



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 300 932**

51 Int. Cl.:
F24F 13/02 (2006.01)
B08B 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **05077335 .7**
86 Fecha de presentación : **12.10.2005**
87 Número de publicación de la solicitud: **1647780**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **19.04.2006**

54 Título: **Procedimiento para reacondicionar los conductos de ventilación.**

30 Prioridad: **15.10.2004 IT PD04A0256**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2008

73 Titular/es: **Francesco Griggio**
Via A. Vittoria 8
35133 Padova, IT

72 Inventor/es: **Viola, Francesco**

74 Agente: **Zea Checa, Bernabé**

ES 2 300 932 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 2 300 932 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para reacondicionar los conductos de ventilación.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un procedimiento para el reacondicionado de conductos de transporte y procesado de aire.

10 El procedimiento en cuestión tiene el propósito de emplearse ventajosamente para recubrir y sanear conductos de cualquier forma y tamaño geométricos, concebidos en particular para el transporte de aire en estaciones de redes de distribución para ventilación, calefacción y aire acondicionado tanto en entornos civiles como industriales.

Técnica anterior

15 Como se sabe, el problema de asegurar el estado higiénico de los conductos empleados en estaciones de distribución y procesado de aire es de particular importancia en el sector en cuestión, dado que en entornos domésticos y de trabajo el aire respirado es más y más frecuentemente procesado de antemano por plantas especiales y transportado a lo largo de conductos especiales.

20 A fin de controlar la calidad del aire dentro de edificios es necesario asegurar la condición de correcta limpieza e higiene de los conductos de distribución de aire.

25 Las causas de contaminación que afectan a los conductos pueden atribuirse a muchos factores como el polvo que está libremente presente en el aire, micro-organismos y hongos que se desarrollan dentro de los conductos, trazas residuales de aceite lubricante, tierra y escombros de varios tipos resultantes de la construcción, transporte, almacenaje en el lugar e instalación de los conductos, excrementos de pájaros, insectos, etc.

30 Los conductos de estaciones de tratamiento de aire pueden ser, en especial allí donde hay humedad, una fuente de infecciones de origen bacteriano dado que favorecen la creación de condiciones ambientales adecuadas para la proliferación de emplazamientos epidémicos de colonias bacterianas.

35 A fin de limitar el riesgo asociado con la proliferación de epidemias bacterianas debidas, por ejemplo, al germen de la Legionela responsable de enfermedades que pueden ser de naturaleza muy seria, en el interés de la salud pública, los cuerpos legislativos competentes han emitido instrucciones, directivas, o simples guías que deben observarse durante el diseño y mantenimiento de estaciones de procesado de aire.

40 Un conducto puede considerarse limpio sólo cuando todas sus superficies están libres de la presencia de contaminantes considerados como inaceptables, el término "contaminantes" entendido como cualquier deposición no deseable sobre las superficies de los conductos, tanto si son partículas como si son colonias bacterianas.

45 Por lo tanto, y por un lado, las partículas acumuladas no deben exceder los valores máximos, por ejemplo de 1-20 g/m² estipulado por las varias regulaciones en esta área y, por otro lado, los límites máximos en lo que se refiere a niveles micóticos y bacterianos no deben excederse. Por ejemplo, en el caso de los últimos, la NADCA (Asociación Nacional de Limpiadores de Conductos de Aire) considera que los conductos están limpios si el nivel de bacterias es menor que 30,000 CFU/g (unidades formadoras de colonia/gramo) y el nivel micótico es menor que 15,000 CFU/g.

50 A fin de cumplir con este creciente número de requerimientos, se han desarrollado varios procedimientos para mantener o sanear los conductos de transporte de aire asociados con estaciones de procesado de aire concebidas para ventilación, calefacción o aire acondicionado.

55 Más abajo el término "saneamiento" se entiende como referido genéricamente a todas aquellas operaciones que conllevan un mantenimiento de las superficies de los conductos y con el propósito de eliminar depósitos contaminantes y efectuar la limpieza, esterilización y eliminación de agentes bacterianos contaminantes.

60 Tradicionalmente, los procedimientos de saneamiento de tipo conocido se basan en una acción que incluye la liberación mecánica del contaminante de los conductos y luego la consiguiente retirada del mismo, por ejemplo por medio de succión. Más en concreto, los procedimientos de saneamiento conocidos incluyen el empleo de:

- sistemas para la eliminación del contaminante por medio de succión, actuando directamente en contacto con la superficie del conducto a sanear;
- sistemas para el soplado de aire u otros fluidos contra la superficie del conducto a sanear;
- 65 - sistemas que comprenden cepillos que actúan sobre la superficie del conducto a sanear.

ES 2 300 932 T3

La patente US 5,072,487 describe, por ejemplo, una técnica para la eliminación mecánica de las capas de materia en partículas que contamina los conductos, empleando un aparato motorizado capaz de moverse a lo largo de los propios conductos.

5 La patente alemana DE 19827571 describe un sistema para distribuir un producto desinfectante que se pulveriza dentro de un conducto por donde pasa un flujo de aire, la distribución del producto se hace por una boquilla de atomizado que se monta directamente sobre un carro que se mueve a lo largo del conducto.

10 La patente francesa FR 2,753,629, describe un procedimiento y un aparato para sanear conductos a los que hay un acceso limitado, como es el caso de elevadores o conductos de aire, el cual utiliza un producto líquido que se distribuye de forma atomizada por una pluralidad de boquillas distribuidas a lo largo de dicho conducto.

15 El documento de patente US 6,047,714 publica un aparato de limpieza de pasos de admisión de aire que se puede emplear en un acondicionador de aire para uso interno, que tiene un intercambiador de calor, y varios puertos de soplado.

20 De acuerdo con una realización expuesta, el aparato de limpieza comprende la provisión de medios para proporcionar un disolvente limpiador, junto con aire comprimido, al lado del intercambiador de calor desde un puerto de soplado específico a través de un paso de admisión de aire.

25 De acuerdo con otra realización expuesta, el aparato de limpieza comprende elementos de limpieza y frotado situados en el paso de admisión de aire hacia el puerto de soplado específico por medio de un ventilador que proporciona aire para mover los elementos. Los elementos de limpieza y frotado comprenden elementos flexibles, elásticos o resistentes, tales como esponja natural o artificial, y están hechos en una forma y tamaño adecuado para apoyarse y estar en contacto con la pared interior de los conductos, y para airear tener un contacto fluido estrecho con casi toda la superficie periférica interior de los mismos. En vez de ser movidos por aire, los elementos pueden moverse mediante un elemento de tracción.

30 Todos estos procedimientos del tipo conocido, sin embargo, han sido incapaces de conseguir una calidad óptima de limpieza de conductos y en la práctica han demostrado ser complicados, poco prácticos y costosos.

35 En el estado actual de la técnica ha habido esfuerzos dirigidos a resolver el problema de sellar fugas en conductos de transporte de aire por medio de la introducción de un aerosol de gotas de resina sólida dentro de un flujo de aire principal que fluye dentro de un conducto de tal modo que las gotas de resina atomizada solidifican inmediatamente y recubren y cierran las aperturas no deseadas responsables de las fugas de aire.

40 En este caso el flujo de aire disminuye gradualmente cuando las aperturas se cierran y en consecuencia la diferencia de presión entre el interior y el exterior del conducto aumenta. El tamaño medio de las gotas solidificadas, la diferencia en la presión mantenida entre el interior y el exterior del conducto así como el re-aprovisionamiento de flujo de aire conducido dentro de dicho conducto se definen de tal modo que se optimiza la eficiencia de deposición de las gotas de resina sólida en la proximidad de las aberturas y permite que la propia resina forme puentes de sellado por encima de dichas aberturas.

45 Este método no permite que se efectúe ningún saneamiento de los conductos y prevé, por un lado, un control de la deposición de las gotas de resina por medio de variables que son difíciles de controlar tales como la presión; por otro lado, no se ocupa de la interacción entre las gotas de resina y los contaminantes presentes en la superficie de los conductos.

Descripción de la invención

50 En esta situación el problema subyacente en la presente invención es por tanto el de la eliminación de los problemas de la técnica conocida mencionados anteriormente proporcionando un procedimiento para reacondicionar los conductos de transporte o procesado de aire que es capaz de mejorar de una manera extremadamente eficiente la condición higiénica de los conductos asociados con la superficie de acumulación de partículas así como la presencia micótica y bacteriana en contacto con el flujo transportado por el interior de dichos conductos.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un procedimiento para reacondicionar conductos que es simple y económico de implementar y enteramente fiable en operación.

60 Estos objetivos, junto con otros, se consiguen todos por el procedimiento de reacondicionar conductos de transporte o procesado de aire de acuerdo con la presente invención, que comprende las siguientes etapas de operación:

- 65 - una etapa que conlleva la selección de por lo menos una sección de conducto a tratar, situada entre por lo menos una primera y una segunda aberturas;
- una etapa que conlleva el cierre de cualesquiera aberturas en comunicación con la sección del conducto a tratar y diferentes de la primera y segunda aberturas

ES 2 300 932 T3

- por lo menos una etapa que conlleva la generación, por medios de ventilación, de un flujo de aire de transporte con máxima turbulencia y un caudal predefinido fluyendo entre la primera abertura y la segunda abertura, donde la etapa que conlleva el cierre de las aberturas resulta en que dicho flujo de aire no está influenciado por aberturas situadas entre la primera y la segunda aberturas.

De acuerdo con la presente invención el procedimiento se caracteriza por el hecho que se prevé:

- por lo menos una etapa que conlleva la generación, por medios de atomización, de un aerosol consistente en un producto que forma una película que tiene gotas líquidas de tamaño medio predeterminado, en el seno del flujo de aire en la proximidad de una sección curso arriba del conducto a tratar relativamente al movimiento del flujo de aire.
- Una etapa que conlleva la deposición de las gotas del producto, todavía en fase líquida, sobre la superficie interior de la sección de conducto a tratar con la formación de una película líquida sustancialmente uniforme y continua.
- Una etapa que conlleva el curado de la película líquida con la formación de un recubrimiento sólido sustancialmente uniforme y continuo.

Breve descripción de los dibujos

Las características técnicas de la invención, de acuerdo con los objetivos mencionados anteriormente, pueden claramente determinarse a partir de los contenidos de las reivindicaciones indicadas más abajo y las ventajas del mismo se verán claramente en la siguiente descripción detallada, proporcionada con referencia a los dibujos adjuntos que muestran una realización puramente ejemplar y no limitadora y en la cual:

La Figura 1 muestra una vista esquemática de una red de distribución de aire que puede tratarse con el procedimiento de acuerdo con la presente invención;

La Figura 2 muestra la red de la Figura 1 en la cual se ha seleccionado una primera sección del conducto a tratarse con el procedimiento de acuerdo con la presente invención;

La Figura 3 muestra la red de la Figura 1 en la cual se ha seleccionado una segunda sección del conducto a tratarse con el procedimiento de acuerdo con la presente invención.

La Figura 4 muestra en un gráfico la eficiencia de deposición en el interior de un conducto con una sección transversal rectangular con dimensiones de 0.3x0.2 m y una longitud de 9 m, calculado con respecto al flujo volumétrico transportado por el interior del conducto y el tamaño de gota de aerosol promedio transportada (μm).

Las Figuras 5 y 6 muestran en dos gráficos el grosor esperado promedio a lo largo de la sección genérica de flujo pasante con respecto a la distancia desde la pistola de pulverización para diferentes flujos y valores de tamaño de gota.

Descripción detallada de un ejemplo de realización preferida

La invención se refiere a un método para el reacondicionado de conductos en transporte de aire y/o estaciones de procesado de cualquier tipo, como por ejemplo, ventilación, aire acondicionado y estaciones de calefacción, etc.

En mayor detalle, el procedimiento en cuestión permite la producción de un recubrimiento continuo y uniforme de un producto formador de película por encima de todas las superficies interiores de las paredes de los conductos, capaz de renovar y sanear la interfaz entre los conductos y el fluido de aire transportado por el interior del mismo, mediante el recubrimiento de los depósitos contaminantes que se han acumulado durante la operación (polvo y similar) y la neutralización de cualquier bacteria presente en los mismos.

Con el procedimiento de acuerdo con la presente invención es posible controlar de manera precisa el proceso de deposición del producto formador de película a lo largo de los conductos tratados, haciendo posible conseguir un recubrimiento remoto de las superficies interiores de dichos conductos, cualquiera que sea su forma geométrica, con un grado de continuidad (es decir con distribución sobre todas las superficies del conducto) y con un grado de uniformidad (es decir con distribución desde el principio hasta el final del conducto), y asimismo con un grosor de la capa del producto formador de película, de acuerdo con los valores requeridos por los requerimientos específicos de aplicación.

El producto formador de película puede consistir ventajosamente en una formulación que contiene precursores de polímero, en particular basada en compuestos de epoxi, o cualquier otro producto capaz de producir un recubrimiento que se adhiera a la superficie interior de los conductos, sin que por ello se separe del ámbito de protección de la presente patente.

ES 2 300 932 T3

El procedimiento emplea la deposición en pared de gotas líquidas de producto formador de película, suspendidas en el aire, movidas por la turbulencia del aire que transporta y mantiene dichas gotas suspendidas.

5 Se prevé la utilización de un modelo matemático para la deposición de un aerosol en un flujo de aire con máxima turbulencia, o un modelo simple experimental, capaz de determinar el efecto de la variación de los parámetros físicos que influyen en el fenómeno de deposición turbulenta, tales como el flujo de aire, tamaño promedio de las gotas de aerosol, y predecir el resultado del proceso que conlleva el recubrimiento de un conducto con una forma geométrica dada, evaluada en términos de eficiencia de deposición, uniformidad del recubrimiento obtenido, distribución del grosor del recubrimiento conseguido y cantidad de producto empleado.

10 Empleando este modelo, conociendo la forma geométrica y las dimensiones del conducto a recubrir, así como el grosor promedio del recubrimiento a producir, es posible obtener valores de los parámetros de operación que aseguran la formación del recubrimiento deseado, es decir principalmente: flujo de aire, tamaño de las gotas de aerosol, cantidad de producto a utilizar, duración del tratamiento.

15 Más abajo se proporciona un ejemplo de un modelo en forma de gráficos por medio de los cuales, partiendo de la base de los datos referentes a la forma geométrica de un conducto, se pueden obtener los pares de valores mencionados anteriormente para el caudal de aire y el tamaño de partícula.

20 De acuerdo con un ejemplo no limitador de realización se ilustra más abajo el procedimiento de acuerdo con la presente invención con referencia a una red de distribución de aire en una estación de ventilación, calefacción y aire acondicionado de un edificio de oficinas.

25 Con referencia a los dibujos adjuntos, 1 denota en su totalidad la red de distribución de aire compuesta de un conducto principal 2 dividido en varias secciones 2a, 2b, 2c y 2d y un segundo conducto 3 que termina en salidas de distribución de aire 10 dentro del edificio a servir.

30 Preferiblemente, con el método en cuestión es posible recubrir efectivamente unos 10 metros de conducto cada vez, razón por la cual, durante la programación de la operación, la red de distribución de aire se divide idealmente en una sucesión de secciones de conducto individuales a tratar.

35 Por esta razón, inicialmente se prevé efectuar una etapa que conlleva la selección de por lo menos una primera sección de conducto a tratar así como una etapa de reconocimiento para adquirir los datos de medición indicando su forma geométrica, es decir, su sección transversal y su longitud.

En el caso examinado se asume que se va a tratar una primera sección 2a-2c del conducto principal 2, dicha sección se extiende a lo largo de una longitud de 9 metros y tiene una sección transversal de 300x200 mm.

40 En este caso la sección de conducto 2a-2c considerada no tiene una sección transversal constante a lo largo de su longitud total y por tanto el modelo de cálculo debe tener en consideración una sección transversal promedio que permita optimizar el proceso de deposición para todas las distintas porciones de conducto. En el caso del ejemplo ilustrado en la Figura 2, la sección de conducto 2a-2c examinada se ha mostrado sombreada y está formada por una primera porción 2a', una segunda porción 2a'' que tiene una sección transversal más pequeña que la de la primera porción 2a', una tercera porción 2b que tiene una sección transversal igual que la de la segunda porción 2a'' y una cuarta porción 2c que tiene una sección transversal más pequeña que la de la tercera porción 2b.

50 Se han identificado dos aberturas en la red es decir una primera y segunda aberturas indicadas en las figuras por los números 4 y 5, respectivamente, y que tienen el propósito de permitir la circulación de un flujo de aire, como se clarificará más abajo.

En este punto, se efectúa una etapa que conlleva el cierre de todas las aberturas en comunicación con la sección de conducto 2a-2c mencionada anteriormente.

55 El cierre puede efectuarse empleando tapones especiales 6 (por ejemplo tapones hinchables para insertarse directamente en los conductos como indica el mallado en el dibujo) los cuales se proporcionan en el ejemplo mostrado en los dibujos adjuntos en todas las salidas 20 para introducir aire en el edificio.

60 Una vez toda la red de distribución de aire está completamente sellada, se efectúa una etapa que conlleva la generación, por medios de ventilación, de un flujo de aire turbulento con un caudal predeterminado sustancialmente constante entre una primera abertura 4 y una segunda abertura 5.

65 Para este propósito, en el ejemplo se ha conectado una unidad de ventilación 7 con la red de distribución de aire 1 en una posición situada curso arriba de la sección de conducto 2a-2c a recubrir. Ventajosamente, la unidad 7 puede conectarse a la red en la cercanía de una unidad de tratamiento de aire de la estación de aire acondicionado o en la cercanía de la rama específica de la red de transporte de aire a ser tratada.

El flujo que se proporciona es un flujo de aire con máxima turbulencia, la expresión "máxima turbulencia" se entiende que significa un flujo que se distingue por un número de Reynolds $Re > 10,000$.

ES 2 300 932 T3

En relación con esto hay que destacar que el número de Reynolds se define comúnmente como el cociente entre el producto del diámetro hidráulico del conducto D_h multiplicado por la velocidad promedio U con la cual fluye el aire por dentro del conducto, y el valor ν de la viscosidad cinemática del aire: $Re = (D_h U/\nu)$.

5 En otras palabras, la velocidad y dimensiones del conducto están estrechamente relacionadas una con otra a fin de proporcionar un flujo turbulento que permita una deposición óptima de las gotas en las paredes.

10 La abertura de salida 5 para el aire está situada curso abajo del conducto a recubrir, de modo que se define un circuito para el aire procesado por la unidad de ventilación 7, que pasa a través del conducto a tratar (sombreado en el dibujo).

15 Una vez que el circuito de transporte de aire se ha definido, se prevé efectuar una etapa que conlleva la generación de un aerosol, por medios de atomización 8, consistente en un producto formador de película que comprende gotas líquidas de tamaño medio pre-definido, por el flujo de aire con máxima turbulencia.

La introducción se efectúa en la cercanía de una sección curso arriba del conducto a tratar 2a en relación con la dirección de movimiento del flujo de aire.

20 El medio de atomización, indicado genéricamente por el número 8 en la figura, comprende en mayor detalle una unidad móvil 8'' para la preparación del producto, conectada a por lo menos una pistola 8' equipada con una o más boquillas atomizadoras para generar el aerosol en el flujo de aire.

25 Esta etapa conlleva el proporcionar un elemento de soporte dentro del conducto para la instalación de una brida diseñada específicamente para permitir un acoplamiento perfecto con la pistola. Cuando el tratamiento de saneamiento empleando el método en cuestión ha finalizado, la brida se deja en posición, sin que altere la capacidad de operación y funcionamiento del conducto, y por lo tanto permitiendo futuras operaciones y permitiendo una inspección visual de los canales.

30 Ventajosamente, cada pistola tendrá forma de perfil de ala y tendrá internamente la circuitería hidráulica necesaria para alimentar las boquillas atomizadoras.

35 Estas últimas son unidades modulares diseñadas para la conexión con la pistola por medio de una conexión rápida para permitir la preparación de la configuración de pulverizado más adecuada a la forma geométrica y el tamaño del conducto a tratar.

De esta manera, dado que la pistola tiene un gran número de conexiones a las cuales se pueden conectar las boquillas, se obtiene una unidad de pulverizado muy flexible, en términos de geometría de pulverizado, y particularmente versátil, permitiendo una óptima preparación rápida durante la operación.

40 Las pistolas se insertan dentro de los conductos preferiblemente desde abajo, de manera que las boquillas quedan alineadas con el conducto.

45 La unidad móvil de generación de aerosol de la cual forma parte la pistola pulverizadora, es en efecto una estación transportable para generar aerosol con gotas de tamaño promedio ajustable. Mediante el ajuste adecuado de los parámetros de operación de la unidad, es decir, el flujo volumétrico del producto formador de película y la presión del gas comprimido empleado durante la pulverización - es posible producir una atomización del líquido formador de película en un aerosol con un tamaño promedio de gotas conocido, es decir, es posible formar un aerosol polimérico consistente en gotas, cuyo tamaño promedio es equivalente a un valor predefinido.

50 En mayor detalle, la unidad móvil de generación de aerosol consiste en dos dispositivos, uno de los cuales tiene el propósito de definir el circuito para el producto formador de película y el otro para definir el circuito del gas comprimido, es decir, el propelente para atomización, dentro de las boquillas, del producto formador de película.

55 Con referencia al circuito para el producto formador de película, se proporcionan un tanque a presión atmosférica para los contenidos de producto formador de película y una bomba volumétrica movida por medio de un generador y alimentada por el tanque. Variando mediante el generador la frecuencia de la corriente de la fuente de alimentación del motor eléctrico de la bomba volumétrica, se consigue un ajuste efectivo del flujo volumétrico de producto en el circuito de alimentación de la boquilla. Se inserta un filtro mecánico para el fluido con acción recubridora curso abajo y curso arriba de la bomba a fin de prevenir que entren partículas de cuerpos extraños en el cuerpo de la bomba o de ser posteriormente transportadas hacia las boquillas atomizadoras. Se instala una galga de presión curso abajo del filtro en el lado de salida, para controlar la presión de operación del circuito que está cerrado, curso arriba del tubo de alimentación de la pistola pulverizadora, con una ramificación en la alimentación de líquido.

65 El circuito previsto para el gas empleado en pulverizar el producto formador de película se dispone para que pueda conectarse a diferentes fuentes de alimentación. Tiene una ramificación de alimentación a la cual pueden conectarse adecuadamente un compresor de alta capacidad o un tanque de alta presión para nitrógeno gaseoso. Curso abajo de la ramificación de alimentación hay un filtro mecánico, un regulador de presión de alta precisión, y una galga de presión de alta precisión para verificar el valor de la presión de trabajo (del gas) de la unidad de generación de aerosol. Se

ES 2 300 932 T3

instala curso abajo de la galga de presión de alta precisión una ramificación de alimentación de gas, a la cual se conecta la línea de gas del tubo de alimentación de la pistola pulverizadora.

5 Las boquillas atomizadoras, a las cuales se conectan los dos circuitos del fluido formador de película y del gas, están preparadas para pulverizar fluidos viscosos y espesos.

10 Por medio de estas boquillas es por lo tanto posible efectuar la atomización del producto líquido seguido por la deposición de las gotas líquidas del producto formador de película sobre la superficie interior de la sección de conducto a tratar con la formación de una película líquida que es sustancialmente uniforme y continua. Los términos “uniforme y continua” se entienden como referidos a un recubrimiento que se extiende tanto a lo largo de toda la sección de conducto a tratar y sobre todas las paredes del conducto, es decir, si el último tiene, por ejemplo, una sección transversal rectangular, sobre las dos paredes laterales, la parte inferior y la parte superior del conducto.

15 La película líquida así obtenida es adecuada para impregnar y recubrir de una manera óptima todos los depósitos contaminantes que se adhieren a las paredes del conducto en el mismo momento del tratamiento reacondicionador.

20 A esta etapa sigue una etapa de polimerización con un curado (*crosslinking*) del producto que forma la película líquida, resultando en la formación de un recubrimiento en estado sólido sustancialmente continuo y uniforme. Esta etapa puede extenderse durante un período de solidificación que puede durar varias horas. Durante este período de tiempo, cualquier deposición siguiente de gotas de producto formador de película que fuera necesaria (por ejemplo después de interrupciones no deseadas del período de deposición) ocurriría sobre la película previa todavía líquida, o parcialmente líquida, y resultaría en un curado combinado de todo el producto depositado sobre la superficie interior de la sección de conducto a tratar.

25 A fin de reducir el período de solidificación favoreciendo el curado del producto líquido en la cara interior del conducto, es posible proporcionar una o más etapas de secado de la película líquida por medio de la generación de un flujo de aire de secado por el interior del conducto ventajosamente a una temperatura más alta que la prevista para el flujo anterior de aire de transporte.

30 Debe destacarse aquí que con la formación de un aerosol consistente en gotas en fase sólida o en fase líquida con gotas que deberían, sin embargo, secarse o solidificar rápidamente para alcanzar en cualquier caso la superficie de deposición del conducto manteniendo sustancialmente inalterada su forma, no sería posible asegurar la impregnación y encapsulado, en un recubrimiento superficial, de los contaminantes depositados sobre dicha superficie de deposición.

35 Más aún, es igualmente importante destacar que el recubrimiento de resina sólida que se forma como resultado del curado sobre la superficie del conducto, tiene propiedades mecánicas tales como que es posible tener, por un lado, una acción auto-sustentante dentro del conducto, y por otro lado, resistir el flujo de aire de operación de la estación sin liberarse al aire y sin dejar escapar los contaminantes recubiertos.

40 Por otro lado, un aerosol formado por gotas que solidifican antes de llegar a las paredes del conducto, a demás de no asegurar una adhesión óptima y un recubrimiento de los depósitos contaminantes, no tendría suficiente resistencia mecánica, dado que las gotas individuales ya solidificadas, formarían entre ellas sólo uniones más débiles que las que se forman por curado en la fase líquida.

45 Un producto formador de película que ha demostrado ser sorprendentemente adecuado para satisfacer los requerimientos mencionados anteriormente, es, como se ha mencionado anteriormente, la familia de los componentes epoxídicos.

50 De acuerdo con la invención se prevé por tanto una etapa de cálculo por medio de la cual los datos de medición identificando la forma geométrica del conducto a tratar se convierten empleando un modelo en por lo menos un par de valores para el caudal y el tamaño promedio de gota, respectivamente, capaces de asegurar un recubrimiento continuo y uniforme de la superficie interior del conducto a tratar.

55 Consecuentemente la etapa de generación de flujo de aire mencionada anteriormente y la etapa de generación de aerosol mencionada anteriormente se efectúan mediante la definición de un par de valores para caudal y tamaño promedio de gota, respectivamente, determinados empleando el modelo de cálculo basado en los datos de medición del conducto.

60 El flujo de aire se mantiene constante y su valor, igual al del valor nominal, se asegura mediante el sistema regulador y modulador instalado en la unidad de ventilación.

65 El término “constante” se entiende con el significado de que el flujo no varía como resultado de la deposición de aerosol y que también puede consistir en un flujo pulsado. En cualquier caso, el poder de succión puede variar para tener en cuenta la pérdida de presión debida al bloqueo progresivo del sistema de filtrado y purificación del gas residual de la ramificación de descarga que se describirá más abajo.

Curso arriba del propulsor de la unidad de ventilación se instala un dispositivo para medir el caudal producido por la máquina, basado en un sistema de detección, por ejemplo del tipo de red de Wilson (sensores para media diferencial

ES 2 300 932 T3

de la presión, asociados con una galga de presión de precisión), mientras que se emplea un generador para ajustar el punto de operación del ventilador a fin de obtener el caudal nominal exacto independientemente de la resistencia de la estación curso abajo de la unidad de ventilación. El ajuste de la frecuencia de alimentación del motor eléctrico de la unidad de ventilación, y por tanto la modulación efectiva de la acción ventiladora, puede efectuarse manualmente por medio de un control directo del generador o automáticamente por medio de una unidad electrónica de control que controla el generador y el transductor del sistema de control de la unidad de galga de presión.

Del mismo modo, cuando la pistola pulverizadora se ha instalado dentro del conducto, es suficiente ajustar el funcionamiento de la unidad móvil de generación de aerosol a los valores proporcionados por el modelo de cálculo.

Estos ajustes de la unidad de ventilación y de la unidad de generación de aerosol se pueden efectuar anualmente, pero de una manera más práctica, automáticamente, por medio de una lógica de control, la cual, dependiendo de la forma geométrica y tamaño del conducto a tratar, ajusta la operación de la misma a los valores de operación óptimos.

El equipo para implementar el procedimiento en cuestión se desarrolló de tal manera que pueda recrear, en el interior del conducto tratado, las condiciones de turbulencia y atomización que aseguran la deposición del producto formador de película de tal modo que produce la formación del recubrimiento calculado nominal.

El equipo puede dividirse en hasta tres unidades de operación: la unidad de modulado/ventilación 7, la unidad de generación de polímero de aerosol 8 y una ramificación de descarga para limpiar el aire de escape del proceso y para separar el aerosol residual.

La última unidad, genéricamente indicada por el número 9 en las figuras adjuntas, se emplea para efectuar la limpieza del flujo de aire que sale de la red, asegurando la separación de las sustancias suspendidas en él antes de su expulsión, externamente a la atmósfera.

En mayor detalle, de acuerdo con el ejemplo mostrado en las Figuras 2 y 3, dicha unidad se conecta a la abertura de salida 5 y consiste en una ramificación móvil para el aire de descarga, equipada con un limpiador de aire, un separador de gotas y un filtro de aire que efectúan la separación de las trazas residuales de aerosol en el aire de escape antes de que este último sea liberado en el ambiente externo, a fin de prevenir la contaminación del edificio. Alternativamente, puede simplemente consistir en un filtro, dispuesto en la región de la abertura de salida 5 y teniendo una malla suficientemente pequeña para atrapar las gotas de película recubridora suspendidas en el flujo de aire, es decir, todas las partículas de contaminantes transportadas por éste durante el tratamiento del conducto.

El flujo de aire se dirige, de acuerdo con el ejemplo ilustrado en las figuras adjuntas, desde la salida de la unidad de ventilación 7 hacia la abertura de salida que alimenta la ramificación de descarga.

De acuerdo con una realización preferida del procedimiento de acuerdo con la presente invención (no mostrado en las figuras adjuntas) la unidad de ventilación 7 puede operar en modo de succión, sacando el aire de la abertura 5 y entonces impulsándolo a través de la abertura 4 donde se dispone la ramificación de descarga.

Ventajosamente, de acuerdo con esta última realización, el conducto a tratar puede estar en condiciones de vacío. En consecuencia, en el caso donde hubiera presentes pequeñas fisuras o juntas defectuosas en el conducto a tratar, sólo una pequeña cantidad de aire puede entrar desde el exterior al interior del conducto.

Con esta solución, no hay absolutamente ningún riesgo de fuga de aerosol, polvo o cualquier otro agente contaminante presente en el interior del conducto, al exterior del conducto por medio de estas pequeñas fisuras o juntas no herméticas.

Alternativamente, en particular en el caso de conductos con una sección transversal pequeña, de acuerdo con una realización adicional, el medio de ventilación puede también consistir en una fuente de gas comprimido capaz de producir el flujo de transporte a un caudal con máxima turbulencia, directamente emitido por orificios proporcionados en el cuerpo de la pistola.

A fin de tratar nuevas secciones de la red de distribución de aire empleando el procedimiento de saneamiento, es suficiente efectuar la identificación de los nuevos conductos a tratar, como se muestra en la Figura 3 donde se considera la sección 2a, 2b, 2d y en cada caso, cerrar la abertura de salida anterior y sacar el tapón 6 de una de las aberturas previamente cerradas a fin de transportar el aire de proceso hacia ella.

A continuación se proporciona un ejemplo preferido de cálculo del par de valores para el caudal de flujo de aire y tamaño promedio de gota basado en los datos de medición de un conducto específico a tratar, en forma de gráficos que resultan de las formulaciones matemáticas capaces de describir la deposición de un aerosol en un flujo de aire con máxima turbulencia.

Debe considerarse, sin embargo, que una persona experta en la materia puede fácilmente obtener la distribución de las gotas sobre la superficie de un conducto, basándose en los datos geométricos del mismo, empleando tanto resultados experimentales y cálculos teóricos que se describen en particular en el informe publicado por el Lawrence Berkley National Laboratory (LBNL - 51432) titulado "Particle deposition from turbulent flow: review of published

ES 2 300 932 T3

research and its applicability to ventilation ducts in commercial buildings” escrito por Mark R. Sippola y William W. Nazaroff, y tomado en consideración aquí a modo de referencia.

5 Los parámetros de operación que controlan el proceso de deposición son el tamaño promedio de las gotas de aerosol y la velocidad local del aire, el cual, juntamente con el tamaño y forma geométrica del conducto, define la intensidad y la forma de las estructuras turbulentas que actúan sobre las paredes. La velocidad local del aire (y por tanto el caudal de aire ajustado en la unidad de modulado/ventilación) y el tamaño promedio de gota producida por la pistola de pulverizado forman por tanto el par de variables de control que aseguran el resultado deseado del proceso de deposición.

10 La persona experta en la materia puede definir los valores de los parámetros de operación -velocidad local y tamaño de gota- que determinan los valores de velocidad de deposición sobre las paredes de los conductos por la aplicación de las ecuaciones matemáticas contenidas en la publicación de Lawrence. Alternativamente, la persona experta en la materia puede reconstruir una tabla empírica con los parámetros de operación por medio de la verificación de la distribución de aerosol obtenida sobre varios conductos.

Los ensayos puede llevarse a cabo, por ejemplo, escogiendo valores de tamaño de gota en el rango de 10-80 μm , velocidad local de aire de entre 2-20 m/s y cantidad de aerosol de polímero entre 0.1 y 3 Kg. por m^2 de conducto.

20 Pequeñas desviaciones de los valores óptimos resultan en variaciones grandes en el proceso de deposición efectuado, lo cual se evalúa sobre la base de la eficiencia de deposición, es decir la fracción de producto depositada sobre las paredes interiores del conducto, la continuidad del recubrimiento, es decir la distribución del producto sobre todas las paredes del conducto incluyendo la pared superior horizontal, y la uniformidad del recubrimiento producido, es decir la regularidad de distribución del producto a lo largo de la sección de conducto relevante a tratar.

25 Se pueden obtener resultados satisfactorios adoptando combinaciones adecuadas de valores en el rango de 10-80 μm , para el tamaño promedio de las gotas atomizadas, y en el rango de 2-20 m/s para la velocidad local del aire dentro del conducto.

30 A fin de asegurar un buen rendimiento durante el proceso de deposición sobre las paredes interiores del conducto de transporte de aire, es por lo tanto necesario definir las condiciones de operación que aseguran altos valores de eficiencia de deposición. Debería comentarse, sin embargo, que, a fin de que el tratamiento de recubrimiento pueda considerarse satisfactorio, es necesario, como se ha mencionado, que se efectúe de una manera uniforme sobre las superficies tratadas y tan homogéneamente como sea posible a lo largo de la longitud axial del conducto. Unas condiciones de operación las cuales, aunque produzcan altos valores de eficiencia de deposición, resulten en la deposición de casi todo el producto en los primeros metros del conducto tratado se considerarán no adecuadas.

35 Es por lo tanto necesario perseguir un objetivo dual, es decir, la más alta eficiencia de deposición posible manteniendo la mayor homogeneidad en la distribución de producto. El objetivo, por tanto, es conseguir aquellas condiciones de operación que aseguran los valores más similares para la velocidad de deposición sobre las cuatro paredes del conducto y que resultan en los valores más uniformes posibles para la deposición a lo largo de la longitud del conducto.

40 Las condiciones de operación pueden determinarse totalmente dentro del flujo volumétrico de aire transportado por la sección de red transportadora de aire a tratar y por las dimensiones de las gotas que forman el aerosol que consiste idealmente en una monodispersión.

45 A fin de obtener una visión general de los cambios producidos en deposición por la variación en las condiciones de operación del proceso, se prepararon una serie de hojas de cálculo o gráficos fáciles de usar, éstas reconstruyen las curvas teóricas relativas a la deposición esperada en el interior de un conducto de una forma geométrica dada con respecto a la variación del caudal de aire formulado y el tamaño de las gotas producidas por el aparato de generación de aerosol.

50 A fin de permitir la selección de las condiciones de funcionamiento a emplear, cada hoja de cálculo adquiere, como variables de entrada, los parámetros característicos de la sección de red de transporte de aire a tratar.

55 Para resumir, el modelo matemático, para una variación en el flujo volumétrico del aire de proceso y el tamaño de las partículas atomizadas, simula el resultado de la deposición en el interior del conducto mediante el procesado de los datos referentes a la forma geométrica del conducto, es decir, diámetro o anchura y altura de la sección de paso libre del conducto, y longitud de la sección de conducto a tratar.

60 Dado que la temperatura, peso específico, viscosidad dinámica del aire transportado dentro del conducto y el peso específico del líquido atomizado son variables que influyen en el modelo, se mantienen, por lo tanto, preferiblemente constantes para la duración del tratamiento en curso, una vez el producto formador de recubrimiento se ha escogido, en la implementación del procedimiento en cuestión.

65 Como se ha mencionado anteriormente, el valor de la eficiencia de deposición en sí no es suficiente para establecer si el proceso de deposición obtenido puede ser adecuado para la aplicación tecnológica empleada para el recubrimiento interno del conducto, sino que también parece necesario para ser capaz de definir el grado de uniformidad de

ES 2 300 932 T3

deposición que se desea conseguir en la sección genérica de paso libre del conducto. Se prevén valores de deposición bajos en la superficie horizontal superior del conducto, mientras que los valores más altos se esperan a lo largo de la pared inferior horizontal.

5 Por lo tanto el valor del cociente entre las velocidades de deposición en la parte superior y en la parte inferior del conducto es indicativo del grado de homogeneidad de deposición sobre la sección genérica de paso libre, y cuanto mayor y más cercano a la unidad sea, tanto mejor será la uniformidad del recubrimiento del conducto.

10 Es por lo tanto posible descartar los pares de valores de caudal de aire/tamaño de gota para los cuales el cociente entre los valores de velocidad de deposición conseguidos, calculados para las paredes superior e inferior, respectivamente, es inferior a un límite arbitrario y que resultaría por tanto en un fenómeno de deposición con un grado insuficiente de homogeneidad. Definiendo, por ejemplo, un valor límite de seis por ciento, se obtiene el Gráfico de la Figura 4, para un conducto rectangular con dimensiones 0.3 x 0.2 m y longitud 9 m, éste muestra por tanto todas las condiciones de operación capaces de asegurar un tratamiento que produce un recubrimiento del conducto considerado
15 aceptablemente uniforme.

Habiendo pues elegido una combinación adecuada de valores para el caudal de aire y tamaño de gota, es posible calcular, sabiendo la eficiencia de deposición esperada, la cantidad de producto necesario para obtener un grosor promedio deseado de película en fase líquida. Sabiendo la extensión de la superficie de deposición A_{dep} , el valor
20 del grosor del recubrimiento a obtener por medio de deposición turbulenta S_{dep} y el peso específico del producto a pulverizar ρ_1 , donde Dep indica la eficiencia de deposición, la masa Mc de producto requerido por el proceso se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$25 \quad Mc = \frac{A_{dep} \cdot S_{dep} \cdot \rho_1}{Dep}$$

Partiendo de un análisis de los gráficos anteriores parecería por tanto apropiado emplear tamaños de gota grandes, capaces de asegurar valores de alta eficiencia de deposición y al mismo tiempo los más altos niveles de tratamiento homogéneo sobre la sección individual de paso libre. Sin embargo, trazando la progresión de la eficiencia de deposición
30 contra la distancia, desde la sección de entrada, del aerosol al interior del conducto para diferentes valores del tamaño de gota, se puede ver como, cuando se emplean gotas con una inercia alta, se obtienen valores de deposición altos en detrimento de la distribución del grosor del recubrimiento que varía en gran medida en la dirección del flujo, es decir, se obtienen grandes deposiciones de producto, aunque están localizadas sólo en la primera sección del conducto. Por el otro lado, aerosoles consistentes en gotas diminutas producen deposiciones más pequeñas las cuales, sin embargo,
35 resultan en la formación de un grosor de recubrimiento que es más uniforme en la dirección de la extensión axial del conducto.

Por lo tanto, cada punto de operación definido entre los puntos mostrados en el Gráfico de la Figura 4 producirá un recubrimiento continuo de la sección de paso libre, pero diferentes pares de valores para el flujo volumétrico/tamaño
40 promedio de gota de aerosol no son equivalentes para el propósito de uniformidad del recubrimiento a lo largo del conducto.

En el caso del conducto considerado para ejemplo, si se prefiere dar preferencia a la eficiencia de deposición, sería posible escoger, por ejemplo, el punto de operación definido por el par de valores $40 \mu\text{m} - 1,700 \text{ m}^3/\text{h}$ capaz de asegurar una eficiencia de deposición de 95.4% proporcionando una velocidad promedio de flujo a través del conducto de 7.87
45 m/s.

Si se desea proporcionar un grosor promedio de 0.2 mm, se requeriría emplear para el tratamiento 1.96 kg de producto (determinado por la ecuación de más arriba), del cual sólo 0.16 kg no se depositaría al final del conducto, resultando, sin embargo, en una pobre uniformidad de recubrimiento, como se puede ver en el Gráfico de la Figura 5
50 que muestra el grosor promedio esperado a lo largo de la sección de paso libre genérica contra la distancia desde la pistola pulverizadora.

Viceversa, si se emplea el punto de operación definido por los valores $20 \mu\text{m} - 2,200 \text{ m}^3/\text{h}$ se obtiene una eficiencia de deposición del 50.6% sustancialmente inferior a la anterior con un caudal de aire de proceso transportado a una
55 velocidad promedio de 10.2 m/s.

El consumo de producto requerido a fin de obtener el mismo grosor promedio nominal es mayor que aquél del ejemplo previo, es decir 3.64 kg, y la cantidad de producto no depositado a lo largo de la sección a nueve metros
60 de la pistola pulverizadora es esta vez igual a 1.84 kg. Sin embargo, el grado de uniformidad del recubrimiento es sustancialmente mejor y ciertamente más adecuado para el tratamiento efectivo del conducto considerado, como se puede ver en el Gráfico de la Figura 6.

Básicamente, está claro como la elección de condiciones de operación a emplear no se puede efectuar solamente sobre la base de conseguir la máxima eficiencia de deposición, sino que debe ser el resultado de un compromiso cuidadoso entre eficiencia de deposición, y por lo tanto del coste de operación, y calidad de deposición, entendida con el significado de cumplimiento de los requerimientos de grosor necesario del recubrimiento obtenido, de tal modo que
65 el tratamiento efectuado se considere efectivo.

ES 2 300 932 T3

El modelo de cálculo matemático para predecir la distribución de las gotas de producto puede convertirse convenientemente en una pluralidad de tablas capaces de proporcionar, para diferentes datos relativos a la forma geométrica del conducto a tratar, directamente por lo menos un par de valores para caudal de aire, tamaño promedio de partícula del producto formador de película y duración de la etapa de generación de aerosol.

5

Estas tablas pueden también obtenerse por medios experimentales en vez de por métodos analíticos.

Obviamente, la presente invención puede también emplearse a lo largo de conductos nuevos para asegurar las condiciones higiénicas iniciales de los mismos.

10

El procedimiento de este modo concebido consigue los objetivos predefinidos.

Obviamente, también pueden asumirse en su realización práctica, formas y configuraciones diferentes de aquella ilustrada anteriormente sin que por ello se separe del presente ámbito de protección como se define en las reivindicaciones adjuntas.

15

Más aún, todos los detalles pueden reemplazarse por elementos técnicamente equivalentes y las dimensiones, las formas y los materiales empleados pueden ser de cualquier naturaleza de acuerdo con los requerimientos.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el reacondicionado de conductos de procesado o transporte de aire, que comprende las siguientes etapas:

- una etapa que conlleva la selección de por lo menos una sección de conducto a tratar, situada entre por lo menos una primera y una segunda aberturas;
- una etapa que conlleva el cierre de cualesquiera aberturas en comunicación con dicha sección de conducto a tratar y diferentes de dicha primera y dicha segunda aberturas;
- por lo menos una etapa que conlleva la generación, por medio de ventilación, de un flujo de aire de transporte con máxima turbulencia y caudal predefinido que fluye entre dicha primera abertura y dicha segunda abertura, de modo que dicha etapa que conlleva el cierre de las mencionadas aberturas tiene como resultado que dicho flujo de aire no está influenciado por aberturas situadas entre dicha primera y dicha segunda aberturas;
- por lo menos una etapa que conlleva la generación, a través de medios de atomización, de un aerosol consistente en un producto que forma una película y que tiene gotas líquidas de tamaño medio predeterminado, en el seno de dicho flujo de aire y en la proximidad de una sección curso arriba del conducto a tratar relativamente a la dirección de movimiento del flujo de aire.
- una etapa que conlleva la deposición de dichas gotas de producto, todavía en fase líquida, sobre la superficie interior de la sección de conducto a tratar con la formación de una película líquida sustancialmente uniforme y continua.
- una etapa que conlleva el curado de dicha película líquida con la formación de un recubrimiento sólido sustancialmente uniforme y continuo.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho que también comprende:

- una etapa que conlleva el reconocimiento del conducto a tratar para obtener datos de medición identificando su forma geométrica, es decir su sección transversal y su longitud;
- por lo menos una etapa de cálculo por medio de la cual dichos datos de medición se convierten, empleando un modelo relativo a la deposición de aerosol en un flujo de aire con máxima turbulencia, en por lo menos un par de valores para el caudal y tamaño promedio de gota, respectivamente, capaces de producir primeramente dicha película líquida y después dicho recubrimiento sólido de tal modo que es sustancialmente continuo y uniforme sobre la superficie interior del conducto a tratar;

efectuándose dicha etapa que conlleva la generación del flujo de aire de transporte y dicha etapa de generación de aerosol por medio de la definición de dicho par de valores para el caudal y tamaño promedio de gota, respectivamente.

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho que dicha etapa de generación de un flujo de aire de transporte produce un caudal predeterminado que es sustancialmente constante.

4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho que dicho flujo de aire entrante pasa a través de dicha primera abertura y dicho flujo de aire saliente pasa a través de dicha segunda abertura y por el hecho que dicho flujo de aire saliente es sometido a una etapa de limpieza para separar las sustancias suspendidas en él antes de ser descargado al ambiente.

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho que dichos valores de caudal se escogen definiendo la velocidad promedio en todas las secciones del conducto a tratar de tal modo que está en el rango de 2-20 m/s.

6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho que dichos valores dimensionales promedio de las gotas atomizadas se escogen en el rango de 10-80 μm .

7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho que la duración de dicha etapa de generación de aerosol se obtiene mediante dicho modelo, para dichos datos de medición del conducto a tratar y para dicho par de valores que indican el caudal de aire y el tamaño dimensional promedio de las partículas, definiendo un grosor promedio de recubrimiento dado del conducto.

8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho que, durante dicha etapa de curado, se efectúa una etapa que conlleva el secado de la película líquida por medio de la generación de un flujo de aire de secado en la sección de conducto a tratar.

ES 2 300 932 T3

9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado** por el hecho que dicho flujo de aire de secado está a una temperatura más alta que dicho flujo de aire de transporte.

5 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho que dicha etapa de curado se extiende durante un período de solidificación durante el cual unas etapas subsiguientes que conllevan la deposición de dichas gotas de producto en fase líquida sobre la película líquida anterior tienen como resultado un curado combinado de todo el producto depositado sobre la superficie interior de la sección de conducto a tratar.

10 11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho que dicho producto formador de película comprende por lo menos una formulación basada en compuestos epoxídicos.

15 12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho que dicha etapa que conlleva la generación de un flujo de aire de transporte se efectúa por medio de la creación de un vacío en el interior del conducto a tratar.

20 13. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 4 y 12, **caracterizado** por el hecho que dicho vacío se obtiene mediante la disposición medios de ventilación de succión en la región de dicha segunda abertura.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

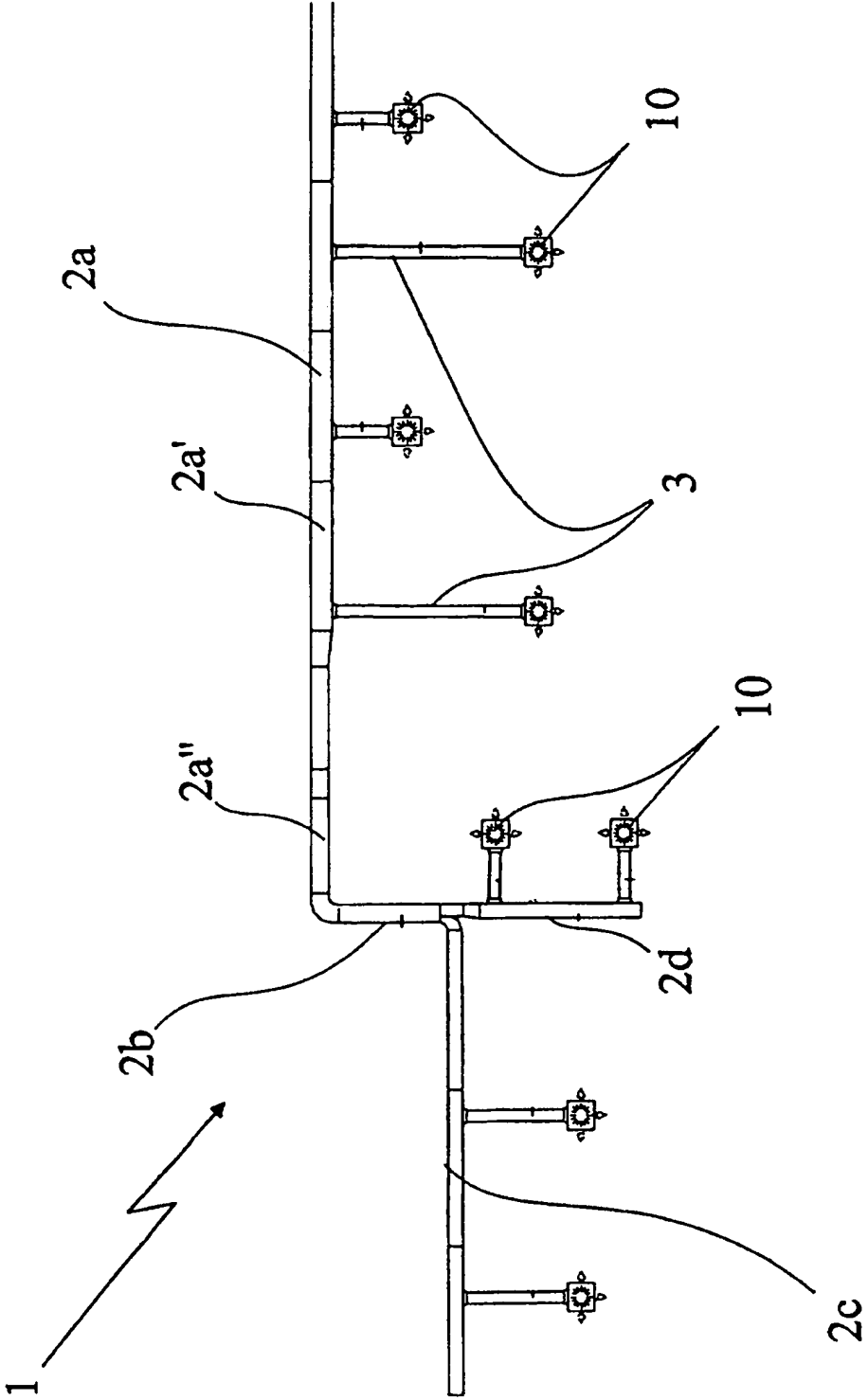


Fig. 1

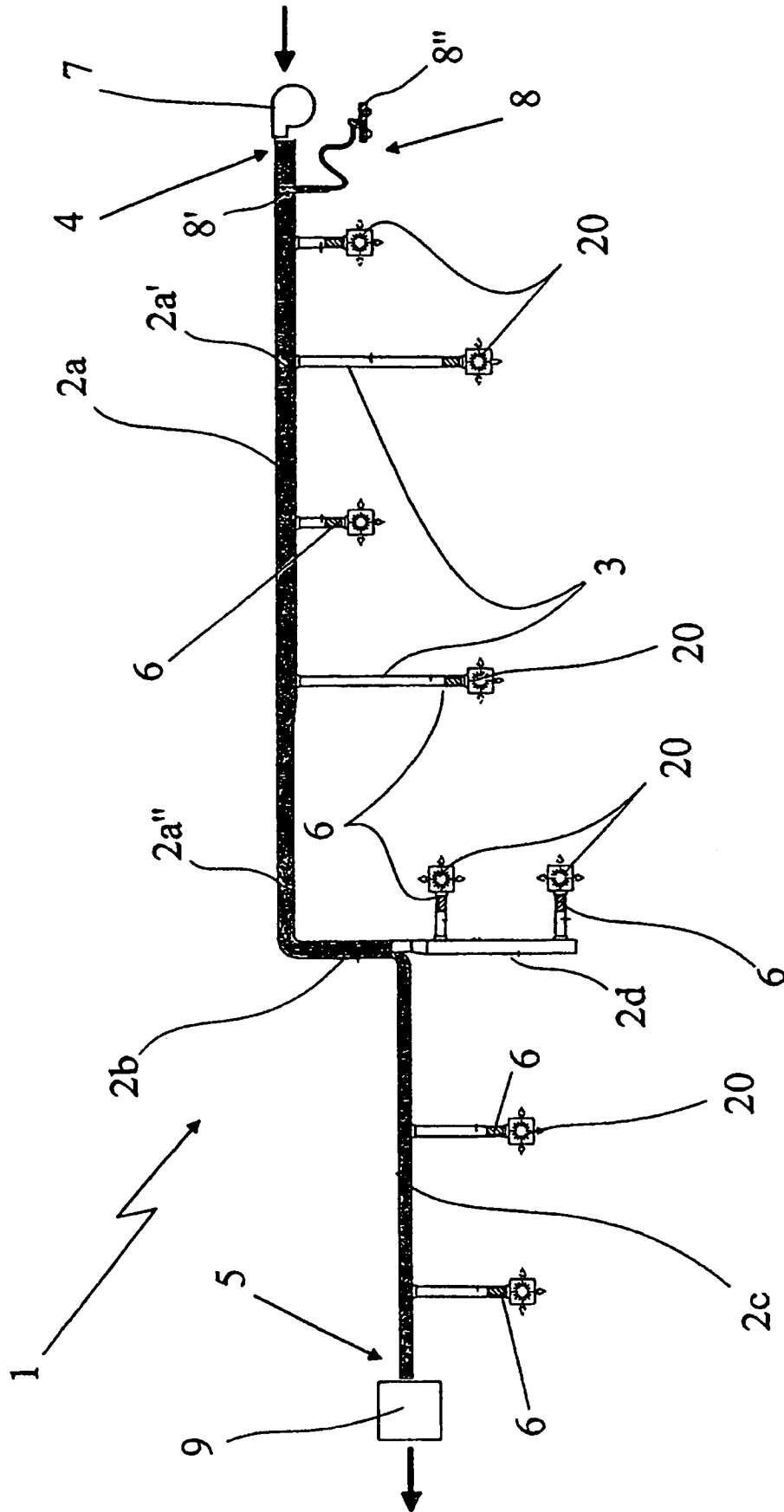


Fig. 2

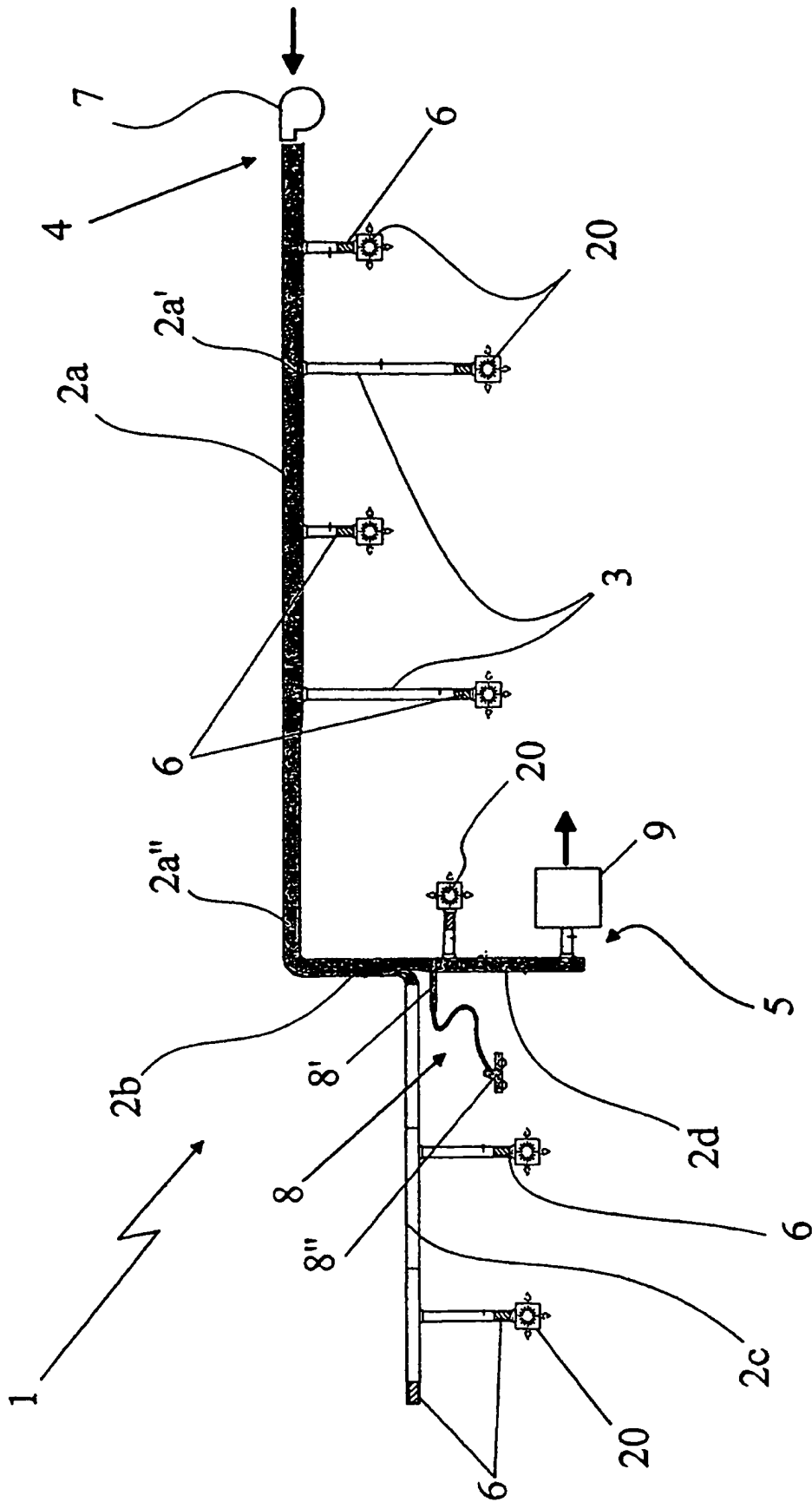


Fig. 3

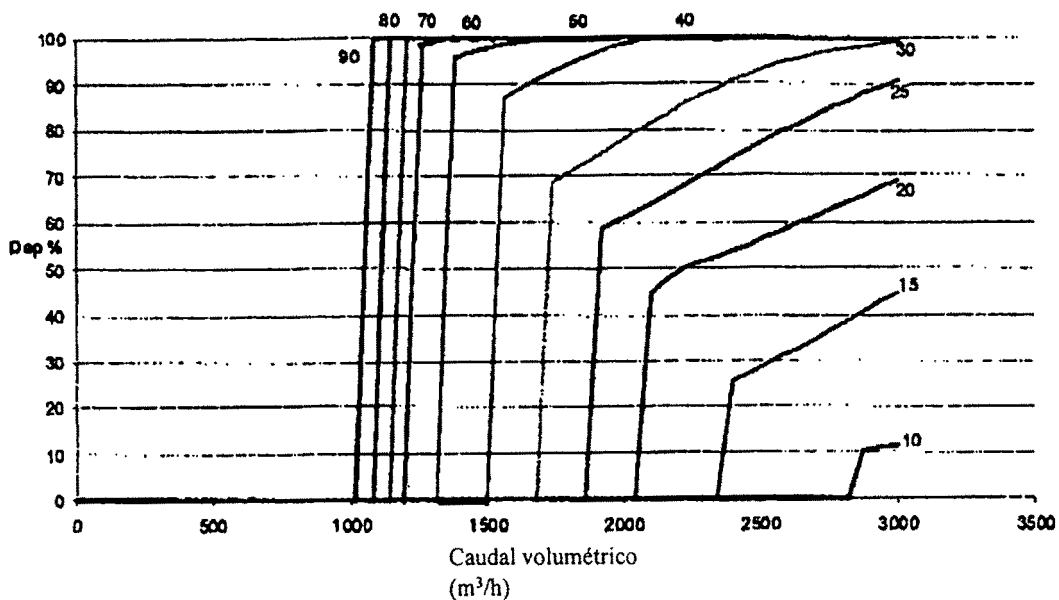


Fig. 4

Progresión del grosor promedio del recubrimiento producido

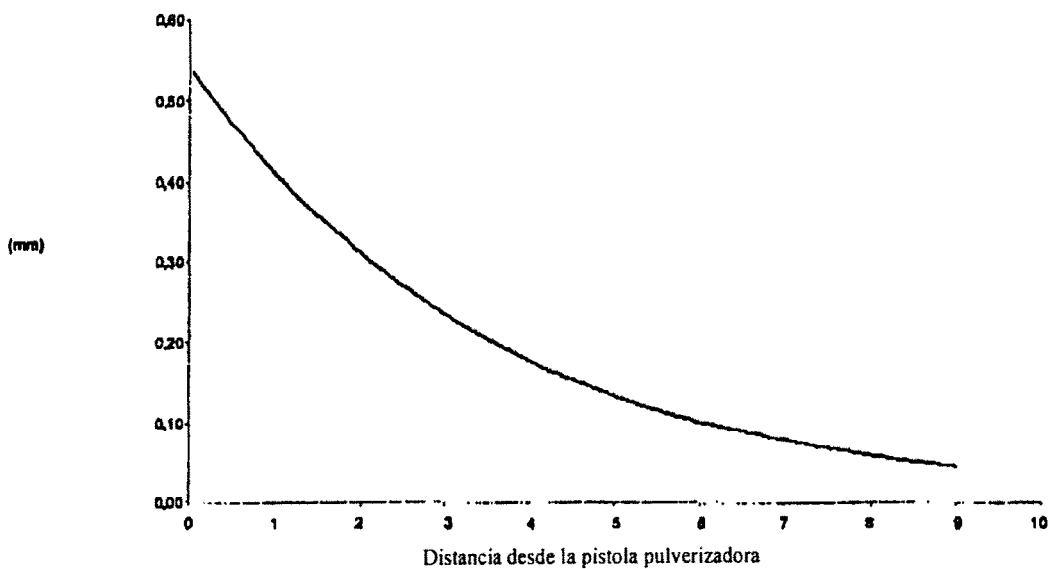


Fig. 5

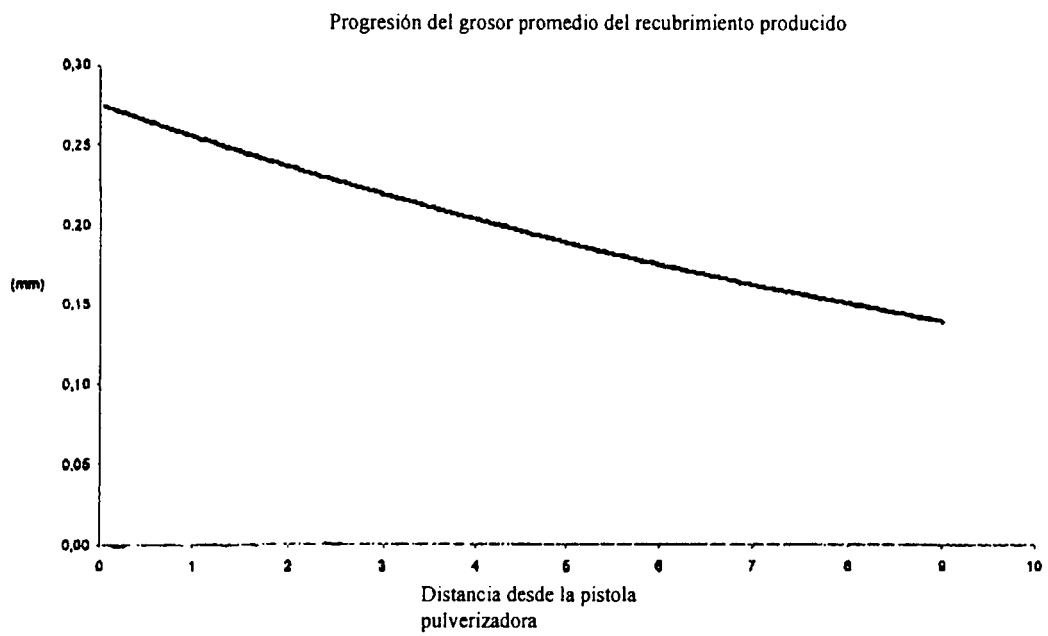


Fig. 6