



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 147363

(13) U

(51) МПК

A01K 63/04 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2020 05651**

(22) Дата подання заявки: **02.09.2020**

(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **06.05.2021**

(46) Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **05.05.2021, Бюл.№ 18**

(72) Винахідник(и):

**Коваленко Василь Олександрович (UA),
Шарило Дмитро Юрійович (UA),
Вдовенко Наталія Михайлівна (UA),
Коваленко Богдан Юрійович (UA)**

(73) Володілець (володільці):

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ-41, 03041
(UA)**

(54) СПОСІБ ВІДНОВЛЕННЯ ВИСОКОПОРИСТИХ НАПОВНЮВАЧІВ ДЛЯ БІОФІЛЬТРІВ

(57) Реферат:

Спосіб відновлення високопористих наповнювачів для біофільтрів включає відновлення високопористих наповнювачів з запеченої кераміки та вспіненого скла після їх застосування в біофільтраційних системах рибницьких господарств, що працюють за технологією замкнутого водозабезпечення. Для очистки пор наповнювачів використовують розчин гіпохлориту натрію з відсотком активного хлору 0,5 %, а при використанні побутового розчину гіпохлориту натрію з активною концентрацією хлору 19 %, проводять його розбавлення дистильованою водою в співвідношенні 1:37. Очистку наповнювача розчином гіпохлориту натрію з вибраною концентрацією активного хлору проводять протягом 30 хв при температурі води 24 °С, з пропорцією об'ємів випробуваного розчину до об'єму наповнювача у співвідношенні 1:1, з подальшою промивкою та висушуванням.

UA 147363 U

UA 147363 U

Корисна модель належить до галузі сільського господарства, а саме аквакультури, та може бути використана у вирощуванні водних об'єктів в установках замкнутого водозабезпечення.

На сьогодні в раціоні середньостатистичного українця кількість риби і морепродуктів значно поступається загальноєвропейським медичним нормам. Причинами цього є недостатній обсяг вітчизняного виробництва риби і рибної продукції та висока їх кінцева вартість. Вирішення цієї проблеми полягає у впровадженні енергозберігаючих методів вирощування товарної риби. Одним із напрямків розробки ресурсозберігаючих технологій є удосконалення системи біофільтрації води в рециркуляційних аквакультурних системах (РАС). Враховуючи велику корисну площу високопористих наповнювачів, вони можуть замінити, в майбутньому, класичні субстрати для заселення нітрифікуючими бактеріями. Однак їх висока вартість і швидкі темпи заростання, навіть враховуючи їх значну зносостійкість, не дають можливість їх використання в аквакультурі.

Вирощування риби в рециркуляційних установках дозволяє підвищити продуктивність рибницьких господарств за рахунок інтенсифікації процесу культивування. Такий спосіб вирощування має порівняно високі витрати на матеріально-технічне облаштування господарства та його експлуатацію. Виправданим в економічному сенсі є використання таких видів риб, ціна товарної продукції яких дає змогу окупити витрати на виробництво. Важливим чинником також є швидкість росту, виживаність об'єкта культивування на всіх етапах вирощування та вихід товарної продукції з одиниці площі чи об'єму води. Використання технологій РАС дозволяє рибницьким господарствам перейти на однорічний цикл товарного виробництва, що значно скоротить терміни окупності вкладених у побудову господарства коштів, порівняно з класичними дво- чи трирічними циклами (див. Гриневич Н.Є. Особливості використання біофільтрів з різними типами наповнювача в установках замкнутого водопостачання в аквакультурі. - Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького, 2016. - Т. 18, вип. № 3 (70). – С. 57-61).

У класичних технологіях вирощування риби та інших гідробіонтів в рециркуляційних установках можливе використання біофільтрів різних типів та конструкцій. Головним елементом біофільтра є субстрат чи завантаження, ефективність якого оцінюється за питомою площею робочої поверхні ($S_{\text{пт}}$, $\text{м}^2 / \text{м}^3$) в одиниці об'єму активної зони біофільтра. Чим більша питома площа субстрату, тим більше бактерій може поселитись у кубічному метрі активної зони біофільтра (див. Проскурєнко І.В. Замкнутые рыбоводные установки. М.: ВНИРО, 2003. - 152 с.).

На сьогодні практично всі біофільтраційні установки потребують досить великої кількості наповнювачів, що слугують субстратом для біоплівки, ємностей відповідного об'єму та площі для розміщення і, як наслідок, значних витрат на побудову та експлуатацію таких установок. Використання завантаження для біофільтрів із високими показниками питомої площі поверхні може вирішити цю проблему і, в результаті, знизити собівартість виробництва рибної продукції (див. Спотт С. Содержание рыбы в замкнутых системах: пер. с англ. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. - 192 с. Timmons M.B., Ebeling J.M. Recirculating Aquaculture. - USA: Cayuga Aqua Ventures, 2006. - 975 p.).

Перспективними для аквакультури є високопористі наповнювачі з запеченої кераміки та вспіненого скла, що мають питому площу поверхні від 250 до 2400 $\text{м}^2/\text{л}$. Ще однією перевагою біозавантаження такої конструкції є їх довговічність. При виборі фільтрувального матеріалу для біологічної очистки слід враховувати, що наповнювач з дрібною фракцією та високим показником корисної площі досить швидко зашлаковуються, а це призводить до "задухи" фільтра (див. Сандер М. Техническое оснащение аквариума. - М.: Астрель, 2004. - 256 с.).

У процесі роботи необхідне поверхнєве очищення пористих наповнювачів, яке здійснюється протічечією і проводиться не частіше 1 разу на місяць. Недоліком сучасних методів експлуатації подібних наповнювачів є необхідність у повній їх регенерації (заміні) після 1 року експлуатації. В цьому випадку рекомендується залишати приблизно 10 % завантаження не пошкоджене, для швидкого входу біофільтра в робочий режим (див. [Електронний ресурс] Укрakwaиндустрия. Загрузка для биофильтра. Режим доступа: <http://www.osetr.org.ua/loading.htm>).

Також існує спосіб, взятий нами за найближчий аналог, щодо звільнення високопористих наповнювачів методом випалу, який швидко та порівняно просто звільняє пори від шламу та залишків застарілої біоплівки. Недоліком даного методу є необхідність наявності специфічного обладнання (муфелі печі) та висока енерговитратність процесу (див. RU 2 021 214 С1 МПК С02F 3/04 Иващенко П.А., Матвеев Ю.И., Матвеев М.Ю., Тахненко Р.Д., Чубаров А.А. Загрузка для биофильтров. 5058939/26; заявл. от 18.08.1992; опубл. 15.10.1994).

Водний розчин гіпохлориту натрію, який є сильним окислювачем, вступає в численні реакції з різноманітними відновлювачами, незалежно від кислотно-лужного характеру середовища.

Наявність гіпохлоритної кислоти у водних розчинах гіпохлориту натрію пояснює його сильні дезінфікуючі і відбілюючі властивості. Гіпохлорит натрію (NaOCl) на сьогоднішній момент один з кращих відомих засобів, які виявляють завдяки гіпохлорит-аніону сильну антибактеріальну активність. Цей засіб вбиває мікроорганізми дуже швидко і при досить низьких концентраціях, оскільки розкладання гіпохлориту супроводжується утворенням ряду активних частинок (радикалів) і, зокрема, синглетного кисню, що має високу біоцидну дію. Крім цього гіпохлорит натрію відносно безпечний під час зберігання та використання (див. Бабаджанова О.Ф., Тарнавський А.Б. Застосування гіпохлориту натрію на фільтрувальних станціях. Матеріали XVI Міжнародної науково-методичної конференції "Безпека життя і діяльності людини - освіта, наука, практика". - м. Львів, 2018. - С. 147-148; Черкасов С.В. Гипохлорит натрия. Свойства, теория и практика применения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://wwtec.ru/index.php?id=410>).

В основу корисної моделі поставлена задача розробити спосіб очистки мікроотворів високопористих наповнювачів для біологічної фільтрації в РАС від застарілих часток біоплівки та детриту, що дасть можливість багаторазового їх використання, і як наслідок дасть можливість зменшити об'єми біофільтрів, знизити кількість використовуваної води, зменшити витрати на воду та енергоносії.

Задача дослідження полягала у перевірці ефективності використання розчинів гіпохлориту натрію для глибокого очищення високопористих наповнювачів від надлишків органіки після використання їх для біологічної фільтрації під час вирощування кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) в РАС.

Для визначення найбільш ефективного способу відновлення високопористих наповнювачів проводили наступні дослідження:

1) дослідний варіант № 1 з потрібною повторністю промита та висушена пориста кераміка для біофільтрів з показником корисної площі $200 \text{ м}^2/\text{л}$ після 6 місяців використання при вирощуванні кларієвого сома. Очищення проводилось розчином гіпохлориту натрію з вмістом активного хлору 2,5 %. Об'єм розчину дорівнював об'єму наповнювача, що відновлюється.

2) дослідний варіант № 4 з потрібною повторністю - сепаракс "JBL Micromes" з корисною площею $1600 \text{ м}^2/\text{л}$ (аеробна зона, доступна для нітрифікаторів - 10 %, анаеробна зона денітрифікації - 90 %) після 6 місяців використання при вирощуванні кларієвого сома. Очищення проводилось розчином гіпохлориту натрію з вмістом активного хлору 2,5 %. Об'єм розчину дорівнював об'єму наповнювача, що відновлюється.

3) дослідний варіант № 2 з потрібною повторністю промита та висушена пориста кераміка для біофільтрів з показником корисної площі $200 \text{ м}^2/\text{л}$ після 6 місяців використання при вирощуванні кларієвого сома. Очищення проводилось розчином гіпохлориту натрію з вмістом активного хлору 1 %. Об'єм розчину дорівнював об'єму наповнювача, що відновлюється.

4) дослідний варіант № 5 з потрібною повторністю - сепаракс "JBL Micromes" з корисною площею $1600 \text{ м}^2/\text{л}$ (аеробна зона, доступна для нітрифікаторів - 10 %, анаеробна зона денітрифікації - 90 %) після 6 місяців використання при вирощуванні кларієвого сома. Очищення проводилось розчином гіпохлориту натрію з стандартним вмістом активного хлору 19 %, розбавленим у 19 разів дистильованою водою (концентрація активного хлору у розчині - 1 %) за температури 24°C . Об'єм розчину дорівнював об'єму наповнювача, що відновлюється, експозиція - 30 хв.

5) дослідний варіант № 3 з потрібною повторністю - промита та висушена пориста кераміка для біофільтрів з показником корисної площі $200 \text{ м}^2/\text{л}$ після 6 місяців використання при вирощуванні кларієвого сома. Очищення проводилось розчином гіпохлориту натрію з стандартним вмістом активного хлору 19 %, розбавленим у 37 разів дистильованою водою (концентрація активного хлору у розчині - 0,5 %) за температури 24°C . Об'єм розчину дорівнював об'єму наповнювача, що відновлюється, експозиція - 30 хв.

6) дослідний варіант № 6 з потрібною повторністю - сепаракс "JBL Micromes" з корисною площею $1600 \text{ м}^2/\text{л}$ (аеробна зона, доступна для нітрифікаторів - 10 %, анаеробна зона денітрифікації - 90 %) після 6 місяців використання при вирощуванні кларієвого сома. Очищення проводилось розчином гіпохлориту натрію з вмістом активного хлору 19 %, проводять його розбавлення дистильованою водою в співвідношенні 1:37, причому очистку наповнювача розчином гіпохлориту натрію з вибраною концентрацією активного хлору проводять протягом 30 хв при температурі води 24°C , з пропорцією об'ємів випробуваного розчину до об'єму наповнювача у співвідношенні 1:1, з подальшою промивкою та висушуванням.

Технологічна схема експерименту включала вилучення використаного наповнювача з працюючого біофільтра після 5 місяців роботи, промивка його від надлишків біоплівки та

детриту ззовні гранул та висушування. Далі проводилась очистка наповнювача розчином гіпохлориту натрію з вибраною концентрацією активного хлору протягом 30 хв при температурі води 24 °С, з пропорцією об'ємів випробуваного розчину до об'єму наповнювача як 1:1, з подальшою промивкою та висушуванням.

5 Оцінка якості роботи запропонованого способу проводилась по масі наповнювача до промивки і після. Матеріали наповнювачів (скло і запечена кераміка) - інертні і не розчинні у хлорвмісних сполуках, органіка (біоплівка, детрит, шлам) добре окислюється і розчиняється хлором. За рівнем зменшення ваги наповнювача була вибрана оптимальна схема відновлення біофільтраційних можливостей високопористої кераміки та вспіненого скла.

10 Встановлено, що у всіх 6 варіантів проведеного дослідження, маса пористого наповнювача для біологічної фільтрації зменшилась. Це пов'язано з розчиненням залишків біоплівки та детриту всередині гранул наповнювача, та звільнення пор від органіки. Це свідчить про ефективність використання водного розчину гіпохлориту натрію для відновлення пористих наповнювачів для біофільтрів.

15 У дослідних варіантах з використанням як матеріалу для очистки високопористої кераміки маса наповнювачів зменшилась в середньому на 12,95 %. Найменшу ефективність показав розчин з концентрацією активного хлору 2,5 % - 11,75 % зменшення маси. Досліди № 2 та № 3 показали дещо кращу ефективність - 13,26 % та 13,85 %. Разом з цим у кожному із дослідів були варіанти як із, порівняно, низькою (Д. 1.2-9,57 %, Д. 2.1-10,55 %, Д. 3.1-11,20) так і високою (Д. 1.3-15,5 %, Д. 2.3-17,31 %, Д. 3.3-16,41 %) ефективністю (див. табл. № 1).

Таблиця № 1

Ефективність відновлення пористої кераміки водним розчином гіпохлориту натрію

	2,5 % активного хлору			1 % активного хлору			0,5 % активного хлору		хлору
	Д. 1.1	Д. 1.2	Д. 1.3	Д. 2.1	Д.2.2	Д.2.3	Д.3.1	Д.3.2	
Стартова маса, г	104,114	98,928	96,842	104,169	102,751	96,473	106,837	102,403	110,29
Кінцева маса, г	93,509	89,46	81,826	93,178	90,503	79,77	94,867	88,124	92,188
Зменшення маси, г	10,605	9,468	15,016	10,991	12,248	16,703	11,97	14,279	18,102
Зменшення маси, %	10,18595	9,570597	15,50567	10,55112	11,92008	17,31365	11,20398	13,94393	16,41309
Середнє зменшення маси, %	11,75			13,26			13,85		

Досліди з відновленням високопористого вспіненого скла показали схожу ситуацію. Ефективність використання гіпохлориту натрію тут виявилась дещо вищою - 15,01 % зменшення маси після обробки. Це пов'язано з більшою поверхневою площею даного наповнювача, і як наслідок, більшою кількістю органіки, накопиченої в порах (див. табл. № 2).

Найкращу ефективність показав варіант № 5 з використанням розчину з концентрацією активного хлору 1 % - зменшення маси на 15,3 %, дещо менша ефективність спостерігалась у варіантах №№ 4 та 6-14,86 %, 14,87 % відповідно (див. табл. № 2).

Таблиця № 2

Ефективність відновлення вспіненого запеченого скла водним розчином гіпохлориту натрію

	2,5 % активного хлору			1 % активного хлору			0,5 % активного хлору		
	Д.4.1	Д.4.2	Д.4.3	Д.5.1	Д.5.2	Д.5.3	Д.6.1	Д.6.2	Д.6.3
Стартова маса, г	101,956	97,356	96,866	102,836	96,39	100,282	105,958	97,855	99,612
Кінцева маса, г	90,293	81,365	80,671	90,034	80,363	83,404	91,937	83,468	82,975
Зменшення маси, г	11,663	15,991	16,195	12,802	16,027	16,878	14,021	14,387	16,637
Зменшення маси, %	11,43925	16,42528	16,71897	12,44895	16,62724	16,83054	13,2326	14,70237	16,7018
Середнє зменшення маси, %	14,86			15,30			14,87		

Описані вище дані свідчать про ефективність методу обробки пористих наповнювачів для біофільтрів в РАС гіпохлоритом натрію для його відновлення. Згідно з цими даними, концентрації активного хлору 2,5 %, 1 % та 0,5 % звільняють пори наповнювача з однаковою ефективністю, а різниця в отриманих даних по різних варіантам, ймовірно, пов'язана з нерівномірністю заростання пор залишками біоплівки та детриту. Для роботи пропонуємо використовувати водний розчин гіпохлориту натрію з концентрацією активного хлору 0,5 % для підвищення економічної ефективності.

Аналіз ринку показав, що гіпохлорит натрію марки "А", з активною концентрацією хлору 19 %, у роздрібній торгівлі має середню ціну - 27,87 грн/кг. Враховуючи надані вище дані, для відновлення пористих наповнювачів ефективно використовувати водний розчин цієї речовини з концентрацією 0,5 % активного хлору у пропорції 1:1 з об'ємом наповнювача що оброблюється, для очистки 1 м³ наповнювача необхідно витратити 733,42 грн. Враховуючи значну поверхневу площу високопористих наповнювачів, даний об'єм гіпохлориту натрію дозволить відновити 250000 м² корисної площі для керамічних наповнювачів та 1600000 м² корисної площі вспіненого скла (160000 м² корисної площі в аеробній зоні).

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб відновлення високопористих наповнювачів для біофільтрів, що включає відновлення високопористих наповнювачів з запеченої кераміки та вспіненого скла після їх застосування в біофільтраційних системах рибницьких господарств, що працюють за технологією замкнутого водозабезпечення, який **відрізняється** тим, що для очистки пор наповнювачів використовують розчин гіпохлориту натрію з відсотком активного хлору 0,5 %, а при використанні побутового розчину гіпохлориту натрію з активною концентрацією хлору 19 %, проводять його розбавлення дистильованою водою в співвідношенні 1:37, причому очистку наповнювача розчином гіпохлориту натрію з вибраною концентрацією активного хлору проводять протягом 30 хв при температурі води 24 °С, з пропорцією об'ємів випробуваного розчину до об'єму наповнювача у співвідношенні 1:1, з подальшою промивкою та висушуванням.