



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006136994/15, 19.10.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
19.10.2006

(45) Опубликовано: 20.04.2008 Бюл. № 11

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2149835 C1, 27.05.2000. RU 2096337  
C1, 20.11.1997. RU 48970 U1, 10.11.2005. RU  
2176989 C1, 20.12.2001. US 5635040 A,  
03.06.1997.

Адрес для переписки:

117321, Москва, ул. Профсоюзная, 136, корп.3,  
кв.292, В.М. Бахиру

(72) Автор(ы):

Бахир Витольд Михайлович (RU),  
Задорожний Юрий Георгиевич (RU),  
Паничева Светлана Алексеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

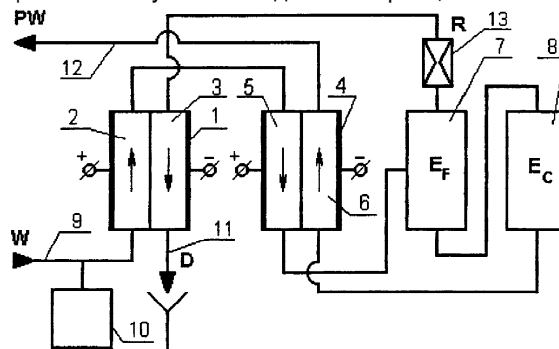
Бахир Витольд Михайлович (RU),  
Задорожний Юрий Георгиевич (RU),  
Паничева Светлана Алексеевна (RU)

## (54) УСТАНОВКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам для очистки, обеззараживания и кондиционирования питьевой воды. Установка содержит основной и дополнительный диафрагменные электрохимические реакторы, электроды каждого из которых разделены мелкопористой диафрагмой на анодную и катодную камеры, флотационный реактор для разделения газовой и жидкой фазы обработанного электролита с входом в средней части и выходами в верхней и нижней частях, каталитический реактор с входом в верхней и выходом в нижней частях, линии подачи исходной питьевой воды, отвода обработанной питьевой воды и вывода в дренаж. Основной и дополнительный электрохимические реакторы выполнены с входами в анодную и катодную камеры и, соответственно, выходами из анодной и катодной камер, расположенными на противоположных концах реакторов для обеспечения противотока обрабатываемой воды в анодных и катодных камерах. Линия подачи исходной питьевой воды соединена с входом анодной камеры основного реактора, а выход анодной камеры основного реактора соединен с входом анодной камеры дополнительного реактора. Выход анодной камеры дополнительного реактора соединен с входом флотационного реактора, причем нижний выход флотационного

реактора соединен с входом каталитического реактора. Выход каталитического реактора соединен с входом катодной камеры дополнительного реактора и линия вывода обработанной питьевой воды соединена с выходом катодной камеры дополнительного реактора. Выход верхней части флотационного реактора соединен с входом катодной камеры основного электрохимического реактора, линия вывода в дренаж соединена с выходом катодной камеры основного реактора и установка дополнительно содержит датчик протока, установленный на линии подачи исходной питьевой воды перед входом в анодную камеру. Технический эффект - повышение степени очистки воды от микроорганизмов, упрощение установки, повышение биологической ценности получаемой воды. 1 з.п. ф-лы, 1 ил.





FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2006136994/15, 19.10.2006**(24) Effective date for property rights: **19.10.2006**(45) Date of publication: **20.04.2008 Bull. 11**

Mail address:

**117321, Moskva, ul. Profsojuznaja, 136,  
korp.3, kv.292, V.M. Bakhiru**

(72) Inventor(s):

**Bakhir Vitol'd Mikhajlovich (RU),  
Zadorozhnij Jurij Georgievich (RU),  
Panicheva Svetlana Alekseevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Bakhir Vitol'd Mikhajlovich (RU),  
Zadorozhnij Jurij Georgievich (RU),  
Panicheva Svetlana Alekseevna (RU)**

(54) **DEVICE FOR PROCESSING DRINKING WATER**

(57) Abstract:

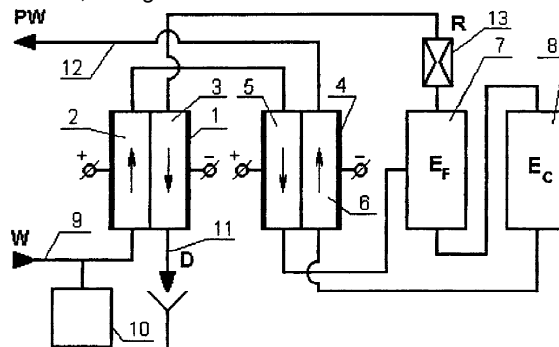
FIELD: engineering of devices for cleaning, disinfecting and conditioning drinking water.

SUBSTANCE: device contains main and additional diaphragm-type electro-chemical reactors, electrodes of each one are divided by fine-pored diaphragm onto anode and cathode chambers, flotation reactor for dividing gas and liquid phases of processed electrolyte with inlet in middle section and outlets in upper and lower sections, catalytic reactor with input in upper and outlet in lower sections, lines for injecting base drinking water, draining processed drinking water and draining. The main and additional electro-chemical reactors are made with entrances to anode and cathode chambers and, respectively, with exits from anode and cathode chambers, positioned on opposite ends of reactors to ensure counter-flow of processed water in anode and cathode chambers. The line for injecting base drinking water is connected to entrance of anode chamber of main reactor, and output of anode chamber of main reactor is connected to input of anode chamber of additional reactor. The output of anode chamber of additional reactor is connected to input of flotation reactor, where the lower output of flotation reactor is connected to input of catalytic reactor. The

output of catalytic reactor is connected to input of cathode chamber of additional reactor and the processed drinking water outlet line is connected to output of cathode chamber of additional reactor. The output of upper section of flotation reactor is connected to input of cathode chamber of main electro-chemical reactor, draining line is connected to output of cathode chamber of main reactor and the device additionally contains the canal sensor, installed on the line for injecting base drinking water in front of the anode chamber entrance.

EFFECT: increased degree to which the water is cleansed from micro-organisms, simplified installation, increased biological value of produced water.

2 cl, 1 dwg



## Область применения

Изобретение относится к области прикладной электрохимии, в частности к устройствам для очистки, обеззараживания и кондиционирования питьевой воды, и может быть использовано во всех областях деятельности человека, в которых требуется применение и

5 использование питьевой воды.

Предшествующий уровень техники

В результате техногенной деятельности человека пресная вода многих поверхностных и подземных источников оказалась загрязненной вредными примесями. Кроме того, в воде увеличилось содержание ионов металлов, оказывающих токсическое действие на организм

10 человека при любых, даже самых малых концентрациях, например  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ , а также возросли до вредных концентрации ионов, полезных только в микроколичествах, таких как  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  и др.

В этих условиях в процессах очистки питьевой воды одно из важнейших мест занимают стадии обработки, позволяющие перевести растворенные в воде примеси в нерастворимую

15 форму с последующим удалением этих примесей. При этом необходимо создать условия, при которых возможна сорбция на частицах нерастворимых примесей других растворенных соединений и их совместное удаление.

На практике широкое распространение получили устройства, в которых для очистки воды и регулирования ее состава используются фильтрационные и сорбционные методы

20 очистки [см. например, Л.А.Кульский и др. "Технология очистки природных вод", Киев, Высшая школа, 1981, стр.190-223, 358-370].

Однако с помощью фильтрационных или сорбирующих устройств невозможно задержать все вредные вещества и сохранить полезные. Кроме того, концентрирование содержащихся в воде полезных или вредных веществ на поверхности фильтрующих

25 мембран, в порах сорбента или на поверхности ионообменных материалов всегда приводит в первую очередь к задерживанию микроорганизмов, к ускоренному их размножению и усиленному выделению микробных токсинов в воду при одновременном резком снижении фильтрующей, сорбирующей или ионообменной способности активных элементов водоочистительного устройства.

Известны также устройства, реализующие методы очистки воды, основанные на вводе

30 химических реагентов с целью перевода растворенных примесей в нерастворимое состояние [см. например, Л.А.Кульский и др. "Технология очистки природных вод", Киев, Высшая школа, 1981, стр.117-132]. Однако эксплуатация таких устройств сопряжена с большим расходом реагентов и необходимостью строго соблюдать правила техники

35 безопасности. Кроме того, применение таких устройств требует дополнительных вложений труда, времени и материалов для тщательной доочистки воды, так как многие реагенты оказывают вредное влияние на организм человека.

В настоящее время в области водоподготовки широко применяются методы обработки воды, включающие стадии электрохимической обработки в электролизерах как с

40 разделенным, так и с неразделенным межэлектродным пространством, позволяющие упростить процесс обработки, сократить число реагентов.

Наиболее близким по технической сути и достигаемому результату является установка, используемая для реализации способа очистки питьевой воды, содержащая основной и

45 дополнительный диафрагменные электрохимические реакторы, электроды каждого из которых разделены мелкопористой диафрагмой на анодную и катодную камеры с входами и выходами, а также флотационный реактор для разделения газовой и жидкой фазы обработанного электролита с входом в средней части и выходами в верхней и нижней частях, причем на выводе в верхней части установлен регулировочный вентиль,

50 каталитический реактор с входом в верхней и выходом в нижней частях, линию подачи исходной питьевой воды, линию отвода обработанной питьевой воды и линию вывода в дренаж [см. патент России №2149835, C02F 1/461, 1999, фиг.2].

Данная установка выбрана в качестве прототипа.

В установке по прототипу линия подачи исходной воды соединена с входом анодной

камеры основного электрохимического реактора. Выход анодной камеры реактора последовательно соединен с электрокинетическим реактором и каталитическим реактором, после чего обрабатываемая вода подается в катодную камеру дополнительного реактора. Выход катодной камеры дополнительного реактора соединен с входом во флотационный

5 реактор. Вывод обработанной воды целевого продукта осуществляется из нижнего слива флотационного реактора, причем на линии вывода установлен электрокинетический реактор. Верхний слив флотационного реактора подается в циркуляционный контур, который объединяет катодную камеру основного и анодную камеру дополнительного реакторов, и линия вывода в дренаж соединена с этим циркуляционным контуром.

10 Обрабатываемая вода поступает в анодную камеру, в которой окисляются растворенные примеси, причем процесс окисления продолжается и в электрокаталитической емкости. В каталитическом реакторе удаляется остаточный хлор, и вода поступает в катодную камеру, после которой поступает во флотационный реактор. При обработке в катодной камере pH обрабатываемой воды повышается, растворенные в воде соли металлов

15 переходят в нерастворимое состояние. Во флотационном реакторе за счет флотации выделившимся в катодной камере водородом осуществляется удаление нерастворимых примесей. Обработка осуществляется при однократном протоке обрабатываемой воды снизу вверх через анодную, а затем снизу вверх через катодную камеру.

Известное решение обеспечивает сравнительно высокую степень очистки.

20 Недостатком известного решения является сложность установки, ее сравнительно большая материалоемкость, так как установка включает значительное количество вспомогательных элементов. Кроме того, в известной установке не возможно достигнуть более высокой биологической ценности обработанной воды, так как при обработке в катодной камере значительная часть энергии затрачивается на нейтрализацию pH после

25 обработки в анодной камере.

Раскрытие изобретения

Техническим результатом использования настоящего изобретения является повышение степени очистки воды от микроорганизмов, упрощение установки, повышение биологической ценности получаемой в результате процесса очистки питьевой воды.

30 Указанный результат достигается тем, что в установке для обработки питьевой воды, содержащей основной и дополнительный диафрагменные электрохимические реакторы, электроды каждого из которых разделены мелкопористой диафрагмой на анодную и катодную камеры с входами и выходами, флотационный реактор для разделения газовой и жидкой фазы обработанного электролита с входом в средней части и выходами в верхней и

35 нижней частях, причем на выходе в верхней части флотационного реактора установлен регулировочный вентиль, каталитический реактор с входом в верхней и выходом в нижней частях, линию подачи исходной питьевой воды, линию отвода обработанной питьевой воды и линию вывода в дренаж, основной и дополнительный электрохимические реакторы выполнены с входами в анодную и катодную камеры и соответственно выходами из

40 анодной и катодной камер, расположенными на противоположных концах реакторов для обеспечения противотока обрабатываемой воды в анодных и катодных камерах. Линия подачи исходной питьевой воды соединена с входом анодной камеры основного реактора, а выход анодной камеры основного реактора соединен с входом анодной камеры дополнительного реактора. Выход анодной камеры дополнительного реактора соединен с

45 входом флотационного реактора, причем нижний выход флотационного реактора соединен с входом каталитического реактора. Выход каталитического реактора соединен с входом катодной камеры дополнительного реактора и линия вывода обработанной питьевой воды соединена с выходом катодной камеры дополнительного реактора. Выход верхней части флотационного реактора соединен с входом катодной камеры основного

50 электрохимического реактора, линия вывода в дренаж соединена с выходом катодной камеры основного реактора и установка дополнительно содержит датчик протока, установленный на линии подачи исходной питьевой воды перед входом в анодную камеру.

Электрохимические реакторы установки для обработки питьевой воды целесообразно

выполнять из одной электрохимической ячейки, содержащей цилиндрические, коаксиально установленные электроды, пространство между которыми разделено коаксиальной мелкопористой диафрагмой из керамики на основе модифицированного оксида циркония.

Соединение узлов установки в гидравлическую схему по изобретению позволяет  
5 обеспечить достижение указанного результата.

Использование противотока в электродных камерах позволяет повысить эффективность электромиграционного массопереноса через диафрагму за счет уменьшения разности значений рН в катодной и анодной камерах по всей их длине, а следовательно, уменьшения градиента изменения рН в пористой массе диафрагмы в различных  
10 поперечных сечениях электродных камер - в середине, начальном и конечном их участках.

То, что исходная вода проходит последовательно обработку в анодных камерах основного и дополнительного электрохимических реакторов и сразу поступает во флотационный реактор, позволяет повысить степень очистки от органических примесей. Во флотационном реакторе из воды удаляются газообразные продукты анодного синтеза  
15 (озон, кислород, хлор). Также с частью анодно обработанной воды удаляются скоагулировавшие окисленные органические соединения, частички или молекулы которых прилипают к всплывающим пузырькам газа. Кроме того, за счет пребывания во флотационном реакторе увеличивается время контакта окислителей с исходной водой, что также ведет к повышению степени очистки. Таким образом, при упрощении установки за  
20 счет исключения дополнительной емкости, достигается более высокая степень очистки.

Затем очищенная вода из флотационного реактора поступает в каталитический реактор, где из нее удаляются хлоркислородные неорганические соединения (хлорноватистая кислота, гипохлорит-ионы), образовавшиеся при анодной обработке из хлоридов, содержащихся в воде. Также из этой воды удаляется остаточное количество органических  
25 соединений, которые в результате предшествующей анодной обработки обретают способность к более полной адсорбции на материале каталитического реактора. В качестве катализатора может быть использован любой материал, обеспечивающий удаление из обработанной воды соединений активного хлора, в частности углеродсодержащий материал. При этом реактор работает в условиях, препятствующих  
30 накоплению микроорганизмов, а также подавляется их способность к размножению на адсорбированных из воды веществах, поскольку в воде после анодной обработки присутствуют мощные гидропероксидные оксиданты. Затем вода, освобожденная от остатков органических веществ и хлоркислородных соединений, поступает в катодную камеру дополнительного реактора, где насыщается антиоксидантами и приобретает  
35 биологически активные свойства.

Подача в катодную камеру основного реактора верхнего слива из флотационного реактора позволяет сократить расход энергии за счет увеличения электропроводности среды, протекающей через катодную камеру, а также удалить из воды дополнительное количество ионов тяжелых металлов за счет их электромиграционного переноса из  
40 анодной камеры основного реактора в катодную.

Обработку целесообразно осуществлять с использованием электрохимических реакторов с цилиндрическими коаксиальными электродами и коаксиальной диафрагмой из керамики на основе оксида циркония, что позволяет обеспечить оптимальный гидравлический режим и эффективно регулировать электромиграционный перенос ионов  
45 через диафрагму электрохимического реактора. Материал диафрагмы позволяет сохранять стабильность физико-химических и фильтрационных ее характеристик.

Схема установки представлена на чертеже.

Установка для обработки питьевой воды содержит основной диафрагменный проточный электрохимический реактор 1, представляющий собой единичный диафрагменный  
50 проточный электрохимический модульный элемент. Анодная 2 и катодная 3 камеры реактора 1 имеют входы соответственно в нижней и верхней частях реактора 1, и выходы соответственно в верхней и нижней частях реактора 1.

Установка содержит дополнительный реактор 4 с анодной 5 и катодной 6 камерами,

входы и выходы которых расположены в реакторе 4 так же, как в реакторе 1.

Установка содержит флотационный реактор 7, каталитический реактор 8, линию подачи обрабатываемой воды 9, датчик протока 10, линию вывода в дренаж 11 и линию вывода обрабатываемой воды 12.

5 Регулировочный вентиль 13 установлен на линии вывода из верхней части флотационного реактора 7.

Выход анодной 2 камеры реактора 1 соединен с входом анодной камеры 5 реактора 4, а выход анодной камеры 5 соединен с входом флотационного реактора 7. Из верхней части флотационного реактора 7 через регулирующий вентиль 13 выводится часть обработанной  
10 среды и шлам, которые поступают в катодную камеру реактора 1 и далее по линии 11 в дренаж. Из нижней части флотационного реактора 7 очищенная вода поступает в емкость каталитического реактора 8, заполненную катализатором, обладающим высокой активностью по разрушению соединений активного хлора, например углеродсодержащего материала.

15 Выход каталитического реактора 8 соединен с входом катодной камеры 6 реактора 4. Выход катодной камеры 6 реактора 4 соединен с линией 12 вывода обрабатываемой воды. Установка работает следующим образом.

Вода, подлежащая обработке и имеющая повышенное значение pH, по линии 9 последовательно проходит анодные камеры 2 и 5 реакторов 1 и 4 установки, где проходит  
20 предварительную обработку и поступает во флотационный реактор 7.

В анодных камерах 2 и 5 окисляются и коагулируют органические примеси, уменьшается величина pH воды, а во флотационном реакторе 7 из воды удаляются газообразные продукты анодного синтеза (озон, кислород, хлор) и скоагулировавшие окисленные органические соединения, частички или молекулы которых прилипают к всплывающим  
25 пузырькам газа.

Затем очищаемая вода из флотационного реактора 7 поступает в каталитический реактор 8, где из нее удаляются хлоркислородные неорганические соединения (хлорноватистая кислота, гипохлорит-ионы), образовавшиеся при анодной обработке из хлоридов, содержащихся в воде. Также из этой воды удаляется остаточное количество  
30 органических соединений, которые в результате предшествующей анодной обработки и пребывания во флотационном реакторе 7 обретают способность к более полной адсорбции на материале каталитического реактора 8.

Затем вода, освобожденная от остатков органических веществ и хлоркислородных соединений, проходит одну катодную камеру 6 реактора 4. За счет обработки в катодной  
35 камере незначительно увеличивается pH воды, и она приобретает биологически активные свойства.

По линии 12 обработанная вода подается потребителю.

Верхний слив флотационного реактора 7, объем которого регулируется вентилем 13, подается в катодную камеру 3 реактора 1, из которой по линии 11 выводится в дренаж  
40 вместе с некоторым количеством ионов тяжелых металлов, удаленных из анодной камеры основного реактора через диафрагму в его катодную камеру за счет электромиграционного переноса.

Варианты конкретного осуществления

Изобретение иллюстрируется следующим примером, который, однако, не исчерпывает  
45 всех возможных вариантов осуществления способа.

В примере использовались электрохимические реакторы, состоящие из электрохимической ячейки по патенту РФ №2078737 с коаксиально установленными цилиндрическим и стрелковидным электродами и коаксиально же установленной между ними керамической ультрафильтрационной диафрагмой из керамики на основе смеси оксидов циркония, алюминия и иттрия (соответственно 60, 37 и 3 мас.%) и толщиной 0,7 мм.  
50 Длина ячейки составляла 200 мм, а объемы электродных камер составляют 10 мл - катодной камеры и 7 мл анодной. В качестве анодов в ячейках использовались титановые электроды с оксидным покрытием. Целесообразно использовать такие покрытия анодов,

которые в меньшей степени генерируют активный хлор и в большей - гидропероксидные оксиданты (перекись водорода, озон, синглетный кислород), например покрытия, содержащие оксиды иридия. В этом случае вода будет иметь более свежий вкус, и, кроме того, сокращаются затраты на удаление хлоркислородных оксидантов.

5 Пример. Исходная вода, содержащая  $100000 \pm 10000$  микробных клеток в 1 мл, органические вредные вещества (фенолы, гербициды, ПАВ) в количестве  $2,6 \pm 0,3$  мг/л, соединения тяжелых металлов ( $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{AgNO}_3$ ) в количестве 0,6 мг/л, подвергалась очистке в соответствии со схемой установки, изображенной на чертеже. Степень очистки от микробов составила 99,9995%, от органических веществ - 98%, от ионов тяжелых металлов 99%. Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) исходной воды, измеренный платиновым электродом относительно хлорсеребряного электрода сравнения, был равен +180 мВ, величина рН составляла 9,5 ед. рН. Очищенная в установке вода имела следующие параметры: ОВП=-220 мВ, рН=7,2. При обработке такой же воды в устройстве, осуществляющем способ по прототипу, степень очистки от загрязнений 10 составила соответственно 99, 97%, 95% и 96%. Параметры очищенной в 15 установке -прототипе воды были следующими: ОВП=-131 мВ, рН=9,1.

Как следует из представленных данных, реализация способа по изобретению по сравнению с прототипом позволяет более эффективно проводить очистку воды с повышенным значением рН от микроорганизмов, упростить установку и повысить 20 биологическую ценность получаемой в результате процесса очистки питьевой воды за счет нормализации рН при одновременном достижении низкого значения окислительно-восстановительного потенциала воды, определяющего ее антиоксидантные свойства.

#### Промышленная применимость

По сравнению с известным техническим решением изобретение позволяет эффективно 25 повысить степень очистки воды от взвешенных примесей и органических соединений. Кроме того, использование изобретения позволяет упростить установки, исключить дополнительные функциональные узлы и повысить потребительские качества получаемой воды за счет коррекции рН в сторону снижения при одновременном снижении ее окислительно-восстановительного потенциала.

30

#### Формула изобретения

1. Установка для обработки питьевой воды, содержащая основной и дополнительный диафрагменные электрохимические реакторы, электроды каждого из которых разделены мелкопористой диафрагмой на анодную и катодную камеры с входами и выходами, 35 флотационный реактор для разделения газовой и жидкой фазы обработанного электролита с входом в средней части и выходами в верхней и нижней частях, причем на выходе в верхней части флотационного реактора установлен регулировочный вентиль, каталитический реактор с входом в верхней и выходом в нижней частях, линию подачи исходной питьевой воды, линию отвода обработанной питьевой воды и линию вывода в дренаж, отличающаяся тем, что основной и дополнительный электрохимические реакторы 40 выполнены с входами в анодную и катодную камеры и, соответственно, выходами из анодной и катодной камер, расположенными на противоположных концах реакторов для обеспечения противотока обрабатываемой воды в анодных и катодных камерах, линия подачи исходной питьевой воды соединена с входом анодной камеры основного реактора, 45 выход анодной камеры основного реактора соединен с входом анодной камеры дополнительного реактора, выход анодной камеры дополнительного реактора соединен с входом флотационного реактора, нижний выход флотационного реактора соединен с входом каталитического реактора, выход каталитического реактора соединен с входом катодной камеры дополнительного реактора, линия вывода обработанной питьевой воды 50 соединена с выходом катодной камеры дополнительного реактора, а выход верхней части флотационного реактора соединен с входом катодной камеры основного электрохимического реактора, линия вывода в дренаж соединена с выходом катодной камеры основного реактора, и установка дополнительно содержит датчик потока,

установленный на линии подачи исходной питьевой воды перед входом в анодную камеру.

2. Установка для обработки питьевой воды по п.1, отличающаяся тем, что каждый из электрохимических реакторов выполнен из одной электрохимической ячейки, содержащей цилиндрические, коаксиально установленные электроды, пространство между которыми  
5 разделено коаксиальной мелкопористой диафрагмой из керамики на основе модифицированного оксида циркония.

10

15

20

25

30

35

40

45

50