



УКРАЇНА

(19) UA (11) 82003 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
C02F 1/46МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

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

1

(21) а200607377

(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) UA 55046, C02F 1/46, 2003  
UA 40500, C02F 1/46, 2001  
SU 1112001, C02F 1/46, 1984

(57) 1. Спосіб очищення і знезараження стічних вод електроерозійною коагуляцією, який включає пропускання водного розчину через шар металевих гранул, розміщених в розрядній камері між електродами, дію на електроди і на металеві гранули електричними імпульсами до утворення ультрадисперсних коагулянтів, руйнування гранул

2

під дією іскрових розрядів і введення у водний розчин ультрадисперсного порошку активного вугілля, який **відрізняється** тим, що ультрадисперсний порошок активного вугілля одержують електроерозійним диспергуванням додаткових електродів, виконаних з графіту, а необхідне співвідношення концентрацій ультрадисперсного порошку металу і активного вугілля у воді створюють шляхом встановлення співвідношення амплітуд електричних імпульсів на металевих і графітних електродах.

2. Спосіб очищення і знезараження стічних вод електроерозійною коагуляцією за п. 1, який **відрізняється** тим, що відношення амплітуд електричних імпульсів на металевих і на графітних електродах встановлюють в діапазоні 0,1...2.

3. Спосіб очищення і знезараження стічних вод за п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що витрата графітних електродів складає 5...50 мг/л.

Винахід відноситься до способів для комплексного очищення води від важких металів, нафтопродуктів, органіки, токсинів, канцерогенів, мікроорганізмів, радіонуклідів і інших забруднень і може бути використаний в промисловості, сільському і комунальному господарстві.

Відомі способи очищення і знезараження стічних вод електроерозійною коагуляцією, які включають обробку води сильноточними імпульсними електричними розрядами в шарі металевих гранул. Недоліком даних способів є їх низька ефективність при очищенні і знезараженні 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 електроімпульсним методом, який включає обробку води сильноточними імпульсними електричними розрядами шляхом пропускання імпульсів струму через шар залізвуглецевих

гранул, наприклад, залізної стружки і коксу, розміщених між електродами при відношенні об'ємних мас вуглецю і заліза 0,1...10. [Левченко Ю.В., Левченко В.Ф. Спосіб очищення стічних вод електроімпульсним методом. Деклараційний патент України №55046, МПК<sup>7</sup> C02F1/46, 17.03.2003, Бюл. №в3, 2003р.].

Недоліком описаного способу є його низька ефективність, обумовлена тим, що для створення необхідної концентрації активного ультрадисперсного вуглецю у воді використовуються гранули коксу, що знаходяться в середовищі залізних гранул між електродами. Співвідношення об'ємних мас вуглецю і заліза в суміші залізвуглецевих гранул встановлюється при їх завантаженні в електророзрядний реактор, проте це співвідношення змінюється у міру руйнування гранул, що не дозволяє ефективно управляти співвідношенням концентрації активного ультрадисперсного вуглецю і ультрадисперсного порошку металу у воді і встановлювати їх оптимальне співвідношення, яке повинне забезпечити ефективне очищення стічних вод, забруднених важкими металами і органічними

(13) C2

(11) 82003

(19) UA

сполуками. Крім того, використання в суміші із залізною струшкою вуглевмісних гранул, питомий опір яких більш ніж в 100 разів перевищує питомий опір металевих гранул, приводить до різкого зниження електричного струму в ланцюжках, які складаються з металевих гранул і гранул коксу, що знижує інтенсивність напруцювання коагулянтів і, відповідно, знижує ефективність очищення стічних вод.

В основу запропонованого винаходу поставлена задача створення способу очищення і знезараження стічних вод електроерозійною коагуляцією, який дозволяє за допомогою електронного регулювання ефективно управляти процесом очищення стічних вод, що містять іони важких металів, хвороботворні мікроби, неорганічні і органічні забруднення, а також активізувати і змінювати спрямованість процесів очищення залежно від необхідності очищення води від органічних або неорганічних забруднень.

Поставлене винаходом завдання досягається тим, що у способі очищення і знезараження стічних вод електроерозійною коагуляцією, який включає пропускання водного розчину через шар металевих гранул, розміщених в розрядній камері між електродами, дію на електроди і на металеві гранули електричними імпульсами до утворення ультрадисперсних коагулянтів, руйнування гранул під дією іскрових розрядів і введення у водний розчин ультрадисперсного порошку активного вугілля, згідно винаходу ультрадисперсний порошок активного вугілля одержують електроерозійним диспергуванням додаткових електродів, виконаних з графіту, при цьому необхідне співвідношення концентрацій ультрадисперсного порошку металу і активного вугілля у воді створюють шляхом встановлення співвідношення амплітуд електричних імпульсів на металевих і на графітних електродах встановлюють в діапазоні 0,1...2, а витрата графітних електродів складає 5...50 мг/л.

Введення у водний розчин ультрадисперсного порошку активного вугілля, отриманого електроерозійним диспергуванням додаткових електродів, виконаних з графіту, і за рахунок електронного управління співвідношенням концентрацій ультрадисперсного порошку металу і активного вугілля у воді шляхом зміни напруги на додаткових графітних електродах дозволяє встановлювати оптимальні режими очищення стічних вод, що містять різні комбінації забруднень, і підвищити ефективність очищення стічних вод.

В запропонованому способі одночасно з диспергуванням металевих гранул здійснюють електроерозійне диспергування додаткових електродів, виконаних з графіту. Це дозволяє насичувати активним вуглецем водне середовище під дією електричного струму і, тим самим, встановлювати оптимальні режими очищення стічних вод, що містять різні комбінації забруднень. Насичення води активним вуглецем дозволяє ефективно видаляти органічні сполуки.

Ступінь насичення активним вуглецем водного середовища залежить від амплітуди електричних імпульсів, що поступають на додаткові графітні електроди.

Встановлення відношення амплітуд електричних імпульсів на металевих і на графітних електродах в діапазоні 0,1...2 дозволяє отримати необхідне співвідношення концентрацій ультрадисперсного порошку металу і ультрадисперсного активного вугілля у водному розчині. Оптимальне співвідношення амплітуд електричних імпульсів встановлюють залежно від ступеня забруднення стічних вод, від виду і комбінації забруднень, що включають важкі метали і органічні сполуки.

Авторами експериментальне визначений діапазон оптимального відношення амплітуд електричних імпульсів на металевих і на графітних електродах, який складає 0,1...2. При відношенні амплітуд електричних імпульсів на металевих і на графітних електродах менше 0,1 знижується ефективність очищення стічних вод від іонів важких металів у зв'язку із зниженням концентрації ультрадисперсного порошку металу в рідині, що очищається. При співвідношенні амплітуд електричних імпульсів на металевих і на графітних електродах більше 2 знижується ефективність очищення стічних вод від органічних сполук у зв'язку із зниженням концентрації ультрадисперсного порошку активного вугілля в рідині, що очищається. Визначена оптимальна витрата графітних електродів, яка складає 5...50 мг/л. При витраті графітних електродів менше 5 мг/л знижується ефективність очищення стічних вод від органічних сполук. При витраті графітних електродів більше 50 мг/л істотно збільшуються енергетичні витрати у зв'язку з нагрівом рідини.

Спосіб здійснюють таким чином. В розрядну камеру, що виготовлена з діелектричного матеріалу, завантажують металеві гранули (наприклад, сталеві), які розміщують рівномірним шаром на її днищі. В розрядній камері встановлені основні електроди, виконані з того ж матеріалу, що й гранули, які диспергуються, і додаткові графітні електроди. Електроди підключені до генератора імпульсів. В якості генератора електричних імпульсів може бути використана установка для електроерозійного легування [як приклад: А.Л. Лившиц, І.С. Рогачев, М.Ш. Отто. Генератори імпульсов. -М, „Енергія”, 1970, с.213]. В розрядну камеру надходить водний розчин, що підлягає очищенню. На електроди подають електричні імпульси, під дією яких здійснюється електроерозійне диспергування металевих гранул і графітних електродів, внаслідок чого рідина насичується ультрадисперсним металевим порошком, з якого утворюються коагулянти, і ультрадисперсним порошком активного вугілля. Необхідне співвідношення концентрацій ультрадисперсного порошку металу і активного вугілля у воді створюють шляхом встановлення співвідношення амплітуд електричних імпульсів на металевих і на графітних електродах, при цьому амплітуди електричних імпульсів на основних

металевих і на додаткових графітних електродах встановлюють такими, щоб їх відношення знаходилося в діапазоні 0,1...2.

Під час проходження імпульсів струму через ланцюжки, утворені металевими гранулами, між сусідніми гранулами і між гранулами і електродами виникають електричні розряди. При цьому за рахунок електричної ерозії здійснюється утворення коагулянтів у водному розчині. В каналах розряду температура досягає 10 тис. градусів. При такій температурі здійснюється піроліз речовин, що знаходяться у воді, утворюються оксиди і гідроксиди того металу, гранули якого завантажені в розрядну камеру. Оксиди і гідроксиди є коагулянтами, які сорбують на собі іони важких металів. Одночасно здійснюється диспергування додаткових графітних електродів, внаслідок чого вода насичується активним вуглецем. Насичення води активним вуглецем дозволяє ефективно вилучати з неї органічні сполуки. Оптимальна витрата графітних електродів складає 5...50 мг/л. Шляхом встановлення відповідного співвідношення амплітуд електричних імпульсів на основних і додаткових графітних електродах управляють окислювально-відновлювальним потенціалом рідини, що дозволяє вибрати оптимальний режим очищення залежно від характеру забруднення.

Крім того, процес очищення супроводять фізичні явища в рідині, які підвищують ефективність очищення стічних вод. Під дією електричних розрядів в рідкому середовищі розвиваються значні гідродинамічні сили і виникають ультразвукові хвилі, які приводять до кавітації і сонолюмінесценції. Ці фізичні явища приводять до появи в рідині великої кількості кавітаційних мікропузирів, які при схлопуванні випромінюють в рідину електромагнітну енергію в оптичному діапазоні із спектром до ультрафіолетової області, яка згубно впливає на біологічні об'єкти у воді. При кавітації ультразвукова хвиля у фазі розрідження викликає велику напруженість в рідині, що приводить до локального розриву суцільного середовища і створення в ній пузирів, заповнених водяною парою і розчиненими у воді газами. Через півперіоду під дією стискаючого ефекту ультразвуку і сил поверхневого натягу ці пузири схлопуються. У цей момент з пузирів вириваються спалахи сонолюмінесцентного випромінювання. Швидкість схлопування пузирів дорівнює 1...1,5 км/сек.

Надзвуковий рух породжує потужні ударні хвилі в рідині. Температура плазми при сонолюмінесценції складає десятки тисяч градусів. При такій високій температурі здійснюється активний піроліз речовин, що знаходяться у воді, утворюються оксиди і гідроксиди металу у всьому об'ємі рідини. Потужні ударні хвилі і ультрафіолетове випромінювання приводить 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, які зближують зважені у воді

частинки, що сприяє їх злипанню і, як наслідок, сприяє очищенню водних розчинів.

Таким чином, введення у водний розчин ультрадисперсного порошку активного вугілля, що отримується внаслідок електроерозійного диспергування додаткових електродів, виконаних з графіту, і електронне управління співвідношенням концентрацій ультрадисперсних порошоків металу і активного вугілля у воді шляхом зміни співвідношення амплітуд імпульсів, дозволяє встановлювати оптимальний режим очищення стічних вод, що містять різні комбінації забруднень.