



УКРАЇНА

(19) UA (11) 57987 (13) U
(51) МПК
C02F 1/24 (2011.01)
C02F 3/32 (2011.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ВОДООЧИСНА СТАНЦІЯ ГЕЛІОФІЛЬТР-БІОПЛАТО РОСА-152

1

(21) u201010309

(22) 25.08.2010

(24) 25.03.2011

(46) 25.03.2011, Бюл.№ 6, 2011 р.

(72) КУРИЛЮК МИКОЛА СТЕПАНОВИЧ, САГАЛЕ-ВИЧ МАРАТ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, ЦИГАНКОВ ІВАН ЮРІЙОВИЧ, КУРИЛЮК ОЛЕКСІЙ МИКОЛАЙОВИЧ
(73) КУРИЛЮК МИКОЛА СТЕПАНОВИЧ, САГАЛЕ-ВИЧ МАРАТ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, ЦИГАНКОВ ІВАН ЮРІЙОВИЧ, КУРИЛЮК ОЛЕКСІЙ МИКОЛАЙОВИЧ

(57) Водоочисна станція геліофільтр-біоплато, що складається із біоплато, яке включає корпус, заповнений зернистим завантаженням, в якому висаджені вищі водні рослини, трубопроводу подачі води на очищення із дренажною системою її розподілу в зоні кореневої системи вищих водних рослин, збірної дренажної системи, розташованої в нижній частині корпусу і приєднаної до трубопроводу відведення очищеної води, яка **відрізняється** тим, що додатково обладнана верхнім і нижнім циркуляційними дренажами, розташованими в зернистому завантаженні корпусу біоплато між

2

дренажем розподілу і збірною дренажною системою, при цьому верхній циркуляційний дренаж з'єднаний трубопроводом із збірним резервуаром, котрий обладнаний циркуляційним агрегатом лінії подачі води у окремий самопромивний фільтрувальний блок, в котрому розташоване комплексне фільтруюче завантаження із цеолітно-туфового і/або бруситового зернистого матеріалу, яке відділено перфорованою перегородкою від завантаження із плаваючих пінополістирольних гранул, в нижній зоні якого розташована система збору фільтрату, котра відповідним трубопроводом з'єднана із нижнім циркуляційним дренажем біоплато, а сифонний П-подібний трубопровід промивної води окремого самопромивного фільтрувального блока заведений в гідрозатвор, котрий гідравлічно об'єднаний із прояснювачем і який додатково обладнаний системою дозованого введення реагентів і біодеструкторів-ензимів та лінією відбору і подачі освітленої води в трубопровід подачі води на очищення в біоплато.

Корисна модель призначена для очищення води від забруднень у тому числі від мінеральних речовин і органічних і сполук азоту і фосфору шляхом комплексної обробки води і може застосовуватись на станціях очищення і доочищення стічної комунально-побутової та води промислових підприємств, очищення зливових вод для отримання води на технічні потреби (зрошення, миття вулиць і тротуарів поповнення резервуарів для систем технічного водопостачання на промпідприємствах), очищення води малих річок.

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

Недоліком роботи відомого пристрою є низька ефективність вилучення забруднень, особливо це стосується природних і стічних вод, що одночасно містять мінеральні і органічні з'єднання, які присутні в стічних побутових водах. Причиною є стабільність редокс-потенціалу водного середовища, що очищується і, як наслідок, висока ймовірність

кольматації фільтруючого завантаження. Це сприяє дестабілізації водної системи, що містить забруднення, а тому руйнування зв'язків, для створення оптимальних умов для процесів окислення домішок можливе при використанні мікроорганізмів-біодеструкторів і біоплівки. Унеможливорює використання мікроорганізмів біоплівки на біоплато. Ефективному вилученню забруднень в біоплато за допомогою біоплівки і біодеструкторів-ензимів можливе при створенні умов, що сприяють їх життєдіяльності. Важливим показником також є площа контакту системи біомаса - водне середовище, що для відомого пристрою очищення не є достатньою через ймовірну кольматацію частини фільтруючого завантаження. Низька ефективність очищення супроводжується виникненням та розповсюдженням на спорудах очищення запаху загнивання, що для відповідних умов може створювати проблеми санітарного і соціального характеру.

Більш близькою конструкцією до рішення, що пропонується є пристрій, який складається із біоплато, котре включає корпус, заповнений зернис-

U
(13)

57987
(11)

UA
(19)

тим завантаженням, в якому висаджені вищі водні рослини, трубопроводу подачі води на очищення із дренажною системою її розподілу в зоні кореневої системи водних рослин, збірної дренажної системи, розташованої в нижній частині корпусу і приєднаної до трубопроводу відведення очищеної води [2] (прототип).

Пристрій також не забезпечує необхідну ефективність вилучення мінеральних і органічних забруднень, особливо при довготривалій роботі в періоди максимального навантаження. При включенні в процес очищення в час пікових навантажень спостерігається невисокий коефіцієнт вилучення забруднень, підбором необхідного рослинного шару та мінерального фільтруючого завантаження можна тільки епізодично досягти необхідних показників редокс-потенціалу і бажаного ступеню очищення, але при накопиченні зважених речовин в мінеральному завантаженні біоплато (кольматації фільтруючого матеріалу) цей показник різко знижується, що впливає на процеси сорбції як рослинним шаром, так і некерованому перетворенню стану речовин, що знаходяться в іонних формах, у зважений і колоїдний стан. Проблематичним є вилучення із завантаження біоплато мінеральних і органічних домішок, які сприяють процесу кольматації мінерального завантаження біоплато, особливо зони, що знаходиться нижче кореневої системи рослинного пласту біоплато. Наслідком цього є забивання порового простору фільтраційного матеріалу і кореневої системи вищих водних рослин біоплато, створення зон загнивання, зниження продуктивності пристрою із одночасним зменшенням ефективності вилучення забруднень, утворення неприємних запахів. Часто, особливо в присутності колоїдів і органічних сполук азоту і фосфору, виникають процеси загнивання, що супроводжується появою різкого і неприємного запаху. Джерелом може бути відмирання біоплівки, яка при оптимальних умовах життєдіяльності є необхідною для процесу біологічного очищення, а також приймає участь в масообмінних процесах між забрудненнями та кореневою системою рослин, але разом із заростанням (кольматацією) порового простору мінерального завантаження, ця біоплівка починає відмирати і загнивати. Ці проблеми, в основному, вирішуються шляхом повної, або часткової заміни мінерального завантаження біоплато, що потребує значних додаткових витрат, а також обмежує можливості в доборі вищих рослин видами, які дозволяють (по величині) провадити такі операції.

В основу винаходу поставлена задача, в водоочисній станції геліофільтр-біоплато РОСА-152, за рахунок того, що водоочисна станція додатково обладнана верхнім і нижнім циркуляційними дренажами, розташованими в зернистому завантаженні корпусу біоплато між дренажем розподілу і збірною дренажною системами, при цьому верхній циркуляційний дренаж з'єднаний трубопроводом із збірним резервуаром, котрий обладнаний циркуляційним агрегатом лінії подачі води у окремий самопромивний фільтрувальний блок, в котрому розташоване комплексне фільтруюче завантаження із цеолітно-туфового і/або бруситового зерни-

того матеріалу, яке відділено перфорованою перегородкою від завантаження із плаваючих пінополістирольних гранул, в нижній зоні якого розташована система збору фільтрату, котра відповідним трубопроводом з'єднана із нижнім циркуляційним дренажем біоплато, а сифонний П-подібний трубопровід промивної води окремого самопромивного фільтрувального блока заведений в гідрозатвор, котрий гідравлічно об'єднаний із прояснювачем і який додатково обладнаний системою дозованого введення реагентів і біодеструкторів-ензимів та лінією відбору і подачі освітленої води в трубопровід подачі води на очищення в біоплато, забезпечити градієнтне збільшення редокс-потенціалу води в біоплато в напрямі фільтраційного очищення із одночасним прискоренням швидкості масообмінних процесів в біоплато.

Поставлена задача досягається запропонованою водоочисною станцією геліофільтр-біоплато РОСА-152, що складаються із біоплато, котре включає корпус, заповнений зернистим завантаженням, в якому висаджені вищі водні рослини, трубопроводу подачі води на очищення із дренажною системою її розподілу в зоні кореневої системи вищих водних рослин, збірної дренажної системи, розташованої в нижній частині корпусу і приєднаної до трубопроводу відведення очищеної води, причому біоплато додатково обладнане верхнім і нижнім циркуляційними дренажами, розташованими в зернистому завантаженні корпусу біоплато між дренажем розподілу і збірною дренажною системами, при цьому верхній циркуляційний дренаж з'єднаний трубопроводом із збірним резервуаром, котрий обладнаний циркуляційним агрегатом лінії подачі води у окремий самопромивний фільтрувальний блок, в котрому розташоване комплексне фільтруюче завантаження із цеолітно-туфового і/або бруситового зернистого матеріалу, яке відділено перфорованою перегородкою від завантаження із плаваючих пінополістирольних гранул, в нижній зоні якого розташована система збору фільтрату, котра відповідним трубопроводом з'єднана із нижнім циркуляційним дренажем біоплато, а сифонний П-подібний трубопровід промивної води окремого самопромивного фільтрувального блока заведений в гідрозатвор, котрий гідравлічно об'єднаний із прояснювачем і який додатково обладнаний системою дозованого введення реагентів і біодеструкторів-ензимів та лінією відбору і подачі освітленої води в трубопровід подачі води на очищення в біоплато.

Поставлена задача досягається за рахунок того, що лінія подачі води у самопромивний фільтрувальний блок із збірного резервуару і трубопровід відводу фільтрату із самопромивного фільтрувального блока в нижній циркуляційний дренаж біоплато гідравлічно з'єднані між собою.

Завдяки додатковому обладнанню біоплато верхнім і нижнім циркуляційними дренажами, розташованими в зернистому завантаженні корпусу біоплато між дренажем розподілу і збірною дренажною системами, створюються оптимальні умови впливу на редокс-потенціал води, що очищається в біоплато, шляхом циркуляційному відбору води

(повному або частковому, в залежності від характеру забруднень та пори року) верхнім циркуляційним дренажем і поверненню її (циркуляції) в біоплато після додаткової обробки фільтруванням через нижній циркуляційний дренаж. Таким чином досягається вплив на водне середовище та властивості зернистого завантаження біоплато, забезпечується регенерація фільтруючого завантаження біоплато, коригується редокс-потенціал води і біоплівки в завантаженні біоплато, запобігається утворення неприємних запахів на очисних спорудах.

З'єднання трубопроводом верхнього циркуляційного дренажу із збірним резервуаром, дозволяє використати гідростатичний тиск для автоматичного регулювання кількості води, що забирається циркуляційним дренажем, в залежності від продуктивності фільтрування, узгоджувати із продуктивністю циркуляційного агрегату, котрим обладнаний збірний резервуар, для подачі води у окремий самопромивний фільтрувальний блок.

Самопромивний фільтрувальний блок, яким обладнаний пристрій, виконує комплексну функцію. Він призначений для безпосереднього очищення циркуляційної води завдяки використанню комплексного фільтруючого завантаження із цеолітно-туфового і/або бруситового зернистого фільтруючого матеріалу, котре сорбує азотовмісні і фосфорні забруднення, а також вилучає іони важких металів, колоїди і мінералізований осад шляхом осадження на поверхні цеолітно-туфового і/або бруситового зернистого фільтруючого матеріалу і завантаження із плаваючих полістирольних гранул, котре відділено від цеолітно-туфового завантаження перфорованою перегородкою. При цьому використання фільтрувального блока залежить від кількісних та якісних показників води, що надходить на очищення, а також від властивостей біодеструкторів-ензимів в завантаженні біоплато і вегетативних параметрів водних рослин біоплато, котрі залежать від періоду року. Окрім того, самопромивний фільтрувальний блок впливає на параметри біологічного очищення, адже впливає на редокс-потенціал води, яка циркулює (повертається) в біоплато, а також формує біологічний субстрат для використання його на початковій стадії фітобіологічного очищення. Для цього використовується промивна вода фільтрувального блока завдяки тому, що сифонний П-подібний трубопровід промивної води самопромивного фільтрувального блока заведений в гідрозатвор, котрий гідравлічно об'єднаний із прояснювачем, який додатково обладнаний системою дозованого введення реагентів і біодеструкторів-ензимів та лінією відбору і подачі освітленої води в трубопровід подачі води на очищення.

Таким чином, вода із осадом при промивці самопромивного фільтрувального блока потрапляє в освітлювач, в якому провадиться регенерація біологічно активного агенту (мікроорганізмів активного мулу, очищувачів води) шляхом використання сконцентрованого активного мулу із фільтраційного осаду (промивної води) та дозованим введенням спеціально підібраних штамів мікроорганізмів, біодеструкторів-ензимів, котрі здатні надати необ-

хідних властивостей всьому об'єму активного мулу. Введення такого підготовленого активного мулу в трубопровід подачі води на очищення активно впливає на зміну редокс-потенціалу водної системи і суттєво прискорює мікробіологічні та фітообмінні процеси вилучення забруднень із води, особливо забруднень азотної і фосфорної групи, органічних і мінеральних колоїдів.

Гідравлічно з'єднані між собою лінії подачі води у самопромивний фільтрувальний блок із збірного резервуару і трубопровід відводу фільтрату із самопромивного фільтрувального блока трубопроводом, обладнаним запірною-регулювальною арматурою, дозволяє провадити додаткове керування і регулювання продуктивності очищення між біоплато та самопромивним фільтраційним блоком, а також впливати на періодичність регенерації самопромивного фільтраційного блока, що також впливає на кількість біологічного субстрату, котрий готується (виробляється) із регенераційної води в прояснювачі.

Підвищення таким чином редокс-потенціалу води дозволяє одночасно досягти підвищення ефективності вилучення забруднень із води при поєднанні фітоконтактної обробки води, її фільтруванням крізь спеціально підібрані для цієї мети фільтрувальні завантаження, із одночасним впливом на мікробіологічне середовище, котре приймає основну участь в фітобіологічному очищенні води в об'ємі біоплато з використанням кореневої системи вищих водних рослин і біодеструкторів-ензимів.

На кресленні зображена схема водоочисної станції геліофільтр-біоплато РОСА-152. Водоочисна станція геліофільтр-біоплато РОСА-152 складається із трубопроводу подачі стічної води на очищення 1, із дренажною мережею її розподілу 2, корпусу біоплато 3 з мінеральним завантаженням 4, в якому висаджені вищі водні рослини 5, верхнього циркуляційного дренажу 6, з'єданого трубопроводом 7 із збірним резервуаром 8, котрий обладнаний циркуляційним агрегатом 9, трубопровідної лінії 10 подачі води у фільтрувальний блок 11, в котрому розташоване цеолітно-туфове і/або бруситове фільтруюче завантаження 12, розташоване на перфорованій перегородці 13, під якою знаходиться плаваюче полістирольне завантаження 14, в нижній зоні якого розташовані ковпачки системи збору фільтрату 15, приєднаних трубопроводом 16 до нижнього циркуляційного дренажу 17, сифонного П-подібного трубопроводу промивної води 18, заведений в гідрозатвор 19, котрий перетоком 20 гідравлічно з'єднаний із прояснювачем 21, системи дозованого введення біодеструкторів-ензимів 22 в прояснювач, лінії 23 відбору освітленої води із прояснювача і її введення в трубопровід подачі води на очищення, збірної дренажної системи 24, трубопроводу відводу очищеної води 25.

Водоочисна станція геліофільтр-біоплато РОСА-152 працює наступним чином.

Вода на очищення подається по трубопроводу 1 у верхню дренажну систему 2, розташовану в корпусі біоплато 3, який заповнений мінеральним завантаженням 4 із висадженими у ньому вищими

вологолюбивими рослинами 5. В трубопровод 1 лінії 23 вводиться водний розчин біологічних деструкторів, ензимів і мікроорганізмів активного мулу, що теж містить штами біодеструкторів-ензимів, що призводить до зростання редокс-потенціалу води і до процесу мікробіологічного розкладання органічних і синтетичних (ПАР, СПАР) забруднень, особливо тих, що мають органічне походження. Вода із забрудненнями, потрапляючи в мінеральне завантаження 4 біоплато, контактує із розгалуженою кореневою системою вищих водних рослин 5, котрі активно поглинають значну частину забруднень, особливо сполук азоту і фосфору, натрію і калію, що також призводить до подальшого підвищення редокс-потенціалу води. Цьому процесу сприяє наявність біодеструкторів-ензимів і активної біоплівки, яка покриває гранули мінерального завантаження (щебінь, пісок, гравій) і поверхню кореневої системи вищих водних рослин, а її відновленню сприяє спеціальне введення «нових» штамів в трубопровод 1, при цьому наявність в середовищі біоплівки біодеструкторів-ензимів сприяє прискоренню процесу розкладання забруднень до елементів, котрі здатні поглинатися кореневою системою вологолюбних рослин. Проходячи крізь мінеральне завантаження 4 вода частково, або повністю (залежить від кількості надходження води, ступеню її циркуляції та пори року) забирається верхнім циркуляційним дренажем 6 і по трубопроводу 7 надходить у збірний резервуар 8. Він розташований таким чином, що гідростатичний рівень води може регулювати кількість надходження в нього води при виключеному циркуляційному агрегаті 9, але його включення забезпечує подачу води по трубопроводній лінії 10 у окремий самопромивний фільтрувальний блок 11. Фільтруючись спочатку крізь цеолітно-туфове фільтруєче завантаження 12 вода звільняється від можливих залишків розчинених органічних з'єднань, а також прискорює процес мінералізації забруднень, котрі, пройшовши перфоровану перегородку 13, осаджується на поверхні плаваючого пінополістирольного завантаження 14, а очищена вода через системи збору фільтрату 15, по трубопроводу 16 вводиться в нижній циркуляційний дренаж 17, крізь який проходить додаткове «фінішне» фільтрування в напрямі збірної дренажної системи 24. При цьому вода, котра пройшла очищення у окремому самопромивному фільтраційному блоці змішується із «сирою» водою, що надходить і фільтрується крізь зернисте завантаження біоплато 4, що також призводить до зростання редокс-потенціалу води на вході в біоплато. При цьому надходження води через нижній циркуляційний дренаж 17 після очищення у окремому самопромивному фільтраційному блоці може бути періодичним (як і подача води у самопромивний фільтраційний блок), що призводить до пульсуючого швидкісного режиму протікання води в біоплато, а це, в свою чергу, додатково виключає колюматію порового простору мінерального завантаження 4 біоплато. Очищена вода по трубопроводу 25 відводиться для подальшого використання.

Поступове накопичення забруднень на поверхні комплексного фільтруючого завантаження 12,

14 і кореневої системи вищих водних рослин створює додатковий гідростатичний тиск, що призводить до підняття рівня води і автоматичної регенерації фільтруючого завантаження, при цьому вода по промивному сифонному П-подібному трубопроводу 18, через гідрозатор 19, по перетоку 20 відводиться в прояснювач 21. Після завершення регенерації окремий самопромивний фільтраційний блок автоматично включається в процес очищення, а регенераційна вода із осадом, в якому знаходиться значна кількість мікроорганізмів активного мулу, проходить розділення. Системою дозованого введення 22 у воду, збагачену активним мулом, додається, по необхідності, розчин реагентів і підібраний «коктейль» біодеструкторів-ензимів, котрі являють собою штами спеціально підібраних природних біологічно активних мікроорганізмів, речовин-матриць для мікроорганізмів та ферментів, котрі моделюють біоактивне середовище (із активним мулом) для утворення біоплівки в біоплато і здатні до активного поглинання та розкладання різного спектру забруднень, що знаходяться у воді. Із прояснювача 21, освітлена водо-біологічна суміш відбирається в лінію 23, якою вводиться в трубопровод подачі «сирої» стічної води на очищення 1 в біоплато.

Відмінністю запропонованого технічного рішення від пристроїв аналогічного призначення є комплексний підхід до очищення води із одночасною регенерацією фільтруючого завантаження і кореневої системи вищих водних рослин біоплато. Використовується поєднання біореагентного очищення та фітоконтактного масообміну, разом із процесом осадження на фільтруючому завантаженні окремого само промивного фільтраційного блока. Такі технологічні і конструктивні рішення дозволяють оптимально використати елементи вилучення забруднень відповідно до їх фізико-хімічного складу, при цьому реалізується процес моделювання мікробіологічного середовища шляхом відбору активного мулу із осаду і надання йому необхідних властивостей за допомогою введення біодеструкторів-ензимів одночасно із регенерацією фільтруючого завантаження і кореневої системи вищих водних рослин біоплато.

Поєднання елементів очищення створює умови ефективного очищення незалежно від пори року та вегетативного періоду рослин, адже в теплий період року додатковий самопромивний фільтрувальний блок може використовуватись тільки для часткового доочищення та регенерації завантаження біоплато, що дозволяє моделювати мікробіологічне середовище очищення, а в холодний період - приймати на себе максимальне навантаження, використовуючи також поверхню зернистого завантаження біоплато для біологічного очищення біоплівкою з мінімальним використанням кореневої системи вищих водних рослин.

Вплив та регулювання редокс-потенціалу води, створення його неоднорідності (збільшення) в напрямі фільтрування, обумовлює ефективне очищення води від широкого спектру забруднень, забезпечує універсальність споруд, дозволяє одержати стабільну якість очищення води, котра може містити забруднення із відмінними фізико-

хімічними властивостями, при цьому робота пристрою базується на використанні природних явищ, коли речовини, які шкідливі для людини, є необхідними поживними речовинами для рослин та мікрофлори і поглинаються ними. Реалізується безпечна природна «зелена» екотехнологія очищення води, яку слід запроваджувати не тільки за її доступність і простоту, але й за екологічну, соціальну і економічну доцільність (для очищення води, в основному, використовується енергія променів сонця і здійснюється рекуперація тепла, що накопичувалось водою, яка очищається, в процесі її попереднього використання на побутові, чи виробничі потреби).

Пристрій дозволяє значно зменшити собівартість очищення води за рахунок комплексного впливу на водне середовище і може знайти широке використання для очищення природних і стічних вод побутового характеру, а також промислових підприємств, особливо це стосується підприємств харчової промисловості і переробки нафти, очищення стічних і дренажних вод сміттєзвалищ і полігонів переробки органічних промислових і муніципальних відходів. Створюється, за допомогою

пристрою що патентується, саморегульована природна система очищення води, яка може працювати виключно на енергії сонячного проміння (використання фотосинтезу вищими водними рослинами для очищення води) без втручання операторів очисних споруд і без використання складних систем управління. В результаті очищення води утворюється чиста вода, кисень, водяна пара, аерофітонциди рослин, мінералізований природний біогумус і зелена біомаса вищих водних рослин, або деревина енергетичних порід дерев і чагарників (верба, вільха, осика), естетичний ландшафт, створюються рекреаційні зони для природного біорозмаїття. Економічний ефект від впровадження може складати від 700.0 тис грн. на рік для споруд продуктивністю до 15 000,0 м. куб. на добу в порівнянні із аналогічним обладнанням при доочищенні комунальних стічних вод.

Використана інформація

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.

