



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 30402

(13) C2

(51) 6 C02F1/44,1/469

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) СПОСІБ ОБРОБКИ ВОДИ

1

2

(21) 98031445

(22) 23.03.1998

(24) 16.09.2002

(46) 16.09.2002, Бюл. № 9, 2002 р.

(72) Пономарьов Михайло Іванович, Пономарьов  
Сергій Іванович(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДА-  
ЛЬНІСТЮ "ТОТЕМ КРУС ЛТД"(56) RU 2088317 C1, В 01D 61/44, С 02F 1/44,  
27.08.1997. RU 2085518 C1, С 02F 9/00, 1/44,  
27.07.1997. RU 92011926 А, С 02F 1/469,  
10.02.1996. EP 0799158 A1, С 02F 1/44, В 01D  
61:04, 08.10.1997. US 4824574, С 02F 1/44,  
25.04.1989. US 4839057, С 02F 9/00, 13.06.1989.  
EP 0611595 A1, В 01J 39/04, В 01J 47:04, С 02F  
01:42, 24.08.1994. RU 2104964 C1, С 02F 1/66,  
20.02.1998(57) 1. Спосіб обробки води, що передбачає її під-  
кислювання, пом'якшення і електродіалізне знесо-  
лення з відведенням концентрату як нецільового  
продукту і діалізату, який **відрізняється** тим, що  
діалізат змішують з підкисленою водою і суміш  
знесолюють за допомогою зворотного осмосу,  
причому одержаний в результаті зворотноосмоти-  
чного знесолювання концентрат піддають згада-  
ним пом'якшенню і електродіалізному знесолю-  
ванню, а пермеат відводять як цільовий продукт.2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що зга-  
дане пом'якшення здійснюють іонообміном на ка-  
тійоні в натрієвій формі.3. Спосіб за п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що  
воду підкислюють діоксидом вуглецю.4. Спосіб за п. 3, який **відрізняється** тим, що під-  
кислення ведуть до pH=5.5. Спосіб за будь-яким з пп. 1-4, який **відрізняєть-  
ся** тим, що до 1% діалізату від загальної кількості  
оброблюваної води відводять як нецільовий про-  
дукт.6. Спосіб за будь-яким з пп. 1-5, який **відрізняєть-  
ся** тим, що в пермеат дозують бікарбонати каль-  
цію і/або магнію.7. Спосіб за п. 6, який **відрізняється** тим, що зга-  
дане дозування здійснюють шляхом розчинення в  
пермеаті оксидів і/або гідроксидів і/або карбонатів  
кальцію і/або магнію.8. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що до-  
зування здійснюють шляхом введення в пермеат  
бікарбонату натрію з наступним іонообміном на  
катійоні в змішаній кальцій-магнієвій формі.9. Спосіб за п. 8, який **відрізняється** тим, що для  
іонообміну при дозуванні використовують катіоніт,  
що вичерпав ємність в процесі згаданого пом'як-  
шення іонообміном.

Винахід відноситься до способів комплексної  
обробки води з використанням електродіалізу і  
зворотного осмосу і може бути використаний, на-  
приклад, для опріснення або знесолювання солю-  
них або солонуватих вод з одночасним корегуван-  
ням їх сольового складу.

Відомий спосіб обробки води, що передбачає  
її підкислювання, пом'якшення і електродіалізне  
знесолювання з відведенням концентрату як неціль-  
ового продукту і діалізату. Причому як цільовий  
продукт відводиться діалізат ["Комплексна пере-  
робка мінералізованих вод", під ред. А. Т. Пилипе-  
нко. – Київ: "Наукова думка", 1984, с. 201]. описа-  
ний спосіб дозволяє в достатньо високій мірі зне-  
солити воду, однак він не дозволяє усунути забру-

днення, подані в неіонізованій формі.

В основу винаходу поставлено завдання ство-  
рити спосіб обробки води, який дозволив би усуну-  
ти згаданий недолік при незначному збільшенні  
вартості обробки.

Поставлене завдання вирішується тим, що в  
спосіб обробки води, який передбачає її підкис-  
лювання, пом'якшення і електродіалізне знесолю-  
вання з відведенням концентрату як нецільового  
продукту і діалізату, згідно з винаходом діалізат  
змішують з підкисленою водою і суміш знесолю-  
ють за допомогою зворотного осмосу, причому  
одержаний в результаті зворотноосмотичного зне-  
солювання концентрат піддають згаданим вище  
пом'якшенню і електродіалізу йому знесоленню, а

(13) C2

(11) 30402

(19) UA

пермеат відводять як цільовий продукт.

Вказані нововведення дозволяють, використовуючи зворотний осмос, видаляти забруднення як в іонізованій, так і в неіонізованій формі (в тому числі подані високомолекулярними сполуками), причому з незначним збільшенням загальної вартості обробки, завдяки зниженню витрат на концентрування солей електродіалізом, оскільки електродіалізу знесоленню піддається концентрат, одержаний в результаті зворотноосмотичного знесолювання, тобто є середовище з більшою електропровідністю.

Поставлене завдання вирішується також тим, що згадане пом'якшення здійснюють іонообміном на катіоніті в натрієвій формі. Іонообмінне пом'якшення є найбільш придатним для даного способу комплексної обробки води і крім того вдало поєднуються з надто бажаними заходами щодо корегування сольового складу цільового продукту (див. нижче).

Поставлене завдання вирішується і тим, що воду підкислюють діоксидом вуглецю. Ефект дії діоксиду вуглецю є аналогічним дії мінеральних кислот (зокрема соляної), які звичайно застосовуються для підкислювання води перед її подачею в зворотноосмотичну установку з метою відвернення відкладення на мембранах карбонату кальцію. Діоксид вуглецю, розчиняючись у воді, знижує її pH завдяки утворенню вугільної кислоти і зміщує вуглекислотну рівновагу у бік утворення бікарбонат-іонів.

Поставлене завдання вирішується крім того тим, що підкислювання ведуть до pH=5. Подальше підвищення кислотності недоцільне, оскільки з одного боку при згаданому значенні pH утворюється до 95% бікарбонат-іонів від їх теоретично можливої кількості, а з іншого боку зниження значення pH нижче п'яти дуже непросто здійснюється технологічно та пов'язане з великими матеріальними витратами.

Поставлене завдання вирішується також тим, що до 1% діалізату від загальної кількості оброблюваної води відводять як нецільовий продукт, що дозволяє поступово очищати систему для обробки води, що описується, не зупиняючи процесу.

Поставлене завдання вирішується і тим, що в пермеат дозують бікарбонати кальцію і/або магнію. Опріснена зворотним осмосом і електродіалізом вода має низькі споживчі (питні) властивості. Для усунення цього недоліку воду кондиціюють шляхом корегування її сольового складу, який повинен включати в себе достатню кількість солей кальцію і магнію. Причому як такі солі найбільш прийнятні бікарбонати як солі, що мають більшу розчинність в порівнянні з карбонатами кальцію і магнію і водночас дозволять стабілізувати склад води. Цьому сприяє і той факт, що для згаданого підкислювання використовують діоксид вуглецю. Утворювана вільна вуглекислота переноситься через мембрани зворотноосмотичної установки в пермеат. В результаті pH пермеату досягає прийнятного для питної води значення 6.5 - 8.5, а самий він насичується бікарбонатами кальцію і/або магнію в кількостях, еквівалентних вмісту вуглекислоти.

Поставлене завдання вирішується крім того і тим, що згадане дозування здійснюють шляхом розчинення в пермеаті оксидів і/або гідроксидів і/або карбонатів кальцію і/або магнію. Зазначені сполуки легко вступають в пермеаті в реакцію з бікарбонат-іонами з утворенням бікарбонатів кальцію і/або магнію, їхнє застосування є зручним, наприклад, тоді, коли дозування здійснюється шляхом пропускання пермеату через фільтри, завантажені даними сполуками. В цьому випадку вода виходить більш стабільною, тому що не відбувається різкої зміни pH при коливанні дозувань.

Поставлене завдання вирішується також тим, що дозування здійснюють шляхом введення в пермеат бікарбонату натрію з наступним іонообміном на катіоніті в змішаній кальцій-магнієвій формі, оскільки використання іонообміну дуже вдало поєднується з іншими операціями, що використовуються в описуваному способі, і дозволяє одержати воду з достатньо стабільним складом.

Нарешті поставлене завдання вирішується і тим, що для іонообміну при дозуванні використовують катіоніт, що вичерпав ємність в процесі згаданого пом'якшення іонообміном. Такий прийом дозволяє одержати якісно новий ефект: відпадає необхідність в регенерації фільтра для кондиціювання пермеату і істотно знижується витрата солі на регенерацію іонообмінного фільтра для пом'якшення води перед електродіалізом. Показник зниження витрат солі на регенерацію фільтра пом'якшення води залежить від жорсткості вихідної води і може досягати 80%.

Спосіб здійснюється наступним чином. У вихідну воду, що має мінералізацію порядку 10г/л, pH = 7,8 і таку, що містить 100мг/л кальцію, 19.4мг/л магнію і 305мг/л бікарбонатів, після її попереднього очищення від завислих часток та декарбонізації ежектують для підкислювання діоксид вуглецю в кількості 160мг/л (хоча підкислення може бути здійснене і мінеральними кислотами, наприклад, соляною). В результаті pH води знижується до значення 5.5.

При запуску системи, що реалізує спосіб, підкислена вода спрямовується спочатку в зворотноосмотичний апарат, де поділяється на пермеат і концентрат. Пермеат відводиться в трубопровід для цільового продукту, а концентрат, мінералізація якого складає порядку 20г/л, подається на пом'якшення. Пом'якшення може бути здійснене різноманітними способами (наприклад, реагентним), однак, як вже було сказано, найбільш прийнятним є використання іонообміну на катіоніті в натрієвій формі.

Після пом'якшення здійснюють електродіаліз з розподілом води на концентрат і діалізат. Концентрат відводять як нецільовий продукт, а діалізат повертають до трубопроводу перед його входом в зворотноосмотичний апарат, куди подають вже суміш підкисленої води і діалізату. Після зворотноосмотичного знесолення суміші одержаний концентрат знову подають на пом'якшення і електродіаліз, а пермеат відводять до трубопроводу для цільового продукту. Далі цикл повторюється і діалізат знову повертається на вхід зворотноосмотичного апарата (або в спеціальний змішувач, роз-

ташований перед цим входом для більш ретельного змішування з вже підкисленою водою, що постійно надходить в систему). Таким чином цикл замикається, якщо не брати до уваги передбачену можливість відведення як нецільового продукту у до 1% діалізату від загальної кількості оброблюваної води.

Одержаний цільовий продукт (пермеат) має мінералізацію порядку 0.5 г/л і рН = 5.6. Він може бути використаний і для вжитку, однак доцільно підкорегувати його сольовий склад. Для цього найбільш придатним (при безсумнівній можливості використання й інших способів) є дозування в пермеат бікарбонату натрію з наступним іонообміном на катіоніті, що вичерпав ємність в процесі іонообмінного пом'якшення. Для цього здійснюють періодичну зміну функціонального призначення

іонообмінників. Так, у міру вичерпання ємності катіоніту в натрієвій формі і переходу його в змішану кальцій-магнієву форму він використовується як іонообмінник для переведення дозованого в пермеат бікарбонату натрію в бікарбонати кальцію і/або магнію. Після ж вичерпання його ємності на цій стадії і переходу в натрієву форму він знов використовується в процесі іонообмінного пом'якшення і т.д.

Таким чином, спосіб, що пропонується, як це видно з наведеного опису, дозволяє вирішити поставлене завдання: очистити і якісно знесолити воду з видаленням більшої частини забруднень як в іонізованій, так і в неіонізованій формах і корегуванням сольового складу води. Вартість обробки при цьому збільшується дуже незначно - не більше, ніж на 20 – 30%.