



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39031 (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) СПОСІБ АКТИВАЦІЇ ХІМІЧНО ЧИСТОЇ ТА ПИТНОЇ ВОДИ

(21) 2001010289

(22) 15.01.2001

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Пивоваров Олександр Андрійович, Сергєєва  
Ольга В'ячеславівна, Ситнік Сергій Володимирович,  
Зябрева Олена Анатолівна(73) Український державний хіміко-технологічний  
університет(57) Спосіб активації хімічно чистої і питної води,  
який включає пропускання постійного струму через

анод і катод, який **відрізняється** тим, що обробку води здійснюють контактним тліючим розрядом, утвореним між двома різнойменними електродами, один з яких занурений в оброблювану рідину фазу, а інший знаходиться над її поверхнею в газовій фазі, при зниженому тиску 50-5 кПа, струмом 10-200 мА на одиночному точковому електроді, при напрузі 200-1000 В, відстань між електродами у газовій фазі та поверхнею рідини 1-30 мм, товщина шару рідини 0,3-100 мм, температура рідини нижче температури природного кипіння.

Винахід відноситься до активації води, що може бути використана в медицині для ефективного лікування широкого кола захворювань і травм; у якості бактерицидного препарату, консерванту, дезінфектанту, стерилізатора, у ветеринарії; для лікування інфекційних захворювань рогатої худоби, тварин і птахів, профілактики виживання і цілості здорових, екологічно чистих популяцій тварин та птахів, не забруднених антибіотичними і штучними препаратами, які впливають на здоров'я людини при вживанні продуктів тваринного походження, у сільському господарстві для стимулювання проросту насіння і знищення шкідливих мікроорганізмів, у хімічній промисловості для інтенсифікації окисно-відбудовних процесів, у гальванотехніці та у інших галузях людської діяльності.

Відомі електрохімічні засоби активації води, що включають обробку УФ-випромінюванням (Артамонов С. И. Очистка локальных стоков производств медпрепаратов с использованием источника УФ-излучения// Экологические аспекты в производстве антибиотиков и химико-фармацевтических препаратов. Тез. докл. 7-8 дек. 1989 г. Пенза, с.24-24). Пропускання через неї постійного струму при зануренні анода і катода у реакційну масу (А.С. 230352 ЧССР, МКИ C02F 1/46. Способ электролитического обеззараживания воды и устройство для его осуществления. Нометнік Jifi, Zpisob hygienickoho zabezpečeni vodya zariseni.) При цьому витрата струму варіюється від 300 до 900 мА в залежності від складу розчину та значення рН що досягається.

Недоліками відомих засобів є:

- низький ступінь чистоти активованої води, обумовлене тим, що як вихідний реагент використовують воду з різноманітним солевмістом, що забезпечує її електрохімічну провідність;

- високі матеріальні витрати, зв'язані з витратою реагентів;

- неможливість використання активованої води в тих галузях застосування, де неприпустимо наявність яких-небудь домішок, зокрема, у медицині, коли одним з істотних перешкод застосування активованої води є наявність у ній баластових солей та іонів важких металів. Найбільш близьким по дії є спосіб очищення стічних вод, що включає обробку води високовольтним імпульсним розрядом, який створюється над її поверхнею з використанням у якості одного з електродів поверхневого шару рідини (А.С. 1011545 СССР, "Способ обеззараживания жидкости" C02 F 1/46, 15.04.83, БИ №14, 1983). Процес здійснюється при амплітуді напруги високовольтного імпульсного розряду 100-500 кВ і при товщині шару рідини 1-5мм.

Недоліками прототипу є:

- дискретність дії високовольтного імпульсного розряду на рідину;

- необхідність високих вимог стосовно техніки безпеки, обумовлених використанням високовольтного імпульсного розряду;

- високі питомі енерговитрати;

- необхідність додаткового введення газу, що містить кисень (93% O<sub>2</sub> і 7% N<sub>2</sub>);

- висока температура в зоні імпульсного розряду, що ініціює утворення озону й активних радикалів, збільшуючи ступінь випару рідини.

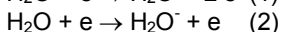
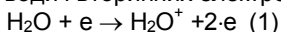
(19) UA (11) 39031 (13) A

У основу винаходу поставлена задача вдосконалення засобу активації води шляхом обробки води електричними розрядами, таким чином, щоб досягти максимальну спрямованість зміни її властивостей і реакційної спроможності в результаті утворення та накопичення перекисних та надперекисних сполук.

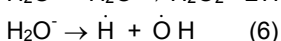
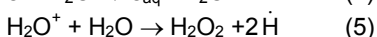
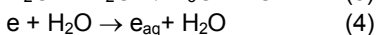
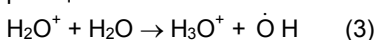
Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі активації хімічно чистої і питної води, який включає пропускання постійного струму через анод і катод, відповідно винаходу, обробку води здійснюють контактним тліючим розрядом, утвореним між двома різномісними електродами, один з яких занурюється в оброблювану рідину, а інший знаходиться над її поверхнею у газовій фазі, при зниженому тиску від 50 до 5 кПа, струмом 10-200 мА на одиночному крапковому електроді, при напрузі 200-1000 В, відстані між електродами у газовій фазі і поверхнею рідини 1-30 мм, товщині шару рідини 0,3-100 мм, температурі рідини нижче температури природного кипіння.

Сукупність ознак дозволяє направлено змінювати властивості і реакційну спроможність оброблюваних рідких середовищ унаслідок комплексного електронно-іонного впливу, фото ефекту й УФ-випромінювання контактного тліючого розряду.

Первинним актом дії контактного тліючого розряду є реакції утворення іонів, збуджених молекул води і вторинних електронів.

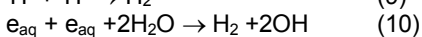
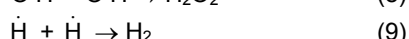
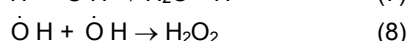
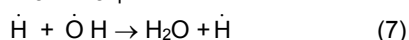


Після виникнення частки зникають по вторинних реакціях:

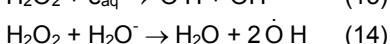
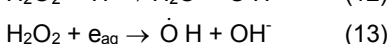
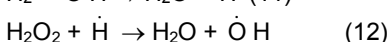
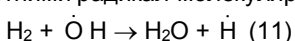


де  $e_{\text{aq}}$  - гідратований електрон.

Приймається, що при цьому утворюються декілька пар іонів і біля шести молекул води, що можуть дати до дев'яти пар радикалів. Таким чином, початкова концентрація таких часток у розчині велика, тому з найбільшою можливістю протікають реакції рекомбінації радикалів з утворенням продуктів активації.

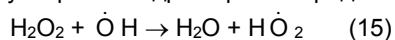


При накладанні на розчин електричного поля безладне прямування іонів, в основному, зберігається, але один з напрямків стає переважним. Чим вище градієнт потенціалу, тим вище швидкість прямування іона в електричному полі. Якщо активні частки розподілені досить однорідно, то стають істотними радикал-молекулярні реакції:

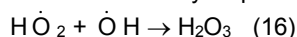


Ці реакції призводять до ланцюгового механізму розкладання води й утворення перекисних і надперекисних сполук.

Крім розглянутих часток при контактній дії плазми тліючого розряду у воді в невеличких кількостях утворюються гідро перекисні радикали  $\text{HO}_2$



Можливо також утворення над пероксиду  $\text{H}_2\text{O}_3$



Радикали  $\text{OH}$  мають окисні властивості. Пероксид водню є окислювачем або відновником в залежності від значення рН середовища. Відновлювальні властивості виявляються гідратованим електроном і пероксидом водню у лужних розчинах, атомом водню - в кислих розчинах. В присутності розчиненого кисню атоми водню і гідратовані електрони перетворюються у радикали  $\text{HO}_2$ , що є окислювачами.

Продукти, що утворилися в результаті дії контактного тліючого розряду, визначають реакційну спроможність активованої води. У такий системі при наявності двох фаз - газоподібної і рідкої, у яких відбувається перенос електричного струму між зануреним у рідину електродом і електродом, що знаходиться в газовій фазі, особливу роль відіграє поверхня поділу фаз, у якій протікають інтенсивні фізико-хімічні перетворення внаслідок її складної структурної будови. Над поверхнею рідини існує декілька динамічних шарів із різноманітними електричними зарядами у них. Тому що потенціал газового простору має позитивний знак, варто припустити, що він утворюється хмарою зарядів із переважно позитивно зарядженими частками. Механізм прямування іона, що попадає в заряджений фрагмент частки розчинника, складається з 2-х стадій. На першій, властивій усім іонам, відбувається зсув іона щодо маси розчинника внаслідок прикладеної до іона сили зовнішнього електричного поля. Ця стадія, хоча і дає свій внесок в іонну рухливість, але внесок її незначний. Друга стадія є спрямованою хімічною реакцією переносу протона на сусідню частку розчинника. Сукупність таких стадій не призводить до помітної переміщення часток, а лише до просторового переносу заряду (естафетний механізм). Особливість протона як носія заряду полягає в тому, що він достатньо малий по розмірах і масі, щоб при його прямуванні в елементарному акті виявлялися його хвилясті властивості - тунельний ефект. Цей ефект викликає зменшення енергії активації елементарного акту переносу протона і - отже збільшення іонної провідності.

У при поверхневому розряді на воді перенос струму у рідині забезпечується продуктами автопротолізу  $\text{H}_3\text{O}^+$  і  $\text{OH}^-$ . При цьому  $\text{H}_3\text{O}^+$  рухається до катоду,  $\text{OH}^-$  до поверхні поділу фаз, на катоді іони  $\text{H}_3\text{O}^+$  утворюють  $\text{H}$  і  $\text{H}_2$ , сприймаючи один або два електрони від катоду. Молекули  $\text{H}_2$  коалісцюють у бульбашки, що впливають у рідині, і у газовий простір розряду над рідиною надходить газ водень. Товщина при поверхневого шару позитивно заряджених часток не може перевищити довжину вільного пробігу електрона або молекули, атома, йона водню. Структура цих шарів рухлива і змінюється під час обробки рідини. Має місце також підповерхневий стрибок потенціалу, також рухливий і

мінливий у процесі контактної дії тліючою розрядку. Зміна розміру приповерхневого потенціалу свідчить про первісне нагромадження зарядів із характерним часом переносу і наступної їхньої витрати. Зміна фізико-хімічних властивостей води у процесі обробки обумовлена в першу чергу перетворенням у приповерхневих шарах рідини, що забезпечують перенос струму з рідкої фази у газову через поверхню поділу фаз.

Активувати хімічно чисту воду зі спрямованою зміною властивостей і реакційної спроможності можна при веденні процесу в розрядах пониженого тиску з напругою 1000-2000 В, силою струму 10-200 мА із наступним переходом, у міру підвищення електропровідності в режим тліючого розряду з параметрами від 200 до 2000 В і силою струму до 100 мА.

Про бактерицидні властивості активованого дистилату, бідистилату та питної води свідчать дані, що надані в табл. 1.

Особливості активованої води:

- Активована вода має антагоністичні властивості у відношенні до таких мікроорганізмів: *E.coli*, *Aerococcus viridans*, *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aerogenosa*, *Proteus vulgaris*, *Candida albicans*, що викликають інфекційні захворювання у людей, тварин та птахів.

Антагоністична активність води, яка оброблена контактним тліючим розрядом, обумовлена накопиченням у ній високо реакційних пероксиду водню і над перекисних сполук, активних радикалів і часток, що придушують дихальну спроможність мікроорганізмів, що руйнує їх, але не є шкідливим для макроорганізмів унаслідок підтримуваного гомеостазу за допомогою пероксидази і каталази. Озонування або штучне насичення розчину перексидом водню і повітрям не змінює активності води. Антагоністичні властивості виявляються тільки при дії на мікроорганізми води яка оброблена контактним тліючим розрядом.

Антагоністична активність водяних розчинів, оброблених контактним тліючим розрядом, перевірялась після 1, 5, 10, 14, 21, 40, 50, 60 і 180 діб з моменту їх готування. Спеціальних умов для збереження не створювалося, розчини зберігалися в скляних колбах у природних умовах. Протягом усього періоду спостерігалось деяке зниження антагоністичної активності розчинів, проте затримка росту культури *Staph. aureus* відзначалася також після 8-ми місяців збереження активованої води.

Підтвердженням наявності окисних властивостей активованої води є її застосування в гідрометалургійних процесах вилучення золота та срібла ціануванням рудних концентратів шляхом попереднього розчинення ціанідів лужних металів в активованій воді. При цьому в результаті використання такого розчину підвищується швидкість вилуговування благородних металів, ріст селективності використання ціанідів і, як наслідок, підвищується продуктивність гідрометалургійного процесу в цілому. Так при звичайному ціануванні час, необхід-

ний для вилучення Au та Ag із рудних концентратів складає 24-48 годин, а при використанні активованих ціанідних розчинів - 2-4 години. У різноманітних умовах витяг Au та Ag коливається від 97 до 99%, при цьому виключається необхідність використання кисню повітря як обов'язкового компонента системи, що реагує. Порівняльні дані витяги Au та Ag ціануванням рудних концентратів деяких золотоносних родовищ України і Карамкенського гірничо-металургійного комбінату (Росія) свідчать на користь ефективності використання для цього розчинів, приготовлених на активованій воді.

Хімічно чиста активована вода зберігає свої властивості при кип'ятінні, на відміну від штучного приготовленого водяного розчину пероксиду водню.

З приведених у табл.2 даних випливає, що з ростом тривалості кип'ятіння активованої води концентрація пероксиду водню і перекисних сполук зростає внаслідок випарювання води. У випадку кип'ятіння водяного розчину пероксиду водню, останній розкладається вже на 10-й хвилині. Питна вода, оброблена контактним тліючим розрядом поводить себе аналогічним чином.

Наводимо приклади конкретного здійснення запропонованого винаходу.

Приклад 1. Дистилат із початковим значенням  $pH=6,67$  піддають обробці контактним тліючим розрядом шляхом пропускання її у вигляді рідкого шару товщиною 50 мм.

Параметри процесу: струм - 100 мА, напруга 2000 В, тиск у реакційному обсязі 13,2 кПа, відстань між електродами у газовій фазі і поверхнею рідини 10 мм. При цьому кінцеве значення  $pH$  складає 2,74, брутто концентрація пероксиду водню і над перекисних сполук - 293 мг/л.

Приклад 2. Бідистилат із початковим значенням  $pH=6,24$  піддають обробці контактним тліючим розрядом шляхом пропускання її у виді рідкого шару товщиною 50 мм.

Параметри процесу: струм - 100 мА, напруга 2000 В, тиск у реакційному обсязі 13,2 кПа, відстань між електродами у газовій фазі і поверхнею рідини 10 мм. При цьому кінцеве значення  $pH$  складає 2,92, брутто концентрація пероксиду водню і перекисних сполук 240 мг/л.

Приклад 3. Питну воду із початковим значенням  $pH=7,82$  піддають обробці контактним тліючим розрядом шляхом пропускання її у виді рідкого шару товщиною 50 мм.

Параметри процесу такі ж як і у попередніх прикладах. При цьому кінцеве значення  $pH$  складає 10,5, брутто концентрація пероксиду коліно і перекисних сполук 266 мг/л.

Застосування запропонованого засобу дозволяє спрямовано змінювати властивість і реакційну спроможність хімічно чистої і питної води. У зв'язку з цим винахід можливо застосувати, окрім медицини та сільського господарства у хімічній промисловості для інтенсифікації окисно-відбудовних процесів у гальванотехніці та в інших галузях.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники водяних середовищ і розміри зон інгібування росту при впливі на мікроорганізми цих розчинів, оброблених тліючим розрядом.

Оброблюване середовище	Початкове значення рН	Кінцеве значення рН	Утримання пероксиду водню і надперекисних сполук в обробленій воді, мг/л	Зона затримки росту мікроорганізмів, мм	
				Staph. aureus 3824	Staph. aureus 13
Вода питна	7,98	10,5	267,5	20	31
Вода хімічно чиста					
дистилят	6,67	2,9	285,0	16	30
бідистилят	6,2	2,92	242,25	19	30

Таблиця 2

Показники активованої води і водяного розчину  $H_2O_2$  після кип'ятіння

Час кип'ятіння води, хвил.	Активована вода		Водний розчин $H_2O_2$	
	рН	Вміст пероксиду водню і надперекисних сполук, мг/л	рН	Вміст пероксиду водню, мг/л
1	3,41	119	6.87	119
2	3,38	119	6.47	100
3	3,32	100	6.67	42,5
4	3,26	127	6.81	25 .
5	3,22	136	6.55	5,1
10	3,22	136	7,1	0
15	2,98	136		
25	2,94	187		
30	2,92	192		
35	2,75	221		
40	2,91	238		

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

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 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