



УКРАЇНА

(19) UA (11) 35515 (13) A

(51) 6 C02F3/30, C02F3/34

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ОЧИЩЕННЯ ГРУНТОВОЇ ВОДИ ВІД НІТРАТІВ

(21) 2000021166

(22) 28.02.2000

(24) 15.03.2001

(46) 15.03.2001, Бюл. № 2, 2001 р.

(72) Іванов Володимир Миколайович, Уланов Ми-
хайло Миколайович, Стабнікова Олена Всеволоди-
вна, Стабніков Віктор Петрович(73) УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ(57) Спосіб очищення ґрунтової води від нітратів,
який включає контактування ґрунтової води з імобі-
лізованими у гелі клітинами денітрифікуючих ба-
ктерій, який відрізняється тим, що в якості мобілі-
зованих клітин використовують *Paracoccus*
denitrificans та формування геля здійснюється на
поверхні синтетичного носія.Винахід належить до способів очищення ґрун-
тової води від нітратів.Відомий спосіб очищення ґрунтової води від
нітратів (Пат. United States Patent, № 4715958, Кл.
C02F 003/08; C02F 003/10, опубл. 1987 р.), який
включає нанесення денітрифікуючого агента на
носій, насичений органічною речовиною. Як носій
використовується пісок, гравій та інші пористі міне-
ральні матеріали, а також поліетилен, поліпропі-
лен, поліуретан, силіконові полімери та інші. Як
органічну речовину, нанесену на носій, використо-
вують шар карбогідратів або целюлозу товщиною
0,1 - 10 мм.

Недоліками способу є:

- слабе закріплення денітрифікуючого агента
на носії, за рахунок адсорбції клітин на поверхні
органічної речовини, яка нанесена на носій.

За прототип винаходу нами було прийнято
спосіб видалення нітратів з поверхні підземної во-
ди, зокрема питної (Пат. United States Patent
4756318, Кл. C02F 003/30, C02F 003/34, опубл.
1988 р.). Суть способу полягає в тому, що вида-
лення нітратів здійснюють іммобілізовані мікроор-
ганізми в гелі або в полімері. Як іммобілізовані мі-
кроорганізми використовують клітини *Micrococcus*
denitrificans, розташовані в альгінатному гелі. Для
метаболізму клітин мікроорганізмів та протіканню
біологічної денітрифікації в середовищі вводять
водень і розчинний діоксид вуглецю.

До недоліків даного способу можна віднести:

- використані мікроорганізми здійснюють ли-
ше автотрофну біологічну денітрифікацію;
- використаний гель з іммобілізованими клі-
тинами не має фіксованого розміщення в реакторі,
внаслідок чого в процесі експлуатації зменшується
поверхня контакту з водою, яку очищують, і вини-
кають значні гідродинамічні навантаження.

В основу винаходу було покладено задачу
створення способу очищення ґрунтової води сіль-
ськогосподарських районів від нітратів шляхом ко-
нтактування ґрунтової води з іммобілізованими клі-
тинами денітрифікуючих бактерій в гелі, який за-
кріплений на поверхні синтетичного носія з визна-
ченою просторовою структурою, що забезпечує
зменшення нітратів у ґрунтовій воді шляхом проті-
кання біологічної денітрифікації.

Поставлена задача вирішується тим, що в спо-
собі очищення ґрунтової води від нітратів, який
включає контактування ґрунтової води з іммобілі-
зованими у гелі клітинами денітрифікуючих бакте-
рій. Згідно винаходу в якості іммобілізованих клі-
тин використовують *Paracoccus denitrificans* та фо-
рмування гелю здійснюється на поверхні синтетич-
ного носія.

Причиною-наслідковий зв'язок між запропоно-
ваними ознаками і очікуваним технічним результа-
том полягає в наступному.

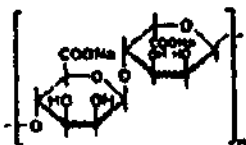
Як денітрифікуючі бактерії використовують
Paracoccus denitrificans, які здійснюють при контак-
туванні з ґрунтовою водою біологічну денітрифіка-
цію. Причому ці бактерії здатні виконувати як авто-
трофну, так і гетеротрофну денітрифікацію. Так, в
залежності від джерела енергії, метаболізм може
бути представлений у такому вигляді:

в разі використання етанолу
$$5C_2H_5OH + 12NO_3 \rightarrow 10HCO_3 + 2OH + 9H_2O + 6N_2$$

в разі використання водню:



Альгінат натрію є полімером, який складений
із залишків D-мануранової і L-глюкуронової кислот
у вигляді:



При взаємодії іону полімеру з іонами кальцію утворюється гель, який за зовнішнім виглядом нагадує желатин. Цей полімер використовується для іммобілізації біокатализаторів, в тому числі може бути застосований для іммобілізації клітин денітрифікуючих бактерій.

При змішуванні клітин денітрифікаторів із розчином альгінату натрію отримується однорідний розчин, що наноситься на синтетичний носій Bio-S™, складений із полівінілхлоридних волокон, які переплетені у вигляді сітки. Подальше витримання носія у розчині CaCl_2 сприяє гелеутворенню альгінатного розчину з іммобілізованими клітинами денітрифікуючих бактерій на поверхні носія. Отриманий носій має незмінне просторове розташування та постійну поверхню контакту. Це дозволяє певним чином закріпити його в реакторі біологічної очистки води.

Концентрація розчину альгінату натрію може бути 1% та 4%. Але використання 1% розчину альгінату натрію недоцільне, тому що отримується нестійкий гель, що протягом декількох діб починає розчинятися у воді, яке досліджується.

Використання більше 4% розчину також недоцільне, тому що збільшуються витрати на реагент.

Контактування ґрунтової води з іммобілізованими клітинами у гелі проводять при pH 7,2 - 7,5. Це зумовлене тим, що клітини *Parasoccus denitrificans* при цих значеннях pH існують та розмножуються, і це значення є характерним для ґрунтової води.

Контактування ґрунтової води з іммобілізованими клітинами у гелі проводять при температурі 10 - 28°С. Інтервал 15 - 20°С більш притаманний для існування клітин *Parasoccus denitrificans*, тому при цьому значенні температури найбільш ефективно вилучаються нітрати з ґрунтової води 91 - 94%.

Посадження запропонованих ознак дозволяє забезпечити очікуваний технічний результат зменшення концентрації нітратів у ґрунтовій воді шляхом проведення біологічної денітрифікації.

Використання запропонованого способу очищення ґрунтової води від нітратів у порівнянні з існуючими способами забезпечує такі переваги.

а) використання клітин мікроорганізмів, здатних здійснювати гетеротрофну та автотрофну денітрифікацію, що дає змогу використовувати різноманітні джерела енергії при очищенні ґрунтової води.

б) іммобілізація клітин у альгінатному гелі сприяє захисту клітин від впливу негативних факторів зовнішнього середовища.

в) нанесення гелю з іммобілізованими клітинами на носій сприяє швидкому формуванню біоплів-

ки, що значно зменшує час для формування природної біоплівки, і дає можливість регулювання її товщини.

г) носій з шаром гелю з іммобілізованими клітинами має незмінну поверхню контакту та постійне гідродинамічне навантаження.

д) температура проведення біологічної денітрифікації наближається до природних значень, що дозволяє проводити очистку ґрунтової води в природних умовах.

е) запропонований спосіб очищення ґрунтової води від нітратів є дешевим і нетоксичним.

Спосіб здійснюється таким чином.

Розчин альгінату натрію з вмістом альгінату 1 і 4% змішують із 3 мл мікробної суспензії клітин *Parasoccus denitrificans* і отриману суміш наносять на синтетичний носій Bio-S™. Носій вводять у 2% розчин CaCl_2 для формування шару гелю з іммобілізованими клітинами на поверхні носія. Отриманий таким чином носій помішають у реактор, де відбувається очистка ґрунтової води від нітратів. Значення pH води 7,2 - 7,5, тривалість контактування - 72 год.

Приклади здійснення способу

Приклад 1. Для очищення ґрунтової води використовують альгінатний гель із іммобілізованими клітинами, який нанесений на синтетичний носій з вмістом альгінату натрію 1%. Ґрунтові води містять концентрацію іонів NO_3^- 39,1 мг/л, pH ґрунтової води становить 7,5. Тривалість контактування ґрунтової води з носієм становила 72 год, температура води складала 28°С. Після цього очищені ґрунтові води видаляли з реактора і визначали в них вміст іонів NO_3^- на іоному хроматографі.

Отримані результати наведені в таблиці.

Очищення ґрунтової води за умов прикладу 1 (при температурі 28°С і концентрації гелю альгінату натрію 1%) є неефективним у зв'язку з тим, що 1%-ий гель не стійкий, розчиняється у воді, і при цій температурі біологічна денітрифікація здійснюється лише на 48%.

Інші приклади здійснення способу також наведені у таблиці.

Як видно з даних таблиці (приклад 3, 4) реалізація способу при температурі 15 і 20°С і концентрації альгінату натрію 4% забезпечує очистку нітратамістних ґрунтових вод від іонів нітрату зі ступенем очищення не менше 91 - 94%. Здійснення способу за умов, що виходять за межі оптимальних інтервалів (приклад 3, 4) знижує ефективність очищення, в залежності від умов ступінь очищення іонів нітрату становить лише 48 - 88%.

Отримані дані показують, що використання запропонованого способу, у порівнянні з існуючими способами, забезпечує ефективну очистку ґрунтової води сільськогосподарських районів від нітратів за допомогою іммобілізованих клітин денітрифікуючих бактерій *Parasoccus denitrificans* в альгінатному гелі, який закріплений на поверхні синтетичного носія.

Таблиця

| № прикладу | Вміст альмінатного гелю, % | Вміст нітратів у ґрунтовій воді, мгNO ₃ /л | Температура контактування, °C | Тривалість контактування. | Вміст нітратів в очищеній ґрунтовій воді, мгNO ₃ /л | % очищення |
|------------|----------------------------|---|-------------------------------|---------------------------|--|------------|
| 1 | 1 | 39,1 | 28 | 72 | 17,5 | 55 |
| 2 | 4 | 28,3 | 10 | 72 | 14,6 | 48 |
| 3 | 4 | 21,4 | 15 | 72 | 1,3 | 94 |
| 4 | 4 | 34,2 | 20 | 72 | 3,1 | 91 |
| 5 | 4 | 30,8 | 28 | 72 | 3,7 | 88 |

Тираж 50 екз

Поліграфічний комбінат ВАТ "Патент"
вул. Гагаріна, 101, м. Ужгород, 88000, Україна
(03122) 3-72-89 2-59-54

•

•

•

•