



УКРАЇНА

(19) UA (11) 28221 (13) U
(51) МПК (2006)
C02F 1/48
B03C 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЕРОЗІЙНО-ВИБУХОВОГО ЗНЕЗАРАЖЕННЯ РІДИНИ

1

(21) u200709550

(22) 23.08.2007

(24) 26.11.2007

(72) КОСІНОВ МИКОЛА ВАСИЛЬОВИЧ, UA,
КАПЛУНЕНКО ВОЛОДИМИР ГЕОРГІЙОВИЧ, UA(73) КОСІНОВ МИКОЛА ВАСИЛЬОВИЧ, UA,
КАПЛУНЕНКО ВОЛОДИМИР ГЕОРГІЙОВИЧ, UA

(56)

(57) Спосіб ерозійно-вибухового знезараження рідини, що полягає в подачі рідини в робочий об'єм, зарядженні накопичувача електроенергії, ініціації серії імпульсних електричних розрядів в

2

рідині імпульсами електричного струму, що генерують хвилі стиснення і розтягування в рідині, і відведенні знезараженої рідини з робочого об'єму, який **відрізняється** тим, що імпульсні електричні розряди в рідині здійснюють в ерозійних проміжках між металевими гранулами, що знаходяться в робочому об'ємі, при тривалості імпульсів електричного струму не більше 100 мкс, із швидкістю наростання переднього фронту в межах 10^7 А/с - 10^9 А/с і частоті повторення імпульсів не менше 1 кГц.

Корисна модель відноситься до знезараження рідин і може бути використана для зниження бактерійної зараженості стічних вод.

Відомий спосіб знезараження рідини, який полягає в руйнуванні мікроорганізмів, що містяться в рідині, імпульсним електричним зарядом [Патент США N 3366564, кл. 206-186, 1968]. Руйнування мікроорганізмів досягається тим, що заражену рідину (воду) подають в електророзрядну камеру, одночасно проводять зарядку конденсаторів сумарною місткістю більше 5мкФ, ініціюють розряд між електродами, зануреними в рідину, що заповнює електророзрядну камеру. В результаті електричного розряду в рідині здійснюється руйнування мікроорганізмів, і таким чином рідина знезаражується. Знезаражену рідину відводять з електророзрядної камери.

Недоліком цього способу є велика питома витрата енергії, необхідної для повного знищення мікроорганізмів, і низька продуктивність.

Найбільш близьким до пропонованого є спосіб знезараження рідини, що полягає в подачі рідини в робочий об'єм, зарядженні накопичувача електроенергії, ініціації одного або серії імпульсних електричних розрядів в рідині і відведенні знезараженої рідини з робочого об'єму, в якому при подачі рідини в робочий об'єм формують потік з рівномірним профілем швидкості, причому робочий об'єм заповнюють з повітряним проміжком, одночасно здійснюють зарядження накопичувача електроенергії в режимі

постійної потужності, потім проводять ініціацію електричних розрядів, що генерують хвилі стиснення і розтягування в рідині, імпульсами напруги із швидкістю наростання переднього фронту не менше 10^{10} В/с, при цьому в магістралях для подачі і відведення рідини забезпечують подавлення і гасіння хвиль стиснення [1. Патент RU №2058940. Электроимпульсный способ обеззараживания жидкости. МПК 6 C02F1/48, B03C5/00. Опубл.1996.04.27; 2. А. Юрьев. Бактерия в нокауте. Техника молодежи, №5, 1998, с.6.].

Недоліком цього способу є низька ефективність знезараження рідини і низька продуктивність, обумовлені тим, що використовується тільки один розрядний проміжок, здатний формувати один розряд на один імпульс струму. Крім того, хвилі стиснення і розтягування, що виникають в рідині, мають велику енергію тільки поблизу зони розряду і по мірі віддалення від зони розряду слабшають, що різко знижує ефективність знезараження. Ступінь знезараження тим менше, чим далі від зони розряду знаходяться мікроорганізми. З підвищенням ступеня забруднення води також різко знижується ефективність знезараження [див. К.В. Вилков, А.Л. Григорьев, Ю.А. Нагель, И.В. Уварова. Обеззараживающее действие мощного импульсного электрического разряда в воде. Экспериментальные результаты. Письма в ЖТФ, 2004, том 30, вып.7, С.48-53.].

(13) U
(11) 28221
(19) UA

В основу корисної моделі поставлені задачі підвищення ефективності знезараження рідини і підвищення продуктивності способу. Поставлені задачі вирішуються шляхом створення множинних розрядів у великому об'ємі рідини в перебігу дії кожного імпульсу, а також високою щільністю розрядних проміжків, створюваних у всьому об'ємі знезаражуваної рідини.

Запропонований, як і відомий спосіб ерозійно-вибухового знезараження рідини, полягає в подачі рідини в робочий об'єм, зарядженні накопичувача електроенергії, ініціації серії імпульсних електричних розрядів в рідині імпульсами електричного струму, що генерують хвилі стиснення і розтягування в рідині, і відведенні знезараженої рідини з робочого об'єму і, відповідно до цієї пропозиції, імпульсні електричні розряди в рідині здійснюються в ерозійних проміжках між металевими гранулами, що знаходяться в робочому об'ємі, при тривалості імпульсів електричного струму не більше 100мкс із швидкістю наростання переднього фронту в межах 10^7 А/с- 10^9 А/с і частоті повторення імпульсів не менше 1кГц.

В запропонованому способі імпульсні електричні розряди в рідині здійснюються в ерозійних проміжках між металевими гранулами, що знаходяться в робочому об'ємі. Це призводить до того, що електричні розряди здійснюються в безлічі точок випадкових контактів гранул, які хаотично виникають в шарі металевих гранул на невеликих відстанях один від одного, що різко підвищує щільність і рівномірність енергії, яка вводиться в зони вибухів, і збільшує частоту вибухів. При цьому в перебігу одного імпульсу струму виникає одночасно велика кількість розрядів у всьому робочому об'ємі рідини. Хвилі стиснення і розтягування, що виникають в рідині, мають велику енергію поблизу зони розряду, і оскільки розряди розподілені в робочому об'ємі рідини з високою щільністю, то зони з високою щільністю енергії перекриваються, що забезпечує ефективне знезараження рідини.

Авторами експериментально встановлена тривалість імпульсів. Тривалість імпульсів струму вибрана не більше 100мкс, щоб прискорити динаміку процесів, зробити процес електроерозії гранул вибуховим і не допускати переходу процесу електроерозії металевих гранул в режим розбризкування розплавленого металу. Крім того, при тривалості імпульсів електричного струму не більше 100мкс зменшуються витрати енергії на нагрівання рідини, які із збільшенням тривалості імпульсів більше 100мкс робляться значними, особливо це виявляється із збільшенням забруднення рідини. Використання коротких імпульсів електричного струму дозволяє знезаражувати сильно забруднені рідини.

Швидкість наростання переднього фронту імпульсів електричного струму встановлюють в межах 10А/с-10А/с. При швидкості наростання переднього фронту імпульсів електричного струму менше 10^7 А/с ефективність знезараження низька, оскільки в рідині не виникає кавітація. Швидкість наростання переднього фронту імпульсів електричного струму більше 10^9 А/с недоцільна,

оскільки при цьому значно ускладнюється конструкція генератора імпульсів, а ефективність знезараження росте не пропорційно витратам.

Частоту повторення імпульсів встановлюють не менше 1кГц, що дозволяє проводити ефективне знезараження в проточному режимі і, тим самим підвищити продуктивність способу.

Спосіб здійснюють таким чином. В робочий об'єм розрядної камери, виготовленої з діелектричного матеріалу, завантажують металеві гранули (наприклад, сталеві), які розміщують рівномірним шаром на її дні, де встановлені електроди. Електроди підключені до генератора імпульсів, що має накопичувач електроенергії. В розрядну камеру надходить рідина, яка підлягає знезараженню. На електроди подають електричні імпульси з накопичувача електроенергії, що мають швидкість наростання струму в межах 10^7 А/с- 10^9 А/с. Під час проходження імпульсів струму через ланцюжки, утворені металевими гранулами, між окремими гранулами виникають електричні розряди. Під дією електричних розрядів в рідкому середовищі розвиваються значні гідродинамічні сили і виникають ультразвукові хвилі, які призводять до кавітації. При кавітації 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 розрідження викликає велику напруженість в рідині, що приводить до локального розриву суцільного середовища і створення в ньому пузиря, заповненого водяною паром і розчиненими у воді газами. Через півперіоду, під дією стискаючого ефекту ультразвука і сил поверхневого натягнення, цей пазир схлопується. В цей момент з пузиря викидається спалах сонолюмінесцентного випромінювання. Випромінює світло хмарка плазми, яка запалюється в центрі пузиря, що схлопується. Швидкість схлопування пузиря рівна 1-1,5км/сек. Надзвуковий рух породжує в рідині потужні ударні хвилі стиснення і розтягування. Після того, як ударна хвиля досягне центру, вона відіб'ється і почне розповсюджуватися назовні. В результаті, через дану точку речовини 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 гідроксиди металу у всьому об'ємі рідини. Ударні хвилі і ультрафіолетове випромінювання призводять до загибелі бактерій, що знаходяться в рідині. 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.

Введення переважної частки енергії імпульсу в розрядні проміжки на передньому фронті імпульсів струму, що мають швидкість наростання переднього фронту в межах 107А/с-109А/с, забезпечує переважно вибуховий характер процесів в рідині. Ділянки поверхні металевих гранул в зонах ерозійних проміжків і зонах, прилеглих до ерозійних проміжків і до точок контактів, плавляться і вибухоподібно руйнуються на найдрібніші частинки і пару. Здійснюється ерозійно-вибухове диспергування металевих гранул [див. Патент України на корисну модель №23550. Спосіб ерозійно-вибухового диспергування металів. МПК В22F9/14. Опубл.25.05.2007. Бюл.№7.]. Продукти руйнування розлітаються з швидкостями, що перевищують 1км/с, і дуже швидко охолоджуються в рідині. Тривалість імпульсів струму встановлюють не більше 100мкс, внаслідок чого рідина не встигає розігріватися. При цьому, за рахунок ерозійно-вибухового диспергування металевих гранул здійснюється утворення коагулянту у водному розчині. В каналах розряду температура досягає 10тис. 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. і сприяють не тільки знезараженню, але і очищенню води від забруднень. Оскільки в пропонованому способі здійснюються ерозія і вибухи ділянок поверхні металевих гранул в зонах контактів металевих гранул у всьому робочому об'ємі рідини, це різко підвищує щільність енергії, що вводиться в зони вибухів, збільшує частоту вибухів і збільшує ефективність знезараження і продуктивність способу.