



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 744 996 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
11.04.2001 Bulletin 2001/15

(51) Int Cl.7: **B04C 9/00**, B03C 3/14,
B03C 1/00, B03C 1/30,
B04C 5/20

(21) Numéro de dépôt: **95903838.1**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR94/01469

(22) Date de dépôt: **15.12.1994**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 96/18460 (20.06.1996 Gazette 1996/28)

(54) **ECHANGEUR CYCLONIQUE POUR LA PURIFICATION ET LA DEPOLLUTION DE L'AIR**
ZYKLON-AUSTAUSCHER ZUR REINIGUNG UND ENTGIFTUNG DER LUFT
AIR PURIFICATION AND POLLUTION CONTROL CYCLONIC EXCHANGER

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH DE DK ES GB GR IE IT LI LU MC NL PT
SE**

(56) Documents cités:
EP-A- 0 338 960 DE-A- 1 960 097

(43) Date de publication de la demande:
04.12.1996 Bulletin 1996/49

(73) Titulaire: **FRANCE GRIGNOTAGE (SARL)**
54110 Dombasle (FR)

- **SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED Week 8938, 1 Novembre 1989 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 89-276428 MELIDI 'aerosol trapping equipment' & SU,A,1 465 086 (MELIDI) 15 Mars 1989**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no. 331 (C-622) (3679) 25 Juillet 1989 & JP,A,01 111 460 (MITSUBISHI HEAVY IND. LTD) 28 Avril 1989**
- **SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED Section Ch, 18 Janvier 1984 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class J01, AN 83-831809 & SU,A,994 011 (GAS SCRUB EQP WORK) 7 Février 1983**

(72) Inventeurs:

- **PARMENTIER, Michel**
F-54740 Vaudeville (FR)
- **WEBER, Jean-Charles**
F-54110 Dombasle (FR)

(74) Mandataire: **Poupon, Michel**
B.P. 421
3, rue Ferdinand Brunot
88011 Epinal Cédex (FR)

EP 0 744 996 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne un dispositif pour la purification et la dépollution de l'air.

[0002] Dans de nombreux secteurs industriels, ou à vocation spécifique (industrie électronique, des revêtements, alimentaire, pharmaceutique ou locaux hospitaliers, de cultures de cellules...) la maîtrise de la qualité de l'air en terme de charge particulaire est une absolue nécessité. Contamination particulaire et microbiologique sont d'ailleurs liées, puisque l'on sait maintenant que les micro-organismes présents dans les ambiances sont presque toujours fixés sous forme de biofilms sur les particules présentes dans l'air, qui leur servent alors de support.

[0003] On considère également qu'une particule sur 10.000 est associée à une présence de biocontaminant. Il n'est donc pas étonnant que les systèmes de sanitation microbiologique des ambiances dans les industries dont le processus l'exige soient complètement liés à la maîtrise de la charge particulaire de cet air.

[0004] Les paramètres qui permettent de contrôler cette charge bactériologique de l'air font appel soit à la physique (filtration complétée par une action bactéricide, par UV, ionisation...) soit à la chimie de la désinfection (aérosols, bactéricides, fumigation...), ou le plus souvent une association des deux : filtration complétée par la sécurité d'un bactéricide.

[0005] Dans la plupart des solutions développées actuellement, la filtration reste la méthode de base qui permet de limiter le nombre de particules par unité de volume, donc par effet de proportionnalité la contamination microbiologique associée. Ces systèmes présentent l'inconvénient majeur de s'encrasser rapidement, donc de nécessiter des coûts de renouvellement considérables, sauf à voir leur efficacité décroître rapidement et irréversiblement.

[0006] Pour pallier les inconvénients des solutions existantes, la présente invention utilise le principe des échangeurs du type cyclonique (appelés aussi cyclones-échangeurs à serpentins) et le perfectionne de façon à atteindre le degré recherché dans la maîtrise de la qualité de l'air.

[0007] On connaît déjà une application de ce type d'échangeur cyclonique au piégeage des vapeurs au-dessus d'un appareil de cuisson. Cette application est décrite dans le brevet français 2.630.029 et les brevets US-4.957.520 et EP-0.338.960 correspondants.

[0008] La présente invention a des applications plus étendues et permet d'atteindre une qualité d'air beaucoup plus poussée.

[0009] On connaît également le document JP-A-01 111 460 dans lequel un champ magnétique est horizontal et transversal par rapport à l'axe du corps cylindrique du cyclone, dans le but de faire tomber les particules vers le bas dudit corps, ce dispositif ne permettant pas d'accentuer le drainage des particules vers ses parois latérales.

On connaît également le document SU-A-1 465 086 dans lequel des plaques d'électrodes sont disposées dans une portion d'un conduit traversé par un flux de gaz rectiligne, les particules attirées par l'une des électrodes n'étant nullement animées d'un mouvement cyclonique dans cette portion de conduit.

[0010] L'invention consiste en un dispositif pour la purification et la dépollution de l'air utilisant un échangeur du type échangeur cyclonique caractérisé en ce qu'il comporte en outre un moyen pour combiner l'action de la centrifugation cyclonique et l'action d'au moins un champ accentuateur de trajectoire sur des particules partiellement électrisées avant leur entrée dans ledit champ accentuateur, cette combinaison accentuant la trajectoire spiralée des particules et leur drainage vers la périphérie du cyclone.

[0011] Le procédé selon l'invention consiste en la combinaison judicieuse de principes physiques connus individuellement mais qui, combinés dans un système unique, permettent d'obtenir une très grande efficacité de dépoussiérage, donc d'assainissement microbiologique. Comme dans le cas du brevet français cité ci-dessus, le présent appareil de sanitation est autonettoyant : il n'accumule en lui-même aucune pollution grâce au ruissellement des condensats.

[0012] Suivant l'invention, le système combine un cyclone-échangeur à serpentins assurant un changement de phase dans l'air traité et une accentuation des trajectoires permettant de drainer les particules vers la périphérie par le biais de l'action d'un champ magnétique et/ou d'un champ électrique. Les particules sont préalablement ionisées par la traversée d'un ioniseur suffisamment puissant, placé dans l'entrée tangentielle. Les particules ionisées deviennent alors sensibles aux champs magnétiques et/ou électriques qui accentueront leur élimination vers la périphérie de l'échangeur, où elles vont se trouver piégées par le ruissellement des condensats sur les serpentins et sur les parois de l'échangeur.

[0013] Le champ magnétique est généré par l'alimentation en courant continu de spires, de façon à créer une induction axiale dans le corps du cyclone.

[0014] Le champ électrique est quant à lui obtenu par la polarisation positive de plaques conductrices placées et isolées sur la périphérie du corps de l'échangeur alors que la borne négative est placée intérieurement au guide de sortie du cyclone. De cette façon, le champ électrique créé est toujours centripète : il draine donc vers la périphérie les particules ionisées en entrée.

[0015] Dans le cas où l'air traité n'est pas suffisamment humide pour créer ce ruissellement, une humidification par injection en buse d'entrée permet de charger de façon adéquate l'air en humidité afin d'obtenir le piégeage recherché après cyclonisation.

[0016] Les particules s'agglomèrent alors et ne sont plus rejetées par l'air turbulent deshumidifié qui ressort par le vortex central. Cette disposition particulière améliore considérablement l'efficacité du piégeage des par-

ticules les plus fines via une centrifugation accentuée et une agglomération par voie humide.

[0017] A la base du cyclone, les particules entraînées passent dans une chambre de récupération dont la géométrie entraîne une forte diminution de la vitesse : les particules tombent alors dans l'eau de condensation dont le niveau est maintenu constant par le fonctionnement d'un siphon.

[0018] Cette configuration, associant suivant l'invention : centrifugation accentuée par l'action du champ magnétique axial et/ou électrique centripète, condensation et agglomération, puis drainage vers la base élargie, permet au système de n'accumuler aucune pollution dans la partie en contact avec l'air à traiter. Le ruissellement entraîne la charge polluante vers la chambre de tranquillisation où elle s'élimine par le siphon.

[0019] On comprendra mieux l'invention à l'aide de la description qui suit faite en référence aux figures annexées suivantes :

- **figure 1** : vue en coupe schématique d'un mode de réalisation de l'invention,
- **figure 2** : vue partielle schématique d'un mode de réalisation d'un champ électrique utilisé dans l'invention.

[0020] L'air chargé de particules pénètre dans l'entrée tangentielle (1). Elle traverse alors un ioniseur axial (2) constitué par exemple par un filament émetteur chauffé et une surface collectrice cylindrique axiale. Le passage dans cette section entraîne une ionisation partielle de l'air, les charges électriques s'absorbant préférentiellement sur les particules présentes, inertes ou non. L'air chargé entre donc dans le cyclone (3) où il subit un mouvement cyclonique classique au cours duquel les particules électrisées sont reprises par l'action d'un champ magnétique axial et/ou un champ électrique radial centripète E. Le champ magnétique est créé par les spires conductrices alimentées par la rampe (4) parcourue par un courant continu adapté. Le champ électrique radial est créé par l'alimentation du condensateur constitué par les plaques positives (13) collées sur la face interne de la paroi de l'échangeur (14) et les plaques négatives en regard (15) collées sur le collecteur d'air central (16). Les champs magnétiques et/ou électriques accentuent la trajectoire naturellement spiralée des particules dans le cyclone et conduit à un drainage particulièrement efficace des particules vers la périphérie du cyclone, et ceci quelle que soit leur taille. Ce phénomène est fondamental puisqu'il permet de diminuer considérablement le seuil de coupure du cyclone en terme de diamètre limite des particules arrêtées. A la périphérie, les particules se trouvent alors en contact avec le serpentifroid (5) placé à l'intérieur du cyclone et sur lequel se produit une condensation de l'eau présente naturellement (via l'humidité de l'air ambiant) ou éventuellement injectée en entrée par l'intermédiaire de la buse (6). Les

particules sont alors piégées par l'eau, agglutinées, et éjectées avec les gouttelettes d'eau sur la surface latérale (14) du cyclone sur laquelle elles ruissellent. Le ruissellement assure une double fonction : piègeage des particules et autonettoyage du corps de l'échangeur.

[0021] Un dispositif de grille séparatrice permettant de séparer physiquement la chambre cyclonique (3) de la chambre de récupération des condensats (8) peut être avantageusement ajouté à quelques millimètres de la surface latérale interne du cyclone. A la base du cyclone, les particules et les gouttelettes d'eau associées passent dans la chambre de tranquillisation (8) par les ouïes (7) grâce auxquelles la vitesse chute considérablement et devient presque nulle : les particules sont alors piégées à la surface (9) de l'eau de condensation dont le niveau est maintenu constant par le fonctionnement du siphon (10). Dans le même temps, l'air épuré est dirigé par le déflecteur (11) vers le vortex de sortie (12) du cyclone.

[0022] En sortie du présent dispositif, un système de filtres secs peut avantageusement compléter la purification en fonction de la classe d'air désirée. Le fonctionnement des filtres est alors grandement amélioré par rapport à un système de filtration directe : l'air est assaini et déshumidifié à l'entrée des filtres, ce qui diminue fortement leur encrassement et allonge la durée d'utilisation optimale. La maintenance et l'entretien des systèmes sont alors notablement réduits.

[0023] Le système suivant la présente invention peut utilement être mis en oeuvre seul (si par exemple l'air requis est de classe 40.000 au sens de la norme NF X 44 101-), ou en association avec une batterie de filtres complémentaires pour atteindre la classe 4.000. Les domaines d'application sont donc très vastes : salles microbiologiquement contrôlées de l'industrie alimentaire ou pharmaceutique, salles blanches de l'industrie des composants et des surfaces, salles stériles pour le milieu hospitalier.

[0024] Il peut aussi préparer avantageusement une filtration complémentaire conduisant à de l'air stérile recherché pour certaines applications.

[0025] Il faut noter que dans la plus grande partie de l'industrie alimentaire par exemple, le système suivant l'invention suffira par lui-même, pour atteindre la réduction requise de l'humidité et de la charge bactérienne. C'est le cas par exemple des salles de fabrication en laiterie, salaison; abattoir, etc...

Revendications

1. Dispositif pour la purification et la dépollution de l'air (1) utilisant un échangeur du type échangeur cyclonique caractérisé en ce qu'il comporte en outre un moyen pour combiner l'action de la centrifugation cyclonique et l'action d'au moins un champ accentuateur de trajectoire cyclonique sur des particules

partiellement électrisées avant leur entrée dans ledit champ accentuateur, cette combinaison accentuant la trajectoire spiralee des particules et leur drainage vers la périphérie du cyclone (14).

2. Dispositif selon la revendication précédente caractérisé en ce que au moins un des champs accentuateurs est un champ magnétique axial.
3. Dispositif selon la revendication 2 caractérisé en ce que le champ magnétique est créé par un nombre variable d'étages de spires conductrices alimentées en courant continu, de telle façon que l'induction magnétique B soit axiale.
4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que l'un au moins des champs accentuateurs est un champ électrique E radial.
5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que le champ électrique est créé par une série de plaques polarisées permettant d'obtenir un champ E centripète entre les parois extérieure et intérieure de l'échangeur.
6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que le dispositif d'électrisation des particules consiste en un ioniseur axial (2) disposé à l'entrée (1) de l'échangeur et formé d'un filament central chauffé et d'une enveloppe cylindrique collectrice.
7. Dispositif selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que l'échange de chaleur avec un fluide frigorigène circulant dans un serpentin placé à l'intérieur du cyclone et fonctionnant comme condenseur, permet de générer un ruissellement de gouttelettes d'eau qui assure le double rôle de piège à particules et fluide d'autonettoyage du corps de l'échangeur.
8. Dispositif selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte des ouïes (7) permettant aux particules et gouttelettes de tomber avec une vitesse sensiblement nulle dans une chambre de tranquillisation où elles sont éliminées, alors que l'air épuré est dirigé par un déflecteur (11) vers le vortex de sortie (12) du cyclone.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Reinigung und Entgiftung der Luft (1), welcher einen Austauscher der Zyklonbauart benutzt, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie des Weiteren ein Mittel zum Kombinieren der Zyklon-Zentrifugalwirkung und der Wirkung zumindest eines Feldverstärkers für die Teilchen der Zyklonbe-

wegungsbahn aufweist, welche vor ihrem Eintritt in den genannten Feldverstärker teilweise elektrisch aufgeladen werden, wobei diese Kombination die spiralförmige Bewegungsbahn der Teilchen und ihren Austrag in Richtung der Peripherie des Zyklons (14) verstärkt.

2. Vorrichtung nach dem vorangehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eines der Feldverstärker ein axiales Magnetfeld ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Magnetfeld durch eine veränderliche Anzahl von Stufen von leitenden, mit Gleichstrom gespeisten Windungen derart gebildet ist, dass die magnetische Induktion B axial verläuft.
4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Feldverstärker ein radiales, elektrisches Feld E ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das elektrische Feld durch eine Serie von polarisierten Platten gebildet ist, welche es ermöglichen, ein zur Mitte gerichtetes Feld E zwischen den äußeren und inneren Wänden des Austauschers zu erhalten.
6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung zur Elektrizitätserregung der Teilchen aus einem am Einlass (1) des Austauschers angeordneten, axialen Ionisator (2) gebildet ist, der aus einem beheizten, zentrischen Draht und einer zylindrischen Sammelumhüllung besteht.
7. Vorrichtung nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeaustausch mit einem Kühlmittel, welches in einer Schlange zirkuliert, die im Inneren des Zyklons angeordnet ist und die als Kondensator arbeitet, es ermöglicht, eine Berieselung durch Wassertröpfchen herbeizuführen, die die doppelte Rolle als Falle für die Teilchen und Selbstreinigungsflüssigkeit für das Gehäuse des Austauschers sicherstellt.
8. Vorrichtung nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie Schlitze (7) aufweist, welche es den Teilchen und Tröpfchen erlauben, mit einer Geschwindigkeit von etwa Null in eine Beruhigungskammer zu fallen, wo sie entfernt werden, während die gereinigte Luft durch ein Abweisblech (11) zu dem Wirbel des Auslasses (12) des Zyklons gerichtet wird.

Claims

1. Apparatus for purifying and depolluting the air (1), utilising an exchanger of the cyclonic exchanger type, characterised in that it also comprises a means for combining the action of the cyclonic centrifuging and the action of at least one cyclonic trajectory accentuator field on partially electrified particles prior to their entering said accentuator field, this combination accentuating the helical trajectory of the particles and their attraction towards the periphery of the cyclone (14). 5
10
2. Apparatus according to the preceding claim, characterised in that at least one of the accentuator fields is an axial magnetic field. 15
3. Apparatus according to claim 2, characterised in that the magnetic field is created by a variable number of levels of conductive windings supplied with continuous current, so that the magnetic induction B is axial. 20
4. Apparatus according to one of the preceding claims, characterised in that at least one of the accentuator fields is a radial electrical field E. 25
5. Apparatus according to one of the preceding claims, characterised in that the electrical field is created by a series of polarised plates, which permit a centripetal field E to be produced between the external and internal walls of the exchanger. 30
6. Apparatus according to one of the preceding claims, characterised in that the apparatus for electrifying the particles comprises an axial ioniser (2) disposed at the inlet (1) of the exchanger and formed by a central heated filament and a cylindrical collector casing. 35
40
7. Apparatus according to at least one of the preceding claims, characterised in that the heat exchange with a cooling fluid, circulating in a coil placed inside the cyclone and operating as a condenser, permits a stream of water droplets to be generated, which fulfils the dual function of being a particle trap and a self-cleaning fluid for the body of the exchanger. 45
8. Apparatus according to at least one of the preceding claims, characterised in that it comprises gills (7) which permit the particles and droplets to fall at a virtually non-existent speed into a calming chamber where they are removed, while the purified air is directed by a deflector (11) towards the outlet vortex (12) of the cyclone. 50
55

FIG. 1

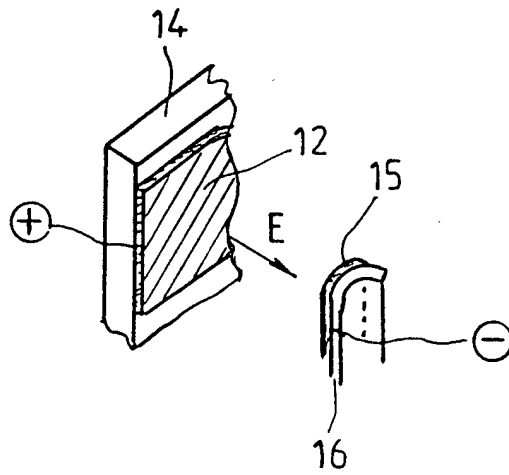
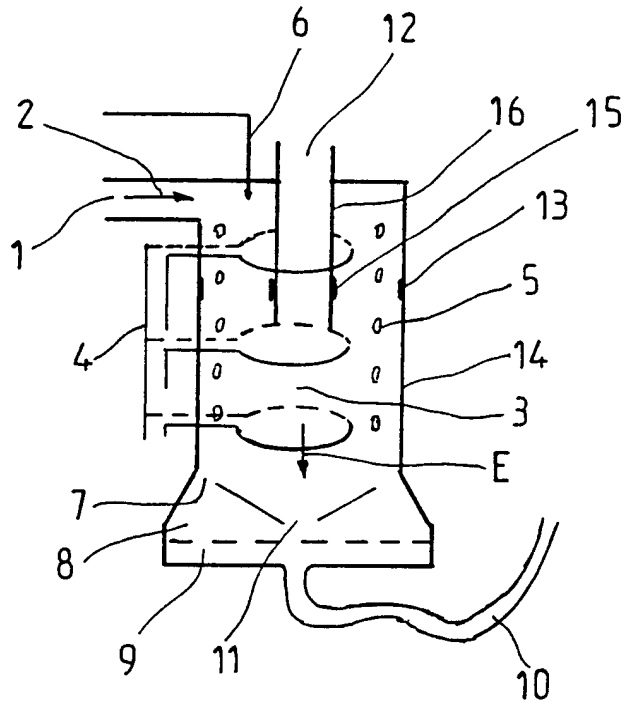


FIG. 2