



УКРАЇНА

(19) UA (11) 49610 (13) U
(51) МПК (2009)
C02F 1/24
C02F 3/32

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ГІДРОПОННА ОЧИСНА СПОРУДА ІЗ ЦЕОЛІТНО-ТУФОВИМ ЗАВАНТАЖЕННЯМ ДЛЯ СТІЧНИХ ВОД МОЛОКОЗАВОДУ

1

2

(21) u200908139

(22) 03.08.2009

(24) 11.05.2010

(46) 11.05.2010, Бюл.№ 9, 2010 р.

(72) КУРИЛЮК МИКОЛА СТЕПАНОВИЧ, БОНДАР ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ, КРИЛЮК ВАСИЛЬ МИКОЛАЙОВИЧ, ФІЛІПЧУК ВІКТОР ЛЕОНІДОВИЧ

(73) КУРИЛЮК МИКОЛА СТЕПАНОВИЧ

(57) 1. Гідропонна очисна споруда із цеолітно-туфовим завантаженням для стічних вод молокозаводу, яка складається із корпусу біоплато, заповненого фільтруючим завантаженням, в якому висаджені вищі вологолюбні рослини, трубопроводу подачі води на очищення, дренажної системи розподілу води в зоні кореневої системи рослин, збірної дренажної системи, розташованої в нижній частині корпусу і приєднаної до трубопроводу введення очищеної води в збірний резервуар, яка **відрізняється** тим, що фільтруюче завантаження виконано комплексним і складається із цеолітно-туфового шару, в якому розташована дренажна система розподілу води і в якому висаджені вищі

вологолюбні рослини, шару мінерального завантаження та шару цеолітно-туфового завантаження, розташованого під збірною дренажною системою, при цьому пристрій додатково обладнаний Г-подібними ерліфтними стояками-перемичками, котрі з'єднують розподільну і збірну дренажні системи, при цьому верхня частина Г-подібних ерліфтних стояків-перемичок розміщена вище фільтруючого завантаження, при цьому в зоні приєднання до збірної дренажної системи кожного із Г-подібних ерліфтних стояків-перемичок розміщені нагнітаючі форсунки, приєднані до патрубку подачі стиснутого повітря від повітродувки, а трубопровід введення очищеної води в збірному резервуарі обладнаний регулятором рівня води.

2. Гідропонна очисна споруда із цеолітно-туфовим завантаженням для стічних вод молокозаводу за п. 1, яка **відрізняється** тим, що регулятор рівня води в збірному резервуарі додатково обладнаний системою автоматичного керування, який одночасно узгоджується із параметрами роботи повітродувки.

Корисна модель відноситься до пристроїв біологічного очищення води від широкої гами забруднень, із різними фізико-хімічними властивостями і може бути використана для очищення комунальних та промислових стічних вод, у тому числі від складних включень стоків заводів виробництва молочної продукції.

Відомий пристрій, що складається з корпусу, в котрому розташований шар вищих водних рослин і підведені трубопроводи подачі води на очистку і відводу очищеної води [1].

Недоліком роботи пристрою є низька ефективність вилучення забруднень, особливо при наявності у воді органічних сполук, якими збагачені побутові стічні води. Фітосорбційне їх вилучення можливе за умов проведення мінералізації сполук, що не забезпечується пристроєм-аналогом. Це призводить до замулювання зони кореневої системи вищих водних рослин, покривання плівкою,

що негативно впливає на фітосорбційне функції, аж до загибелі рослин, що в кінцевому підсумку робить використання пристрою неефективним, а додаткові елементи, призначені для знешкодження органічних забруднень в конструкції не передбачені, а тому пристрій-аналог має обмежене використання очищенням води із відомими властивостями і тільки мінеральних забруднень.

Найбільш близькою є конструкція пристрою, складається із корпусу біоплато заповненого фільтруючим завантаженням, в якому висаджені вищі вологолюбні рослини, трубопроводу подачі води на очищення, дренажної системи розподілу води в зоні кореневої системи рослин, збірної дренажної системи, розташованої в нижній частині корпусу і приєднаної до трубопроводу введення очищеної води в збірний резервуар. [2] (прототип).

До недоліків пристрою також можна віднести низьку ефективність вилучення забруднень, зок-

U
(13)

49610
(11)

UA
(19)

рема органічного походження, особливо, коли вода на очищення подається із різних об'єктів, серед яких є побутові стічні води.

Причиною цього є несприятливі умови для життєдіяльності активного мулу, що утворює біоплівку на фільтруючому завантаженні. Його використання можливе при редокс-потенціалі ($E_h=13-17$ одиниць), що є оптимальними значеннями для аеробних умов, що не забезпечується пристроєм-прототипом. Це призводить до низької активності біомаси, а також скорочення часу її життєдіяльності, як наслідок - низькі показники мінералізації розчинених та органічних сполук, котрі утворюють в'язке середовище в зоні кореневої системи рослин, що блокує надходження поживних для рослин речовин і призводить до їх загибелі, а тому довготривале використання пристрою є проблематичним. Одним із наслідків цього процесу є загнівання поверхневого шару у фільтруючому завантаженні, зокрема і в результаті відмирання біомаси, створює середовище для розвитку патогенного мікробіологічного середовища, що супроводжується як забрудненням водного середовища, так і повітряного, пов'язаного із наявністю неприємного запаху. Тому експлуатація пристрою-прототипу вимагає ретельної підготовки і постійного контролю за процесом очищення, а вплив на редокс-потенціал середовища можливий за рахунок використання реагентів. Цей шлях ускладнює процес вилучення забруднень із води, потребує додаткового експлуатаційного персоналу, і робить його дорогим у широкому використанні, особливо для об'єктів із не прогнозованим характером забруднень.

В основу корисної моделі поставлена задача, в конструкції гідропонних очисних спорудах із цеолітно-туфовим завантаженням, за рахунок виконання фільтруючого завантаження комплексним додаткового обладнання Г-подібними ерліфтними стояками-перемичками, котрі з'єднують розподільну і збірну дренажні системи, забезпеченням трубопроводу введення очищеної води в збірний резервуар регулятором рівня води, збільшити градієнт редокс-потенціалу води під час очищення, а прискорити швидкість мінералізації забруднень.

Поставлена задача досягається в гідропонній очисній споруді із цеолітно-туфовим завантаженням, яке складається із корпусу біоплато заповненого фільтруючим завантаженням, в якому висаджені вищі вологолюбні рослини, трубопроводу подачі води на очищення, дренажної системи розподілу води в зоні кореневої системи рослин, збірної дренажної системи, розташованої в нижній частині корпусу і приєднаної до трубопроводу введення очищеної води в збірний резервуар, за рахунок того, що фільтруюче завантаження виконано комплексним і складається із цеолітно-туфового шару, в якому розташована дренажна система розподілу води, і в якому висаджені вищі вологолюбні рослини, шару мінерального завантаження та шару цеолітно-туфового завантаження, розташованого під збірною дренажною системою, при цьому пристрій додатково обладнаний Г-подібними ерліфтними стояками-перемичками, котрі з'єднують розподільну і збірну дренажні сис-

теми, при цьому верхня частина Г-подібних ерліфтних стояків-перемичок розміщена вище фільтруючого завантаження, при цьому в зоні приєднання до збірної дренажної системи кожного із Г-подібних ерліфтних стояків-перемичок розміщені нагнітаючі форсунки, приєднаних до патрубку подачі стиснутого повітря від повітродувки, а трубопровід введення очищеної води в збірному резервуарі обладнаний регулятором рівня води.

Поставлена задача може бути досягнута за рахунок того, що регулятор рівня води в збірному резервуарі додатково обладнаний системою автоматичного керування, який одночасно узгоджується із параметрами роботи повітродувки.

Завдяки тому, що фільтруюче завантаження виконано комплексним, зокрема, складається із цеолітно-туфового шару, в якому розташована дренажна система розподілу води, і в якому висаджені вищі вологолюбні рослини, шару мінерального завантаження та шару цеолітно-туфового завантаження, розташованого під збірною дренажною системою досягається оптимальна тривалість знаходження забруднень в кожній із зон фільтруючого завантаження для їх вилучення. Цеолітно-туфовий шар здатен сорбувати забруднення, наприклад, азоторганічного, фосфорорганічного походження, а також інших. За рахунок цього забезпечується необхідна тривалість контакту між мікробіологічною субстанцією, якою є біоплівка активного мулу, що утворюється на поверхні завантаження і завдяки якій руйнуються, органічні сполуки до їх мінеральних складових, котрі поглинаються кореневою системою рослин. Цеолітно-туфовий шар безпосередньо впливає на мікробіологічне і фітосорбційне вилучення забруднень. Шар мінерального завантаження є більш оптимальним для анаеробних умов мікробіологічного очищення, забезпечення життєдіяльності та закріпленню біоплівки на його поверхні, якою поглинаються забруднення, здатні розкладатися в умовах мінімальної кількості кисню. Шар цеолітно-туфового завантаження, розташований під збірною дренажною системою запобігає утворенню "баласту" із забруднень, котрі могли випадково пройти крізь завантаження, їх накопиченню, шляхом поглинання завантаженням.

Додаткове обладнання пристрою Г-подібними ерліфтними стояками-перемичками, котрі з'єднують розподільну і збірну дренажні системи робить можливим підвищення редокс-потенціалу водного середовища, особливо в шарі розташування кореневої системи рослин шляхом часткового введення очищеної води (із високим редокс-потенціалом) і, в основному, за рахунок газонасичення води, що вводиться в розподільну дренажну систему. Останнє забезпечується потоком стиснутого повітря, котре подається повітродувкою через форсунки, розташовані в зоні приєднання до збірної дренажної системи кожного із Г-подібних ерліфтних стояків-перемичок. Таким чином, конструктивне рішення, взаємне розташування Г-подібних ерліфтних стояків-перемичок і поєднання із аераційно-нагнітаючим обладнанням вирішує проблеми транспортування частини очищеної води у верхню фільтраційну зону пристрою та проведення інтен-

сивного газонасичення води, що надходить на очищення, створюються необхідні умови для аеробного мікробіологічного очищення, зростання редокс-потенціалу води, прямого окислення забруднень, що прискорює процес мінералізації і ефективність вилучення забруднень.

Розміщення верхньої частини Г-подібних ерліфтних стояків-перемичок вище фільтруючого завантаження дозволяє попередити рух води із дренажної системи розподілу у збірну систему по стояку-перемичці в період відключення подачі стиснутого повітря, адже робота ерліфтних стояків-перемичок може провадитись в періодичному режимі, залежно від кількості води, що надходить на очищення, а також від вмісту та характеру забруднень.

Обладнання трубопроводу введення очищеної води в збірний резервуар регулятором рівня води дозволяє впливати на рівень води в корпусі біоплато, на час її знаходження в кожному шарі фільтруючого завантаження, час контакту із кореневою системою вологолюбивих рослин, продуктивність усієї споруди. Забезпечення регулятора рівня води в збірному резервуарі системою автоматичного керування, який одночасно узгоджується із параметрами роботи повітрорудки дозволяє раціонально узгодити режими контактної обробки води мікробіологічним середовищем фіто контактного поглинання, фільтраційного очищення із режимом газонасичення шляхом регулювання рівня води в корпусі біоплато і газонасичення. Це впливає не зміну редокс-потенціалу водного середовища, продуктивність споруди залежно від характеристик води, що надходить на очищення.

На Фіг.1 зображена схема гідропонні очисні споруди із цеолітно-туфовим завантаженням.

Гідропонні очисні споруди із цеолітно-туфовим завантаженням включають трубопровід подачі води на очищення 1, приєднаний до дренажної системи розподілу води 2 в корпусі біоплато 3, заповненого комплексним фільтруючим завантаженням, яке складається із послідовно розташованих цеолітно-туфового шару 4, шару мінерального завантаження 5, та шару цеолітно-туфового завантаження 6, вологолюбні рослини 7, збірної дренажної системи 8, Г-подібні ерліфтні стояки-перемички 9, кожен з яких обладнаний нагнітаючою форсункою 10, до якої підведений патрубком 11 подачі стиснутою повітря від повітрорудки 12, трубопровід 13 введення очищеної води у збірний резервуар 14, регулятор рівня води 15 із механізмом приводу 16, систему програмного автоматичного керування механізмом приводу і повітрорудкою 17.

Гідропонні очисні споруди із цеолітно-туфовим завантаженням працюють наступним чином.

Вода на очищення надходить по трубопроводу 1 в дренажну систему розподілу 2, через яку заповнює корпус біоплато 3. Включення повітрорудки 12 спрямовує стисле повітря по патрубках 11 у нагнітаючі форсунки 10, якими обладнані Г-подібні ерліфтні стояки-перемички 9. Завдяки розташуванню нагнітаючих форсунок 10 в зоні приєднання Г-подібних ерліфтних стояків-перемичок до збірної дренажної системи, висхідний потік повітря ство-

рює ежекційний ефект, за рахунок якого відбирається частина очищеної води і така повітряно-водяна суміш по Г-подібних ерліфтних стояках-перемичках надходить, котрі з'єднують розподільну і збірну дренажні системи і потрапляє у воду в розподільній дренажній мережі. Динамічний характер змішування потоків призводить до безпосереднього окислення частини забруднень, зростання редокс-потенціалу води водної системи, що зрушує стабільність системи вода-забруднення, сприяє руйнуванню останніх. Тому вода, потрапляючи в шар цеолітно-туфового завантаження 4 вже частково підготовлена до мінералізування забруднень. Цеолітно-туфове завантаження здатне сорбувати на своїй поверхні складні забруднення, а вода, котра містить надлишок кисню сприяє розвитку активного мулу у вигляді біоплівки. адже створює сприятливі аеробні умови для біологічного розкладання забруднень. Надлишок кисню прискорює окислення розчинених забруднень, а коренева система вологолюбних рослин 7, котра знаходиться в цеолітно-туфовому шарі, в зоні розташування дренажної системи розподілу води, вилучає основну частку забруднень, адже за газонасиченням і біологічною переробкою за допомогою біоплівки, яка активна в умовах газонасичення, досягається розкладання складних органічних сполук до форм здатних для поглинання рослинами.

Вода із підвищеним редокс-потенціалом, у тому числі за рахунок вилучення значної кількості забруднень надходить в шар мінерального завантаження (щебінь, пісок, гравій), на гранулах якого міститься біоплівка із штамів, котрі розвиваються в анаеробних умовах, за яких продовжується доочищення залишків забруднень, їх мінералізування, а очищена вода потрапляє в збірну дренажну систему 8, при цьому шару цеолітно-туфового завантаження, що знаходиться під нею, виконує функцію бар'єрного поглиначя, для утримання забруднень, що могли проскочити крізь основні фільтрочишувальні шари, а тому неможливе накопичення і утворення баласту із забруднень.

Очищена вода по трубопроводу 13 вводиться у збірний резервуар 14, при цьому завдяки регулятору рівня води 15 із механізмом приводу 16 провадиться регулювання рівня води у збірному резервуарі 14. З огляду на те, що резервуар 14 гідравлічне сполучений із корпусом біоплато 3 провадиться регулювання швидкості біофільтраційного очищення із одночасним регулюванням роботи повітря нагнітаючої системи. При цьому узгоджується потужність нагнітання повітря і періодичність її включення із продуктивністю очисного пристрою. Це забезпечується системою програмного автоматичного керування 17. Таким чином, в залежності від кількості води, що надходить на очищення, характеру забруднень (котре залежить від підключення джерел стоків) провадиться узгодження роботи гідропонної споруди із цеолітно-туфовим завантаженням забезпечуючи номінальний режим роботи із максимальними ефективністю і продуктивністю вилучення забруднень.

Відмінністю пристрою є поєднання запропонованого комплексного фільтруючого завантаження

із конструкцією ерліфтних стояків, виконаних у вигляді Г-подібних елементів. Запропоновані конструктивні рішення дозволяють оптимізувати процес зміни редокс-потенціалу води в напрямі фільтрування, газонасичення забезпечує створення аеробних умов в зоні кореневої системи рослинного шару, котрий вилучає забруднення, використовуючи властивості цеолітно-туфового завантаження і біологічного руйнування складних забруднень. Газонасичення створює оптимальні умови життєдіяльності активного мулу, із одночасним корегуванням параметрів водного середовища, забезпечуючи неоднорідність редокс-потенціалу, за рахунок чого створюються умови вилучення різних за природою забруднень, наприклад, можливе проведення процесів нітрифікації і денітрифікації, адже в шарі звичайного мінерального завантаження створені умови для біологічного очищення в анаеробних умовах.

Запрограмований режим продуктивності споруди, періодичності і потужності газонасичення дозволяє створити умови для оптимального техні-

чних параметрів процесу очищення, при мінімумі енергетичних витрат, адже конструкція споруди передбачає врахування параметрів води із забрудненнями, що надходить на очищення.

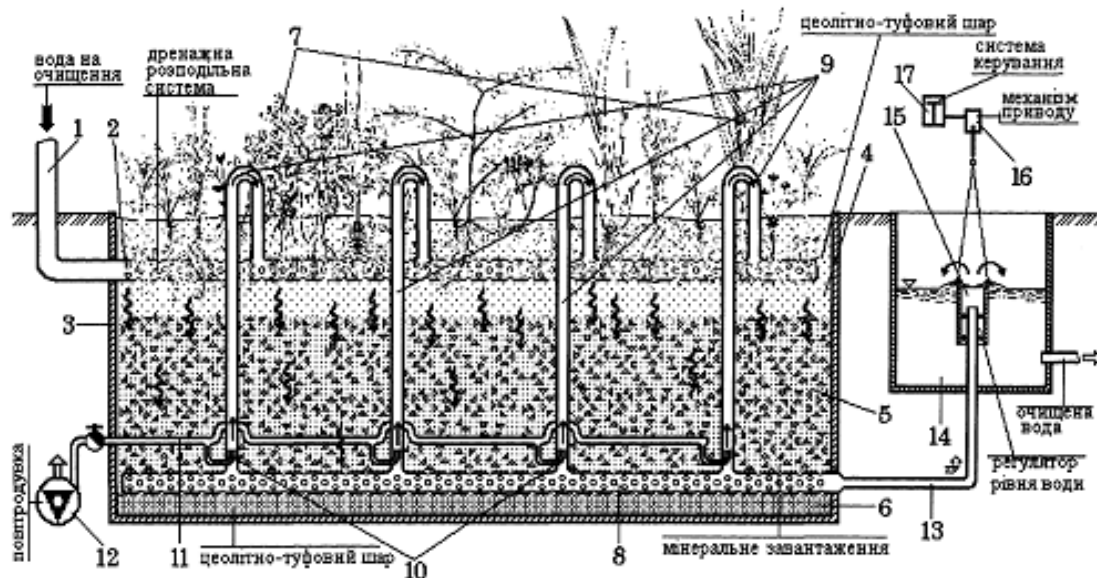
Використання запропонованого технічного рішення дозволять одержати якісно новий технічний результат, а його впровадження дозволить отримати економічний ефект. Так, при продуктивності 100 куб.м. на добу економічна ефективність складе 80-140 тис. грн/рік, за рахунок високих показників ефективності, продовження терміну використання.

Важливою особливістю пристрою є його простота в експлуатації, що робить можливим його широке використання, при цьому об'єкт може працювати в автономному режимі.

Джерела інформації:

1. А.с. №1761678, кл. C02F1/00; 1/24; B01D36/04, 1992.

2. Использование высших водных растений для биологической очистки эвтрофных водоемов. К. Янкявичюс и др. ЦООНТИ-ИНИОН, г.Вильнюс.



Фіг. 1