



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43296 (13) A

(51) 7 C02F1/46

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНИЙ СПОСІБ ОЧИСТКИ ВОДИ

(21) 2001075290

(22) 24.07.2001

(24) 15.11.2001

(33) UA

(46) 15.11.2001, Бюл. № 10, 2001 р.

(72) Левченко Юрій Вікторович, Левченко Віктор Федорович

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ЕКОТЕХ", UA

(57) Спосіб очистки води шляхом обробки води і забруднень, що містяться в ній, в гранульованому

шарі електропровідного матеріалу, наприклад, металу, імпульсними електричними розрядами, який відрізняється тим, що обробку води проводять послідовною подачею високовольтних і сильнострумових імпульсів з протилежною полярністю при співвідношенні енергій сильнострумових імпульсів до високовольтних в діапазоні 0,1-10, причому напруга високовольтних імпульсів становить 800-1000 В, а сильнострумових 100-300 В, а величина струму імпульсів становить, відповідно, 150-300 А і 500-1500 А.

Винахід, відноситься до області очистки води від фізико-хімічних і мікробіологічних забруднень, в тому числі від важких металів, нафтопродуктів, мастильно-охолоджуючих рідин, органіки, токсинів, канцерогенів, мікроорганізмів, радіонуклідів та інших забруднень і може бути використаний в будь-яких галузях промисловості, сільського і комунального господарства в процесах водопідготовки та очистки стічних вод.

Відомий спосіб очистки води від іонів металів (патент Російської Федерації № 2049733, МПК⁶ C02F1/46, опуб. 10.12.1995. Бюл. № 34), згідно з яким воду для її очистки пропускають між електродами електролізера з подальшим відділенням осаду. Перед пропусканням води, що очищається, в неї вводять суспензію, отриману електроерозійним диспергуванням чорних металів у воді, в кількості 1 г твердої речовини суспензії на 1-10 г іонів металів у воді з розміром частинок диспергованих чорних металів 0,1-10 мкм.

Основними недоліками очистки води таким способом є: обмежена продуктивність, пов'язана з малою густиною струму в основній зоні апарату очистки, періодичний режим роботи, великі площі під обладнання, велика енергоємність і висока вартість приладів і обладнання. Підвищення продуктивності вимагає підвищення густини струму, а це, в свою чергу, вимагає підкислення води, що утруднює підтримку оптимального значення рН, викликає пасивацію електродів і вимагає додаткових заходів щодо їх очистки. Пасивація електродів і наявність органічних забруднень в очищеній воді спричиняють перенапругу на електродах, підвищуючи енергоємність процесу і знижуючи стабільність роботи апарату очистки. Обмеження по гус-

тині струму призводить до збільшення часу перебування очищеної води в активній зоні електролізера, знижуючи його продуктивність. Водень, який виділяється в електролізері, та кисень створюють вибухонебезпечні суміші, тому необхідні складні заходи щодо їх роздільного видалення з багатоелектродного об'єму апарату. При очищенні нафтопродуктів, маслосмолістких вод, поверхнево-активних речовин та інших органічних сполук електролізний спосіб очистки води не рекомендується.

Найбільш близьким до способу очистки води, по технічній сутності та досягаемому результату є спосіб електрохімічної очистки стічних вод (а.с. СРСР № 1353743, МПК⁴ C02F1/46, опуб. 23.11.1987. Бюл. № 43) з використанням металевих розчинного анода, в якому використовують алюмінієвий анод, виконаний у вигляді гранул, а процес очистки здійснюють, подаючи на анод сильнострумові імпульсні електроіскрові розряди синхронно з імпульсним магнітним полем напруженістю 100-150 кА/м з тривалістю імпульсів 2-5 с.

Істотним недоліком пропонованого способу є те, що при даних параметрах вода обробляється імпульсним постійним струмом в алюмінієвих гранулах, що виконують роль анода. Внаслідок диспергування алюмінію з подальшим його окисленням водою утворюється тільки гідроксид алюмінію $Al(OH)_3$, що не дозволяє здійснити ефективну очистку води різних категорій в широкому діапазоні концентрацій забруднень.

Крім цього, застосування додаткового імпульсного магнітного поля високої напруги вимагає додаткових енергетичних витрат, що збільшує пито-

(19) UA (11) 43296 (13) A

му витрату енергії на процес очистки води і знижує ККД джерела струму до 0,7.

В основу винаходу, поставлена задача створити такий спосіб очистки води, який базується на дешевій сировині і характеризується малостадійністю, низькою енерго- і матеріаломісткістю, безвідхідністю, легкістю в управлінні і автоматизації, дозволяє отримати очищену воду і шлами з цінними фізико-хімічними властивостями. Безвідхідність та низька вартість очистки води визначається використанням дешевих відходів металообробки і отриманням в одностадійному процесі цінних шламів, що містять метали, їх оксигідратні комплекси, та чистий водень.

Застосування способу, дозволяє отримати очищену воду не збагачену аніонним осадом солей. Таким чином, вдається досягнути зниження загального вмісту солей, що особливо важливо для створення систем оборотного водопостачання.

Крім того, спосіб дозволяє одночасно з коагулюванням забезпечити формування кристалічних сполук з високою сорбційною ємністю що, в свою чергу, забезпечує достатню повноту очистки і високу гідралічну крупність осаду з густиною твердої фази 5-6 кг/м³, що займає об'єм в 2-3 рази менше звичайного. При цьому вміст забруднень в твердій фазі становить 3-5%, а отриманий шлам складається на 85-90% з оксидів металу і являє собою цінну сировину для виробництва дорогих і дефіцитних хімічних каталізаторів, барвників, наповнювачів у виробництві кераміки, цегли, бетону і т.п.

Крім підвищення ступеня очистки води, знижується час обробки, а також зменшуються енергетичні витрати.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у відомому способі очистки води шляхом обробки води і забруднень, що містяться в ній, в гранульованому шарі електропровідного матеріалу, наприклад, металу, імпульсними електричними розрядами, згідно з винаходом, обробку води проводять послідовною подачею високовольтних і сильнотоківих імпульсів з протилежною полярністю при співвідношенні енергій сильнотоківих імпульсів до високовольтних, в діапазоні 0,1-10. Причому напруга високовольтних імпульсів становить 800-1000 В, а сильнотоківих - 100-300 В, а величина струму імпульсів становить, відповідно, 150-300 А і 500-500 А.

У способі обробки води, забруднена вода обробляється імпульсними електричними розрядами в електророзрядній камері з металевим завантаженням у вигляді гранул. Виникаючі при цьому високі локальні температури, тиск, електромагнітні поля та ультразвукове проміння призводять до утворення у воді хімічно активних частинок, в тому числі атомарного кисню і водню, збуджених молекул і радикалів.

У результаті створюються умови для інтенсивного руйнування, окислення, відновлення і нейтралізації забруднень, що містяться у воді. Одночасно відбувається електроімпульсне диспергування та окислення металу з утворенням його оксигідратних форм, які в процесі коагуляції сорбують нейтралізовані забруднені води.

Обробка води шляхом послідовної подачі високовольтних і сильнотоківих імпульсів з протилежною полярністю при співвідношенні енергій сильнотоківих і високовольтних імпульсів в діапазоні 0,1-10 викликає деградацію води і забруднень, та їх активацію, а атомарний водень, що виділяється в процесі окислення металу, змінює гідратацію іонів води з утворенням великого числа вільних мономірних більш рухомих молекул води, тим самим активуючи воду.

Застосування комбінованих імпульсів струму, що мають область підвищеної напруги і помірного струму, область зниженої напруги та великого струму, зумовлене необхідністю обробки води, як багатофункціональною енергетикою плазмового розряду, так і отримання оксигідратів металу різного складу, що мають окисно-відновні, сорбційні, коагуляційні та седиментаційні властивості.

На основі експериментальних досліджень електроімпульсної очистки води, що містить різні забруднення, нами встановлено, що ефективну очистку води різних категорій можливо отримати при оптимальному відношенні енергій імпульсів струмів при зниженій і підвищеній напрузі в діапазоні їх відносин 0,1-10.

Зміна відношення енергетичних складових імпульсів струму дозволяє змінювати фазовий склад утворених оксидів і гідроксидів металів, і, таким чином, керувати ефективністю очистки (повнотою витягнення забруднень при мінімальних витратах енергії).

В області підвищеної напруги і помірного струму в разі застосування феритового завантаження (залізо) формуються, в основному, іони двовалентного заліза і оксиди заліза FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄, FeOOH, з високою окислювальною і сорбційною поверхнею, що необхідно для вилучення з води важких металів, ядохімікатів, радіонуклідів, солей твердості. В області зниженої напруги і сильного струму синтезуються, в основному, гідроксиди металу Fe(OH)₂, і Fe(OH)₃ різних модифікацій з сильно розвинутою коагулюючою структурою, що активно очищає воду від нафтопродуктів, водомасляних емульсій, поверхово-активних речовин, мікробіологічних субстанцій.

При відношенні енергій імпульсів нижче за 0,1 падає ефективність очистки, а вище за 10 - надмірно збільшуються питомі енергетичні витрати, у зв'язку з нагрівом рідини, що обробляється.

Спосіб дозволяє здійснити очистку води від комплексу різних забруднень. Обробка води здійснюється подачею високовольтних імпульсів при їх напрузі в початковий період 800-1000 В, що забезпечує стабільне збудження лідерного пробою між гранулами матеріалу (металу) у воді, яка містить різні забруднення, в тому числі солі, кислоти, лугу, що створюють високу електропровідність рідини. При напрузі нижче за 800 В реалізація імпульсного режиму утруднена внаслідок розгалуження лідера і його згасання у розчинах з високою провідністю.

Застосування напруги вище за 1000 В недоцільно з технічних причин, оскільки переводить процес і апаратуру в клас високої напруги, що здорожує реалізацію способу.

Величина струму високовольтних імпульсів становить 150-300 А. Величина струму нижче за 150 А в імпульсі малоефективна внаслідок низької

диспергуючої здатності, а при величині струму вище за 300 А частина енергії імпульсу починає витрачатися на випаровування металу, що також знижує ефективність процесу.

Надалі обробку води здійснюють сильнотривимими імпульсами, розряд підтримується при напрузі 100-300 В. При напрузі нижче за 100 В знижується інтенсивність деструкції забруднень і швидкість окислювально-відновних процесів, а при напрузі вище за 300 В ростуть теплові втрати, що призводить до зниження ККД процесу.

Величина струму таких імпульсів становить 500-1500 А. При імпульсах струму нижче за 500 А продукти диспергування в початковий період розряду не встигають повністю прореагувати з водою, а при струмі вище за 1500 А відбувається перегрів очищеної води, що призводить до нераціональних витрат енергії.

Формування імпульсів струму різної полярності зумовлене необхідністю використати 15-20% енергії в процесах перезарядки, що втрачається при однополярних аперіодичних імпульсах.

Приклад здійснення способу.

У міжелектродний простір електророзрядного реактора завантажили залізні гранули, довантаження реактора проводилося по мірі спрацювання гранул. Через реактор прокачували воду яка підлягає очищенню з витратою 2 м³/година, що містить, мг/л: Cr⁶⁺-37,8; Cu²⁺-20,0; Zn²⁺-19,0; Ni²⁺-28,5; Sn²⁺Sn⁴⁺-10; CN⁻-13,5; при рН=3,8. Обробку вели при подачі імпульсів напругою 700 і 200 В, збудливих імпульсах струму в шарі гранул 250 і 800 А відповідно при середній потужності 0,6 кВт. Після реактора вода надходила у відстійник, в якому відбувалося осадження шламу. Через 10 хвилин воду фільтрували і відбирали пробу на аналіз. Залишкова концентрація забруднень у воді складала мг/л: Cr⁶⁺<0,02; Cu²⁺-0,15; Zn²⁺-0,05; Ni²⁺-0,1; Sn²⁺; Sn⁴⁺-0,3; CN⁻-0,1. Питомі витрати енергії

0,3 кВт.ч/м³, при сумі вказаних забруднень 128,8 мг/л. Витрати гранул 50 г/м³. Склад шламу, % маси: α-Fe-10; FeO-26; Fe₃O₄-38; β-Fe₂O₃ H₂O-23; забруднення сумарно ~ 3%.

Ефективність електроімпульсного способу очистки води за даними експериментів характеризується зниженням забруднень у воді по іонах важких металів (Cr⁶⁺; Cu²⁺; Ni²⁺; Zn²⁺; Fe²⁺; Cd²⁺) на 95-99%, по токсичних металах (Be, As) на 97-98%, по нафтопродуктах і мастильно-охолоджуючих рідинах на 98-99%, по радіоактивних речовинах на 74-85%, по поверхово-активних речовинах, фосфатах, ядохімікатах на 70-90%. При очищенні води поверхневих водоймищ усувається кольоровість на 90%, каламутність на 100%, залізо і кремній на 70-75%, кисень і фітопланктон на 50%. Одночасно в 2-3 рази знижується загальна твердість води.

З урахуванням вищевикладеного, а також розкритого причинно-наслідкового зв'язку між сукупністю ознак винаходу, і технічним результатом, що отриманий за їх допомогою, можна стверджувати, що задача, поставлена в основу створення способу очистки води, повністю виконана, оскільки даний спосіб, базується на використанні дешевої сировини, характеризується малостадійністю, безвідходністю, легкістю в керуванні і автоматизації. Спосіб, дозволяє отримати очищену воду, не збагачену аніонним осадом солей.

Крім цього знижується час обробки води і значно зменшуються енергетичні витрати. Даний спосіб, також, дозволяє отримати очищену воду і шлами з цінними фізико-хімічними властивостями, що являють собою цінну сировину для виробництва дорогих і дефіцитних хімічних каталізаторів, барвників, наповнювачів, які використовуються у виробництві кераміки, цегли, бетону і т.п.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60x84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22
