

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 80 14454**

⑤4

Appareil d'épuration électrochimique de liquides pollués.

⑤1

Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). C 02 F 1/46, 1/52.

⑫2

Date de dépôt..... 27 juin 1980.

③3 ③2 ③1

Priorité revendiquée : URSS, 27 juin 1979, n° 2 786 336.

④1

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 3 du 16-1-1981.

⑦1

Déposant : KHARKOVSKY POLITEKHNICHESKY INSTITUT IMENI V. I. LENINA et KHARKOVSKY MOTOROSTROITELNY ZAVOD « SERP I MOLOT », résidant en URSS.

⑦2

Invention de : Miron Migranovich Nazarian, Vyacheslav Tikhonovich Efimov, Alexandr Alexandrovich Axenko, Vladimir Alexandrovich Kolyada, Nikolai Nikiforovich Zmievskoi et Pavel Pavlovich Shaty.

⑦3

Titulaire : *Idem* ⑦1

⑦4

Mandataire : Cabinet Plasseraud,  
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

Appareil d'épuration électrochimique  
de liquides pollués.

L'invention concerne des dispositifs d'épuration de liquides pollués et, plus précisément, des appareils d'épuration électrochimique de liquides pollués.

L'invention peut être utilisée pour l'épuration  
5 de liquides pollués par des matières organiques, suspensions mécaniques, substances tensio-actives, etc.

Une application avantageuse de l'invention est celle pour l'épuration de liquides pollués par des polymères et des produits pétroliers, par exemple des eaux  
10 usées contenant des huiles et des corps gras.

Parmi les dispositifs connus d'épuration de liquides pollués, les appareils d'épuration électrochimique de liquides, notamment les appareils réalisant les procédés d'électroflottation et d'électrocoagulation, connaissent  
15 une utilisation toujours plus large ces derniers temps grâce à leurs possibilités technologiques élevées.

On connaît des appareils mettant en oeuvre des procédés discontinus et continus d'épuration électrochimique de liquides.

20 Un appareil connu d'épuration électrochimique de liquides pollués (certificat d'auteur URSS n° 407844) comporte une chambre de décantation qui communique avec une chambre d'électrocoagulation installée à l'intérieur de ladite chambre. La chambre d'électrocoagulation est  
25 munie d'électrodes solubles et d'une tubulure d'amenée de liquide pollué installée au-dessous desdites électrodes. La chambre de décantation est munie d'une tubulure d'évacuation de liquide épuré. Au cours de l'épuration, le liquide pollué contenant des additifs électrolyants  
30 (HCl, NaCl) traverse l'espace entre les électrodes solubles auxquelles est amené un courant électrique. Des hydroxydes du métal d'électrodes solubles se forment alors et coagulent les impuretés du liquide à épurer. De la chambre d'électrocoagulation, le liquide à épurer parvient  
35 dans la chambre de décantation où a lieu la séparation de

l'écume et de la boue du liquide, après quoi l'écume, la boue et le liquide sont évacués par flux séparés.

Le liquide épuré, qui traverse l'espace entre les électrodes, encrasse ces électrodes, ce qui accélère la passivation des électrodes et par conséquent augmente la consommation d'énergie électrique, nuit à la qualité d'épuration et implique la nécessité de nettoyer souvent les électrodes, ce qui revient à dire, en fin de compte, que le rendement de l'appareil baisse.

On connaît également un appareil (brevet du Japon n° 52-14397) dans lequel la chambre d'électrocoagulation ne sert qu'à obtenir les coagulants en y amenant l'électrolyte pur, l'épuration du liquide étant effectuée dans une autre chambre dans laquelle le liquide épuré amené est mélangé avec l'électrolyte contenant les coagulants et amené de la chambre d'électrocoagulation.

Cette conception de l'appareil permet de diminuer sensiblement les dépôts à la surface des électrodes. Cependant, cette construction utilise dans une moindre mesure le pouvoir de coagulation et de flottation des électrodes, parce que, lors de l'écoulement de l'électrolyte de la chambre d'électrocoagulation dans celle de décantation, on constate une agrégation des coagulants (hydroxydes du métal des électrodes solubles) ainsi que des bulles de gaz se formant à la surface des électrodes solubles), ce qui provoque une diminution de leur surface spécifique et par conséquent une altération du pouvoir de coagulation et de flottation et, finalement, des pertes d'énergie électrique. En outre, le mélange du liquide pollué avec l'électrolyte demande une énergie électrique supplémentaire.

On connaît des appareils qui ne demandent pas de consommation supplémentaire d'énergie pour le mélange et dans lesquels le mélange du liquide pollué avec l'électrolyte ne se fait que dans la chambre électrocoagulation. Dans cette chambre, le liquide pollué est amené par une tubulure disposée au-dessus des électrodes, l'électrolyte passant entre les électrodes.

Dans ces appareils, l'épuration de liquide est réalisée sans provoquer l'encrassement des électrodes et avec un coefficient élevé d'utilisation des coagulants et des bulles de gaz, donc avec un rendement plus élevé que dans l'appareil ci-dessus décrit. Par exemple, l'appareil d'épuration électrochimique de liquides pollués connu d'après le certificat d'auteur URSS n° 644738 comporte une chambre de décantation avec une tubulure d'évacuation de liquide épuré, laquelle chambre communique avec une chambre d'électrocoagulation installée à l'intérieur de ladite chambre et ayant la forme d'un tube dans la partie inférieure duquel est disposé un système d'électrodes solubles et qui est muni d'une tubulure d'amenée de liquide pollué installée au-dessus dudit système d'électrodes solubles. Dans ce cas, la tubulure d'amenée de liquide pollué doit être installée à une distance des électrodes qui permette d'exclure la possibilité de leur encrassement par les impuretés que contient le liquide pollué. Par exemple, en utilisant une tubulure de forme cylindrique, ladite distance doit être de 1 à 7 fois le diamètre de la tubulure.

Le principal inconvénient de l'appareil décrit ci-dessus consiste dans le fait que dans le volume de la chambre d'électrocoagulation, entre la tubulure d'amenée de liquide pollué et les électrodes, ainsi que dans l'espace entre les électrodes, a lieu l'agrégation de coagulants et de bulles de gaz provoquée par le tourbillonnement des flux d'électrolyte, c'est-à-dire, tout comme dans la construction précédente ; on peut donc constater dans l'appareil en question des pertes d'énergie électrique considérables dues à l'utilisation incomplète des coagulants et des bulles de gaz.

L'invention a pour but un appareil d'épuration électrochimique d'un liquide pollué dont la construction permette de diminuer la consommation d'énergie électrique grâce à une utilisation plus complète des produits de solution des électrodes, lesdits produits provoquant la coagulation et la flottation des impuretés contenues

dans le liquide pollué. L'appareil d'épuration électrochimique de liquide pollué conforme à l'invention comporte une chambre de décantation avec une tubulure d'évacuation du liquide épuré, laquelle chambre communique avec une

5 chambre d'électrocoagulation dans la partie inférieure de laquelle est disposé un système d'électrodes solubles, cette chambre étant munie d'une tubulure d'amenée de liquide pollué disposée au-dessus dudit système d'électrodes solubles, et d'une tubulure d'amenée d'électrolyte dispo-

10 sée au-dessous du système d'électrodes, et il est caractérisé en ce que dans la partie inférieure de la chambre d'électrocoagulation sont installées des cloisons en matériau isolant, destinées à baisser l'intensité de mélange des flux de liquide montant vers le haut de la chambre

15 d'électrocoagulation.

La baisse de l'intensité de mélange des flux de liquide montant vers le haut de la chambre d'électrocoagulation aboutit à la baisse de l'intensité d'agrégation des hydroxydes du métal des électrodes solubles (des coa-

20 gulants) et des bulles de gaz se formant à la surface de ces électrodes. Il en résulte une élévation du rendement de l'appareil d'épuration électrochimique d'un liquide pollué.

Pour diminuer l'intensité de l'agrégation des

25 particules coagulantes et des bulles de gaz dans l'espace au-dessus des électrodes, on peut disposer les cloisons en matériau isolant entre les électrodes et la tubulure d'amenée de liquide pollué, de manière qu'elles forment des canaux en forme de fentes prolongeant les espaces entre les électrodes. Ces cloisons peuvent être ins-

30 tallées tant au-dessus des électrodes en plaque qu'au-dessus des électrodes cylindriques ; elles peuvent être fixées aux bords supérieurs des électrodes.

Pour diminuer l'intensité de l'agrégation des par-

35 ticules coagulantes et des bulles de gaz dans l'espace entre les électrodes, l'appareil d'épuration électrochimique d'un liquide pollué est muni de cloisons supplémentaires disposées dans les espaces entre les électrodes

de manière à les diviser en de nombreux canaux verticaux. Dans le cas d'électrodes en plaque, il est avantageux d'installer ces cloisons supplémentaires perpendiculairement aux surfaces travaillantes desdites électrodes et dans le cas d'électrodes cylindriques, de les installer perpendiculairement à la normale de leurs surfaces travaillantes. Cette disposition des cloisons supplémentaires rend le système d'électrodes solubles plus rigide.

Il est encore plus avantageux de prévoir, dans la chambre d'électrocoagulation de l'appareil d'épuration électrochimique d'un liquide pollué, des cloisons en matériau isolant tant au-dessus des électrodes solubles qu'au-dessous d'elles.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre de différents modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs avec référence aux dessins non limitatifs annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique de l'appareil d'épuration électrochimique d'un liquide pollué en coupe ;
- la figure 2 représente le fragment II de la figure 1 ;
- la figure 3 représente le système d'électrodes avec les cloisons supplémentaires installées dans les espaces interélectrodes ;
- la figure 4 représente une coupe suivant la ligne IV-IV de la figure 3.

L'appareil d'épuration électrochimique de liquides pollués comporte (figure 1) une chambre d'électrocoagulation 1 réalisée sous forme d'un tube dans la partie inférieure duquel est disposé un système d'électrodes en plaque soluble 2, par exemple en aluminium, muni de cloisons 3 en matériau isolant, laquelle chambre est munie d'une tubulure 4 d'amenée de liquide pollué et d'une tubulure 5 d'amenée d'électrolyte. La chambre d'électrocoagulation est installée dans la chambre de décantation 6 et est

munie d'une tubulure 7 d'évacuation de liquide pollué, d'une tubulure 8 d'évacuation de boue, et d'une tubulure 9 d'évacuation d'une partie du liquide épuré dans la chambre d'électrocoagulation 1 par l'intermédiaire de la conduite 10. Les cloisons 3 sont fixées aux électrodes 2 à l'aide des éléments de fixation 11.

Des bornes 12 servent à amener le courant électrique aux électrodes 2. La figure 1 représente également un mélangeur 13 servant à obtenir l'électrolyte, une pompe 14 d'amenée d'électrolyte dans la chambre d'électrocoagulation 1 et un dispositif 15 d'évacuation de l'écume de l'appareil. L'une des variantes possibles de réalisation des éléments de fixation 11 est montrée dans la figure 2 sur laquelle les mêmes chiffres de référence désignent les mêmes organes que sur la figure 1.

Dans la figure 3 est montré le système d'électrodes solubles 2 avec cloisons supplémentaires 16 installées dans les espaces interélectrodes en les divisant en canaux verticaux nombreux 17 qu'on peut bien voir dans la figure 4.

L'appareil d'épuration électrochimique d'un liquide pollué fonctionne comme suit.

Avant de procéder à l'épuration de liquide pollué, les cavités de la chambre d'électrocoagulation 1 et de la chambre de décantation 6 sont remplies d'électrolyte par la tubulure 5 (eau industrielle contenant une quantité peu importante d'acide chlorhydrique ou de chlorure de sodium). Aux bornes 12 est appliqué un courant électrique qui en parcourant les électrodes solubles 2 et l'électrolyte provoque, à la surface des électrodes 2, la formation d'hydroxydes d'aluminium et de bulles de gaz (hydrogène et oxygène) montant vers la partie supérieure de chambre d'électrocoagulation 1. Environ 25 à 30 secondes après l'amenée du courant électrique aux électrodes 2, le liquide pollué est amené dans la chambre d'électrocoagulation 1 par la tubulure 4. Le liquide pollué et les hydroxydes d'aluminium interagissant, on constate une coagulation des particules d'impuretés contenues dans le liquide à épurer accompagnée de la formation d'agrégats desdites

particules qui, ensuite, sont entraînés par les bulles de gaz vers le haut de la chambre électrocoagulation 1. Le liquide ainsi traité parvient dans la chambre de décantation 6 où a lieu la séparation de l'écume et de la boue du liquide pollué. L'écume est évacuée de l'appareil par le dispositif 15, la boue, par la tubulure 8 et le liquide épuré est évacué par la tubulure 7. Une partie du liquide épuré parcourt la tubulure 9 et la conduite 10 pour être amené, à l'aide de la pompe 14, dans le mélangeur 13 où est également amenée la quantité nécessaire d'acide chlorhydrique ou de chlorure de sodium en vue d'obtenir l'électrolyte envoyé ensuite dans la chambre d'électrocoagulation 1 par tubulure 5.

Pour l'épuration d'un liquide contenant de l'huile, des corps gras, des produits pétroliers, il est avantageux d'ajouter, au cours de l'épuration, de l'acide chlorhydrique au liquide à épurer. Cela permet de diminuer la stabilité chimique des impuretés.

La présence, dans l'appareil, des cloisons 3, 16 permet de diminuer considérablement l'intensité de l'agré- gation des hydroxydes du métal (des coagulants) des électrodes solubles 2 et des bulles de gaz, ce qui permet d'augmenter le coefficient de leur utilisation et, par conséquent, de diminuer la consommation d'énergie électrique nécessitée par l'épuration. La consommation des électrodes 2 baisse, tandis que le rendement de l'appareil d'épuration électrochimique d'un liquide pollué s'accroît.

Par exemple, l'appareil peut comporter une chambre de décantation cylindrique 6 d'un diamètre de 1,0 m et d'une hauteur de 1,2 m, une chambre d'électrocoagulation 1 ayant la forme d'un tuyau d'un diamètre de 0,3 m et d'une hauteur de 3,0 m dans la partie inférieure duquel, à 0,6 m de la tubulure 4, sont fixées dix paires d'électrodes en plaque d'aluminium 2 d'une surface travaillante de 3 m<sup>2</sup> au total, la distance entre l'anode et la cathode de chaque paire étant de 12 mm. Dans cet appareil, on installe des cloisons 3 et 16 en vinyplaste ; les cloisons 3 présentent une hauteur de 0,5 m, leurs épaisseur et lar-



geur étant égales à celles des électrodes 2 ; les cloisons 16 présentent une épaisseur de 3 à 4 mm, une hauteur égale égale à celle des électrodes 2 avec les cloisons 3, une largeur de 12 mm et sont disposées à 10 cm les unes des autres. Un courant continu d'une tension de 12 V et d'une densité de  $10 \text{ mA/cm}^2$  est amené aux électrodes 2. On peut épurer un liquide de coupe sans interfaces visibles et qui n'est qu'une eau usée très concentrée avec une stabilité considérable de liaisons chimiques des impuretés, ces dernières étant en quantité de 3 à 5 g/l.

La consommation d'énergie électrique n'est que de  $2,0 \frac{\text{kW.h}}{3}$  et celle d'aluminium des électrodes de  $90 \text{ g/m}^3$ ; le rendement de l'appareil était de 6,0 à  $7,0 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Le liquide épuré contient 18 à 25 mg/l d'impuretés. L'analyse de la boue prélevée de l'appareil montre que l'utilisation d'hydroxyde d'aluminium était de 75 à 80 % sur le total de sa consommation.

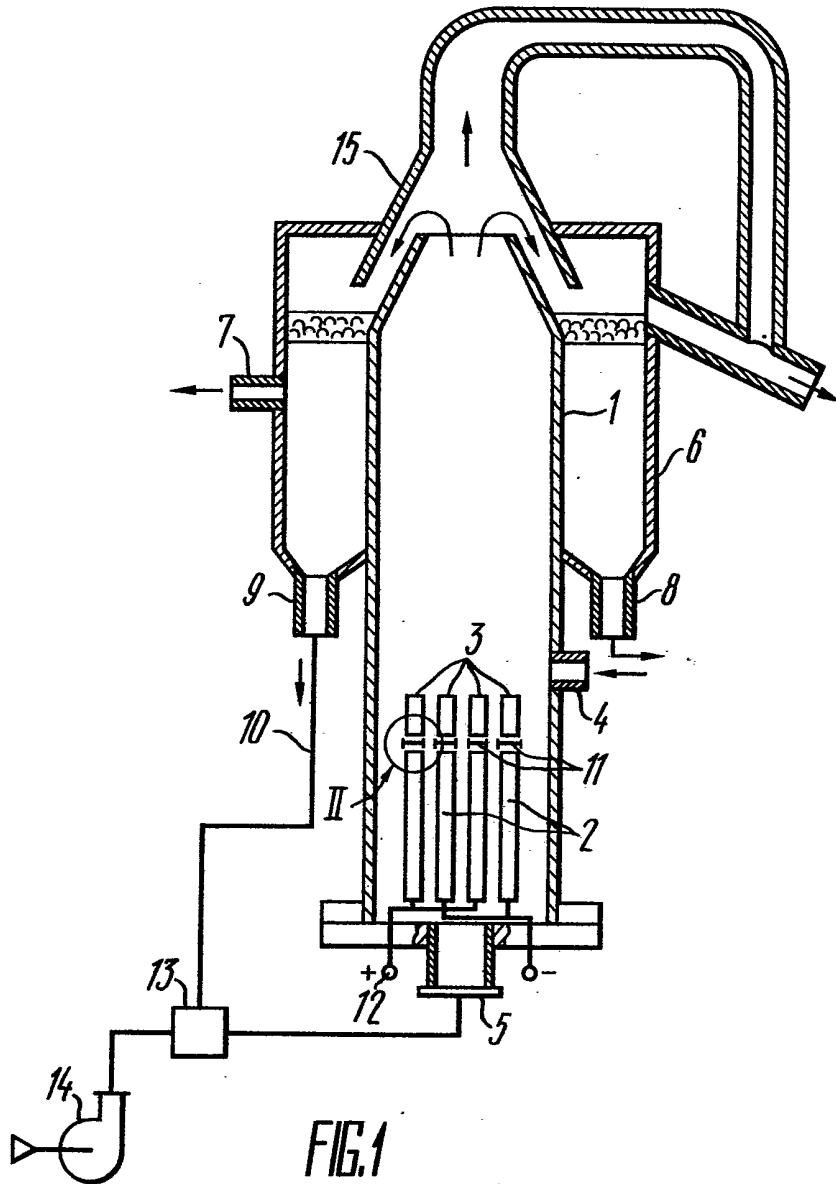
L'appareil d'après le certificat d'auteur URSS n° 644733 a les caractéristiques suivantes en cas d'épuration d'un liquide analogue :

- rendement :  $5,2 \text{ à } 6,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$  ;
- consommation d'énergie électrique :  $2,5 \frac{\text{kW.h}}{3}$  ;
- consommation d'aluminium :  $160 \text{ g/m}^3$  ;
- utilisation d'hydroxyde d'aluminium : 55 à 60 %.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre des revendications qui suivent.

REVENDICATIONS

1. Appareil d'épuration électrochimique de liqui-  
des pollués, comportant une chambre de décantation avec  
une tubulure d'évacuation du liquide épuré, laquelle  
5 chambre communique avec une chambre d'électrocoagulation  
dans la partie inférieure de laquelle est disposé un  
système d'électrodes solubles, cette chambre étant munie  
d'une tubulure d'amenée de liquide pollué disposée au-  
dessus dudit système d'électrodes solubles, et d'une  
10 tubulure d'amenée d'électrolyte disposée au-dessous du  
système d'électrodes solubles, caractérisé en ce que  
dans la partie inférieure de la chambre d'électrocoagu-  
lation sont installées des cloisons en matériau isolant,  
destinées à baisser l'intensité de mélange des flux de  
15 liquide montant vers le haut de la chambre d'électrocoa-  
gulation.
2. Appareil suivant la revendication 1, caractérisé  
en ce que les cloisons en matériau isolant sont disposées  
entre la tubulure d'amenée de liquide pollué et le système  
20 d'électrodes solubles de manière à former des canaux en  
forme de fentes qui prolongent les espaces interélectrodes.
3. Appareil suivant les revendications 1 ou 2, ca-  
ractérisé en ce qu'il est muni de cloisons supplémentaires  
disposées dans les espaces interélectrodes de manière à  
25 les diviser en de nombreux canaux verticaux.



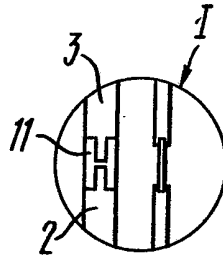


FIG. 2

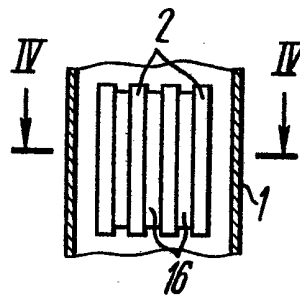


FIG. 3

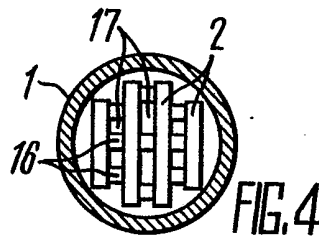


FIG. 4