



(51) МПК  
*C02F 1/36* (2006.01)  
*C02F 5/00* (2006.01)  
*B01D 21/00* (2006.01)  
*C02F 103/04* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011114332/05, 13.04.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 13.04.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.04.2011

(45) Опубликовано: 27.11.2012 Бюл. № 33

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 22240984 C1, 27.11.2004. RU 2381181 C1, 10.02.2010. RU 2280490 C1, 27.07.2006. RU 90432 U1, 10.01.2010. US 2003/0234173 A1, 25.12.2003. US 2002/0195402 A1, 26.12.2002. JP 2004283711 A, 14.10.2004. CN 101108383 A, 23.01.2008.

Адрес для переписки:

117296, Москва, Ломоносовский пр-кт, 14,  
 кв.39, Р.Г. Саруханову

(72) Автор(ы):

Гаврилин Павел Андреевич (RU),  
 Шибуня Виктор Степанович (RU),  
 Пучков Владимир Васильевич (RU),  
 Саруханов Рубен Григорьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной  
 ответственностью "Водные технологии  
 "Атомэнергопрома" (ООО  
 "Атомводресурс") (RU)

## (54) СПОСОБ ОЧИСТКИ ВОДНОЙ СРЕДЫ

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано в области водоочистки для снижения соледержания и взвешенных веществ в обрабатываемой воде. Для осуществления способа проводят заполнение емкости водной средой, осуществляют акустическую кавитацию до достижения в обрабатываемой среде индекса кавитации, равного 0,15-0,5, при создании разрежения в емкости 0,3-0,9 кгс/см<sup>2</sup> с последующей фильтрацией. Кавитацию обеспечивают путем одновременного воздействия на водную среду источников ультразвуковых колебаний различной частоты, направленных навстречу друг другу с

использованием низкочастотного источника, возбуждающего широкий спектр частот, и высокочастотного источника, возбуждающего одну частоту колебаний, величина которой в 10 раз превышает величину основной частоты колебаний, создаваемую низкочастотным источником. В предпочтительном варианте осуществления способа основная частота колебаний, создаваемая низкочастотным источником, составляет 1,8 кГц, а частота колебаний, создаваемая высокочастотным источником, составляет 18 кГц. Изобретение позволяет интенсифицировать процесс обработки жидких сред при сохранении высокой степени очистки. 3 з.п. ф-лы, 1 ил., 1 пр.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 467 956** (13) **C1**

(51) Int. Cl.  
*C02F 1/36* (2006.01)  
*C02F 5/00* (2006.01)  
*B01D 21/00* (2006.01)  
*C02F 103/04* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2011114332/05, 13.04.2011**

(24) Effective date for property rights:  
**13.04.2011**

Priority:

(22) Date of filing: **13.04.2011**

(45) Date of publication: **27.11.2012 Bull. 33**

Mail address:

**117296, Moskva, Lomonosovskij pr-kt, 14, kv.39,  
R.G. Sarukhanovu**

(72) Inventor(s):

**Gavrilin Pavel Andreevich (RU),  
Shibunja Viktor Stepanovich (RU),  
Puchkov Vladimir Vasil'evich (RU),  
Sarukhanov Ruben Grigor'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju  
"Vodnye tekhnologii "Atomehnergoproma" (OOO  
"Atomvodresurs") (RU)**

(54) **METHOD OF WATER TREATMENT**

(57) Abstract:

FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: invention relates to water treatment for reduction the content of salts and suspended substances. Proposed method comprises filling the tank with water to effect acoustic cavitation to level of 0.15-0.5 in evacuating the tank to 0.3-0.9 kgf/cm<sup>2</sup> accompanied by filtration. Cavitation is caused by simultaneous action of ultrasound different-frequency opposed oscillators.

Low-frequency oscillator excites broad spectrum of frequencies while high-frequency oscillator excites one oscillation frequency ten times higher than that of low-frequency oscillator main frequency. In compliance with preferable version, main oscillation frequency excited by low-frequency oscillator makes 1.8 kHz while that caused by high-frequency source makes 18 kHz.

EFFECT: intensified treatment, deep cleaning.  
4 cl, 1 dwg, 1 ex

R U 2 4 6 7 9 5 6 C 1

R U 2 4 6 7 9 5 6 C 1

Изобретение относится к области очистки воды и водных растворов с использованием ультразвуковых колебательных систем.

Известен способ, согласно которому осуществляют опреснение воды при воздействии на поток опресняемой воды магнитным полем и упругими волнами ультразвуковой частоты, где частоту устанавливают выше 100 кГц (RU 2120415, 20.10.1998).

Однако при такой обработке внутренняя поверхность магнитов постоянно покрывается солями, снижающими магнитную проницаемость, что приводит к снижению эффективности опреснения.

Известен способ подготовки питьевой воды, в котором производят ультразвуковую обработку полем с интенсивностью  $(1 \div 70) \cdot 10^4$  Вт/м<sup>2</sup>, создаваемым гидродинамическим генератором, и одновременно осуществляют подачу кислородосодержащего газа (RU 2333156, 10.09.2008).

Известен также способ очистки сточной воды, включающий механическую очистку, физико-химическую очистку, отстаивание, биологическую очистку, в котором физико-химическую очистку осуществляют посредством обработки воды электрокоагуляцией, совмещенной с периодическим воздействием ультразвуковыми колебаниями с частотой 20-25 кГц при мощности 1-3 В/см<sup>2</sup> (RU 2328455, 10.07.2008).

Недостатками данного способа являются невысокая степень очистки воды, содержащей повышенную концентрацию трудноокисляемых веществ, высокие энергозатраты и необходимость утилизации образующихся отходов.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ обработки воды и водных растворов, включающий корректировку pH многократным поочередным снижением давления высоконапорной жидкости при ее рециркуляции до величины, при которой происходит ее кавитация, с последующим повышением давления до величины, при которой кавитация прекращается, после чего рециркулируемую жидкость нагревают, и часть высоконапорной жидкости отбирают на фильтрацию, из оставшегося рециркуляционного потока отбирают скавитированную жидкость, выдерживают ее до схлопывания кавитационных пузырьков и осаждения образовавшихся твердых примесей, после чего возвращают стабилизированную жидкость в рециркуляционный поток низкого давления.

Кавитацию осуществляют гидродинамическим или ультразвуковым способом (RU 2240984, 27.11.2004).

Известный способ позволяет расширить функциональные возможности за счет комплексной подготовки жидкости (умягчение, обеззараживание, снижение содержания солей и взвешенных частиц). Однако данный способ является достаточно сложным, продолжительным и энергоемким.

Задачей настоящего изобретения является интенсификация и упрощение процесса подготовки воды и водных растворов с получением очищенной водной среды.

Поставленная задача решается описываемым способом очистки водной среды, который включает заполнение емкости водной средой, обработку среды в упомянутой емкости при пониженном давлении с обеспечением акустической кавитации путем одновременного воздействия на водную среду источников ультразвуковых колебаний различной частоты, направленных навстречу друг другу, при этом используют низкочастотный источник, возбуждающий широкий спектр частот, и высокочастотный источник, возбуждающий одну частоту колебаний, величина которой в 10 раз превышает величину основной гармоники низкочастотного источника, обработку осуществляют при создании в емкости, заполненной водной

средой, разряжения, равного  $0,3-0,9 \text{ кгс/см}^2$ , и процесс ведут до достижения в обрабатываемой среде индекса кавитации, равного  $0,15-0,5$ , и проведение последующей фильтрации обработанной водной среды.

Предпочтительно низкочастотный и высокочастотный источники установлены в емкости соосно, на расстоянии между ними, равном  $1/4$  от величины длины волны низкочастотного источника.

Предпочтительно емкость заполняют водной средой на высоту, равную  $1/2$  от длины волны низкочастотного источника.

Предпочтительно основная частота колебаний, создаваемая низкочастотным источником, составляет  $1,8 \text{ кГц}$ , а частота колебаний, создаваемая высокочастотным источником, составляет  $18 \text{ кГц}$ .

Для осуществления данного способа в качестве источника низкочастотных колебаний можно использовать гидроакустический излучатель «ножевого типа». В качестве источников высокочастотных колебаний можно использовать магнитострикционный преобразователь. При заявленном размещении упомянутых источников колебаний возникающие в водной среде акустические поля направлены соосно друг другу, за счет чего в емкости с жидкостью создается лавинообразная кавитация, приводящая к эффективной дегазации. Удаление газа из емкости происходит непрерывно и обеспечивается проведением процесса при заявленном интервале разряжения. Уменьшение разряжения ниже  $0,3 \text{ кгс/см}^2$  снижает степень дегазации, а повышение выше  $0,9 \text{ кгс/см}^2$  неоправданно повышает энергозатраты. Наличие в акустическом поле лавинообразной кавитации при наличии разряжения приводит к резкому разрыву межмолекулярных связей и снижению вязкости водной среды. Заявленный индекс кавитации, создаваемый в обрабатываемой водной среде, приводит к снижению вязкости жидкости (без ее нагрева) на  $30-50\%$ , что позволяет при осуществлении последующей фильтрации снизить продолжительность этой стадии и увеличить на  $20-25\%$  объем профильтрованной воды в единицу времени. Для фильтрации можно использовать различные устройства, исходя из состава обрабатываемой жидкости и требований к целевому продукту. На конечной стадии процесса можно осуществлять микрофильтрацию, ультрафильтрацию, обратный осмос и т.п.

Реализацию изобретения осуществляют на простой установке, одна из возможных схем которой приведена на фиг.1, где

1 - трубопровод для подачи воды;

2 - манометр;

3 - гидроакустический излучатель низкой частоты;

4 - ультразвуковой излучатель высокой частоты;

5 - емкость;

6 - трубопровод для удаления газа из системы;

7 - трубопровод для подачи воды к насосу;

8 - насос высокого давления;

9 - манометр контроля давления при подаче на фильтрацию;

10 - соединительный трубопровод высокого давления;

11 - мембранные фильтры установки обратного осмоса;

12 - трубопровод для слива отфильтрованной воды.

Пример.

Исходную загрязненную воду, содержащую соли жесткости, под давлением  $3 \text{ ати}$  подают по трубопроводу в емкость, объем которой составляет  $26 \times 10^{-3} \text{ м}^3$ , на

гидроакустический излучатель низкой частоты «ножевого типа», закрепленный на внутренней стенке емкости. Производительность выбранного излучателя составляет 3,6 м<sup>3</sup>/час. Емкость заполнена на высоту, равную 1/2 от длины волны низкочастотного источника, что составляет примерно 37-40 см. На противоположной стороне емкости с внутренней стороны закреплен магнитострикционный преобразователь (ультразвуковой излучатель высокой частоты) марки ПМС15А18, питание которого осуществляют через генератор марки УЗГ-2-4 м. Расстояние между излучателями составляет 1/4 от величины длины волны низкочастотного источника, что составляет примерно 19-20 см. Одновременно включают излучатели в работу. Интенсивность колебаний низкой частоты (основная частота 1,8 кГц) составляет 3-4 Вт/см<sup>2</sup>. Интенсивность колебаний высокой частоты (18 кГц) составляет 8-10 Вт/см<sup>2</sup>. За счет совместного воздействия акустических полей, созданных упомянутыми излучателями и направленных навстречу друг другу, в обрабатываемой воде возникает мощная кавитация (индекс кавитации 0,35) и начинается дегазация. Выделяющийся газ откачивают через трубопровод 6 при создании в емкости разрежения 0,6 кгс/см<sup>2</sup>. Обработанную воду, вязкость которой снизилась на 40%, отводят из емкости с расходом 1 л/сек и при включенном насосе 8 по трубопроводу 10 подают на фильтрацию в установку обратного осмоса под давлением 8-15 атм. Отфильтрованную жидкость, в которой снижено солесодержание и количество взвешенных примесей до санитарных норм, подают потребителю через трубопровод 12 для слива отфильтрованной воды.

При сравнении результатов заявленного способа с результатами способа, не предусматривающего проведение кавитации, как описано выше, вязкость воды не снижается, поэтому при проведении фильтрации на аналогичной установке обратного осмоса (марка R070) воду необходимо подавать под большим давлением (от 11 до 17 атм).

Как видно из описания, по сравнению с прототипом заявленный способ приводит к возможности увеличения объема фильтруемой воды за счет снижения ее вязкости без осуществления нагрева, позволяет проводить фильтрацию при более низком давлении, снижает энергозатраты на процесс в целом. Таким образом, изобретение позволяет интенсифицировать процесс обработки жидких сред при сохранении высокой степени очистки.

#### Формула изобретения

1. Способ очистки водной среды, включающий заполнение емкости водной средой, обработку среды в упомянутой емкости при пониженном давлении с обеспечением акустической кавитации и последующую фильтрацию, отличающийся тем, что кавитацию обеспечивают путем одновременного воздействия на водную среду источниками ультразвуковых колебаний различной частоты, направленными навстречу друг другу, при этом используют низкочастотный источник, возбуждающий широкий спектр частот, и высокочастотный источник, возбуждающий одну частоту колебаний, величина которой в 10 раз превышает величину основной частоты колебаний, создаваемую низкочастотным источником, обработку осуществляют при создании в емкости, заполненной водной средой, разрежения, равного 0,3-0,9 кгс/см<sup>2</sup>, и процесс ведут до достижения в обрабатываемой среде индекса кавитации, равного 0,15-0,5.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что низкочастотный и высокочастотный источники установлены в емкости соосно, на расстоянии между ними, равном 1/4

величины длины волны низкочастотного источника.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что емкость заполняют водной средой на высоту, равную  $1/2$  длины волны низкочастотного источника.

5 4. Способ по п.1, отличающийся тем, что основная частота колебаний, создаваемая низкочастотным источником, составляет 1,8 кГц, а частота колебаний, создаваемая высокочастотным источником, составляет 18 кГц.

10

15

20

25

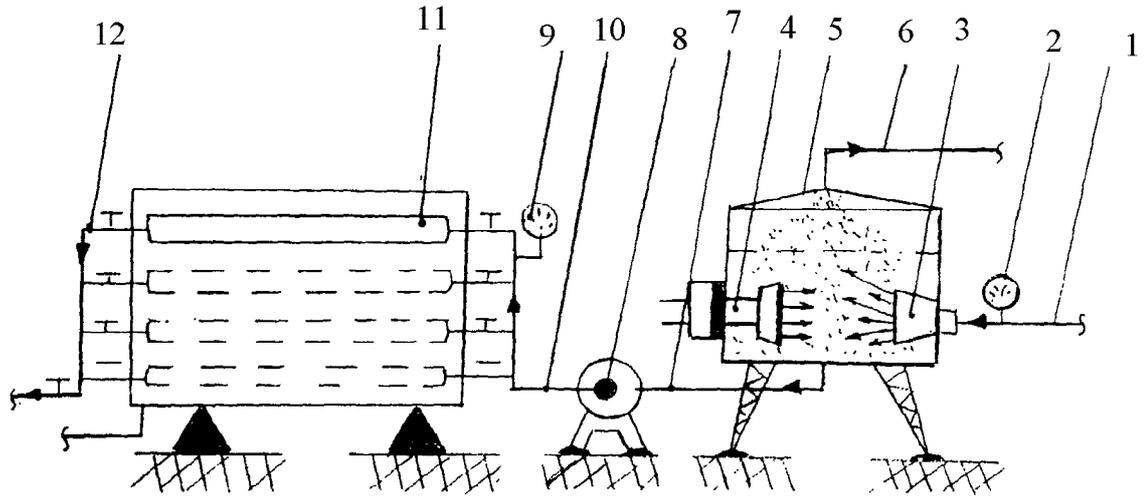
30

35

40

45

50



Фиг. 1