(19) Евразийское патентное ведомство

(11) 042627 (13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.03.07

(21) Номер заявки
202091622

(22) Дата подачи заявки
2019.01.04

(51) Int. Cl. ***C02F 1/72*** (2006.01)
A61L 9/20 (2006.01)
A61L 9/22 (2006.01)
B01J 19/08 (2006.01)
B01J 19/12 (2006.01)
C01B 15/029 (2006.01)
F24F 3/16 (2006.01)

(54) СИСТЕМА ОЧИСТКИ ВОДЫ

(31) **256745**
(32) **2018.01.04**
(33) **IL**
(43) **2020.12.09**
(86) **PCT/IL2019/050025**
(87) **WO 2019/135239 2019.07.11**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
Ай. эС. дабблЮ. эС ЛТД (IL)

(72) Изобретатель:
Амар Эли, Самими Голан Мати (IL)

(74) Представитель:
Виноградов С.Г. (BY)

(56) US-A1-2007062883
US-A-5622622
US-A-5223105

(57) В изобретении предложена система очистки воды без использования химических веществ. Основные элементы системы включают: камеру с впускным отверстием и выпускным отверстием, предназначенными для подачи поступающего воздуха в камеру и отвода выходящего воздуха из камеры; по меньшей мере одну колбу с источником УФ-излучения/лампу ультрафиолетового излучения; по меньшей мере одну пару магнитных колец; и каркасную конструкцию, предназначенную для размещения по центру объема камеры от верхней части до нижней части вокруг центральной продольной оси камеры, при этом каркасная конструкция включает внутреннее пространство, предназначенное для размещения в нем по меньшей мере одной колбы с источником УФ-излучения/лампы ультрафиолетового излучения и по меньшей мере одной пары крепежных элементов для удержания по меньшей мере одной пары магнитных колец вокруг по меньшей мере одной колбы с источником УФ-излучения/лампы ультрафиолетового излучения, при этом устройство для очистки воды имеет концентрическую конфигурацию, предназначенную минимизировать возмущение профиля и распределения поступающего и выходящего воздуха, при этом по меньшей мере одна пара магнитных колец расположена параллельно относительно друг друга и предназначена индуцировать круговое магнитное поле с максимальным магнитным потоком, воздействующим на молекулы в потоке поступающего и выходящего воздуха.

042627 B1

042627 B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к системам для безреагентной очистки воды и, в частности, к устройствам и аппаратам, в которых используется принцип преобразования атмосферного воздуха в радикализованный газообразный кислород, который затем используется для целей очистки воды.

Предпосылки к созданию изобретения

Очистка воды является насущной необходимостью ввиду постоянного загрязнения воды и потребности осуществления питьевого водоснабжения. Для очистки воды предлагаются различные способы - как химические, так и нехимические. Что касается применения нехимических способов, устройство и системы известного уровня техники, раскрытые в настоящем документе, включают лишь частичные аспекты модели камеры для очистки воды и соответствующие функциональные возможности путем получения очищающего активного газа или воздуха. Исходя из этого, во всех системах известного уровня техники компоненты систем, включающие источники ультрафиолетового излучения, источники генерирования магнитного поля и трубопроводы для подачи потока воздуха в камеру, максимально разнесены с целью достижения максимального к.п.д. и оптимальных характеристик. Для примера в патенте США № 4655933, выданном Johnson, ферромагнитные элементы, индуцирующие магнитные поля, создающие магнитный поток внутри камеры, через которую нагнетают поток воздуха, размещены снаружи или по углам камеры, предположительно с целью предотвращения любого нежелательного возмущения потока атмосферного воздуха, поступающего во впускное отверстие и выходящего из выпускного отверстия данной камеры, что приводит к снижению производительности устройства. В результате этого в сходных вариантах осуществления, раскрытых в патенте Johnson, взаимодействие между молекулами атмосферного воздуха и магнитным полем, индуцируемым ферромагнитными стержнями в раскрытых конфигурациях, ограничено диаметром воздушной камеры и ее геометрической формой. Указанные параметры рассчитаны с учетом различных факторов, включающих требуемую производительность по воздуху и скорость очистки воды. К сожалению, такие привила расчета и конструктивное исполнение не предусматривают достаточных возможностей и не предоставляют достаточной степени свободы для специалистов в данной области техники в плане проектирования и создания высокоэффективного устройства, оптимизированного в соответствии с требованиями определенных областей применения и соответствующего нуждам заказчика. Подобным образом в патенте США № 9321655, выданном Kolstad et al. раскрываются аналогичные способ и устройство, однако с улучшенными рабочими характеристиками ввиду использования магнитных стержней в асимметричной компоновке, индуцирующих более мощный магнитный поток, воздействующий на кислородный компонент в составе атмосферного воздуха. Ввиду использования ферромагнитных стержней решение Johnson и Kolstad страдает от нижеприведенных недостатков, снижающих производительность камеры ионизации:

i. Магнитное поле не обладает коаксиальной цилиндрической симметрией, следовательно, оно создает неконцентрическое возмущение поступающего потока атмосферного воздуха. Неконцентрическое распределение радикализованного газа приводит к более интенсивному физическому взаимодействию между стенками камеры и профилем потока поступающего атмосферного воздуха, принимающего форму цилиндрической камеры. В результате такого возмущения закономерно ожидается более высокая скорость рекомбинации ввиду более интенсивного взаимодействия между радикалами кислорода и компонентами атмосферного воздуха.

ii. С целью достижения максимальной производительности необходимо, чтобы магнитные стержни и соответствующая поляризация были ориентированы по отношению к ионизационной камере, по отношению к другим магнитным стержням в данной зоне и между смежными зонами. С целью решения указанной проблемы Kolstad et al. разместил магнитные стержни внутри длинных магнитных трубок. Это позволило решить проблему ориентации магнитных стержней, но при этом существенно сократился объем камеры ионизации, в результате чего снизилась ее мощность по пропусканию потока сжатого атмосферного воздуха. Вследствие этого любое незначительное увеличение диаметра стержней, которое позволило бы повысить напряженность магнитного поля в камере, может привести к значительному уменьшению свободного объема камеры ионизации, тем самым снижая возможности оптимизации рабочих параметров камеры ионизации.

С целью устранения вышеуказанных недостатков существует возможность повышения характеристик мощности ультрафиолетового излучения или уровня сжатия газа. Однако такое решение может привести к нежелательной температурной нестабильности и дальнейшему снижению рабочих параметров камеры ионизации.

При правильной компоновке в камере ионизации всех необходимых компонентов можно предотвратить возникновение нежелательных побочных эффектов, способных снизить к.п.д. устройства, скорость ионизации и качество очистки. Такие нежелательные побочные эффекты могут быть обусловлены нецелесообразным повышением мощности УФ-излучения ввиду рассеяния и абсорбции и, в конечном счете, нежелательного асимметричного геометрического возмущения, ограничивающего взаимодействие между УФ-излучением и атмосферным воздухом. В альтернативном случае может быть повышена мощность УФ-излучения, либо увеличена скорость потока сжатого воздуха. Однако любые изменения параметров камеры ионизации могли бы привести к изменению температурных и иных параметров воздуш-

ного потока и, как следствие, к снижению к.п.д. устройства. В другом аспекте недостаточная величина магнитного потока, воздействию которого подвергаются парамагнитные молекулы газообразного кислорода внутри камеры, может привести с снижению к.п.д. устройства, которое может функционировать надлежащим образом только при низких значениях сжатия потока воздуха.

Более того, исключительно высокое значение сжатия газа или мощности УФ-излучения может привести к повышению температуры газа, существенному повышению скорости рекомбинации газофазных радикалов кислорода обратно в их естественное диатомное и(или) нейтральное состояние. Это обусловлено относительно возросшим взаимодействием между молекулами газообразного кислорода и боковыми стенками камеры и между молекулами радикализованного газообразного кислорода и другими нейтральными молекулами кислорода, азота и другими нерадикальными молекулами воздуха.

Таким образом, цель настоящего изобретения заключается в создании эффективной высокопроизводительной системы для безреагентной очистки воды.

Еще одна цель настоящего изобретения заключается в создании системы для очистки воды с камерой ионизации концентрической конфигурации для увеличения производства ионизированного газообразного кислорода аллотропной формы в качестве очищающего средства, подаваемого в воду.

Еще одна цель настоящего изобретения заключается в создании системы для очистки воды, в которой путем взаимодействия переменных факторов, влияющих на производство аллотропов кислорода, обеспечивается повышение эффективности очистки воды с использованием заявляемой системы.

Еще одна цель настоящего изобретения заключается в создании аппарата и способа, являющихся масштабируемыми в зависимости от объема резервуаров для воды.

Указанные и иные цели и варианты осуществления настоящего изобретения станут очевидными на основе последующего подробного описания изобретения.

Краткое изложение сущности изобретения

Настоящее изобретение относится к системам безреагентной очистки, обработки и поддержания качества воды. В частности, настоящее изобретение относится к системам, в которых используется модифицированный воздух в радикализованном/возбужденном состоянии, подаваемый в емкость с загрязненной водой с помощью механических нагнетательных насосов/компрессоров и газонаправляющих средств. Активная электрохимическая реакция радикалов кислорода воздуха и их сопутствующих продуктов с загрязненной водой обеспечивает практически полное устранение растворенных в ней загрязнений, которые вымывают и дренируют из устройства, что позволяет получить воду высокой степени очистки. Устройства для химической очистки воды хорошо известны из предшествующего уровня техники. Однако обработка воды химическими реагентами обеспечивает лишь частичную очистку воды и сопровождается образованием дополнительных химических побочных продуктов, создающих побочные эффекты. В противоположность указанным системам настоящее изобретение не предусматривает использование любых дополнительных материалов, таких как химические соединения в виде поверхностно-активных веществ или биоцидов, используемых для устранения загрязнений неорганического или органического характера, и отличается отсутствием побочных эффектов или образованием нежелательных побочных продуктов. Аналогичные устройства для безреагентной очистки известного уровня техники были раскрыты в патентах США №№ 4655933 и 9321665, как указывалось выше.

На основании вышеизложенного в одном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает создание системы очистки воды, включающей:

камеру, снабженную впускным отверстием и выпускным отверстием, предназначенными для подачи поступающего воздуха в камеру и отвода выходящего воздуха из камеры;

по меньшей мере одну колбу с источником УФ-излучения/лампу ультрафиолетового излучения;

по меньшей мере одну пару магнитных колец; и

каркасную конструкцию, размещаемую по центру объема камеры от верхней части до нижней части вокруг центральной продольной оси камеры, при этом каркасная конструкция включает внутреннее пространство, предназначенное для размещения в нем по меньшей мере одной колбы с источником УФ-излучения/лампы ультрафиолетового излучения и по меньшей мере одной пары крепежных элементов для фиксации по меньшей мере одной пары магнитных колец вокруг по меньшей мере одной колбы с источником УФ-излучения/лампы ультрафиолетового излучения,

отличающейся тем, что система для очистки воды имеет концентрическую конфигурацию, предназначенную минимизировать возмущение профиля и распределения поступающего и выходящего воздуха, включает по меньшей мере одну пару магнитных колец, расположенных параллельно относительно друг друга и предназначенных для индуцирования кругового магнитного поля с максимальным магнитным потоком, воздействующим на молекулы в потоке поступающего и выходящего воздуха.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения камера ионизации воздуха система обработки и очистки воды имеет цилиндрическую геометрическую форму и включает пустотелую капсулу цилиндрической геометрической формы, при этом установочный каркас имеет цилиндрическую геометрическую форму.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения система для обработки и очистки воды дополнительно включает комплект концентрических цилиндрических ферромагнитных колец, располо-

женных в одинаковой относительной магнитной полярности или в относительной противоположной магнитной полярности в верхней части, по центру и в нижней части вдоль главной оси трубчатой камеры, при этом каждый комплект включает магнитные кольца с противоположными магнитными полярностями. Кольца механически соединены с опорной деталью каркасной конструкции, снабженной основными крепежными устройствами.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения камера ионизации системы для обработки и очистки воды выполнена из алюминия.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения камера ионизации системы для обработки и очистки воды покрыта поливинилхлоридом.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения ограждающий каркас выполнен из алюминия, и ферромагнитные элементы опорных деталей колбы с источником УФ-излучения каркасной конструкции, включающие присоединенные крепежные устройства, выполнены из стали/алюминия и покрыты нержавеющей сталью.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения камера ионизации воздуха соединена с насосом Вентури для отсасывания активного воздуха из камеры и его подачи в трубопровод обработанной воды, соединенный с системами питьевой воды для животных, либо с ирригационными системами, либо с резервуарами для воды.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения ограждающий каркас системы для обработки и очистки воды выполнен из нержавеющей стали или покрыто нержавеющей сталью.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения внутренняя поверхность камеры ионизации включает ограждающую трубку/капсулу, при этом на внутреннюю сторону трубки/установочного каркаса капсулы и на верхнюю и нижнюю крышки нанесено покрытие из TiO_2.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения система для обработки и очистки воды дополнительно включает несколько колб с источником УФ-излучения/ламп УФ-излучения приемлемой конструкции и компоновки.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения система для обработки и очистки воды дополнительно включает воздушный диффузор, одна сторона которого соединена с воздушным насосом и вторая сторона соединена с впускным отверстием камеры ионизации.

В дополнительном варианте осуществления настоящего изобретения система для обработки и очистки воды включает воздухопровод с трубкой Вентури, одна сторона которой соединена с воздушным насосом или выпускным отверстием воздушного диффузора и вторая сторона которой соединена с впускным отверстием камеры ионизации посредством адаптера.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения внешняя сторона камеры ионизации включает впускное и выпускное отверстия для воздуха и электрические вводы и выводы, герметизированные тефлоном с целью обеспечения вакуума.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения система обработки и очистки воды дополнительно включает предварительный фильтр, предназначенный для очистки поступающего атмосферного воздуха от примесей и загрязнений до нагнетания воздуха в цилиндрическую трубчатую камеру ионизации.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения система обработки и очистки воды дополнительно включает систему охлаждения воды.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения система обработки и очистки воды включает несколько адаптеров, соединенных с впускным и выпускным отверстиями для воздуха и другими отверстиями под электропроводку. Адаптеры снабжены резьбой для обеспечения и исключительно прочного винтового механического соединения с наружными трубопроводами или электрическими проводными соединениями.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения подвергшийся радикализации и воздействию УФ-излучения воздух подают насосом из внешнего трубопровода в резервуар для воды или в контейнер, при этом воду можно перемешивать для достижения лучших результатов таким образом, чтобы нагнетаемый воздух с образовавшимися в нем радикалами обеспечивал достижение требуемой кинетики в воде.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения воздух с образовавшимися в нем радикалами обеспечивает очистку воды за счет образования перекиси водорода (H_2O_2) при протекании интенсивной реакции между молекулами радикалов кислорода, вступающими в реакцию с молекулами воды и содержащимися в воде загрязнениями.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения очистка воды осуществляется путем непосредственного взаимодействия между аллотропами с радикалами кислорода и загрязнениями в воде.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения система обработки и очистки воды дополнительно включает модуль, предназначенный для слива и вымывания частиц загрязнений из очищенной воды.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения система обработки и очистки воды соединено с различными типами резервуаров для воды, системами и трубопроводами, такими как системы

питьевого водоснабжения, бассейны и водопроводные трубы, и может найти применение в различных областях, таких как промышленность, земледелие, сельскохозяйственное производство, садоводство, повторное использование воды и городское водопотребление.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения в системе обработки и очистки воды сжатый атмосферный воздух нагнетают в камеру и преобразуют его в газовую фазу в радикализованном/возбужденном состоянии, включающую аллотроп кислорода. Далее аллотроп из системы направляют через выпускное отверстие камеры и по внешнему трубопроводу подают в емкость или резервуар для воды.

В соответствии с одним аспектом настоящее изобретение относится к системе безреагентной очистительной обработки воды. В соответствии с другим аспектом настоящего изобретения система предназначена для обработки загрязненной или содержащей примеси воды и поддержания ее чистоты с помощью модифицированного атмосферного воздуха без применения каких-либо дополнительных веществ, таких как химические соединения в виде ПАВ или биоцидов.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения система выполнена в виде компактной закрытой камеры для обеспечения безопасности и мобильности. В другом варианте осуществления настоящего изобретения система соединена с различными типами резервуаров для воды, системами и трубопроводами, такими как системы питьевого водоснабжения, бассейны и водопроводные трубы. В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения систему применяют в различных областях, таких как промышленность, земледелие, сельскохозяйственное производство, садоводство, повторное использование воды и городское водопотребление.

В соответствии с одним конкретным аспектом настоящего изобретения в системе в цилиндрическую трубчатую камеру, в которой происходит радикализация содержащихся в ней газов, нагнетают и пропускают через нее сжатый модифицированный атмосферный воздух, при этом атмосферный воздух включает преимущественно молекулы газообразного азота и кислорода. В соответствии с дополнительным аспектом настоящего изобретения парамагнитные свойства кислорода атмосферного воздуха, включающего преимущественно двухатомные молекулы газообразного кислорода, используют для сосредоточения и концентрации молекул кислорода на определенных участках в трубчатой камере. Указанный процесс осуществляют путем воздействия образующего магнитный поток постоянного магнитного поля, создаваемого внутри камеры ионизации и прилагаемого к потоку газа концентрическими ферромагнитными кольцевидными элементами специфической конфигурации. Указанные кольца размещены внутри цилиндрической трубчатой камеры вдоль ее главной оси.

В соответствии с еще одним аспектом настоящего изобретения молекулы кислорода подвержены воздействию УФ-излучения, испускаемого источником УФ-излучения, включающим две внутренние лампы с двумя различными диапазонами длин волн УФ-излучения, 180-195 [нм] и 240-280 [нм] соответственно. Источники УФ-излучения осуществляют гемолитическое расщепление химических связей в молекулах кислорода и переводят их в несколько стабильных состояний в виде радикалов молекул кислорода, образующих аллотроп различных ионизированных молекул кислорода.

В соответствии с одним конкретным аспектом настоящего изобретения стабильные радикалы кислорода отводят из цилиндрической трубчатой камеры под воздействием прилагаемого внешнего давления и направляют в резервуар для обработки и очистки воды. В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения цилиндрическая трубчатая камера выполнена из инертного материала или покрыта изнутри инертным материалом, таким как TiO_2, предназначенным для обеспечения физической защиты от проходящего потока радикализованного газообразного кислорода.

В соответствии с еще одним аспектом настоящего изобретения подвергшийся радикализации и воздействию УФ-излучения воздух нагнетают в воду под давлением, при этом воду перемешивают для достижения лучших результатов таким образом, чтобы нагнетаемый воздух с образовавшимися в нем радикалами обеспечивал достижение требуемой кинетики в воде.

В соответствии с еще одним аспектом настоящего изобретения воздух с образовавшимися в нем радикалами очищает воду путем образования перекиси водорода (H_2O_2) за счет протекания интенсивной реакции свободно-радикальных молекул воздуха, т.е. кислорода, реагирующих с молекулами воды и содержащимися в воде загрязнениями. В соответствии с еще одним аспектом настоящего изобретения дополнительно к взаимодействию с перекисью водорода радикалы аллотропов кислорода непосредственно взаимодействуют с загрязнениями.

В соответствии с еще одним аспектом настоящего изобретения система обеспечивает высокую степень очистки и качества воды, при этом исключается образование химических и(или) биологически органических или неорганических побочных продуктов или возникновение иных побочных эффектов, как это имеет место при протекании реакций в процессе химической очистки воды. В соответствии с еще одним аспектом настоящего изобретения система обеспечивает постоянную подачу модифицированного воздуха с образовавшимися в нем радикалами в воду для поддержания непрерывного процесса очистки и подачи очищенной воды.

Настоящее изобретение и раскрытая система предназначены для обработки, очистки загрязненной или содержащей примеси воды и ее сохранения в различных крупногабаритных технологических (быто-

вых) емкостях с использованием модифицированных ионизированных продуктов воздуха без каких-либо дополнительных химических веществ, таких как химические соединения в виде поверхностно-активных веществ или биоцидов, используемых для устранения загрязнений неорганического или органического характера, как это излагалось в ряде предшествующих работ.

Устройство.

В устройстве настоящего изобретения сжатый атмосферный воздух нагнетают во впускное отверстие цилиндрической трубчатой камеры для получения модифицированного атмосферного воздуха, трансформируемого в процессе радикализации под воздействием УФ-излучения в двух различных диапазонах длин волн УФ-излучения 180-195 [нм] и 240-280 [нм]. Компонент атмосферного газообразного кислорода является высокоактивным, при этом парамагнитные свойства кислорода используются для его направления, фокусирования и концентрирования в определенных участках с использованием внешнего магнитного потока и для его активации путем магнитного воздействия до более высоких уровней намагниченности, необходимых для интенсификации процесса возбуждения путем воздействия УФ-излучения, и для перехода в его радикальную аллотропную фазу. Магнитный поток генерируется определенной конфигурацией концентрических ферромагнитных кольцевидных элементов на определенных участках внутри камеры. Атмосферный воздух, в частности, парамагнитные молекулы кислорода, намагничиваемые генерируемым кольцами магнитным полем, дополнительно подвергаются воздействию источника УФ-излучения, возбуждающего их до более высоких энергетических состояний радикалов. Фазу радикализованного кислорода, включающую аллотроп нескольких ионизированных и возбужденных состояний кислорода, направляют в выпускное отверстие трубчатой камеры за счет воздействия внешнего давления и нагнетают в загрязненную воду.

Воду можно перемешивать для создания требуемой кинетики, необходимой для повышения растворимости радикалов ионизированного кислорода, нагнетаемых под давлением в воду. Предполагается, что модифицированный воздух очищает воду путем образования перекиси водорода (H_2O_2) за счет протекания интенсивной реакции между молекулами радикалов кислорода, вступающими далее в реакцию с содержащимися в воде загрязнениями, либо в альтернативном случае за счет прямого взаимодействия между радикалами молекул кислорода и загрязнениями. Предполагается, что некоторая часть радикалов кислорода концентрируется в мелких пузырьках, выступающих в качестве проводников, обеспечивающих их контакт и непосредственное взаимодействие с находящимися в воде загрязнениями. Загрязняющие вещества либо модифицируются, либо разбиваются на безвредные частицы, которые далее могут быть отфильтрованы, смыты и слиты из емкостей для воды. Устройство постоянно обеспечивает подачу модифицированного (активного) воздуха в виде мелких пузырьков в воду для обеспечения непрерывной очистки и снабжения очищенной воды.

Модель.

Моделирование и конструирование систем безреагентной обработки и очистки воды, таких как представлены в настоящей заявке, является в целом высоко сложной и нетривиальной задачей, предусматривающей учет различных факторов, таких как физические, механические и иные конструктивные факторы. В основе большинства из указанных факторов преимущественно лежит несколько различных физических механизмов, непосредственно оказывающих влияние на характеристики устройства очистки, при этом также предусматривается определенное взаимодействие между указанными механизмами. Следовательно, с целью создания высокоэффективного устройства для обработки и очистки воды необходимо должным образом использовать указанные физические механизмы в отношении молекул атмосферного воздуха и, в частности, парамагнитных молекул газообразного кислорода в процессе их протекания/прохождения через камеру ионизации. Такие физические механизмы и сопутствующие факторы приведены ниже.

Не ограничивая настоящее изобретение конкретной моделью и вариантами осуществления, мы исходим из общей модели в отношении настоящего изобретения и устройств. Общая модель и способы применимы к устройству и способу, обеспечивающим формирование радикалов кислорода из атмосферного воздуха в герметичной трубчатой камере при воздействии УФ-излучения, при этом воздух дополнительно подвергается воздействию магнитного поля. Модель в основном включает несколько компонентов, которые следует учесть при создании камеры ионизации устройства для очистки воды. Более того, с целью достижения максимальной эффективности устройства для очистки воды необходимо также учитывать взаимодействие между компонентами, включающими:

i. Геометрическую форму и конструкцию камеры ионизации и ее внутреннюю компоновку.

ii. Свойства потока атмосферного воздуха, в том числе, его кинетику, обуславливаемую уровнем сжатия, парамагнитными и теплофизическими свойствами.

iii. Магнитное 3D-распределение, интенсивность и поток магнитного поля.

iv. УФ-излучение, преобразующее атмосферный воздух в фазу радикализованного газа.

Фактически модель настоящего изобретения представляет собой устройство концентрической формы, снабженное узкой цилиндрической колбой с источником ультрафиолетового излучения, расположенной по центру цилиндрической трубки по всей длине трубки, и магнитными кольцами, выполненными из ферромагнитного материала, размещенными попарно вокруг колбы с источником УФ-излучения

на определенно выбранном расстоянии. Колбу с источником УФ-излучения и магнитные кольца удерживает центральная каркасная конструкция при определенной устойчивой конфигурации. Воздушная трубчатая камера снабжена верхним впускным отверстием для поступающего воздуха и нижним выпускным отверстием для исходящего воздуха, подвергаемого воздействию УФ-излучения и магнитного поля. Концентрическая конструкция устройства создает магнитное поле, распространяющееся от центра трубчатой камеры, т.е. от участка расположения лампы/колбы с источником УФ-излучения до стенок трубчатой камеры и вертикально относительно центра трубчатой камеры. В указанной компоновке магнитные кольца генерируют магнитное поле, которое обеспечивает магнитную концентрацию, притягивая к себе молекулы кислорода ввиду их парамагнитных свойств, вокруг концентрической оси на определенных геометрических участках в камере. В результате прилагаемого давления сжатия поток атмосферного газообразного воздуха в трубчатой ионизационной камере движется в продольном направлении от ее впускного отверстия до ее выпускного отверстия. Молекулы воздуха преимущественно перемещаются, а не рассеиваются вдоль продольной оси трубчатой камеры ионизации в направлении выпускного отверстия. Локальные магнитные поля, генерируемые парами колец вдоль продольной оси, временно притягивают молекулы кислорода и вызывают их частичную ионизацию в сочетании с воздействием УФ-излучения. Комбинация направленного продольного перемещения молекул кислорода потоком воздуха с поперечным и продольным направлением постоянных магнитных полей вдоль продольной оси трубчатой камеры создает эффективное время задержки нейтральных молекул атмосферного газообразного кислорода на участках с высокой плотностью магнитного потока и далее способствует их преобразованию в радикалы кислорода или переводит молекулы кислорода в возбужденное состояние.

Кроме того, время воздействия магнитного поля на радикализованные и(или) возбужденные намагниченные молекулы кислорода пропорционально силе магнитного поля и обратно пропорционально эффективной кинетической энергии молекул кислорода, образуемой при сжатии газа. Парамагнитные молекулы газообразного кислорода притягиваются к конкретным участкам с высокой интенсивностью магнитного поля, затем активируются до более высоких уровней магнитной активации и, в конечном счете, ионизируются колбой с источником УФ-излучения. Следовательно, структура и конфигурация магнитного поля, обуславливающие его специфическое распределение, являются исключительно важными факторами обеспечения эффективности процесса ионизации. Более того, создающее магнитный поток магнитное поле и поток кинетической энергии молекул воздуха определяют временную концентрацию радикализованных и(или) возбужденных молекул кислорода и скорость их ионизации. Компонент радикализованных и(или) возбужденных молекул кислорода окружается поступающим потоком атмосферного воздуха. Кинетическое взаимодействие между указанными двумя компонентами, включающими радикализованный и(или) возбужденный газ и нейтральный атмосферный воздух и их дальнейшее взаимодействие и соударения со стенками камеры ионизации, в том числе с размещенной в ней каркасной конструкцией, магнитными кольцами и колбой с источником УФ-излучения, обуславливают скорость рекомбинации радикализованного газа в атмосферный газ или затухание возбужденного состояния. Геометрическая форма камеры ионизации и ее внутренняя конструкция также являются исключительно важными факторами, оказывающими непосредственное влияние на ее характеристики и эффективность. В результате этого, чем выше степень сжатия газа для данной конфигурации магнитного поля, тем меньше степень воздействия повышения магнитной активации на скорость ионизации/степень возбуждения молекул газообразного кислорода.

Кроме того, чем выше расход потока воздуха и чем ниже интенсивность магнитного поля, тем короче период проведения радикалов кислорода в магнитном поле, с одной стороны, и тем меньше рекомбинация молекул кислорода в радикализованном/возбужденном состоянии и их возврат в нейтральное состояние, с другой стороны. Чем ниже расход потока воздуха и чем выше интенсивность магнитного поля, тем длиннее период проведения радикалов кислорода в магнитном поле и тем слабее их рекомбинация и переход в нейтральное состояние.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения, оптимизация камеры задана в соответствии с нижеприведенными основными параметрами, включающими геометрическую форму и конструкцию камеры. Указанная конструкция включает внутреннюю конфигурацию, состоящую из каркасной конструкции, на которой размещены магнитные кольца и внутри которой установлены колбы с источником УФ-излучения, воздействующие на свойства проходящего потока атмосферного воздуха и кинетику, обусловленную степенью сжатия, парамагнитными и теплофизическими свойствами, распределением, интенсивностью и потоком магнитного поля, интенсивностью УФ-излучения, индуцирующего преобразование атмосферного воздуха в газообразную фазу в радикализованном/возбужденном состоянии. В дополнительном варианте осуществления настоящего изобретения размеры магнитных колец пропорциональны габаритам камеры. Кроме того, оптимизация размеров нескольких колец, внутренней конфигурации в конкретной зоне воздействия магнитного поля, индуцирующих магнитное поле при определенном распределении его напряженности и создающих магнитный поток внутри камеры, осуществляется в соответствии с требуемой скоростью радикализации/степенью возбуждения. Кроме того, в оценку оптимизированных относительных габаритов включены габариты камеры, ее геометрическая форма, конфигурация и конструкция, степень сжатия потока атмосферного воздуха, в том числе его кинетика,

парамагнитные и теплофизические свойства и УФ-излучение, индуцирующее радикализацию/возбуждение атмосферного воздуха.

В дополнительном варианте осуществления настоящего изобретения конфигурация магнитного поля включает несколько зон воздействия магнитного поля, при этом каждая зона предназначена для размещения одной пары магнитных колец в прямой или обратной магнитной полярности. В дополнительном варианте осуществления настоящего изобретения магнитное поле, индуцируемое магнитными кольцами в каждой зоне воздействия магнитного поля, варьируется в диапазоне 10^{-3}-10^{+6} Гауссов при достаточном магнитном потоке, необходимом для данной скорости радикализации/степени возбуждения при определенной степени сжатия воздуха и параметрах камеры, таких как геометрическая форма и конструкция, внутренняя конфигурация, свойства потока атмосферного воздуха, включающие кинетику, парамагнитные и теплофизические свойства воздуха, распределение, интенсивность и поток магнитного поля, интенсивность УФ-излучения, индуцирующего преобразование атмосферного воздуха в газообразную фазу в радикализованном/возбужденном состоянии. В дополнительном варианте осуществления настоящего изобретения каждая зона воздействия магнитного поля включает пару магнитных колец, имеющих определенную геометрическую форму, размеры и полярности. В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения рассматриваются факторы влияния конфигурации зоны воздействия магнитного поля на магнитное поле и магнитный поток в свободном объеме камеры, в том числе вблизи ее стенок, и соответствующее влияние вблизи зоны воздействия магнитного поля для индуцирования радикализации/возбуждения воздуха.

В одном предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения две камеры имеют цилиндрическую форму, причем камеры различаются по объему и длине, составляющей 892 и 430 мм соответственно, и имеют одинаковый внутренний и внешний диаметры, составляющие 63,4 и 73,15 мм соответственно. В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения ферромагнитные кольца выполнены из сплава NdFeB (марка № 42) с покрытием из Ni-Cu-Ni (Никель), их ширина составляет 3,1 мм, внешний диаметр - 31,75 мм, внутренний диаметр 19,05 мм и толщина 6,35 мм. В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения диаметр внутренних и внешних трубопроводов на входе и выходе из камеры составляет 10 мм. Длина ламп ультрафиолетового излучения соответствует длине камеры при номинальной мощности 21 и 39 Ватт соответственно. Объем резервуара для очистки воды составляет от 1000 до 10000 литров.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения магнитные кольца выполнены из ферромагнитных материалов, изготовленных из редкоземельных металлов. В частности, материалы выбраны из $Nd_2Fe_{14}B$, $SmCo_5$, Sm_2Co_{17}, композитных магнитных материалов, таких как $BaFe_{12}O_{19}$, MnBi, $Ce(CuCo)_5$, сильных постоянных магнитов, таких как, Alnico IV/V и Alcomax, являющихся торговыми названиями композитных материалов, выполненных из сплавов алюминия, никеля и кобальта с железом и с добавлением небольших количеств Cu, Ti и Nb, и ферритовых материалов из ферримагнетиков, таких как Fe_2O_3 и Fe_3O_4. В дополнительном варианте осуществления настоящего изобретения конфигурация магнитного поля генерируется несколькими парами магнитных колец, размещенными в нескольких зонах воздействия магнитного поля, при этом каждая зона воздействия магнитного поля включает одну пару колец, содержащую одно кольцо, выполненное из магнитных материалов, перечисленных выше, и одно кольцо, выполненное из металлического материла, такого как железо и сталь, который может быть намагничен под воздействием индуцированного внешнего магнитного поля.

Физическое моделирование устройства, подробно описанное в предыдущем параграфе, может привести к разработке различных конструкторских решений, которые могут быть использованы для создания различных устройств очистки воды. В рамках таких решений необходимо рассмотреть следующие нижеприведенные основные аспекты и взаимодействие между основными компонентами камеры ионизации:

свойства воздуха включают кинетические свойства при течении газа, свойства воздуха внутри камеры ионизации, на которые оказывают влияние геометрические свойства камеры, такие как ее геометрическая форма, габариты, внутренняя конструкция, и материалы, из которых она изготовлена;

теплофизические свойства газа, такие как термобарические свойства, на которые оказывает влияние ряд основных факторов, таких как внешнее давление, прилагаемое к газу компрессором, источник/мощность УФ-излучения дополнительно ко всем другим возможным источникам излучения, которые могут быть интегрированы в устройство и могут дестабилизировать теплофизические свойства газа: внутренние взаимодействия молекул газа, такие как возможные взаимодействия между радикалами атмосферного воздуха, включая их обоюдное взаимодействие и взаимодействия со стенками камеры и всеми возможными препятствиями в камере в процессе прохождения молекул газа через камеру. Во избежание снижения эффективности устройства необходимо включить в устройство определенные механизмы охлаждения для поддержания стабильного температурного режима при незначительных отклонениях температурного режима;

взаимодействие между создающими магнитный поток магнитными полями и парамагнитными молекулами газа, возбужденными магнитным полем, которое обеспечивает как магнитную активацию, так и концентрирование парамагнитных молекул газообразного кислорода на определенных участках с вы-

сокой напряженностью магнитных полей в процессе прохождения молекул через камеру ионизации;

внутреннее взаимодействие между парамагнитными молекулами газообразного кислорода, активированными до более высоких уровней магнитной энергии с целью повышения вероятности и скорости ионизации УФ-излучением.

Источник ультрафиолетового излучения, возбуждающий двухатомные молекулы газообразного кислорода для их перевода в многовалентную аллотропную газовую фазу, включающую несколько стабильных состояний. Источник УФ-излучения осуществляет гемолитическое расщепление химических связей в молекулах кислорода, в частности, в молекулах газообразного кислорода, проходящих через магнитное поле, в результате чего происходит их ионизация/возбуждение и формирование газовой фазы в аллотропном радикализованном/возбужденном состоянии.

Другой аспект заключается в том, что радикалы кислорода/возбужденные молекулы доставляются в резервуар для воды, и, таким образом, их продукт представляет собой вариантный реагент окислительного действия, который может быть представлен в виде перекиси водорода при протекании реакции с молекулами воды и различными типами радикалов кислорода. Все типы реагентов являются активными оксидантами, вступающими в реакцию с восприимчивыми веществами с потенциалом восстановления путем донирования электрона для стабилизации неустойчивых радикалов молекул кислорода или путем восстановления перекиси водорода до ее стабильных соединений воды и кислорода.

С учетом предшествующего моделирования нами предлагается нижеприведенные варианты осуществления: в одном предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения предлагается полностью концентрическая конструкция для указанного устройства, включающая трубчатую цилиндрическую камеру ионизации, цилиндрическую удлиненную колбу с источником УФ-излучения и по меньшей мере одну зону воздействия магнитного поля, включающую по меньшей мере два магнитных кольца, расположенных симметрично вокруг центральной оси камеры. Магнитные кольца размещены на каркасной алюминиевой конструкции, предназначенной для их фиксации в специфической компоновке, обеспечивающей их центрирование по центральной оси камеры ионизации, по отношению к другим кольцам в конкретной зоне воздействия магнитного поля к другим зонам воздействия магнитного поля в камере ионизации. Каркасная конструкция, включающая локализованные зоны воздействия магнитного поля, предназначена для предотвращения минимального возмущения профиля и распределения поступающего атмосферного воздуха и радикализованных компонентов воздуха. Магнитные кольца могут быть размещены в параллельной, симметричной либо непараллельной, асимметричной магнитной поляризации и предназначены для индуцирования максимального кругового магнитного поля, воздействующего на поток молекул сжатого воздуха. Радиус и форма магнитных колец определяются специфическими требованиями к магнитному полю, также способствующими минимизации взаимодействия с потоком газа. В результате этого профиль потока газа в радикализованном/возбужденном состоянии принимает форму концентрического профиля магнитного поля, следовательно, обеспечивается минимальное взаимодействие газа в радикализованном/возбужденном состоянии с компонентами потока атмосферного воздуха, тем самым существенно снижая их обоюдное взаимодействие и взаимодействие со стенками камеры, внутренней каркасной конструкцией и кольцам. Диаметр и длину камеры, диаметр и длину колбы с источником УФ-излучения подбирают в соответствии с исходными требованиями к заданной степени сжатия газа, которые предварительно определены конкретной областью предусматриваемого применения. Указанные спецификации также относятся к требуемой эксплуатационной мощности и скорости очистки воды в конкретной области применения. После задания указанных параметров профиль и распределение магнитного поля устанавливают и оптимизируют для достижения требуемой степени очистки при определенной степени сжатия воздуха. В соответствии с указанными требованиями преимущество принятой конструкции камеры заключается в концентрической структуре магнитного поля, обеспечивающей существенное снижение указанного выше специфического взаимодействия внутри камеры ионизации.

В дополнительном варианте осуществления настоящего изобретения конструкция камеры ионизации предусматривает применение способа, основанного на использовании сильного взаимодействия между несколькими основными физическими механизмами, такими как взаимодействие между молекулами кислорода с магнитным полем и источником ультрафиолетового излучения при одновременном обеспечении взаимодействия между молекулами газа и другими физическими механизмами на возможно более низком уровне. Такие механизмы могут характеризоваться свойствами профиля потока газообразного воздуха и его теплофизическими свойствами. Указанные способ и конструкция отличаются от известных технических решений, в которых описываются устройства для безреагентной обработки и очистки воды, и предусматривается слабое взаимодействие между всеми физическими механизмами, оказывающими управляющее воздействие на устройство. Иными словами, основная цель настоящего устройства заключается в ионизации/возбуждении молекул газообразного кислорода наиболее оптимальным способом с целью их перевода в радикализованное аллотропное состояние, поддерживая при этом максимально нормальный поток внутри камеры. Другая цель заключается в предотвращении вероятности и возможности влияния механизмов рекомбинации газа в радикализованном/возбужденном состоянии обратно в основное двухатомное состояние кислорода по мере его прохождения через камеру ионизации в направ-

лении воздуховыпускного отверстия. Таким образом, используется цилиндрическая симметричная концентрическая конструкция трубчатой камеры, в которой как источник магнитного поля, так и источник ультрафиолетового излучения расположены в непосредственной близости от центральной оси и размещены вдоль центральной оси. Кроме того, как будет изложено ниже, прилагаемые магнитные поля индуцируются двумя или тремя комплектами концентрических цилиндрических ферромагнитных колец, расположенных в прямой или обратной полярности в соответствии с компоновками на фиг. 6A, C-E, занимая при этом незначительную эффективную часть от общего объема трубчатой камеры на верхнем конце, на нижнем конце и по центру трубчатой камеры, при этом каждый комплект колец включает магнитные кольца с отрицательными и положительными магнитными полюсами. Ввиду такой конструкции предполагается, что парамагнитные молекулы газообразного кислорода концентрируются по линиям сильного магнитного поля, что способствует повышению их эффективности за счет исключительно сильного внутреннего магнитного взаимодействия с внешне прилагаемым магнитным полем. Дополнительно к этому они располагаются в непосредственной близости от источника ионизации УФ-излучением. В результате этого молекулы достаточно легко активируются магнитным полем и переходят на более высокие уровни намагниченности под воздействием УФ-излучения и возбуждаются до аллотропной фазы кислорода с более высокой скоростью генерации по сравнению с устройствами известного уровня техники. Кроме того, ввиду исключительно высокоэффективной скорости ионизации/возбуждения источник ультрафиолетового излучения может работать при значительно более низкой мощности, тем самым передавая окружающим его молекулам газообразного кислорода меньший по величине и варьированиям тепловой поток. Следовательно, за счет этого повышается эффективность взаимодействия молекулы газообразного кислорода ввиду устранения нежелательного рассеяния под воздействием соседних молекул атмосферного воздуха, таких как азот. Подаваемое компрессором давление может быть снижено, что позволяет сократить количество нежелательных компонентов турбулентного потока. Кроме того, геометрическая конструкция магнитной камеры, включающая компоновку ферромагнитных концентрических колец, предназначена для минимизации возникающих в воздушном потоке возмущений при незначительных нежелательных побочных эффектах в виде турбулентного потока. Данная цель достигается за счет специальной геометрической конструкции трубчатой камеры, в которой учитывается нормальный поток газа, и при этом ферромагнитные кольца и колба с источником УФ-излучения/лампа УФ-излучения занимают лишь незначительную часть объема камеры. В результате этого в воздушном потоке возникают слабые возмущения. Кроме того, ферромагнитные кольца индуцируют концентрический профиль магнитного поля вдоль центральной оси трубчатой камеры. Поток молекул газообразного кислорода в радикализованном/возбужденном состоянии преимущественно проходит вблизи центральной продольной оси трубчатой камеры и подвергается незначительному количеству актов рекомбинации, которые обуславливают их переход в естественное двухатомное состояние кислорода. Это обусловлено относительно незначительным средним количеством взаимодействий со стенками камеры, более легким протеканием взаимодействия с УФ-излучением и меньшим количеством нежелательных актов рассеяния УФ-излучения, вызываемых молекулами атмосферного азота, снижающими скорость ионизации кислорода. Отличие от устройств известного уровня техники состоит в том, что целью ставилось достижение низкого уровня взаимодействия между всеми основными физическими механизмами устройства, и при этом соответственно по меньшей мере один из двух основных компонентов устройства - лампа УФ-излучения и(или) ферромагнитные элементы - размещали снаружи воздушной камеры. В устройстве настоящего изобретения используются трубчатая камера цилиндрической геометрической конфигурации, ферромагнитные кольца и лампа/колба с источником УФ-излучения, размещенные внутри камеры. За счет этого обеспечивается максимальное взаимодействие, т.е. скорость радикализации/возбуждения возрастает и снижается до минимума возникновение возмущений профиля потока газа внутри камеры с целью предотвращения нежелательных побочных эффектов в виде турбулентного потока газа. Это, в свою очередь, позволяет ослабить процесс рекомбинации кислорода в радикализованном/возбужденном состоянии в двухатомную фазу, что может привести к снижению эффективности обработки и очистки воды. Предполагается, что преимущество раскрытого устройства заключается в высокой/повышенной эффективности обработки и очистки воды, что было продемонстрировано на основе результатов экспериментов. В соответствии с приведенным описанием в Разделе физического моделирования указанные преимущества обусловлены рядом существенных факторов, способствующих достижению повышенной эффективности обработки и высокого качества очистки воды.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 - иллюстрация блок-схемы контейнера для размещения в нем устройства для обработки и очистки воды.

Фиг. 2 - внутренняя конструкция устройства для очистки воды.

Фиг. 3 - вид спереди устройства для обработки и очистки воды.

Фиг. 4A-B - эскиз камеры ионизации воздуха, где (A) - вид сверху в перспективе внешнего корпуса, и (B) - вид сбоку в перспективе как внутренней, так и внешней конструкций и узла.

Фиг. 5A-D - конструкция монтажных элементов камеры ионизации воздуха. (A) - покомпонентное изображение сверху в перспективе монтажных элементов внешнего корпуса; (B) - покомпонентное изо-

бражение сбоку в перспективе внутренних и внешних монтажных элементов; (C) и (D) - виды крупным планом элементов на (B) и (A) с ферромагнитными кольцами, размещенными в фиксирующих посадочных местах ферромагнитных колец, и без них соответственно.

Фиг. 6A-E - экспериментальные компоновки магнитных колец, соединенных с внутренней каркасной конструкцией внутри камеры ионизации, и без магнитных колец.

Фиг. 7A-B - (A) - изображения вида сверху прибора измерения интенсивности окрашивания DPD (N,N-диэтил-1,4-фенилендиаминсульфат), заполненного водой из емкости для воды, соединенной с камерой ионизации, содержащей определенное количество радикалов кислорода. (B) - соответствующая таблица значений интенсивности окрашивания DPD.

Фиг. 8A-B - график экспериментальных результатов концентрации радикалов (A) и периода стабилизации равновесного состояния (B) при различных расходах нагнетаемого воздуха.

Фиг. 9 - график измерений концентрации свободных радикалов в равновесном состоянии для различных значений расхода нагнетаемого воздуха.

Фиг. 10 - график экспериментальных результатов концентрации свободных радикалов в зависимости от различных значений расходов нагнетаемого воздуха, умноженных на соответствующий период стабилизации равновесного состояния.

Фиг. 11 - график рассчитанной средней плотности потока радикалов кислорода для различных значений расхода нагнетаемого воздуха.

Подробное описание чертежей

На фиг. 1 и 2 проиллюстрированы блок-схема контейнера и конструкция устройства для обработки и очистки воды (100), при этом реальное изображение одного опционального варианта осуществления устройства проиллюстрировано на фиг. 3. Устройство для очистки воды включает следующие элементы: опциональную систему воздушного охлаждения (1), предназначенную для обеспечения термостабилизации и регулирования температуры устройства для обработки и очистки воды с целью предотвращения возможного нежелательного воздействия внутренних или внешних тепловых источников, и в зависимости от потребности в охлаждении система охлаждения может включать воздушный вентилятор, систему водяного охлаждения или иную систему охлаждения; цилиндрическую камеру (2) ионизации воздушного потока, выполненную из алюминия, поливинилхлорида или иного химически инертного материала с покрытием из TiO_2, нанесенным на ее внутреннюю сторону; электрический балласт (3) для колбы с источником УФ-излучения/лампы УФ-излучения со спецификациями мощности (ватты, амперы, вольты), соединенный с местным источником электропитания; размыкатель электрической цепи (4), предназначенный для предотвращения перегрузок по току в схеме устройства; несколько приборов учета (5) расхода газа, принцип работы которых основан на электрических и механических методах измерения, при этом приборы учета расхода газа могут быть размещены внутри или снаружи контейнера (100) устройства для очистки воды, и могут быть расположены в пределах или за пределами участка очистки и обработки воды в зависимости от технических требований к устройству, при этом приборы учета расхода газа предназначены для контроля и регулирования объемного расхода потока атмосферного кислорода, проходящего через устройство (измеряемого в значениях "литры в минуту", л/мин); несколько измерителей уровня мощности (6), расположенных в любом месте на участке обработки и очистки воды и предназначенных для контроля и регулирования рабочих параметров, электрической мощности устройства, напряжения и силы тока. В другом варианте осуществления настоящего изобретения управление устройством осуществляется дистанционно. Несколько электрических выходов (7) обеспечивают внутреннее и наружное подключение к источнику электропитания устройства обработки и очистки воды. Устройство дополнительно включает воздушный компрессор (8). Чистый атмосферный воздух поступает в компрессор, либо из воздуха предварительно отфильтровывают примеси и загрязнения до его поступления в камеру ионизации с использованием специальной системы фильтрования, и далее воздух подвергают сжатию и подают под давлением воздушным компрессором (8) в цилиндрическую трубчатую камеру ионизации (2) (на чертеже не показана система фильтрования). Значения создаваемого компрессором давления находятся в диапазоне 0,1-10 [бар] при расходе потока сжатого воздуха 2-25 л/мин. На фиг. 3 проиллюстрирован один опциональный комплект устройства, в котором воздушный компрессор (8) соединен с прибором учета (5) расхода газа и через него соединен с камерой ионизации с помощью воздухопроводов (8a, 8b), соответственно. Камера ионизации соединена с впускным отверстием (не показано на соответствующих чертежах) внешнего резервуара для воды воздухопроводом (2a). С целью улучшения подачи воздуха в трубчатую камеру ионизации компрессор может быть соединен с воздушным диффузором и(или) воздухопроводом, снабженном трубкой Вентури. В другом варианте осуществления настоящего изобретения с целью улучшения подачи воздуха из камеры ионизации в резервуар для воды воздухопровод (2a) заменен трубопроводом с трубкой Вентури, эффективно направляющим воздух в контейнер с загрязненной водой. В другом варианте осуществления настоящего изобретения расход воздуха с образовавшимися в нем радикалами повышается за счет использования вторичного воздушного компрессора или вакуумного насоса, размещенного на выходном воздухопроводе (2a) в различных точках. При такой конфигурации вторичный воздушный компрессор нагнетает или вакуумный насос всасывает соответственно воздух с образовавшимися в нем радикалами, направляя его к диффузору, расположенному внутри емкости для

обработанной воды или резервуара для воды. В дополнительном варианте осуществления настоящего изобретения воздушный компрессор соединен с выходным воздухопроводом (2a) в непосредственной близости от его подсоединения к выпускному отверстию камеры ионизации. Подсоединение выполнено с помощью Т-образного воздушного штуцера. В данном комплекте устройства для подсоединения может быть опционально использован обратный воздушный клапан, соединенный с выходным отверстием воздушного компрессора, с целью предотвращения любых утечек потока воздуха с образовавшимися в нем радикалами или протечек в компрессор. Нагнетаемый компрессором поток воздуха сталкивается с радикализованным воздухом и повышает его скорость в направлении диффузора, присоединенного вблизи камеры. Соединение осуществляется с помощью выпускного отверстия выходного воздухопровода (2a) через Т-образный воздушный штуцер. Может быть подсоединен обратный воздушный клапан с целью предотвращения утечек потока воздуха с образовавшимися в нем радикалами в насос. Воздух с образовавшимися в нем радикалами ускоряется воздушным насосом в направлении выпускного отверстия выходного воздухопровода и далее направляется в диффузор.

Кроме того, устройство включает блок дистанционного управления и контроля (9), предназначенный для контроля и управления рабочими параметрами устройства, в сопоставлении с заданными параметрами, и переключение блока дистанционного управления между рабочими состояниями ON (ВКЛ.) и OFF (ВЫКЛ.) осуществляется механическим или электронным способом. Блок контроля предназначен для контролирования напряжения и подачи электропитания на устройство и, в частности, параметров напряжения и мощности лампы УФ-излучения, вентилятора, электронного прибора учета расхода газа и иных блоков в устройстве.

На фиг. 4A-B и 5A-D представлено схематическое изображение конструкции камеры ионизации воздуха в собранном и разобранном состоянии соответственно. На фиг. 4A показан вид сверху в перспективе внешнего корпуса камеры ионизации воздуха, при этом ее монтажные элементы показаны на фиг. 5A. На фиг. 4B показан вид сбоку в перспективе внутренней и внешней конструкции камеры, при этом ее монтажные элементы показаны на фиг. 5B. Как показано на указанных рисунках, камера ионизации воздуха, приведенная на фиг. 4A и 5A, включает: цилиндрический трубчатый корпус/цилиндрическую капсулу (16), при этом трубчатый корпус/цилиндрическая капсула могут быть выполнены из алюминия и ПВХ (поливинилхлорида, который является химически инертным) со слоем TiO_2, нанесенным на внутреннею поверхность корпуса/капсулы, с целью предотвращения окисления и повреждения потоком атмосферного и радикализованного воздуха; каркас/каркасную конструкцию (13) цилиндрической геометрической формы с симметрией. Каркасная конструкция может быть выполнена из алюминия, нержавеющей стали или из любого твердого металла. Каркасная конструкция (13) размещена внутри трубчатого корпуса/цилиндрической капсулы (16). Каркас/каркасная конструкция снабжена двумя крепежными элементами (13a, 13b) для фиксации магнитных колец, и в каркасной конструкции имеется внутреннее пространство для размещения в нем колбы с источником УФ-излучения/лампы УФ-излучения (14). Каркасная конструкция может дополнительно включать крепежные элементы (10a, 10b и 10c), размещенные от верхней части до нижней части на выбранном расстоянии друг от друга, для фиксации ферромагнитных колец в специфической компоновке (15a, 15b и 15c). Крепежные элементы, или посадочные места, могут быть выполнены из нержавеющей стали с нанесенной на нее слоем титана. Крепежные элементы (10a, 10b и 10c) могут образовывать один цельный блок с каркасной конструкцией. Внутреннее пространство в каркасной конструкции для размещения в нем лампы УФ-излучения в основном представляет собой "клетку", образуемую стержнями вдоль вертикальной оси z и вокруг центра каркасной конструкции. Пространство имеет отверстия вблизи нижней и верхней сторон каркасной конструкции.

Для создания магнитного поля требуемой конфигурации устройство включает три комплекта концентрических цилиндрических ферромагнитных колец (15a, 15b, 15c), расположенных в соответствии с выбранной полярностью и занимающих незначительную эффективную часть от общего объема трубчатой камеры. Кольца размещены вдоль вертикальной оси z каркасной конструкции, в частности, на верхнем и нижнем концах и по центру главной оси трубчатой камеры, при этом каждый комплект включает магнитные кольца (15e, 15f) с отрицательными и положительными полюсами. В одном конкретном варианте осуществления настоящего изобретения кольца расположены с одной и той же полярностью. В целом, трубка и корпус выполнены из химически и механически долговечных или стойких материалов. Колба с источником УФ-излучения/лампа ультрафиолетового излучения (14) может включать две внутренние лампы, создающие излучение в двух диапазонах длин волн - 180-195 [нм] и 240-280 [нм], - и могут быть сконструированы и изготовлены в двух различных типах и конфигурациях, а именно: либо в виде ртутной лампы с нитью накала, либо в виде светодиодной лампы. Кроме того, конфигурация электрических разъемов лампы может включать 2 или 4 штыря, которые могут быть расположены на различных участках по сторонам ламп в зависимости от типа колбы с источником УФ-излучения/лампы УФ-излучения. Как показано на фиг. 5C и 5D, каждое из посадочных мест под ферромагнитные кольца включает два цилиндрических паза (10e, 10f), предназначенных для механической фиксации двух соответствующих ферромагнитных колец (15e, 15f). Указанная конструкция позволяет создать структуру с высокой плотностью компоновки ферромагнитных колец и колбы с источником УФ-излучения/лампы ульт-

рафиолетового излучения (14), расположенных вдоль центральной продольной оси камеры ионизации воздуха. Ферромагнитные кольца предназначены для размещения в непосредственной близости от колбы с источником УФ-излучения/лампы УФ-излучения, представляющей собой источник ультрафиолетового излучения, и окружать ее на трех главных участках расположения вдоль центральной оси камеры ионизации воздуха, тем самым образуя три основные взаимодействующие точки ионизационного воздействия между источником УФ-излучения и потоком атмосферного воздуха. Взаимодействие, в частности, оказывает воздействие на компонент парамагнитного кислорода вдоль траектории потока атмосферного воздуха в камере ионизации воздуха. Конструкция внешней пустотелой капсулы (16) механически соединена с верхней (11) и нижней (12) крышками дискообразной формы, выполненными из алюминия или из нержавеющей стали, поверхность которых покрыта слоем TiO_2. Верхняя и нижняя крышки/колпаки снабжены одним или двумя отверстиями соответственно. Центральные отверстия в верхней (11a) и нижней (12a) крышках используются в качестве впускного отверстия и выпускного отверстия соответственно для потока воздуха, проходящего через камеру ионизации. Нижняя крышка корпуса может быть дополнительно снабжена вторым специальным входным отверстием (12b) для введения через него электрических проводов в камеру ионизации воздуха и их выведения из камеры. В другом варианте осуществления настоящего изобретения на внутреннюю поверхность камеры, в том числе на установочный каркас (13), крепежные элементы и внутреннюю поверхность крышек камеры нанесено покрытие из TiO_2 с целью предотвращения их окисления и повреждения потоком газа внутри камеры.

В целях обеспечения функций электропитания и вакуумирования впускное отверстие и выпускное отверстие выполнены из стойкого материала, в частности, нержавеющей стали. Крышки механически присоединены к верхнему и нижнему концам (17a, 17b) установочного каркаса (13), выполненного из алюминия/нержавеющей стали, и к внешней трубчатой конструкции [цилиндрической капсуле] (16). Внешние соединения камеры ионизации воздуха герметизированы тефлоном для обеспечения требуемых условий разряжения для потока воздуха, проходящего через камеру. Присоединение к верхнему и нижнему концам (17a, 17b) выполнено с помощью специальных винтов, установленных внутри отверстий (17c) на верхней и нижней сторонах каркаса. Впускное и выпускное отверстия для воздуха и отверстия для ввода и вывода электрических кабелей дополнительно снабжены несколькими адаптерными и крепежными элементами, обеспечивающими пропускание через них электрических входных и выходных линий, не нарушая при этом давления атмосферного воздуха в камере. Указанные элементы также используются для удаления воздуха из камеры ионизации через специально выполненные воздуховыпускные отверстия.

Пример.

Ниже приведены результаты экспериментальных исследований работоспособности и характеристик камеры ионизации, а также продемонстрированы возможности и свойства камеры по очистке воды. С этой целью нами были использованы две конкретные конструкции и два варианта осуществления настоящего изобретения, включающие две камеры ионизации, имеющие два различных объема или длину, составляющую 892 и 430 мм, при одинаковых внутреннем и внешнем диаметрах, составляющих 63,4 и 73,15 мм. Ферромагнитные кольца выполнены из сплава NdFeB (марка № 42) с покрытием из Ni-Cu-Ni (Nickel), при этом ширина колец составляет 3,1 мм, внешний диаметр - 31,75 мм, внутренний диаметр - 19,05 мм и толщина - 6,35 мм.

Колбы с источником УФ-излучения/лампы ультрафиолетового излучения имеют длину, соответствующую длине камеры ионизации при номинальной мощности 21 и 39 ватт соответственно.

С целью демонстрации возможностей и свойств камеры ионизации было проведено подсоединение камеры к резервуару для воды объемом 1000 литров. В целях эксперимента камеру ионизации с меньшим/большим объемом подсоединяли к малогабаритной емкости объемом 4 литра. Лампа УФ-излучения была идентичной при проведении всех экспериментов и демонстрации возможностей. Диаметр внутренних и внешних трубопроводов на входе и выходе из камеры ионизации составлял 10 мм.

На фиг. 6A-E приведены виды сбоку в перспективе различных компоновок магнитных колец внутри камеры ионизации. Магнитные кольца зафиксированы с опорой на крепежные элементы (10) каркасной конструкции внутри камеры ионизации. Как показано на фиг. 4B, магнитные кольца симметрично ориентированы относительно главной продольной центральной оси крепежного элемента (10) вокруг колбы с источником УФ-излучения (14) и главной центральной оси цилиндрической камеры ионизации. На фиг. 6A приведен вид сбоку в перспективе асимметричной конфигурации магнитного поля, включающей две зоны воздействия магнитного поля, расположенные на двух сторонах опорного крепежного устройства (10) внутри камеры ионизации. В указанной конфигурации каждая зона воздействия магнитного поля включает два магнитных кольца (15e, 15f). Полярность магнитных колец обозначена как (SN, S = южный полюс, N = северный полюс), при этом каждое магнитное кольцо расположено в противоположной магнитной поляризации, при этом северный полюс магнитного кольца находится на его ближней стороне, в то время как южный полюс находится на его дальней стороне, т.е. (SN) (NS). Указанная конфигурация отмечена как эталонная конфигурация в одном предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения. На фиг. 6B приведен вид сбоку в перспективе конфигурации магнитного поля, включающей камеру ионизации без магнитных полей. На фиг. 6C приведена симметричная конфигурация маг-

нитного поля в другом варианте осуществления настоящего изобретения. Соответствующая конфигурация включает две зоны воздействия магнитного поля, расположенные по двум сторонам размещения крепежных элементов (10) внутри камеры ионизации. Каждая зона воздействия магнитного поля включает два магнитных кольца (15e, 15f). Магнитные кольца в каждой зоне в данной конфигурации размещены в одном и том же направлении магнитной поляризации, которая ориентирована от впускного отверстия камеры ионизации до ее выпускного отверстия от северного полюса к южному полюсу соответственно, т.е. (NS) (NS). В другом варианте осуществления настоящего изобретения на фиг. 6D приведена другая опциональная асимметричная конфигурация магнитного поля, включающая магнитные кольца. Указанная конфигурация включает две зоны воздействия магнитного поля, расположенные по двум сторонам размещения крепежных элементов (10) внутри камеры ионизации. Каждая зона включает два магнитных кольца (15e, 15f), размещенных в противоположной магнитной поляризации, при этом их южный магнитный полюс расположен на их ближней стороне, в то время как северный магнитный полюс - на их дальней стороне, (NS) (SN). В другом предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения на фиг. 6E приведена асимметричная конфигурация магнитного поля, включающая магнитные кольца. Конфигурация включает три зоны воздействия магнитного поля, расположенные вдоль центральной оси и по двум сторонам размещения крепежных элементов (10), как показано на фиг. 4E. В данной конфигурации каждая зона воздействия магнитного поля включает два магнитных кольца (15e, 15f), размещенных в противоположной магнитной поляризации, при этом их северный магнитный полюс расположен на ближней стороне и южный магнитный полюс - на их дальней стороне, т.е. три зоны воздействия магнитного поля (SN) (NS).

При проведении измерений растворенный DPD (N,N-диэтил-1,4-фенилендиаминсульфат) при определенной плотности радикалов приобретает определенный цвет и соответствующую интенсивность цвета. Эксперименты были выполнены с использованием камеры ионизации, снабженной магнитными кольцами в асимметричной эталонной компоновке, показанной на фиг. 6A, и с камерой ионизации без магнитного поля, показанной на фиг. 6A. Эксперименты, проведенные с использованием измерительного прибора методом DPD, показали наличие внутри небольшой емкости для воды, которая была присоединена к камере ионизации.

На фиг. 7A приведен вид сверху кювет измерительного прибора DPD, заполненных окрашенной водой, что указывает на наличие определенной концентрации радикалов кислорода. Измерительный прибор DPD заполнен водой с растворенными в ней реагентом DPD и определенным количеством радикалов кислорода, в результате чего вода приобретает определенную интенсивность цвета. Результаты экспериментов с использованием камеры ионизации в компоновке, представленной на фиг. 1-5, идентичны результатам экспериментов, проведенных с использованием частично закрытой емкости малого объема для воды, снабженной насосом Вентури и диффузором, размещенными у ее выпускного отверстия. Внутренний объем емкости составлял 4 литра, при этом объем емкости был заполнен практически полностью 3,7 литрами воды. Эксперименты проводили при различных значениях расхода потока сжатого воздуха F=4-14 литров/мин. Кроме того, результаты эксперимента, приведенные в соответствующей таблице, были получены для камеры ионизации с магнитными кольцами в асимметричной эталонной компоновке, (SN) (NS), с двумя зонами воздействия магнитного поля, показанными на фиг. 6A, и для камеры ионизации без магнитного поля, показанной на фиг. 6B. Результаты эксперимента были представлены в виде таблицы в соответствии со значениями потока радикалов газообразного кислорода и специфической конфигурацией внутри камеры ионизации. Камеру ионизации (2) переводили в состояние "ON" (ВКЛЮЧЕНО) для генерирования оксигенированных радикалов, которые подавали в емкость для воды насосом Вентури (2a) и через диффузор. Емкость для воды достигает равновесного состояния по истечению времени T0. После достижения емкостью для воды равновесного состояния проводят измерения с использованием реагента DPD. Измерения с использованием реагента DPD выполняют путем размещения измерительного прибора DPD внутри емкости для воды в конфигурации сообщающихся сосудов. Затем таблетку DPD помещают в измерительный прибор DPD, быстро растворяют в воде внутри измерительного прибора DPD, при этом происходит химическая реакция с радикалами, которые поступают в верхнюю часть измерительного прибора из емкости для воды. Химическое взаимодействие изменяет цвет воды в сообщающейся с прибором емкости для воды, в которой проводится тест. По завершении химической реакции между радикалами кислорода и DPD в емкости для воды цвет радикализованной воды изменяется от обычного окрашивания прозрачной воды до темно-розового окрашивания в зависимости от концентрации радикалов внутри измерительного устройства.

Оценку значений соответствующей интенсивности проводили с использованием таблицы интенсивности окрашивания DPD, приведенной на фиг. 7B. Специфическая шкала интенсивности окрашивания DPD калибрована для ионизированного хлора. Тем не менее, предварительные эксперименты позволили установить, что он взаимодействует с радикалами кислорода и перекисью водорода. С целью использования данной таблицы в порядке эксперимента без выполнения точного моделирования химической реакции между радикалами и DPD нами были проведены предварительные эксперименты. В ходе проведения данных экспериментов тестировали камеру ионизации без магнитного поля с использованием и без использования колбы с источником УФ-излучения при различных расходах потока сжатого воз-

духа. В ходе экспериментов без активной колбы с источником УФ-излучения было обнаружено, что цвет воды в емкости был прозрачным, т.е. вода имела обычный цвет. На этапе проведения дальнейших экспериментов включали колбу с источником УФ-излучения и устанавливали расход потока сжатого воздуха на значении F=4 литров/мин. При равновесном состоянии было отмечено изменение цвета, что указывает на определенную концентрацию радикалов (см. фиг. 7A, таблица, вторая колонка, вверху). При увеличении значения расхода потока сжатого воздуха в диапазоне 4-14 литров/мин происходило линейное увеличение интенсивности окрашивания, что указывало на более высокую концентрацию свободных радикалов и H_2O_2 в воде (см. фиг. 7A, вторая колонка, и фиг. 8A). Это безусловно указывает на тренд линейной корреляции между величиной расхода потока сжатого воздуха и варьированием интенсивности измеренного окрашивания воды (показано на фиг. 8A) для камеры ионизации в конфигурации без магнитного поля. Это подтверждает линейную корреляцию с концентрацией радикалов, что теоретически должно быть пропорционально величине расхода потока сжатого воздуха при допущении реакции первого порядка радикалов с DPD в воде. В результате этого было продемонстрировано, что существует возможность использовать таблицу интенсивности окрашивания DPD для оценки относительного уровня концентрации радикалов при различных значениях расхода потока сжатого воздуха и при различных конфигурациях. Однако без точной количественной оценки значений концентрации. Следовательно, нами были изменены единицы шкалы интенсивности с [мг/мин] на произвольные единицы, обозначаемые как [AU].

Не ограничивая настоящее изобретение нижеприведенным теоретическим анализом, указанные эксперименты демонстрируют, что кислород в радикализованном/возбужденном состоянии выходит через выпускное отверстие камеры ионизации, и через трубки Вентури (2a) и диффузор (не показан) поступает в емкость для воды. Это приводит к образованию нескольких фаз реагент/продукт, включающих: i. основной компонент свободных радикалов, заключенный внутри воздушных пузырьков, содержащих различные оксигенированные аллотропные радикалы кислорода; ii. H_2O_2 (перекись водорода), полученную путем химической реакции между оксигенированным радикализованным газом и водой в емкости; iii. короткоживущие свободные радикалы, не вступающие в химическую реакцию с водой. Возможно наличие других типов химических реагентов/продуктов, поступающих из камеры ионизации в емкость для воды.

Эксперименты были проведены с использованием камеры ионизации, соединенной с малогабаритной емкостью для воды, и с использованием комплекта экспериментального измерительного прибора DPD (показан на фиг. 6) для камеры ионизации с магнитными кольцами в асимметричной эталонной компоновке (показана на фиг. 6A) и для камеры ионизации без магнитного поля (показана на фиг. 6B).

Не ограничивая настоящее изобретение нижеприведенным обсуждением результатов экспериментов, было отмечено и, следовательно, предполагается, что основные реагенты, участвующие в процессе очистки загрязненной воды и дополнительно вступающие в реакцию с DPD, являются компонентами i и ii. Кроме того, было обнаружено, что компонент i (свободные радикалы, заключенные внутри воздушных пузырьков) реагент/продукт является наиболее активным. Основная фаза радикалов представляет собой пузырьки, которые рассеиваются в воде в емкости и поднимаются к поверхности раздела воздух-вода за счет выталкивающей силы, образуя массивы пузырьков вдоль поверхности раздела. При проведении операции очистки на практике с использованием камеры ионизации пузырьки, поступающие потоком в резервуар для воды, выступают в качестве носителей, доставляющих радикалы для их непосредственного взаимодействия с различными загрязняющими веществами, находящимися в обрабатываемой воде. Пузырьки, не взаимодействующие с загрязняющими веществами, поднимаются вверх за счет выталкивающей силы и плавают у поверхности раздела воздух-вода. Ввиду различных физических факторов ограниченный процент плавающих пузырьков, не вступающих в реакцию с загрязняющими веществами, имеют среднюю ограниченную продолжительность жизни, в результате чего происходит их схлопывание в окружающем воздухе и(или) в обрабатываемой воде. Другой компонент пузырьков, растворяющийся в воде, высвобождает заключенные в пузырьках свободные радикалы в обрабатываемую воду. Указанные механизмы образуют вторичный механизм восстановления с жидкой перекисью водорода.

В дополнительном варианте осуществления настоящего изобретения резервуар для воды полностью или частично закрыт. В дополнительном варианте осуществления настоящего изобретения резервуар для воды подвергается воздействию высокого внутреннего давления по поверхности раздела воздух-вода ввиду нагнетаемой фазы газа в радикализованном/возбужденном состоянии. Это также согласуется с законом Генри в отношении равновесия между жидкостью и концентрациями газовой фазы любых конкретных элементов. В дополнительном варианте осуществления настоящего изобретения атмосферное давление повышается за счет внешнего давления, прилагаемого к резервуару для воды. В обоих предыдущих вариантах осуществления настоящего изобретения повышается степень взаимодействия радикалов кислорода, находящихся на поверхности воды в резервуаре, в результате чего возникает другой механизм генерации H_2O_2, которая дополнительно обеспечивает очистку загрязненной воды. Все указанные реагенты, включающие свободные радикалы внутри пузырьков и H_2O_2, реагируют с растворенным DPD, тем самых изменяя цвет воды в емкости для воды.

Исходя из результатов экспериментов очевидно, что во всех экспериментах вода приобретала более

темный цвет, из чего можно сделать вывод, что в емкости для воды концентрация радикалов составляла определенный процент. Кроме того, в эталонной асимметричной конфигурации магнитного поля окрашивание темнее для каждого уровня потока сжатого газа. Это, в частности относится к конфигурации без магнитного поля. Экспериментальные результаты указывают на то, что максимально темный цвет достигается в отношении асимметричной конфигурации магнитного поля (показана на фиг. 6A) при расходе потока сжатого воздуха F=4 литров/мин. При таком расходе потока сжатого воздуха менее темный цвет достигается при конфигурации камеры ионизации без магнитного поля (показана на фиг. 6B). Это явно указывает на то, что максимальный контраст и, следовательно, эффективность работы камеры ионизации достигаются при расходе потока сжатого воздуха F=4 литров/мин. Количественная оценка экспериментальных результатов была проведена путем преобразования интенсивностей измененного цвета в значения произвольных единиц с использованием таблицы интенсивности окрашивания, приведенной на фиг. 7B, при этом экспериментальные значения приведены на фиг. 8A.

На фиг. 8A-B полностью приведены экспериментальные результаты с использованием реагента DPD, представленные на фиг. 7. Экспериментальные результаты были получены в отношении различных расходов потока сжатого воздуха в камере ионизации, проиллюстрированной на фиг. 1-5, с асимметричной конфигурацией магнитного поля (показана на фиг. 6A), и в камере ионизации без магнитного поля (показана на фиг. 6B). В обеих конфигурациях камера ионизации соединена с малогабаритной емкостью для воды. На фиг. 8A представлена концентрация радикалов n при различных значениях расхода потока сжатого воздуха. На фиг. 8B приведен период стабилизации равновесного состояния T0 устройства. Эксперименты проводили в малогабаритной емкости для воды с использованием экспериментального измерительного прибора DPD, показанного на фиг. 7A. Эксперименты проводили в камере ионизации с магнитными кольцами с асимметричной эталонной компоновкой, показанной на фиг. 6A, и в камере ионизации без магнитного поля, показанной на фиг. 6B. Что касается конфигурации камеры ионизации без магнитного поля, происходит линейное увеличение концентрации с увеличением значений расхода потока сжатого воздуха, что продемонстрировано трендом роста линейной аппроксимации на фиг. 8A. Период стабилизации равновесного состояния резко сокращается с увеличением замеренных значений расхода потока сжатого воздуха, как показано на фиг. 8B. Указанные результаты были ожидаемы в отношении цилиндрической камеры ионизации, которая была геометрически сконструирована для эффективной работы при высоких уровнях расхода потока сжатого воздуха, таких как были протестированы при проведении соответствующих экспериментов. Что касается камеры ионизации с асимметричной конфигурацией магнитного поля, максимальные результаты были достигнуты при значениях расхода потока сжатого воздуха F=4 литров/мин, и далее происходило их линейное снижение с уменьшением расхода потока сжатого воздуха, как предсказывалось на основе тренда снижения линейной аппроксимации, как показано на фиг. 8B. Исходя из обоих графиков на фиг. 8A-B очевидно, что максимальная динамическая реакция при минимальном периоде стабилизации T0 и при максимальной концентрацией радикалов n была достигнута для камеры ионизации с асимметричным магнитным полем при расходе потока сжатого воздуха F=4 литров/мин. В частности, в этой конфигурации и при таком расходе потока сжатого воздуха период стабилизации $T0_m$ составляет почти 1/3 от соответствующего периода стабилизации без магнитного поля $T0_0$ при этом концентрация радикалов в 8-9 выше, т.е. $T0_m \sim T0_0/3$, где $n_m \sim n_0/9$. Тренд концентрации радикалов в зависимости от расхода газа приведен на фиг. 9.

При проведении дальнейших экспериментов было проведено сравнение динамических характеристик камеры ионизации при различных компоновках магнитных колец, как представлено на фиг. 6A, C-E. Указанные компоновки представляют некоторые иллюстративные опциональные варианты осуществления камеры ионизации устройства. Эксперименты проводили при расходе потока сжатого воздуха F равном 4-14 литров/мин. Конфигурации магнитного поля на фиг. 6A, C-D включают две зоны воздействия магнитного поля, расположенные вокруг главной продольной оси цилиндрической камеры ионизации, в непосредственной близости от нижнего и верхнего концов камеры и рядом с ее впускным отверстием и выпускным отверстием соответственно. Конфигурация магнитного поля на фиг. 6E включает три зоны воздействия магнитного поля, при этом третья зона дополняет две предыдущие зоны воздействия магнитного поля и расположена в центре цилиндрической камеры ионизации. Проводили измерение периода стабилизации T0 для каждой конфигурации, которое коррелирует с динамической реакцией камеры ионизации. Были достигнуты более высокие экспериментальные результаты для асимметричных конфигураций, представленных на фиг. 6A и фиг. 6D-E, указывающие на значительное снижение периода стабилизации по всему диапазону значений измеренного расхода потока сжатого воздуха, составляющему 4-14 литров/мин, в отношении симметричной конфигурации на фиг. 6C. Такое улучшение показателей, по нашему мнению, обусловлено более интенсивными магнитными потоками, в целом создаваемыми асимметричной конфигурацией магнитного поля, в которой каждая пара магнитных колец во всех зонах воздействия магнитного поля размещена в противоположных магнитных полярностях при идентичной ориентации магнитного поля в определенной магнитной конфигурации.

На фиг. 9 приведен график нормированных результатов измерений концентраций радикалов, полученных при равновесном состоянии и при различных значениях расхода потока сжатого воздуха. Измерения проводили для камеры ионизации с магнитными кольцами в асимметричной эталонной компонов-

ке, показанной на фиг. 6А, и результаты измерений нормировали в отношении камеры ионизации без магнитного поля, показанной на фиг. 6В. Исходя из результатов графика, которые также показаны на предыдущем графике, очевидно, что оптимум тренда нормированной концентрации достигает максимума, превышающего в n_m~8-9n_0 раз значение соответствующей концентрации камеры ионизации без магнитного поля n_0 при расходе потока сжатого воздуха F=4 литров/мин, и резко снижается до показателя n_m~2n_0. Данный результат позволяет предположить, что в указанной асимметричной конфигурации магнитного поля магнитное поле является высокоэффективным приблизительно при значении нагнетания воздуха F=4 литров/мин и эффективность поля падает при увеличении значения сжатия. Для полного охарактеризования динамической реакции испытуемой камеры ионизации в данном предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения был построен график нормированных измеренных значений концентрации DPD в зависимости от параметра x (на фиг. 10), равного потоку нагнетаемого воздуха, умноженного на период стабилизации T0, т.е. x=F*T0. За единицу данного параметра принят [литр], и указанная единица предназначена для измерения количества воздуха, которое необходимо подвергнуть сжатию с целью достижения равновесного состояния при определенной концентрации. Указанный параметр характерен для динамической эффективности камеры ионизации. Следует отметить, что измерения, выполненные для камеры ионизации с магнитными кольцами в асимметричной эталонной компоновке, показанной на фиг. 6А, были нормированы по отношению к камере ионизации без магнитного поля, показанной на фиг. 6В.

На фиг. 10 приведены графики концентрации свободных радикалов, построенные на основе экспериментальных результатов, в зависимости от расхода потока сжатого воздуха, умноженного на период стабилизации T0 для различных расходов потока сжатого воздуха F. Измерения выполняли для камеры ионизации с магнитными кольцами в асимметричной эталонной компоновке, показанной на фиг. 6А, и для камеры ионизации в конфигурации без магнитного поля, показанной на фиг. 6В. Исходя из этих результатов, становится очевидным, что для камеры ионизации с магнитными кольцами в асимметричной эталонной компоновке динамическая эффективность камеры ионизации для x_m=60 литров при F=4 литров/мин в 3 раза выше в сравнении с аналогичными параметрами камеры ионизации с конфигурацией без магнитного поля с соответствующим значением x_0=170 литров. Концентрация в эталонной асимметричной конфигурации в n_m~8-9 раз выше, чем концентрация в камере без магнитного поля. Нами было обнаружено, что указанная камера ионизации воздуха обладала существенной более высокой динамической эффективностью, x, при значениях расхода потока сжатого воздуха F=4-10 литров/мин, и существенной более высокой концентрацией радикалов, n, F=4-14 литров/мин. Графики концентрации радикалов n_0 и периода стабилизации, T0 в зависимости от расхода потока сжатого воздуха и параметра динамической эффективности x=F*T0, приведенные на фиг. 8А-В и фиг. 10, рассматриваются как наиболее важные характеристики камеры ионизации. Указанные результаты используются в качестве базовых трендов для оптимизации камеры ионизации без магнитного поля в сочетании с высоким или низким расходами потока сжатого воздуха, предусматриваемыми камерой ионизации.

Предыдущие эксперименты проводили с использованием малогабаритной емкости объемом 4 литра. Таким образом, наша цель заключалась в достижении значений параметров, не зависящих от объема и диаметра емкости и обеспечивающих получение точных характеристик камеры ионизации. В связи с этим было смоделировано аппроксимированное уравнение для средней плотности потока радикалов Ф,

$$1.1\ (\Phi_m / \Phi_0) \sim (n_m / n_0) * (T0_0 / T0_m),$$

где поток радикалов при воздействии и без воздействия магнитного поля линейно смоделирован как произведение плотностей потока радикалов Φ_m, Φ_0 с соответствующими периодами стабилизации Tm_0, $T0_0$ по уравнению:

$$1.2\ n_m \sim \Phi_m * Tm_0 / V, \text{ и } n_0 \sim \Phi_0 * T0_0 / V,$$

где V - объем емкости, N_m, n_m и N_0, n_0 - общее количество радикалов и их соответствующие концентрации при воздействии и без воздействия магнитного поля, которые также соотносятся следующим образом: $n_m=N_m/V$, $n_0=N_0/V$. На фиг. 11 приведен график нормированной расчетной средней плотности потока радикалов для различных значений расхода потока сжатого воздуха. Измерения выполняли для камеры ионизации с магнитными кольцами в асимметричной эталонной компоновке, показанной на фиг. 6А, и нормировали по отношению к камере ионизации без магнитного поля, показанной на фиг. 6В. Результаты нормировали по отношению к расчетной средней плотности потока радикалов, и при этом обеспечивалось достижение максимальной плотности потока, превышающей в Φ_m~25Φ_0 раз соответствующую концентрацию в камере без магнитного поля Φ_0 при расходе потока сжатого воздуха F=4 литров/мин. Плотность потока резко снижается до показателя Φ_m~2Φ_0. Значение, спрогнозированное по данной модели, существенно выше по сравнению с измеренным значением, как показано в отношении концентрации радикалов, представленной на графике на фиг. 8А. Несмотря на тот факт, что линейная аппроксимация не является точной, она позволяет получить определенное приближение в отношении фактического вклада и воздействия магнитного поля, направленных на повышение эффективности процесса ионизации, рассчитанного для асимметричной конфигурации на фиг. 6А, и в отношении конфигурации без магнитного поля, показанной на фиг. 6В.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система очистки воды, включающая:

камеру цилиндрической геометрической формы с ограждающей пустотелой капсулой и каркасной конструкцией, имеющими цилиндрическую геометрическую форму, при этом камера снабжена впускным отверстием и выпускным отверстием, предназначенными для подачи поступающего воздуха в камеру и отвода выходящего воздуха из камеры, и подачи в водосодержащий резервуар/сосуд;

по меньшей мере одну колбу с источником УФ-излучения/лампу УФ-излучения;

по меньшей мере одну пару магнитных колец; и

каркасную конструкцию, включающую

внешние продольные стержни, идущие от верхней части до нижней части каркасной конструкции вокруг внутреннего пространства для размещения в ней по меньшей мере одной колбы с источником УФ-излучения/лампы УФ-излучения, и

крепежные элементы, направленные внутрь от внешних продольных стержней и включающие углубления, предназначенные для удержания по меньшей мере одной пары магнитных колец вокруг по меньшей мере одной колбы с источником УФ-излучения/лампы УФ-излучения, при этом внешние продольные стержни и крепежные элементы образуют каркасную конструкцию, предназначенную для размещения по центру объема камеры от верхней части до нижней части вокруг центральной продольной оси камеры,

при этом внешний диаметр каркасной конструкции меньше внутреннего диаметра ограждающей пустотелой капсулы, причем в промежутках между каждой соседней парой магнитных колец генерируются локальные магнитные поля при размещении пар магнитных колец на крепежных элементах каркасной конструкции,

по меньшей мере одна пара магнитных колец включает первое кольцо с отрицательной полярностью и второе кольцо с положительной полярностью, кольца механически удерживаются крепежными элементами и расположены по центру и вокруг главной центральной продольной оси камеры,

при этом система очистки воды имеет концентрическую конфигурацию ограждающей пустотелой капсулы, каркасной конструкции, магнитных колец и лампы УФ-излучения для снижения до минимума возмущения профиля и распределения поступающего воздуха и выходящего воздуха, включает по меньшей мере одну пару магнитных колец, расположенных параллельно относительно друг друга и в симметричной или асимметричной конфигурации относительно друг друга, предназначенных для индуцирования максимального кругового магнитного поля, воздействующего на молекулы поступающего и выходящего воздуха, напряженность магнитного поля находится в диапазоне 10^3-10^6 Гауссов, при этом диапазон является достаточным для индуцирования в камере магнитного потока и для возбуждения/радикализации молекул поступающего и выходящего атмосферного воздуха.

2. Система очистки воды по п.1, отличающаяся тем, что по меньшей мере одна колба с источником УФ-излучения/лампа УФ-излучения включает две лампы с двумя диапазонами длин волн 180-195 [нм] и 240-280 [нм].

3. Система очистки воды по п.1, отличающаяся тем, что камера выполнена из электропроводного материала с нанесенным на него покрытием из химически инертного материала.

4. Система очистки воды по п.1, отличающаяся тем, что камера включает цилиндрический трубчатый корпус, размещенный внутри камеры.

5. Система очистки воды по п.1, отличающаяся тем, что камера дополнительно включает внешнюю пустотелую капсулу и верхнюю и нижнюю крышки, механически прикрепленные к верхней и нижней сторонам внешней пустотелой капсулы и закрывающие верхний и нижний торцы камеры.

6. Система очистки воды по п.1, дополнительно включающая несколько приборов учета расхода газа, при этом приборы учета расхода газа размещены внутри или снаружи контейнера, в который заключена камера.

7. Система очистки воды по п.1, дополнительно включающая блок дистанционного управления, предназначенный для управления рабочими параметрами в соответствии с заданными параметрами устройства, при этом блок предназначен для механического или электронного переключения между включенным и выключенным рабочими состояниями системы и для контроля величины напряжения, силы тока источника тока и соответствующих устройств системы.

8. Система очистки воды по п.7, отличающаяся тем, что устройства выбраны по меньшей мере из одной колбы с источником УФ-излучения/лампы УФ-излучения, вентилятора, предназначенного для удаления из системы тепла, произведенного в камере, и электронного прибора учета расхода воздуха, предназначенного для контроля внутри системы воздуха, поступающего в камеру и выходящего из камеры.

9. Система очистки воды по п.1, дополнительно включающая трубку Вентури, присоединенную к выпускному отверстию камеры и предназначенную для транспортировки атмосферного воздуха в радикализованном/возбужденном состоянии в резервуар для обработанной воды.

10. Система очистки воды по п.1, дополнительно включающая емкость для воды или резервуар для

воды, гидравлически соединённый с камерой.

11. Система очистки воды по п.1, включающая три пары магнитных колец, расположенных в компоновке идентичной полярности на верхнем и нижнем концах, по центру камеры и вокруг главной центральной продольной оси камеры, отличающаяся тем, что каждая из пар магнитных колец включает первое кольцо с отрицательной полярностью и второе кольцо с положительной полярностью, при этом конфигурация полярности является асимметричной конфигурацией, при этом кольца механически удерживаются крепежными элементами.

12. Система очистки воды по п.1, дополнительно включающая предварительный фильтр, предназначенный для очистки поступающего атмосферного воздуха от примесей и загрязнений до нагнетания воздуха в камеру.

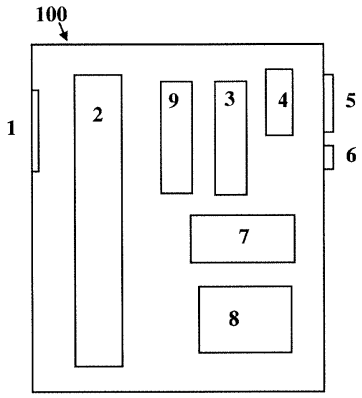
13. Система очистки воды по п.1, дополнительно включающая диффузор, соединенный с выпускным отверстием камеры для диспергирования воздуха в радикализованном/возбужденном состоянии в резервуаре для воды.

14. Система очистки воды по п.1, отличающаяся тем, что магнитные кольца выполнены из ферромагнитных материалов, изготовленных из редкоземельных магнитных металлов.

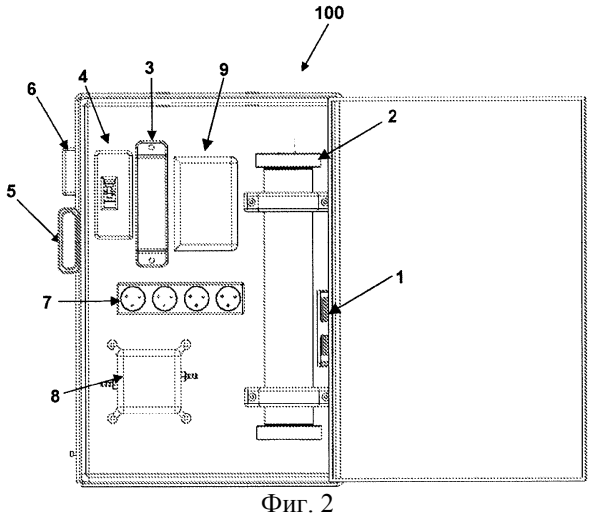
15. Система очистки воды по п.14, отличающаяся тем, что материалы выбраны из $Nd_2Fe_{14}B$, $SmCo_5$, $SmCo_{17}$, композитных магнитных материалов, $BaFe_{12}Oi_9$, MnBi, $Ce(CuCo)_5$, сильных постоянных магнитов, выполненных из алюминия, никеля, кобальта и железа и включающих небольшое количество Cu, Ti и Nb, и ферритовых материалов или ферримагнитных материалов, таких как Fe_2O_3 и Fe_3O_4.

16. Система очистки воды по п.14 или 15, отличающаяся тем, что одно кольцо по меньшей мере одной пары магнитных колец выполнено из одного магнитного материала, в то время как другое кольцо по меньшей мере одной пары магнитных колец выполнено из металлического материла, который может быть намагничен при воздействии индуцированного внешнего магнитного поля.

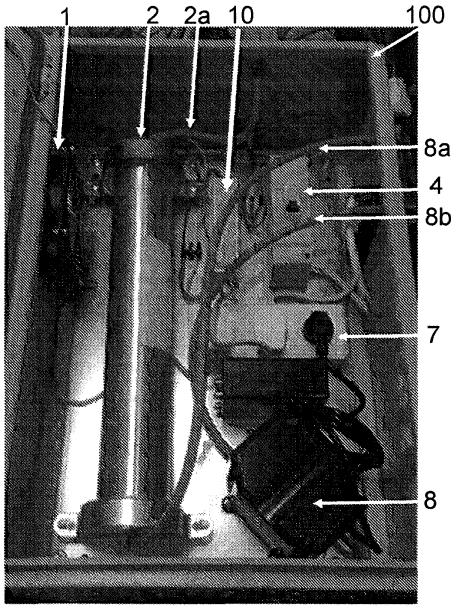
17. Система очистки воды по п.16, отличающаяся тем, что металлическим материалом является железо или сталь.



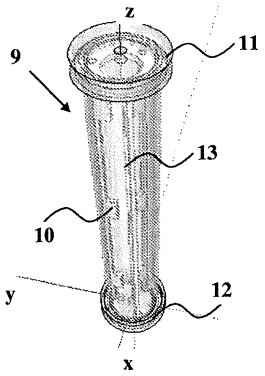
Фиг. 1



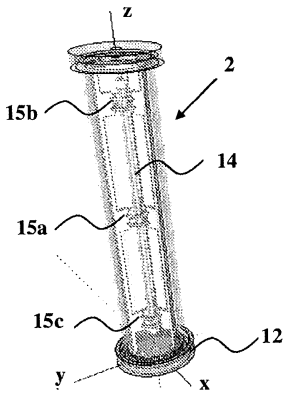
Фиг. 2



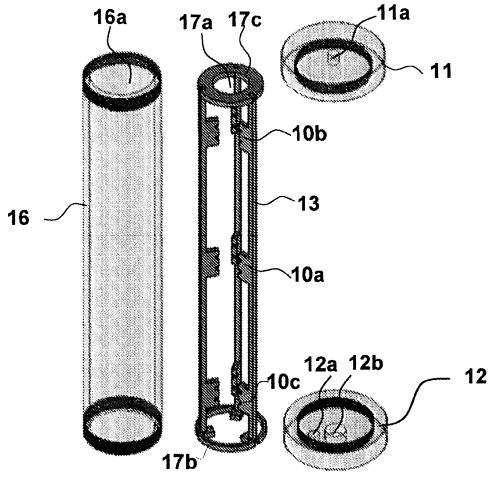
Фиг. 3



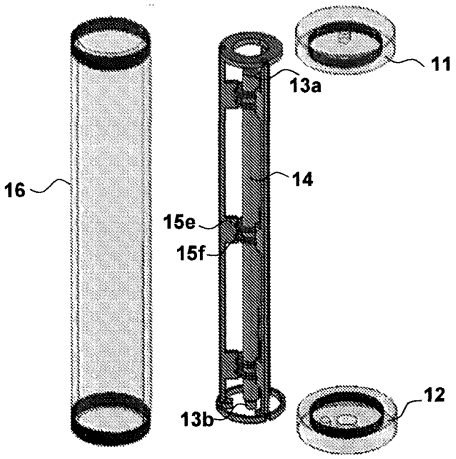
Фиг. 4А



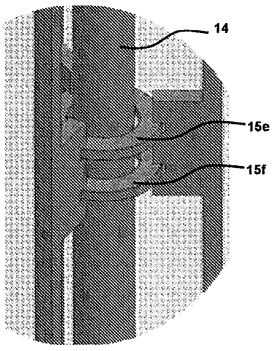
Фиг. 4В



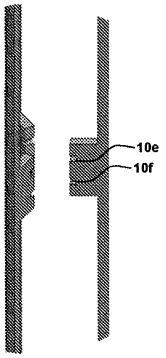
Фиг. 5A



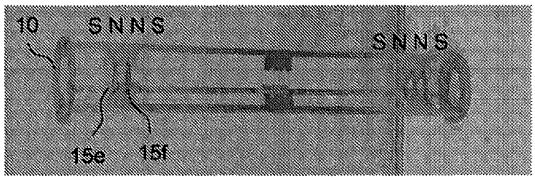
Фиг. 5B



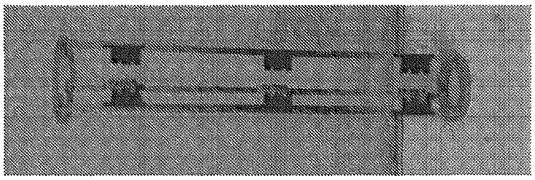
Фиг. 5C



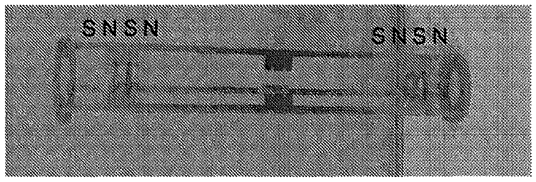
Фиг. 5D



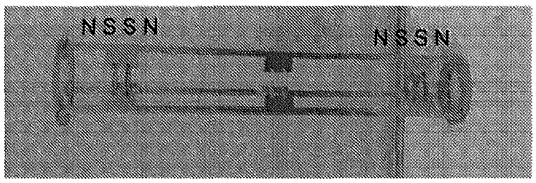
Фиг. 6A



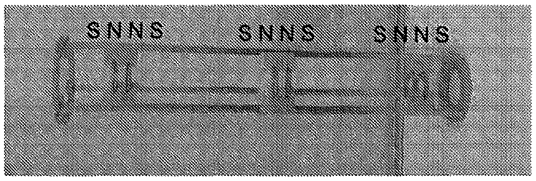
Фиг. 6B



Фиг. 6C



Фиг. 6D

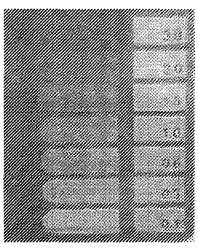


Фиг. 6E

Расход потока сжатого воздуха	R-магнитные кольца Асимметричный север, 2 зоны	T-№ магнитного поля
F=4 литра в минуту		
F=10 литров в минуту		
F=14 литров в минуту		

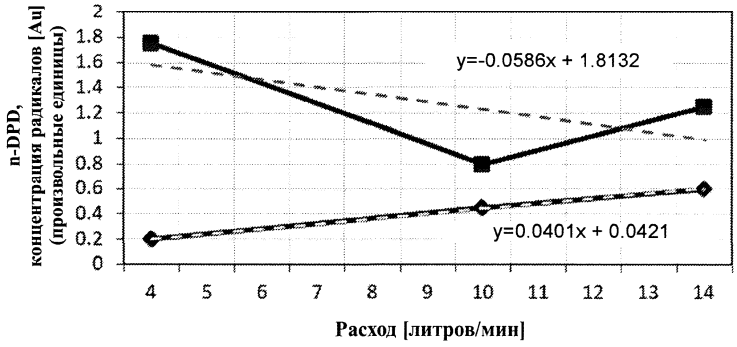
Фиг. 7A

DPD-[мг/литр]

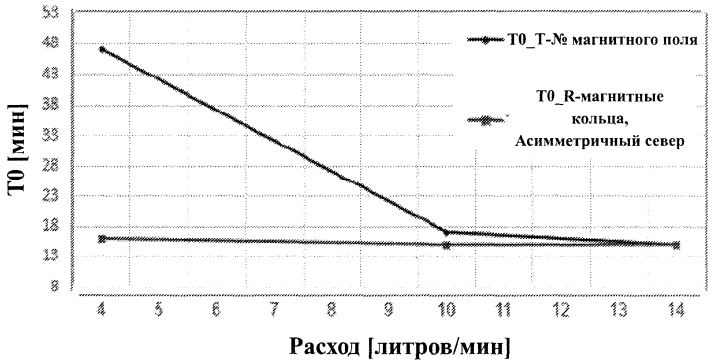


Фиг. 7B

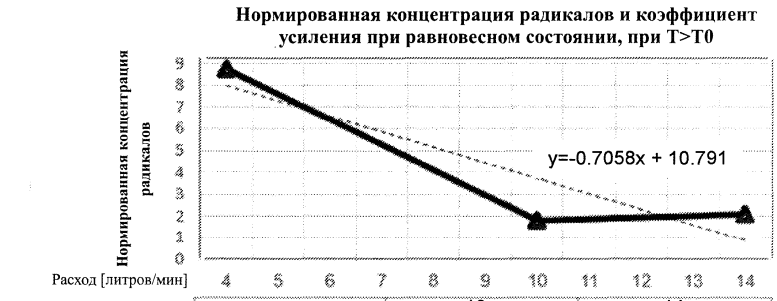
	4	10	14
Магнитные кольца Асимметричный север	1.75	0.8	1.25
№ магнитного поля	0.2	0.45	0.6



Фиг. 8А

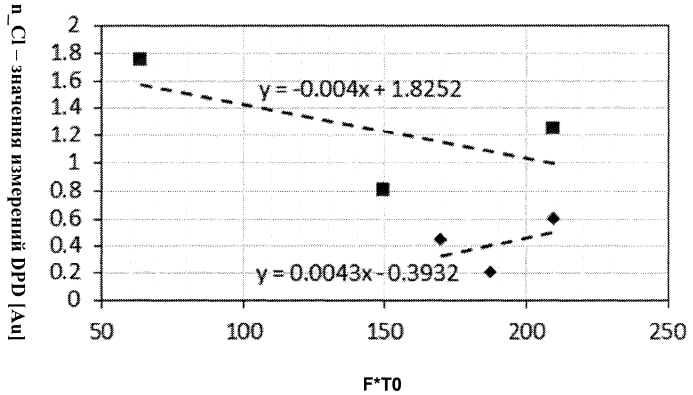


Фиг. 8В

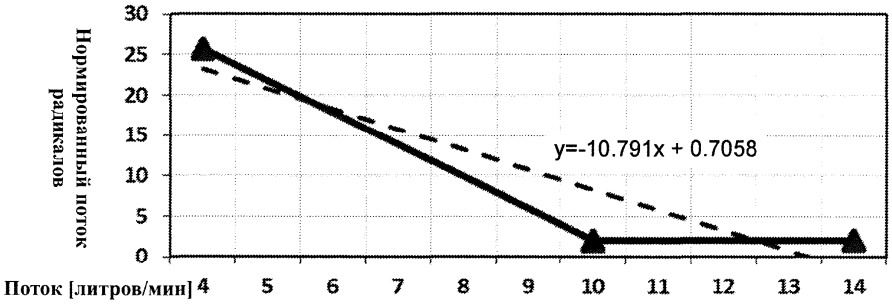


	4	10	14
коэффициент усиления	8.75	1.777777778	2.083333333

Фиг. 9



Фиг. 10



	4	10	14
Нормированный поток	25.703125	2.014814815	2.083333333

Фиг. 11