



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52160 (13) A

(51) 6 C02F1/28, C02F3/34

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) СПОСІБ ОЧИСТКИ ВОДИ ВІД ОРГАНІЧНИХ ЗАБРУДНЕНЬ

1

2

(21) 2002031744

(22) 01 03 2002

(24) 16 12 2002

(46) 16 12 2002, Бюл. № 12, 2002 р.

(72) Мешкова-Клименко Наталя Аркадіївна, Гончарук Владислав Володимирович, Гречаник Сергій Вікентійович, Смолін Сергій Костянтинівич, Сидоренко Юлія Василівна, Самойленко Людмила Сергіївна

(73) ІНСТИТУТ КОЛОЇДНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЇ ВОДИ ІМ. А.В. ДУМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) Спосіб очистки води від органічних забруднень, що включає адсорбцію на активованому вугіллі з іммобілізованими мікроорганізмами, який відрізняється тим, що воду, яка очищається, попередньо пропускають через шар активованого вугілля з наступним фільтруванням на активованому вугіллі з іммобілізованими мікроорганізмами, причому швидкість фільтрування на активованому вугіллі з іммобілізованими мікроорганізмами складає 5-30% від швидкості фільтрування на активованому вугіллі

Винахід відноситься до адсорбційної і біосорбційної галузі очищення води від органічних забруднень і може бути використаний при очищенні води, що містить значну кількість органічних речовин, які мають різну енергію адсорбції на активованому вугіллі та різні структурні характеристики

Відомий спосіб очищення води від органічних речовин, викладений у книзі [А.М. Когановский, Н.А. Клименко, Т.М. Левченко, И.Г. Рода - Адсорбция органических веществ из воды - Л. Химия, 1990 - 256 с., С. 216-228] [1]. Суть способу полягає у фільтруванні води, що містить органічні речовини, через щільний шар активованого вугілля, завантаженого в колонну

Очищенню піддавали водяний розчин, що містить суміш розчинних органічних речовин (хлораль 5 - 200 мг/дм³, трихлороцтова кислота 60 - 250 мг/дм³, хлороформ 20 - 100 мг/дм³, хлорбензол 11,6 - 39,0 мг/дм³, монохлорамін 1 - 15 мг/дм³, п-хлорбензолсульфамід 1 - 15 мг/дм³, дихлоральмочевина 2,5 - 40 мг/дм³, динітрохлорметан 1 - 15 мг/дм³, п-хлорбензолсульфокислота 0,2 - 50,0 мг/дм³, ксилол 12,55 мг/дм³, аніоноактивні ПАВ 1 - 30 мг/дм³). Концентрація вище вказаних речовин в одиницях ХСК (хімічне споживання кисню) складала 115,85 - 754 мгО/дм³

В якості основного показника ступеню очистки води від суміші органічних речовин різної хімічної природи використовували показник хімічного споживання кисню (ХСК)

Як впливає з приведених даних, при очищенні 1 м³ води зазначеного складу ступінь очищення води від суміші органічних речовин різної хімічної природи складала 62 - 67%

Отже, основним недоліком відомого способу [1] є його низька ефективність при видаленні з водних розчинів суміші органічних речовин різної хімічної природи

Найбільш близьким аналогом до винаходу за технічною суттю і ефектом, що досягається, є спосіб очищення води від органічних речовин, викладений у статті [В.Н. Ошивальников, С.В. Яковлев, К.М. Морозова, И.А. Нечаев, В.И. Миркис - Глубокая очистка природных и сточных вод на биосорберах - Водоснабжение и санитарная техника - Москва - Стройиздат - 1995, № 11 - С. 6-11] [2]

Суть способу полягає в сполученні біологічних і адсорбційних стадій у єдиний біо-фізико-хімічний процес, тобто процеси адсорбції і біологічного руйнування відбуваються одночасно при очищенні води від розчинених органічних речовин. Біосорбційний процес реалізований у вертикальному апараті, що містить два шари активованого вугілля з іммобілізованими мікроорганізмами. При цьому нижній являє собою псевдозжижений шар активованого вугілля, а верхній - щільний шар активованого вугілля

Фільтруванню в реакторі піддавали водний розчин, що містить органічні сполуки: фенол, су-

(13) A

(11) 52160

(19) UA

міш ПАР (С-12) і суміш нафтопродуктів (С-16), ди-хлорфенол, симазин, нафтаген, бифеніл, карбо-фос, бензапірен і ліндан. Концентрації приведених речовин складала 2-14мгО/дм³, виражених в одиницях окислюваності - ХПК. Воду фільтрували спочатку через псевдозжижений шар активованого вугілля, а потім через щільний шар АВ. У першому і другому шарах застосовували активоване вугілля з іммобілізованими на ньому мікроорганізмами. Показано, що в двошаровому біосорбери в хронічному експерименті ефективність очищення по використаним речовинам досягала 75 - 85%.

Таким чином, основним недоліком відомого способу [2] є його невисока ефективність по вида-ленню з водних розчинів речовин з різною сорб-ційною здібністю та різною окислюваністю мікроор-ганізмами.

В основу винаходу поставлена задача розро-бити спосіб очистки води від розчинених органіч-них речовин з різною енергією адсорбції на акти-вованому вугіллі і з різною окислюваністю мікроорганізмами, іммобілізованими на АВ, у яко-му використання послідовно процесів чисто адсор-бційної та біосорбційної очистки води від розчи-нених органічних речовин у сполученні з різними режимами фільтрування в зазначених процесах дозволить підвищити ступінь очищення води від органічних речовин різної хімічної природи.

Для вирішення поставленої задачі запропоно-ваний спосіб очистки води від органічних забруд-нень, що включає адсорбцію на активованому ву-гіллі з іммобілізованими мікроорганізмами, у якому, відповідно до винаходу, воду, що очища-ється, попередньо пропускають через шар активо-ваного вугілля з наступним фільтруванням на ак-тивованому вугіллі з іммобілізованими мікроорганізмами, причому швидкість фільтруван-ня на активованому вугіллі з іммобілізованими мікроорганізмами складає 5-30% від швидкості фільтрування на активованому вугіллі.

Нами показано, що використання в способі очистки води запропонованої послідовності проце-сів фільтрування води, що очищається, а саме, чисто адсорбційного з наступним біосорбційним, із врахуванням швидкісних режимів, що заявляють-ся, дозволяє забезпечити очищення води від орга-нічних речовин різної хімічної природи на 99-100%.

Таким чином, сукупність істотних ознак спосо-бу, що заявляється, є необхідною і достатньою для досягнення забезпечуваного винаходом техні-чного результату – практично повного (99 - 100%) вилучення органічних речовин різної хімічної при-роди. Цей результат не досягається жодним з ві-домих способів.

Запропонований спосіб очистки води від роз-чинених органічних речовин реалізується на уста-новці, принципова схема якої представлена на фігурі.

Установка складається з внутрішньої колонки (1), коаксиально розташованої в зовнішній колонці (2). Колонка (1) заповнена чистим активованим вугіллям КАВ-2 (3), а колонка (2) заповнена акти-вованим вугіллям КАВ-2 з іммобілізованими мікро-організмами (4).

Спосіб реалізується таким чином. У колонку (1) знизу нагору подається вода, що містить суміш

органічних речовин: фенол, алкилбензолсульфо-нат нагірю, оцтову кислоту, метилетилкетон. Пройшовши через активоване вугілля (3), що за-повнює колонку (1), вода, що очищається само-пливом попадає в колонку (2), заповнену АВ з ім-мобілізованими мікроорганізмами (4). На цій стадії фільтрування здійснюється зверху вниз. Швидкість фільтрування води через АВ (4) складає 5-30% від швидкості фільтрування через АВ (3). Зазначене співвідношення швидкостей забезпечується змі-ною площі колонки (2). Очищення води проводи-лося протягом 1000 годин. Після очищення водні розчини органічних речовин кожні 4 год. відбирали на аналіз.

Активоване вугілля КАВ-2 (кісточкове активо-ване вугілля – ДСТУ 2335-93) було іммобілізоване бактеріями-деструкторами роду *Pseudomonas*.

Аналіз суміші використаних органічних речо-вин за ХСК проводили згідно з стандартною мето-дику [Ю.Ю. Лурье. Аналитическая химия про-мышленных сточных вод – М. Химия – 1984 – 447 с].

Приклади конкретного виконання.

Приклад 1. Реалізація процесу очистки води за винаходом. У колонку (1) (див. фіг.) заповнену АВ КАВ-2, при висоті шару вугілля 30см, знизу нагору подається вода наступного складу:

фенол – $C_0 = 50 \text{ мг/дм}^3$,

АБС – $C_0 = 75 \text{ мг/дм}^3$,

оцтова кислота – $C_0 = 10 \text{ мг/дм}^3$,

метилетилкетон – $C_0 = 10 \text{ мг/дм}^3$.

Концентрація суміші органічних речовин, що виражена в одиницях ХСК, складала – $C_0 = 315,0 \text{ мгО/дм}^3$.

Швидкість фільтрування води в колонці (1) складала 1,2м/год. Пройшовши через активоване вугілля (3) вода, що очищається, самопливом по-падала в колонку (2), заповнену КАВ-2 з іммобілі-зованими мікроорганізмами (4), зі швидкістю 0,24м/год, що складає 20% швидкості фільтруван-ня в колонці (1). Висота шару завантаження в ко-лонці (2) – 30см. Експеримент проводили в хроніч-ному режимі, протягом 1000 годин з відбором проб води після очистки на аналіз через кожні 4год. По закінченні експерименту очищена вода містила суміш вказаних органічних речовин в кількості, що в одиницях ХСК складала $C_{\text{вих}} = 0,23 \text{ мгО/дм}^3$. Ступінь очистки (а) складає $a = 99,9\%$.

$$a = \frac{C_0 - C_{\text{вих}}}{C_0} \cdot 100\%$$

де C_0 – вхідна концентрація суміші речовин за величиною ХСК,

$C_{\text{вих}}$ – вихідна концентрація суміші речовин за величиною ХСК.

Для порівняння ефективності процесів очистки води запропонованим способом та відомими спо-собами [1] і [2], від вибраних нами органічних ре-човин, були проведені досліді на установці (див. фіг.), що описана вище.

Приклад 2. Реалізація процесу очистки води з обраними нами речовинами по відомому способу [1].

У колонку (1), заповнену чистим АВ КАВ-2, при висоті шару вугілля 30см знизу нагору подається вода того ж складу, що й у прикладі по реалізації

процесу очистки за винаходом. Швидкість фільтрування води в колонці (1) - 1,2м/год. Пройшовши через АВ (3) вода самопливом попадає в колонку (2), де зі швидкістю 0,24м/год, що складає 20% від швидкості фільтрування в колонці (1), фільтрується на чистому КАВ-2, висота шару завантаження якого складала 30см. Експеримент проводили в хронічному режимі протягом 1000 год, з відбором проб води на аналіз через кожні 4год. По закінченні експерименту очищена вода містила суміш вказаних органічних речовин в кількості, що в одиницях ХСК складала $C_{\text{вих}} = 45,1 \text{мгО/дм}^3$. Ступінь очистки (а) складає $a = 83,1\%$.

Приклад 3. Реалізація процесу очистки води з обраними нами речовинами по відомому способу [2].

У колонку (1), заповнену АВ КАВ-2 з іммобілізованими мікроорганізмами, при висоті шару вугілля 30см знизу нагору подається вода того ж складу, що й у прикладі по реалізації процесу очистки за винаходом. Швидкість фільтрування води в колонці (1) - 1,2м/год. Пройшовши через АВ (3) вода самопливом попадає в колонку (2), де зі швидкістю 0,24м/год, що складає 20% від швидкості фільтрування в колонці (1), фільтрується на АВ КАВ-2 з іммобілізованими мікроорганізмами, висота шару завантаження якого складала 30см. Експеримент проводили в хронічному режимі протя-

гом 1000год, з відбором проб води на аналіз через кожні 4 год. По закінченні експерименту очищена вода містила суміш вказаних органічних речовин в кількості, що в одиницях ХСК складала $C_{\text{вих}} = 45,1 \text{мгО/дм}^3$. Ступінь очистки (а) складає $a = 85,7\%$.

Як видно з приведених експериментальних даних, при досить тривалому хронічному досліді (1000 год) очистки модельного водного розчину від суміші органічних речовин глибина очищення 99-100% досягається тільки запропонованим способом.

В описаному вище прикладі реалізації очистки води запропонованим способом швидкість фільтрування пропонованого розчину на активованому вугіллі з іммобілізованими мікроорганізмами складала 20% від швидкості фільтрування на чистому активованому вугіллі. Необхідний технічний результат досягається використанням чисто адсорбційного і біосорбційного процесів, причому швидкість фільтрування води через АВ з іммобілізованими мікроорганізмами складає 5-30% від швидкості фільтрування на чистому АВ. Для доказу застосування в процесі очищення води запропонованим способом такого співвідношення швидкостей фільтрування були проведені відповідні хронічні експерименти, дані яких представлені в таблиці.

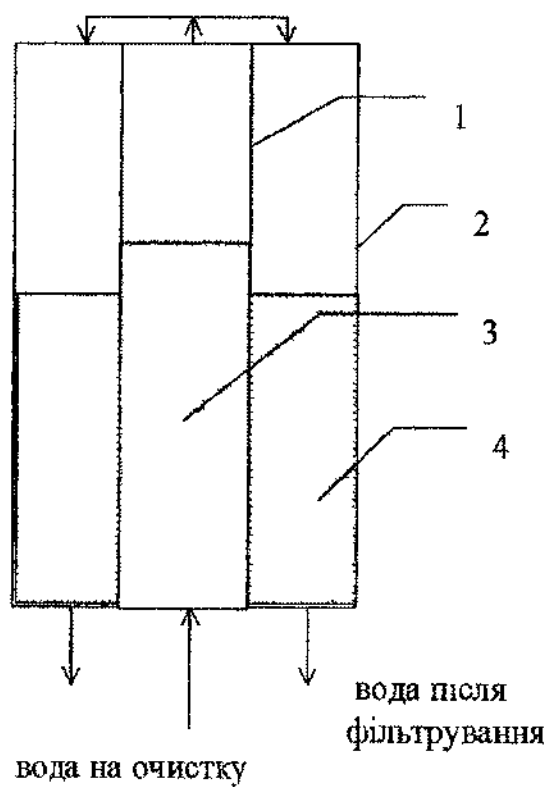
Таблиця

№ п/п	Співвідношення швидкостей $W/W-100\%$	Час експерименту, т, годин	Ступінь очистки суміші органічних речовин, о, %
1	5	1000	99,3
2	10	1000	100,0
3	20	1000	99,9
4	30	1000	99,4
5	35	1000	78,7

Як видно з даних таблиці, ступінь очистки води рівна 99-100% досягається при співвідношеннях швидкостей фільтрування на АВ з іммобілізованими мікроорганізмами і чистому АВ рівних 5, 10, 20, 30%, тобто, що знаходяться у діапазоні (5-30)%. При співвідношенні швидкостей рівному 35%, тобто при підвищеній швидкості фільтрування через АВ з іммобілізованими мікроорганізмами, ступінь очистки води помітно падає. При співвідношенні швидкостей <5%, тобто при істотному зниженні швидкості фільтрування через АВ з іммобілізованими мікроорганізмами, відбувається заростання поверхні активованого вугілля плівкою мікроорганізмів і перетворює колонку, що працює в динамічному режимі, фактично в біовідстійник.

Переваги запропонованого способу очистки води від органічних забруднень у порівнянні з відомими полягають в забезпеченні практично повного очищення води (99-100%) від органічних сполук різної хімічної природи.

Слід зазначити, що результат, що досягається запропонованим способом, не забезпечується жодним з відомих способів. Запропонований спосіб очистки води в порівнянні зі способом очистки АВ з іммобілізованими мікроорганізмами (приклад 3) забезпечує підвищення ступеня очистки від суміші органічних речовин на 14-15%. Ще більш низька ступінь очистки води – 83% досягається при використанні чистого АВ (приклад 2).



Фіг.

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
(044) 216 – 32 – 71