



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 171 788** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁷ **C 02 F 1/46, B 03 C 5/00//C**
02 F 1/46, 101:20, 101:22, 101:32)

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2000111960/12, 16.05.2000
(24) Дата начала действия патента: 16.05.2000
(46) Дата публикации: 10.08.2001
(56) Ссылки: DE 4411823 A1, 12.10.1995. US 4302310 A, 24.11.1981. SU 1119985 A, 23.10.1984. RU 2077955 Cl, 27.04.1997. US 4053386 A, 11.10.1971.
(98) Адрес для переписки:
193130, Санкт-Петербург, ул. 8 Советская,
9/13, кв.10, В.С.Андрееву

(71) Заявитель:
Андреев Виталий Сергеевич
(72) Изобретатель: Андреев В.С.
(73) Патентообладатель:
Андреев Виталий Сергеевич

(54) СПОСОБ ОЧИСТКИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЖИДКОСТЕЙ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

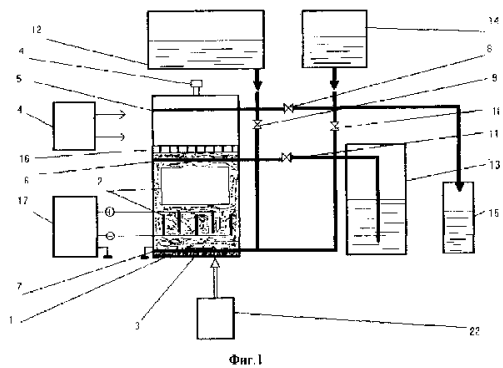
(57) Реферат:
Изобретение относится к физико-химическим средствам очистки и обезвреживанию жидких сред, загрязненных токсичными или нежелательными по другим причинам компонентами, которые необходимо удалить или трансформировать с образованием нетоксичных веществ. Способ очистки и обезвреживания загрязненных жидкостей включает пропускание жидкости через фильтрующий дисперсный материал с размером частиц 0,1-3,0 мм, через дополнительные электродные ячейки, до и после прохождения жидкостью фильтрующего материала. Процесс отвода электролизных и сопутствующих им газов осуществляют в направлении, не соответствующем направлению движения очищенной жидкости. Стадию регенерации осуществляют посредством совокупности очистки фильтрующего материала и электродов в потоке пульпы, образующейся при разуплотнении дисперсного материала в межэлектродных зонах в 1,3-3,0 раза. Устройство для очистки и обезвреживания загрязненных жидкостей состоит из корпуса, содержащего электроды, подсоединенные к источнику поляризующего напряжения, фильтрующий материал в виде дисперсных несорбирующих частиц, системы трубопроводов с вентилями и установленные

на входе и выходе дополнительные электродные ячейки. Над и под электродами в корпус вмонтированы два трубопровода с распределителями потоков. Трубопроводы отделены от фильтрующего материала защитной сеткой с размером ячеек менее 0,1 мм, а с противоположной стороны по отношению к распределителям потоков трубопроводы снабжены тройниками и вентилями, позволяющими переключать верхний распределитель на подачу очищаемой жидкости или отбор регенерирующей жидкости, а нижний распределитель - на отбор очищенной или подачу регенерирующей жидкости. На верхней крышке корпуса установлен газоотделительный клапан. Важными элементами устройства являются электродные ячейки специального вида, устанавливаемые на входе и/или выходе устройства, которое дополнительно снабжено датчиками и обеспечивает применение релейных систем автоматики. Технический результат: создание более эффективных и безопасных способа и устройства, пригодных для решения самых различных задач очистки и обезвреживания жидких сред в разных областях хозяйства, комплексный подход ко всему процессу, включая стадию регенерации. 2 с. и 17 з.п.ф.-лы, 20 табл., 2 ил.

RU 2 171 788 C1

RU 2 171 788 C1

RU 2171788 C1



RU 2171788 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 171 788** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁷ **C 02 F 1/46, B 03 C 5/00//C**
02 F 1/46, 101:20, 101:22, 101:32)

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000111960/12, 16.05.2000
 (24) Effective date for property rights: 16.05.2000
 (46) Date of publication: 10.08.2001
 (98) Mail address:
 193130, Sankt-Peterburg, ul. 8 Sovetskaja,
 9/13, kv.10, V.S.Andreevu

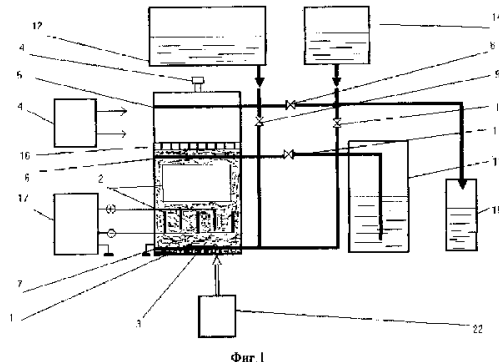
(71) Applicant:
Andreev Vitalij Sergeevich
 (72) Inventor: **Andreev V.S.**
 (73) Proprietor:
Andreev Vitalij Sergeevich

(54) **METHOD OF PURIFICATION AND RENDERING HARMLESS OF CONTAMINATED LIQUIDS AND DEVICE FOR METHOD EMBODIMENT**

(57) Abstract:

FIELD: physico-chemical means for purification and rendering harmless of liquid media contaminated with toxic or some other objectionable components which are to be removed or transformed into nontoxic substances. SUBSTANCE: method includes passing of liquid through dispersed filter medium with particles sizing 0.1-3.0 mm and, additional electrode cells before and after passage of filter medium. Process of withdrawal of electrolytic and accompanying gases is effected in direction not corresponding to direction of flow of purified liquid. Regeneration stage is performed by combined cleaning of filter medium and electrodes in flow of pulp formed during dispersion of dispersible material in interelectrode zones by a factor of 1.3-3.0. Device for embodiment of claimed method consists of body containing electrodes connected to source of polarizing voltage, filter medium in form of dispersed nonsorbing particles, pipeline system with valves and additional electrode cells installed at inlet and outlet. Two pipelines with flow distributors are mounted in body above and under electrodes. Pipelines are separated from filter medium by protective screen with meshes sizing less than 0.1 mm. Pipelines are provided with T-pieces and valves from opposite side relative to flow distributors for changing over of upper

distributor to supply to liquid to be purified or withdrawal of regenerating liquid, and lower distributor, to withdrawal of purified or to supply of regenerating liquid. Installed on body upper cover is gas separating valve. Electrode cell of special types installed at inlet and/or outlet of device are vital members of device which is additionally provided with transducers. Device provides for use of relay systems of automatics. EFFECT: established more efficient and safe methods and devices suitable for solution of most varying problems of purification and rendering harmless of liquid media in various branches of economy, complex approach to entire process including regeneration stage. 19 cl, 2 dwg, 20 tbl, 10 ex



RU 2 1 7 1 7 8 8 C 1

RU 2 1 7 1 7 8 8 C 1

Изобретение относится к области физико-химических средств очистки и обезвреживания жидких сред, представляющих собой различные растворители, загрязненные токсичными или нежелательными по другим причинам компонентами, которые необходимо удалить или трансформировать с образованием нетоксичных веществ.

Прототипом заявляемого изобретения являются способ и двухэлектродное устройство с дополнительными электродными ячейками и емкостью для регенерации, связанной трубопроводом с верхней частью корпуса, описанные в патентной заявке Германии DE 4411823 A1 (подана 31.03.1994, опубликована 12.10.1995), которая составлена на основании патентов России N 2077955, 1994 г. и N 2080302, 1993. В прототипе предлагается объединить достоинства фильтрационных и электролитических систем, обеспечив повышение рабочего ресурса и улучшение очистительной способности способа за счет использования в качестве фильтрующего материала дисперсного поляризуемого наполнителя. Способ предусматривает подачу электрического напряжения между электродами, по крайней мере, на одной из двух стадий процесса: очистки жидкости или регенерации фильтрующего материала.

Недостатками прототипа являются далеко не полностью реализованный потенциал данного физико-химического подхода и, соответственно, недостаточная эффективность очистки и регенерации путем описанной техники электрообработки. Основными причинами этого являются следующие:

неиспользование флотационных процессов;

недостаточная эффективность удаления газов, растворенных в жидкости;

малая активность процессов электролитической очистки и обезвреживания жидкостей путем электроокисления, электровосстановления токсичных компонентов и электродеструкции корпускулярных загрязнений;

постепенное снижение интенсивности электроудерживания скоагулированных и агрегированных загрязнений, постепенно накапливающихся около частиц дисперсного наполнителя при многократной регенерации из-за неполной промывки плотно упакованного наполнителя;

недостаточная фильтрационная способность из-за слабого уплотнения фильтрующего материала при использовании восходящих потоков очищаемых жидкостей;

загрязнение электродов продуктами электролиза и нерастворимыми компонентами очищаемой жидкости;

недостаточная эффективность при очистке масел и других гидрофобных или вязких жидкостей;

проскок загрязнений, не прошедших всего комплекса электрохимических трансформаций вдоль поверхностей электродов только одного вида (катодов или анодов) и гладких стенок рабочей камеры;

необходимость использования при стерилизации жидких сред слишком высоких электрических энергий или слишком дорогих поляризуемых материалов

(сегнетоэлектрических керамических гранул с диэлектрической проницаемостью в несколько тысяч единиц);

отсутствие возможностей для использования простых (релейных) систем автоматики;

недостаточные возможности электролитической коррекции или регулирования pH обрабатываемых жидкостей, особенно при исходно высокой степени их загрязненности.

В ряде случаев при использовании способа и устройства прототипа (например, при удалении микроорганизмов и других микрочастиц) оказывается необходимым использовать повышенные напряженности электрического поля, что приводит к повышению электрической опасности процесса.

В других случаях, при очистке воды от нефтепродуктов из-за сравнительно низкой сорбционной емкости сегнетокерамики по отношению к гидрофобным нефтепродуктам приходится использовать сравнительно низкие скорости прокачки очищаемых жидкостей, а регенерацию производить с использованием относительно высоких напряженностей электрического поля, что энергетически мало выгодно.

Задачей изобретения являлось создание более эффективных и безопасных способа и устройств, пригодных для решения самых различных задач очистки и обезвреживания жидких сред в разных областях хозяйства. При этом осуществлялся комплексный подход ко всему процессу, включая стадию регенерации, без которой никакая технология не может быть реализована и полностью оценена в сравнении с другими.

Задача решается с помощью способа, заключающегося в том, что при использовании ряда известных приемов, описанных в прототипе, на стадии очистки и обезвреживания фильтрующий материал и электроды распределяют в рабочем объеме специальным образом: в соотношении 0,1-10,0 см³/см², процесс отвода электролитных и сопутствующих им (растворенных в жидкой среде) газов осуществляют в направлении, не совпадающем с направлением движения очищенной жидкости, а стадию регенерации осуществляют посредством совокупной очистки и фильтрующего материала, и электродов в потоке пульпы, образующейся при разуплотнении дисперсного материала в межэлектродных зонах в 1,2-3,0 раза.

При этом на стадии очистки и обезвреживания жидких сред, наряду с агрегацией и электроудерживанием поляризуемых частиц на гранулах наполнителя, электролизом, окислением и восстановлением загрязняющих веществ на поверхности электродов и в приэлектродных пространствах, осуществляется дополнительный флотационный вынос части загрязнений из потока очищаемой жидкости. Кроме того, происходит очистка от растворенных в жидкости газов за счет так называемой "отдувки" их электролизными газами, образующимися на электродах при протекании электрического тока. Это достигается тем, что в отличие от прототипа поток очищаемой жидкости направляется в сторону, противоположную движению газов

или же под прямым углом к этому направлению. В результате эффективность очистки возрастает.

Благодаря же увеличенному количеству (повышенной относительной плотности) электродов в дисперсном материале, заполняющем рабочую камеру, обеспечивается необходимая относительная интенсивность электрогенерации газов и соответственно флотационных процессов, а также в целом повышается удельная эффективность всех электродных процессов. Это одинаково важно как при осуществлении процессов электроочистки жидкостей, так и при электрорегенерации фильтрующего материала. Кроме того, наличие нужного количества приэлектродных зон, заполненных дисперсными частицами фильтрующего материала, обеспечивает необходимую задержку инородных материалов, подлежащих электродеструкции, в зонах активного воздействия на них электролитических факторов.

Указанное соотношение $0,1-10,0 \text{ см}^3/\text{см}^2$, которое характеризует степень насыщенности дисперсного наполнителя активными электродными поверхностями, или другими словами, задает межэлектродное расстояние, обеспечивает необходимое повышение эффективности процессов очистки и обезвреживания жидкостей.

При более значительных расстояниях между электродами эффективность электродных процессов оказывается недостаточной. При меньших расстояниях - не обеспечивается заполнение системы фильтрующим материалом требуемой степени дисперсности. При уменьшении же размера дисперсных частиц значительно увеличивается проскок загрязнений, не трансформируемых электродами данного вида (например, частиц глины или т.п.), благодаря так называемому пристеночному скольжению жидкостей.

При значительном присутствии в очищаемой жидкости микроорганизмов или других микрочастиц эффективность предлагаемого способа могла бы быть значительно повышена, если бы жидкость пропускалась, согласно прототипу, через сегнетоэлектрический материал с аномально высокой поляризуемостью ($\epsilon > 10^4$) или, по крайней мере, через слой такого материала, представляющий собой только часть используемого дисперсного материала. Однако следует учитывать весьма высокую стоимость подобных материалов, дополнительно возросшую в настоящее время в связи с возникшим дефицитом ряда компонентов, например олова. Поэтому в настоящем изобретении предлагается применить другой сильно поляризуемый материал - любой из категории ионообменных смол. Ионообменные смолы в силу униполярного механизма своей электропроводности также подвержены аномально высокой поляризуемости. Эффективная диэлектрическая проницаемость ионов достигает значений даже порядка 10^5 , независимо от формы смолы и вида противоионов. Это и обеспечивает ионообменным материалам максимально высокую эффективность при электроудерживании микроорганизмов, их фрагментов и других микрочастиц. Благодаря

этому, в свою очередь, удается уменьшить относительное количество сильно поляризуемого материала в общем объеме фильтрующей композиции и, что еще очень важно, снизить напряжение на электродах, вплоть до совершенно безопасных значений 6-12 В.

При этом собственно ионообменные свойства, проявляемые ионитами в отсутствие электрического поля, не играют никакой роли, вследствие чего ионообменные смолы в обычных условиях не могут использоваться в качестве эффективных сорбентов микрочастиц. Учитывая эти обстоятельства, а также сложности и затраты реактивов, связанные с химической регенерацией ионитов, автором предлагается использовать иониты, уже уравновешенные с соевым фоном очищенных жидкостей, то есть на заключительном этапе процесса очистки, когда ионный фон уже стабилизирован.

Для реализации указанной схемы процесса можно в качестве фильтрующего материала использовать двухслойную композицию из 99-85 об. % гранулированного не сорбирующего материала с удельной массой не менее $1,5 \text{ г}/\text{см}^3$ и 1-15 об. % ионообменной смолы. Однако более высокая плавучесть ионообменных смол по сравнению с большинством диэлектриков, используемых в электросорбционных системах, накладывает свою специфику на способ регенерации двухслойных систем, содержащих иониты.

В частности, обратимся к наиболее часто используемому процессу очистки в динамическом режиме с циклической сменой его регенерацией рабочих элементов. В этом случае поток жидкости следует направлять снизу вверх, а в конце каждого цикла регенерации, останавливать поток регенерирующей жидкости на 0,5-2,0 мин. Остановка потока необходима для расслоения фильтрующей дисперсии после турбулизирующей промывки во взвешенном состоянии. Заметим, что эффективность регенерации может быть заметно повышена, если поляризация ионита производится в отдельной электродной ячейке симметричного типа в самом конце процесса комплексной очистки.

В случаях, когда производится очистка воды от нефтепродуктов за счет их коалесценции вокруг частиц дисперсного наполнителя, поляризация последнего в электрическом поле осуществляется на стадии регенерации. Это позволяет вытеснить с поверхности частиц наполнителя углеводороды нефти, обладающие меньшей поляризуемостью, чем вода (см. патент России N 2080302). В подобных ситуациях предлагается повысить эффективность способа за счет применения гидрофобных синтетических полимеров или любых гранулированных материалов, имеющих гидрофобные покрытия, благодаря чему лучше происходит связывание и последующая коалесценция гидрофобных нефтепродуктов на поверхности фильтрующего материала.

Обратимся к противоположной ситуации, однако, с тем же типом регенерации фильтрующего материала - в электрическом поле. Часто бывает необходимо очищать

жидкие смеси на основе гидрофобного растворителя, например загрязненные технические или пищевые масла. В подобных случаях перед началом процесса очистки фильтрующий материал должен быть сделан гидрофильным. Предлагается этого достичь путем смачивания дисперсного наполнителя объемом воды, пропускаемым через систему в начале процесса очистки.

До сих пор не реализованы на практике и не описаны в литературе методические приемы, обеспечивающие повышение эффективности очистки жидкостей с использованием электродных систем за счет уменьшения различного рода проскоков: вдоль стенок рабочей камеры или электродов только одного вида - или только катодов, или только анодов. В результате в очищенную среду попадают значительные количества нежелательных компонентов, не прошедших электрохимическую обработку или не удержанных на дисперсном материале. Причем это относится как к ионизированным компонентам, так и микрочастицам. Для исключения данной неблагоприятной ситуации автором предлагается одни и те же потоки очищаемой жидкости направлять попеременно вдоль поверхностей катодов и анодов, а скорость потоков, проскальзывающих вдоль стенок рабочей камеры, замедлять. Это может быть достигнуто тем, что перед началом процесса очистки через фильтрующий материал пропускают чистый растворитель или в течение 0,5-2,0 мин со скоростью 0,01-10,0 см³/с очищаемую жидкость. В последнем случае, как показали исследования, сложившаяся стабилизированная структура успевает разрушиться, и электропроводность системы приобретает свое нормальное для потока значение.

Решение задач, поставленных перед данным изобретением, также обеспечивается принципиальным усовершенствованием стадии регенерации, циклически сменяющей стадию очистки и таким образом определяющей эффективность технологического процесса очистки в целом.

Автором предложено производить регенерацию путем одновременной очистки и дисперсного материала, и поверхности электродов, подвергающихся загрязнению при очистке жидкостей. Такая одновременная очистка становится возможной благодаря механическому (в какой-то степени, абразивному) взаимодействию частиц разуплотняемого фильтрующего наполнителя, как между собой, так и с поверхностью электродов. Барботирование при этом газов, как оставшихся после электролиза прикрепленными к твердой фазе, так и дополнительно вводимых при промывке, также способствует интенсификации регенерационного процесса. При этом, если поток регенерирующей жидкости осуществляют в направлении, совпадающем с потоком пузырьков газа, выделившегося при электролизе или подаваемого дополнительно, то процесс совокупной регенерации всех рабочих элементов интенсифицируется.

Наибольшая эффективность при этом обеспечивается барботажем извне пузырьков газа размером 0,1-10 мм с относительной интенсивностью 0,01-0,1 дм³/с на 1 дм³ фильтрующего материала. Меньшие или

большие размеры пузырьков газа приводят к резкому снижению эффективности промывки. Аналогичная ситуация возникает при более низких или более высоких интенсивностях подачи газа.

5 Разуплотнение фильтрующего наполнителя в меньшей степени, чем в 1,3 раза, приводит к недостаточному разрыхлению дисперсного материала и не обеспечивает создания в межэлектродном пространстве активно промывающей все элементы пульпы.

10 Разуплотнение фильтрующего наполнителя более чем в 3,0 раза, хотя и обеспечивает хорошую промывку самого фильтрующего материала, но при этом слишком низкая плотность его не обеспечивает механическое и абразивное очищение электродов.

15 Для реализации способа было создано устройство, схемы модификаций которого приведены на фиг. 1, 2.

20 Устройство состоит из корпуса с поперечными зигами 1, во внутренней емкости которого установлены электродные пакеты 2 с параллельными электродами и размещен фильтрующий материал 3. Электроды, находящиеся в одном из пакетов, расположены перпендикулярно по отношению к электродам в другом пакете. На верхней крышке корпуса установлен газотделительный клапан 4. Корпус снабжен трубопроводами 5-7 с тройниками. Корпус устройства на фиг.1 имеет три трубопровода. Корпус устройства на фиг. 2 снабжен только двумя трубопроводами. На трубопроводах могут быть установлены вентили 8-11. Посредством трубопроводов корпус может быть подключен к емкости с исходной (загрязненной) жидкостью 12, к емкости для сбора очищенной (обезвреженной) жидкости 13, к емкости с регенерирующей жидкостью 14 и дренажной емкости 15 для сбора отработанной регенерирующей жидкости. Над фильтрующим материалом с системой электродов установлено прижимная пластина 16, снабженная механическим или электромеханическим приводом, позволяющим поднимать пластину для освобождения фильтрующего материала. Над фильтрующим материалом с системой электродов в качестве прижима может быть также установлена перфорированная пластина с эффективным размером отверстий не более 25 мм. Для поляризации фильтрующего материала в корпусе предназначен блок электропитания 17. На входном или выходном патрубках корпуса может быть установлен датчик давления или потока, электрически подключенный к источнику напряжения. Тогда блок электропитания должен иметь устройство, отключающее электрическое питание. Ко входу и/или выходу корпуса подключены дополнительные электродные ячейки 18, 19, подключенные к отдельным каналам или блокам электропитания 20, 21. Электродные ячейки имеют суммарные площади анодов и катодов, различающиеся по величине в 1,5 раза или более, причем соотношения между суммарными площадями электродов во входной и выходной ячейках носят противоположный характер. Дополнительные электродные ячейки на входе и выходе устройства могут быть снабжены

устройствами, состоящими из полупроницаемых мембран, разделяющих ячейки на анодные и катодные камеры, а также входных и выходных штуцеров в образовавшихся камерах с дросселями для обеспечения различных объемных скоростей парциальных потоков, проходящих вдоль катодов и анодов. По крайней мере, одна из дополнительных электродных ячеек может быть выполнена симметричной и заполняться ионообменной смолой, уравновешенной по ионному составу с пропускаемой через нее жидкостью. В нижнюю часть корпуса введен один или несколько трубопроводов, соединенных с компрессором 22. Вентили на трубопроводах могут иметь электромагнитное управление и быть связанными с таймером 23, задающим временную диаграмму операций при очистке и регенерации рабочих элементов устройства. К корпусу может быть также подключена моноблочная распределительная система с таймером, обеспечивающая выполнение всех операций по очистке жидкостей и регенерацию рабочих элементов устройства по заданной программе.

Отличительными по отношению к прототипу особенностями указанного устройства являются следующие признаки:

над электродами и под электродами в корпус вмонтированы трубопроводы с распределителями потоков, отделенные от фильтрующего материала защитной сеткой с размером ячеек менее 0,1 мм, с противоположной стороны по отношению к распределителям потоков трубопроводы снабжены тройниками, позволяющими переключать верхний распределитель на подачу очищаемой жидкости или отбор регенерирующей жидкости, а нижний распределитель - на отбор очищенной или подачу регенерирующей жидкости, а на верхней крышке корпуса установлен газоотделительный клапан;

над фильтрующим материалом с системой электродов установлен прижим в виде перфорированной пластины с эффективным размером отверстий не более 25 мм или сплошная пластина, снабженная механическим или электромеханическим приводом, позволяющим поднимать пластину для освобождения фильтрующего материала, а под прижимной пластиной в корпус аппарата в этом случае вводится дополнительный трубопровод с распределителем потока и тройником на противоположном распределителю конце - для вывода очищенной и обезвреженной жидкости или отвода промывочной жидкости после регенерации;

во всех перечисленных случаях более высокая степень уплотнения фильтрующего материала, обеспечивающая лучшую степень фильтрации, и добавление флотационных процессов, интенсифицирующих очистку;

дополнительные электродные ячейки на входе и/или выходе устройства подключены к отдельным каналам или блокам электропитания, имеют суммарные площади анодов и катодов, различающиеся по величине в 1,5 раза или более, что позволяет регулировать pH водных растворов в пределах 3-11. При одновременном использовании ячеек и на входе, и выходе устройства соотношения между суммарными

площадями электродов во входной и выходной ячейках носят противоположный характер, что позволяет, изменив pH в ходе процесса электрообработки, затем вернуть этот показатель к нормальному значению;

5 дополнительные электродные ячейки на входе и/или выходе устройства снабжены устройствами, состоящими из полупроницаемых мембран и дросселей и обеспечивающими различную объемную скорость составляющих общего потока, проходящих вдоль катодов и анодов, что позволяет регулировать pH в пределах 2-13;

10 по крайней мере, одна из дополнительных электродных ячеек заполнена ионообменной смолой, уравновешенной по ионному составу с пропускаемой через нее жидкостью;

15 на входном или выходном патрубках установлен датчик давления или потока, электрически подключенный к источнику напряжения, а источник в этом случае снабжен устройством, отключающим электрическое питание от электродов;

20 в нижнюю часть корпуса введен один или несколько трубопроводов, соединенных с компрессором;

25 алгоритм работы устройства благодаря предложенному выше способу позволяет применить релейную систему автоматики посредством снабжения трубопроводов, вентилями, имеющими электромагнитное управление и связанными с таймером, задающим временную диаграмму операций при очистке и регенерации рабочих элементов устройства;

30 система автоматики на электромагнитных вентилях может быть заменена моноблочной распределительной системой с таймером, обеспечивающей выполнение всех операций по очистке жидкостей и регенерации рабочих элементов устройства по заданной программе;

35 электродные системы в корпусе устройства очистки разбиты на два или более последовательных по ходу потока жидкости пакета, с параллельными электродами, расположенными перпендикулярно (если электроды носят плоскостной характер) или трансверсально (если электроды имеют неплоскостной характер) по отношению к поверхностям электродов в любом из соседних пакетов, а внутренние поверхности корпуса снабжены ребрами или зигами, перпендикулярными направлению потока очищаемой жидкости.

40 Устройство работает следующим образом. В корпус 1 помещаются электродная система 2 и фильтрующий дисперсный материал 3 в соотношении $(0,1-10,0 \text{ см}^3/\text{см}^2)$, обеспечивающем требуемую эффективность процессов электросорбции загрязнений на поляризуемой насадке при достаточной активности электролитической очистки и обезвреживания жидкостей путем электроокисления, электровосстановления токсичных компонентов и электродеструкции корпускулярных загрязнений. При этом объем дисперсной загрузки должен быть в 1,2-3,0 раза меньше емкости корпуса.

60 В случае использования устройства в модификации с тремя трубопроводами и прижимом дисперсный наполнитель уплотняется перед очисткой механически (приводным устройством) или гидравлически - обратным потоком жидкости через отверстия

в прижимной пластине. Тогда на первой стадии очистки и обезвреживания загрязненная жидкость подается в корпус из емкости 12 через нижний трубопровод. В случае использования устройства с двумя трубопроводами исходная жидкость из емкости 12 подается вниз через верхний трубопровод, сжимая дисперсную насадку (прижимая ее к днищу корпуса). В любом случае процесс очистки производится путем прокачки жидкости через уплотненный дисперсный материал. После прохождения активной зоны устройства очищенная и обезвреженная жидкость собирается в емкость 13.

В зависимости от характера очищаемой жидкости и природы основных загрязнений выбирается режим поляризации насадки: либо на первой стадии (электрообработка), либо на второй стадии (электрорегенерация). Возможно использование режимов поляризации на обеих стадиях, но с различными значениями поляризующего поля. В частности, при очистке масел от взвешенных веществ и воды от эмульгированных в ней углеводов нефти, поляризация осуществляется на стадии регенерации. При очистке же сточных вод или потребительской воды от растворенных примесей и микрочастиц поляризация осуществляется на первой стадии: электросорбции и электротрансформации жидкости. Однако присутствие в потребительской воде значительных количеств нефтепродуктов требует поляризации и на стадии регенерации.

Поляризацию дисперсного материала осуществляют путем включения блока электропитания 17.

Примеси, содержащиеся в жидкости, на первой стадии удаляются или обезвреживаются за счет протекания комплекса физико-химических процессов, дополненных процессом флотации, и постепенно загрязняют рабочие элементы устройства (и дисперсный наполнитель, и поверхность электродов). В связи с этим периодически возникает необходимость регенерации рабочих элементов устройства. Для регенерации (с учетом оговорки, сделанной относительно использования режима поляризации на первой или второй стадии суммарного процесса) в корпус 1 из емкости 14 через нижний трубопровод подается жидкость, дисперсная насадка взвешивается в потоке, регенерируя дисперсный материал и одновременно электроды. Процесс промывки может быть интенсифицирован барботированием воздуха с помощью компрессора 22. При этом прижим с механическим приводом должен быть отведен в верхнюю часть корпуса, а в случае перфорированного прижима дисперсный материал, как бы автоматически, взвешивается за счет проникновения образовавшейся пульпы через отверстия в прижиме. Отработанная жидкость после регенерации собирается в емкость 16. Пузыри воздуха или электролизных газов, образующиеся при электрообработке жидкостей, удаляются через газоотделительный клапан 4.

Временная последовательность и длительность перечисленных операций при очистке жидкостей и регенерации рабочих

элементов может быть запрограммирована с помощью таймера 23 и реализована с помощью электромагнитных вентилей 11 или моноблочного распределительного устройства. При этом расход жидкостей может осуществляться любым из известных способов.

Предложенные способ и устройство прошли широкую практическую апробацию в течение последних 7 лет будучи реализованы в развивающейся линии промышленной продукции - аппаратах для очистки жидкостей "КАСКАД" различной производительности. Сегодня типоряд аппаратов "КАСКАД" включает в себя агрегаты производительностью от 50 до 5000 л. Аппараты предусматривают как ручное, так и полностью автоматическое управление. С помощью этих аппаратов могут очищаться и обезвреживаться самые различные жидкости: дренажные стоки мусорных свалок, битовые и производственные стоки, льяльные воды морских и речных судов, растительное масличное сырье, различные технологические жидкости, питьевая вода и т.д.

Практическая применимость способа и устройства иллюстрируется примерами.

Пример 1.

Дренажный сток, взятый с городской свалки ПТО-3 в поселке Новоселки (Санкт-Петербург), подвергли очистке и обезвреживанию с помощью устройства, схема которого приведена на фиг. 1. Работа велась в рамках европейской программы регистрационный номер LIFETCY98/ROS/095. Устройство имело два взаимно перпендикулярных электродных пакета, каждый из которых насчитывал 11 электродов (5 анодов и 6 катодов). Размеры каждого электрода составляли 300 x 400 x 0,5 мм, поперечное сечение камеры 300 x 300 мм. В качестве фильтрующего материала использовался кварцевый песок с размером песчинок в пределах 0,1-0,63 мм. Объемная скорость подачи дренажного стока через устройство (снизу вверх, до среднего распределителя потоков) была в пределах 60-100 л/ч. Напряжение на электродах из-за исключительно высокого минерального фона (высокой фоновой электропроводности 20 мСм/см) и ограниченной мощности блока электропитания (200 ВА) составляло 12-15В. Очищенная жидкость отводилась через средний трубопровод. Анализы проб осуществлялись в лаборатории аналитического контроля РАО "ИНСТИТУТ ГИПРОНИКЕЛЬ". Массовая концентрация меди, железа, никеля, хрома определялась методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой на спектрометре "AtomScan 25" фирмы TJH (США). Остальные показатели определялись нефелометрическим, фотоколориметрическими и титрометрическими методами. Результаты очистки дренажного стока на первом цикле очистки приведены в табл. 1, из которой следует высокая универсальность (учитывая различную природу загрязнений) и эффективность устройства. Из табл. 1 видно, что наряду со взвешенными частицами, отвечающими за показатель мутности, удаляются катионами металлов многие органические соединения

(характеризующиеся показателями ХПК и БПК₅), анионы (нитраты) и даже прекрасно растворимый в водной среде аммиак.

Регенерация устройства осуществлялась потоком воды с объемной скоростью 300 л/ч при отсутствии поляризующего напряжения на электродах устройства. Поток промывочной воды направлялся из нижнего распределителя потоков через весь корпус в верхний трубопровод, благодаря чему во всем внутреннем пространстве, включая приэлектродные области, имел место интенсивный поток пульпы. После регенерации устройства водой в течение 0,5 ч цикл очистки повторялся. Данные 8-го цикла очистки приведены в табл. 2. Из табл. 2 следует, что в данном режиме регенерация эффективна, вследствие чего результативность очистки не снизилась.

Из данных, представленных в табл. 1, 2, также можно заключить, что двухступенчатая система, состоящая из последовательно включенных устройств фиг. 1, обеспечивает обезвреживание стока, снижает концентрации загрязнителей до уровней ПДК, утвержденных Гос.сан.эпид.надзором Российской Федерации.

Пример 2.

С помощью устройства, схема которого представлена на фиг. 2, однако без дополнительных электродных ячеек, производилась очистка подсолнечного масла-сырца, содержащего взвешенные примеси органического характера, образующие осадок при длительном (до 10 суток) отстаивании и мутность, которая при отстаивании масла не исчезает и значительно ухудшает его товарные качества. С учетом высокой вязкости основной фракции масла и еще более выраженных вязких свойств осаждаемой фракции фильтрация растительного масла на практике не применяется, а используются дорогостоящая специальная техника рафинирования.

Основные характеристики устройства фиг. 2 выглядели следующим образом.

Скрещенные (в плане), как и в примере 1, электродные пакеты насчитывали по 6 анодов и 7 катодов каждый. Размеры электродов составляли 460 x 400 x 0,5 мм, размеры поперечного сечения корпуса 500 x 500 мм. Корпус был заполнен кварцевым песком размером песчинок 0,1-0,63 мм. Перед прокачкой масла, через устройство была пропущена водопроводная вода для смачивания песка. Скорость подачи масла (сверху вниз) составляла около 100 л/ч. Содержание фракции, подверженной осаждению, определялось весовым методом. Не оседающая фракция контролировалась нефелометрически. Результаты контроля очистки масла-сырца до и после регенерации устройства представлены в табл. 3, 4, из которых следует, что масло достигает высоких товарных характеристик, особенно, если дополнительно к данным таблицам сообщить тот факт, что очистка сохраняет аромат продукта, исчезающий при использовании технологий рафинирования.

Регенерация (электрорегенерация) устройства осуществлялась 1,5%-ным раствором хлорида натрия (поваренная соль), при подаче на электроды напряжения 20 В в течение 30 мин со скоростью, возрастающей от 300 до 800 л/ч. Поток регенерирующего

раствора подавался в направлении снизу вверх.

Пример 3.

С помощью устройства, схема которого представлена на фиг. 2 (без дополнительных электродных ячеек), производилась очистка отработанного моторного автомобильного масла М-5, содержащего множество взвешенных примесей, образующих осадок при отстаивании, сообщающих маслу темный цвет и мутность, которые при отстаивании масла не исчезают.

Характеристики устройства, режимы очистки и регенерации, а также методики измерений были, как в примере 2, за исключением двух моментов: 1). В качестве фильтрующего дисперсного материала был взят агатовый песок с размером частиц 0,3-0,6 мм. 2). В нижнюю часть корпуса через перфорированную трубку с производительностью около 0,05 дм³/с вводились пузырьки сжатого воздуха диаметром около 5 мм от компрессора УК-25. Цветность проб определялась визуально. Результаты контроля очистки моторного масла до и после регенерации устройства представлены в табл. 5, 6, из которых следует достаточно высокая эффективность процесса.

Пример 4.

С помощью устройства, схема которого представлена на фиг. 2 (без дополнительных электродных ячеек), производилась очистка трюмных (ляльных) вод от попавших в них при эксплуатации судов масел и дизельных топлив. Устройство имело два взаимно перпендикулярных электродных пакета, каждый из которых насчитывал 9 электродов (4 анода и 5 катодов). Размеры каждого электрода составляли 300 x 400 x 0,5 мм, поперечное сечение камеры 300 x 300 мм. В качестве фильтрующего материала использовался бисер на основе полистирола и дивинилбензола с размером частиц в пределах 0,1-0,3 мм. Объемная скорость подачи льяльной воды через устройство была в пределах 150-200 л/ч. Направление потока: сверху вниз. Содержание углеводов нефти в воде определялось методом инфракрасной спектрофотометрии с помощью спектрофотометра СФ-26 (ЛОМО). Регенерация (электрорегенерация) устройства осуществлялась восходящим потоком воды из Финского залива, содержащей достаточное количество солей, при подаче на электроды напряжения 50 В в течение 20 мин с объемной скоростью около 500 л/ч. Результаты очистки льяльных вод в зависимости от цикла регенерации, иллюстрирующие эффективность как очистки, так и регенерации, приведены в табл. 7, 8.

Пример 5.

С помощью устройства, схема которого представлена на фиг. 2 (без дополнительных электродных ячеек), производилась очистка масляной эмульсии, стабилизированной детергентом, обычно используемой при резке металлов. Добавка детергентов производится для того, чтобы при использовании эмульсии не расслаивались, и так как это препятствует коалесценции капелек масла, очистка воды от масел в этих случаях сильно затруднена.

Устройство имело два взаимно перпендикулярных электродных пакета, каждый из которых насчитывал 9 электродов

(4 анода и 5 катодов). Размеры каждого электрода составляли 300 x 400 x 0,5 мм, поперечное сечение камеры 300 x 300 мм. В качестве фильтрующего материала использовался кварцевый песок (размер песчинок 0,1-0,63 мм), обработанный ацетатным раствором силикона с последующим прогревом до 90°C. Объемная скорость подачи эмульсии через устройство (сверху вниз) была около 100 л/ч. Содержание масел нефти в воде определялось методом инфракрасной спектрофотометрии с помощью спектрофотометра СФ-26 (ЛОМО). Регенерация (электрорегенерация) устройства осуществлялась восходящим потоком 2%-ного раствора хлорида натрия при подаче на электроды напряжения 65 В в течение 20 мин с объемной скоростью около 500 л/ч. Концентрация масла оценивалась косвенным методом по величине ХПК после предварительной калибровки по стандартным смесям. Результаты очистки воды от масла в зависимости от цикла регенерации приведены в табл. 9, 10.

Пример 6.

Очистке и обезвреживанию подвергался бытовой сток танкерного судна с помощью устройства, схема которого представлена на фиг. 1, однако к выходу устройства могла быть подключена дополнительная пятиэлектродная ячейка симметричного типа, заполненная катионообменной смолой КУ-23, с блоком электропитания на 10-12 В. При этом все конструктивные характеристики основного устройства были как в примере 1.

Напряжение на электродах основного устройства устанавливалось на уровне 90 В. Заметим, что при использовании данного вида дисперсного наполнителя (слабо поляризуемый в электрическом поле кварцевого песка) и значениях поляризующего напряжения 30 В и меньше стерилизующий эффект пропадал практически полностью.

Сток направлялся из нижнего трубопровода через средний трубопровод на выход, к которому могла подключаться дополнительная электродная ячейка. Контролю подвергались такие характерные микробные показатели, как "Общее микробное число" (ОМЧ) и Коли-индекс, характеризующий концентрацию кишечных палочек.

Регенерация устройства осуществлялась при поляризующем напряжении, отключенном от всех электродов, потоком воды с объемной скоростью 300 л/ч. При этом поток промывочной воды направлялся из нижнего распределителя потоков через весь корпус в верхний трубопровод, благодаря чему во всем внутреннем пространстве, включая приэлектродные области, имел место интенсивный поток пульпы. Промывка интенсифицировалась подачей воздуха от компрессора в нижнюю часть корпуса.

В табл. 11, 12 суммированы данные, характеризующие эффективность дополнительной электродной ячейки с ионообменной смолой при стерилизации жидкостей сильно обсемененных микрофлорой. Табл. 11, 12 показывают исключительную эффективность при стерилизации дополнительных электродных ячеек, при использовании безопасных для человека напряжений до 12 В.

Пример 7.

Дренажный сток, взятый с городской свалки ПТО-3 в поселке Новоселки (Санкт-Петербург), подвергли очистке и обезвреживанию с помощью устройства, схема которого приведена на фиг. 1. Устройство имело два взаимно перпендикулярных электродных пакета, каждый из которых насчитывал 11 электродов (5 анодов и 6 катодов). Размеры каждого электрода составляли 300 x 400 x 0,5 мм, поперечное сечение камеры 300 x 300 мм. В качестве фильтрующего материала использовался кварцевый песок с размером песчинок в пределах 0,1-0,63 мм. Объемная скорость подачи дренажного стока через устройство (снизу вверх, до среднего распределителя потоков) была в пределах 60-100 л/ч. Напряжение на электродах составляло 12-15 В. Очищенная жидкость отводилась через средний трубопровод.

На входе и выходе устройства были установлены дополнительные электродные ячейки с мембранными разделителями между катодами и анодами и регулируемые дроселями на выходах анодных и катодных камер.

Схема очистки стока была следующей. Сток поступал на вход устройства через электродную ячейку с блоком питания, регулируемого до 100 В, которая изменяла pH жидкости до 2,0-2,5. В результате такого кислотного воздействия в осадок выпадала значительная часть гуматов (химических производных гуминовых кислот), ответственная за повышенные значения ХПК и БПК₅, (показателей химического и биологического потребления кислорода). Электродная ячейка аналогичного вида на выходе устройства корректировала pH очищенного стока до нормальных значений 6-7, что отвечает требованиям Гос. сан. эпид. надзора РФ.

Массовая концентрация меди, железа, никеля, хрома определялась, как и в примере 1.

Регенерация устройства осуществлялась потоком воды с объемной скоростью 300 л/ч при отсутствии поляризующего напряжения на всех электродах устройства. Поток промывочной воды направлялся из нижнего распределителя потоков через весь корпус в верхний трубопровод, благодаря чему во всем внутреннем пространстве, включая приэлектродные области, имел место интенсивный поток пульпы. После регенерации устройства водой в течение 0,5 ч цикл очистки повторялся. Данные 6-го цикла очистки приведены в табл. 14.

Результаты очистки дренажного стока приведены в табл.13, 14, из которых видно, что схема с использованием дополнительных электродных ячеек обеспечивает более эффективную очистку по большинству параметров, чем использование менее сложного устройства, использованного в примере 1.

Пример 8.

Очистке и обезвреживанию подвергался закисленный (pH 4,5) сток гальванического производства, содержавший ионы меди, никеля, хрома и примеси масел. Электрообработка проводилась с помощью устройства, схема которого представлена на фиг. 2, а конструктивные характеристики

основного блока были, как в примере 5. В схему устройства была включена входная трехэлектродная ячейка объемом 1 дм³ с блоком электропитания, которая была выполнена так, что площадь двух анодов превышала площадь катода в 5,5 раз. Напряжение между катодом и анодом устанавливалось в пределах 80-85 В. Напряжение между электродами основного блока равнялось 25 В. Объемная скорость потока очищаемой жидкости поддерживалась на уровне 180 л/ч.

Регенерация устройства осуществлялась в два этапа. На первом этапе - потоком 2%-ного раствора хлорида натрия с объемной скоростью 200 л/ч при напряжении на электродах 60 В в течение 20 мин. На втором этапе напряжение с электродов снималось полностью, и промывка осуществлялась водой в течение 30 мин с той же скоростью.

Характеристики жидкостей, полученные методами, указанными выше, приведены в табл. 15, 16. Величина pH контролировалась потенциометрически. Из табл. 15, 16 следует, что электрообработка по указанной схеме обеспечила не только снижение концентраций тяжелых металлов и масел, но и повысила до уровня нормы (6-8) pH растворов.

Пример 9.

Очистке и обезвреживанию подвергался щелочной (pH 13,2) сток химического производства, содержащий органические примеси. Электрообработка проводилась с помощью устройства, схема которого представлена на фиг. 2, а конструктивные характеристики основного блока были, как в примере 5. Ко входу основного блока устройства была подключена двухэлектродная ячейка объемом 0,8 дм³ с блоком электропитания, которая была разделена на анодную и катодную камеры, разделенные химически стойкой полупроницаемой мембраной. Электродные камеры имели входные и выходные штуцеры. Один из штуцеров на каждой из камер имел дросселирующее устройство. Напряжение между катодом и анодом ячейки устанавливалось в пределах 75-85 В. Напряжение на электродах основного блока устройства равнялось 40 В. Объемная скорость подачи загрязненного раствора составляла 150 л/ч.

Регенерация устройства осуществлялась восходящим потоком воды с объемной скоростью 300 л/ч при снятом со всех электродов напряжении в течение 30 мин. Контролировались параметры: ХПК, БКП₅, и pH.

Результаты электрообработки, полученные методами, указанными выше, приведены в табл. 17, 18. Из табл. 17, 18 следует, что электрообработка по указанной схеме обеспечила не только снижение показателей ХПК и БКП₅, но и понизила до уровня нормы (6-8) pH растворов.

Пример 10.

Очистке и обезвреживанию подвергалась вода из колодца, расположенного в промышленной зоне Ленинградской области (в районе Капитолово). Электрообработка производилась с помощью устройства, описанного в примере 1, с дополнительной электродной ячейкой на выходе устройства, заполненной ионообменной смолой, как в примере 5, и второй электродной ячейкой на

выходе устройства, как в примере 8. Электрические режимы работы всех электродных систем были такие же, как и в вышеуказанных примерах. Скорость потока колодезной воды составляла 400 л/ч.

Регенерация осуществлялась, как в примере 1, однако продолжительность ее составляла 1,5 ч.

В табл. 19, 20 приведены результаты анализов проб неочищенной и очищенной воды, полученные по стандартным методикам, применяемым в лабораториях санэпидстанций и госпредприятий "Водоканал", согласно ГОСТ Р 51232-98 "Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества" и СанПин 2.1.4.559-96.

Как видно из табл. 19, 20, по всем проверенным параметрам (остальные были исходно в норме) очищенная вода удовлетворяет стандартам РФ и ВОЗ.

Формула изобретения:

1. Способ очистки и обезвреживания загрязненных жидкостей, включающий в себя пропускание жидкости через фильтрующий дисперсный материал с размером частиц 0,1-3,0 мм, а также дополнительные электродные ячейки, до и после прохождения жидкостью фильтрующего материала, периодическую регенерацию наполнителя и наложение на фильтрующий материал на стадиях очистки и/или регенерации электрического поля, отличающийся тем, что на стадии очистки и обезвреживания фильтрующий материал и электроды распределяют в рабочем объеме в соотношении 0,1-10,0 см³/см² и уплотняют, процесс отвода электролизных газов осуществляют в направлении, не совпадающем с направлением движения очищенной жидкости, а стадию регенерации осуществляют посредством совокупной очистки и фильтрующего материала, и электродов в потоке пульпы, образующейся при разуплотнении дисперсного материала в межэлектродных зонах в 1,2-3,0 раза.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что перед началом процесса очистки через фильтрующий материал пропускают чистый растворитель или очищаемую жидкость в течение 0,5-2,0 мин со скоростью 0,01-10,0 см/с.

3. Способ по пп. 1 и 2, отличающийся тем, что в качестве фильтрующего материала используют двухслойную композицию из 99-85 об.% гранулированного несорбирующего материала с удельной массой не менее 1,5 г/см³ и 1-15 об.% ионообменной смолы, процесс очистки проводят в динамическом режиме, циклически сменяя очистку регенерацией рабочих элементов, поток жидкости направляют снизу вверх, а в конце каждого цикла регенерации смесь материалов расслаивают путем остановки потока жидкости на 0,5-2,0 мин для расслоения материалов.

4. Способ по пп.1-3, отличающийся тем, что при очистке жидкостей, содержащих гидрофобные компоненты, в качестве фильтрующего материала используют гидрофобный синтетический полимер или гранулированный материал, имеющий гидрофобное покрытие.

5. Способ по пп.1-4, отличающийся тем, что перед началом процесса очистки

гидрофобных жидкостей используют фильтрующий материал, гидрофильный или гидрофилизированный путем пропускания через него объема воды.

6. Способ по пп.1-5, отличающийся тем, что потоки очищаемой жидкости направляют попеременно вдоль поверхностей катодов и анодов, а потоки, проскальзывающие вдоль электрически не активных стенок рабочей камеры, минимизируют.

7. Способ по пп.1-6, отличающийся тем, что процесс совокупной регенерации всех рабочих элементов, участвующих в основном процессе, осуществляют созданием потока регенерирующей жидкости в направлении, совпадающем с потоком пузырьков газа, выделившегося при электролизе, или подаваемого дополнительно.

8. Способ по пп.1-7, отличающийся тем, что процесс регенерации осуществляют, дополнительно барботируя извне пузырьки газа размером 0,1-10 мм с относительной интенсивностью 0,01-0,1 $\text{дм}^3/\text{с}$ на 1 дм^3 фильтрующего материала.

9. Устройство для очистки и обезвреживания загрязненных жидкостей, состоящее из корпуса, содержащего электроды, подсоединенные к источнику поляризующего напряжения, фильтрующий материал в виде дисперсных несорбирующих частиц, не до конца заполняющий корпус, а также системы трубопроводов с вентилями, и дополнительных электродных ячеек, установленных на входе и выходе, отличающееся тем, что над электродами и под электродами в корпус вмонтированы два трубопровода с распределителями потоков, отделенные от фильтрующего материала защитной сеткой с размером ячеек менее 0,1 мм, с противоположной стороны по отношению к распределителям потоков трубопроводы снабжены тройниками и вентилями, позволяющими переключать верхний распределитель на подачу очищаемой жидкости или отбор регенерирующей жидкости, а нижний распределитель - на отбор очищенной или подачу регенерирующей жидкости, а на верхней крышке корпуса установлен газоотделительный клапан.

10. Устройство по п.9, отличающееся тем, что над фильтрующим материалом с системой электродов установлена прижимная пластина, снабженная механическим или электромеханическим приводом, позволяющим поднимать пластину для освобождения фильтрующего материала, а под прижимной пластиной в корпус аппарата введен третий трубопровод с распределителем потока, тройником и вентилями на противоположном распределителю конце для вывода очищенной и обезвреженной жидкости или отвода промывочной жидкости после

регенерации.

11. Устройство по пп.9 и 11, отличающееся тем, что над фильтрующим материалом с системой электродов в качестве прижима установлена перфорированная пластина с эффективным размером отверстий не более 25 мм.

12. Устройство по пп.9-11, отличающееся тем, что дополнительные электродные ячейки на входе и/или выходе устройства подключены к отдельным каналам или блокам электропитания и имеют суммарные площади анодов и катодов, различающиеся по величине в 1,5 раза или более.

13. Устройство по пп.9-11, отличающееся тем, что дополнительные электродные ячейки на входе и/или выходе устройства снабжены полупроницаемыми мембранами, разделяющими объемы ячеек на анодные и катодные камеры, и дросселями, обеспечивающими различную объемную скорость парциальных потоков, проходящих вдоль катодов и анодов.

14. Устройство по пп.9-13, отличающееся тем, что, по крайней мере, одна из дополнительных электродных ячеек имеет симметричную электродную систему и заполнена ионообменной смолой, уравновешенной по ионному составу с пропускаемой через нее жидкостью.

15. Устройство по пп.9-14, отличающееся тем, что на входном или выходном патрубках установлен датчик давления или потока, электрически подключенный к источнику напряжения, а источник имеет устройство, отключающее электрическое питание.

16. Устройство по пп.9-15, отличающееся тем, что в нижнюю часть корпуса введен один или несколько трубопроводов, соединенных с компрессором.

17. Устройство по пп.9-16, отличающееся тем, что вентили имеют электромагнитное управление и связаны с таймером, задающим временную диаграмму операций при очистке и регенерации рабочих элементов устройства.

18. Устройство по пп.9-17, отличающееся тем, что к нему подключена моноблочная распределительная система с таймером, обеспечивающие выполнение всех операций по очистке жидкостей и регенерации рабочих элементов устройства по заданной программе.

19. Устройство по пп.9-18, отличающееся тем, что электродные системы в корпусе устройства очистки разбиты на два или более последовательных по ходу потока жидкости пакета с параллельными электродами, расположенными перпендикулярно или трансверсально по отношению к поверхностям электродов в любом из соседних пакетов, а внутренние поверхности корпуса вплоть до верхнего уровня электродных пакетов снабжены ребрами или зигами, перпендикулярными направлению потока очищаемой жидкости.

Т а б л и ц а 1

Характеристики дренажного стока мусорной свалки до и после электрообработки, первый цикл очистки, продолжительность 12 ч

№№	Измеряемый показатель	Результаты анализа до электрообработки (мг/л)	Результаты анализа после электрообработки (мг/л)
1	Мутность	26	0,8
2	ХПК	3700	270
3	БПК ₅	410	10
4	Нитраты (по азоту)	315	1,6
5	Аммоний (по азоту)	1320	2,6
6	Хлориды	2300	260
7	Медь	0,34	0,032
8	Никель	0,45	0,050
9	Хром (общий)	1,8	0,400
10	Железо (общее)	11,0	0,280

Т а б л и ц а 2

Характеристики дренажного стока мусорной свалки до и после электрообработки, восьмой цикл очистки (после 7 циклов регенерации), продолжительность 12,5 ч

№№	Измеряемый показатель	Результаты анализа до электрообработки (мг/л)	Результаты анализа после электрообработки (мг/л)
1	2	3	4
1	Мутность	26	0,7
2	ХПК	3700	265
3	БПК ₅	410	9
4	Нитраты (по азоту)	315	1,7
5	Аммоний (по азоту)	1320	2,7
6	Хлориды	2300	270
7	Медь	0,34	0,035
8	Никель	0,45	0,045
9	Хром (общий)	1,8	0,350
10	Железо (общее)	11,0	0,270

Т а б л и ц а 3

Характеристики растительного масла до и после очистки (первый цикл очистки, 800 кг масла)

№№	Показатель	До очистки	После очистки
1	Осаждаемая фракция (мг/л)	66	0
2	Мутность (не осаждаемая фракция)	30	1,4

Т а б л и ц а 4

Характеристики масла до и после очистки (15-й цикл очистки, 850 кг масла)

№№	Показатель	До очистки	После очистки
1	Осаждаемая фракция (мг/л)	68	0
2	Мутность (не осаждаемая фракция)	30	1,5

Т а б л и ц а 5

Характеристики моторного масла до и после очистки (первый цикл очистки, 600 кг очищенного масла)

№№	Показатель	До очистки	После очистки
1	Осаждаемая фракция (мг/л)	47	0
2	Мутность (не осаждаемая фракция)	26	1,4
3	Цвет	черно-бурый	желтый

Т а б л и ц а 6

Характеристики моторного масла до и после очистки, 12-й цикл очистки
(после 11 циклов регенерации), 550 кг очищенного масла

№№	Показатель	До очистки	После очистки
1	Осаждаемая фракция (мг/л)	46	0
2	Мутность (не осаждаемая фракция)	27	1,3
3	Цвет	черно-бурый	желтый

Т а б л и ц а 7

Содержание нефтепродуктов в воде до и после очистки
первый цикл очистки, 10 ч

№№	Стадия очистки (время, прошедшее после начала процесса, ч)	Концентрация нефтепродуктов до очистки (мг/л)	Концентрация нефтепродуктов после очистки (мг/л)
2	0,25	140	0,21
3	7,0	140	0,29

Т а б л и ц а 8

Содержание нефтепродуктов в воде до и после очистки, 20 цикл очистки
(после 19 циклов регенерации), 8 ч

№№	Стадия очистки (время, прошедшее после начала процесса, ч)	Концентрация нефтепродуктов до очистки (мг/л)	Концентрация нефтепродуктов после очистки (мг/л)
2	0,25	142	0,19
3	6,0	142	0,27

Т а б л и ц а 9

Содержание масла в стабилизированной эмульсии до и после очистки,
первый цикл очистки, 6 ч

№№	Стадия очистки (время, прошедшее после начала процесса, ч)	Концентрация масла в воде до очистки (мг/л)	Концентрация масла в воде после очистки (мг/л)
2	0,1	40	1,9
3	5,0	40	2,1

Т а б л и ц а 10

Содержание нефтепродуктов в воде до и после очистки, 20 цикл очистки
(после 19 циклов регенерации), 6 ч

№№	Стадия очистки (время, прошедшее после начала процесса, ч)	Концентрация нефтепродуктов до очистки (мг/л)	Концентрация нефтепродуктов после очистки (мг/л)
2	0,1	42	2,0
3	5,5	42	2,2

Т а б л и ц а 11

Микробиологические показатели стока при первом цикле
очистки и обезвреживания (7 ч)

Вариант эксперимента	ОМЧ (кл/мл)	Коли-индекс
Контроль	$5 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^4$
Без дополнительной ячейки	$1 \cdot 10^3$	68
С дополнительной ячейкой	0	0

Т а б л и ц а 12

Микробиологические показатели стока при 12-м цикле очистки и обезвреживания
(11 циклов регенерации), 7 ч

Вариант эксперимента	ОМЧ (кл/мл)	Коли-индекс
Контроль	$5 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^4$
Без дополнительной ячейки	$2 \cdot 10^3$	62
С дополнительной ячейкой	0	0

Т а б л и ц а 13

Характеристики дренажного стока мусорной свалки до и после электрообработки,
с дополнительными электродными ячейками, первый цикл очистки,
продолжительность 10 ч

№№	Измеряемый показатель	Результаты анализа до электрообработки (мг/л)	Результаты анализа после электрообработки (мг/л)
1	Мутность	26	0,4
2	ХПК	3700	30
3	БПК ₅	410	6
4	Нитраты (по азоту)	315	1,4
5	Аммоний (по азоту)	1320	2,5
6	Хлориды	2300	290
7	Медь	0,34	0,035
8	Никель	0,45	0,045
9	Хром (общий)	1,8	0,360
10	Железо (общее)	11,0	0,220

Т а б л и ц а 14

Характеристики дренажного стока мусорной свалки до и после электрообработки,
с дополнительными электродными ячейками, шестой цикл очистки
(после 5 циклов регенерации), продолжительность 8 ч

№№	Измеряемый показатель	Результаты анализа до электрообработки (мг/л)	Результаты анализа после электрообработки (мг/л)
1	2	3	4
1	Мутность	26	0,5
2	ХПК	3700	32
3	БПК ₅	410	6
4	Нитраты (по азоту)	315	1,3
5	Аммоний (по азоту)	1320	2,5
6	Хлориды	2300	300
7	Медь	0,34	0,034
8	Никель	0,45	0,046
9	Хром (общий)	1,8	0,350
10	Железо (общее)	11,0	0,230

Т а б л и ц а 15

Характеристики стока гальванического производства до и после
электрообработки с дополнительной электродной ячейкой,
первый цикл очистки, продолжительность 4 ч

№№	Измеряемый показатель	Результаты анализа до электрообработки (мг/л)	Результаты анализа после электрообработки (мг/л)
1	Масла	55	1,6
2	Медь	0,44	0,04
3	Никель	0,52	0,05
4	Хром (общий)	2,8	0,07
5	pH	4,5	6,2

Т а б л и ц а 16

Характеристики стока гальванического производства до и после электрообработки с дополнительной электродной ячейкой, пятый цикл очистки (после 4 циклов регенерации), продолжительность 5 ч

№№	Измеряемый показатель	Результаты анализа до электрообработки (мг/л)	Результаты анализа после электрообработки (мг/л)
1	Масла	58	1,8
2	Медь	0,48	0,03
3	Никель	0,56	0,04
4	Хром (общий)	3,0	0,08
5	pH	4,6	6,3

Т а б л и ц а 17

Характеристики стока химического производства до и после электрообработки с дополнительной электродной ячейкой, первый цикл очистки, продолжительность 12 ч

№№	Измеряемый показатель	Результаты анализа до электрообработки (мг/л)	Результаты анализа после электрообработки (мг/л)
1	Мутность	32	1,4
2	ХПК	44	29
3	БПК ₅	46	5
4	pH	13,2	7,1

Т а б л и ц а 18

Характеристики стока химического производства до и после электрообработки с дополнительной электродной ячейкой, восьмой цикл очистки (после 7 циклов регенерации), продолжительность 8 ч

№№	Измеряемый показатель	Результаты анализа до электрообработки (мг/л)	Результаты анализа после электрообработки (мг/л)
1	Мутность	33	1,5
2	ХПК	39	27
3	БПК ₅	41	4
4	pH	13,4	7,2

RU 2171788 C1

RU 2171788 C1

Таблица 19

Характеристики воды до и после электрообработки с дополнительными электродными ячейками, первый цикл очистки, продолжительность 12 суток

№№	Измеряемый показатель	Результаты анализа до электрообработки (мг/л)	Результаты анализа после электрообработки (мг/л)
1	2	3	4
1	Водородный показатель	5,6	6,9
2	Окисляемость перманганатная	12,5	3,3
3	Нефтепродукты	6,2	0,05
4	ПАВ	1,2	0,2
5	Фенольный индекс	2,9	0,25
6	Алюминий	2,2	0,35
7	Железо	1,1	0,19
8	Марганец	0,6	0,05
9	Нитраты	98	30
10	Никель	0,3	0,06
11	Свинец	0,1	0,01
12	Хром (Cr ⁶⁺)	0,28	0,02
13	Цинк	7,0	1,8
14	Цветность	23	14
15	Мутность	2,8	0,9

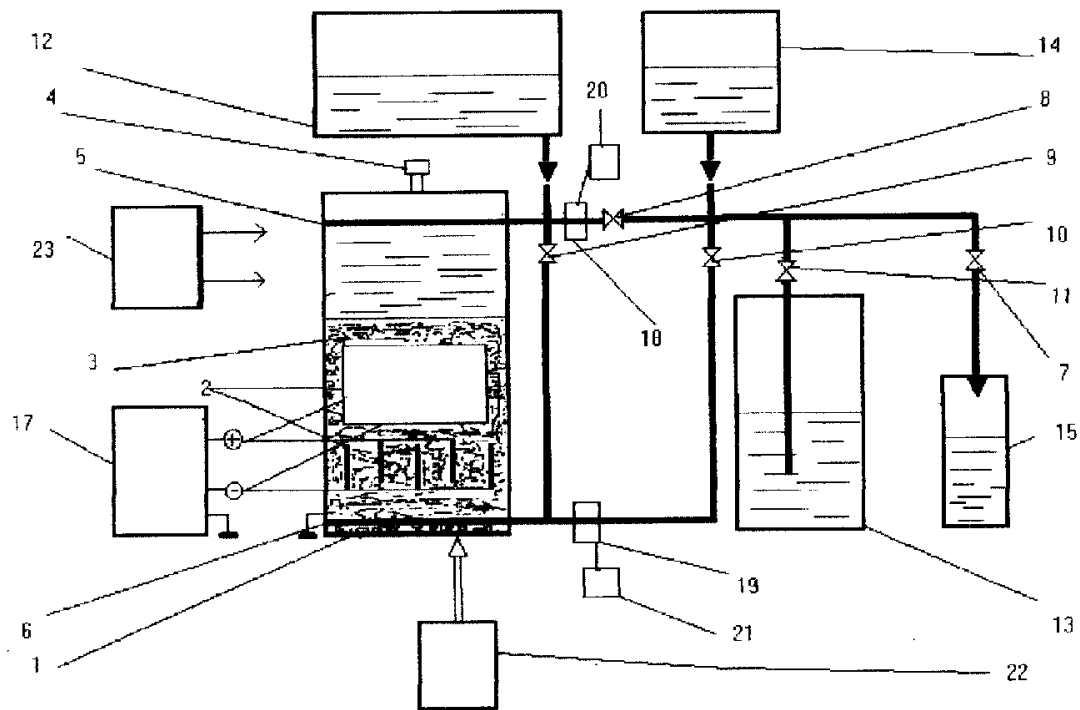
Таблица 20

Характеристики воды до и после электрообработки с дополнительными электродными ячейками, третий цикл очистки (после 2 циклов регенерации), продолжительность 10 суток

№№	Измеряемый показатель	Результаты анализа до электрообработки (мг/л)	Результаты анализа после электрообработки (мг/л)
1	2	3	4
1	Водородный показатель	5,6	6,8
2	Окисляемость перманганатная	12,5	3,2
3	Нефтепродукты	6,2	0,04
4	ПАВ	1,2	0,1
5	Фенольный индекс	2,9	0,23
6	Алюминий	2,2	0,38
7	Железо	1,1	0,18
8	Марганец	0,6	0,07
9	Нитраты	98	28
10	Никель	0,3	0,07
11	Свинец	0,1	0,01
12	Хром (Cr ⁶⁺)	0,28	0,01
13	Цинк	7,0	2,0
14	Цветность	23	15
15	Мутность	2,8	0,8

RU 2171788 C1

RU 2171788 C1



Фиг. 2