



УКРАЇНА

(19) UA (11) 27355 (13) U
(51) МПК (2006)
C02F 1/52МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНОЇ ТА ДООЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ

1

(21) u200707138

(22) 25.06.2007

(24) 25.10.2007

(72) ХИЖНЯК ОЛЬГА ОЛЕКСАНДРІВНА, UA,
ЗАПОЛЬСЬКИЙ АНАТОЛІЙ КИРИЛОВИЧ, UA,
КОВТУН ЮРІЙ ЛЕОНІДОВИЧ, UA(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ
ТЕХНОЛОГІЙ, UA

(56)

2

(57) Спосіб очищення природної і доочищення питної води, що передбачає обробку води композицією коагулянт - флокулянт, який відрізняється тим, що як композиція використовується коагулянт - дигідроксосульфат алюмінію, і флокулянт - суміш полігексаметиленгуанідинхлориду та полігексаметиленгуанідин фосфату.

Корисна модель відноситься до способів очищення води, а саме до хімічної обробки води шляхом коагуляції і флокуляції, і може бути використаний в технології підготовки питної води із поверхневих та підземних вод, також для доочищення питної води при використанні останньої в харчовій промисловості.

Відомий спосіб очищення води, який отримав повсюдне застосування, включає обробку природних вод окисником (хлором), коагулянтом (сульфатом алюмінію), відстоювання і фільтрування [СНІП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. М., 1985. - с.23]. Згідно цього способу у змішувач подають хлорвмісний реагент (хлорна вода з вмістом активного хлору 3-10 мг/дм³) при безперервному перемішуванні, і через 1-3 хвилини - коагулянт - Сульфат алюмінію. Воду з доданими реагентами відстоюють після змішування і фільтрують через фільтр з наповнювачем (кварцовий пісок).

Недоліки цього способу такі: забруднення очищеної води хлорорганічними речовинами, що утворюються внаслідок взаємодії хлору з органічними речовинами вихідної води, які практично не вилучаються при наступній обробці води; сульфат алюмінію погано працює при очищенні холодної води ($t < 4^{\circ}\text{C}$), що призводить до високих витрат реагенту та неможливість отримати очищувану воду потрібної якості; високий вміст залишкового алюмінію, який привносить в очищувану воду з коагулянтом - сульфатом алюмінію; наявність на стадіях водопідготовки шкідливого, з екологічного боку, складного реагентного господарства.

Найбільш близьким технічним розв'язком до запропонованого способу є спосіб очищення природних вод [Заявка на винахід №92015047/33 від 28.12.1992. Спосіб очистки малокаламутних кольорових вод. C02F1/52, опубл. 19.06.1995, бюл. №17], згідно якого очищення води здійснюють шляхом обробки її сульфатом алюмінію і полідиметилдіаллиламмоній хлоридом з наступним фільтруванням.

Недоліком способу очищення природних вод є незабезпечення технічного результату винаходу. Це зумовлено тим, що сульфат алюмінію ефективний при дестабілізації природних дисперсій з невисоким вмістом завислих глинистих мінералів і колоїднорозчинних гумусових речовин в інтервалі $\text{pH} = 5 \dots 7,5$, крім того він неефективний за низьких температур води, що підлягає очищенню. Висока кислотність сульфату алюмінію у випадку недостатнього лужного резерву води потребує її нейтралізації. Невисока ефективність спостерігається при видаленні сульфатом алюмінію з води органічних речовин.

В основу корисної моделі покладено завдання удосконалити спосіб очищення природної та доочищення питної води шляхом використання композиції реагентів.

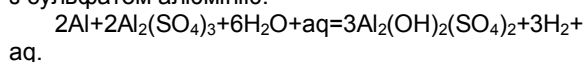
Поставлена задача досягається тим, що спосіб очищення природної і доочищення питної води передбачає обробку води композицією коагулянт-флокулянт. Згідно корисної моделі в якості композиції використовується коагулянт - дигідроксосульфат алюмінію, і флокулянт - суміш полігексаметиленгуанідинхлориду та полігексаметиленгуанідинфосфату.

(19) UA (11) 27355 (13) U

Очищення природної і доочищення питної води передбачає коагуляцію природних домішок за допомогою більш ефективного коагулянту - основного сульфату алюмінію.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками і технічним результатом полягає в наступному.

В якості основного сульфату алюмінію використовується дигідроксосульфат алюмінію (ДГСА) з молекулярним відношенням $SO_3/Al_2O_3=2,0$. Емпірична формула ДГСА $Al_2(SO_4)_2(OH)_2$, який отримуємо згідно реакції взаємодії металічного алюмінію чи його гідроксиду з сульфатом алюмінію:



В результаті отримуємо розчин ДГСА з концентрацією 1%, при якій розчин коагулянту є найбільш стійким.

Переваги ДГСА перед сульфатом алюмінію такі: він працює в ширшому інтервалі рН очищуваної води; потребує меншого лужного резерву і має значно кращу пластівцеутворювальну здатність, особливо за низьких температур очищуваної води; міцели, що утворені в результаті гідролізу, мають вищий позитивний заряд і кращу адсорбційну здатність. Завдяки тому, що ДГСА є більш основним коагулянтом ніж сульфат алюмінію, його розчини менш корозійне агресивні. Його отримання не потребує використання агресивних реагентів, зокрема сульфатної кислоти.

Як флокулянт використовували катіонний полімер - суміш полігексаметиленгуанідинхлориду та полігексаметиленгуанідин фосфату (торгова назва «Валеус»).

Нами проведені дослідження очищення природної води р. Десна за допомогою відомого способу - сульфатом алюмінію з поліДАДМАХом та запропонованою композицією - ДГСА з Валеусом відомим методом пробної коагуляції.

Спосіб реалізується наступним чином. Сульфат алюмінію та ДГСА дозували (по Al_2O_3) за формулою:

$$D_1 = 0,15 * (1...3) * \sqrt{K}$$

де D_1 - доза сульфату алюмінію або ДГСА, мг/дм³, по Al_2O_3 ;

K - кольоровість природної води, град.

Дозу флокулянту D_2 визначали за відношенням:

$$D_2 = (2...2,35) * D_1, \text{ для поліДАДМАХу;}$$

$$D_2 = (0,17...0,25) * D_1, \text{ для Валеусу.}$$

Першим з реагентів вводили коагулянт сульфат алюмінію або ДГСА при перемішуванні зі швидкістю 140об/хв. Через 5-7 хвилин додавали дозу флокулянту і продовжували повільно перемішувати при 40об/хв впродовж ще 3-5 хвилин для утворення флокул. Після чого розчин відстоювали впродовж 30 хвилин і фільтрували. Річкова вода мала такі показники якості: температура води - 6,5°C, кольоровість - 54град, каламутність - 13мг/дм³, лужність - 2,4мг/дм³. Показники, за якими оцінювали якість очищеної

води: кольоровість, каламутність, залишковий алюміній.

Порівняльну ефективність коагуляції і флокуляції композиціями - сульфат алюмінію з поліДАДМАХом та ДГСА з Валеусом проводили на тест-мікроорганізмах E.coli, якими попередньо проводили зараження дистильованої води в кількості 10⁵ КУО/дм³.

В усіх прикладах використовували ряд доз коагулянтів, а також, де вказано, ряд доз флокулянтів.

Приклади реалізації способу.

Приклад 1

В 10 стаканів заливали природну воду в кількості 1 дм³, додавали певну кількість коагулянту (сульфат алюмінію або ДГСА), та флокулянту (Валеус або поліДАДМАХ), які дозували з 1%-их розчинів. Після додавання кожного компонента воду перемішували певний час при певній швидкості перемішування. Для завершення процесу седиментації суміш витримували протягом 30 хвилин, після чого воду з реагентами фільтрували і визначали фізико-хімічні показники якості очищуваної води.

Сукупність суттєвих ознак запропонованого способу очищення води дозволяє значно покращити всі проаналізовані показники води (кольоровість, каламутність, лужність, окисність, залишковий алюміній). Це вигідно відрізняє заявлене технічне рішення від відомих: використання лише сульфату алюмінію (спосіб 1), чи сульфату алюмінію з поліДАДМАХом (спосіб 2). При цьому слід зазначити, що підвищення ефективності за допомогою заявленої композиції спостерігається у всьому діапазоні доз дигідроксосульфату алюмінію (4,5-9,0мг/дм³). Отримані дані представлені в таблиці 1.

Вплив коагулянтів СА і ДГСА та їх композицій поліДАДМАХ і «Валеус» на очищення води за фізико-

| | Спосіб | Коагулянт | | Флокулянт | | Коль |
|----|----------------|-----------|--------------------------|------------|--------------------------|------|
| | | Тип | Доза, мг/дм ³ | Тип | Доза, мг/дм ³ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 1 | Відомий | СА | 4,5 | - | - | |
| 2 | | | 6,0 | - | - | |
| 3 | | | 7,5 | - | - | |
| 4 | | | 9,0 | - | - | |
| 5 | Відомий | СА | 4,5 | ПоліДАДМАХ | 2,5 | |
| 6 | | | 6,0 | | 2,5 | |
| 7 | | | 7,5 | | 2,5 | |
| 8 | | | 9,0 | | 2,5 | |
| 9 | Відомий | ДГСА | 4,5 | - | - | |
| 10 | | | 6,0 | - | - | |
| 11 | | | 7,5 | - | - | |
| 12 | | | 9,0 | - | - | |
| 13 | Запропонований | ДГСА | 4,5 | Валеус | 2,5 | |
| 14 | | | 6,0 | | 2,5 | |
| 15 | | | 7,5 | | 2,5 | |
| 16 | | | 9,0 | | 2,5 | |

Дані таблиці 1 свідчать про ефективність застосування запропонованої композиції з метою отримання питної води високої якості. Застосування композиції ДГСА з «Валеусом» забезпечує більш повне прояснення води і зменшує привнесення в очищувану воду залишкового алюмінію в 3-5 разів. Зменшення дози коагулянту дозволяє економити реагент на 30-40 %. Застосування катіонного флокулянту підсилює ефект очищення.

Приклад 2

Стерилізовану водопровідну воду попередньо контамінували культурою *Escherichia coli* 1257, отриману з НДІ стандартизації та контролю медичних біологічних препаратів (м. Москва). В воду вносили суспензію мікроорганізмів в кількості 10^5 КУО/дм³, приготовлену з добової бульйонної культури, яку центрифугували і тричі промивали стерильним фізіологічним розчином (0,9 %-вий розчин NaCl) і далі спосіб реалізували за прикладом 1. При перемішуванні вводили коагулянт дозою 6,0 мг/дм³ (по Al₂O₃) і флокулянти («Валеус» дозою 0,05 мг/дм³ та поліДАДМАХ дозою 2,5 мг/дм³), відстоювали і фільтрували. В профільтованій воді визначали кількість мікроорганізмів, що залишилися. Вживасмість мікроорганізмів розраховували по кількості колоніютворюючих одиниць (КУО) при посіві відібраних проб або їх розведень на середовище Ендо і культивували на протязі 24 год при 37°C. Отримані дані виразили як логарифм числа бактерій (N_t), що вижили, до вихідної кількості (N₀) - Lg(N_t/N₀) за певний час контакту т. Отримані дані представлені в таблиці 2.

| | | | |
|----|--|--|--|
| 21 | | | |
| 22 | | | |
| 23 | | | |
| 24 | | | |

Порівняльне дослідження знезаражуючої дії СА, ДГСА та композитів СА і поліДАДМАХ та ДГСА і «Валеус» представлено в таблиці 2. Ступінь видалення мікроорганізмів коагулянтами СА та ДГСА становить 98,0 і 99,0% відповідно. Використання композицій - СА і ПоліДАДМАХ та ДГСА і «Валеус» дозволяє більш ефективно видаляти бактерії. Це пов'язано з катіонними властивостями флокулянту. Оскільки відомо, що бактерії *E.coli*, як і більшість мікроорганізмів має на поверхні від'ємний заряд. Ступінь видалення мікроорганізмів становить 99,8% при використанні СА і поліДАДМАХу і 99,99% - ДГСА і «Валеусу».

Запропонований спосіб за своїми характеристиками має досить широкий спектр дії і може використовуватися при очищенні природних та доочищенні питної вод і має такі переваги по відношенню до прототипу:

використання даного способу забезпечує значне зниження величини залишкового алюмінію в очищеній воді,

запропонований спосіб дозволяє отримати воду високої якості за фізико-хімічними показниками при значно менших дозах реагентів, забезпечили економію реагентів,

використання запропонованого способу дозволяє ефективно видаляти мікроорганізми - до 99,99 %,

доцільність заміни традиційного коагулянту сульфату алюмінію на дигідроксосульфат алюмінію представлено в таблицях. Таблиця 2

Вплив коагулянтів СА і ДГСА та їх композицій з флокулянтами поліДАДМАХ і Валеус на видалення тест-мікроорганізмів *Escherichia coli* 1257 з води

| Приклад | Спосіб | Коагулянт (Тип) | Флокулянт | Тривалість контакту, хв | Lg(N _t /N ₀) |
|---------|----------------|--|--|-------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Відомий | СА (доза 6,0 мг/дм ³) | - | 10 | -1,70 |
| 2 | | | - | 20 | -1,73 |
| 3 | | | - | 30 | -1,75 |
| 4 | | | - | 40 | -1,76 |
| 5 | | | - | 50 | -1,77 |
| 6 | | | - | 60 | -1,80 |
| 7 | Відомий | СА (доза 6,0 мг/дм ³) | ПоліДАДМАХ (доза 2,5 мг/дм ³) | 10 | -2,55 |
| 8 | | | | 20 | -2,58 |
| 9 | | | | 30 | -2,60 |
| 10 | | | | 40 | -2,63 |
| 11 | | | | 50 | -2,66 |
| 12 | | | | 60 | -2,70 |
| 13 | Відомий | ДГСА (доза 6,0 мг/дм ³) | - | 10 | -1,84 |
| 14 | | | - | 20 | -1,87 |
| 15 | | | - | 30 | -1,89 |
| 16 | | | - | 40 | -1,92 |
| 17 | | | - | 50 | -1,95 |
| 18 | | | - | 60 | -1,99 |
| 19 | Запропонований | ДГСА (доза 6,0 мг/дм ³) | «Валеус» (доза 0,05 мг/дм ³) | 10 | -3,82 |
| 20 | | | | 20 | -3,85 |