



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38344 (13) U  
(51) МПК (2006)  
C02F 3/12МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

1

2

(21) u200812642

(22) 28.10.2008

(24) 12.01.2009

(46) 12.01.2009, Бюл.№ 1, 2009 р.

(72) УСОЛЬЦЕВ ІГОР МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(73) УСОЛЬЦЕВ ІГОР МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(57) Пристрій для біологічної очистки стічних вод, що містить ємність для змішування стічної води з активним мулом, рециркуляційну ємність, канал подавання стічної води, канал відводу очищеної води, запобіжник переливу води, компресор, трубопроводи подачі повітря, трубопроводи повертання збагаченого мулу, а також перегородки з нижнім переливанням, установлені в ємності для змішування стічної води з мулом та в рециркуляційній ємності, який **відрізняється** тим, що ємність для змішування стічної води з активним мулом і рециркуляційна ємність виконані всередині єдиного резервуара, при цьому ємність для змішування стічної води з активним мулом має перегородки, дві з яких, як мінімум, з нижнім переливанням, котрі створюють камери денітрифікації, в верхній частині першої камери денітрифікації розташована

корзина механічної очистки, крім того, ємність для змішування стічної води з активним мулом забезпечена трубопроводом подавання частково збагаченого активного мулу з останньої в першу камеру денітрифікації, а в рециркуляційній ємності установлена похила перегородка з нижнім переливанням, котра створює камеру для очищеної води, оснащену трубопроводом повертання збагаченого мулу, що осів на дні камери, в ємність для змішування стічної води з активним мулом, та камеру аерації, в нижній частині якої установлені аератор і коротка похила перегородка, яка відділяє камеру аерації і камеру для очищеної води в зоні нижнього переливання, крім того, пристрій забезпечений компресором, вихід якого з'єднаний зі входом повітряного колектора, перший вихід якого з'єднаний з трубопроводом подавання частково збагаченого мулу в першу камеру денітрифікації, другий вихід - з аератором, третій вихід - з трубопроводом повертання збагаченого мулу, що осів, в ємність для змішування стічної води з активним мулом, а четвертий вихід - з камерою для очищеної води.

Корисна модель відноситься до технології очистки побутових стічних вод за допомогою активного мулу, зокрема до пристрою для його здійснення.

Процес очистки стічних вод за допомогою активного мулу використовується у більшості очисних споруд. Наразі на українському ринку представлений новий тип компактного та більш дешевого очисного обладнання, котре може бути ефективно використано як на виробництвах з невеликим виходом стічних вод, так і у житловому секторі, починаючи з окремого дому для родини з 2-4 осіб і закінчуючи невеликими житловими селищами, для яких може бути обладнана очисна станція повного циклу, розрахована на 1000 мешканців. На станціях очистки стічних вод застосовується технологія з використанням активного мулу, вдосконалена, із вбудованим колектором та пристроєм для контролю потоку, чим і досягається висока якість очистки та її низька вартість.

Найбільш близьким до пристрою, що заявляється, є пристрій для біологічної очистки води, що описаний у патенті UA №73330 та призначений для реалізації способу-прототипу. Відомий пристрій являє собою набір ємностей (в прототипі вони мають назву резервуарів) для змішування стічної води з активним мулом та рециркуляційних ємностей. Всі ємності з'єднані між собою відповідними трубопроводами. Пристрій забезпечений каналом подачі стічної води і каналом відводу очищеної води, постаченим запобіжником переливу води. Ємність змішування стічної води з активним мулом та рециркуляційна ємність мають перегородки. Пристрій також забезпечений компресором, що з'єднаний системою повітряних трубопроводів з ємністю для змішування стічної води з активним мулом і з рециркуляційними ємностями, сполученим між собою трубопроводом повертання збагаченого мулу з рециркуляційної

(13) U

(11) 38344

(19) UA

ємності в ємність для змішування стічної води з активним мулом.

Цей пристрій вибраний прототипом пристрою, що заявляється.

Прототип і пристрій, що заявляється, мають спільні ознаки:

- ємність для змішування стічної води з активним мулом;
- рециркуляційна ємність;
- канал подавання стічної води;
- канал відводу стічної води;
- запобіжник переливання води;
- компресор;
- трубопроводи подавання стиснутого повітря;
- трубопровід повертання збагаченого мулу;
- перегородки з нижнім переливанням, встановлені в ємності змішування стічної води з активним мулом та в рециркуляційній ємності.

Однак пристрій за прототипом є дуже складним. Він реалізує спосіб біологічної очистки стічної води, в якому процеси здійснюються циклічно (по фазах). Пристрій є некомпактним. Ефективність очистки в цьому пристрої є невисокою через циклічність роботи, де фази перемішування та повертання мулу по тривалості є на порядок меншими, ніж фази осадження та випуску очищеної води. Ця циклічність не дозволяє забезпечити отримання високопрацездатного активного мулу через нестабільність і нестійкість складу біоценозу мулу при перемінних навантаженнях, які по органічним забрудненням мають місце в реальних умовах експлуатації.

В основу корисної моделі поставлена задача розробити пристрій для біологічної очистки стічних вод, в якому шляхом розміщення ємності для змішування стічної води з активним мулом і рециркуляційної ємності в єдиному резервуарі, а також за рахунок особливості конструкційного виконання обох ємностей та їх сполучення між собою, забезпечити підвищення ефективності очистки стічних вод.

Поставлена задача вирішена в пристрої для біологічної очистки стічних вод, що містить ємність для змішування стічної води з активним мулом, рециркуляційну ємність, канал подавання стічної води, канал відводу очищеної води, запобіжник переливу води, компресор, трубопроводи подачі повітря, трубопроводи повертання збагаченого мулу, а також перегородки з нижнім переливанням, установлені в ємності для змішування стічної води з мулом та в рециркуляційній ємності, тим, що ємність для змішування стічної води з активним мулом і рециркуляційна ємність виконані всередині єдиного резервуара, при цьому ємність для змішування стічної води з активним мулом має перегородки, дві з яких, як мінімум, з нижнім переливанням, котрі створюють камери денітрифікації, в верхній частині першої камери денітрифікації розташована корзина механічної очистки, що легко знімається, крім того, ємність для змішування стічної води з активним мулом забезпечена трубопроводом подавання частково збагаченого активного мулу з останньої в першу камеру денітрифікації, а в рециркуляційній ємності установлена похила перегородка з нижнім переливанням, котра створює камеру для очищеної води, постачену трубо-

проводом повертання збагаченого мулу, що осів на дні камери, в ємність для змішування стічної води з активним мулом, та камеру аерації, в нижній частині котрої установлені аератор і коротка похила перегородка, яка відділяє камеру аерації і камеру для очищеної води в зоні нижнього переливання, крім того, пристрій забезпечений компресором, вихід якого з'єднаний зі входом повітряного колектора, перший вихід якого з'єднаний з трубопроводом подавання частково збагаченого мулу в першу камеру денітрифікації, другий вихід - з аератором, третій вихід - з трубопроводом повертання збагаченого мулу, що осів, в ємність для змішування стічної води з активним мулом, а четвертий вихід - з камерою для очищеної води.

Похила перегородка з нижнім переливанням в рециркуляційній ємності установлена під кутом не менш, ніж  $45^\circ$ .

У корисній моделі, що заявляється, на відміну від прототипу, підвищення ефективності очистки шляхом підвищення концентрації активного мулу та забезпечення його стабільного складу досягається не розділенням фаз осадження мулу та його повертання в зону денітрифікації (у конструкції, що заявляється - у камери денітрифікації) в часі, а проведенням усіх процесів безперервно, що забезпечено конструктивним рішенням ємності для змішування стічної води з активним мулом і рециркуляційної ємності. Повертання збагаченого активного мулу з рециркуляційної ємності в ємність для змішування стічної води з активним мулом, а також з останньої по ходу руху потоку стічної води, що обробляється, камери денітрифікації в першу камеру денітрифікації відбувається постійно (безперервно) в продовження робочого циклу очистки. Тривалість робочого циклу визначається ступенем завантаження пристрою, котрий залежить від кількості та ступеню забрудненості стічних вод.

Особливістю пристрою є також розташування перегородки в рециркуляційній ємності під кутом не менш, ніж  $45^\circ$ . Це дозволяє основну кількість збагаченого мулу, що осів на дні, за допомогою трубопроводу (ерліфту) повернути в камери денітрифікації.

Дане конструктивне рішення дозволяє по закінченні робочого циклу, у циклі покою (при відсутності насичення стічних вод киснем у камери денітрифікації) більш ефективно проводити денітрифікацію, забезпечуючи видалення азоту та фосфору до 50% навіть при максимальній концентрації стоків на вході без використання додаткових хімічних речовин. Працездатність активного мулу зберігається протягом одного місяця без надходження стоків у пристрій за рахунок використання стадій анаеробної та аеробної обробки стоків, що забезпечує чергування умов достатнього харчування та голодування мікроорганізмів, що дає можливість, в остаточному підсумку, впливати на якісний та кількісний склад біоценозу активного мулу.

Крім того, дане конструктивне рішення дозволяє розмістити ємність для змішування стічної води з активним мулом і рециркуляційну ємність в одному резервуарі, що значно спрощує як спосіб, так і конструкцію, а також дозволяє зекономити місце для пристрою.

У пристрої, що заявляється, процес очистки стічних вод у робочому циклі відбувається безперервно, природним переливанням через верхні та нижні переливи перегородок. На відміну від рішення, що заявляється, у відомих рішеннях, в тому числі і в прототипі, використовується примусове управління стадіями (у прототипі - фазами) змішування стічної води з активним мулом, повертання збагаченого мулу з рециркуляційної ємності та випуску очищеної води шляхом відкриття-закриття верхніх створів перегородок у фазі змішування.

На кресленні зображений пристрій для біологічної очистки стічних вод, де:

Фіг.1 - вид зверху;

Фіг.2 - вид збоку.

Пристрій містить резервуар 1, наприклад циліндричний, з дном 2. Резервуар забезпечений каналом подавання стічної води 3 та каналом відводу очищеної води 4. На каналі відводу очищеної води 4 установлений запобіжник залпового скидання, виконаний у вигляді запобіжника переливу води 5. Всередині резервуару 1 виконані ємність для змішування стічної води з активним мулом 6 і рециркуляційна ємність 7. Ємність для змішування стічної води з активним мулом 6 постачена суцільною перегородкою 8 та двома перегородками з нижнім переливом 9, 10. Перегородки 8, 9, 10 створюють камери денітрифікації 11, 12, 13 та 14. В першій камері денітрифікації 11 установлена корзина попередньої механічної очистки 15. Крім того, в ємності для змішування стічної води з активним мулом 6 установлений трубопровід подачі частково збагаченого мулу 16 з камери денітрифікації 14 в камеру денітрифікації 11.

В рециркуляційній ємності 7 установлена похила перегородка з нижнім переливом 17, котра поділяє рециркуляційну ємність 7 на камеру аерації 18 та камеру для очищеної води 19.

В нижній частині камери аерації 18 також встановлені коротка похила перегородка 20 і аератор 21. На дні камери для очищеної води 19 установлений трубопровід 22 повертання збагаченого мулу, що осів. Пристрій також забезпечений компресором 23, вихід якого з'єднаний зі входом повітряного колектора 24. Перший вихід повітряного колектора 24 з'єднаний трубопроводом подавання стиснутого повітря 25 з трубопроводом 16, другий вихід повітряного колектора 24 з'єднаний трубопроводом 26 з аератором 21, третій вихід повітряного колектора 24 з'єднаний трубопроводом 27 з трубопроводом 22 повертання збагаченого мулу, що осів, у ємність для змішування стічної води з активним мулом 6, а четвертий вихід повітряного колектора 24 з'єднаний трубопроводом 28 з камерою для очищеної води 19.

Біологічна очистка води складається з кількох стадій та здійснюється наступним чином. На першій стадії здійснюється змішування біогенних речовин (з'єднань вуглецю, азоту, фосфору), які містяться в стічних водах, з активним мулом. Сполуки азоту, зокрема, надходять на очисні споруди переважно у вигляді амонійного азоту, азоту нітратів, азоту нітритів і азоту, що зв'язаний у органічних сполуках. Співвідношення масових концентрацій різних форм азоту постійно змінюється та залежить від стадії переробки стічних вод. Розглянемо

докладніше процес очистки. Стічна вода по каналу подавання стічної води 3 потрапляє в корзину попередньої механічної очистки 15 першої камери денітрифікації 11 ємності для змішування стічної води з активним мулом 6, в котрій відділяються та подрібнюються великі фракції. Після цього через нижній перелив перегородки 9 стічна вода надходить в другу камеру денітрифікації 12, потім через верхній край потрапляє в третю камеру денітрифікації 13 та через нижній перелив перегородки 10-у четверту камеру денітрифікації 14. У камерах 12-14 в анаеробних умовах відбувається взаємодія вуглецевих сполук, що містяться у стічній воді, з нітратоутримуючим мулом. Бактерії, які розкладають вуглецеві сполуки, використовують кисневу складову нітратів, розкладаючи ці сполуки, тобто відбувається денітрифікація. Азотиста складова відновлюється до газоподібної сполуки. Таким чином, відбувається відокремлення азоту. Аналогічно відбувається відокремлення фосфору за допомогою фосфорних Р-бактерій активного мулу. Далі частково збагачений та осілий на дно мул (важкі фракції органіки) за допомогою трубопроводу 16 подається в першу камеру денітрифікації 11 з використанням ефекту ерліфту, що отримується з допомогою стиснутого повітря, яке подається по повітряному трубопроводу 25 через повітряний колектор 24 від компресора 23. Весь комплекс верхніх та нижніх переливів камер денітрифікації з висхідними та спадними потоками води утворюють так звану систему вертикально проточного лабіринту. З четвертої камери денітрифікації 14 частково очищена стічна вода під дією гравітаційних сил надходить в камеру аерації 18, де в присутності кисню, який поступає з аератора 21, відбувається біологічний розклад органічних речовин та нітрифікація аміачного азоту. В камері аерації 18, одразу ж після перемішування стічної води з активним мулом, відбувається процес очистки, котрий складається з декількох етапів: на першому відбувається абсорбція забруднень, що знаходяться у воді, яка очищається, активним мулом та поглинання кисню, в ході якого відбувається приріст мікробної біомаси з виділенням енергії та вуглекислоти. Відбувається окиснення речовин, що легко піддаються біоокисненню. При цьому переважний вміст мікроорганізмів в складі біоценозу активного мулу в початковий період при надлишку поживних речовин, що легко засвоюються, поступово змінюється все більш високим вмістом мікроорганізмів, які поглинають забруднення, що все важче засвоюються. Настає режим голодування мікроорганізмів та поїдання одних груп іншими, більш пристосованими до умов недостатнього рівня поживних речовин вихідних забруднень у стічній воді. Тривалість цього періоду в кожному конкретному випадку залежить від швидкості біохімічного окиснення забруднень і настанням режиму голодування активного мулу по наявності поживних речовин у вхідних стоках. В підсумку ріст біомаси активного мулу знижується, що забезпечує підтримання мулу приблизно в об'ємі, який завантажений на початку циклу очистки. В цей час інтенсивно виділяються біополімерні сполуки, які прискорюють процес згортання пластівців частини мікроорганізмів активного мулу, не здатної вижи-

вати в умовах недостатнього харчування, і швидкість поглинання кисню підвищується. Коли в стічних водах, що очищуються, практично не залишається органічних речовин, настає процес нітрифікації. В ході цього процесу речовини стоків, які містять азот, окислюються до нітритів та далі до нітратів. Поява в стоках, що очищуються, нітритів та нітратів свідчить про глибоку ступінь очистки. Повітря подається в камеру аерації 18 від компресора 23. В результаті цього також збільшується швидкість процесу осадження активного мулу, що підвищив вагу, і відокремлення очищеної води відбувається більш ефективно. На наступній стадії через нижній перелив похилої перегородки 17 очищена вода зі збагаченим мулом потрапляє в камеру для очищеної води 19. Збагачений важкий мул, що осів на дні камери 19, повертається до камери денітрифікації 12 з допомогою трубопроводу 22, в який подається стисле повітря від компресора 23. Частково завислі легкі частинки мулу, які потрапили в камеру аерації 18, випливають і створюють поверхневу плівку в камері для очищеної води 19. Щоб уникнути потрапляння частинок мулу в канал відводу чистої води 4, по трубопроводу 28 подається повітря від компресора 23. Пухирці повітря руйнують кірку, що утворилася, і дрібні частинки мулу осідають на дно камери для очищеної води 19. З камери для очищеної води 19 через трубопровід 22 частинки мулу, які осіли на дно, повертаються у камеру денітрифікації 11. Таким чином відбувається стадія сепарації, тобто відділення очищеної води від дрібних частинок мулу. Очищена вода через запобіжник переливу 5 по каналу 4 виводиться з пристрою та подається на використання в технологічних цілях, або спрямовується на мікробіологічну доочистку.

Приклад. Проведена біологічна очистка води з використанням пристрою для очистки з продуктивністю  $23\text{ м}^3$  на добу. Очистці піддавалися стічні води ресторану.

Фізико-хімічні показники води до очистки та після неї наведені в таблиці.

Як видно з даних, наведених у таблиці, заявлена корисна модель дозволяє по основних показниках: на 99,6% вилучити суспензії, видалити на 97% аміак, ХПК 5 (хімічна потреба у кисні на протязі 5 діб) - 97,4%, БПК 5 (біологічна потреба у

кисні на протязі 5 діб) - 99,8%, фосфор - 92%, загальний азот - 96%. Після проведення нітрифікації та денітрифікації за способом біологічної очистки, що пропонується, слідів нітратів не виявлено.

Таким чином, проведені випробування пристрою для біологічної очистки стічних вод, показали наступні переваги:

1. Висока ефективність очистки у комбінації з біологічним усуненням азоту та фосфору внаслідок повертання збагаченого активного мулу на початкову стадію очистки.

2. Система очистки не є сприйнятливою до різкого підвищення кількості стоків, що надходять, завдяки вдосконаленій конструкції та системі запобігання переливу очищеної води.

3. Простота і практичність конструкції, зміна розмірів та розташування камер і перепадів, що дозволило зменшити об'єм резервуару та допомогти більш високій концентрації активного мулу в системі, на відміну від існуючих систем.

4. Аераційний принцип очистки, що використаний в очисній споруді, присутність кисню в поверхневих шарах навіть анаеробних зон усуває гнильні процеси, чим абсолютно усуває запах, типовий для інших очисних споруд стічних вод.

5. Низький рівень надлишкового виробництва мулу - завдяки конструктивним вбудованим анаеробним зонам, у яких відбувається технологічно спрямоване регулювання кількості та складу біомаси активного мулу.

6. Можливість роботи очисної споруди в залежності від сезонного навантаження. Цю перевагу оцінять, головним чином, бази відпочинку та санаторії з високими коливаннями відвідування на протязі року або сезонні виробництва.

7. Простота і доскональна оптимізація процесів в заявленому пристрої дозволяє суттєво знизити витрати у порівнянні з іншими рішеннями. Очисні споруди виготовляються з високоякісного поліпропілену у самонесучому корпусі, тобто монтаж не потребує спеціального залізобетонного котловану або залізобетонних кілець.

8. Простота і раціональність рішення з відсутністю рухомих частин, електроніки і автоматики (запуск компресора здійснюється звичайним таймером) гарантує низькі експлуатаційні витрати.

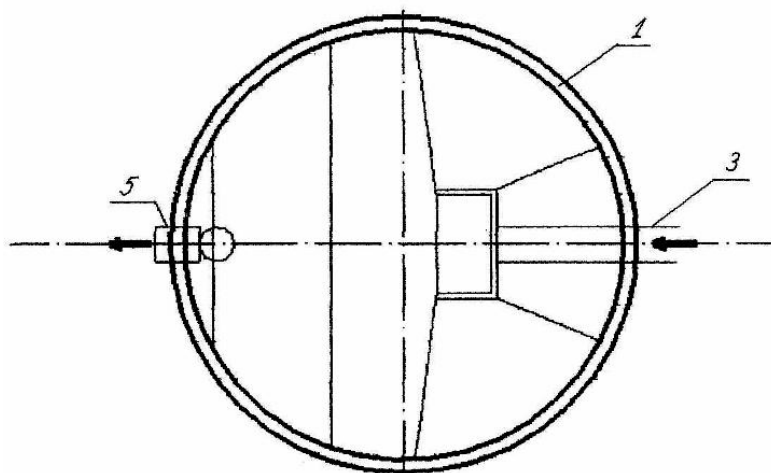
Таблиця

Фізико-хімічні показники стічної води ресторану до очистки та після неї

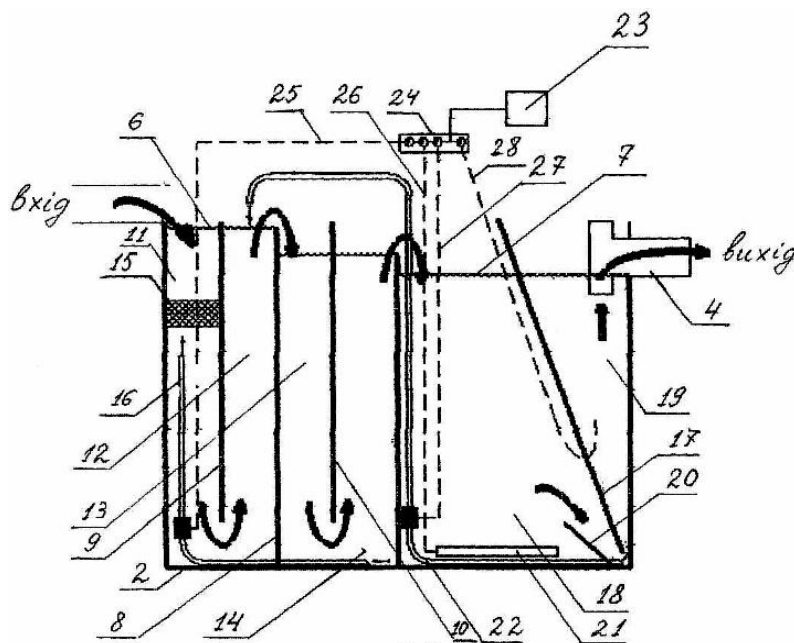
	Показники					
	pH	SS mg/1 Суспензії	ChDScr mgO <sub>2</sub> /1 Хімічна потреба у кисні (ХПК 5)	BDS7 mgO <sub>2</sub> /1 Біологічна потреба у кисні (БПК 5)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mgN/1 Аміак	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mgN/1 Нітрити
1	2	3	4	5	6	7
До очистки	6,83	1124	2947	1950	58,2	0
Після очистки	7,31	4,9	61	3,7	1,7	0,021
%		99,6	97,4	99,8	97	

Продовження таблиці

	Показники				
	Cl <sup>-</sup> mg/1 Хлориди	PO <sub>4,3</sub> <sup>-</sup> mgP/1 Фосфати	B.P mgP/1 Фосфор	B.N mgN/1 Азот	N mgN/1 Азот
1	8	9	10	11	12
До очистки	332	1,01	16	123	123
Після очистки	306	0,126	1,33	3,97	3,97
%	8	87	92	96	96



Фіг. 1



Фіг. 2