



УКРАЇНА

(19) UA (11) 28266 (13) U
(51) МПК (2006)
C02F 1/50
C02F 1/76

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ, ЯКА МІСТИТЬ ОРГАНІЧНІ ЗАБРУДНЕННЯ

1

(21) u200711764
(22) 24.10.2007
(24) 26.11.2007
(72) СТАДНІК ВАЛЕРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA
(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "АК
"КИЇВВОДОКАНАЛ", UA
(56)
(57) Спосіб знезараження води, яка містить
органічні забруднення, що включає обробку води
інгібітором і гіпохлоритом, який **відрізняється**
тим, що як інгібітор застосовують сульфід або

2

сульфід натрію при масовому відношенні останніх
до одиниці активного хлору 1,0-1,5:0,1-0,2
відповідно, процес здійснюють в дві стадії з
обробкою води інгібітором на першій стадії і
гіпохлоритом - на другій при підтримці рН рівним 6-
9, відношенні тривалості контактування
знезаражуваної води з інгібітором на першій стадії
до тривалості контактування води з гіпохлоритом -
на другій, рівному 1:(15-30), при цьому процес
ведуть до вмісту залишкового активного хлору не
нижче 0,6 мг/л.

Корисна модель належить до способів
знезараження природних вод хлоровмісними
сполуками і може бути використана в технології
очищення води для господарсько-питних цілей, а
більш конкретно для зниження утворення
побічних, особливо токсичних, канцерогенних
продуктів - тригалогенметанів (ТГМ).

Відомий спосіб знезараження природної води
шляхом обробки її сумішшю гіпохлориту і борату
кальцію і відповідних кислот - хлорнуватистої і
борної для створення підвищеного вмісту вільного
хлору у воді, стабілізації рН і скорочення
небажаних побічних ефектів, що виявляються при
використовуванні тільки одного гіпохлориту
кальцію [Заявка US №6022480 від 04.09.97р., кл.
C02F1/50, опубл. 2001р.].

Недоліком способу є неможливість його
використання для знезараження питної води через
підвищений вміст бору (вище нормованого), а
також недостатнього ефекту зниження утворення
ТГМ.

Відомий спосіб знезараження природних вод
шляхом обробки їх складом, що містить
бікарбонат, карбонат натрію і зв'язуюче, з
одночасним введенням хлорувального реагенту
для регулювання рН і запобігання утворення
хлоровмісних летючих сполук [Заявка US
№6054056 від 14.12.98р., кл. C02F1/76, опубл. 200
р.].

Недолік способу полягає в тому, що він не
запобігає утворення ТГМ при одночасному
введенні хлорагенту внаслідок швидкої кінетики

процесу. Крім того використання способу
обмежено вмістом катіонів жорсткості і величиною
рН.

Відомий спосіб знезараження природних вод
шляхом стабілізації безперервних умов
галогенування в точці проскакування обробкою
хлоровмісним реагентом при підтримці заданого
значення окисно-відновного потенціалу
регулюванням швидкості подачі хлоровмісного
реагенту для попередження накопичення
токсичних хлорованих продуктів [Заявка US
№6143184 від 02.03.99 р., кл. C02F1/76, опубл.
2001р.].

Недоліком способу є невисокий ефект
запобігання утворення ТГМ через складність
регулювання подачі реагенту, обумовленою
високою швидкістю реакції взаємодії органічних
сполук води з хлоровмісним реагентом, і фіксації
моменту проскакування.

Відомий спосіб знезараження природних вод
шляхом їх одночасної обробки хлоровмісним
реагентом і монопсульфатом калію [Заявка US
№6149819 від 02.03.99 р., кл. C02F1/76, опубл.
2001р.].

Недоліком способу є неможливість
запобігання утворення ТГМ і канцерогенних сполук
хлора в окисненій формі (ClO^3) при одночасному
введенні реагентів.

Відомий спосіб знезараження води з вмістом
не менше 0,2% органічних домішок, найближчий
за призначенням і технічної суті до заявляемого,
шляхом її обробки реагентом з групи хлору, бром,

(19) UA (11) 28266 (13) U

бромхлориду, гіпогаліту лужного або лужно-земельного металу, галогенірованого гідантоїну або ціанурату і інгібіторами - сполуками азоту з групи п-толуолсульфаміду, диметилгідантоїну, метил етил гідантоїну, ціанурової кислоти, карбаміду і ін. при співвідношенні хлоровмісного реагенту і з'єднання азоту (0,1-10):1 для зниження вмісту органічних галогенвмісних побічних продуктів [Заявка US №5565109 від 14.10.94 р., кл.С02F1/50, опубл. 1997р.].

Недоліком цього способу є невисокий ефект зниження вмісту ТГМ (0,22-0,23мг/л по хлороформу) унаслідок введення як інгібітора складних органічних сполук, сприяючих підвищенню концентрації ТГМ, і вторинне забруднення знезаражуваної води азотвмісними сполуками, погіршуючими якість води настільки, що вона стає не придатною для питних цілей.

В основу корисної моделі поставлена задача зниження утворення тригалогенметанів при знезараженні природних вод і поліпшення органолептичних і санітарно-гігієнічних показників води.

Поставлена задача вирішується тим, що в спосіб знезараження води, яка містить органічні забруднення, що включає обробку води інгібітором і гіпохлоритом і, згідно корисної моделі, як інгібітор застосовують сульфід або сульфід натрію при масовому співвідношенні останніх до одиниці активного хлору 1,0-1,5 і 0,1-0,2 відповідно, процес здійснюють в дві стадії з обробкою води інгібітором на першій стадії і гіпохлоритом - на другій при підтримці рН рівним 6-9, відношенні тривалості контактування знезаражуваної води з інгібітором на першій стадії до тривалості контактування води з гіпохлоритом на другій, рівному 1:(15-30), при цьому процес ведуть до вмісту залишкового активного хлору не нижче 0,6мг/л.

Спосіб здійснюють таким чином.

Природну воду з температурою 18-20°C, вмістом резорцину 0,8-1,0мг/л, мутністю 1,3-1,5мг/л, лужністю 4,80-5,2мг-екв/л, жорсткістю 6,2-6,4мг-екв/л, перманганатної окисності 5,9-6,1 мг О₂/л, концентрацією хлороформу (2,6-2,8) 10⁻³мг/л на першій стадії обробляють інгібітором - сульфідом або сульфідом натрію, що вводиться в кількості 6,3-7,5мг/л і 0,5-1,0мг/л відповідно і витримують при перемішуванні протягом 2-3 хвилин.

Введення інгібітора перед введенням хлорагенту - гіпохлориту - необхідно для пригнічення процесу окиснення органічних забруднень води активним хлором і, отже, запобігання утворення побічних токсичних, канцерогенних продуктів - хлорпохідних, зокрема летючих ТГМ.

На другій стадії у воду, оброблену вищезгаданим способом, додають гіпохлорит в кількості 5мг при підтримці масового співвідношення сульфідів або сульфідів натрію до одиниці активного хлору 1,0-1,5 і 0,1-0,2 відповідно; тривалість експозиції складає 30-90 хвилин, рН 6-9, процес ведуть до вмісту активного хлору не нижче 0,6мг/л, а відношення тривалості

контактування знезаражуваної води з інгібітором на першій стадії до тривалості контактування води з гіпохлоритом на другій підтримують рівним 1:(15-30).

Для забезпечення надійного бактерицидного ефекту обробку ведуть до залишкової концентрації вільного активного хлору не менше 0,6мг/л. Водневий показник рН підтримується в інтервалі значень 6-9, що обґрунтовано введенням інгібіторів, які гідролізуються, і гіпохлориту натрію, їх взаємодією, а також буферною місткістю, обумовленою карбонатно-кальцієвою рівновагою і іонним складом природної води.

Тривалість першої стадії контактування підтримують, виходячи з умов повного рівномірного перемішування природної води з інгібітором, сприяючого завершенню процесу асоціатоутворення, другий - для забезпечення оптимального часу знезараження і екранування утворення ТГМ за рахунок взаємодії інгібіторів з гіпохлоритом натрію до рівноваги.

Реагенти інгібітори - сульфід і сульфід натрію - володіють високими відновними потенціалами і впливають на механізм хлорування природних карбонільних сполук (компонентів кольоровості: гумусних і фульвокислот), що містяться в природних водах.

Реакції окиснення аніонів-відновників "конкурують" з процесами утворення полігалогенованих продуктів і пригнічують процес галоформного розщеплювання.

Крім того, використання як інгібіторів сульфідів і сульфідів натрію виключає повторне забруднення води і робить її придатною для пиття.

Дані, що свідчать про доцільність пропонованого масового співвідношення інгібіторів сульфідів або сульфідів натрію до одиниці активного хлору, представлені в таблиці (показана ефективність зниження вмісту ТГМ в знезараженій воді в залежності від масового співвідношення інгібітора і гіпохлориту по активному хлору).

Кількість сульфідів, на 1мг Cl ₂	Показники	
	Остаточний активний хлор, мг Cl ₂ /л	Вміст ТГМ, мг/л
0,5	2,6	0,14
0,8	2,7	0,12
1,0	-	0,05
1,25	2,7	0,035
1,5	2,8	0,032
2,0	1,7	0,031
0,04	1,63	0,070
0,10	1,21	0,043
0,15	0,82	0,028
0,20	0,60	0,0015
0,25	<0,05	<0,001

Підтримка масового співвідношення сульфідів і сульфідів натрію до одиниці активного хлору 1,0-1,5 і 0,1-0,2 відповідно забезпечує максимальне зниження вмісту в природній воді ТГМ: в 5-7 разів при обробці води сульфідом і в 120-130 разів - при

обробці води сульфідом.

Забезпечення масового співвідношення менше мінімальних значень - 1:0,9 і 1:0,05 відповідно приводить до збільшення вмісту ТГМ в природній воді.

Підтримка масового співвідношення більше максимальних значень - 1:1,6 і 1:0,25 відповідно невиправдано, оскільки приводить до збільшення витрати реагентів і, отже, до підвищення витрат на знезараження.

Знезаражена вода характеризується вмістом залишкового хлору - не більше 0,6мг/л, що відповідає санітарним нормам; вміст тригалогенметанів варіюється в межах від 0,01 до 0,25 ПДК.

Приклад №1

В 1л імітату річкової води з температурою 18°C, що містить 1мг резорцину, на першій стадії додають реагент-інгібітор - сульфід натрію в кількості 5мг, перемішують протягом 2 хвилин.

На другій стадії вводять 5мг гіпохлориту натрію, підтримуючи масове співвідношення інгібітора і гіпохлориту 1:1 по активному хлору. Тривалість контактування імітату води з гіпохлоритом 30 хвилин, а співвідношення тривалості контактування води з інгібітором на першій стадії і з гіпохлоритом - на другій підтримують рівним 1:15, рН 6.

Вміст залишкового активного хлору в знезараженій воді складає 1,35мг/л.

Концентрація ТГМ у воді по хлороформу - 0,05мг/л або 82,0%.

Приклад №2

Процес ведуть аналогічно прикладу №1 при дозі сульфіді натрію, що вводиться, на першій стадії 7,5мг/л, дозі гіпохлориту 5мг/л на другій, тобто при масовому співвідношенні інгібітора і гіпохлориту 1,5:1 по активному хлору, співвідношенні тривалості контактування імітату води з інгібітором до тривалості контактування з гіпохлоритом натрію 1:30 і рН 9,0.

Вміст залишкового активного хлору в знезараженій воді складає 0,8мг/л.

Концентрація ТГМ у воді по хлороформу - 0,03мг/л або 86,4%.

Приклад №3

Процес ведуть аналогічно прикладу №1 при дозі сульфіді натрію, що вводиться, на першій стадії 6,3мг/л, дозі гіпохлориту 5мг/л на другій, тобто при масовому співвідношенні інгібітора і гіпохлориту 1,25:1 по активному хлору, співвідношенні тривалості контактування імітату води з інгібітором до тривалості контактування з гіпохлоритом натрію 1:23 і рН 7,6.

Вміст залишкового активного хлору в знезараженій воді складає 1,1мг/л.

Концентрація ТГМ у воді по хлороформу - 0,035мг/л або 85,1%.

Приклад №4

Процес ведуть аналогічно прикладу №1 з використанням як інгібітора сульфіді натрію, що вводиться на першій стадії в кількості 0,5мг/л при дозі гіпохлориту 5мг/л на другій, тобто при масовому співвідношенні інгібітора і гіпохлориту 0,1:1 по активному хлору, співвідношенні

тривалості контактування імітату води з інгібітором до тривалості контактування з гіпохлоритом натрію 1:15 і рН 6.

Вміст залишкового активного хлору в знезараженій воді складає 1,21мг/л.

Концентрація ТГМ у воді по хлороформу - 0,043мг/л або 81,3%.

Приклад №5

Процес ведуть аналогічно прикладу №1 при дозі сульфіді натрію, що вводиться, на першій стадії 1,0мг/л при дозі гіпохлориту 5мг/л на другій, тобто при масовому співвідношенні інгібітора і гіпохлориту 0,2:1 по активному хлору, співвідношенні тривалості контактування імітату води з інгібітором до тривалості контактування з гіпохлоритом натрію 1:15 і рН 9.

Вміст залишкового активного хлору в знезараженій воді складає 0,60мг/л.

Концентрація ТГМ у воді по хлороформу - 0,0015мг/л або 99,3%.

Приклад №6

Процес ведуть аналогічно прикладу №1 при дозі сульфіді натрію, що вводиться, на першій стадії 0,75мг/л при дозі гіпохлориту 5мг/л на другій, тобто при масовому співвідношенні інгібітора і гіпохлориту 0,15:1 по активному хлору, співвідношенні тривалості контактування імітату води з інгібітором до тривалості контактування з гіпохлоритом натрію 1:15 і рН 7,6.

Вміст залишкового активного хлору в знезараженій воді складає 0,82мг/л.

Концентрація ТГМ у воді по хлороформу - 0,028мг/л або 87,8%.

Ефективність зниження вмісту ТГМ в знезаражуваній воді залежно від масового співвідношення інгібітора і гіпохлориту по активному хлору.

Тільки сукупність таких ознак, як використання інгібіторів - сульфіді і сульфіді натрію при певних співвідношеннях на одиницю активного хлора, послідовність введення інгібітора сульфіді натрію або сульфіді натрію і гіпохлориту, а також параметри способу, що заявляються, дозволяють вирішити поставлену задачу - понизити кількість побічних токсичних продуктів, що утворюються, - летючих ТГМ, досягаючи при цьому високого ступеня знезараження.

Запропонований спосіб в порівнянні з відомим забезпечує зниження вмісту в природній воді ТГМ з 0,22-0,23мг/л до (2,0-50) 10^{-3} або до 0,01-0,25 ПДК за рахунок дії інгібіторів - сульфіді або сульфіді натрію з підтримкою масового співвідношення останніх до активного хлору і поліпшення органолептичних і санітарно-гігієнічних показників води за рахунок виключення вторинного забруднення; якість знезараженої води відповідає СанПіН 2.1.4.1074-01 "Питна вода. Гігієнічні вимоги до якості води централізованих систем питного водопостачання. Контроль якості." і рекомендаціям ВОЗ.