



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 82004

(13) C2

(51) МПК (2006)  
C02F 1/46МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) СПОСІБ ОЧИЩЕННЯ І ЗНЕЗАРАЖЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОЮ КОАГУЛЯЦІЄЮ

1

(21) а200607378

(22) 03.07.2006

(24) 25.02.2008

(72) КАПЛУНЕНКО ВОЛОДИМИР ГЕОРГІЙОВИЧ,  
UA, КОСІНОВ МИКОЛА ВАСИЛЬОВИЧ, UA,  
ЧАУСОВ МИКОЛА ГЕОРГІЙОВИЧ, UA,  
ЯРОСЛАВСЬКИЙ ВАЛЕНТИН ПЕТРОВИЧ, UA,  
МЕЛЬНИЧУК ДМИТРО ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA  
(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,  
UA(56) RU 2220110, C02F 1/48, C02F 103/34, 2003  
SU 1353743, C02F 1/46, 1987(57) 1. Спосіб очищення і знезараження стічних  
вод електроерозійною коагуляцією, що включає  
пропускання стічної води через шар металевих  
гранул, розміщених в розрядній камері між  
електродами, дію на електроди і на металеві

2

гранули електричними імпульсами з напругою  
100...1000 В до утворення ультрадисперсних  
коагулянтів, який **відрізняється** тим, що на  
металеві гранули діють електричними імпульсами,  
які мають швидкість наростання струму не менше  
 $10^7$  А/с, у міру зменшення розмірів гранул,  
збільшують напругу імпульсів на електродах і  
встановлюють її з умови  $U=U_0 d_0/d_i$ , де  $U$  - напруга  
імпульсів на електродах;  $U_0$  - початкова напруга  
імпульсів на електродах;  $d_0$  - початковий середній  
розмір металевих гранул;  $d_i$  - поточний середній  
розмір металевих гранул.

2. Спосіб очищення і знезараження стічних вод  
електроерозійною коагуляцією за п. 1, який  
**відрізняється** тим, що швидкість наростання  
струму електричних імпульсів встановлюють в  
діапазоні  $10^7...10^9$  А/с.

Винахід відноситься до електрофізичних  
способів очищення і знезараження  
сильнозабруднених стічних вод від важких  
металів, нафтопродуктів, органіки, токсинів,  
канцерогенів, мікроорганізмів, радіонуклідів та  
інших забруднень і може бути використаний в  
промисловості, сільському і комунальному  
господарстві.

Існують відомі способи очищення і  
знезараження стічних вод електроерозійною  
коагуляцією, які включають обробку води  
сильнострумовими імпульсними електричними  
розрядами в шарі металевих гранул. Ці способи  
мають низьку ефективність при очищенні і  
знезараженні сильнозабруднених стічних вод, які  
містять різні комбінації забруднень, що включають  
важкі метали і органічні сполуки. Особливо це  
проявляється при очищенні води при проточному  
режимі, що приводить до необхідності значного  
збільшення питомих витрат електроенергії і  
металу.

Найближчим до пропонованого способу є  
спосіб очищення і знезараження стічних вод, який  
включає обробку води і забруднень, що містяться  
в ній, в гранульованому шарі металу імпульсними  
електричними розрядами шляхом послідовної  
подачі високовольтних і сильнострумних імпульсів

з протилежною полярністю при відношенні енергій  
сильнострумних імпульсів до високовольтних в  
діапазоні 0,1...10, причому напруга високовольтних  
імпульсів складає 800...1000В, а сильнострумних -  
100...300В, а сила струму імпульсів складає  
відповідно 150...300 і 500...1500А. [Левченко Ю.В.,  
Левченко В.Ф. Электроимпульсный способ очистки  
воды. Патент России №2220110, МПК<sup>7</sup> C02F1/48.  
Опубл. 27.12.2003].

Недоліком відомого способу очищення води є  
нестабільність процесу напрацювання коагулянтів,  
обумовлена тим, що в процесі очищення води  
розміри металевих гранул піддаються  
диспергуванню і зменшуються, що приводить до  
збільшення кількості електроерозійних проміжків в  
струмопровідних металевих ланцюжках і,  
відповідно, до зменшення швидкості наростання  
імпульсного струму, наслідком чого є зниження  
інтенсивності напрацювання коагулянтів і  
зниження ефективності очищення забрудненої  
води. Крім того, оскільки забруднені стічні води є  
електролітами, то струмопровідні ланцюжки з  
металевих гранул є, відповідно, зашунтованими з  
електропровідною рідиною, що також знижує  
інтенсивність напрацювання коагулянтів у зв'язку  
із зменшенням швидкості наростання імпульсного

(19) UA (11) 82004 (13) C2

струму через ланцюжки металевих гранул в сильнозабруднених стічних водах.

В основу запропонованого способу поставлена задача підвищення ефективності очищення сильнозабруднених стічних вод. Поставлена задача вирішується за рахунок забезпечення стабільності процесу напрацювання коагулянтів при різних поточних розмірах металевих гранул і при різному ступені забруднення води, а також за рахунок збільшення кавітації і сонолюмінесценції під дією електричних імпульсів.

Поставлене винаходом завдання досягається тим, що у способі очищення і знезараження стічних вод електроерозійною коагуляцією, що включає пропускання стічної води через шар металевих гранул, розміщених в розрядній камері між електродами, дію на електроди і на металеві гранули електричними імпульсами з напругою 100...1000В до утворення ультрадисперсних коагулянтів, згідно винаходу на металеві гранули діють електричними імпульсами, які мають швидкість наростання струму не менше  $10^7$  А/с, у міру зменшення розмірів гранул, збільшують напругу імпульсів на електродах і встановлюють його з умови  $U=U_0d_0/d_i$ , де:  $U$  - напруга імпульсів на електродах;  $U_0$  - початкова напруга імпульсів на електродах;  $d_0$  - початковий середній розмір металевих гранул;  $d_i$  - поточний середній розмір металевих гранул. Причому швидкість наростання струму електричних імпульсів встановлюють в діапазоні  $10^7...10^9$  А/с.

Авторами експериментальне встановлено оптимальна швидкість наростання струму електричних імпульсів. Так, наприклад, при швидкості наростання струму електричних імпульсів менше  $10^7$  А/с процеси сорбції і коагуляції сповільнюються. Це пов'язано з тим, що при малій швидкості наростання струму електричних імпульсів у водному розчині в розрядній камері не створюються умови виникнення потужних ударних хвиль. При швидкості наростання струму більше  $10^7$  А/с процеси сорбції і коагуляції протікають дуже активно. Це зв'язано з тим, що внаслідок дії високої температури, що виникає в зоні іскрового розряду, і одночасної дії на металеві гранули значних гідродинамічних сил від могутніх ударних хвиль, здійснюється інтенсивне пошкодження металу в локальних зонах на поверхні металевих гранул, що приводить до інтенсифікації процесу напрацювання коагулянтів. При цьому виникають кавітація і сонолюмінесценція, які приводять до появи в рідині великої кількості кавітаційних мікропузирів. Мікропузирі при схлопуванні випромінюють в рідину електромагнітну енергію в оптичному діапазоні із спектром до ультрафіолетової області, яка згубно впливає на бактерії і мікроорганізми. Одночасно виникають потужні ударні ультразвукові хвилі, які руйнують сторонні включення у воді, згубно діють на бактерії і мікроорганізми, а також приводять до пошкодження металу в локальних зонах на поверхні металевих гранул, що збільшує інтенсивність напрацювання коагулянтів.

Збільшення швидкості наростання струму електричних імпульсів більше  $10^9$  А/с недоцільно, оскільки це вимагає ускладнення схеми генератора електричних імпульсів і приводить до збільшення його вартості. Збільшення напруги імпульсів на електродах при зменшенні розмірів металевих гранул і встановлення його з умови  $U=U_0d_0/d_i$ , де:  $U$  - напруга імпульсів на електродах,  $U_0$  - початкова напруга імпульсів на електродах,  $d_0$  - початковий середній розмір металевих гранул,  $d_i$  - поточний середній розмір металевих гранул, дозволяє підтримувати швидкість наростання струму в оптимальному діапазоні  $10^7...10^9$  А/с.

Спосіб здійснюють таким чином. В розрядну камеру, виготовлену з діелектричного матеріалу, завантажують металеві гранули (наприклад, сталеві), які розміщують рівномірним шаром на дні камери, де встановлені електроди. Електроди підключені до генератора імпульсів. В розрядну камеру надходить забруднена вода, яка підлягає очищенню. На електроди подають електричні імпульси, що мають швидкість наростання струму не менше  $10^7$  А/с. Під час проходження імпульсів струму через ланцюжки, що утворені металевими гранулами, між окремими гранулами і між гранулами та електродами виникають електричні розряди. При цьому, за рахунок електричної ерозії здійснюється утворення коагулянтів у водному розчині. Також здійснюється піроліз речовин, що знаходяться у воді, утворюються оксиди, гідроксиди і оксигідрати того металу, гранули якого завантажені в розрядну камеру. Вони є коагулянтами, які сорбують на собі іони важких металів, органічні сполуки та ін. Електричні імпульси, що мають швидкість наростання струму не менше  $10^7$  А/с, генерують потужні електричні розряди в рідині, що приводить до появи значних гідродинамічних сил і потужних ультразвукових хвиль, які приводять до кавітації. В каналах електричного розряду температура досягає 10 тис. градусів. Внаслідок високої температури, що виникає в зоні іскрового розряду, і одночасної дії на металеві гранули значних знакозмінних гідродинамічних сил від потужних ударних хвиль, здійснюється пошкодження металу в локальних зонах на поверхні металевих гранул, що приводить до інтенсифікації процесу напрацювання коагулянтів.

У міру витрати металевих гранул здійснюється зменшення їх розмірів. Для підтримки стабільності процесу напрацювання коагулянтів збільшують напругу імпульсів на електродах і встановлюють його з умови  $U=U_0d_0/d_i$ , де:  $U$  - напруга імпульсів на електродах,  $U_0$  - початкова напруга імпульсів на електродах,  $d_0$  - початковий середній розмір металевих гранул,  $d_i$  - поточний середній розмір металевих гранул. Величину початкової напруги встановлюють з урахуванням ступеня забруднення води і вибирають його значення в діапазоні 100...1000В.

Підвищенню ефективності очищення сильнозабруднених стічних вод значною мірою сприяють фізичні явища в рідині, які активно виявляються при дії на металеві гранули

електричними імпульсами, що мають швидкість наростання струму не менше  $10^7 \text{ A/c}$ . Така швидкість наростання струму приводить до активізації процесів кавітації і сонолюмінесценції в рідині. При кавітації ультразвукова хвиля у фазі розрідження викликає велику напруженість в рідині, що приводить до локального розриву суцільного середовища і створення в ній мікропузирів, заповнених водяною паром і розчиненими у воді газами. Через півперіоду під дією стискаючого ефекту ультразвуку і сил поверхневого натягнення, ці пузири схлопуються. У цей момент з пузирів вириваються спалахи сонолюмінесцентного випромінювання.

Таким чином, дія на металеві гранули електричними імпульсами, що мають швидкість наростання струму не менше  $10^7 \text{ A/c}$ , і збільшення напруги імпульсів на електродах у міру зменшення поточних розмірів гранул ініціюють потужні динамічні навантаження в локальних зонах на поверхні металевих гранул, що приводить до пошкодження металу в цих зонах і, відповідно, приводить до інтенсивного напрацювання коагулянтів. Це дозволяє підвищити ефективність очищення сильнозабруднених стічних вод і встановлювати оптимальний режим очищення стічних вод, що містять різні комбінації забруднень, в проточному режимі.