



УКРАЇНА

(19) UA (11) 62133 (13) A

(51) 7 C02F1/46

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНОГО ОЧИЩЕННЯ І ОБЕЗЗАРАЖУВАННЯ ВОДИ (ВАРІАНТИ)

1

(21) 20021210371

(22) 20 12 2002

(24) 15 12 2003

(46) 15 12 2003, Бюл. № 12, 2003 р.

(72) Божко Ігор Васильович, Ращепкін Анатолій
Павлович, Фальковський Микола Іванович(73) ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ НАЦІОНА-
ЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) 1 Пристрій для електророзрядного очищення і обеззаражування води, що містить корпус з розміщеними в ньому електродами, джерело імпульсної високовольтної напруги, що підключене до корпусу і електродів, та засобів підведення і відведення води, який відрізняється тим, що корпус має циліндричну форму, по осі його розміщений принаймні один циліндричний електрод, поверхня якого і/або внутрішня поверхня корпусу покриті електричною ізоляцією, при цьому ізоляція поверхні електрода і/або ізоляція внутрішньої поверхні корпусу може мати наскрізні кільцеві прорізи, ширина яких Δl_0 співвідноситься з товщиною ізоляції t як $\Delta l_0 \leq t$ і з відстанню між цими прорізами в осьовому напрямку Δl_1 , як $\Delta l_0 / \Delta l_1 \leq 0.1$

2 Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що проріз в ізоляції електрода і/або внутрішньої поверхні корпусу виконаний у вигляді спіралі, при цьому відстань Δl_1 є кроком цієї спіралі

3 Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що прорізи в ізоляції виконані у вигляді отворів, діаметр d яких співвідноситься з товщиною ізоляційного покриття t як $d \leq t$, а загальна площа отворів S складає менше половини площі робочих зон електродів S , що покриті ізоляцією з отворами $s \leq 0.5S$

2

4 Пристрій для електророзрядного очищення і обеззаражування води, що містить корпус з розміщеними в ньому електродами, джерело імпульсної високовольтної напруги, що підключене до корпусу і електродів, та засобів підведення і відведення води, який відрізняється тим, що корпус виконаний у вигляді паралелепіпеда, розділеного всередині на секції за допомогою пластин, паралельних одній з пар протилежних стінок корпусу і щільно з'єднаних з ним, також покритих або непокритих електроізоляцією і менших по висоті, ніж висота стінок корпусу, електрод виконаний у вигляді пластин, які також електроізолювані або неелектроізолювані і встановлені між пластинами корпусу паралельно їм так, що є щілини між пластинами електрода і дном корпусу, нема щілин між ними і бічними стінками корпусу, висота їх більша, ніж висота пластин корпусу, а ізоляція електродних пластин і/або пластин корпусу може мати прямолінійні наскрізні прорізи, які виконані під кутом $\alpha < 90^\circ$ до дна корпусу і ширина яких Δl_0 співвідноситься з товщиною ізоляції t як $\Delta l_0 \leq t$ і з відстанню між цими прорізами Δl_1 , як $\Delta l_0 / \Delta l_1 \leq 0.1$

5 Пристрій за п. 4, який відрізняється тим, що прорізи в ізоляції виконані у вигляді отворів, діаметр d яких співвідноситься з товщиною ізоляційного покриття t як $d \leq t$, а загальна площа отворів S складає менше половини площі робочих зон електродів S , що покриті ізоляцією з отворами $s \leq 0.5S$

Винахід відноситься до пристроїв підготовки води для питного і технічного водопостачання, очищення стічних вод від токсичних домішок, активації і обеззаражування води і може бути використаним в системах очищення і водопідготовки

Відома значна кількість пристроїв для очищення і обеззаражування води з допомогою високовольтних електричних розрядів. Так у пристрої за патентом [1] обробка води проводиться між стрижневими електродами, на які одягнені кварцові трубки, які являються бар'єрною ізоляцією, що

(13) A
(11) 62133
(19) UA

забезпечує розвиток бар'єрною, а не наскрізною розряду. Цей вид розряду розвивається у повітрі, тому для обробки води потрібні додаткові складні і дорогі пристрої для приготування водоповітряної суміші. У водоповітряній суміші розряд проходить по поверхні крапель і струменів, через це саме для обробки води потрібні ще значний час і відповідна організація процесу для забезпечення дифузії продуктів розряду у воду (що, до речі, у пристрої не передбачено). Крім того, бар'єрний розряд через наявність бар'єру потребує надто високих напруг і надто коротких фронтів високовольтних імпульсів, які реалізуються дорогими джерелами живлення. Таким чином, недоліком пристрою є недостатня ефективність і висока вартість при його реалізації.

В пристрої за патентом [2] розряд з високовольтного електрода у вигляді йоржа з багатьма вістрями ведеться через повітря на воду, що стікає по стінках оточуючого протиелектрода. Продукти розряду у повітрі далі змішуються з водою у корпусі пристрою для одержання ефекту її очищення. Недоліками такого пристрою також є недостатня ефективність обробки води через наявність рознесеної в часі послідовності фаз виробництва продуктів розряду у повітрі (зокрема озону), змішування і розчинювання їх у воді. Мала концентрація плазмохімічних реагентів, що утворюються при розряді у повітрі, ще зменшується при проходженні вказаних стадій процесу, оскільки вони потребують певного часу, а плазмохімічні продукти розряду швидко розкладаються. Крім того, при розрядах у повітрі утворюються оксиди азоту, які при розчиненні у воді утворюють азотні кислоти, що самі у даному випадку є шкідливими домішками у "очищеній" воді. Складна система подачі води і повітря, їх перемішування і відведення робить пристрій дорогим і недостатньо ефективним.

В пристрої за найбільш близьким аналогом [3] розряд проводиться безпосередньо у воді між електродами-вістрями, який є наскрізним пробоем між вказаними електродами. Такий розряд має суттєві недоліки: основна енергія розряду витрачається на утворення ударної хвилі і на утворення плазми, а не хімічних сполук, що очищують воду. Крім того, такий розряд має дуже обмежені просторові розміри, які знаходяться в межах мікелектродної відстані і кількох мм в діаметрі і за один розряд обробляє незначний об'єм води. Через це такий спосіб очищення води енергетично надзвичайно затратний і тому економічно невигідний.

Задачею даного винаходу є створення пристроїв для електророзрядного очищення і обеззаражування води, який завдяки запропонованій побудові корпусу і розрядних електродів та покриттю їх електричною ізоляцією з прорізами вказаної ширини дозволяє досягти підвищення ефективності та економічності обробки води.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій містить корпус з розміщеними в ньому електродами, джерело імпульсної високовольтної напруги, що підключене до корпусу і електродів, та засоби підведення і відведення води, згідно з винаходом корпус має циліндричну форму, по осі його розміщений принаймні один циліндричний електрод, поверхня якого і/або внутрішня поверх-

ня корпусу покриті електричною ізоляцією, при цьому ізоляція поверхні електрода і/або ізоляція внутрішньої поверхні корпусу може мати наскрізні кільцеві прорізи, ширина яких Δl_0 співвідноситься з товщиною ізоляції t як $\Delta l_0 \leq t$ і з відстанню між цими прорізами в осьовому напрямку Δl_1 як $\Delta l_0 / \Delta l_1 \leq 0,1$.

Крім того, проріз в ізоляції електрода і/або внутрішньої поверхні корпусу може бути виконаний у вигляді спіралі, при цьому відстань Δl_1 є кроком цієї спіралі.

Крім того, прорізи в ізоляції можуть бути виконаними у вигляді отворів, діаметр d яких співвідноситься з товщиною ізоляційного покриття t як $d \leq t$, а загальна площа отворів s складає менше половини площі робочих зон електродів S , що покриті ізоляцією з отворами $s \leq 0,5S$.

Поставлена задача також вирішується тим, що пристрій містить корпус з розміщеними в ньому електродами, джерело імпульсної високовольтної напруги, що підключене до корпусу і електродів, та засоби підведення і відведення води, згідно з винаходом корпус виконаний у вигляді паралелепіпеда, розділеного всередині на секції з допомогою пластин, паралельних одній з пар протилежних стінок корпусу і щільно з'єднаних з ним, покритих або непокритих електроізоляцією і менших по висоті, ніж висота стінок корпусу, електрод виконано у вигляді пластин, які також електроізолювані або неелектроізолювані і встановлені між пластинами корпусу паралельно їм так, що є щілини між пластинами електрода і дном корпусу, нема щілин між ними і бічними стінками корпусу, висота їх більша, ніж висота пластин корпусу, а ізоляція електродних пластин і/або пластин корпусу може мати прямокутні наскрізні прорізи, які виконані під кутом $\alpha < 90^\circ$ до дна корпусу і ширина яких Δl_0 співвідноситься з товщиною ізоляції t як $\Delta l_0 \leq t$ і з відстанню між цими прорізами Δl_1 як $\Delta l_0 / \Delta l_1 \leq 0,1$.

Крім того, прорізи в ізоляції можуть бути виконаними у вигляді отворів, діаметр d яких співвідноситься з товщиною ізоляційного покриття t як $d \leq t$, а загальна площа отворів s складає менше половини площі робочих зон електродів S , що покриті ізоляцією з отворами $s \leq 0,5S$.

Досягнення позитивного результату пов'язане з тим, що запропонований пристрій є прямоточним і розряд проводиться безпосередньо у воді, тому не потребує ніяких допоміжних засобів для водопідготовки, як наприклад в [1] і [2], що значно спрощує і здешевлює пристрій. В запропонованій конструкції при розрядах не утворюється наскрізний канал пробоем, як в [3], і тому енергія витрачається тільки на утворення хімічних сполук, які діють безпосередньо на очищення води, і які, на відміну від аналогів [1,2], екологічно чисті. Подальші переваги пристрою, що пропонується, пов'язані з тим, що електричне поле у розрядному проміжку близьке до однорідного. Через це ініціація розрядів прорізами в ізоляції по всій їх довжині призводить до глибокого проникнення розширених плазмофакельних утворень розрядів у проміжок і в одному імпульсі факельне утворення виникає по

всій довжині прорізів. Завдяки цьому досягається обробка води розрядом практично на всій довжині (глибини) розрядного проміжку, а при відповідній відстані між прорізами - і у всьому об'ємі. При розрядах же на вістрях [3] утворюється наскрізний канал пробую, що зосереджується тільки на кінцях, який, з одного боку, малоефективний для обробки води, а з другого - надзвичайно енергозатратний. Крім того, на відміну від бар'єрного розряду [1, 2], ініційований прорізом розряд у воді потребує менших за величиною крутизни фронту і амплітуди імпульсу напруги, що здешевлює джерело живлення пристрою.

Порівняльний аналіз з відомими технічними рішеннями показує, що пристрій для очищення і обеззараження води, який заявляється, відрізняється від схожих рішень іншими засобами організації розрядного проміжку та спрощенням побудови самого пристрою, що дозволяє досягти вказаного вище позитивного результату. На основі викладеного можна зробити висновок, що сукупність суттєвих ознак, яка подається у формулі винаходу, є необхідною і достатньою для досягнення нового технічного результату, що забезпечується цим винаходом.

На фіг 1, 2 показані варіанти конструктивних схем пристрою, що заявляється.

Пристрій за фіг 1 містить корпус 1, електрод 2, електроізоляцію електрода і внутрішньої стінки корпусу 3, що мають прорізи 4, факели розрядів 5, які виникають на прорізах ізоляції під дією імпульсів напруги, що надходять з джерела імпульсної напруги ДІН, стрілка показує напрямок протікання води, що обробляється, через пристрій.

Пристрій за фіг 2 містить корпус 1, що має форму паралелепіпеда і розділений на секції привареними до нього площинами 7, 8, 9, площини електрода 2 - електричну ізоляцію площин електрода і корпусу 3, що має прорізи, розташовані під кутом $\alpha < 90^\circ$ до дна корпусу, або отвори, розміщені в будь-якому порядку, електроізоляцію без прорізів (або отворів) 6 елементів корпусу і електрода, кришку корпусу 10, електроізоляцію 11 між корпусом 1 і кришкою корпусу 10, елемент системи підведення води до корпусу 12 і елемент системи відведення обробленої води 13.

При роботі з пристроєм електрод 2 і корпус 1 підключаються до джерела імпульсної напруги ДІН. Корпус або електрод може бути заземленим. В пристрій в напрямі стрілки подається вода, що потребує обробки. Під дією імпульсів напруги по всій довжині прорізів 4 в ізоляції 3, по всьому периметру електрода і/або внутрішньої поверхні корпусу, розвиваються факели розряду 5, зовнішньо подібні до факелів коронного розряду у повітрі, фіг 1. Вода, що пронизана цими факелами, обробляється екологічно чистими плазмохімічними продуктами розряду (іони кисню, водню та її сполук). Прорізи ізоляції 4 нема потреби робити широкими. Їх ширина Δl_0 повинна бути суттєво меншою відстані між прорізами вздовж осі пристрою Δl_i (тобто довжини покриття суцільною ізоляцією між прорізами) і задовольняти співвідношенню $\Delta l_0 / \Delta l_i \leq 0.1$. Міжелектродна відстань Δl_{me} , тобто відстань між поверхнями ізоляції на розрядних

електродах (в даному випадку - між поверхнями ізоляції електрода і корпусу) не обмежується, але, як показують досліди, при її величині, меншій від 1 мм, легше наступає наскрізний пробій, що недовпустимо для реалізації поставленого завдання. Через це краще, коли вона відповідатиме умові $\Delta l_{me} \geq 1 \text{ мм}$. Прорізи можуть бути виготовленими у вигляді спіралі, що технічно простіше і відповідно дешевше. В цьому випадку Δl_i - крок спіралі. Прорізи в ізоляції на електроді і в ізоляції на внутрішній поверхні корпусу можуть бути розташованими навпроти один одного (наприклад, кільцеві прорізи можуть бути в одній площині, перпендикулярній осі пристрою) або рознесеними на будь-яку відстань вздовж осі пристрою. При певних умовах, окрема при певних якостях води, факел розряду може переростати у наскрізний пробій (як і в [3]) між прорізами в ізоляції на електроді і корпусі. Такий розряд має суттєві недоліки: основна енергія розряду витрачається на утворення ударної хвилі і на утворення плазми, а не хімічних сполук, що очищують воду [4]. Крім того, такий розряд утворює один канал між електродами, який має дуже обмежені просторові розміри, що знаходяться в межах міжелектродної відстані і кількох мм в діаметрі [4] і тому за один розряд обробляє незначний об'єм води. В тих випадках, коли такі пробої мають місце, одну з ізоляцій, на корпусі 1 або на електроді 2, залишають суцільною. Можлива робота пристрою, хоч і менш ефективна, і у випадку, коли електрод і внутрішня поверхня корпусу покриті суцільною ізоляцією.

Із викладеного видно, що можливі такі варіанти побудови ізоляції:

- 1) електрод покритий ізоляцією з прорізами, при цьому внутрішня поверхня корпусу покрита ізоляцією з прорізами, або покрита суцільною ізоляцією, або непокрита ізоляцією;
- 2) на електроді суцільна ізоляція, при цьому внутрішня поверхня корпусу покрита ізоляцією з прорізами, або покрита суцільною ізоляцією, або непокрита ізоляцією;
- 3) електрод без ізоляції, при цьому внутрішня поверхня корпусу покрита ізоляцією з прорізами або суцільною ізоляцією.

Робота пристрою за фіг 2 дозволяє обробляти більшу масу води. Вода для обробки подається у корпус 1 через елемент системи підведення води 12. Коли рівень води у 1-й секції, що утворена стінкою корпусу 1 і площиною 7 досягне висоти площини (перегородки) 7, вода почне переливатись у 2-й відсік (секцію), що утворений перегородкою 7 і 1-ю площиною електрода 2. У 3-й відсік вода надходитиме з-під першої площини електрода 2 до заповнення всієї секції і т.д. до 6-ї секції. З 6-ї секції оброблена вода виводиться з пристрою через елемент системи відведення води 13. Хід води у пристрої показано стрілками. Як видно на фіг 2, обробка води проходить у проміжках між пластинами корпусу 7, 8, 9 і 2-ма пластинами електрода 2, які являються робочими зонами обробки води у пристрої. Поверхні пластин у цих зонах вкриті електроізоляцією 3 з прямолінійними прорізами, виконаними під кутом $\alpha < 90^\circ$ до дна корпусу, оскільки при вертикальних прорізах ($\alpha < 90^\circ$) зони потоку води, що протікатимуть між прорізами, не будуть

ефективно обробляється. Найбільш доцільно прорізи робити паралельними до дна корпусу (поперечними потоку води, $\alpha=0$). При цьому вода перемішується і проходить (в даному випадку, фіг 2) чотирикратну обробку, що суттєво підвищує ефективність загальної обробки. Густина розрядів на поверхні, а разом з тим і ефективність обробки води, можна підвищити, коли прорізи в ізоляції виконати у вигляді отворів. Як показують досліді, ініціація розрядів не покращується коли їх діаметри d (або ширина прорізів Δl_0) стають більшими від товщини шару ізоляції t , а при їх сумарній площі S , яка наближається до половини робочої площі електрода S (тобто площі, покритої ізоляцією з отворами), стають значними втрати енергії імпульсу напруги через гальванічне, а не розрядне, витікання струму з електрода. У зв'язку з цим, доповнюючими умовами успішного виконання поставленої задачі є $d \leq t$ і $S \leq 0.5S$. Пластины електрода 2 можуть бути роз'єднаними, становити окремі ізольовані від кришки корпусу електроди і бути підключеними до окремих ДІН.

Таким чином, на відміну від прототипу, пристрій, що заявляється, завдяки тому, що внутрішня поверхня циліндричного корпусу зсередини і пове-

рхня електрода, який розташовано на його осі, покриті електроізоляцією з прорізами заданої ширини або отворами з заданими їх діаметром і загальною площею, а також завдяки корпусу у формі паралелепіпеда з пластинами і пластинчатого електрода, що мають вказану ізоляцію і встановлені з заданим розташуванням, досягається суттєве збільшення ефективності обробки води та підвищення економічності пристрою за рахунок простоти його роботи і конструкції.

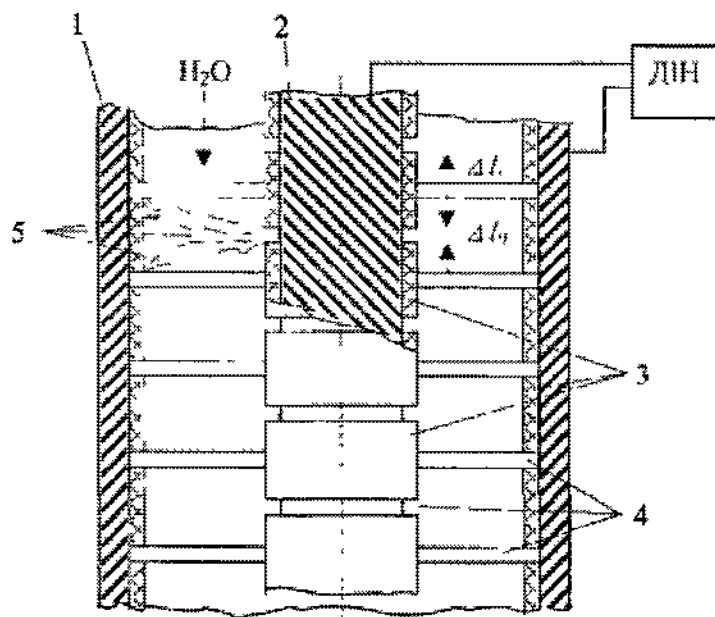
Література

1 Боев С Г, Муратов В М, Поляков П Н, Яворовский Н А Реактор и способ очистки воды /Пат Рос Федер RU №2136600 СІ, МКИ 6C02F1/46, 7/00, Бюл №19, 10 09 99

2 Рязанов Н Д, Рязанов К Н Устройство для очистки и обеззараживания воды /Пат РФ RU №2136802 С1 МКИ 6C02F1/46, Бюл №25, 10 09 99

3 Матвеев А В, Петров К В, Маханьков Н А и др Устройство для обеззараживания жидкости /Пат РФ RU №2019518 СІ МКИ 5C02F1/46, Бюл №17, 15 09 94

4 Наугольных К А, Рой Н А Электрические разряды в воде /М, Наука, 1971, 155с



Фіг.1

