



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **160767** (13) **U**
(51) МПК
G01N 21/25 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

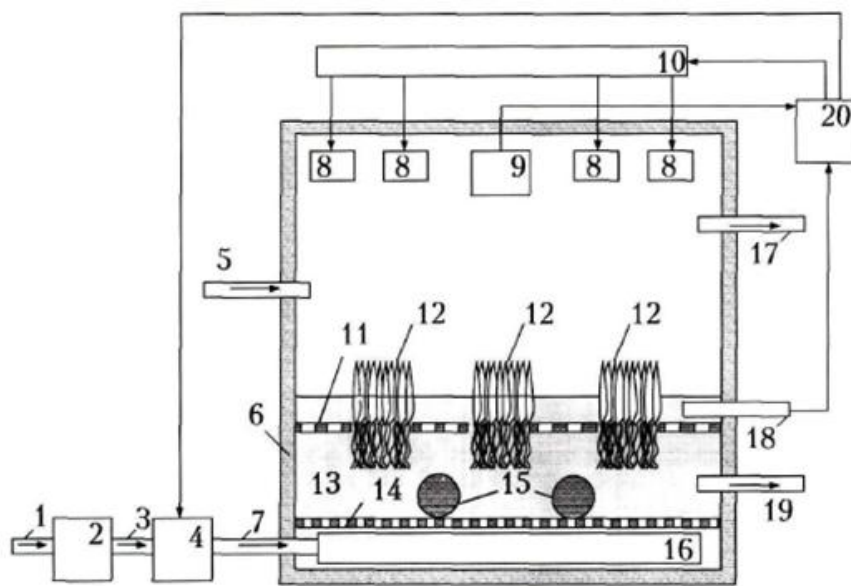
(21) Номер заявки: u 2025 00115	(72) Винахідник(и): Петрук Василь Григорович (UA), Кватернюк Сергій Михайлович (UA), Кватернюк Олена Євгенівна (UA), Мандебура Святослав Васильович (UA), Гончарук Вадим Станіславович (UA), Латуша Дмитро Русланович (UA), Максименко Максим Павлович (UA)
(22) Дата подання заявки: 10.01.2025	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 09.10.2025	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 08.10.2025, Бюл.№ 41	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

(54) СПОСІБ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ЗАБРУДНЕНОГО ПОВІТРЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНИХ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ

(57) Реферат:

Спосіб декарбонізації забрудненого повітря з використанням штучних водно-болотних угідь включає використання ємності, в якій очищується стічна вода в аеробних умовах мікроорганізмами на кореневій системі вищих водних рослин, закріплених до несучого елемента із перфорованим дном, сітчастого піддона з повільно розчинними елементами у вигляді глиняних колобків, які містять поживні речовини для живлення мікроорганізмів та вищих водних рослин. Включає формування мультиспектральних зображень вищих водних рослин за допомогою ширококутної цифрової камери та світлодіодних джерел освітлення, що перемикаються, аналіз мультиспектральних зображень за допомогою комп'ютера та опосередкованого вимірювання співвідношення між каротиноїдами і загальним хлорофілом у вищих водних рослинах. При цьому спочатку забруднене повітря очищують від твердих частинок, які не піддаються біорозкладанню скрубером, і подають у ємність із стічними водами. Вимірюють температуру стічних вод у ємності за допомогою давача температури з мікроконтролером, для підтримання температури стічних вод у ємності у діапазоні, сприятливому для життєдіяльності вищих водних рослин та мікроорганізмів за допомогою комп'ютера регулюють швидкість потоку забрудненого повітря.

UA 160767 U



Корисна модель належить до технологій захисту навколишнього природного середовища та може бути використана для очищення забрудненого повітря і його декарбонізації у поєднанні з біологічним очищенням стічних вод у штучних водно-болотних угіддях.

Відомо спосіб біологічного очищення забруднених стічних вод від нафтопродуктів, що включає використання ємності, в якій очищується стічна вода в аеробних умовах мікроорганізмами на волокнистому носії, кореневій системі вищих водних рослин (ейхорнії прекрасної), закріплених до несучого елемента із додатковою плавучістю у вигляді плотика з перфорованим дном, розміщеним у ємності, причому плотик виконують у вигляді об'ємної пустотілої конструкції, у формі прямокутного паралелепіпеда, верхні ребра якого розміщують вище рівня води, а нижні - занурюють у товщу води, під водними рослинами, волокнистим носієм, розміщують сітчастий піддон з повільно-розчинними елементами у вигляді глиняних колобків, які містять поживні речовини для живлення мікроорганізмів, вищих водних рослин, а по периметру стінок ємності, на відстані від плотика, розміщують труби з соплами та клапанами, які з'єднують із джерелом подачі стислого повітря. Поживні речовини для іммобілізованих мікроорганізмів, водних рослин, які входять в основу глини колобків, складаються з співвідношенні компонентів, мас. %: глина 45-55; наносубстрат біомаси рослин 20-35; активовані ефективні мікроорганізми (ЕМ - А) 0,2-0; вода решта. Крім цього, як біологічну масу наносубстрату органічного живлення іммобілізованих мікроорганізмів мікроелементами використовують наступні рослини: столовий буряк (гичка) *Beta vulgaris*, люпин вузьколистий (*Lupinus angustifolius*), кульбабу звичайну (коріння) *Taraxacum officinale*, щиріцу звичайну (*Amaranthus retroflexus*), кропиву дводомну (*Urtica dioica*), у співвідношенні 1/1/1/1/0,5 (Патент України № 109098, М.Кл. C02F 3/02, C02F 3/32, C02F 3/34, C02F 101/32, C02F 103/16, опубл. 10.06.2016 р., бюл. № 15).

Недоліком способу є відсутність контролю параметрів забруднення стічних вод, що проходить очищення, а також контролю стану вищих водних рослин, які використовуються для очищення води.

Найближчим аналогом є спосіб очищення стічних вод від нафтопродуктів та контролю параметрів забруднення, що включає використання ємності, в якій очищується стічна вода в аеробних умовах мікроорганізмами на кореневій системі вищих водних рослин, закріплених до несучого елемента із перфорованим дном, сітчастого піддона з повільно розчинними елементами у вигляді глиняних колобків, які містять поживні речовини для живлення мікроорганізмів та вищих водних рослин, причому мультиспектральні зображення вищих водних рослин формують на довжинах хвиль 450, 470, 660 нм, за допомогою широкосмугової ПЗЗ-камери та світлодіодних джерел освітлення, що перемикаються, причому на основі отриманих даних за допомогою комп'ютера проводять аналіз мультиспектральних зображень та здійснюють опосередковане вимірювання співвідношення між каротиноїдами і загальним хлорофілом у вищих водних рослинах з використанням регресійного рівняння, яке пов'язує його з результатами мультиспектральних вимірювань, якщо вказане співвідношення між каротиноїдами і загальним хлорофілом у вищих водних рослинах відрізняється більш ніж на 30 % порівняно з початковим значенням, то шар вищих водних рослин замінюють на нові рослини на стадії вегетативного росту, вилучену біомасу вищих водних рослин, що забруднена нафтопродуктами, підсушують, брикетують та використовують у вигляді палива у котлах котельні (Патент України № 147235, М.Кл. G01N 21/25 C02F 3/02 C02F 3/32 C02F 3/34 C02F 101/32, опубл. 21.04.2021 р., бюл. № 16).

Недоліком найближчого аналога є вузькі функціональні можливості через неможливість функціонування при зменшенні температури у очисному комплексі нижче допустимого значення для нормальної життєдіяльності вищих водних рослин та бактерій у їх кореневій системі, що виконують біологічне очищення стічних вод.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення способу декарбонізації забрудненого повітря з використанням штучних водно-болотних угідь, в якому за рахунок введення нових операцій та їх послідовності підвищується ефективність біологічного очищення стічних вод при зменшенні температури, що сприяє розширенню функціональних можливостей.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі декарбонізації забрудненого повітря з використанням штучних водно-болотних угідь, що включає використання ємності, в якій очищується стічна вода в аеробних умовах мікроорганізмами на кореневій системі вищих водних рослин, закріплених до несучого елемента із перфорованим дном, сітчастого піддона з повільно розчинними елементами у вигляді глиняних колобків, які містять поживні речовини для живлення мікроорганізмів та вищих водних рослин, формування мультиспектральних зображень вищих водних рослин за допомогою широкосмугової цифрової камери та світлодіодних джерел освітлення, що перемикаються, аналіз мультиспектральних зображень за

допомогою комп'ютера та опосередкованого вимірювання співвідношення між каротиноїдами і загальним хлорофілом у вищих водних рослинах, згідно з корисною моделлю, спочатку забруднене повітря очищують від твердих частинок, які не піддаються біорозкладанню скруббером, і подають у ємність із стічними водами, вимірюють температуру стічних вод у ємності за допомогою датчика температури з мікроконтролером, для підтримання температури стічних вод у ємності у діапазоні, сприятливому для життєдіяльності вищих водних рослин та мікроорганізмів за допомогою комп'ютера регулюють швидкість потоку забрудненого повітря.

На кресленні представлена структурну схему пристрою, що реалізує спосіб.

Пристрій містить ємність 6, заповнену стічними водами 2, шар вищих водних рослин 12 закріплений до несучого елемента з перфорованим дном 11, який знаходиться нижче рівня води, сітчатий піддон 14 з повільно-розчинними елементами у вигляді глиняних колобків 15. До ємності підведено трубопроводи подачі води на очищення 5 та відводу очищеної води 19. У пристрої розміщено ПЗЗ-камеру 9, що з'єднана з входом комп'ютера 20, який під'єднано через мікроконтролерний пристрій 10 для перемикання світлодіодних джерел освітлення 8. Трубопровід 1 забезпечує подання забрудненого повітря через скруббер 2, трубопровід 3, регулятор швидкості потоку 4, трубопровід 7 та розпилювач повітря 16 у ємність 1. Регулятор швидкості потоку 4 під'єднано до комп'ютера 20. У ємність 1 введено датчик температури з мікроконтролером 18, який під'єднано до комп'ютера 20. До ємності 1 підведено трубопровід для відводу очищеного повітря 17.

Спосіб здійснюється таким чином.

1. Ємність 6 заповнюють стічними водами 13 через трубопровід подачі води на очищення 5, розміщений вище рівня води.

2. Очищення стічних вод здійснюється за допомогою шару вищих водних рослин 12, закріплений до несучого елемента з перфорованим дном 11, який знаходиться нижче рівня води. Живлення шару вищих водних рослин 12 та мікроорганізмів у їх кореневій системі здійснюється поживними речовинами, що містяться у повільно-розчинних елементах у вигляді глиняних колобків 15, розміщених на сітчастому піддоні 14 під кореневою системою шару вищих водних рослин 12.

3. Очищена вода відводиться трубопроводом 19, розміщеним нижче рівня води.

4. Формують мультиспектральні зображення вищих водних рослин за допомогою ПЗЗ-камери 9, комп'ютера 20, який під'єднано через мікроконтролерний пристрій 10 для перемикання світлодіодних джерел освітлення 8.

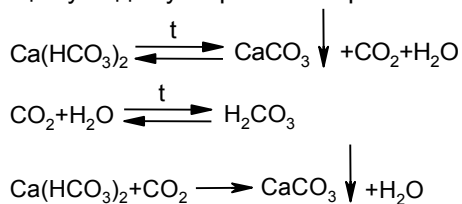
5. Аналізують отримані мультиспектральні зображення за допомогою персонального комп'ютера 20, що дозволяє опосередковано виміряти співвідношення між каротиноїдами і загальним хлорофілом.

6. У випадку, якщо співвідношення між каротиноїдами і загальним хлорофілом у вищих водних рослинах відрізняється більш ніж на вибране порогове значення порівняно з початковим значенням шар вищих водних рослин замінюється на нові рослини на стадії вегетативного росту.

7. Вилучена біомаса вищих водних рослин, що забруднена стічними водами, підсушується, брикетується та використовується у вигляді палива у котлах котелень. Очищена вода виводиться через трубопровід 19, розміщений нижче рівня води.

8. Забруднене повітря подається трубопроводом 1 очищається скруббером 2 від твердих частинок, які не піддаються біорозкладанню, подається трубопроводом 3 до регулятора швидкості потоку 4, трубопроводом 7 через розпилювач повітря 16 у ємність 1 нижче рівня сітчатого піддону 14.

9. У ємності 1 відбуваються хімічні реакції при взаємодії забрудненого повітря та стічних вод з утворенням продуктів взаємодії. Зокрема, вуглекислий газ реагуватиме з гідрокарбонатом кальцію у воді з утворенням нерозчинного осаду та пом'якшенням води:



10. Комп'ютер 20 через регулятор швидкості потоку 4 встановлює оптимальні умови за температурою та рівнями забруднюючих речовин у ємності у діапазоні сприятливому для життєдіяльності вищих водних рослин 12 та мікроорганізмів у їх кореневій системі. Температура

у ємності 6 зі стічними водами 13 вимірюється за допомогою давача температури з мікроконтролером 18, який під'єднано до комп'ютера 20.

11. Вищі водні рослини 12 та мікроорганізми у їх кореневій системі очищують стічні води та повітря від забруднюючих речовин та продуктів взаємодії. Очищене повітря виводиться через трубопровід 17.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб декарбонізації забрудненого повітря з використанням штучних водно-болотних угідь, що включає використання ємності, в якій очищується стічна вода в аеробних умовах мікроорганізмами на кореневій системі вищих водних рослин, закріплених до несучого елемента із перфорованим дном, сітчастого піддона з повільно розчинними елементами у вигляді глиняних колобків, які містять поживні речовини для живлення мікроорганізмів та вищих водних рослин, формування мультиспектральних зображень вищих водних рослин за допомогою широкосмугової цифрової камери та світлодіодних джерел освітлення, що перемикаються, аналіз мультиспектральних зображень за допомогою комп'ютера та опосередкованого вимірювання співвідношення між каротиноїдами і загальним хлорофілом у вищих водних рослинах, який **відрізняється** тим, що спочатку забруднене повітря очищують від твердих частинок, які не піддаються біорозкладанню скруббером, і подають у ємність із стічними водами, вимірюють температуру стічних вод у ємності за допомогою давача температури з мікроконтролером, для підтримання температури стічних вод у ємності у діапазоні, сприятливому для життєдіяльності вищих водних рослин та мікроорганізмів за допомогою комп'ютера регулюють швидкість потоку забрудненого повітря.

