



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **114374** (13) **C2**

(51) МПК

**C02F 1/66** (2006.01)

**C02F 1/34** (2006.01)

**C02F 103/02** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

(21) Номер заявки: **а 2016 02746**

(22) Дата подання заявки: **18.03.2016**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на винахід: **25.05.2017**

(41) Публікація відомостей  
про заявку: **11.07.2016, Бюл.№ 13**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **25.05.2017, Бюл.№ 10**

(72) Винахідник(и):  
**Долінський Анатолій Андрійович (UA),  
Целень Богдан Ярославович (UA),  
Гартвіг Анатолій Петрович (UA),  
Коник Аліна Василівна (UA),  
Радченко Наталія Леонідівна (UA)**

(73) Власник(и):  
**ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАН  
УКРАЇНИ,**  
вул. Булаховського, 2, м. Київ, 03164 (UA)

(56) Перелік документів, взятих до уваги  
експертизою:  
UA 108572 C2, 12.05.2015  
Целень Б.Я. Спосіб безреагентної  
нейтралізації кислого конденсату продуктів  
згоряння природного газу // Наукові праці  
ОНАХТ. Випуск 47, Т.2, 2015. – С. 109–111  
Вплив механізмів дискретно-імпульсного  
введення енергії на властивості води / А.А.  
Долінський, Б.Я. Целень, Н.Л. Радченко,  
Л.П. Гоженко, А.В. Коник // Збірник тез  
доповідей IX міжнародної науково-  
практичної конференції студентів,  
аспірантів і молодих вчених  
«Ресурсозберігаючі технології та  
обладнання» (24-26 листопада 2015 р. м.  
Київ). – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – С. 114-115  
Целень Б.Я., Яроцький С.М. Нейтралізація  
кислих водних розчинів методом дискретно-  
імпульсного введення енергії // Наукові  
праці ОНАХТ. Випуск 45, Т.3, 2014. – С. 34–  
39  
UA a201506982, 10.12.2015  
UA 81656 C2, 25.01.2008  
RU 2104964 C1, 20.02.1998  
RU 2196740 C1, 20.01.2003  
RU 2467956 C1, 27.11.2012  
RU 2240984 C1, 27.11.2004  
US 6200486 B1, 13.03.2001

UA 114374 C2

**(54) СПОСІБ ОБРОБКИ ВОДИ**

(57) Реферат:

Винахід стосується способу обробки води і водних систем і може бути використаний в галузях промислової і комунальної енергетики, в харчовій, медичній, хімічній та інших галузях промисловості. В потоці води створюють порожнину шляхом подачі у воду газового середовища під тиском 0,05÷1 ата, після чого воду при довільній температурі обробляють

одночасно як високочастотними гідродинамічними коливаннями з частотою  $100\div 30000$  Гц і напругою зсуву не менше 6 Па, так і акустичними хвилями з частотою не нижче 500 Гц, та диспергують в області зниженого тиску в режимі неперервної рециркуляції потоку з кратністю  $K \geq 8$  в контурі "генератор високочастотних гідродинамічних коливань і акустичних хвиль - камера розпилювання". При цьому час проходження потоку від генератора високочастотних гідродинамічних коливань і акустичних хвиль до камери розпилювання становить від 0 до 0,05 секунди. Винахід забезпечує отримання необхідного значення водневого показника, окисно-відновного потенціалу, жорсткості, лужності, вмісту іонів розчинених солей і металів у воді, підвищення ефективності обробки та її продуктивності.

Винахід належить до способів обробки води і водних систем і призначений для використання в галузях промислової і комунальної енергетики, в харчовій, хімічній та інших галузях промисловості.

Відомі способи для нейтралізації водних систем передбачають введення в рідину хімічних реагентів для нейтралізації кислих (лужних) компонентів або їх вилучення за допомогою фізичних методів впливу на рідину (декарбонізація) (патенти РФ № 2177448, № 2151951, № 2177450). Відомі аналоги - способи нейтралізації стоків і очищення води від газів (патенти РФ № 2129993, № 2084407), у яких коректування водневого показника води здійснюється шляхом хімічних взаємодій.

Недоліками цих способів є те, що при введенні хімічних реагентів утворюються сторонні продукти реакції, які спричиняють утворення осаду, можуть забруднювати оточуюче середовище, а у випадку нейтралізації кислого конденсату роблять неможливим його повторне використання для технологічних потреб. Застосування фізичних методів впливу на рідину (декарбонізація та ін.) потребують досить високих питомих витрат енергії і матеріалів, а також характеризуються досить великими габаритами.

Найбільш близьким аналогом до заявленого способу, вибраним як прототип, є спосіб обробки води (патент UA 108572, C02F 1/66, опублікований 12.05.2015), що передбачає корекцію величини водневого показника шляхом обробки потоку води при довільній температурі високочастотними гідродинамічними коливаннями з частотою не менше 3000 Гц та з напругою зсуву не менше 6 Па з наступним диспергуванням в області зниженого тиску до 0,05 ат і направленням на рециркуляцію до досягнення заданої величини водневого показника.

Недоліком цього способу є те, що потік води або його частину після обробки високочастотними гідродинамічними коливаннями і подальшого диспергування подають на рециркуляцію, що знижує продуктивність установки.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення способу обробки води шляхом одночасної обробки потоку води високочастотними гідродинамічними коливаннями та акустичними хвилями, що забезпечить одержання необхідного значення водневого показника, величини окисно-відновного потенціалу, жорсткості, лужності, вмісту іонів розчинних солей і металів у воді, підвищить ефективність обробки та її продуктивність.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі обробки води, що передбачає обробку потоку води при довільній температурі високочастотними гідродинамічними коливаннями і напругою зсуву не менше 6 Па з наступним диспергуванням в області зниженого тиску до 0,05 ат, згідно з винаходом, в потоці води створюють порожнину шляхом подачі у воду газового середовища під тиском  $0,05 \div 1$  ата, після чого воду обробляють одночасно як високочастотними гідродинамічними коливаннями з частотою  $1000 \div 30000$  Гц, так і акустичними хвилями з частотою не нижче 500 Гц, та диспергують в режимі неперервної рециркуляції потоку з кратністю  $K \geq 8$  в контурі "генератор високочастотних гідродинамічних коливань і акустичних хвиль - камера розпилювання", при цьому час проходження потоку від генератора високочастотних гідродинамічних коливань і акустичних хвиль до камери розпилювання становить від 0 до 0,05 секунди.

Створення газової порожнини в потоці води за рахунок надходження газового середовища забезпечує зниження напору потоку і створює передумови для виникнення розвиненої кавітації.

При обробці потоку високочастотними гідродинамічними коливаннями відбувається коалесценція стабільних мікро- і нанорозмірних бульбашок в рідині, руйнування іонних оболонок, перерозподіл і руйнування водневих зв'язків, ініціювання і прискорення перебігу різноманітних фізико-хімічних процесів і перетворень.

Одночасна обробка потоку акустичними хвилями разом з високочастотними гідродинамічними коливаннями забезпечує інтенсифікацію процесу.

Диспергування водного потоку в область зниженого тиску дозволяє здійснювати інтенсивну дегазацію рідини і вилучати леткі компоненти.

Час проходження потоку від генератора високочастотних гідродинамічних коливань і акустичних хвиль до камери розпилювання, що становить від 0 до 0,05 секунди, запобігає повторному розчиненню виділеної у вигляді бульбашок газової фази в рідині.

Обробка води в режимі неперервної рециркуляції потоку з кратністю  $K \geq 8$  в контурі "генератор високочастотних гідродинамічних коливань і акустичних хвиль - камера розпилювання" підвищує продуктивність обробки.

Заявлений спосіб здійснюється таким чином.

Перед обробкою неперервного потоку води довільної температури в ньому створюють порожнину шляхом подачі газового середовища під тиском  $0,05 \div 1$  ата, після чого потік води надходить в генератор високочастотних гідродинамічних коливань і акустичних хвиль де

відбувається одночасна обробка гідродинамічними коливаннями з частотою  $1000 \div 30000$  Гц і акустичними хвилями з частотою не нижче 500 Гц, а потім через  $0 \div 0,05$  с воду подають в камеру розпилювання, де відбувається її диспергування під тиском до 0,05 ата. Далі потік води подається на повторну обробку, утворюючи контур рециркуляції. Подачу води на обробку і відведення обробленої води здійснюють окремими потоками однакової масової витрати на вході і виході контуру рециркуляції при кратності рециркуляції  $K \geq 8$ .

#### Приклад 1

Перед обробкою в неперервному потоці конденсату продуктів згоряння природного газу водогрійного газового котла з  $pH=4,7$  при температурі  $15^\circ C$  створювали порожнину шляхом подачі повітря під тиском 0,08 ата, після чого подавали в генератор високочастотних гідродинамічних коливань і акустичних хвиль, де відбувалася одночасна обробка високочастотними гідродинамічними коливаннями (частота - 3000 Гц, швидкість зсуву -  $3500 \text{ с}^{-1}$ , напруження зсуву - 6 Па) і акустичними хвилями з частотою 1500 Гц, потім через 0,03 с конденсат подавали в камеру розпилювання, де відбувалося його диспергування під тиском 0,08 ата. Далі потік конденсату подавали на повторну обробку, утворюючи контур рециркуляції. Кратність рециркуляції підтримували на рівні  $K=12$ . Оброблений конденсат з  $pH=6,5$  неперервним потоком відводили з установки.

#### Приклад 2

Перед обробкою в неперервному потоці розчину сірчаної кислоти у водопровідній воді з  $pH=5,9$  і вмістом гідрокарбонатів 0,92 моль-екв/л при температурі  $17^\circ C$  створювали порожнину шляхом подачі повітря під тиском 0,1 ата, після чого подавали в генератор високочастотних гідродинамічних коливань і акустичних хвиль, де відбувалася одночасна обробка високочастотними гідродинамічними коливаннями (частота - 3000 Гц, швидкість зсуву -  $3500 \text{ с}^{-1}$ , напруження зсуву - 6 Па) і акустичними хвилями з частотою 1500 Гц, потім через 0,05 с розчин подавали в камеру розпилювання, де відбувалося його диспергування під тиском 0,1 ата. Далі потік розчину подавали на повторну обробку утворюючи контур рециркуляції. Кратність рециркуляції підтримували на рівні  $K=8$ . Оброблений розчин з  $pH=7,1$  і вмістом гідрокарбонатів 0,56 моль-екв/л неперервним потоком відводили з установки.

На графіку (креслення) показана зміна водневого показника розчину сірчаної кислоти у водопровідній воді в процесі обробки.

#### Приклад 3

Перед обробкою в неперервному потоці розчину гідрокарбонату натрію в дистильованій воді з  $pH=8,5$  при температурі  $26^\circ C$  створювали порожнину шляхом подачі повітря під тиском 1,0 ата, після чого подавали в генератор високочастотних гідродинамічних коливань і акустичних хвиль, де відбувалася одночасна обробка високочастотними гідродинамічними коливаннями (частота - 3000 Гц, швидкість зсуву -  $3500 \text{ с}^{-1}$ , напруження зсуву - 6 Па) і акустичними хвилями з частотою 1500 Гц, потім через 0,05 с розчин подавали в камеру розпилювання, де відбувалося його диспергування під тиском 0,9 ата. Далі потік розчину подавали на повторну обробку, утворюючи контур рециркуляції. Кратність рециркуляції підтримували на рівні  $K=10$ . Оброблений розчин з  $pH=8,9$  неперервним потоком відводили з установки.

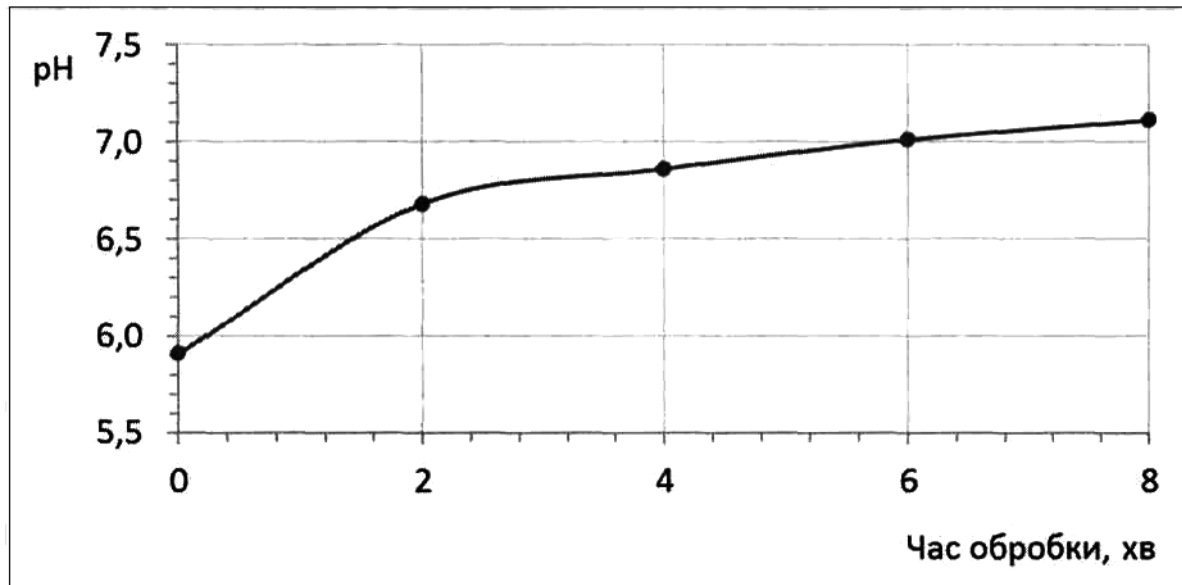
#### Приклад 4

Перед обробкою в неперервному потоці води водопровідної з  $pH=7,1$  при температурі  $13^\circ C$  створювали порожнину шляхом подачі повітря під тиском 0,08 ата, після чого подавали в генератор високочастотних гідродинамічних коливань і акустичних хвиль, де відбувалася одночасна обробка високочастотними гідродинамічними коливаннями (частота - 3000 Гц, швидкість зсуву -  $3500 \text{ с}^{-1}$ , напруження зсуву - 6 Па) і акустичними хвилями з частотою 1500 Гц, потім через 0,03 с воду подавали в камеру розпилювання, де відбувалося її диспергування під тиском 0,08 ата. Далі потік води подавали на повторну обробку, утворюючи контур рециркуляції. Кратність рециркуляції підтримували на рівні  $K=15$ . Оброблену воду з  $pH=8,2$  неперервним потоком відводили з установки.

### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб обробки води, що включає обробку потоку води при довільній температурі високочастотними гідродинамічними коливаннями і напругою зсуву не менше 6 Па з наступним диспергуванням в області зниженого тиску до 0,05 ат, який відрізняється тим, що в потоці води створюють порожнину шляхом подачі у воду газового середовища під тиском  $0,05 \div 1$  ата, після чого воду обробляють одночасно як високочастотними гідродинамічними коливаннями з частотою  $1000 \div 30000$  Гц, так і акустичними хвилями з частотою не нижче 500 Гц, та диспергують в режимі неперервної рециркуляції потоку з кратністю  $K \geq 8$  в контурі "генератор

високочастотних гідродинамічних коливань і акустичних хвиль - камера розпилювання", при цьому час проходження потоку від генератора високочастотних гідродинамічних коливань і акустичних хвиль до камери розпилювання становить від 0 до 0,05 секунди.




---

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

---

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601