

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042809**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.03.28

(21) Номер заявки
201992597

(22) Дата подачи заявки
2018.05.07

(51) Int. Cl. **C02F 1/72** (2006.01)
C02F 1/34 (2006.01)
C02F 1/00 (2006.01)
C02F 1/74 (2006.01)

(54) СПОСОБ ОЧИСТКИ ВОДЫ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(31) **P-201700125; P-201700155; P-201700267**

(32) **2017.05.08; 2017.06.05; 2017.09.25**

(33) **SI**

(43) **2020.03.12**

(86) **PCT/IB2018/053146**

(87) **WO 2018/207071 2018.11.15**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ЕРЕМИЧ ДРАГАН; ЕРЕМИЧ
МИЛАН; ЧАДОНИЧ СРЕЧКО;
МЕДВЕШЕК МИРО (SI)**

(72) Изобретатель:
**Еремич Драган, Еремич Милан,
Чадонич Сречко (SI)**

(74) Представитель:
Иващенко О.И. (RU)

(56) **US-A1-2008277354
US-A1-2013248429
US-A1-2016158717**

(57) Изобретение относится к способу очистки воды, улучшающему биологический и химический состав очищаемой среды. Изобретение также относится к устройству для осуществления упомянутого способа. Суть предлагаемого способа заключается в том, что воду очищают путем ее рассеивания в камеру (4), в которой она подвергается воздействию рабочего давления и кислорода или воздуха. Для реализации способа предложено устройство, содержащее подающую линию (1) для подачи очищаемой воды с расположенным на ней средством (2) фильтрации, выполненным с возможностью осуществления гидродинамической кавитации на его выходе, и средство (3) рассеивания, содержащее по меньшей мере одно сопло, выполненное с возможностью осуществления гидродинамической кавитации в камере очистки и расположенное ниже по потоку относительно средства фильтрации (2), камеру (4) очистки воды, имеющую по меньшей мере одно впускное отверстие (5) для подачи кислорода или воздуха в камеру (4), средство (6) гомогенизации, расположенное на расстоянии ниже по потоку относительно средства (3) рассеивания, а также выпускную линию (8) для выпуска очищенной воды.

042809 B1

042809 B1

Настоящее изобретение относится к способу очистки воды, улучшающему биологический и химический состав очищаемой среды. Изобретение также относится к устройству для осуществления упомянутого способа.

Известные способы очистки жидких сред, таких как питьевая вода, являются относительно трудно-осуществимыми и требуют сложных устройств, в которых очистку жидкости осуществляют отдельно с точки зрения ее биологического и химического состава. Кроме того, при известном уровне техники жидкости обрабатываются в гомогенизированном состоянии вещества и при давлении, равном или превышающем давление окружающей среды. Поэтому требуются сложные, большие и дорогостоящие установки, размер которых быстро увеличивается с увеличением объема очищаемой жидкости.

В основу настоящего изобретения положена задача создания способа очистки воды, в котором устранены недостатки известных решений. Задачей изобретения также является создание устройства для осуществления упомянутого способа.

Решение упомянутой задачи настоящего изобретения достигается за счет признаков, изложенных в отличительной части независимых пп.1 и 3 формулы изобретения. Подробности изобретения раскрыты в соответствующих зависимых пунктах формулы изобретения.

Изобретение дополнительно подробно описано в качестве неограничивающего варианта осуществления со ссылкой на сопровождающие чертежи, на которых

на фиг. 1 показан схематический вид в разрезе устройства для очистки воды,

на фиг. 2 показана часть устройства, проиллюстрированного на фиг. 1.

Способ очистки начинается с подачи очищаемой воды, имеющей первую скорость Q_1 потока и давление p_1 впуска, по подающей линии 1. Гомогенизированная жидкость направляется через расположенное ниже по потоку средство 2 фильтрации в котором из воды удаляются крупные частицы и происходит очистка воды в потоке. На выходе средства 2 фильтрации происходит первая стадия гидродинамической кавитации очищаемой воды, при этом за счет уменьшения свободного сечения средства 2 фильтрации скорость потока снижается до второй скорости Q_2 .

Затем, воду, предварительно очищенную описанным способом и имеющую вторую скорость Q_2 потока и давление p_1 , пропускают через средство 3 рассеивания, расположенное ниже по потоку относительно средства 2 фильтрации. Средство 3 рассеивания содержит, по меньшей мере, одно сопло, через которое по подающей линии 1 в камеру 4 очистки поступает вода. На выходе, по меньшей мере, одного сопла происходит гидродинамическая кавитация очищаемой воды в камере 4 очистки с образованием, по меньшей мере, одной струи воды с высоким содержанием кавитационных пузырьков. Вода, вытекающая из камеры 4, создает более низкое рабочее давление p_2 в камере 4, чем давление p_1 подаваемой воды, и одновременно более низкое, чем давление окружающей среды, в результате чего в камеру 4 всасывается окружающий кислород или воздух.

В камере 4 происходит сильная гидродинамическая кавитация и одновременное схлопывание кавитационных пузырьков в сочетании с сильной аэрацией под давлением. За счет схлопывания кавитационных пузырьков в среде пониженного давления достигается сильное рассеивание жидкости, сильное окисление загрязняющих примесей в воде и преимущественно удаление газов из жидкости. Рассеивание жидкости и пониженное давление вызывают увеличение поверхности жидкости в потоке через камеру 4.

Следовательно, газы и примеси, которые являются оксидами, удаляются из жидкости, подлежащей очистке. В измененном агрегатном состоянии, которое является результатом указанной гидродинамической кавитации, давления, более низкого, чем давление окружающей среды, и подачи кислорода или воздуха, происходит диссоциация молекул жидкости, что значительно увеличивает поверхность очищаемой жидкости. Результатом является отличная дезинфекция указанной жидкости и устранение различных примесей.

Кислород или воздух подается в камеру 4 по меньшей мере через одно отверстие 5 в стенке камеры 4, которое находится вблизи средства 3 рассеивания. Соответственно кислород или воздух воздействует на диссоциированные молекулы воды.

Рабочее давление p_2 в камере 4 разрушает когезионные связи между молекулами очищаемой воды, рассеянными в камере 4, делая тем самым жидкость легко подверженной действию дезинфицирующих средств. Рабочее давление p_2 зависит от кислорода или воздуха, поступающей в камеру 4 по меньшей мере, через одно отверстие 5, и силы сцепления уже очищенной жидкости под давлением p_3 , которая выходит из камеры 4 в гомогенизированном состоянии по выпускной линии 8. В настоящем изобретении предусмотрено, что давления p_1 , p_2 , p_3 находятся в следующем соотношении: $p_1 > p_2$ и $p_2 < p_3 \leq p_1$.

В качестве газа, подаваемого в камеру 4 по меньшей мере через одно отверстие 5, используют кислород. Кроме того, в качестве смеси газов, подаваемой в камеру 4 по меньшей мере через одно отверстие 5, используют воздух.

На определенном расстоянии ниже по потоку относительно средства 3 рассеивания расположено средство 6 гомогенизации очищенной жидкости. На определенном расстоянии ниже по потоку необязательно расположено дополнительное средство 7 гомогенизации, которое связано с первым средством 6 гомогенизации и к которому подсоединена выпускная линия 8 для выпуска очищенной воды.

Как упомянуто выше, в изобретении предусмотрено, что средство 3 рассеивания содержит, по

меньшей мере, одно сопло, посредством которого достигается кавитация очищаемой воды. Каждое сопло выполнено сходящимся в направлении потока очищаемой жидкости. Кроме того, каждое сопло предпочтительно имеет внутреннее сечение, линейно сужающееся в направлении потока жидкости.

Длина L камеры 4, если смотреть в направлении потока очищаемой воды, приблизительно равна расстоянию H между нижней поверхностью средства 3 рассеивания и вершиной воображаемого конуса, образуемого струей жидкости, выходящей из сопла. В одном из предпочтительных вариантов осуществления устройства, согласно изобретению, длина L камеры 4 составляет от около $0,8 \times H$ до около $1,1 \times H$.

Сечение A_z , по меньшей мере, одного отверстия 5 или суммы всех отверстий 5 для подачи газа в камеру 4 зависит от второй скорости Q_2 потока очищаемой жидкости, протекающей через сечение A_z , по меньшей мере, одного сопла или суммы всех сопел, через которые жидкость поступает в камеру 4. В одном из предпочтительных вариантов осуществления устройства, согласно изобретению, сечение A_z выбирается как степенная функция второй скорости Q_2 потока, т.е. $A_z = f(Q_2^n)$. Экспонента n предпочтительно выбирается в интервале около $n=1/2$ с возможным отклонением на величину порядка $\pm 15\%$. Например, следует отметить, что при скорости потока очищаемой жидкости $Q_2=400$ л/мин поверхность A_z , по меньшей мере, одного отверстия 5 и соответственно суммы всех отверстий 5 для подачи газа или смеси газов в камеру 4 составляет $20 \text{ мм}^2 \pm 15\%$.

В настоящем изобретении предусмотрено, что по меньшей мере одно отверстие 5 для подачи кислорода или воздуха снабжено средством блокировки, например, клапаном и т.п. Таким способом регулируется количество кислорода или воздуха, подаваемого в камеру 4, и давление p_2 .

Кроме того, в настоящем изобретении предусмотрено, что средство 6 гомогенизации имеет меньшие сквозные отверстия, чем средство 2 фильтрации и, соответственно, дополнительное средство 7 гомогенизации.

Помимо этого, в настоящем изобретении предусмотрено, что очищенная жидкость вытекает из камеры 4 по выпускной линии 8 за счет силы тяжести. Однако возможен вариант осуществления, в котором выпускная линия 8 соединена с возможностью обмена воды со средством нагнетания, которое принудительно вытесняет очищенную жидкость.

Способ и устройство для его осуществления широко применяются во многих областях, таких как очистка питьевой, промышленной, сельскохозяйственной и отработанной воды. Способ и устройство применимы для уменьшения образования накипи, разрушения микроорганизмов в воде, уничтожения бактерий *Legionella* и пестицидов в воде, удалении органических и неорганических загрязняющих веществ из воды, повышения эффективности добавляемых в воду дезинфицирующих средств и т.п. Кроме того, способ и устройство значительно снижают мутность воды и улучшают ее вкус и запах. Помимо этого, оказалось, что способ, согласно изобретению, обеспечивает образование накипи в форме арагонита, а не кальцита.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ очистки воды, отличающийся тем, что включает следующие стадии:

- 1) подачу очищаемой воды, имеющей первую скорость потока Q_1 и давление p_1 впуска по подающей линии,
 - 2) удаление грубодисперсных частиц в средстве фильтрации, расположенном ниже по потоку воды, и направление потока,
 - 3) осуществление первой стадии гидродинамической кавитации очищаемой воды на выходе средства фильтрации, при этом поток воды замедляется до второй скорости Q_2 ,
 - 4) направление очищаемой воды, имеющей вторую скорость Q_2 потока и давление p_1 впуска, через средство рассеивания, содержащее по меньшей мере одно сопло и расположенное ниже по потоку, чем средство фильтрации,
 - 5) рассеивание очищаемой воды посредством по меньшей мере одного сопла в камеру очистки воды, в которой поддерживается рабочее давление p_2 , где происходит вторая стадия гидродинамической кавитации,
 - 6) подачу кислорода или воздуха в камеру очистки воды по меньшей мере через одно впускное отверстие в камере,
 - 7) подачу рассеянной очищенной воды в средство гомогенизации, расположенное ниже по потоку,
 - 8) выпуск и дегазацию очищенной воды, имеющей давление p_3 выпуска по выпускной линии,
- при этом давления p_1 , p_2 , p_3 находятся в следующем соотношении: $p_1 > p_2$ и $p_2 < p_3 \leq p_1$.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что рабочее давление p_2 является более низким, чем давление окружающей среды.

3. Устройство для осуществления способа по любому из пп. 1, 2, отличающееся тем, что оно содержит подающую линию (1) для подачи очищаемой воды с расположенным на ней средством (2) фильтрации, выполненным с возможностью осуществления гидродинамической кавитации на его выходе, и средство (3) рассеивания, содержащее по меньшей мере одно сопло, выполненное с возможностью осуществления гидродинамической кавитации в камере очистки и расположенное ниже по потоку относи-

тельно средства фильтрации (2), камеру (4) очистки воды, имеющую по меньшей мере одно впускное отверстие (5) для подачи кислорода или воздуха в камеру (4), средство (6) гомогенизации, расположенное на расстоянии ниже по потоку относительно средства (3) рассеивания, а также выпускную линию (8) для выпуска очищенной воды.

4. Устройство по п.3, отличающееся тем, что средство (3) рассеивания содержит по меньшей мере одно сопло, сходящееся в направлении потока очищаемой воды.

5. Устройство по п.3, отличающееся тем, что по меньшей мере одно впускное отверстие (5) в камере (4) находится в области средства (3) рассеивания.

6. Устройство по любому из пп.3-5, отличающееся тем, что длина L камеры (4) в направлении потока равна расстоянию H между нижней поверхностью средства (3) рассеивания и вершиной воображаемого конуса, образуемого струей воды, выходящей из сопла.

7. Устройство по п.6, отличающееся тем, что длина L камеры (4) составляет от $0,8 \times H$ до $1,1 \times H$.

8. Устройство по любому из пп.6, 7, отличающееся тем, что сечение A_z по меньшей мере одного впускного отверстия (5) для подачи газа в камеру (4) зависит от второй скорости Q_2 потока очищаемой воды, протекающей через сечение A_1 по меньшей мере одного сопла, через которое выходит очищаемая вода.

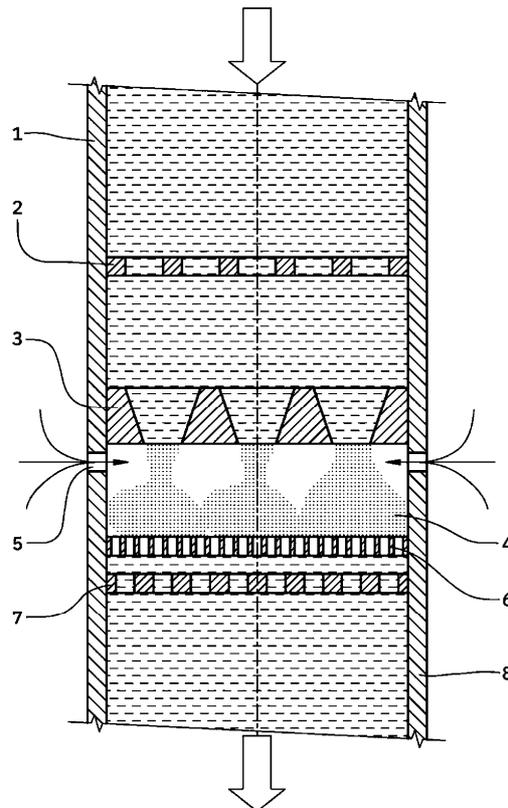
9. Устройство по п.8, отличающееся тем, что сечение A_z выбирается как степенная функция второй скорости Q_2 потока, т.е. $A_z = f(Q_2^n)$.

10. Устройство по п.9, отличающееся тем, что экспонента n выбирается в интервале $n=1/2$ с отклонением $\pm 15\%$.

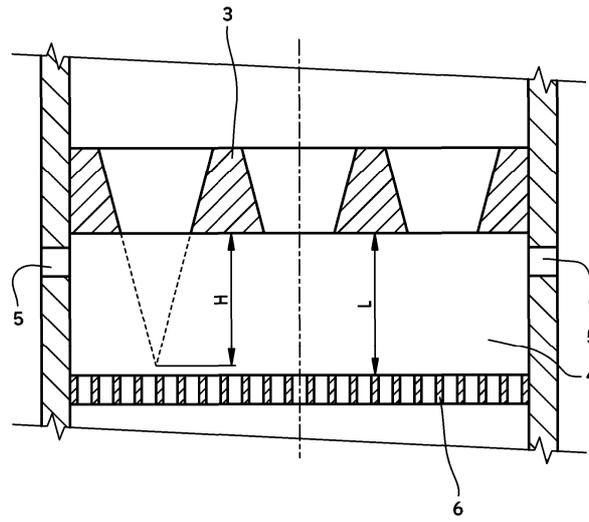
11. Устройство по п.3, отличающееся тем, что, по меньшей мере, одно впускное отверстие (5) для подачи газа или смеси газов снабжено средством блокировки.

12. Устройство по п.3, отличающееся тем, что средство (6) гомогенизации имеет меньшие сквозные отверстия, чем средство (2) фильтрации и/или дополнительное средство (7) гомогенизации.

13. Устройство по п.3, отличающееся тем, что выпускная линия (8) соединена с возможностью обмена водой со средством нагнетания.



Фиг. 1



Фиг. 2

