, pudiendo tener el líquido alimentado externamente la misma composición que el líquido de lavado, o ser diferente del mismo.

Son preferentes alturas de incorporaciones en el intervalo de 100 a 500 mm.

El procedimiento no está limitado respecto a la guía de corriente de mezcla gaseosa a purificar y líquido de lavado; del mismo modo son posibles regímenes en corriente paralela y en contracorriente.

El procedimiento no está limitado respecto a presión y temperatura de operación. Es posible una operación a presión atmosférica, en vacío o sobrepresión, con o sin alimentación y descarga de calor externa.

El procedimiento según la invención es especialmente apropiado para la purificación de mezclas de gases que tienden a la formación de aerosoles de condensación, en especial de corrientes gaseosas, que contienen hidrocarburos halogenados gaseosos, en especial cloruro de hidrógeno y/o bromuro de hidrógeno, trióxido de azufre gaseoso, ácido sulfúrico gaseoso o dióxido de nitrógeno gaseoso.

El procedimiento según la invención es apropiado en la misma medida para la purificación de mezclas gaseosas, que tienden a la formación de aerosoles de reacción, en especial de mezclas gaseosas que contienen amoníaco gaseoso y cloruro de hidrógeno gaseoso. A tal efecto, cítense a modo de ejemplo también mezclas de reacción de procesos de combustión.

Otro empleo ventajoso se refiere a la purificación de mezcla de gases, que tienden a la formación de aerosoles de sublimación.

Frente a procedimientos conocidos para evitar la descarga ocasionada por aerosol a partir de columnas separadoras, la solución hallada presenta ventajas tanto técnicas, como también económicas.

Esta se puede introducir como medida de modificación en columnas separadoras ya presentes, en especial lavadores de gases, sin que a tal efecto sean necesarios medios de operación adicionales, o una modificación de parámetros de operación para el mantenimiento de límites de emisión.

ES 2 273 104 T3

Frente a vasos Venturi o filtros de difusión de lecho profundo, la solución hallada presenta costes de operación y/o inversión más convenientes.

Además, el procedimiento según la invención presenta una flexibilidad elevada, ya que la velocidad de afluencia de la fase gaseosa a través de una amplia zona de operación se puede variar sin influencia clara del rendimiento de separación, regulándose la dosificación de líquido a la incorporación accionada bajo inundación al menos parcial de manera externa, a modo de ejemplo a través de una medida de presión diferencial.

Otra ventaja del procedimiento según la invención consiste en que la temperatura de operación es reducida, lo que mejora considerablemente el proceso de absorción de numerosos componentes gaseosos en una disolución de lavado acuosa.

Las temperaturas de operación reducidas son ventajosas en especial en el caso de empleo de sistemas de sustancias corrosivos, a modo de ejemplo en mezclas que contienen halogenuros de hidrógeno, ya que la sollicitación a esfuerzo de materiales es más reducida de este modo. Además, mediante un régimen de circulación en el procedimiento para la absorción de mezclas gaseosas que contienen halogenuros de hidrógeno, en especial cloruro de hidrógeno, es posible la obtención de disoluciones de hidrácidos halogenados altamente concentradas, en especial disoluciones de ácido clorhídrico altamente concentradas. La invención se explica más detalladamente a continuación por medio de una figura, así como de ejemplos de ejecución.

Muestran en particular:

la figura 1 una primera forma de ejecución preferente de un lavador de gases para la puesta en práctica del procedimiento según la invención,

la figura 2 una sección de otra forma preferente de ejecución de un lavador de gases para la puesta en práctica del procedimiento según la invención, y

la figura 3 la representación gráfica de resultados de ensayo para la determinación del rendimiento de purificación de un lavador de gases según el estado de la técnica, con confrontación de lavadores de gases conforme al procedimiento según la invención.

En las figuras, los mismos signos de referencia designan características iguales o correspondientes.

La representación esquemática en la figura 1 muestra un lavador de gases 1, al que se alimenta en la zona inferior del mismo la mezcla de partida gaseosa G, y en contrapartida al mismo el líquido de lavado L, y se ponen en contacto en incorporación dos convencionales eficaces en la separación. En dependencia del perfil de temperatura, presión y composición en el lavador de gases 1, en la zona inferior del mismo, equipada con incorporaciones eficaces en la separación 2, puede tener lugar una formación de aerosol mediante reacción en fase gaseosa y/o condensación y/o desublimación. La corriente gaseosa cargada de aerosol de esta zona del lavador de gases atraviesa a continuación una incorporación 3, que se acciona en régimen parcial o completamente inundado. A modo de ejemplo, esto es posible alimentándose a la incorporación 3 líquido de lavado a partir de la zona del lavador de gases 1 que se encuentra sobre la misma, o a través de una alimentación externa 4. El líquido alimentado externamente se puede alimentar a partir de un depósito para líquido de lavado 5, o a partir de la descarga de cola 6 del lavador de gases 1 a través de un conducto de recirculación 7 y un cambiador de calor 8.

También es posible capturar en un colector de líquido 9, y hacer pasar a través de un conducto de líquido interno o externo 10 en la entrada 3 de la sección inferior del lavador de gases, el líquido de lavado que se descarga en el lavador de gases 1 por encima de la incorporación 3. En esta forma de ejecución, la incorporación 3 se humedece mediante el líquido arrastrado concomitantemente por la corriente gaseosa ascendente en forma de gotas o condensado.

La corriente gaseosa cargada con aerosol, después de circular a través de la incorporación 3, se introduce en una segunda sección del lavador de gases 1, equipada con incorporaciones 2 convencionales eficaces en la separación, pudiéndose accionar las incorporaciones eficaces en la separación 2 en esta sección de instalación, tanto en seco, como también cargadas con líquido de lavado a través de un conducto externo 11 para el enriquecimiento por absorción adicional. El líquido de lavado se puede alimentar igualmente al depósito 5 o a la descarga de cola 6 del lavador de gases a través de una recirculación 7 y un cambiador de calor 8. En la cabeza de la columna está previsto ventajosamente un separador de gotas 12 para evitar el arrastre concomitante de gotas groseras (diámetro de partícula $\gg 10 \mu\text{m}$) en la corriente gaseosa purificada, que se extrae en la cabeza de la columna. El líquido de lavado cargado se extrae a través de la descarga de cola del lavador de gases 1.

La figura 2 muestra un corte de otra forma preferente de ejecución de un lavador de gases 1 para la puesta en práctica del procedimiento según la invención, presentando la incorporación 3, que se acciona parcial o completamente inundada, y que está dispuesta entre dos zonas con incorporaciones 2 convencionales eficaces en la separación, un diámetro más reducido en comparación con el diámetro interno del lavador de gases 1. La incorporación 3 está dispuesta en la chimenea de gases de un plato de túnel 13, en el que, en la forma de ejecución especial representada en la figura 2, el líquido está retenido hasta una determinada altura, referida a la incorporación 3. El líquido de lavado se conduce a través de descargas 14 del plato de túnel 13 a la zona inferior del lavador de gases 1. Alternativamente se

puede evacuar también líquido de lavado a través de un conducto externo 15 con instalaciones de bloqueo y transporte en la zona inferior del lavador de gases 1. La corriente de líquido extraída se puede regular a través de una medida de presión diferencial 16, mediante lo cual se puede ajustar un descenso de presión definido en la incorporación 3.

5 Ejemplos de ejecución

En una instalación de ensayo, que estaba construida correspondientemente a la representación esquemática en la figura 2, se investigó la eficacia del procedimiento según la invención en el sistema de sustancias agua, cloruro de hidrógeno, nitrógeno. La instalación de ensayo estaba constituida por un lavador de gases con un diámetro interno de 100 mm, con dos cargas de cuerpos de relleno de 500 mm de longitud respectivamente, constituidas por cuerpos de relleno de material sintético comerciales, y precisamente anillos Hiflow® de la firma Rauschert, con una superficie específica de 313 m²/m³ y una porosidad (grado de orificios) de un 91%. Entre ambas cargas de cuerpos de relleno estaba insertada una incorporación, formada por un separador de gotas de tejido de alambre constituido por material sintético, con una longitud de 150 mm y un diámetro de 50 mm. Se investigaron dos separadores de gotas de tejido metálico, que se diferenciaban en su superficie específica y porosidad, y precisamente un primer separador de gotas de tejido de alambre con una superficie específica más reducida, de 555 m²/m³, y una porosidad de un 95,5%, y un segundo separador de gotas de tejido de alambre con una superficie específica mayor, de 615 m²/m³, y una porosidad de un 93,8%. La primera incorporación se accionó inundada parcialmente, la pérdida de presión sobre la incorporación ascendía a 10 mbar. La segunda incorporación se accionó inundada completamente, la pérdida de presión ascendía a 20 mbar.

La instalación de ensayo se accionó a presión ambiental por vía isotérmica.

Como líquido de lavado se empleó una disolución acuosa de ácido clorhídrico al 1% en peso, que se temperó a una temperatura de 22°C. La carga de líquido de la columna ascendía a 18 m³/m²/h.

La corriente gaseosa anhidra a purificar, de 14,6 Nm³/h de nitrógeno, se alimentó a la columna de lavado con una concentración constante de cloruro de hidrógeno de 3100 ppm en volumen, y una temperatura de entrada de 25°C.

A la corriente gaseosa a purificar se añadieron partículas finas sólidas de cloruro amónico en un intervalo de concentración de 10⁵ a 4,5 · 10⁷ partícula/cm³ como gérmenes de condensación para la formación de aerosol. Del orden de magnitud de los gérmenes se puede estimar con 0,05 a 1 μm (véase K. Schaber: Chem. Eng. Sci., 1995(50), 8, página 1347, tabla 1).

La doble representación logarítmica en la figura 3 muestra los contenidos residuales en cloruro de hidrógeno en la corriente gaseosa purificada, y_{HCl}, en ppm en volumen, en dependencia del número de partículas n en la corriente gaseosa a purificar, en l/cm³, respectivamente para un lavador de gases según el estado de la técnica (curva I, marcada con triángulos), así como para un lavador de gases según la invención, con una incorporación accionada en régimen de inundación parcial (curva II, los puntos de medida están representados como círculos), o bien con una incorporación accionada en inundación (curva III, los puntos de medida están representados como cuadrados).

Los resultados de ensayo muestran que mediante el empleo según la invención de una incorporación accionada en régimen de inundación parcial, en el intervalo de concentración parcial total se reduce la concentración de cloruro de hidrógeno en la corriente gaseosa purificada. Se mostró especialmente efectiva la operación con una incorporación completamente inundada, que condujo, en el intervalo de índice de gérmenes relevante técnicamente de hasta 10⁶ partículas/cm³, a una corriente gaseosa purificada con menos de 30 ppm en volumen de cloruro de hidrógeno.

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para la reducción de la descarga ocasionada por aerosol de una columna de separación (1), en la que, a partir de una mezcla de partida gaseosa o líquida (G), se separa uno o varios componentes en incorporaciones eficaces en la separación (2), estando presentes o formándose aerosoles en la fase gaseosa en la columna separadora (1), segmentándose las incorporaciones eficaces en la separación (2) en uno o varios puntos de separación, y previéndose en cada punto de separación una incorporación (3), **caracterizado** porque el punto de separación, o los diversos puntos de separación, se determinan de tal manera que los aerosoles presentan al menos un 50% de su tamaño de partícula máximo en el punto o los puntos de separación, entendiéndose por tamaño de partícula el diámetro medio referido a la masa de distribución de partículas, y porque la incorporación (3) se acciona en régimen inundado al menos parcialmente, forzándose, al menos en zonas parciales de la incorporación (3), una fase líquida continua, a la que se unen los aerosoles.

15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el punto de separación o los puntos de separación se prevén en el punto o en los puntos en el que o en los que los aerosoles presentan al menos un 80%, preferentemente al menos un 90% de su tamaño de partícula máximo.

20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** porque se segmenta las incorporaciones eficaces en la separación (2) en un punto de separación.

25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque la incorporación accionada en régimen de inundación al menos parcial, o las incorporaciones accionadas en régimen de inundación al menos parcial (3) llenan el diámetro interno de la columna de separación (1) sólo parcialmente.

30 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque la incorporación accionada en régimen de inundación al menos parcial, o las incorporaciones accionadas en régimen de inundación al menos parcial (3) son una carga de cuerpos de relleno, una empaquetadura estructurada, un plato accionado con capa burbujeante con fase líquida continua y gaseosa dispersa, o un tejido de punto, tejido de punto por trama o vellón constituido por metal, material sintético o vidrio.

35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque la superficie específica de la incorporación accionada en régimen de inundación al menos parcial, o de las incorporaciones accionadas en régimen de inundación al menos parcial (3), se sitúa en el intervalo de 60 a 2.500 m²/m³, y la porosidad se sitúa en el intervalo de un 85 a un 98%, preferentemente en el intervalo de un 91 a un 96%.

40 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque a la columna de separación (1) se alimenta aguas abajo, antes de la incorporación accionada en régimen de inundación al menos parcial, o las incorporaciones accionadas en régimen de inundación al menos parcial (3), referido a la alimentación de mezcla de partida gaseosa o líquida (G), una corriente externa de gas, vapor y/o líquido, que se regula de tal manera que ocasiona la saturación o sobresaturación de la fase gaseosa en la columna de separación (1).

45 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque, a través de una alimentación y/o descarga de líquido externa (4, 10), se genera una pérdida de presión definida en la incorporación accionada en régimen de inundación al menos parcial, o en las incorporaciones accionadas en régimen de inundación al menos parcial (3).

50 9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado** porque la pérdida de presión en la incorporación accionada en régimen de inundación al menos parcial, o en las incorporaciones accionadas en régimen de inundación al menos parcial (3) se ajusta en el intervalo de 0 a 200 mbar, preferentemente en el intervalo de 5 a 40 mbar.

55 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque la columna de separación (1) es un lavador de gases, al que se alimenta una mezcla de partida gaseosa (G) y un líquido de lavado (L), preferentemente en contracorriente.

60 11. Empleo de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10 para la purificación de corrientes gaseosas, que tienden a la formación de aerosoles de condensación.

65 12. Empleo según la reivindicación 11, **caracterizado** porque las corrientes gaseosas contienen hidrocarburos halogenados gaseosos, en especial cloruro de hidrógeno y/o bromuro de hidrógeno, trióxido de azufre gaseoso, ácido sulfúrico gaseoso o dióxido de nitrógeno gaseoso, y están en contacto con disoluciones acuosas, en especial con disoluciones acuosas que contienen iones, que se producen en la absorción de las sustancias citadas anteriormente en agua.

13. Empleo de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, para la purificación de corrientes gaseosas que tienden a la formación de aerosoles de reacción.

ES 2 273 104 T3

14. Empleo según la reivindicación 13, para la purificación de corrientes gaseosas que contienen amoníaco gaseoso y cloruro de hidrógeno gaseoso.

5 15. Empleo de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, para la purificación de corrientes gaseosas que tienden a la formación de aerosoles de sublimación.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG.1

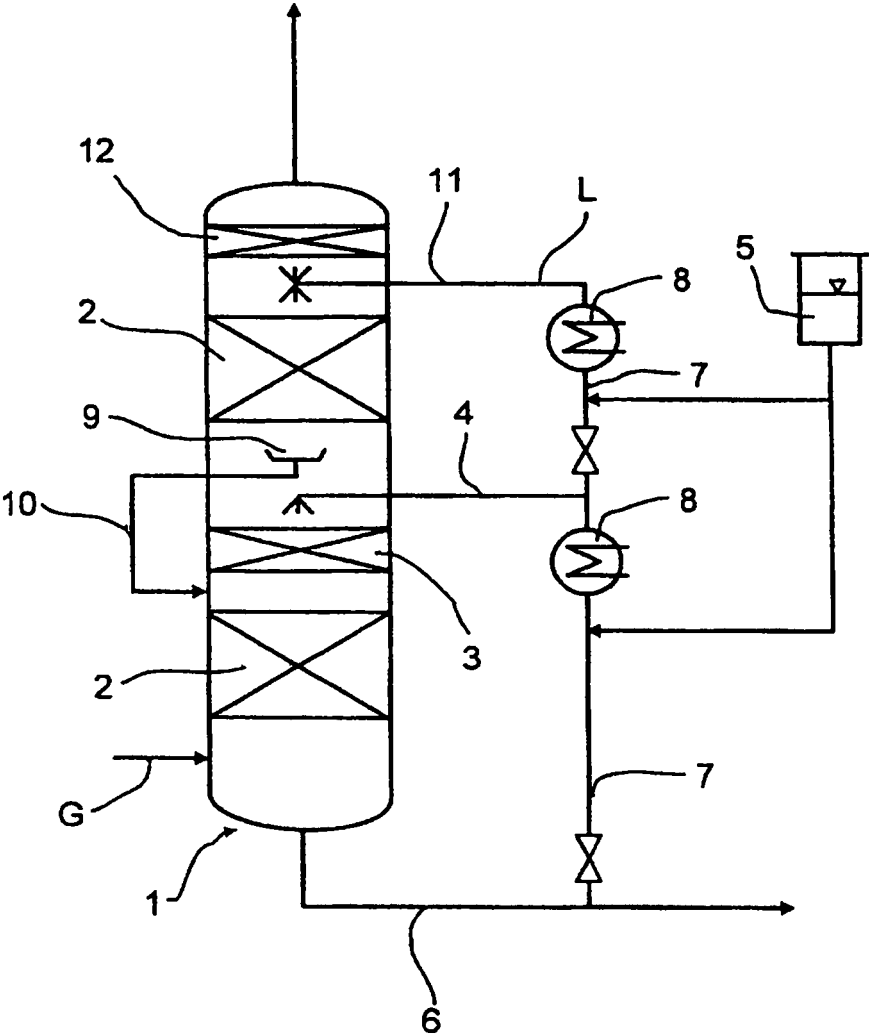


FIG.2

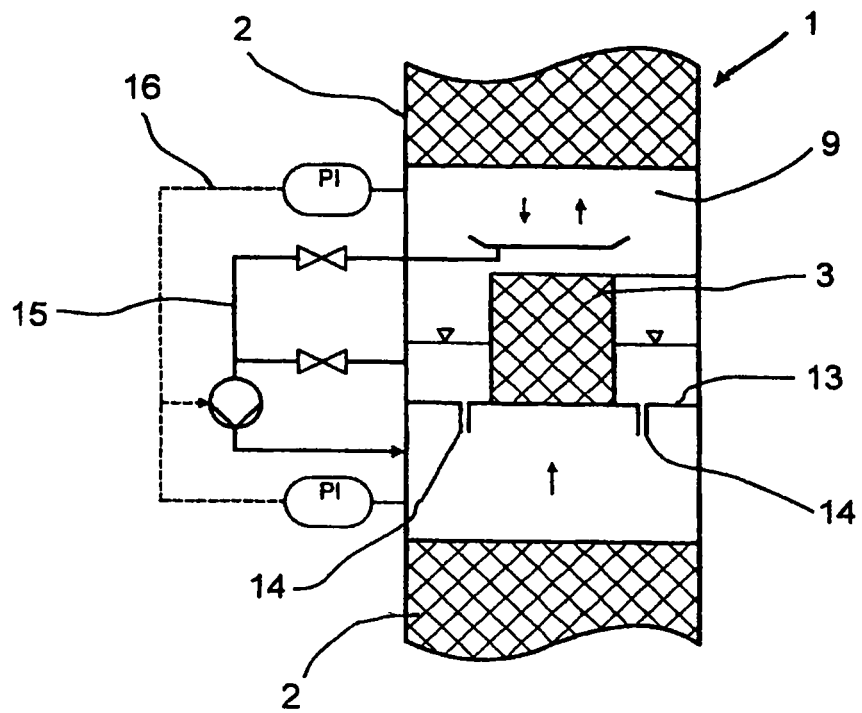


FIG.3

