



УКРАЇНА

(19) UA (11) 25277 (13) U
(51) МПК (2006)
C02F 1/469
C02F 1/48

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ЕЛЕКТРОПЛАЗМОВОГО ОЧИЩЕННЯ ТА ЗНЕСОЛЕННЯ ВОДИ

1

(21) u200610567
(22) 06.10.2006
(24) 10.08.2007
(46) 10.08.2007, Бюл. № 12, 2007 р.
(72) Сидорук Юрій Кіндратович
(73) Сидорук Юрій Кіндратович
(57) 1. Пристрій електроплазмового очищення та знесолення води, який складається з ємності, заповненої водою, багатоелементного електродного блока, в який входять ножеподібні або голкоподібні електроди, розташовані над поверхнею води, який відрізняється тим, що кожен з ножеподібних електродів або кожен ряд голкоподібних електро-

2

дів знаходяться в окремих камерах, утворених діелектричними виступами в електродному блоці, що частково занурені у воду, і на які розділений повітряний проміжок між електродами і водою та частково поверхневі шари води, та сусідні ножеподібні електроди, або ряди голкоподібних електродів, мають різну електричну полярність.

2. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що між сусідніми ножеподібними різнополярними електродами або рядами різнополярних голкоподібних електродів в електродному блоці розташовані магніти, полюси яких на одному рівні від води в сусідніх магнітах також різні.

Корисна модель відноситься до обробки рідини імпульсами струму середньої та високої напруги при розташуванні обох електродів за межами рідини і може бути використана в системах очищення та знезараження води, зниження рівня мінералізації води та водопідготовки.

Зростання рівня забруднення поверхневих вод промисловими та комунально-побутовими стоками є однією з найважливіших екологічних проблем в усьому світі. Разом з тим зростає потреба в чистій прісній воді для використання в промисловості, сільському господарстві, енергетиці та інших галузях. Не вирішена проблема забезпечення населення Землі високоякісною питною водою.

Існуючі системи очищення стоків та підготовки питної води не задовольняють сучасним вимогам, що змушує шукати нові ефективніші, технологічніші та менш енергозатратні способи очищення і знезараження води. Актуальною залишається проблема знесолення морської і шахтної води та інших сильно та слабо мінералізованих вод.

Як один з аналогів пристрою, що пропонується, можна навести мембранний пристрій в якому використовується електродіаліз з аніонообмінними та катіонообмінними мембранами, що чергуються [1].

Наявність мембран в таких пристроях призводить, по-перше, до високих затрат енергії на очищення води від солей, кислот та інших дісоціюва-

них забруднювачів, по-друге значно підвищує вартість пристроїв через високу вартість мембран, по-третє обмежує діапазон використання в зв'язку з тим, що мембрани задовільно працюють тільки при низьких рівнях мінералізації. При високих рівнях забруднення та мінералізації води мембрани забиваються, виходять з ладу.

Для вирішення цієї проблеми запропоновано бездіафрагмовий пристрій знесолення [3]. В ньому знесолення відбувається шляхом дії на воду через плазмовий проміжок короткими імпульсами струму, високої напруги.

В момент дії імпульсу і після його закінчення на поверхні води будуть концентруватися або катіони, тоді аніони підуть в глибинні шари води, або аніони, тоді катіони підуть в глибинні шари води. Розділяючи поверхневий і глибинний шари води і зливаючи їх в різні посудини, можна розділити аніони і катіони без мембран.

В даному випадку для виведення з води іонів обох знаків необхідно, як мінімум, пропускати воду через два таких пристрої, в яких полярність електродів, що знаходиться за межами води змінюється на протилежну. Аналогічно змінюється полярність електродів, які знаходяться в воді.

В електроплазмових безмембранних пристроях на відміну від мембранних діалізаторів завдяки плазмі, високій напрузі та імпульсному характеру напруги окрім розділення катіонів і аніонів відбува-

(13) U

(11) 25277

(19) UA

ється інтенсивна поляризаційна, концентраційна та кінетична коагуляція без застосування коагулянтів, а також інтенсивне окислення органіки та ряду металів, які утворюють нерозчинні окисли. Ці процеси значно сприяють очищенню води від різних, в тому числі органічних, забруднювачів та її знесоленню. Шляхом утворення нерозчинних у воді сполук і виведення їх із води електрофлотацією або іншим способом.

В розглянутому вище пристрої, який є найближчим аналогом пристрою що пропонується, концентрація іонів в верхньому шарі води значно перевищує концентрацію іонів в глибинних шарах, що знижує ефективність очищення та знесолення води. Необхідність використовувати не менше двох однакових пристроїв для досягнення результату та низька однорідність розподілу поля по поверхні води через високу концентрацію його безпосередньо під електродом та значно нижчу в проміжку між електродами, призводить до значних енергетичних затрат на процес очищення.

Пристрій, що пропонується (Фіг.1), відрізняється від аналога тим, що простір між ножевидними електродами 1 та 2, або рядами голковидних електродів розділений на окремі камери 3 діелектричними виступами 4 в електродному блоці 5, які частково занурені в воду, сусідні ножевидні електроди або ряди голковидних електродів мають протилежну електричну полярність і відсутній електрод, який в аналозі розташовувався в воді. Електричне поле, яке при цьому утворюється в приповерхневих шарах води, показане на Фіг.2. Як впливає з Фіг.2 в сусідніх камерах в поверхневому шарі води будуть накопичуватися протилежні по знаку, збалансовані по величині заряду іони, тобто в одній камері катіони, а в сусідній аніони. Таким чином із глибинних шарів води на поверхню витягуються одночасно і аніони і катіони, але концентруються вони в різних камерах і можуть зливатися, як в окремі ємності так і в одну. При зливанні поверхневого шару води в одну ємність в ній буде отримана вода з підвищеною концентрацією солі, при зливанні в різні ємності в одній з них буде катіонітна вода, а в другій - аніонітна, що має своє особливе застосування на практиці, як "жива" і "мертва" або активована вода, а також для корегування рН води. Глибинні шари води, які мають значно нижчий рівень мінералізації ніж верхні, зливаються окремо.

Таким чином в пристрої, що пропонується, відпадає потреба в двох екземплярах реактора з протилежними по знаку напругами на ножевидних електродах, а ефективність їх, як по енергетичним затратам, так і по глибині очищення, значно вища ніж аналога.

Ефективність також підвищується завдяки виключенню із поверхневого шару води зон з низькою концентрацією поля.

При очищенні води від органічних забруднювачів та при знезараженні (знищенні хвороботворних мікробів та бактерій), доцільно використовувати варіант по п.2, (Фіг.3) тобто пристрій, який відрізняється тим, що між сусідніми ножевидними різнополярними електродами 1 та 2 або рядами різнополярних голковидних електродів в електро-

дному блоці розташовані магніти 6, полюси яких на одному рівні від води в сусідніх магнітах змінюються на протилежні. Структура електричного і магнітного полів в такому пристрої приведена на Фіг.4. Очевидно, що електричні і магнітні силові лінії в приповерхневому шарі води майже перпендикулярні одна до одної. Якщо в такому полі буде рухатися заряджена часточка (іон), то її шлях (траєкторія) буде досить складним (близьким до спіралі), що збільшує вірогідність зіткнення їх з окислювачем. Відома також специфічна дія магнітного поля на очищення води, особливо на солі жорсткості, а також магнітна активація води.

Оптимальна форма та розміри діелектричних виступів, глибина їх занурення у воду, відстань між електродами, розмір та просторове розміщення магнітів, глибина ємності реактора та інші параметри визначаються теоретично, але остаточно ці параметри доводяться експериментально.

Експериментальна перевірка запропонованих пристроїв показала їх високу ефективність при очищенні та знесоленні води з високим рівнем забруднення та мінералізації, а також в декілька разів меншими енергетичними затратами в порівнянні з електродіалізом.

В даний момент виготовляються та будуть випробуватися установки для очищення води від органічних забруднювачів, радіонуклідів та знесолення води продуктивністю від 1 до 5 м³/год для очищення промислових і побутових стоків, а також для вилучення радіоактивних елементів з промислових та побутових вод атомних електростанцій.

Перелік фігур креслення

Фіг.1. Запропонований пристрій для очищення та знесолення води.

Фіг.2. Структура електричного поля запропонованого пристрою в поверхневому та приповерхневому шарах води.

Фіг.3. Пристрій по п.2 формули винаходу.

Фіг.4. Структура електричного поля (суцільні лінії) та магнітного поля (штрихові лінії) в пристрої по п.2 формули винаходу.

Можливість здійснення винаходу ґрунтується на основних законах і теоретичних положеннях електрохімії та фізики плазми.

Так, як очищенню підлягають брудні води, а знесоленню тільки мінералізовані води, то вода обов'язково має високу провідність. При появі різниці потенціалів (напруги) на електродах 1 та 2 (Фіг.1), що розташовані в сусідніх камерах, завдяки високій провідності води і малій провідності повітряного проміжку між електродом і водою, до кожного повітряного проміжку буде підведено половину всієї напруги. Якщо величина напруги достатня для пробію повітряного проміжку, то останній пробивається і між електродом і водою утворюється плазма, яка має високу електричну провідність і іонізовані молекули газових компонентів повітря, в тому числі кисень. При цих умовах більша частина напруги припадає на воду і в воді виникає електричний струм, який обумовлюється рухом позитивно і негативно заряджених іонів. Позитивно заряджені іони (катіони) рухаються до негативно зарядженого електрода 1 і скопичуються біля поверхні води в катіонній камері, а негати-

вно заряджені іони (аніони) рухаються до позитивно зарядженого електрода 2 і накопичуються в поверхневому шарі води в аніонній камері (Фіг.2). Таким чином відбувається вилучення катіонів (переважно металів) і аніонів (Cl ; SO_4 та інших) із води і розподіл їх по різних камерах біля поверхні води. Розділивши поверхневі і глибинні шари води, отримаємо воду з більшим і меншим рівнем мінералізації. Рух іонів відбувається не тільки в момент дії імпульсу напруги, але і після нього, завдяки інерції іонів, що сприяє зниженню енергетичних затрат в імпульсному режимі. Це підтверджується експериментально. Скорочення часу дії імпульсу напруги і підвищення його потужності призводить до зменшення середніх енергетичних затрат. Мінімізація енергетичних затрат і глибина демінералізації води безпосередньо залежить від правильного підбору параметрів імпульсів напруги та їх частоти, а також розмірів діелектричних виступів, глибини занурення їх в воду і повітряного проміжка.

Окрім зазначеного процесу розділення катіонів і аніонів з подальшим вилученням їх із води, шляхом зливання поверхневого і глибинного шарів води в різні ємності, під дією високої напруги відбувається поляризаційна, концентраційна та кінетична коагуляції, які не потребують ніяких коагулянтів, та високоефективне окислення органіки і важких металів завдяки наявності у воді озону, який поступає туди з плазми, та активному хлору, так як хлориди в більшій чи меншій мірі завжди присутні в воді. Сприяє цьому процесу також велика швидкість руху іонів, тобто велика енергія окислювача.

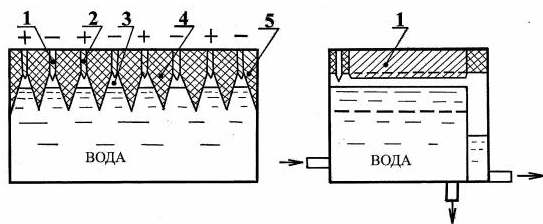
Під дією електричного поля у воді молекули органічних сполук бактерії та віруси поляризуються. При високих напруженостях електричного поля та ривкових характерах дії поля згадані об'єкти руйнуються, тобто розриваються на окремі частинки, що повністю знезаражує воду та сприяє пода-

льшому окисленню органіки. Цим процесам також сприяє утворення ультразвукових хвиль, які виникають через електрогідралічний ефект в момент пробію повітряного проміжку та утворення плазми.

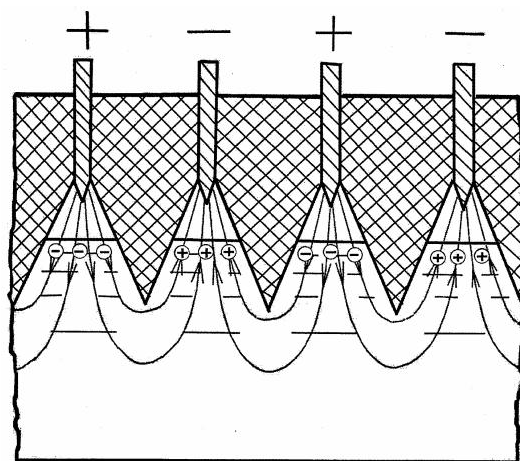
Приведені вище обґрунтування та позитивні результати експерименту на лабораторних макетах пристрою, що пропонується гарантують здійснення корисної моделі та застосування її на практиці.

Література.

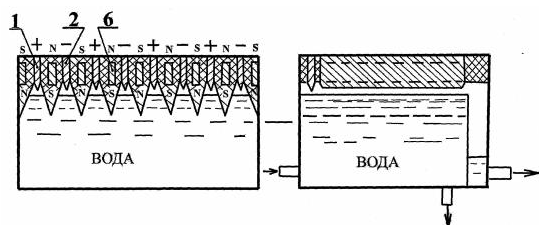
1. В.А. Шапошник "Мембранная электрохимия". Соросовский образовательный журнал, №2, 1999.
2. Н.Г. Вурдова, В.Т. Фомичев "Электродиализ природных и сточных вод". Из-во АСВ. Москва, 2001г.
3. "Обессоливание воды". Консультационный инженерный центр по проблемам очистки промышленных (сильно загрязненных) сточных вод. <<http://demi.sinp.msi.ru/~piskarev/desalin/desalin.htm>>
4. Хлюстова А.В., Максимов А.И. "Электрические характеристики тлеющего разряда с электролитным катодом и механизм эмиссии электронов из раствора в плазму". Школа по плазмохимии для молодых ученых России и стран СНГ. <www.isuct.ru>
5. Тазнєєв Б.Х. "Исследование высоковольтного электрического разряда между металлическим анодом и жидким электролитным катодом при повышенных токах". Школа по плазмохимии для молодых ученых России и стран СНГ. <www.isuct.ru>
6. Максимов А.И. "Физика и химия взаимодействия плазмы с растворами". <<http://silison.3.narod.ru>>
7. Кутєпов А.М., Захаров А.Г., Максимов А.И. "Растворы и плазма". Наука в России №5(107) 1998.



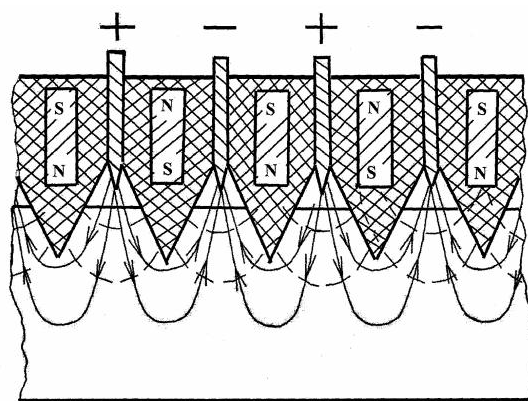
Фіг. 1.



Фіг. 2.



Фиг. 3.



Фиг. 4.