



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) RU⁽¹¹⁾ 2 169 122⁽¹³⁾ C1
(51) МПК⁷ C 02 F 1/78, 1/50//C 02 F 103:
02, 103:04

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2000131993/12, 21.12.2000

(24) Дата начала действия патента: 21.12.2000

(43) Дата публикации заявки: 20.06.2001

(46) Опубликовано: 20.06.2001

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2114790 C1, 27.07.1998. RU 2118297 C1, 27.08.1999. EP 0430904 A1, 05.06.1991. WO 95/21113 A1, 10.08.1995. WO 98/47826 A1, 29.10.1998. FR 2686808 A1, 06.08.1991. US 5882588 A, 16.03.1999.

Адрес для переписки:

127276, Москва, Березовая аллея, 10/1а,
Государственное предприятие "Московский
институт теплотехники"

(71) Заявитель(и):

Государственное предприятие "Московский
институт теплотехники"

(72) Автор(ы):

Лужков Ю.М.,
Соломонов Ю.С.,
Храменков С.В.,
Никольский Б.В.,
Карягин Н.В.,
Систер В.Г.,
Ганиев Р.Ф.,
Романовский В.Г.,
Подковыров В.П.,
Георгиевский В.П.,
Кулюкин В.М.,
Пилипенко П.Б.

(73) Патентообладатель(ли):

Лужков Юрий Михайлович,
Соломонов Юрий Семенович,
Храменков Станислав Владимирович,
Никольский Борис Васильевич,
Карягин Николай Васильевич,
Систер Владимир Григорьевич,
Ганиев Ривнер Фазылович,
Романовский Валерий Герардович,
Подковыров Виктор Петрович,
Георгиевский Владимир Павлович,
Кулюкин Валентин Михайлович,
Пилипенко Петр Борисович

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ОЗОНИРОВАНИЯ ВОДЫ И СПОСОБ ОЗОНИРОВАНИЯ ВОДЫ

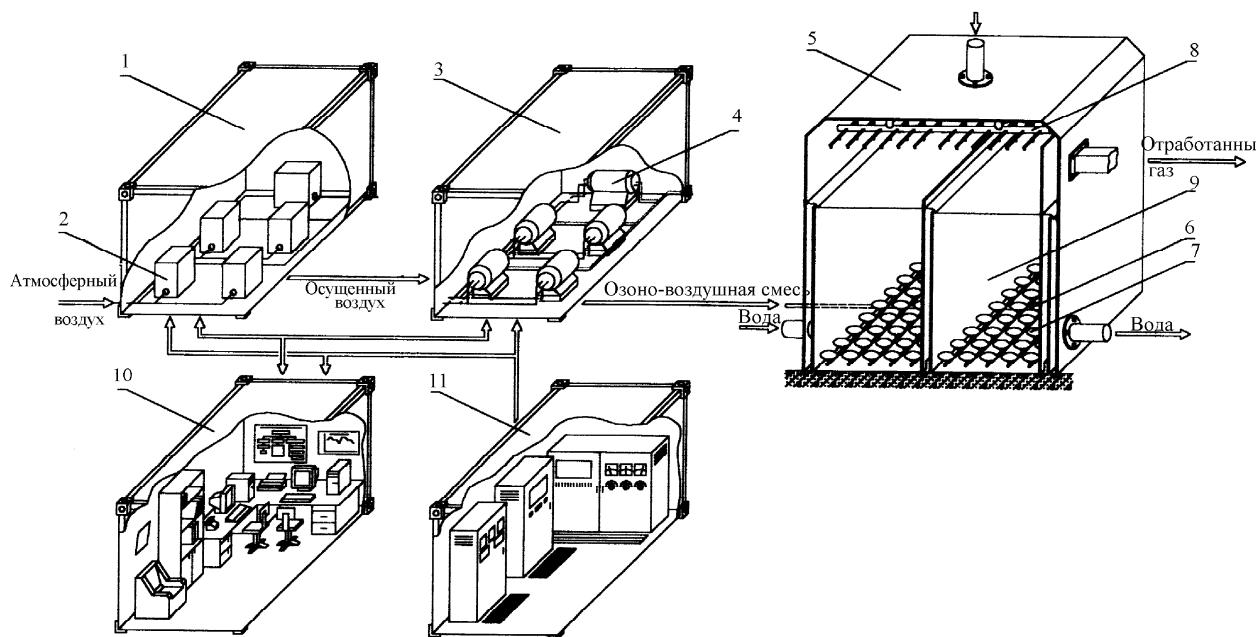
(57) Реферат:

Изобретение относится к технике обработки воды озонированием и может быть использовано, в частности, для обеззараживания питьевой воды в системах водоснабжения. Установка для озонирования воды содержит систему подготовки воздуха, соединенную, по меньшей мере, с одним генератором озона, снабженным источником электропитания, реакционную емкость, выполненную в виде герметичного контактного бассейна, в нижней части которого расположен, по меньшей мере, один диспергатор, выполненный в виде пористой пластины с размерами пор 10 - 150 мкм или пластины с каналами в форме усеченного конуса, диаметр которых на входе и выходе озона составляет соответственно 180 - 200 мкм и 100 -

150 мкм, а также содержит систему обработки избыточного озона, выполненную в виде, по меньшей мере, одного блока форсунок, соединенных с источником распыляемой воды и размещенных над поверхностью обрабатываемой воды с обеспечением ее полного перекрытия распыляемой водой и объемного соотношения распыляемой и обрабатываемой в контактном бассейне воды, равного 1-20 : 100, при этом элементы установки могут быть объединены в отдельные модули контейнерного типа. Изобретение также касается способа озонирования воды, реализуемого в описанной установке. Предпочтительно, в слое обрабатываемой воды возбуждают резонансные волны и колебания при помощи, по меньшей мере, одного волнового

генератора или возбуждают ударные гидравлические волны. Для повышения степени производительного использования озона установку снабжают дополнительной системой обработки избыточного озона, выполненной в виде дополнительного контактного бассейна, вход для воды которого сообщен с выходом для воды основного контактного бассейна, а выход для воды - со входом для воды основного контактного

бассейна. Технический результат - повышение эффективности и качества обработки воды за счет увеличения степени использования озона. Дополнительный результат заключается в обеспечении возможности создания мобильной установки, состоящей из модулей, не требующей больших капиталовложений. 2 с. и 23 з.п.ф-лы, 1 табл., 1 ил.



RU 2169122 C1

RU 2169122 C1



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 169 122** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁷ **C 02 F 1/78, 1/50//C 02 F 103:
02, 103:04**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2000131993/12, 21.12.2000**

(24) Effective date for property rights: **21.12.2000**

(43) Application published: **20.06.2001**

(46) Date of publication: **20.06.2001**

Mail address:

**127276, Moskva, Berezovaja alleja, 10/1a,
Gosudarstvennoe predpriyatje "Moskovskij
institut teplotekhniki"**

(71) Applicant(s):

**Gosudarstvennoe predpriyatje "Moskovskij
institut teplotekhniki"**

(72) Inventor(s):

**Luzhkov Ju.M.,
Solomonov Ju.S.,
Khramenkov S.V.,
Nicol'skij B.V.,
Karjagin N.V.,
Sister V.G.,
Ganiev R.F.,
Romanovskij V.G.,
Podkovyrov V.P.,
Georgievskij V.P.,
Kuljukin V.M.,
Pilipenko P.B.**

(73) Proprietor(s):

**Luzhkov Jurij Mikhajlovich,
Solomonov Jurij Semenovich,
Khramenkov Stanislav Vladimirovich,
Nicol'skij Boris Vasil'evich,
Karjagin Nikolaj Vasil'evich,
Sister Vladimir Grigor'evich,
Ganiev Rivner Fazylovich,
Romanovskij Valerij Gerardovich,
Podkovyrov Viktor Petrovich,
Georgievskij Vladimir Pavlovich,
Kuljukin Valentin Mikhajlovich,
Pilipenko Petr Borisovich**

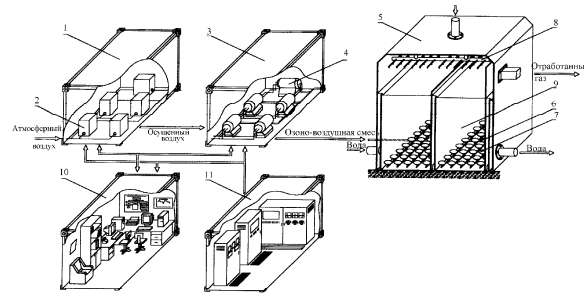
(54) **WATER OZONIZATION PLANT AND WATER OZONIZATION METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: treatment of water by ozonization; decontamination of water in water supply systems. SUBSTANCE: water ozonization plant includes air preparation system connected with at least one ozone generator provided with power supply source, reaction reservoir made in form of hermetic contact basin with at least one disperser located in its lower portion made in form of porous plate at size of pores of 10 to 150 mcm or in form of plate with passages having form of truncated cone whose diameters at ozone inlet and outlet are equal respectively to 180-200 mcm and 100=150 mcm; plant includes also ozone treatment system made in form of at least one injector unit connected with source of water

to be atomized and located above surface of water being treated fully covering it with water being atomized at volumetric ratio of water being atomized and water being treated in contact basin equal to 1-20: 100; individual components of plant may be combined in container-type modules. Invention contains also description of water ozonization method. It is good practice to excite resonance waves and oscillations in layer of water being treated by means of at least one wave generator or shock hydraulic waves. Plant is provided with additional system for treatment of excessive ozone made in form of additional contact basin whose water inlet is communicated with water outlet of main contact basin and water outlet is communicated with water inlet of main

contact basin. EFFECT: enhanced efficiency and improved quality of water treatment due to increased degree of usage of ozone; possibility of forming mobile plant consisting of modules which do not require considerable heavy capital outlays. 25 cl, 1 dwg



RU 2169122 C1

RU 2169122 C1

Изобретение относится к технике обработки воды окислением с помощью озонирования. Оно может быть использовано, в частности, для обеззараживания питьевой воды в системах водоснабжения городов и других населенных пунктов, для дезинфекции оборотной воды бассейнов и для очистки сточных вод промышленных предприятий.

5 Привлекательность озона по сравнению с другими окислителями, применяемыми для обработки воды, обусловлена, в первую очередь, его высокими окислительными свойствами и способностью эффективно разрушать различные неорганические и органические соединения, а также патогенные микроорганизмы, в том числе стойкие к действию других окислителей, например хлора. Возможность производства озона на самой
10 очистной станции исключает необходимость его подвоза и хранения. Кроме того, при озонировании воды у нее исчезают неприятный вкус и запах, повышается прозрачность и возрастает содержание растворенного кислорода. Разложение остаточного озона протекает быстро, с выделением кислорода, без образования токсичных соединений.

Известно большое количество способов и устройств для получения чистой воды
15 методом озонирования, в том числе способ получения воды с высокой концентрацией озона, включающий контактирование озонсодержащего газа с распыляемой в виде мелких капель исходной водой. Способ осуществляют в устройстве, включающем камеру, в верхней части которой расположены сопла для распыления исходной воды и патрубки для
20 подвода озонсодержащего газа, а в нижней части, в которой накапливается обработанная вода, расположен патрубок для ее слива (EP 0430904 A1, C 02 F 1/78, 05.06.91). Недостатком этого технического решения является то, что оно не предусматривает разложения остаточных количеств озона, который выбрасывается в атмосферу. В связи с тем что ПДК озона в воздухе составляет 1 мг/м^3 , актуальной задачей является снижение его концентрации в газовых выбросах.

Известная из RU 2114069 C1, C 02 F 1/78, 27.06.98 установка частично решает эту задачу. Она содержит озонатор, насос, соединенные трубопроводами две контактные емкости с вертикальными инжекционными элементами, образованными насадками
25 кольцевого сечения для струйного истечения жидкости, заделанными в трубную решетку, и опускными трубами, смонтированными в другую, ниже расположенную трубную решетку соосно с насадками. Над первой решеткой расположен штуцер подачи обрабатываемой
30 воды, а над второй - штуцер подвода озono-воздушной смеси. Штуцер отвода отработанной озono-воздушной смеси соединен с устройством для разложения остаточного озона, например катализаторной коробкой. Это техническое решение позволяет повысить степень использования озона и уменьшить загрязнение окружающей среды. Однако данное
35 устройство является довольно сложным. Кроме того, озон используется недостаточно полно в основном процессе и заметное количество этого газа теряется за счет его разложения.

Известно устройство для озонирования воды, содержащее систему подготовки воздуха, соединенную с генератором озона, снабженным источником электропитания, реакционную
40 емкость, в нижней части которой расположены диспергаторы, сообщенные с генератором озона, а также систему обработки избыточного озона. Реализуемый в этом устройстве способ обработки воды включает синтез озона из предварительно охлажденного и осушенного воздуха, пропускание распыленного диспергатором озона через слой обрабатываемой воды, обработку избыточного озона путем его нагревания и разложения
45 на катализаторе, а также фильтрацию воды (RU 2114790 C1, C 02 F 1/78, 10.07.1998). Указанные способ и устройство являются наиболее близким аналогом заявленного изобретения и имеют следующие недостатки: степень использования озона в процессе обработки воды не вполне оптимальная, образуется заметное количество остаточного озона, который расходуется непроизводительно, поступая на химическое разложение.

50 Технической задачей, на решение которой направлено настоящее изобретение, являлось повышение эффективности и качества обработки воды за счет увеличения степени использования озона. Дополнительный результат заключается в обеспечении возможности создания мобильной установки, состоящей из модулей, не требующей

больших капиталовложений.

Поставленная задача решается тем, что установка для озонирования воды содержит систему подготовки воздуха, соединенную, по меньшей мере, с одним генератором озона, снабженным источником электропитания, реакционную емкость, в нижней части которой
5 расположены диспергаторы, сообщенные с генератором озона, а также систему обработки избыточного озона и отличается от известной тем, что реакционная емкость выполнена в виде герметичного контактного бассейна, в нижней части которого расположен, по
10 меньшей мере, один диспергатор, выполненный в виде пористой пластины с размерами пор 10-150 мкм или пластины с каналами в форме усеченного конуса, диаметр которых на входе и выходе озона составляет соответственно 180-200 мкм и 100-150 мкм, а система
15 обработки избыточного озона выполнена в виде, по меньшей мере, одного блока форсунок, соединенных с источником распыляемой воды и размещенных над поверхностью обрабатываемой воды с обеспечением ее полного перекрытия распыляемой водой и
объемного соотношения распыляемой и обрабатываемой в контактном бассейне воды, равного 1-20:100, при этом элементы установки могут быть объединены в отдельные
модули контейнерного типа.

Форсунки могут быть сообщены с системой подачи воды в контактный бассейн или с системой рециркуляции обрабатываемой в контактном бассейне воды.

Установка может быть снабжена, по меньшей мере, одним волновым генератором или
20 устройством для возбуждения ударных волн, размещенным в нижней части контактного бассейна.

Предпочтительно диспергаторы и/или волновые генераторы объединены в соответствующие блоки.

В частном случае, пластины диспергатора выполнены толщиной 3-6 мм.

Для повышения степени производительного использования озона установку снабжают
25 дополнительной системой обработки избыточного озона, выполненной в виде дополнительного контактного бассейна, вход для воды которого сообщен с выходом для воды основного контактного бассейна, а выход для воды - с входом для воды основного
30 контактного бассейна, при этом в дополнительном контактном бассейне может быть размещен, по меньшей мере, один волновой генератор или устройство для возбуждения ударных волн.

Предпочтительно в дополнительном контактном бассейне расположены диспергаторы озона, сообщенные с выходом газа из основного контактного бассейна.

Наиболее предпочтительно основной и/или дополнительный герметичный контактный
35 бассейн разделен на секции вертикальными, поперечными, поочередно примыкающими ко дну и установленными с зазором относительно дна перегородками, при этом в каждой секции размещен блок форсунок, предпочтительно установленных с возможностью поворота и направления струй распыляемой воды навстречу потоку обрабатываемой воды, перетекающей из секции в секцию от входа в контактный бассейн к его выходу.

В частности, количество секций в контактном бассейне составляет 2-10 и диспергаторы
40 размещены в каждой секции. В каждой секции также могут быть размещены генераторы волновых колебаний или устройства для возбуждения ударных волн.

В частном случае, электроды генератора озона выполнены в виде дисков, предпочтительно гофрированных, при этом зазор между дисками предпочтительно
45 находится в пределах 0,5-1 мм.

Дополнительно могут быть предусмотрены система фильтрации воды до подачи ее в контактный бассейн и/или после него и система охлаждения синтезированного озона.

Другие отличия заключаются в том, что установка может быть снабжена блоком очистки
50 отработанного газа перед выбросом в атмосферу путем его нагревания и/или пропускания через слой катализатора, блоком контроля и управления.

Одно из частных воплощений изобретения предусматривает выполнение установки в виде отдельных модулей контейнерного типа, состоящих из модуля подготовки воздуха, содержащего блок охлаждения и осушки воздуха, модуля получения озона, включающего,

по меньшей мере, один генератор озона и, возможно, систему его охлаждения, реакторного модуля, объединяющего контактный бассейн и систему обработки избыточного озона и, возможно, блока очистки отработанного газа, модуля системы контроля и управления, модуля энергообеспечения и соединительной арматуры.

5 Реализуемый в охарактеризованном выше устройстве способ озонирования воды включает синтез озона из предварительно охлажденного и осушенного воздуха, пропускание распыленного диспергатором озона через слой обрабатываемой воды и
10 обработку избыточного озона, при этом распыление озона ведут при помощи, по меньшей мере, одного диспергатора, выполненного в виде пористой пластины с размерами пор 10-150 мкм или пластины с каналами в форме усеченного конуса, диаметр которых на входе и
15 выходе озона составляет соответственно 180-200 мкм и 100-150 мкм, а обработку избыточного озона осуществляют путем распыления воды над всей поверхностью обрабатываемой воды при их объемном соотношении, соответственно равном 1-20: 100, при этом элементы установки могут быть выполнены в виде отдельных модулей
контейнерного типа.

Предпочтительно в слое обрабатываемой воды возбуждают резонансные волны и колебания при помощи, по меньшей мере, одного волнового генератора или возбуждают ударные гидравлические волны.

В частном случае, часть воды, обработанной озоном, подвергают дополнительной
20 обработке озоном, возможно, при возбуждении ударных волн или резонансных волн и колебаний, после чего ее возвращают в воду, подвергшуюся первичной обработке.

Предпочтительно основную и/или дополнительную обработку воды озоном ведут в герметичном контактном бассейне, разделенном на секции вертикальными поперечными
25 поочередно примыкающими ко дну и установленными с зазором относительно дна перегородками, при этом обрабатываемую воду подают последовательно из одной секции в другую поочередно восходящими и нисходящими потоками, причем предпочтительно в каждой секции потоки обрабатываемой и распыляемой воды направляют навстречу друг
другу.

30 Перед подачей в генератор озона воздух осушают до точки росы -60 - -70°C предпочтительно методом захлаживания.

Для повышения степени растворения озона в воде перед подачей в обрабатываемую воду его охлаждают.

В частном случае, перед подачей на обработку озоном и/или после этой обработки воду очищают путем фильтрации.

35 В другом частном случае, перед выбросом в атмосферу отработанного газа его нагревают и/или пропускают через слой катализатора.

Именно совокупность существенных признаков изобретения, отраженных в независимых пунктах формулы, обеспечивает получение указанного выше технического результата, а признаки зависимых пунктов усиливают этот результат.

40 Указанные пористость или, альтернативно, форма и размеры каналов пластин диспергатора способствуют тонкому распылению озона, его хорошей растворимости в воде и эффективному воздействию на примеси. Наличие, по крайней мере, одного волнового генератора, возбуждающего в обрабатываемой воде колебания, или устройства для
создания ударных волн усиливает этот эффект.

45 Волновой генератор, установленный в проточной системе, какой, по существу, является контактный бассейн, использует часть потока обрабатываемой воды. При этом волновой генератор трансформирует энергию потока в энергию колебаний и волн, возникающих в обрабатываемой воде. Благодаря волнам вода получает значительную постоянную скорость. Кроме того, в обрабатываемой воде происходит рождение и схлопывание
50 кавитационных пузырей, значительное вихреобразование, возбуждение резонансных волн таких характеристик, при которых проявляется эффект резонансной турбулизации и перемешивания озона и воды. Нестационарные волновые процессы способствуют значительному повышению скорости и улучшению качества диспергирования и

растворения озона в обрабатываемой воде, снижают энергоемкость процесса.

Наличие блока форсунок, размещенных указанным выше образом, и обеспечение оптимального объемного соотношения распыляемой и обрабатываемой в контактном бассейне воды позволяют снизить до минимума количество остаточного озона, подаваемого в дальнейшем в блок нагрева и/или катализаторный блок.

Сущность изобретения поясняется чертежом, на котором показана схема установки для озонирования воды в виде модулей контейнерного типа (один из предпочтительных вариантов выполнения установки по данному изобретению).

Установка включает модуль подготовки воздуха 1, содержащий блок охлаждения и осушки воздуха 2, модуль получения озона 3, включающий генераторы озона 4, реакторный модуль 5, объединяющий контактный бассейн 6, в нижней части которого размещены диспергаторы 7, а в верхней части над поверхностью обрабатываемой воды установлены форсунки 8. Контактный бассейн 6 может быть выполнен в виде одной секции или разделен перегородками 9 на две и более секций. Предпочтительно в нижней части бассейна устанавливают волновые генераторы (не показаны) или устройства для возбуждения ударных волн (не показаны). Устройство для возбуждения ударных волн может быть выполнено, например, в виде сетки из токопроводящего материала. На эту сетку подают импульсы электрического тока, величина которого определена из условия достаточно быстрого (мгновенного) ее разогрева, при этом происходит быстрое закипание воды вблизи сетки, образование зон повышенного давления, являющихся источником ударных волн. Также устройство для возбуждения ударных волн может быть выполнено в виде кавитатора, например дополнительной емкости, полость которой через клапан сообщена с полостью контактного бассейна. В дополнительную емкость подают воду, повышают в ней давление по сравнению с давлением в контактном бассейне, после чего быстро открывают клапан. В результате образуются ударные волны. Установка включает также модуль системы контроля и управления 10 и модуль энергообеспечения

Установка работает следующим образом. Атмосферный воздух обычно под давлением 4-6 атм подают в модуль 1, где происходит его очистка и осушка в блоках 2. Затем осушенный воздух подают в модуль 3, где при помощи генераторов озона 4, соединенных с источником электропитания, расположенным в модуле 11, синтезируют озон. Полученную газовую смесь озона с воздухом направляют в модуль 5, распыляют при помощи диспергаторов 7 и пропускают через слой обрабатываемой воды, находящейся в контактном бассейне 6. Предпочтительно обработку воды ведут в проточном контактном бассейне, в котором вода с заданной скоростью (расходом) протекает от входа к выходу. С целью интенсификации процесс осуществляют в присутствии волновых генераторов или устройства для возбуждения ударных волн. Наличие этих устройств обеспечивает отрыв более мелких пузырьков озона от диспергаторов, т.е. еще до того, как они увеличатся до размеров, при которых они отрываются за счет архимедовой силы, а также обеспечивает более интенсивное перемешивание газа с обрабатываемой водой. Следует отметить, что размер пузырьков газа не должен быть менее 1-2 мм, т. к. при таких размерах пузырьков замедляется их всплытие, вследствие чего часть озона уносится с обрабатываемой водой. Остаточный озон, прошедший через слой воды, поступает в пространство над поверхностью обрабатываемой воды в контактном бассейне. Большая часть остаточного озона поглощается водой, распыляемой через форсунки 8, в которые может подаваться свежая вода из системы подачи воды в контактный бассейн или системы рециркуляции обрабатываемой в контактном бассейне воды. Отработанный озон, который не был поглощен распыляемой водой, направляют на дальнейшую утилизацию, например диспергируют в дополнительном контактном бассейне (не показан), вход для воды которого сообщен с выходом для воды основного контактного бассейна, а выход для воды - с входом для воды основного контактного бассейна, при этом в дополнительном контактном бассейне могут быть размещены волновые генераторы. Остаточный озон также поглощается распыляемой водой.

Альтернативно остаточный озон из основного контактного бассейна подают в устройство

для его утилизации (не показано), где его нагревают и/или пропускают через катализатор.

В процессе озонирования воды осуществляют контроль качества воды на входе и выходе установки, т.е. анализируют состав примесей. Также возможно контролировать давление или расход воды, давление воздуха и озона и другие показатели. Перед проведением озонирования вода может быть очищена разными способами, например многоступенчатой фильтрацией. В тех случаях, когда при обработке озоном в воде образуются осадок или взвесь твердых включений, предусматривают ее фильтрование перед подачей потребителю. Блоки фильтрации на чертеже не показаны.

Пример 1.

Для обработки воды озоном использовали вышеописанную установку, схема которой показана на чертеже. Атмосферный воздух охлаждали и осушали в блоках 2 до точки росы -60°C , после чего воздух под давлением $1,6 \text{ кгс/см}^2$ и температуре 5°C подавали в генераторы озона 4. Полученную газовую смесь озона с воздухом вводили в контактный бассейн 5. Обрабатываемая вода протекала со скоростью 2 см/с от входа в контактный бассейн к его выходу, проходя последовательно первую и вторую секции. Высота слоя воды составляла 4 м . Полное обновление воды в бассейне происходило в течение 20 мин . В его нижней части равномерно по всему поперечному сечению были расположены диспергаторы 7, выполненные в виде пористых пластин толщиной 4 мм с размерами пор 70 мкм , через которые вводили озон. На поверхности дисков образовывались пузырьки газа, которые при достижении размера $2-2,5 \text{ мм}$ отрывались и, проходя через слой воды, перемешивались с ней и растворялись (растворимость озона в воде составляет $210-400 \text{ мг/л}$ в диапазоне температур от $+2$ до $+20^{\circ}\text{C}$). Концентрация озона в воде составляла 20 мг/л . Озон вступал в химическую реакцию с находящимися в воде примесями и окислял их. Коэффициент использования озона в слое воды составлял 90% . Остаточное количество озона поступало в верхнюю часть контактного бассейна и взаимодействовало с распыляемой через форсунки 8 свежей водой, вводимой из системы подачи воды в бассейн. Размер капель составлял $1-2 \text{ мм}$. Объемное соотношение распыляемой воды и находящейся в контактном бассейне обрабатываемой воды составляло $1-30$. Коэффициент использования озона при этом повышался до 98% . Перед выбросом в атмосферу утилизировали путем нагревания до температуры 90°C . Система контроля и управления обеспечивала бесперебойную подачу воды, ее обработку, контроль различных параметров и блокировку от нештатных ситуаций.

В таблице приведены некоторые показатели качества воды до обработки озоном и после нее. Представленные данные свидетельствуют о высоком качестве обработки воды озоном, проведенной предложенным способом с использованием предложенного устройства.

Пример 2.

Осуществляли аналогично примеру 1, за исключением того, что вместо установки контейнерного типа использовали стационарную установку, контактный бассейн в которой был разделен на 4 секции вертикальными, поперечными, поочередно примыкающими ко дну и установленными с зазором относительно дна перегородками. В каждой секции был размещен блок форсунок, установленных с возможностью поворота и направления струй распыляемой воды навстречу потоку обрабатываемой воды, перетекающей из секции в секцию от входа в контактный бассейн к его выходу со скоростью 4 см/с . В качестве диспергаторов применяли пластины толщиной 6 мм с каналами в форме усеченного конуса, диаметр которых на входе и выходе озона составлял соответственно 200 мкм и 150 мкм . В нижней части каждой секции бассейна устанавливали волновые генераторы. Размер пузырьков газа, срывающихся с диспергаторов, при этом составлял $2-2,5 \text{ мм}$. Объемное соотношение распыляемой воды, в качестве которой использовали воду из системы рециркуляции бассейна, и находящейся в контактном бассейне обрабатываемой воды составляло $1-50$. Кроме того, использовали дополнительный контактный бассейн, выполненный идентично основному, в который через диспергаторы вводили остаточную озono-воздушную смесь из основного бассейна. Полученная в результате обработки вода

отвечала всем стандартам качества питьевой воды.

Формула изобретения

1. Установка для озонирования воды, содержащая систему подготовки воздуха, соединенную, по меньшей мере, с одним генератором озона, снабженным источником электропитания, реакционную емкость, в нижней части которой расположены диспергаторы, сообщенные с генератором озона, а также систему обработки избыточного озона, отличающаяся тем, что реакционная емкость выполнена в виде герметичного контактного бассейна, в нижней части которого расположен, по меньшей мере, один диспергатор, выполненный в виде пористой пластины с размерами пор 10 - 150 мкм или пластины с каналами в форме усеченного конуса, диаметр которых на входе и выходе озона составляет, соответственно, 180 - 200 мкм и 100 - 150 мкм, а система обработки избыточного озона выполнена в виде, по меньшей мере, одного блока форсунок, соединенных с источником распыляемой воды и размещенных над поверхностью обрабатываемой воды с обеспечением ее полного перекрытия распыляемой водой и объемного соотношения распыляемой и обрабатываемой в контактном бассейне воды, равного 1 - 20 : 100, при этом элементы установки могут быть объединены в отдельные модули контейнерного типа.

2. Установка по п.1, отличающаяся тем, что форсунки сообщены с системой подачи воды в контактный бассейн или с системой рециркуляции обрабатываемой в контактном бассейне воды.

3. Установка по п.1 или 2, отличающаяся тем, что снабжена, по меньшей мере, одним волновым генератором или устройством для возбуждения ударных волн, размещенным в нижней части контактного бассейна.

4. Установка по любому из пп.1 - 3, отличающаяся тем, что диспергаторы и/или волновые генераторы объединены в соответствующие блоки.

5. Установка по любому из пп.1 - 4, отличающаяся тем, что пластины диспергатора выполнены толщиной 3 - 6 мм.

6. Установка по любому из пп.1 - 5, отличающаяся тем, что снабжена дополнительной системой обработки избыточного озона, выполненной в виде дополнительного контактного бассейна, вход для воды которого сообщен с выходом для воды основного контактного бассейна, а выход для воды - с входом для воды основного контактного бассейна, при этом в дополнительном контактном бассейне могут быть размещены волновые генераторы или устройства для возбуждения ударных волн.

7. Установка по любому из пп.1 - 6, отличающаяся тем, что в дополнительном контактном бассейне расположены диспергаторы озона, сообщенные с выходом газа из основного контактного бассейна.

8. Установка по любому из пп.1 - 7, отличающаяся тем, что основной и/или дополнительный герметичный контактный бассейн разделен на секции вертикальными, поперечными, поочередно примыкающими ко дну и установленными с зазором относительно дна перегородками, в каждой секции размещен блок форсунок, предпочтительно, установленных с возможностью поворота и направления струй распыляемой воды навстречу потоку обрабатываемой воды, перетекающей из секции в секцию от входа в контактный бассейн к его выходу.

9. Установка по любому из пп.1 - 8, отличающаяся тем, что количество секций в контактном бассейне составляет 2 - 10 и диспергаторы размещены в каждой секции.

10. Установка по любому из пп.1 - 9, отличающаяся тем, что волновые генераторы или устройства для возбуждения ударной волны установлены в каждой секции.

11. Установка по любому из пп.1 - 10, отличающаяся тем, что электроды генератора озона выполнены в виде дисков, предпочтительно гофрированных, при этом зазор между дисками, предпочтительно, находится в пределах 0,5 - 1 мм.

12. Установка по любому из пп.1 - 11, отличающаяся тем, что предусмотрена система фильтрации воды до подачи ее в контактный бассейн и/или после него.

13. Установка по любому из пп.1 - 12, отличающаяся тем, что дополнительно снабжена системой охлаждения озона.

14. Установка по любому из пп.1 - 13, отличающаяся тем, что дополнительно снабжена блоком очистки отработанного газа перед выбросом в атмосферу путем его нагревания и/или пропускания через слой катализатора.

15. Установка по любому из пп.1 - 14, отличающаяся тем, что снабжена блоком контроля и управления.

16. Установка по любому из пп.1 - 15, отличающаяся тем, что выполнена в виде отдельных модулей контейнерного типа, состоящих из модуля подготовки воздуха, содержащего блок охлаждения и осушки воздуха, модуля получения озона, включающего, по меньшей мере, один генератор озона и, возможно, систему его охлаждения, реакторного модуля, объединяющего контактный бассейн и систему обработки избыточного озона и, возможно, блока очистки отработанного газа, модуля системы контроля и управления, модуля энергообеспечения и соединительной арматуры.

17. Способ озонирования воды, включающий синтез озона из предварительно охлажденного и осушенного воздуха, пропускание распыленного диспергатором озона через слой обрабатываемой воды и обработку избыточного озона, отличающийся тем, что распыление озона ведут при помощи, по меньшей мере, одного диспергатора, выполненного в виде пористой пластины с размерами пор 10 - 150 мкм или пластины с каналами в форме усеченного конуса, диаметр которых на входе и выходе озона составляет, соответственно, 180 - 200 мкм и 100 - 150 мкм, а обработку избыточного озона осуществляют путем распыления воды над всей поверхностью обрабатываемой воды при их объемном соотношении, соответственно равном 1 - 20 : 100, при этом элементы установки могут быть выполнены в виде отдельных модулей контейнерного типа.

18. Способ по п.17, отличающийся тем, что в слое обрабатываемой воды возбуждают резонансные волны и колебания при помощи, по крайней мере, одного волнового генератора или возбуждают ударные волны.

19. Способ по п.17 или 18, отличающийся тем, что часть воды, обработанной озоном, подвергают дополнительной обработке озоном, возможно, при возбуждении резонансных волн и колебаний или возбуждении ударных волн, после чего ее возвращают в воду, подвергшуюся первичной обработке.

20. Способ по любому из пп.17 - 19, отличающийся тем, что основную и/или дополнительную обработку воды озоном ведут в герметичном контактном бассейне, разделенном на секции вертикальными поперечными поочередно примыкающими ко дну и установленными с зазором относительно дна перегородками, при этом обрабатываемую воду подают последовательно из одной секции в другую поочередно восходящими и нисходящими потоками, причем, предпочтительно, в каждой секции потоки обрабатываемой и распыляемой воды направляют навстречу друг другу.

21. Способ по любому из пп.17 - 20, отличающийся тем, что перед подачей в генератор озона воздух осушат до точки росы (-60) - (-70)°С.

22. Способ по любому из пп.17 - 21, отличающийся тем, что воздух осушат методом захолаживания.

23. Способ по любому из пп.17 - 22, отличающийся тем, что перед подачей в обрабатываемую воду озон охлаждают.

24. Способ по любому из пп.17 - 23, отличающийся тем, что перед подачей на обработку озоном и/или после этой обработки воду очищают путем фильтрации.

25. Способ по любому из пп.17 - 24, отличающийся тем, что перед выбросом в атмосферу отработанного газа его нагревают и/или пропускают через слой катализатора.

Таблица

№	Параметр	Единица измерения	ГОСТ 2874-82 РФ	Декрет ЕС СМА	До обработки	После обработки
10	2	3	4	5	6	7
Общие показатели						
1	рН			6,5-8,5	6,2	6,9
2	Запах	баллы	2	2 при 12 ⁰ С 3 при 25 ⁰ С	3	1
3	Привкус	баллы	2	- « -	3	1
4	Жесткость	мг-экв/л	<7		5	0,3
5	Мутность по формазину	Н.Т.У.	1	4	3	0,1
6	Сухой остаток	мг/л	1000	15000	2000	610
7	Цветность	град	20	20	15	<5
8	Щелочность	мг-экв/л	0,5-6,5		1,5	2,2
Интегральные характеристики						
9	Окисляемость перманганатная	мг/л		5	6	4,0
Неорганические соединения						
10	Аммоний	мг/л NH ₄		0,5	0,2	0,1
11	Алюминий	мг/л	<0,5	0,2	0,3	0,1
12	Железо	мг/л	<0,3	0,2	0,6	0,016
13	Кальций	мг/л	30-140		200	40
14	Магний	мг/л	>10	50	100	50
15	Медь	мг/л	1		0,01	0,002
16	Мышьяк	мг/л	0,01	0,05	0,01	<0,0005
17	Ртуть	мг/л	0,5	0,001	0,01	0,001
18	Свинец	мг/л	<0,01	0,01	0,01	<0,001
19	Хром	мг/л	<0,01	0,05		<0,01
20	Остаточный озон	мг/л	0,1			0,0
Органические соединения						
21	Общие углеводы	мг/л	<0,1	0,01	0,3	<0,01
22	Фенол	мг/л	0,001	0,0005	0,001	<0,0005
23	СПАВ	мг/л	0,5		0,6	<0,1
Пестициды						
24	Гексахлорбензол	мг/л	<0,0001	0,0001	0,0002	0,00005
25	ДДТ	мг/л	<0,0002	0,0001	0,0002	0,00001
Микробиологические примеси						
26	Колиформы общие	Кл/100мл		0		н/обн.
27	Стрептококки фекальные	Кл/100мл		0		н/обн.
28	Общее микробное число	100 ед. в 1 мл	<100		250	20