



УКРАЇНА

(19) UA (11) 26223 (13) U
(51) МПК (2006)
C02F 9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ПРИГОТУВАННЯ УЛЬТРАПРИСНОЇ ВОДИ, ЗБАГАЧЕНОЇ ІОНАМИ ВОДНЮ H^+

1

2

(21) u200704778

(22) 28.04.2007

(24) 10.09.2007

(46) 10.09.2007, Бюл. № 14, 2007 р.

(72) Ряпосов Олександр Павлович

(73) Ряпосов Олександр Павлович

(57) 1. Спосіб приготування ультраприсної води, збагаченої іонами водню H^+ , що включає фільтру-

вання води через шар активованого вугілля та наступне оброблення її хімічним реагентом, який **відрізняється** тим, що у воду вводять лимонну або соляну кислоту, після чого підкислену воду піддають дистилюванню та фільтруванню.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що лимонну кислоту вводять в кількості 1,0...6,0 г/л, а соляну кислоту - 0,2...0,5 мл/л.

Корисна модель відноситься до технології одержання води господарсько-питного призначення й може бути використана в багатьох галузях народного господарства: у техніці, медицині, косметичній та харчовій промисловості, сільському господарстві та ін.

Під збагаченням води господарсько-питного призначення іонами водню H^+ прийнято розуміти зменшення її показника іонів водню рН (збільшення кислотності) штучним шляхом до значень, необхідних для практичного використання. Це визначення застосовують також у випадку збагачення іонами водню H^+ ультраприсної води, що має мінералізацію менш 200 мг/л.

Іон водню H^+ , як і всі іони речовин у водних розчинах, гідратований і утворює гідроксоній - катіон H_3O^+ (водну кислоту), як основну форму існування протону у водяних розчинах. Тому вода, збагачена іонами водню H^+ , може називатися також водою, збагаченої іонами гідроксонію або водною кислотою.

Відомий спосіб збагачення води іонами водню H^+ шляхом додавання до неї в необхідній кількості різних кислот органічного або неорганічного походження. Недоліком такого способу підкислення води є поява в ній, окрім іонів водню H^+ , і кислотного залишку (спряженої основи) використовуваної кислоти, недисоційованих молекул кислоти та домішок, що містяться в кислотах. Все це негативно впливає на споживчі якості води і призводить до неможливості її використання. При цьому також може збільшитися й ступінь мінералізації, що також неприпустимо.

Також відомо спосіб одержання збагаченої іонами водню H^+ ультраприсної води шляхом одно-

або багаторазового дистилювання води господарсько-питного призначення (див. ГОСТ 2874-82). Показник іонів водню рН дистильованої води в значній мірі залежить від типу використовуваного дистилатора та якості вихідної води і складає 5,4...6,6 при загальній мінералізації 2-4 мг/л (ГОСТ 2874-82). Але зазначеним способом неможливо одержати воду з більш низькими значеннями рН.

Також відомо спосіб одержання збагаченої іонами водню H^+ ультраприсної води шляхом зворотного осмосу знесолена. Так, наприклад, побутова установка зворотного осмосу «Leader» американського виробництва дозволяє одержувати воду з рН=6...6,8 загальною мінералізацією до 50 мг/л. Недоліком цього методу також є неможливість одержання води з більш низьким значенням рН (<6,0).

За сукупністю властивостей (рН, низький ступінь мінералізації) вода, отримана в установці зворотного осмосу й вода, отримана шляхом дистилювання, є аналогами. Нами ж вони обрані за прототип, тому що однієї із цілей способу, що зазначається, є одержання ультраприсної води, тобто низької мінералізованої із вмістом домішок менш 200 мг/л.

Відомий спосіб одержання води, збагаченої іонами водню H^+ шляхом її електроактивації (анодит, рН=2,5...5,0) [див. Куртов В.Д. та ін. «Спосіб одержання питної й лікувальної води». Патент України №68051]. Недоліком способу є одержання аноліта, що містить значну кількість домішок у вигляді катіонів, які спочатку входили до складу вихідної води, а також часток матеріалу електродів (вуглець та кремній, які неконтрольовані) і механічних домішок, що містяться у воді. Зазначені не-

(13) U

(11) 26223

(19) UA

доліки аноліта значно знижують його споживчі якості й обмежують зону застосування.

Особливо слід зазначити, що аноліти, отримані на вищевказаних установках з різних регіонів і джерел, будуть мати відповідно й різний вміст домішок. Таким чином, отримати певну кількість аноліта з однаковими властивостями, використовуючи при цьому воду з різних джерел, практично неможливо. Цей факт так само знижує споживчі якості отриманого продукту й обмежує зону його застосування.

Аноліти, отримані на установках електрохімічної активації мають показник іонів водню рН, який коливається в широкому інтервалі - 5,0...2,0, що практично збігається з величиною рН, визначену нами як задачу. Цей факт дає нам підставу обрати описаний аноліт прототипом: фізико-хімічна суть цих речовин одна - вони представляють певну водну субстанцію з високою концентрацією катіонів, з тією лише різницею, що «представництво» катіонів в ультрапрісній воді, що заявляється, здійснюється переважно іонами водню H^+ (внаслідок її низької мінералізації), у той час як в анолітах, окрім протонів водню, присутня ще й велика кількість домішок у вигляді іонів різних речовин і механічних часток (від електродів), в наслідок чого аноліти практично не бувають ультрапрісними.

Найближчим до корисної моделі, що заявляється, є спосіб, відповідно до якого природну воду фільтрують через шар активованого вугілля, потім відфільтровану воду очищують від тонких зависей на патронному фільтрі з діаметром пор 5мкм, вводять речовини, іони яких мають негативні гідратаційні постійні, наприклад, йодид або хлорид амонію, в кількості 0,4-1,2ммоль/дм³, після чого здійснюють двостадійне зворотноосмотичне знесолоння води [див. заявку Російської Федерації №96113550 на винахід].

Даний спосіб обрано прототипом.

Прототип і корисна модель, що заявляється, мають такі спільні ознаки:

- фільтрування води через шар активованого вугілля;
- обробка відфільтрованої води хімічним реагентом.

Але в способі за прототипом неможливо регулювати рН за заданою величиною.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити спосіб приготування ультрапрісної води, збагаченої іонами водню H^+ , рН якої коливався б у межах 6,5...2,0 в залежності від вимог споживача. Склад такої води не повинен містити кислотних залишків (спряжених основ кислот), або їх присутність повинна бути зведена до мінімуму.

Поставлена задача вирішена в способі приготування ультрапрісної води, збагаченої іонами водню H^+ , що передбачає фільтрування води через шар активованого вугілля та наступну обробку її хімічним реагентом, при якому у воду вводять лимонну або соляну кислоту, після чого підкислену воду піддають дистилюванню і фільтруванню, при цьому лимонну кислоту вводять в кількості 1,0-6,0г/л, а соляну кислоту - 0,2-0,5мл/л.

Для досягнення зазначеної мети, а саме для одержання ультрапрісної води, збагаченої іонами

водню H^+ , показник іонів водню рН який коливався б у межах 6,5...2,0, нами пропонується спосіб, який полягає в тому, що воду з підвищеною концентрацією іонів водню H^+ отримують з водних розчинів з кислотою реакцією, наприклад, за допомогою описаної нижче установки, дослідний зразок якої нами був виготовлений і експлуатується тривалий час.

Установка зображена на кресленні.

Установка містить парогенератор 1 ємністю вісім літрів і конденсатор пари 2 (холодильник) у вигляді циліндричної посудини об'ємом три літри, яка розташована у ємності 3, заповненій охолоджувальною рідиною 4, наприклад, водою. Парогенератор 1 забезпечений запобіжним клапаном 5 і отвором для заправлення 6 і нагрівається полум'ям пальника 7 потужністю 4кВт.

Конструктивна особливість установки полягає в тому, що парогенератор 1 і конденсатор пари 2 установлені на різних рівнях по висоті (на малюнку ця відстань умовно позначена буквою h_x , що вказує висоту відбирання пари при дистилюванні). Парогенератор 1 і конденсатор 2 сполучені вертикальним трубопроводом 8 діаметром 15-18мм. Ці вузли установки виготовлені з нержавіючої сталі.

Таке технічне рішення, а саме розташування парогенератора й конденсатора на різних рівнях по висоті, надає переважну можливість іонам і молекулам, утворюючим воду - H_2O , H^+ і OH^- , переміщатися з парогенератора в конденсатор, а з останнього по трубопроводу 10 у накопичувальну ємність 9. Інші речовини, які звичайно присутні у воді у вигляді домішок, або внесені нами в процесі підготовки розчину (недисоційовані молекули кислот і кислотних залишків), до конденсатора не потрапляють внаслідок віддаленості його від парогенератора на значну висоту h_x . Цей факт пояснюється тим, що атомна маса речовин-домішок присутніх у воді й водяних розчинах значно важче іонів і молекул, що утворюють воду, і кінетичної енергії, яку набувають важкі частки (домішки) в процесі кипіння й паровидалення, виявляється недостатньо, щоб вони, переборюючи гравітацію, піднялися з поверхні киплячого розчину й переміститися по трубопроводу 8 у конденсатор 2, який встановлено на задану висоту.

Відомо, що при кипінні водних розчинів середня кінетична енергія всіх часток у розчині однакова. Отже, всі частки, в тому числі й нелетучі (але лише частково), мають достатню кінетичну енергію, щоб покинути розчин. Однак не всі частки, що покинули розчин, продовжують рух з однаковою швидкістю й рівномірно розподіляються по всьому шляху від парогенератора до конденсатора. Так, наприклад, рівноважний тиск пар води при температурі 100°C складає 760мм.рт.ст., що обумовлює можливість їх підйому по вертикальному трубопроводу на висоту до 10м. Інші частки, що присутні в розчині і є більш важкими, можуть переміститися по вертикальному трубопроводу на меншу висоту, наприклад $h_{1...n}$, яка перебуває у зворотній залежності від маси частки $m_{1...n}$, де n - кількість компонентів - індивідуальних речовин, що присутні у вихідному розчині у вигляді іонів і молекул.

Для визначення відстані h_x - висоти, на яку може піднятися компонент - частка індивідуальної

речовини, що присутня у водному розчині, варто скористатися визначенням, що випливає із закону про тяжіння: висота водяної пари H_2O , що відповідає рівноважному тиску пар води при температурі 100°C , так відноситься до відстані h_x , на яке можуть піднятися гідратовані іони і молекули, які присутні у водному розчині і мають масу m_x , як зазначена маса речовини відноситься до молекулярної маси води $m_{\text{H}_2\text{O}}$.

Викладене вище призводить до наступного вираження:
$$\frac{\text{H}_2\text{O}}{h_x} = \frac{m_x}{m_{\text{H}_2\text{O}}} \quad (1).$$

Це ж вираження може бути отримане із співвідношення парціального тиску водяної пари $P_{\text{H}_2\text{O}}$, що відповідає рівноважному тиску пар води при температурі 100°C , і парціального тиску P_x , наприклад, найбільш легкого з компонентів дистильованого розчину, тому що $h_x = f(P_{\text{H}_2\text{O}}, P_x)$.

Використовуючи зазначене вираження (1), ми можемо визначити величину h_x – висоту відбору пар з вертикальної труби, що з'єднує парогенератор і конденсатор, для їх конденсації з передбачуваною кількістю тих або інших компонентів розчину.

Для наочності атомні й молекулярні маси речовин, що перебувають у використовуваних нами водних розчинах, ми наводимо в Таблиці 1. Як бачимо, частки домішок і гідроксильний іон OH^- в 2 і більше рази важче молекул води H_2O і катіонів H_3O^+ , що й надає останнім можливість переміщатися переважно з парогенератора в конденсатор при дистильованні розчинів, що й надає можливість одержання води, збагаченої іонами водню H^+ .

Аналізуючи принцип дії описаної установки для дистильовання й відзначене вище, легко дійти висновку: чим нижче показник іонів водню pH робочого розчину, тим нижче pH фільтрату, отриманого в процесі дистильовання підкисленого водного розчину.

Але представлені вище доводи дозволяють оцінити співвідношення pH вихідного розчину і pH фільтрату лише на якісному рівні. Більш точні дані нам вдалося отримати в результаті проведених експериментів на описаній дистильаційній установці.

При проектуванні експериментальної установки для отримання води, збагаченої іонами водню H^+ , в якості значення маси m_x ми вибрали середнє значення декількох найбільш легких іонів, що мають близьку масу: OH^- , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} та Cl^- . Для практичних цілей такий підхід цілком виправданий: більше важкі частки (SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , спряжена основа лимонної кислоти) до розрахунку можуть не прийматися, тому що висота їх підйому значно менше, ніж в інших іонів, і в якості домішки в дистиліаті вони присутні у незначній кількості.

Середня маса зазначених п'яти гідратованих іонів становить 50,383моля. Далі, використовуючи вираження (1), ми одержали величину $h_x=3,77\text{м}$, тобто значення висоти, на яку необхідно віддалити конденсатор пари від парогенератора для отримання конденсату з мінімальною кількістю речовин-домішок, що були взяті нами до уваги при розрахунку величини h_x .

Для проведення експериментів готували водні розчини з підвищеною кислотністю. Для цього брали воду господарсько-питного призначення, або дистильовану, до неї додавали лимонну кислоту в кількості від 1 до 6г/л або соляну від 0,2-0,5мл/л. Парогенератор заповнювали одним із зазначених водних розчинів, нагрівали до температури 100°C і витримували при такій температурі до кінця процесу дистильовання. Пару конденсували в холодильній камері охолоджуваною зовні водою, яка мала температуру $14-25^\circ\text{C}$. Дистиліат по трубопроводу 10 збирали у накопичувальну ємність 9, водночас пропускаючи його через шар активованого вугілля 11 для усунення можливого характерного присмаку, властивого отриманому в металевому дистильаторі дистиліату. Сконденсована рідина являла собою ультрапрісну воду із загальним солемістом 8-25мг/л з підвищеною концентрацією іонів водню H^+ (рН=6...3).

Залишок дистильованої рідини (20-30% від початкового об'єму) являє собою рідину з високою концентрацією домішок і високим рН=9...12 і йде на зливання.

Властивості конденсованої рідини вивчали на тому ж устаткуванні й такими ж методами, що застосовувалися при вивчанні властивостей води, обробленої на зворотноосмотичній установці.

Результати вимірів досліджених рідин наведені в Таблиці 2.

Наведені в Таблиці 2 дані про властивості отриманої води свідчать про високу ефективність і результативність дистильатора з віддаленням від парогенератора холодильником на висоту $h_x=3,77\text{м}$ при використанні його для одержання води, збагаченої іонами водню H^+ з води господарсько-питного призначення (а так само і дистильованої з рН<6,0), підкисленої лимонною або соляною кислотами (можливо і їх змішування в необхідних пропорціях). Варіюючи висоту h_x та швидкість нагрівання (випару) розчину можна створити установку для одержання води з більш високим ступенем очищення і більш низьким рН. Однак для практичних цілей цілком достатньо віддалення конденсатора від парогенератора на висоту не більше 4м.

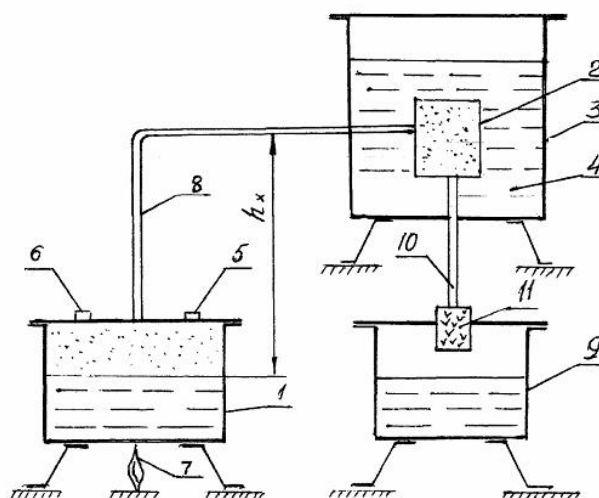
Зазначені властивості рідина зберігає тривалий час. Автор вів спостереження за зміною властивостей отриманих зразків води протягом 30 днів. Відхилень у властивостях за вказаний період не виявлено.

Таблиця 1

Назва й хімічна формула часток, атомна або молекулярна маса часток у молях з урахуванням їх гідратації											
Молекула води H_2O	Гідроксоній-катіон H_3O^+	Гідроксидний іон OH^-	Калій K^+	Натрій Na^+	Кальцій Ca^{2+}	Магній Mg^{2+}	Карбонат CO_3^{2-}	Сульфат SO_4^{2-}	Хлор Cl^-	Гідрокarbonат HCO_3^-	Спряжена основа лимонної кислоти $OC(CH_2COOH)_2COOH$
18	19	35	57,098	40,98	58,08	42,305	78	96	59,453	79	191

Таблиця 2

№ п/п	Характеристика вихідної води			Характеристика водного розчину		Характеристика дистилату		Органолептичні властивості
	Джерело походження	pH	Вміст домішок мг/л	Вихідна кислота	pH	pH	Вміст домішок мг/л	
1	Свердловина 134м	8,3	1290	Лимонна	2,8	3,6	8,0	Всі рідини прозорі. На смак злегка кислі з відчуттям різниці кислотності в різних пробах. Слизувати не обпалюють. Вживання 200мл неприємних відчуттів не викликає.
2	Свердловина 134м	8,3	1290	Соляна	2,0	2,90	25,0	
3	Дистилят	5,4	<5,0	Лимонна	3,0	3,85	8,0	
4	Дистилят	5,4	<5,0	Соляна	2,0	2,90	10,0	
5	Дистилят	5,4	<5,0	Лимонна	4,0	4,80	8,0	
6	Дистилят	5,4	<5,0	Соляна	4,0	4,70	8,0	



Фіг.