



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 66254

(13) C2

(51) МПК (2006)

C02F 1/66

C02F 1/20

C02F 3/34

C02F 5/00

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

(54) СПОСІБ ПІДГОТОВКИ ДОДАТКОВОЇ ВОДИ ДЛЯ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ

1

2

(21) 2003098308

(22) 08.09.2003

(24) 15.08.2006

(46) 15.08.2006, Бюл. № 8, 2006 р.

(72) Івонін Михайло Володимирович, Заволокін
Василь Іванович, Шукайло Борис Миколайович(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДА-
ЛЬНІСТЮ "СЄВЕРОДОНЕЦЬКИЙ ЗАВОД РЕАГЕ-
НТІВ І ВОДООЧИСНОГО УСТАТКУВАННЯ"

(56) SU 701959, 05.12.1979

SU 1288166 A1, 07.02.1987

RU 2000107673 A, 27.05.2002

RU 2109692 C1, 27.04.1998

US 5217615 A, 08.06.1993

(57) 1. Спосіб підготовки додаткової води для теп-
лових мереж, який полягає в тому, що вихідну во-
ду підкислюють і видаляють з неї розчинений ки-сень, який **відрізняється** тим, що зазначені стадії
здійснюють шляхом контактування вихідної води з
елементною сіркою в присутності бактерій роду
Thiobacillus.2. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що вико-
ристовують бактерії Thiobacillus thioarar і/або
Thiobacillus denitrificans.3. Спосіб за пп.1 або 2, який **відрізняється** тим,
що процес здійснюють при додатковій подачі пові-
тря.4. Спосіб за будь-яким з пп.1-3, який **відрізняєть-
ся** тим, що подачу повітря регулюють залежно від
отримання необхідного карбонатного індексу до-
даткової води.5. Спосіб за будь-яким пп.1-4, який **відрізняється**
тим, що процес здійснюють при температурі 4-
60°C та тривалості контактування 5-60 хвилин.

Запропонований винахід відноситься до теп-
лоенергетики, зокрема, до способів підготовки
додаткової води тепломережі з використанням
біохімічного процесу окислення, оснований на
використанні мікроорганізмів (бактерій) роду
Thiobacillus.

Запропонований винахід може бути викорис-
таний в котельних і на теплових електростанціях.

Відомий спосіб очищення води від сірководню
в реакторі біохімічного окислення шляхом пропу-
скання вихідної води та повітря через затоплену
зернисту загрузку щебеню або гравію. В результаті
через 1-2 тижні на загрузці розвиваються тіонові
бактерії Thiobacillus thioarar, які окислюють сірко-
водень до сірки і сульфатів. В разі необхідності
інтенсифікації розвитку тіонових бактерій у вихідну
воду перед реактором біохімічного окислення вво-
дять розчин триполіфосфату натрію [1].

Відомий також спосіб очищення промислових
стічних вод від сульфідів шляхом їх бактеріально-
го окислення, каналізуемого мікроорганізмами
Thiobacillus ferrooxidans. [2].

Дія бактерій Thiobacillus thioarar або
Thiobacillus ferrooxidans у відомих способах основа-
на на їх здатності окислювати до сірки та сульфа-
тів сірководень чи сульфідів, які знаходяться у во-
ді.

Відомі способи забезпечують зниження вмісту
в воді сірководню, сульфідів та заліза двохвалент-
ного.

Недоліком відомих способів 1, 2 є те, що вони
можуть бути використані тільки при наявності в
воді вільного сірководню або сульфідів. Відомі
способи не дозволяють видаляти з води нітрат-
іони.

Відомий спосіб підготовки додаткової води для
теплових мереж, включаючий стадії: коагуляції та
освітлення; або знезалізнєння; декарбонізації і
термічної деаерації води. [3].

Недоліком способу є складність та багатоста-
дійність процесу.

Найбільш близьким за технічною сутністю та
досягаємим результатом є спосіб підготовки дода-
ткової води для теплових мереж, включаючий під-

(13) C2

(11) 66254

(19) UA

кислення вихідної води і видалення з неї розчиненого кисню.

Для підкислення використовують сірчану кислоту і підкислення додаткової води здійснюють з метою зниження карбонатної жорсткості води, обумовленої присутністю в воді бікарбонат-іона. При підкисленні бікарбонат-іон замінюється сульфат-іоном і утворюється вільна вуглекислота:
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Подачу сірчаної кислоти здійснюють дозатором пропорційно витратам вихідної води. Для виключення можливості попадання кислоти води в водонагрівальне обладнання і тепломережу підкислену воду очищають катіоніруванням на буферному нерегульованому катіонитовому фільтрі. Для видалення розчиненого кисню здійснюють шляхом вакуумної термічної деаерації. [3].

Недоліком відомого способу є його складність та висока коштовність, обумовлені його багатодіючістю, використанням висококоштовних енергоресурсів для термічної деаерації, високою коштовністю сірчаної кислоти і катіонітів.

Недоліком способу є також використання агресивної і хімічнонебезпечної сірчаної кислоти, необхідність і складність її систематичного дозування пропорційно витратам вихідної води з корекцією по якості обробленої води.

Крім того, відомий спосіб характеризується наявністю вторинних стічних вод, які утворюються внаслідок регенерації катіонитових фільтрів.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення способу підготовки додаткової води для теплових мереж, в якому шляхом зміни умов відомого способу, зокрема, використання певних, самих по собі відомих речовин, забезпечується можливість спрощення та зменшення коштовності процесу.

Ця задача вирішується тим, що у відомому способі підготовки додаткової води для теплових мереж, який включає підкислення вихідної води і видалення з неї розчиненого кисню, згідно з запропонованим винаходом, зазначені стадії здійснюють сумісно шляхом контактування вихідної води з елементною сіркою в присутності бактерій роду *Thiobacillus*.

Поставлена задача вирішується тим, що використовують бактерії, наприклад *Thiobacillus thioeparus* і/або *Thiobacillus denitrificans*.

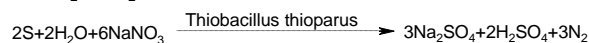
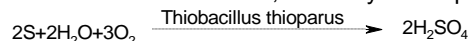
Поставлена задача вирішується тим, що процес здійснюють при додатковій подачі повітря.

Поставлена задача вирішується тим, що подачу повітря регулюють залежно від отримання необхідного карбонатного індексу додаткової води.

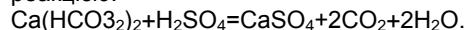
Поставлена задача вирішується також тим, що процес здійснюють при температурі 4-60°C та часі контактування 5-60 хвилин.

Технічний результат, досягаємиий заявляємим винаходом, заключається в спрощенні та підвищенні економічності процесу підготовки додаткової води шляхом поєднання процесів знекиснення і підкислення води. При цьому сірчану кислоту отримують безпосередньо в процесі знекиснення води шляхом окислення сірки розчиненими окислювачами, які знаходяться в воді: киснем і іншими окислювачами, наприклад, нітратом натрію. Процес знекиснення води і утворення сірчаної

кислоти проходить в присутності бактерій роду *Thiobacillus*, наприклад *Thiobacillus thioeparus* і/чи *Thiobacillus denitrificans*, за наступними реакціями:



Зниження карбонатної жорсткості проходить внаслідок нейтралізації бікарбонату кальцію, що знаходиться в воді, утвореною сірчаною кислотою за реакцією:



В разі великої жорсткості вихідної води та можливою в зв'язку з цим недостатньою кількістю окислювачів (розчиненого кисню і нітрату натрію), що знаходяться у воді, для утворення сірчаної кислоти біохімічним окисленням сірки, для окислення використовують додаткове повітря. Витрати повітря регулюють залежно від того, з якою величиною карбонатного індексу необхідно отримати оброблену додаткову воду. Карбонатний індекс "Ік" це граничне значення добутку загальної лужності і кальцієвої жорсткості води, вище якого протікає карбонатне накипоутворення з інтенсивністю більше 0,1 г/м².г.

В порівнянні з прототипом перевагами запропонованого способу є:

- спрощення технологічного процесу;
- спрощення регулювання процесу;
- простота і безпека обслуговування;
- виключення використання агресивної та хімічно небезпечної сірчаної кислоти в її натуральному вигляді;
- зниження собівартості процесу за рахунок виключення висококоштовного процесу термічного знекиснення, виключення використання катіонітів, сірчаної кислоти, дозаторів та автоматичних систем для її дозування;
- виключення вторинних стічних вод, заборонених до скиду.

Наступною перевагою запропонованого способу є те, що він дозволяє обробляти необмежені об'єми води використовуючи для цього легко доступні та дешеві вихідні матеріали: елементну granulовану сірку і невелику кількість "затравки" виділеної з ґрунту культури бактерій роду *Thiobacillus*.

Ще однією перевагою запропонованого способу є те, що він дозволяє використовувати вихідну воду з різним ступенем жорсткості, наприклад, зовсім не пом'якшену воду з карбонатною жорсткістю 4 мг-екв/дм³, або воду, попередньо пом'якшену Na-катіоніруванням, яка містить розчинений кисень та окислювачі -нітрати, або воду з карбонатним індексом 8 (мг-екв/дм³)², призначеної для наступної обробки інгібіторами накипу, наприклад фосфонатами оксіетилідендіфосфонові кислоти (ОЕДФК).

Запропонований спосіб здійснюють шляхом контактування вихідної води з елементною сіркою в присутності бактерій роду *Thiobacillus*.

Як бактерії роду *Thiobacillus* використовують бактерії, наприклад *Thiobacillus thioeparus* і/або *Thiobacillus denitrificans*.

Процес здійснюють при температурі 4-60°C та часі контактування 5-60 хвилин.

В разі необхідності процес здійснюють при до-

датковій подачі повітря. Подачу повітря регулюють залежно від отримання необхідного карбонатного індексу додаткової води.

В разі подачі повітря процес здійснюють в одну або дві стадії шляхом контактування вихідної води з елементною сіркою в присутності бактерій роду *Thiobacillus* ("загрузка") спочатку в присутності повітря, а далі, після досягнення необхідного карбонатного індексу, подачу повітря припиняють і контактування здійснюють для видалення залишкового кисню і нітратів без подачі додаткового повітря. При здійсненні способу в одну стадію воду контактують з однією і тією ж "загрузкою" в одному насад очному фільтрі: спочатку з повітрям, а далі без повітря. При здійсненні способу в дві стадії воду контактують з "загрузкою" спочатку в першому по ходу насадочному фільтрі при додатковій подачі повітря, а далі без повітря - з "загрузкою" в другому по ходу насадочному фільтрі.

Запропонований спосіб пояснюється конкретними прикладами здійснення способу. Для практичного здійснення способу використовують насадочний фільтр, який спочатку завантажують гранульованою елементною сіркою з величиною гранул 2-5мм і "заражають" виділеною з ґрунту культурою бактерій *Thiobacillus thioparus* і *Thiobacillus denitrificans*. Через цей фільтр пропускають вихідну воду, що підлягає обробці. Через 20 діб розвитку необхідної кількості бактерій фільтр готовий до роботи. Після виходу на режим підготовлений фільтр є працездатним до повного перетворення сірки в сірчану кислоту.

Приклад №1

На-катіоніровану додаткову воду водогрійної котельні теплової мережі м. Одеси з вмістом розчиненого кисню 6мг/дм³, нітратів 12мг/дм³, луговістю 4мг-екв/дм³ пропускають знизу вверх через підготовлений фільтр з лінійною швидкістю 10м/г. Обробку здійснюють при температурі 20°C протя-

гом 10 хвилин. Після обробки вміст у воді кисню складає 0,005мг/дм³, нітратів 0,5мг/дм³, луговість 3,7мг-екв/дм³.

Приклад №2

Додаткову воду з вмістом розчиненого кисню 6мг/дм³, бікарбонат-іонів 4мг-екв/дм³, іонів кальцію 4мг-екв/дм³ пропускають знизу вверх через два послідовно розміщених фільтра. В перший по ходу фільтр, в його нижню частину додатково дозують повітря в такій кількості, яка забезпечує нормативне зниження луговості, розраховане виходячи з граничного значення карбонатного індексу "Ik". В нашому випадку початкова концентрація іонів кальцію складає 4мг-екв/дм³, бікарбонат-іонів - 4мг-екв/дм³, "Ik" відповідно буде рівним $4 \times 4 = 16$ (мг-екв/дм³)². Допустимий карбонатний індекс дорівнює 3 (мг-екв/дм³)². Звідси залишкова лужність: $3:4 = 0,75$ мг-екв/дм³. При досягненні лужності додаткової води після першого фільтра рівної 0,75 подачу повітря припиняють і обробку води продовжують в цьому або в другому по ходу фільтрі, де видаляють залишковий кисень і нітрати.

Залишкова лужність очищеної води складає 0,5мг-екв/дм², залишковий кисень 0,005мг/дм³, нітрати 0,5мг/дм³. Вода повністю відповідає нормам додаткової води для теплових мереж.

Приклад №3

Додаткову воду з вмістом розчиненого кисню 6мг/дм³, бікарбонат-іонів 4мг-екв/дм³, іонів кальцію 4мг-екв/дм³ обробляють аналогічно прикладу №2 до досягнення карбонатного індексу 8(мг-екв/дм³)², що відповідає залишковій лужності $8:4 = 2$ мг-екв/дм³. В оброблену воду вводять фосфонатний інгібітор відкладень накипу на основі ОЕДФК в необхідній кількості. Після обробки вода повністю відповідає нормам додаткової води для теплових мереж.