



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 87055

(13) C2

(51) МПК (2009)

C02F 1/463

C02F 1/48

C02F 1/46

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ЗАБРУДНЕНОЇ ВОДИ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОЮ КОАГУЛЯЦІЄЮ

1

2

(21) а200711877

(22) 29.10.2007

(24) 10.06.2009

(46) 10.06.2009, Бюл. № 11, 2009 р.

(72) МЕЛЬНИЧУК ДМИТРО ОЛЕКСІЙОВИЧ, КОПІ-
ЛЕВИЧ ВОЛОДИМИР АБРАМОВИЧ, КАПЛУНЕН-
КО ВОЛОДИМИР ГЕОРГІЙОВИЧ, КОСІНОВ МИ-
КОЛА ВАСИЛЬОВИЧ, ПОЛЯКОВ ДМИТРО
ВАСИЛЬОВИЧ, ЧАУСОВ МИКОЛА ГЕОРГІЙОВИЧ,
ЯРОСЛАВСЬКИЙ ВАЛЕНТИН ПЕТРОВИЧ(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУР-
СІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ(56) Шидловский А.К., Щерба А.А., Захарченко
С.Н. Перспективы применения искроэрозионной
коагуляции в системах водоподготовки тепловых
сетей // Вода і водоочисні технології. - 2003. - №2.
- С.26-31

UA 51330 A, 15.11.2002

UA 20621 U, 15.02.2007

UA 82416 C2, 10.04.2008 (заявка а200605788, дата
подання 26.05.2006)

UA 56454 A, 15.05.2003

UA 18217 U, 15.11.2006

UA 17475 U, 15.09.2006

SU 1682325 A1, 07.10.1991

SU 1353743 A1, 23.11.1987

SU 1556758 A1, 15.04.1990

RU 2019516 C1, 15.09.1994

GB 1098837, 10.01.1968

WO 02/058838 A1, 01.08.2002

(57) Установка для очищения забрудненої води електроерозійною коагуляцією, що містить генератор електричних імпульсів, місткість для очищеної води, з'єднану трубопроводом з розрядною камерою, в якій розміщені металеві гранули, перший і другий електроди, підключені до генератора електричних імпульсів, циклон, встановлений у верхній частині розрядної камери і з'єднаний з інжекційним патрубком, при цьому розрядна камера має циліндрову форму і забезпечена діелектричною дисковою перегородкою з отвором в центрі, що встановлена в нижній частині розрядної камери перпендикулярно вертикальній осі із зазором щодо циліндрової стінки розрядної камери і її днища, а в нижній частині розрядної камери по її радіусу встановлені діелектричні ребра, між якими розташовані перший і другий електроди, яка **відрізняється** тим, що зовні розрядної камери вище за шар металевих гранул встановлений соленоїд, підключений до джерела струму, а всередині камери додатково встановлені третій і четвертий електроди, підключені до джерела струму, причому третій електрод виконаний у вигляді незамкнутого циліндра і розташований біля стінки камери в її верхній частині, а четвертий електрод виконаний у вигляді стержня і встановлений по осі розрядної камери.

Винахід відноситься до установок для комплексної обробки промислових, комунальних, медичних, дощових і інших стоків з метою поліпшення їх біологічних властивостей і може бути використана для отримання води, придатної для вживання.

Відома установка для очищення води з метою отримання питної води, яка включає пристрій для попереднього очищення води від шкідливих і отруйних речовин, охолоджувач води, нагрівач і місткість для зливу конденсату [Деклараційний па-

тент України №51330, МПК⁷ C02F9/00. Опубл.15.11.2002. Бюл. №11]. Недоліком описаної установки є її складність і низька ефективність, що не дозволяє проводити очищення в проточній воді.

Відома установка для очищення води електроерозійною коагуляцією, що містить генератор електричних імпульсів, блок управління, місткість для очищеної води, з'єднану трубопроводом з розрядною камерою, в якій розміщені металеві гранули і електроди, підключені до генератора

(13) C2

(11) 87055

(19) UA

електричних імпульсів [Шидловский А.К., Щерба А.А., Захарченко С.Н. Перспективы применения искроэрозионной коагуляции в системах водоподготовки тепловых сетей. Вода і водоочисні технології, №2 (6), 2003]. Недоліком описаної установки є її низька ефективність, обумовлена незначною кавітацією в розрядній камері. Це не дозволяє проводити очищення в проточній воді.

Найбільш близькою до пропонованої установкою є установка для очищення забрудненої води електроерозійною коагуляцією, що містить генератор електричних імпульсів, місткість для очищеної води, з'єднану трубопроводом з розрядною камерою, в якій розміщені металеві гранули, перший і другий електроди, підключені до генератора електричних імпульсів, циклон, встановлений у верхній частині розрядної камери і з'єднаний з інжекційним патрубком, при цьому розрядна камера має циліндрову форму і забезпечена діелектричною дисковою перегородкою з отвором в центрі, що встановлена в нижній частині розрядної камери перпендикулярно вертикальній осі із зазором щодо циліндрової стінки розрядної камери і її днища, а в нижній частині розрядної камери по її радіусу встановлені діелектричні ребра, між якими розташовані перший і другий електроди [Патент України на корисну модель №20621. Спосіб очищення водних розчинів електроерозійною коагуляцією. МПК C02F9/00, Опубл. 15.02.2007. Бюл. №2, 2007 р.].

Недоліком відомої установки є низька продуктивність, обумовлена недостатньою кавітацією і повільним процесом коагуляції, для прискорення якого необхідне збільшення рН водного розчину.

В основу запропонованого винаходу поставлена задача підвищення продуктивності очищення водних розчинів.

Поставлене винаходом завдання досягається тим, що в установці для очищення забрудненої води електроерозійною коагуляцією, що містить генератор електричних імпульсів, місткість для очищеної води, з'єднану трубопроводом з розрядною камерою, в якій розміщені металеві гранули, перший і другий електроди, підключені до генератора електричних імпульсів, циклон, встановлений у верхній частині розрядної камери і з'єднаний з інжекційним патрубком, при цьому розрядна камера має циліндрову форму і забезпечена діелектричною дисковою перегородкою з отвором в центрі, що встановлена в нижній частині розрядної камери перпендикулярно вертикальній осі із зазором щодо циліндрової стінки розрядної камери і її днища, а в нижній частині розрядної камери по її радіусу встановлені діелектричні ребра, між якими розташовані перший і другий електроди, згідно винаходу зовні розрядної камери вище за шар металевих гранул встановлений соленоїд, підключений до джерела струму, а всередині камери додатково встановлені третій і четвертий електроди, підключені до джерела струму, причому третій електрод виконаний у вигляді незамкнутого циліндра і розташований біля стінки камери в її верхній частині, а четвертий електрод виконаний у вигляді стержня і встановлений по осі розрядної камери.

Введення в установку соленоїда, підключеного до джерела струму і встановленого зовні розрядної камери вище за шар металевих гранул, дозво-

ляє створити магнітне поле в просторі між додатковим катодом циліндрової форми і додатковим стержневим анодом з напрямом вектора магнітної індукції паралельно осі вихрового потоку рідини.

Введення додаткових третього і четвертого електродів, підключених до джерела струму, причому третій електрод виконаний у вигляді незамкнутого циліндра і розташований біля стінки камери в її верхній частині, а четвертий електрод виконаний у вигляді стержня і встановлений по осі розрядної камери, дозволяє прискорювати рух електропровідної рідини в магнітному полі. Прискорення вихрового водного потоку перед пропусканням через шар металевих гранул підсилює кавітацію в рідині. Кавітація виникає при гальмуванні рідини на металевих гранулах і розповсюджується на великий об'єм рідини, що підвищує ефективність очищення водного розчину, яке не знижується при великій швидкості пропускання вихрового водного розчину через шар металевих гранул, оскільки, чим більше швидкість вихрового руху рідини, тим активніше здійснюється кавітація при гальмуванні рідини на гранулах.

Прискорення вихрового водного потоку здійснюється в магнітному полі в просторі між додатковим катодом циліндрової форми і додатковим стержневим анодом. Це дозволяє, не порушуючи ламінарності потоку у вихорі рідини, прискорювати рідину в магнітному полі і за рахунок цього досягати великої швидкості руху рідини і, як наслідок, великої кавітації.

Розташування додаткового стержневого четвертого електроду - анода по осі розрядної камери і виконання третього електроду - катода циліндрової форми дозволяє отримати в прианодній зоні по осі вихру підвищену концентрацію іонів водню H^+ , а в прикатодній зоні, де розташовані металеві гранули, підвищену концентрацію іонів гідроксила OH^- . Це значно збільшує іонну силу розчину. У зоні розташування гранул виникає лужне середовище, в цій же зоні утворюється коагулянт, що приводить до активізації процесів осадження важких металів і органічних сполук. Виконання третього електроду у вигляді незамкнутого циліндра виключає появу короткозамкнутого витка в магнітному полі, що зменшує втрати електричної енергії при створенні магнітного поля.

На Фіг.1 приведена схема установки для очищення води електроерозійною коагуляцією. На Фіг.2 показана схема підключення електродів в розрядній камері.

Установка для очищення забрудненої води електроерозійною коагуляцією складається з розрядної камери 1, виготовленої з діелектричного матеріалу. Розрядна камера 1 своєю верхньою частиною з'єднана з циклоном 2, який, у свою чергу, з'єднаний з інжекційним патрубком 3. В розрядній камері 1 розміщені металеві гранули 4, які розташовані на дні камери 1 у електродів 5 і 6, підключених до генератора електричних імпульсів 7. Електроди 5 і 6 розташовані між діелектричними ребрами 8. Діелектричні ребра 8 встановлені вертикально в зоні з'єднання бічної стінки і дна розрядної камери 1 по її радіусу. Всередині розрядної камери 1 в нижній її частині перпендикулярно вертикальній осі встановлена діелектрична дискова

перегородка 9 з отвором 16 в центрі. Дискова перегородка 9 встановлена із зазором щодо циліндрової стінки розрядної камери 1 і її днища. Розрядна камера 1 через трубопровід 10 з'єднана з місткістю 11 для очищеної води. У днищі камери 1 встановлений другий вихідний трубопровід 17. Зовні розрядної камери 1 вище за шар гранул 4 встановлений соленоїд 12, підключений до джерела струму 13. Всередині камери 1 встановлені третій 14 і четвертий 15 електроди, підключені до джерела струму 13, причому третій електрод 14 виходить у вигляді незамкнутого циліндра і розташований біля стінки камери 1 в її верхній частині, а четвертий електрод 15 виконаний у вигляді стержня і встановлений по осі розрядної камери 1.

Установка для очищення забрудненої води електроерозійною коагуляцією працює таким чином. В розрядну камеру 1 зверху вниз через циклон 2, з'єднаний з інжекційним патрубком 3, надходить забруднена вода для очищення. Вода в інжекційний патрубок 3 надходить під тиском. Це дозволяє значно збільшити кінетичну енергію рідини при збереженні ламінарного потоку. В інжекційному патрубку 3 рідина отримує приріст швидкості при ламінарному потоці її руху. У циклоні 2 здійснюється вихрове закручування потоку, при якому рідина, переміщаючись по спіралі, потрапляє в розрядну камеру 1. Із збільшенням швидкості потоку кінетична енергія рухомої рідини збільшується. У верхній частині розрядної камери 1 водний потік, що є електролітом, додатково прискорюється в магнітному полі в просторі між додатковим катодом 14 циліндрової форми і додатковим стержневим анодом 15, розташованим по осі вихрового потоку, при цьому вектор магнітної індукції магнітного поля направлений паралельно осі вихрового потоку рідини. Магнітне поле створюється соленоїдом 12, підключеним до джерела струму 13. Цим досягається велика швидкість рідини при збереженні ламінарності потоку. В розрядній камері 1 розміщують металеві гранули 4, (наприклад, сталеві), які розташовують на дні камери 1 у електродів 5 і 6, підключених до генератора електричних імпульсів 7. Металеві гранули завантажують в таку кількість, щоб при вихровому русі рідини вони розташовувалися вище за діелектричні ребра 8 і забезпечували проходження електричного струму по гранулах 4 між електродами 5 і 6. Вихровий рух рідини виносить металеві гранули до стінки циліндрової розрядної камери 1 в зону, де встановлені електроди 5 і 6 і діелектричні ребра 8. При гальмуванні рідини на металевих гранулах 4 виникає кавітація за рахунок переходу ламінарного руху рідини в турбулентний. За рахунок стрибків гідралічного тиску і гідралічних ударів в рідині виникають ультразвукові хвилі. Кавітація розповсюджується на весь об'єм рідини в зоні розташування металевих гранул 4. Накопичена кінетична енергія рухомої рідини вивільняється в зоні металевих гранул 4. При цьому в зоні розташування металевих гранул 4 виникає велика кількість кавітаційних пузирів, які при схлопуванні виділяють енергію, що руйнує сторонні включення у воді. Кавітація супроводжується сонолюмінесценцією. При кавітації ультразвукова хвиля у фазі розриву викликає велику напруженість в рідині, що

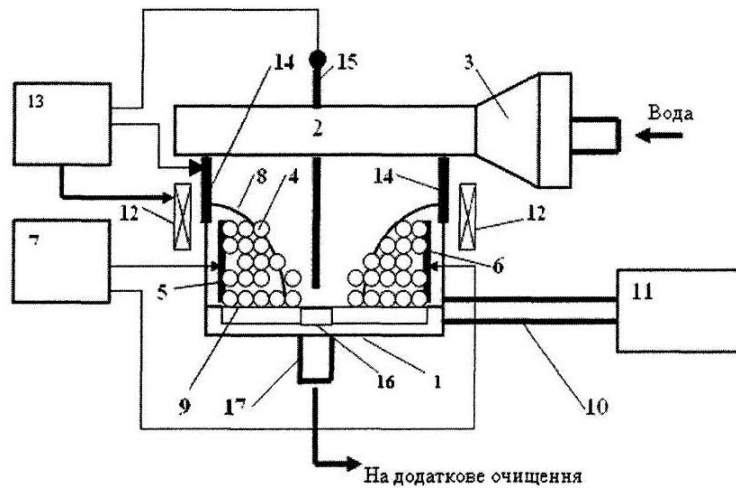
приводить до локального розриву суцільного середовища і створення в ній пузирів, заповнених водяною парою і розчиненими у водному розчині газами. Через півперіоду під дією стискаючого ефекту ультразвуку і сил поверхневого натягнення, ці пузири схлопуваються. У цей момент з пузирів вириваються спалахи сонолюмінесцентного випромінювання. Випромінює світло хмарка плазми, яка запалюється в центрі пузиря, що схлопується. Швидкість схлопування пузиря рівна 1..1,5 км/сек. Надзвуковий рух породжує потужні ударні хвилі в рідині. Після того, як ударна хвиля досягне центру пузиря, вона відбивається і починає розповсюджуватися назовні. В результаті, через дану точку речовини в пузирі ударна хвиля проходить двічі, при цьому здійснюється збільшення температури. Температура плазми при сонолюмінесценції складає десятки тисяч градусів. Спектр випромінювання при сонолюмінесценції суцільний, такий, що росте в ультрафіолетову область. При такій високій температурі здійснюється активний піроліз речовин, що знаходяться у воді, утворюються оксиди і гідрооксиди металу у всьому об'ємі рідини. Ударні хвилі і ультрафіолетове випромінювання приводять до загибелі бактерій, що знаходяться в рідині. Очищена вода виходить через отвори в циліндровій стінці камери у її дна безперервним потоком. На електроди 5 і 6 подають електричні імпульси від генератора 7. В якості генератора електричних імпульсів може бути використаний традиційний генератор для електроерозійної обробки металів [як приклад: А.Л.Лившиц, І.С.Рогачев, М.Ш.Отто. Генератори імпульсов. М., «Енергія», 1970, с.213.].

Під час проходження імпульсів струму через ланцюжки, утворені металевими гранулами 4, по ланцюгах, що огинають діелектричні ребра 8, між окремими гранулами 4 і електродами 5 і 6 виникають електричні розряди. При цьому, за рахунок електричної ерозії, здійснюється утворення коагулянту у водному розчині. В каналах розряду температура досягає 10 тис. градусів. При такій температурі здійснюється піроліз речовин, що знаходяться у воді, утворюються оксиди і гідрооксиди того металу, гранули якого завантажені в розрядну камеру. Ці оксиди і гідрооксиди є коагулянтами, які сорбують на собі іони важких металів, органічні сполуки і ін. У міру руйнування металевих гранул 4 в розрядну камеру 1 завантажують нові порції металевих гранул. Під дією електричних розрядів між гранулами 4 в рідкому середовищі також розвиваються значні гідродинамічні сили і виникають ультразвукові хвилі, які ще більше підсилюють кавітацію і сонолюмінесценцію, що виникли при гальмуванні вихрового потоку рідини на гранулах 4. Крім того, під дією ультразвукових хвиль здійснюється акустична коагуляція, суть якої полягає в тому, що при розповсюдженні в рідині ультразвукових хвиль виникають сили, що зближують зважені у воді частинки, що сприяє їх злипанню і, як наслідок, сприяє очищенню водних розчинів.

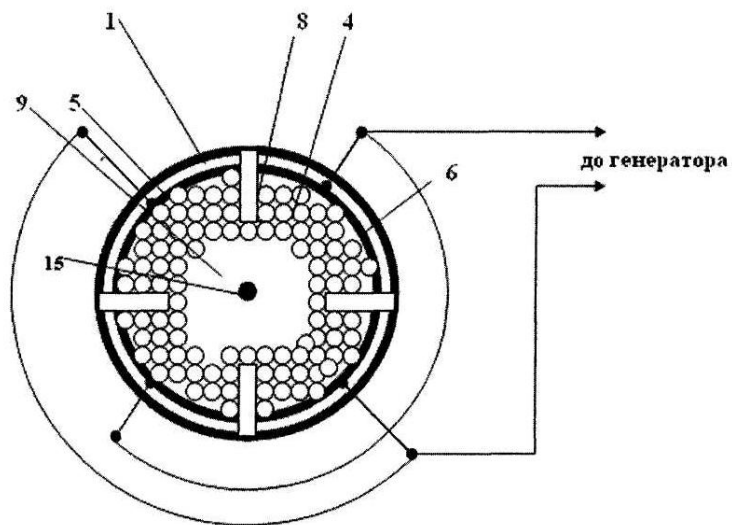
Водний розчин, що має лужну реакцію і пройшов обробку коагулянтами і дію кавітації і сонолюмінесценції, проходить через зазор між діелектричною дисковою перегородкою 9 і бічною стінкою

розрядної камери 1 і потрапляє через трубопровід 10 в ємність 11, де здійснюється осадження домішок. Частина водного розчину, що має кислу реакцію, через отвір 16 і другий вихідний трубо-

провід 17 надходить на додаткове очищення, яке може бути здійснене шляхом повторного пропускання водного розчину через розрядну камеру 1.



Фіг.1



Фіг.2