



УКРАЇНА

(19) UA (11) 57215 (13) U
(51) МПК (2011.01)
C02F 9/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ПРИГОТУВАННЯ УЛЬТРАПРИСНОЇ ВОДИ ГОСПОДАРСЬКО-ПИТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

1

2

(21) u201012189

(22) 15.10.2010

(24) 10.02.2011

(46) 10.02.2011, Бюл.№ 3, 2011 р.

(72) РЯПОСОВ ОЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ, РЯПО-
СОВА ОЛЕСЯ АЛЕКСАНДРОВНА, RU(73) РЯПОСОВ ОЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ, РЯПО-
СОВА ОЛЕСЯ АЛЕКСАНДРОВНА, RU(57) Спосіб приготування ультраприсної води гос-
подарсько-питного призначення, що передбачає
демінералізацію вихідної води і наступне введення
 $MgSO_4$, $ZnSO_4$, Li_2SO_4 , $Cr_2(SO_4)_3$ і KCl , який **відріз-**
няється тим, що демінералізовану воду поділяють
на дві частини, в першу частину вводять $MgSO_4$ в

кількості, що забезпечує вміст катіонів $Mg^{2+} = 20-25$ мг/л і аніонів $SO_4^{2-} = 80-100$ мг/л і піддають елект-
роактивації, отриману таким чином електроакти-
вовану воду з окислювально-відновним потенціа-
лом 5-500 mV змішують з другою частиною
демінералізованої води при їх співвідношенні (5-
30):(70-95) відповідно, доводять рН до 6,5-6,9, а
отриманий водний розчин мінералізують шляхом
введення $MgSO_4$, $ZnSO_4$, Li_2SO_4 , $Cr_2(SO_4)_3$ і KCl в
кількості, що забезпечує наступний іонний склад,
мг/л:

 $K^+ = 16...20$; $Mg^{2+} = 18...24$; $Zn^{2+} = 1,6...1,99$; $Li^{2+} = 0,06...0,16$; $Cr^{3+} = 0,01...0,08$; $Cl^- = 15...18$; $SO_4^{2-} = 75...100$.

Корисна модель відноситься до технології
приготування штучно мінералізованої (ремінералі-
зованої) води господарсько-питного призначення і
може бути використана в різних галузях народного
господарства - в техніці, медицині, в харчовій і
косметичній промисловостях, сільському госпо-
дарстві та ін.

Сучасні технології виробництва дистильованої
води дуже ефективні і роблять її досить конкурен-
тоздатною (за вартістю виробництва) в порівнянні
з іншими способами очищення початкової води, у
тому числі і із зворотньоосмотичними технологія-
ми.

Так, наприклад, в результаті використання
дешевої енергії низькотемпературного ядерного
синтезу, вартість виробництва високочистої води у
декілька разів нижче за вартість дистилату, отри-
маного при використанні для його виробництва
електричної енергії (див. патент Російської Феде-
рації, RU 2292304, від 12.08.2004р.).

Виробництво дистилату достатньо ефективне і
у разі використання для його виробництва водних
розчинів з великим вмістом солей і механічних
домішок (до них відносяться більшість мінераль-
них вод, морська вода, вода, що поступила на ре-
генерацію і т.п.).

Вказані факти стимулюють розвиток методів
кондиціонування дистильованої води і надання їй
фізико-хімічних властивостей, відповідних вимо-

гам, що пред'являються до якості питної води
(тобто відповідності держстандартам і іншим нор-
мативним вимогам).

Проте існує ряд причин, що обмежують вико-
ристання високочистої води як питної, які поляга-
ють в наступному:

- солевміст в ній складає 2-5 мг/л (до 10 мг/л),
що значно нижче допустимого нормативними до-
кументами; отже, відсутні в ній і необхідні для ор-
ганізму людини макро- і мікроелементи;

- у високочистій воді практично відсутні еле-
менти жорсткості - магній і кальцій, в результаті
вона є надмірно м'якою і не придатною для постій-
ного вживання;

- показник іонів водню рН у дистилату, як пра-
вило, нижче за допустимі значення (і становить
5,4...5,5).

Пошук способів кондиціонування дистильова-
ної води і надання їй фізіологічно функціональних
властивостей є метою корисної моделі, що заяв-
ляється.

Основні вимоги Держстандарту на питну воду
(ГОСТ 2874-82) зводяться до наступного:

- солевміст розчинених в ній домішок у вигляді
іонів різних металів, хлоридів, сульфатів та ін., та
дозволених до вживання людиною в певних кіль-
костях, повинен знаходитися в межах 100-1000
мг/л;

(19) UA (11) 57215 (13) U

- вміст іонів магнію Mg^{2+} у воді має бути не менше 10 мг/л, але не більше 80 мг/л;
- жорсткість загальна (Ж) - $1,5 < Ж < 7$ мг - екв./л;
- показник рН повинен знаходитися в межах 6...9.

Проте, вказані нормативні вимоги не є оптимальними з точки зору споживної вартості. При розробці способів приготування штучно мінералізованої води якість вироблюваної продукції може бути поліпшена шляхом оптимізації фізико-хімічних властивостей і усунення характерних недоліків природної води.

Відомий спосіб приготування штучно мінералізованої води (див. патент України, №17513) в якому демінералізовану воду отримують з води міського водопостачання шляхом обробки її на установках зворотного осмосу. Потім її мінералізують сульфатами магнію, калію, цинку і марганцю.

Недоліком способу є неможливість приготування питної води, використовуючи для цієї мети дистилат як основний компонент, внаслідок відсутності в ньому можливості регулювання рН водного розчину.

Найбільш близьким з відомих заявникам є спосіб приготування мінералізованої води, викладений в патенті США №5786006.

Цей спосіб передбачає демінералізацію вихідної води і наступне введення в демінералізовану воду іонів хрому, магнію, кальцію, літію і калію. Вказані іони вводяться у вигляді водних розчинів солей, таких як сульфати, хлориди, нітрати вказаних елементів.

Даний спосіб обраний як прототип.

Прототип і спосіб, що заявляється, мають наступні спільні ознаки:

- демінералізація вихідної води;
- введення в демінералізовану воду сульфатів магнію, літію, хрому і хлориду калію.

Проте вода, приготована за патентом №5786006, має ряд недоліків.

1. Жорсткість води при її виробництві не регламентується. Кількість елементів жорсткості, що вводяться у воду, при її мінералізації не оптимізована.

Так, у разі введення у воду вказаних в патенті кількостей елементів жорсткості по верхній допустимій межі (кальцію - 125 мг/л і магнію 100 мг/л) вона стає не придатною для пиття внаслідок утворення зайвої жорсткості.

Відомо, що вживання жорсткої води збільшує ризик солевідкладень в організмі людини.

2. Показник іонів водню рН в прототипі не регламентований, що знижує споживчу якість питної води.

3. За вказаним патентом неможливо приготувати питну воду, використовуючи дистилат як демінералізовану воду (основний компонент), оскільки в ньому (прототипі) не вирішено задачу регулювання рН водного розчину до заданих величин.

В основу корисної моделі поставлено задачу створити спосіб приготування ультра прісної води господарсько-питного призначення, в якому шляхом отримання електроактивованої води із зада-

ною характеристикою та подальшого змішування демінералізованої води з електроактивованою водою в певних пропорціях й подальшої мінералізації отриманого таким чином водного розчину, забезпечити якість води за рахунок зменшення жорсткості та заданого рН.

Поставлена задача вирішена в способі приготування ультрапрісної води господарсько-питного призначення, що передбачає демінералізацію вихідної води і наступне введення $MgSO_4$, $ZnSO_4$, Li_2SO_4 , $Cr_2(SO_4)_3$ і KCl тим, що демінералізовану воду поділяють на дві частини, в першу частину вводять $MgSO_4$ в кількості, що забезпечує вміст катіонів $Mg^{2+}=20-25$ мг/л і аніонів SO_4^{2-} - 80-100 мг/л і піддають електроактивації, отриману таким чином електроактивовану воду з окислювально-відновним потенціалом 5-500 mV змішують з другою частиною демінералізованої води при їх співвідношенні (5-30):(70-95) відповідно, доводять рН до 6,5-6,9, а отриманий водний розчин мінералізують шляхом введення $MgSO_4$, $ZnSO_4$, Li_2SO_4 , $Cr_2(SO_4)_3$ і KCl в кількості, що забезпечує наступний іонний склад, мг/л:

$K^+=16...20$; $Mg^{2+}=18...24$;

$Zn^{2+}=1,6...1,99$; $Li^+=0,06...0,16$;

$Cr^{3+}=0,01...0,08$; $Cl^-=15...18$; $SO_4^{2-}=75...100$.

Склад і концентрація солей отриманої води характеризують її як ультра прісну калій-магній-сульфатно-хлоридного складу із загальним вмістом солей 125,67-164,23 мг/л. З числа мікроелементів у воду введено іони Zn^{2+} , з числа субмікроелементів - іони Li^{2+} і Cr^{3+} .

Новим в способі приготування питної води, що заявляється, є спосіб регулювання рН водного розчину до заданих значень, який полягає в тому, що рН демінералізованої води доводять до значень $6,7 \pm 0,2$ шляхом змішування її з 5-30% електроактивованої (ЕА) води, окислювально-відновний потенціал (ОВП) якої має негативну величину в межах - (5...500) mV, при цьому для приготування ЕА води використовують мінералізовану воду, що містить катіони Mg у кількості 20-25 мг/л і аніони SO_4^{2-} у кількості 80-100 мг/л. Отриманий в результаті злиття високоочищеної води і ЕА води в заданих величинах розчин мінералізують до необхідних концентрацій, додаючи до нього солі KCl , $MgSO_4$, $ZnSO_4$, Li_2SO_4 , $Cr_2(SO_4)_3$, наприклад, у вигляді насичених їх водних розчинів.

Для приготування електроактивованої води використовують спеціальні установки - електролізери, які називають, також, установками для електрохімічної обробки (ЕХО) води. Нижче коротко охарактеризуємо деякі з них.

На сьогодні відомо декілька типів установок, які використовуються для електролізу води (див. Куртов В. Д. «Об удивительных свойствах электроактивированной воды», Киев, 2007г; Барабанов В.И., Горшков А.С., Сабатович В.Е. «Жизнь - движение воды в организме», Санкт-Петербург, 2009г.) основне призначення яких - отримання питної води. Специфічні властивості ЕА води дозволяють використовувати її як лікувальну.

Загальним для цих установок є наявність в них двох електродів (анод і катод), підключених до джерела постійного струму.

При підключенні установки до джерела живлення об'єм води між електродами піддається дії електричного поля і через мінералізовану воду (як електроліт) починає протікати електричний струм, викликаючи у компонентів водного середовища протікання окислювально-відновних реакцій.

Установка, описана Куртовим В.Д. містить пористу (напівпроникну) мембрану, установлену між анодом і катодом, яка розділяє робочий об'єм установки на дві камери - анодні і катодні.

У катодній камері при електролізі концентруються гідроксил-іони OH^- (і катіони різних металів, що містяться в початковій воді). У цій камері отримується лужна вода, рН її складає 10,5-11,5, окислювально-відновний потенціал (ОВП) - (500-800) mV.

Рідина, отримана в анодній камері, насичена іонами водню H^+ і є кислотною (рН=2,5-3,5), ОВП - -(500-800) mV.

Фірма "Ековод" (Куртов В.Д.), крім того, виробляє варіант установки для отримання не лише аноліту і католіту, але й питної води. З цією метою в одній з камер, утворених установленими в ній мембранами, є додатковий катод.

Установка, описана Барабановим В.І. та ін., не містить розподільної мембрани між анодом і катодом. Рідина в ній отримується з рН=6,8-7,5, ОВП - -(500-800) mV і більше (у бік негативних величин).

НВО "Екран" (м.Москва) освоєний випуск цілого ряду установок для доочищення питної води під загальною назвою "Изумруд". Очищення води в цих установках також засноване на використанні окислювально-відновних реакцій на інертних (що обмінюються з водою, яка очищається, тільки електронами) електродах.

Основним вузлом установок "Изумруд" являються компактні діафрагмові проточні електрохімічні модульні елементи ІЕМ - 3 (кільцеві камери). Пристрій і принцип дії цих установок описані (див. «Установки «Изумруд» для очистки и кондиционирования питьевой воды»). Руководство по эксплуатации, Москва, 2006г.)

Вода, оброблена в установках типу "Изумруд", має змінений ОВП в порівнянні з початковою у бік відновних значень не менше, ніж на 200 mV. рН доочищеної води близький до нейтрального його значення.

З представленої інформації про способи приготування ЕА води бачимо наступне.

Усі відомі способи електрообробки води дозволяють отримувати водні розчини з негативним ОВП. Ці рідини можуть бути використані в способі приготування ультра прісної води, що заявляється, як один з компонентів реагуючих речовин (засіб обслуговування).

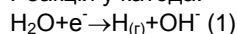
Ефект обслуговування водного розчину очікується від реалізації реакцій нейтралізації і відновлення між негативно зарядженими частинками, що містяться в ЕА воді і позитивно зарядженими частинками (H^+), що містяться в дистильованій воді при змішуванні вказаних рідин в певних співвідношеннях.

Проте механізм змішування рідин з різними значеннями ОВП (і з метою отримання водних розчинів із заданим рН) до теперішнього часу не

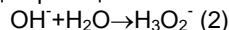
вивчений. Цей факт стримує розвиток ефективних методів регулювання рН водних розчинів, які могли б бути використані для приготування води питного призначення, але рН яких не задовольняє вимогам розробника питної води.

Для з'ясування фізико-хімічних процесів, що протікають при електрообробці води, послідовно розглянемо окислювально-відновні реакції що протікають у електродах.

Реакція у катода:



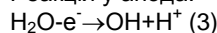
Іон OH^- , гідратуючись, утворює сполуку H_3O_2^- згідно реакції:



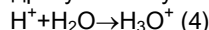
Атоми водню, що утворилися в результаті реакції (1), поступово об'єднуються в молекули і випаровуються з водного середовища.

Хімічну речовину, отриману в результаті реакції (2), також, як і іон OH^- , називають гідроксиліоном. Проте, за своєю суттю, хімічна сполука H_3O_2^- є аніоном водню H^- , гідратованим перекисом водню H_2O_2 . Цей факт слід враховувати при вивченні механізму взаємодії вказаної речовини з організмом людини і при аналізі хімічних реакцій його з різними іншими речовинами.

Реакція у анода:

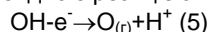


Отримані в результаті реакції (3) іони водню H^+ гідратуються і утворюють сполуку H_3O^+ , тобто



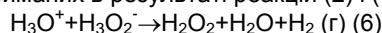
Гідратований іон водню H_3O^+ зазвичай називають гідроксонієм, або просто протоном. Рідше цю речовину називають водневою кислотою або катіоном водню, а також ліонієм.

Молекули OH , що утворилися при дисоціації води, і вказані в реакції (3), є короткотривалими (час їх життя складає наносекунди) і розкладаються незабаром після їх утворення на атомарний водень і кисень, або під впливом анодної напруги дисоціюють, утворюючи атом кисню і протон водню згідно з реакцією:



Речовини, отримані в результаті дисоціації молекул води у електродів (до них відносяться гідратовані іони водню H_3O^+ , аніон водню H_3O_2^- і $\text{H}_{(\text{r})}$ конвективними потоками переміщаються по всьому об'єму камери. При цьому вони, можуть брати участь в хімічних реакціях як між собою, так і з іншими компонентами водного розчину, або стикатися з поверхнею електродів і, взаємодіючи з ними, змінювати свою суть. Атоми кисню, по мірі об'єднання їх в молекули можуть покидати водне середовище.

Продовжимо спостереження за явищами, що відбуваються при ЕХО води, і розглянемо реакцію нейтралізації іонів водню H^+ і гідроксиліонів OH^- , отриманих в результаті реакцій (2) і (4):



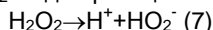
В результаті взаємодії вказаних речовин утворюються електрично нейтральні молекули перекису водню H_2O_2 , води і газоподібного водню.

Кількість часток, отриманих при електролізі в результаті реакцій (2) і (4) у водному розчині безперервно збільшується, але згідно із законом дії мас їх іонний добуток у водному розчині повинен

залишатися постійним. Отже, ці іони повинні взаємодіяти між собою або з іншими компонентами водного середовища і утворити інші речовини з іншими фізико-хімічними властивостями.

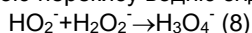
Перекис водню відноситься до стабільних проміжних речовин і у водному розчині, підданому електроактивації, може накопичуватися в значних кількостях.

Перекис водню, що утворився, в результаті реакції (6) і по мірі її накопичення в робочому об'ємі, може дисоціювати у водному розчині, утворюючи протон водню H^+ і аніон перекису водню HO_2^- згідно реакції:



В умовах електролізу кількість дисоційованих молекул H_2O_2 у водному розчині може виявитися значною, оскільки процес ЕА води триває від 10 до 30 хвилин і більше.

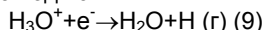
Аніон перекису водню HO_2^- гідратується молекулою перекису водню згідно реакції:



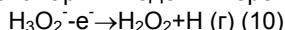
Останній (аніон $H_3O_4^-$), також, як і перекис водню, може накопичуватися у водних розчинах і існувати в них тривалий час.

Реакція (6), а так само реакції (7) і (8) активно протікають лише по мірі достатнього перемішування водного розчину, що здійснюється конвективними потоками і впливом потенціалу електродів установки. Тому більшість іонів водного розчину (H^+ і OH^-) не зможуть брати участь в реакції (6) і за певний проміжок часу знову можуть досягти поверхні електродів і виявитися під їх впливом.

Так, у катода пройдуть реакції відновлення гідроксонію з утворенням молекули води і атомарного водню:

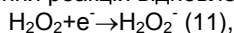


Більшість іонів OH^- , зіткнувшись з поверхнею анода, передадуть йому свої електрони, утворюючи атомарний водень і перекис водню:

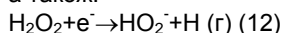


Реакція (10), так само, як і реакція (6), свідчить про те, що у водному розчині при ЕХО води відбувається безперервне збільшення кількості перекису водню H_2O_2 . В одному випадку він утворюється в результаті реакцій нейтралізації іонів, що утворилися при електролізі води, в іншому - шляхом окислення іонів $H_3O_2^-$ у анода.

Молекули перекису водню, що є у водному розчині разом з іншими компонентами водного середовища так само безперервно переміщуються конвективними потоками в робочому об'ємі електролізера. Цей факт призводить до можливості зіткнення їх (молекул) з поверхнею електродів і здійснення реакцій відновлення у катода:



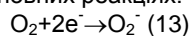
а також:



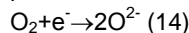
Приведемо, також, ряд інших реакцій, що протікають при ЕХО води, що необхідно у зв'язку із з'ясуванням механізму взаємодії ЕА води з організмом людини.

Умовою для здійснення реакції (12) є наявність у воді перекису водню, існуючого у вигляді кластерів, інакше реалізується реакція (11).

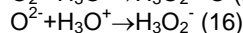
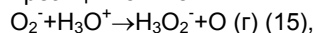
Так, частина атомів кисню, що утворилися в результаті реакції (5), і потім сполучені в молекули O_2 , під дією потенціалу електродів бере участь у відновних реакціях:



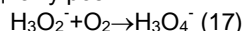
і



Продукти реакцій (13) і (14) беруть участь потім в реакціях зіткнень:



Наявність великої кількості кисню, що утворюється при ЕА води [реакції (5) і (15)], сприяє протіканню реакції, наведеної нижче, і стрімкому збільшенню концентрації аніонів перекису водню у водному розчині:



Ця реакція є не рівноважною по відношенню до перекису водню, що міститься в ЕА воді. В результаті, іони $H_3O_4^-$ виявляються відповідальними за формування негативного вектора ОВП водного середовища при електроактивуванні.

Утворення аніонів перекису водню $H_3O_4^-$ ми спостерігали, також, при протіканні рівноважної реакції (8).

Проте процес накопичення у водному розчині часток, характерних для процесу ЕХО води, не нескінченний. Настає момент, коли їх кількість практично не змінюється з часом, що пояснюється утворенням рівноважної концентрації між поступаючими в розчин від електродів іонізованими частками та іншими компонентами - учасниками перерахованих вище реакцій при ЕАВ.

Процес електроактивації при цьому припиняють шляхом відключення установки від мережі живлення (або вона відключається автоматично).

Аналізуючи представлену вище схему електрохімічних реакцій, що протікають при електролізі води, можна зробити наступні висновки:

- вода, в процесі електрохімічної обробки її постійним струмом, збагачується молекулами перекису водню H_2O_2 , які можуть накопичуватися в ній в значних кількостях;

- у водному розчині при електролізі утворюється велика кількість негативних часток, таких, як $H_2O_2^-$, $H_3O_4^-$, які можуть знаходитися в ній тривалий час і формувати негативний вектор ОВП;

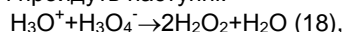
- вода при ЕА збагачується радикалами, атомами і молекулами кисню O_2^- , O^{2-} , O , O_2 .

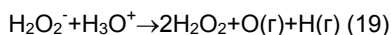
Одночасно з відключенням установки для електролізу від мережі живлення починається процес пасивації водного розчину (релаксація або нейтралізація), тобто втрата (послаблення) отриманих водою до цієї пори електрофізичних властивостей.

В процесі пасивації змінюється й іонний склад водного середовища.

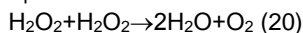
Період пасивації триває від декількох годин до 2-3 діб і більше. За цей проміжок часу вода набуває фізико-хімічних властивостей, близьких до властивостей вихідної води і вважається "звичайною".

Після відключення установки від мережі живлення ще деякий час будуть протікати реакції (15-17) і пройдуть наступні:





Молекули перекису водню, отримані в результаті (18 і 19), а також (6), об'єднуються в більш великі утворення і перетворюються на воду згідно реакції:



Процес пасивації закінчується по мірі придбання водним розчином електрофізичних властивостей, близьких до властивостей вихідної води.

Використання ЕАВ для практичних цілей плануватимемо з урахуванням досягнутого ефекту електрообробки і міри її пасивації.

Аналізуючи отримані результати, що стосуються фізико-хімічних процесів, які протікають при ЕХО води, а також в процесі експериментальних досліджень, встановлене наступне:

при злитті дистилату (або іншого водного розчину, збагаченого іонами водню H^+) з деякою кількістю електроактивованої води, ОВП якої має негативну величину, утворюються водні розчини, рН яких є функцією сукупної концентрації негативно заряджених часток, що містяться в електроактивованій воді; рН водних розчинів при цьому збільшується.

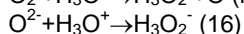
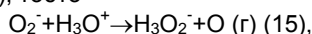
Виявлення характеру цієї функції не тривіальне, оскільки представляється складним мати в розпорядженні достовірну інформацію про склад і властивості усіх компонентів водного середовища. Складним, також, є процес взаємодії досліджуваного об'єкту з довкіллям і т.п.

Тому, для вирішення задачі, пов'язаної з отриманням водного розчину із заданим значенням рН, залежно від електрофізичних властивостей змішуваних рідин, доцільно скористатися результатами експериментальних спостережень.

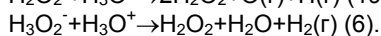
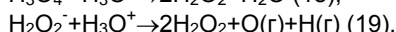
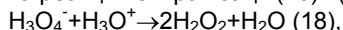
Спочатку проведемо модельний експеримент.

З цією метою наведемо реакції, що протікають в період пасивації електрообробленої води.

До них відносяться реакції відновлення (15) і (16), тобто



та реакції нейтралізації (18) і (19), а також (6)



Припустимо далі, що усі негативно заряджені частки, які беруть участь у вказаних вище реакціях є "представниками" ЕА води.

Нами вони (негативні частки) розглядаються як засіб обслуговування у водному розчині, отриманому при злитті двох рідин, - дистилату і електроактивованої води.

А усі позитивно заряджені частки (у тих же реакціях) є "представниками" дистильованої води.

Нами дистилат розглядається як основний компонент для приготування води питного призначення і є об'єктом обслуговування.

Тепер "приготуємо" водний розчин компонентами якого є дистилат і ЕА вода (у модельному експерименті їх співвідношення безвідносне) і проаналізуємо результати реакцій (15), (16), (18), (19) і (6).

В кожній з даних реакцій іони гідроксонію H_3O^+ змінюють свою суть, що призводить до зниження

концентрації іонів водню H^+ у водному розчині, отже, і до його обслуговування.

У реакціях (15) і (16) іони водню H^+ , взаємодіючи з іонізованими частками кисню O_2^- і O_2^{2-} , утворюють гідроксил-іони H_3O_2^- . Реакція водного розчину зрушується у бік обслуговування.

Реакції (18), (19) і (6) є типовими реакціями нейтралізації, у яких іони водню H^+ вступають в реакцію з аніонами перекису водню H_3O_4^- , з іонізованим перекисом водню H_2O_2^- і гідроксил-іонами H_3O_2^- , утворюючи нейтральні молекули і атоми H_2O_2 , H_2O , O , H_2 .

Ефект обслуговування водного розчину (в результаті протікання реакцій (18), (19) і (6)) досягається за рахунок зниження концентрації в ньому іонів гідроксонію H_3O^+ .

Висновок, який зроблений нами на основі модельного експерименту, наступний:

водний розчин, отриманий шляхом злиття дистилату і ЕА води, має негативну величину ОВП, обслуговується в результаті протікання реакцій зіткнень іонів водню H^+ (що "належать" дистилату) з компонентами електроактивованої води O_2^- , O_2^{2-} , H_2O_2^- , H_3O_4^- і H_3O_2^- .

Проведемо, також, експериментальну перевірку ефективності способу приготування ультра прісної води господарсько-питного призначення, що заявляється.

Вона полягає у вивченні лабораторними методами фізико-хімічних властивостей водних розчинів, отриманих шляхом змішування демінералізованої води, рН якої нижче необхідної величини (у способі, що заявляється, рН питної води вказаний рівним $6,7 \pm 0,2$), з певною кількістю електроактивованої води, ОВП якої має негативну величину (міра активації ЕА води допустима в широких межах - від самих незначних величин, наприклад, (-5 mV) до (-500 mV) і більше в бік негативних величин).

Спосіб здійснювали у наступному порядку.

Для приготування демінералізованої води використовували аквадистилатор електричний аптечний марки ДЭ-4-02 - "ЭМО". Як вихідну воду брали воду міського водопостачання (водозабір р.Дністер).

рН отриманої води складав 5,45, солевміст 0,4 мг/л.

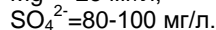
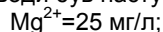
Дану воду використовували як основний компонент для приготування питної води, так і для приготування електроактивованої води.

Електроактивовану воду готували на установці для доочищення і отримання питної води марки "Изумруд К-1" (НВО "Экран", м.Москва).

Умовами експлуатації установок марки "Изумруд" передбачено, що оброблювана ними вода має бути електропровідною, з мінералізацією 0,06 до 1,0 г/л.

Тому, щоб отримати воду, придатну для наступної її електрообробки, у високочисту воду додавали сульфат магнію MgSO_4 .

Іонний склад підготовленої для електрообробки води був наступним:



Приготовану таким чином електропровідну воду поміщали в ємність з нержавіючої сталі і прокачували через проточні електрохімічні реактори ПЕМ-3, установлені в установці "Изумруд К-1". Необхідний тиск напірної водопровідної лінії (1-3 атм., передбачений для установки "Изумруд") досягався насосною станцією фірми Grundfos (Німеччина).

Продуктивність установки при електрообробці води складала 40 л/год.

Отриманий водний розчин зберігали в скляній тарі і використовували через 4 години.

pH електрообробленої води складав 7,1, ОВП=(-190) mV.

pH розчинів вимірювали лабораторним pH-метром з точністю $\pm 0,04$.

ОВП рідин вимірювали кишеньковим вимірником окислювально-відновного потенціалу "ORP" виробництва фірми "HANNA Instrument" (Голландія).

Солеміст вимірювали кишеньковим кондуктометром марки H1 98302 (DIST-2) виробництва фірми "HANNA Instrument" (Голландія).

Для експериментальної перевірки ефективності способу приготування води, що заявляється, було приготовано три водні розчини в кожному з яких одна частина ЕА води (25 мл) змішувалася з трьома (75 мл), п'ятьма (125 мл) і з десятьма (250 мл) частинами дистильованої води.

pH приготованих таким чином розчинів вимірювався лабораторним pH-метром за наступною схемою:

1-й вимір здійснювався незабаром після приготування водного розчину (через декілька хвилин);

2-й вимір проводився через 2 години після приготування розчину;

3-й вимір - через 24 години.

Результати вимірів заносилися в таблицю.

Аналіз представлених в таблиці результатів вимірів фізико-хімічних властивостей водних розчинів, отриманих в процесі експериментальної перевірки ефективності приготування питної води, показав наступне.

Запропонований спосіб регулювання pH водного розчину, отриманого шляхом злиття дистилату (узятого в кількості 70-95% об'ємних відсотків від загального об'єму рідини, що готується) і ЕА води, яка підготовлена спеціальним чином (і узятою в кількості 5-30% від загального об'єму рідини, що готується), ефективний і може бути використаний при приготуванні питної води, основним компонентом якої є дистилат, pH якого не задовольняє нормативним вимогам на питну воду, але нижче необхідної межі.

Дійсно, з таблиці бачимо, що pH водних розчинів з часом поступово збільшується до заданих величин. Через 1-2 доби обслуговування розчину припиняється.

Ефект збільшення pH розчинів, що спостерігається, безумовно, пов'язаний з реалізацією реакцій відновлення і нейтралізації (6), (15), (16), (18) і (19).

Крім того, в таблиці наведені розрахункові значення pH водних розчинів і фактичні, виміряні

через 24 години, (pH факт/розн.) шляхом використання формули:

$$pH^{\text{розн. водн. р-н}} = \frac{V_{\text{дист}} \cdot pH_{\text{дист}} + V_{\text{ЕА}} \cdot pH_{\text{ЕА}}}{V_{\text{дист}} + V_{\text{ЕА}}},$$

де $V_{\text{дист}}$ - об'єм дистильованої води, мл;

$V_{\text{ЕА}}$ - об'єм електроактивованої води, мл;

pH дист, pH ЕА - показник іонів водню і ЕА води відповідно.

Порівнюючи розрахункові і фактично виміряні значення pH водних розчинів бачимо, що вони відрізняються на значну величину - на 1,19 для розчину №1, на 1,125 для розчину №2, і на 1,1 для розчину №3.

Цей факт також є експериментальним підтвердженням ефективності способу регулювання pH водних розчинів, що заявляється. Водні розчини готують шляхом злиття дистилату і ЕА води, що має негативну величину ОВП.

Для мінералізації готували насичені водні розчини сульфатів магнію, цинку хрому і літію і хлориду калію. Потім в дозованих кількостях вводили їх у водний розчин, отриманий шляхом злиття дистилату (90% по відношенню до загального об'єму приготованого водного розчину) і ЕА води (10% по відношенню до загального об'єму приготованого водного розчину).

Згідно із довідковими даними (див. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов (I-IV)h(V-VIII) групп. Справочн. изд. Под общей редакцией В.А. Фролова, Ленинград «Химия», 1988 и 1989 гг.).

у 100 мл води при 20°C розчиняється:

35,1 г сульфату магнію (густина 2,66 г/см³);

54,1 г сульфату цинку (густина 3,74 г/см³);

34,7 сульфату літію (густина 2,221 г/см³);

64 г сульфату хрому (густина 3,01 г/см³);

34,4 хлориду калію (густина 1,99 г/см³);

Після змішування 100 мл води з вказаними солями отримали:

113,2 мл насиченого розчину сульфату магнію;

114,47 мл насиченого розчину сульфату цинку;

115,62 насиченого розчину сульфату літію;

121,26 мл насиченого розчину сульфату хрому;

117,23 мл насиченого розчину хлориду калію.

Знаючи атомну або молекулярну масу іонів, що використовуються для мінералізації води, визначили, що для того, щоб досягти необхідної міри мінералізації водного розчину, 10 літрів демінералізованої води необхідно змішати:

з 3,39 мл насиченого розчину $MgSO_4$;

з 0,098 мл насиченого розчину $ZnSO_4$ (або 9,8 мл на 1000 літрів води);

з 0,029 мл насиченого розчину Li_2SO_4 (або 2,9 мл на 1000 літрів води);

з 0,00357 мл насиченого розчину $Cr_2(SO_4)_3$ або 0,357 мл на 1000 літрів води;

з 1,17 мл насиченого розчину KCl.

Необхідні дози насичених розчинів для мінералізації відміряли медичним шприцом і вводили в ємність, що містить водний розчин, компонентами якого є дистилат і ЕА вода в заданих кількостях.

Процедура знезараження отриманої води і її бутилювання - стандартні.

Отриманий водний розчин прозорий, без запаху і присмаків.

Жорсткість води була в межах 1,5-2,0 мг.-екв./л.

Ефективність способу, що заявляється, підтверджена Протоколом випробувань в атестованій лабораторії ВАТ «ІнтерХім» (див. Додаток).

Таблиця

Властивості дистиляту, ЕА води і водних розчинів, приготованих на їх основі

№ пп.	Дистилят		ЕА вода			рН водних розчинів інтервал вимірювань		
	кількість частин	рН	кількість частин	рН	ОВП, mV	незабаром після приготування	через 2 години	через 24 години факт./розр.
1	3	5,45	1	7,1	-190	6,6	6,8	7,05/5,86
2	5	5,45	1	7,1	-190	6,2	6,5	6,85/5,73
3	10	5,45	1	7,1	-190	5,95	6,15	6,70/5,6