

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication : 2 724 578
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)
(21) N° d'enregistrement national : 94 11465
(51) Int Cl⁶ : B 01 D 53/96, 53/32, 53/78, C 02 F 1/461, A 61 L 9/16B 01 D 175:20, 173:20, 185:00

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 16.09.94.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 22.03.96 Bulletin 96/12.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : F TEC INDUS SOCIETE ANONYME — FR.

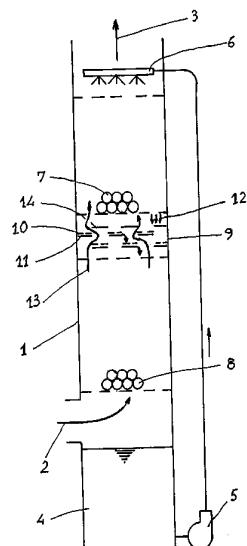
(72) Inventeur(s) : FRESNEL JEAN MARIE, RISSONS VÉRONIQUE, VALLAGEAS ALAIN et PERSIN FRANCOISE.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : MOINAS MICHEL.

(54) PROCEDE D'EPURATION PAR ELECTROLYSE.

(57) Le procédé d'épuration d'un gaz, par exemple de désodorisation de l'air, s'exécute à l'aide d'électrodes par échange entre ce gaz et un liquide. Le liquide est électrolyté pour former des réactifs qui vont réagir avec le gaz, les électrodes étant en contact à la fois avec le liquide et le gaz.



FR 2 724 578 - A1



PROCEDE D'EPURATION PAR ELECTROLYSE

Le procédé décrit, objet de l'invention, est destiné à être utilisé dans les équipements de traitement de l'air.

Il s'applique plus particulièrement à l'épuration des gaz, en particulier à l'épuration de l'air, par exemple pour la désodorisation des stations d'épuration urbaines, mais il concerne également le traitement des odeurs des stations d'épuration traitant les effluents industriels et peut s'étendre aussi au traitement de l'air d'installations industrielles ou agricoles en général.

L'invention sera plus particulièrement décrite en relation avec l'épuration de l'air, ce qui fait qu'il ne sera pas distingué dans la suite de l'exposé entre les termes "épuration" et "désodorisation".

Pour caractériser les odeurs traitées par ce procédé, prenons le cas des stations d'épuration urbaines, les nuisances olfactives des autres activités humaines pouvant être considérées comme similaires.

Les odeurs émises par une station d'épuration proviennent de l'activité biologique, en général anaérobie, dans les collecteurs à l'amont de la station d'épuration. Ces odeurs étant libérées soit à l'entrée de la station, soit dans chacune des phases du traitement des eaux de la station, soit lors du traitement des boues produites par la station.

Les odeurs sont gênantes, voire dangereuses pour le personnel travaillant à l'intérieur des espaces confinés de la station, de même que pour le voisinage.

Les odeurs peuvent être classées en différentes familles, dont les éléments peuvent être perceptibles par l'homme, même à très faibles concentrations, tels que :

- ammoniac (NH_3) et amines,
- hydrogène sulfuré (H_2S) et ses dérivés :
 - diméthylsulfure ($(\text{CH}_3)_2\text{S}$)
 - diméthyldisulfure ($(\text{CH}_3\text{S})_2$)
 - méthylmercaptan (CH_3SH)
 - éthylmercaptan ($\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$)
 - etc.
- aldéhydes, cétones, indoles, scatols et autres produits organiques.

L'hydrogène sulfuré est, en général, le composant principal des odeurs émis par les stations d'épuration.

La désodorisation des installations émettant des odeurs est, en général, réalisée par :

- un capotage ou un confinement des sources d'odeurs,
- un réseau d'aspiration d'air dans les différents locaux et espaces libres au-dessus des ouvrages et matériels, de façon à maintenir dans l'air ambiant ainsi confiné une teneur en gaz polluants acceptable pour l'homme et de moindre activité corrosive pour les ouvrages et les équipements, l'air étant renouvelé grâce à des entrées d'air ménagées dans ces espaces maintenus en dépression,
- un équipement de traitement d'air débarrassant, au moins partiellement, l'air collecté dans les ouvrages des gaz odorants contenus avant de le rejeter dans l'atmosphère.

Plusieurs techniques existent à l'heure actuelle pour la désodorisation de l'air. Il s'agit principalement de :

- la combustion,
- l'adsorption sur charbon actif, sur alumine ou sur zéolithe,
- le traitement biologique sur lit de tourbe ou de compost,
- l'absorption par voie chimique.

La combustion est un procédé d'un coût énergétique très élevé et qui doit être réservée à des odeurs pour lesquelles les autres procédés sont inefficaces.

Les procédés d'adsorption ou de traitement biologique ont une efficacité limitée, ne peuvent répondre à des pointes de pollution, et doivent être réservés à des petites unités traitant un faible débit d'air et pour lesquelles l'exploitant escompte une grande dilution en sortie de cheminée.

Le procédé selon l'invention concerne la désodorisation par lavage chimique qui consiste en un lavage du gaz odorant par plusieurs solutions neutralisantes, oxydantes ou réductrices.

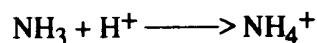
En général, les échanges gaz-liquide sont effectués à contre-courant dans les colonnes à garnissage, mais le procédé, objet de l'invention, s'applique à tous les dispositifs assurant un échange de matière entre une phase gazeuse et une phase liquide, à contre courant, à co-courant ou à courants croisés, comme par exemple les colonnes à plateaux, ou les échangeurs à aspersion simple sans garnissage ou bien les tours d'atomisation.

Le nombre d'étapes de lavage et les caractéristiques des solutions de lavage utilisées dépendent de la nature des composés odorants que l'on cherche à traiter.

Pour prendre l'exemple de la désodorisation des stations d'épuration, pour lesquelles l'air à traiter contient en général les composants décrits ci-dessus, une ou plusieurs tours de lavage sont mises en oeuvre en série, en général dans l'ordre suivant :

- Etape de lavage acide

L'ammoniac et les amines, après dissolution dans la phase aqueuse, sont traités par l'acide suivant une réaction du type :



- Etape de lavage oxydant

L'hydrogène sulfuré et certains composés dérivés comme le diméthyl sulfure et le diméthyl disulfure sont oxydés lors d'une réaction du type :



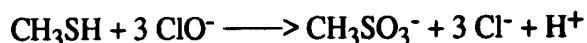
Cette oxydation est réalisée dans un milieu légèrement basique, en tout cas à un pH supérieur à celui en-dessous duquel le soufre risque de se former préférentiellement et de précipiter.

L'oxydant utilisé dans la réaction est soit comme dans la réaction écrite ci-dessus, l'ion hypochlorite, soit le permanganate de potassium, soit encore l'ozone gazeux ou en solution.

- Etape de lavage basique oxydant

Cette étape a le même mécanisme de fonctionnement que l'étape précédente, il s'agit d'une oxydation en milieu basique, mais le pH de travail est plus élevé, ce qui permet de dissoudre puis d'oxyder certains composés comme les mercaptans qui n'auraient pas été dissous précédemment à pH plus faible.

Une des réactions envisagée est alors la suivante :



Le procédé objet de l'invention concerne la production d'oxydant pour, notamment, les deux étapes de traitement ci-dessus.

L'oxydant utilisé est, comme indiqué plus haut à titre d'exemple, le chlore sous l'une de ses formes ou un mélange de chlore gazeux, de chlore dissous, d'acide hypochloreux (HClO) ou d'ion hypochlorite (ClO⁻).

L'oxydant le plus courant employé en désodorisation est l'eau de Javel. Celle-ci est une solution mixte de chlorures et d'ions hypochlorite produite par barbotage de chlore gazeux dans une solution de soude.

L'utilisation d'eau de Javel présente quelques avantages et de nombreux inconvénients.

Au titre des avantages, l'eau de Javel est très concentrée en chlore : 150 grammes d'équivalent-chlore par litre.

Par contre, l'eau de Javel est très basique. Le fait de faire des appoints d'eau de Javel dans la tour de lavage pour répondre à un besoin de chlore risque de faire monter le pH plus que nécessaire.

L'eau de Javel est dangereuse à manipuler par le personnel exploitant.

Les capacités de stockage nécessaires pour l'eau de Javel sont importantes pour les unités de grande capacité.

Le fait d'introduire simultanément des ions chlorure avec des ions hypochlorite pour répondre à la demande de chlore entraîne une variabilité de la concentration en ions chlorure dans la solution de lavage de l'air, puis des irrégularités dans la mesure du pouvoir oxydant de la solution, en général mesurée grâce à une tension d'électrode rédox qui est indicatrice en fait de la concentration en ions hypochlorite, de la concentration en ions chlorure et du pH.

Du fait du procédé de production industrielle de l'eau de Javel - procédé chlore/soude dans des électrolyseurs à membrane séparatrice, puis distribution - le coût de l'eau de Javel est très élevé par rapport à celui des procédés dont la description va suivre.

D'autres procédés ont en effet été développés pour l'oxydation des gaz odorants. Il s'agit de procédés intégrant la production de l'oxydant sur le site même de l'installation de désodorisation.

Un premier procédé consiste à produire par électrolyse d'une solution de saumure, une solution d'hypochlorite à stocker sur place dans un bac tampon, et à utiliser par injection dans la tour de lavage au fur et à mesure des besoins.

Les avantages de ce procédé par rapport à celui décrit précédemment sont nombreux :

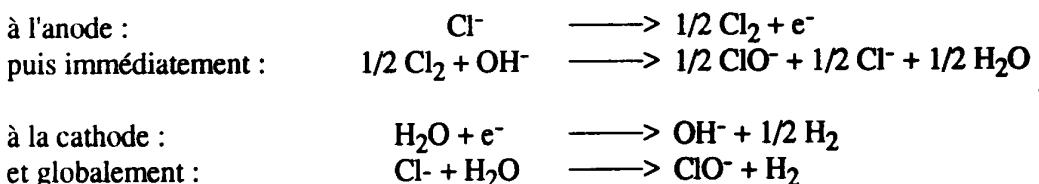
- La capacité de stockage nécessaire est moindre. Elle doit être juste suffisante pour répondre aux à-coups de besoins en chlore.
- Les exploitants n'ont plus à approvisionner l'installation avec un réactif dangereux.
- La solution produite, à pH presque neutre et à concentration réduite en chlore (maximum 8 gr d'équivalent-chlore par litre) n'est pas dangereuse pour le personnel.
- Les coûts d'exploitation sont réduits.

Par contre, le fait que la concentration en chlore soit nettement plus faible qu'avec de l'eau de Javel, conduit à renouveler la solution de lavage de l'air beaucoup plus souvent que par rapport à la simple évacuation des produits de l'oxydation. Les besoins en chlore et en soude sont alors augmentés.

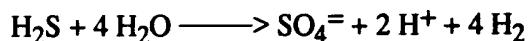
Des installations de désodorisation industrielles ont été réalisées avec ce procédé en utilisant des électrolyseurs équipés soit d'électrodes en graphite, soit d'électrodes métalliques.

Un deuxième procédé consiste à monter l'électrolyseur directement dans le circuit d'arrosage de la tour, la solution d'arrosage tournant en circuit fermé sur la tour où la solution oxyde le gaz à traiter, et sur l'électrolyseur où la solution oxydante est régénérée.

Les réactions dans l'électrolyseur sont les suivantes :



Cette réaction, associée à la réaction d'oxydation de l'hydrogène sulfuré citée ci-dessus comme exemple, permet d'écrire le bilan complet du cycle d'oxydation et de régénération de l'oxydant :



Dans ce bilan, le chlore n'intervient pas du tout. La régénération est presque complète dans la mesure où des appports en chlore, sous forme de chlorure sont nécessaires pour compenser les purges obligatoires pour évacuer les produits de l'oxydation.

Les avantages de ce procédé par rapport aux précédents sont nombreux :

- Aucun stockage d'hypochlorite n'est nécessaire. La seule capacité est le bac de dissolution de sel.
- L'hypochlorite est produit à la demande, suivant un signal continu, de 0 à 100% de la capacité nominale.
- La concentration en chlorure restant constante, l'électrolyse peut être régulée de façon très fiable avec une simple mesure de potentiel.
- Les coûts d'exploitation sont réduits au minimum du fait du très faible besoin en chlore, qui en plus est approvisionné sous sa forme la moins chère : les chlorures.
- Les rendements d'épuration sont supérieurs du fait de l'oxydation par du chlore naissant et grâce à la destruction directe dans l'électrolyseur des composés malodorants qui n'auraient pas réagi complètement.

Les seuls électrolyseurs suffisamment fiables pour être utilisés dans ce procédé sont des électrolyseurs à électrodes métalliques.

En effet, les rendements des électrolyseurs à électrodes de graphite sont déplorables lorsqu'ils travaillent avec de telles solutions qui contiennent du chlore sous diverses formes oxydées et réduites, mais aussi divers gaz dissous, également sous diverses formes oxydées et réduites.

L'oxydation des chlorures sur des électrodes de graphite s'effectue avec un rendement plus faible que pour les électrodes métalliques, car en ce cas, d'autres réactions électrochimiques concurrentes ont également lieu sur l'anode : oxydation des ions hydroxyde (OH^-), de l'eau en présence des ions hydrogénocarbonate (HCO_3^-) et carbonate (CO_3^{2-}) provenant de l'air, ce dernier étant d'autant plus chargé en dioxyde de carbone (CO_2) et ses dérivés qu'il est capté au-dessus de biomasses en respiration.

Seules certaines électrodes métalliques peuvent ainsi être utilisées dans ce procédé, mais l'objet de cette invention n'est pas le choix du matériau de l'électrode ni de son catalyseur éventuel.

Plusieurs installations industrielles exploitent actuellement ce procédé. Ces installations comprennent une tour de lavage oxydant à pH 9 environ, avec un électrolyseur à électrodes métalliques sur le circuit d'arrosage.

Ce procédé est tout à fait satisfaisant et d'un très bon rendement pour être utilisé pour la deuxième étape de lavage évoquée au début de ce descriptif.

Par contre, ce procédé est limité par le pH. Pour la troisième étape de lavage évoquée ci-dessus, étape destinée essentiellement à traiter les mercaptans où le pH utilisé est environ 11.

A ce pH, le dioxyde de carbone dissous est essentiellement sous forme de carbonates (CO_3^{2-}) et, en outre, la concentration en ions hydroxyde (OH^-) devient importante. Ces deux ions concurrencent suffisamment les ions chlorures (Cl^-) aux électrodes, même métalliques, pour que le rendement de l'électrolyse en hypochlorite (ClO^-) soit gravement réduit et compromette l'utilisation de ce procédé pour cette étape du traitement.

L'invention présentée ici pallie cet inconvénient et apporte d'autres avantages en coût d'investissement et en coût d'exploitation.

Elle consiste à monter les électrodes destinées à la production des réactifs au cœur même du dispositif d'oxydation des gaz polluants. Ainsi, les électrodes sont en contact avec le liquide et avec le gaz, le liquide étant électrolyisé pour former les réactifs qui vont réagir avec le gaz.

L'invention peut être mise en oeuvre en milieu alcalin, par exemple dans des saumures dont le pH est compris entre 8,3 et 11 (chlorures, bromures, etc.), ou en milieu acide à pH compris entre 1,5 et 5.

Elle peut être mise en oeuvre quelles que soient les conditions de pression et de température, compatibles avec les matériaux utilisés. On travaillera avantageusement à pression et température ambiantes.

Bien évidemment, l'invention concerne aussi un matériel pour la mise en oeuvre du procédé.

Ainsi, les électrodes sont parcourues à la fois par la solution de lavage et par le gaz traité. L'intérêt du procédé réside dans la multiplication des surfaces d'échange, entre :

- la phase gazeuse et la phase liquide,
- les électrodes et la phase liquide,
- les électrodes et la phase gazeuse,
- les électrodes, la phase gazeuse et la phase liquide.

Classiquement, les tours de lavage sont équipées de garnissage. Les électrodes peuvent être montées à la place du garnissage, ou en amont, ou encore en aval suivant le sens de l'un quelconque des fluides.

Au voisinage de ces électrodes, l'échange entre les phases liquide et gazeuse peut être réalisé suivant un procédé à contre-courant, à co-courant ou à courants-croisés.

Les avantages de ce procédé par rapport à ceux décrits précédemment peuvent être résumés comme suit.

Le cycle d'oxydation et de régénération de l'oxydant est réellement immédiat. L'ion hypochlorite (ClO^-) est utilisé à l'état naissant et est extrêmement réactif. La solution oxydante est régénérée sur place et il n'est pas nécessaire qu'elle fasse le circuit complet (pompe d'aspersion, électrolyseur, rampe d'arrosage, garnissage et volume en pied de tour) pour qu'elle soit régénérée. Ceci a pour conséquence une quasi constance de la concentration en ions (Cl^-), ce qui permet une amélioration du rendement d'électrolyse même en présence d'ions carbonates.

L'efficacité du traitement de désodorisation est ainsi grandement améliorée.

En effet, l'efficacité de ce traitement a été mesurée en laboratoire dans un réacteur gaz-liquide et comparée à celle d'un traitement classique.

Les conditions expérimentales consistaient à traiter $10 \text{ m}^3/\text{h}$ d'air contenant de l'hydrogène sulfuré par une solution à pH 9 contenant des ions hypochlorite.

Pour une même quantité d'hydrogène sulfuré à traiter, avec la mise en oeuvre de la même quantité d'ion hypochlorite, le rendement d'épuration est supérieur de 1 à 15% lorsque les ions hypochlorite sont produits par électrolyse interne au lieu d'être apportés par l'eau de Javel.

Le gain de rendement d'épuration est d'autant plus élevé que la concentration en hypochlorite est faible par rapport au besoin.

Ainsi, alors que quatre molécules d'hypochlorite sont stoechiométriquement nécessaires pour oxyder une seule molécule d'hydrogène sulfuré, les deux procédés concurrents ont un comportement différent lors d'une sous stoechiométrie consécutive à une "bouffée" ponctuelle d'hydrogène sulfuré.

En ce cas, si les ions hypochlorite sont apportés par l'eau de Javel, deux conséquences ont été observées : la chute du rendement de l'épuration et l'oxydation des sulfures en précipité de soufre qu'il est très difficile d'oxyder ultérieurement.

Par contre, dans ce même cas de sous stoechiométrie, si les ions hypochlorite sont produits par électrolyse interne, le rendement d'épuration chute dans de moindres proportions et les sulfures sont oxydés jusqu'à des degrés d'oxydation intermédiaires en phase liquide, les ions produits pouvant être oxydés ultérieurement jusqu'au stade final des sulfates lorsque la stoechiométrie aura été rétablie.

Ces mesures effectuées en laboratoire ne peuvent donner qu'une indication sur l'efficacité du procédé de l'invention réalisé à l'échelle industrielle.

En outre, il a été montré que du chlore se dégage dans la phase gazeuse lors des réactions d'électrolyse. Il est peu vraisemblable que ce chlore réagisse dans la phase gazeuse avec les molécules malodorantes. Par contre, il peut être utilisé suivant l'un des deux procédés décrits ci-après.

Si l'étape de lavage où a été produit le chlore gazeux, grâce à une électrolyse interne au circuit d'air à traiter, est la dernière étape de traitement, il n'est pas souhaitable de laisser échapper du chlore dans l'atmosphère, d'une part parce qu'il est polluant, d'autre part parce qu'il vaut mieux ne pas le perdre.

En ce cas, à l'aval du dispositif d'électrolyse, dans le sens du gaz à traiter, est monté un équipement de lavage du gaz avec la même solution. Il s'agit classiquement d'anneaux de garnissage, mais il peut aussi s'agir de plateaux de colonne à plateaux ou de tout dispositif permettant les échanges entre les phases liquide et gazeuse.

Avec cet équipement, le chlore dégagé dans la phase gazeuse est absorbé par la phase liquide dont le pH permet généralement une telle absorption. Le gaz est débarrassé de cette source de pollution et le chlore parfaitement recyclé comme oxydant.

Par contre, si l'étape de lavage où a été produit le chlore gazeux grâce à une électrolyse interne au circuit d'air à traiter n'est pas la dernière étape du traitement, l'étape suivante du traitement peut utiliser comme oxydant le chlore qui arrive par la voie gazeuse.

Ceci est particulièrement intéressant, par exemple pour traiter les mercaptans issus des stations d'épuration des eaux.

Les mercaptans sont peu sensibles à l'action des oxydants sous pH 9. Dans la mesure où une première étape de lavage oxydant sous pH 9 a traité l'hydrogène sulfuré (H_2S) contenu dans l'air à désodoriser, suivant un procédé d'électrolyse comme décrit ci-dessus, il reste après cette étape du chlore résiduel dans la phase gazeuse. Il suffit alors de procéder à une deuxième étape de lavage oxydant sous pH 11 par exemple, afin que :

- le chlore gazeux soit absorbé par la phase liquide et forme des ions hypochlorite (ClO^-),
- les mercaptans soient absorbés par la phase liquide,
- les mercaptans soient oxydés par l'hypochlorite dans la phase liquide.

Cette invention permet de contourner la difficulté constituée par l'impossibilité actuelle de produire par électrolyse un oxydant dans les mêmes conditions de pH que celles où l'oxydant est utilisé.

Bien sûr, ce procédé peut être utilisé pour résoudre un besoin de désodorisation par exemple, mais il peut être étendu à tout procédé pour lequel il est nécessaire d'utiliser un gaz produit par électrolyse à des conditions de pH différentes de celles où il a été produit comme à des conditions de température ou de pression différentes.

Une autre particularité de l'invention concerne plus spécifiquement le procédé de désodorisation avec deux tours de lavage basique oxydant successives à pH différents.

Une première tour, à pH 9 environ, est alors équipé avec un descriptif d'électrolyse "interne" suivant le procédé décrit ci-dessus. Une deuxième tour à pH 11 utilise le chlore gazeux issu de la première. Dans chacune des deux tours, des purges de solution doivent être établies pour évacuer les produits d'oxydation des gaz. Ces purges sont compensées par un appoint en solution de chlorure dans la première des deux tours. Mais le bilan en chlore global de cette tour serait alors déséquilibré par "l'évaporation" de chlore gazeux vers la deuxième. La particularité de l'invention consiste à recycler au moins en partie les chlorures en transférant de la deuxième tour vers la première une partie de la solution d'arrosage.

Pour la réalisation du procédé de l'invention, on peut recourir à un dispositif tel que décrit ci-après, à titre d'exemple.

Dans une colonne d'échange (1), on réalise un échange à contre-courant entre un gaz montant et un flot de solution tombant. Le gaz entre dans le réacteur en (2) et sort en (3). La solution de lavage tourne en circuit fermé. Elle est aspirée dans une réserve en pied de tour (4) par une pompe (5) et aspergée en haut de la colonne par une rampe d'aspersion (6) ou un autre dispositif de distribution.

La colonne peut être équipée d'anneaux de garnissage soit au-dessus (7), soit en-dessous (8), soit dans ces deux emplacements par rapport au site de montage des électrodes (9).

La technologie représentée sur la figure 1 est celle d'une colonne à garnissage à flot tombant et à contre-courant, mais le dispositif d'électrolyse peut aussi bien être monté dans tout autre type de réacteur d'échange entre une phase liquide et une phase gazeuse.

Dans le descriptif représenté, les anodes (10) et les cathodes (11) sont disposées horizontalement, l'espace entre elles étant parfaitement contrôlé pour optimiser les réactions d'électrolyse tout en minimisant les pertes par effet Joule dans la solution.

Dans cette représentation, les cathodes (11) sont pleines alors que les anodes (10) sont construites en métal déployé ou en tout autre type de construction permettant l'entrée de la solution dans l'espace entre anode et cathode.

Des méthodes de génie chimique bien connues permettent de définir formes, dimensions et type de construction des électrodes, de telle sorte que l'espace entre anode et cathode soit plein de solution et que la face supérieure de l'anode soit dans l'air mais arrosé par une pluie de solution (12) provenant de la partie supérieure de la colonne.

La description des couples d'électrodes anodes/cathodes dans le réacteur, en quinconce sur la figure 1, laisse le passage de l'air à traiter (13) entre les couples d'électrodes, celui-ci venant lécher la face supérieure des anodes. Eventuellement, des déflecteurs (14) améliorent le contact entre l'air et la face supérieure des anodes.

D'autres dispositifs non représentés peuvent également utiliser le même procédé, avec des électrodes montées verticalement ou obliquement. Des méthodes connues de mécanique des fluides doivent alors déterminer les dispositions, formes et dimensions des électrodes pour assurer la permanence du film liquide entre anode et cathode, la grande surface d'échange entre le liquide et le gaz et la présence de gaz sur une face humide de l'anode.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'épuration à l'aide d'électrodes par échange entre un liquide et un gaz, dans lequel le liquide est électrolyisé pour former des réactifs qui vont réagir avec le gaz, caractérisé en ce que les électrodes sont en contact avec le liquide et avec le gaz.
5
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les électrodes jouent un rôle de garnissage pour améliorer les contacts gaz-liquide, solide-liquide et solide-gaz.
10
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les réactifs produits aux électrodes sont des réactifs oxydants et consistent en du chlore et de l'hypochlorite.
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'électrolyse produit également une espèce gazeuse.
15
5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le liquide électrolyte est une saumure alcaline dont le pH est compris entre 8,3 et 11.
6. Procédé selon les revendications 4 et 5, caractérisé en ce que l'espèce gazeuse produite est du chlore.
20
7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le liquide électrolyte est une solution acide dont le pH est compris entre 1,5 et 5.
8. Procédé selon les revendications 4 et 7, caractérisé en ce que l'espèce produite est de l'oxygène.
25
9. Matériel pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend deux réacteurs, l'espèce gazeuse produite dans le premier réacteur

étant entraînée dans le deuxième réacteur dont le liquide est à un pH différent de celui du premier réacteur.

10. Utilisation du procédé selon la revendication 1 pour la désodorisation de l'air.

FIGURE UNIQUE

