



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **149756** (13) **U**  
(51) МПК (2021.01)  
**B09B 3/00**

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

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2021 03968</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Трофімов Ігор Леонідович (UA), Бойченко Сергій Валерійович (UA), Шкільнюк Ірина Олександрівна (UA), Яковлева Анна Валеріївна (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>07.07.2021</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>02.12.2021</b>	<b>(73)</b> Володілець (володільці): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Любомира Гузара, 1, м. Київ, 03058 (UA)</b>
<b>(46)</b> Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>01.12.2021, Бюл.№ 48</b>	

**(54) СПОСІБ БІОРЕМЕДІАЦІЇ ПОЛІГОНІВ ВІДХОДІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

**(57)** Реферат:

Спосіб біореємедіації полігонів відходів транспортної інфраструктури містить операцію реєкультивації полігона твердих побутових відходів (ТПВ). Спосіб застосовується як на полігонах (сміттєзвалищах) транспортної інфраструктури так і на міських полігонах ТПВ; спочатку проводять активацію аборигенної мієрофлори, паралельно вносячи до тіла полігона компоненти з базовою основою розчинів поверхнево-активних речовин, глюкози, ензимів із створенням оптимального середовища для розвитку мієроорганізмів. Одночасно здійснюють механічне рихлення і внесення (ін'єкцію) до ґрунту полігона в окремих глибоких місцях композитних розчинів з можливістю забезпечення аеробного середовища в закритих пластах. Далі вносять до тіла полігона комплекс певних культур мієроорганізмів та нижчі форми грибів.

**UA 149756 U**



Корисна модель належить до галузі екології, а саме до технологій переробки відходів і може бути використана для переробки твердих побутових відходів (ТПВ) та залишків нафтопродуктів звалищ транспортної інфраструктури до повної їх ліквідації.

5 Дослідження, на основі яких розроблено спосіб біоре mediaції, що патентується, проведені у рамках виконання проєкту "Експериментально-аналітичні засади гарантування безпеки людини та суспільства удосконаленням технологій поводження з відходами у техносфері" та за підтримки Національного фонду досліджень України у межах грантового проєкту № 2020.01/0242.

10 Під час досліджень у рамках проєкту було виділено такі штами аборигенних мікроорганізмів, які здатні засвоювати вуглеводні рідких нафтопродуктів без утворення токсичних продуктів. Тобто, для утилізації відходів паливно-мастильних матеріалів та твердих органічних відходів запропоновано використовувати потенціал мікроорганізмів, яким притаманні широкі адаптаційні реакції в різних умовах довкілля, зокрема потужний синтез біологічно активних сполук.

15 Сьогодні врахування екологічного фактора є необхідною умовою інтеграції української економіки у світові економічні процеси з метою забезпечення її конкурентоспроможності. Перед українськими підприємствами постає важливе питання необхідності усвідомлення екологічних пріоритетів під час здійснення виробничої та господарської діяльності. Стало очевидним, що необхідно реорганізувати економіку таким чином, щоб промислова діяльність людини повністю інтегрувалася у ефективну екологічну інфраструктуру. Таким чином, дослідження процесу поводження з відходами транспорту в Україні та світі є на сьогодні актуальним.

20 Відомий спосіб отримання брикетованого палива з побутового сміття, що включає зміщення сміття з водою, відділення нерозчинного осаду формування брикетів з в'язкої горючої маси [1].

25 Недоліком цього способу переробки сміття є значні енерговитрати на кип'ятіння сміття у воді і сушку в'язкої маси, велика тривалість процесу сушки, а також велика вартість термообробки органічної частини сміття під час кип'ятіння.

Відомий спосіб переробки твердих побутових відходів шляхом переробки їх в компост у біобарабані. Після виходу з біобарабана компост піддають очищенню від домішок металів у магнітному сепараторі [2].

30 Недоліком вказаного способу є наступне: під час отримання компосту з несортваного потоку ТПВ з продукту витягають тільки металеві компоненти. Скло, кераміка, шкідливі та токсичні компоненти ТПВ залишаються в отриманому продукті, через те компост не відповідає вимогам ДСТУ.

35 Відомий спосіб утилізації ТПВ, що включає сортування відходів і подальшу їх переробку, при цьому спочатку здійснюють відділення органічної фракції, що легко розкладається у момент її утворення, яку потім направляють спеціальні контейнери - накопичувачі та на біохімічну переробку [3]. Потік відходів, що залишаються є стабілізованою сумішшю потенційних вторинних матеріальних ресурсів, зберігає кондицію до моменту сортування і подальшої утилізації, направляють на подальшу переробку.

40 Недоліком цього способу є відсутність технологічної схеми подальшої переробки органічної фракції відходів, що легко розкладається та відокремлена від загального потоку ТПВ у момент її утворення.

Відомий спосіб рекультивациі ґрунту, забрудненого нафтопродуктами, шляхом оброблення ґрунту бактеріальним засобом на основі природного штаму бактерій роду *Bacillus* [4].

45 Відомий спосіб очищення нафтозабруднених ґрунтів, який містить внесення мінеральних добрив, обробку забруднених ділянок біопрепаратом нафто деструктором, який містить мікробне добриво-носії у вигляді ферментованих відходів сільськогосподарської діяльності і культуру бактерій, іммобілізовану на носій [5].

50 Недоліком цих способів є те, що вони використовуються тільки для очищення та рекультивациі нафтозабруднених ґрунтів і не використовуються для комплексної деструкції та деградації, наприклад органічних побутових відходів.

Відомий також, вибраний як прототип, спосіб переробки сміття міських звалищ [6], який містить у собі операцію рекультивациі полігона ТПВ. Згідно з цим відомим способом, додатково проводять екскавації сміття із звалища, сортування сміття з відділенням металевого лому, каменів і будівельних відходів, які не згорають, брикетуванні після сортування залишків сміття. 55 Після профілізації територію звалища розбивають на технологічні майданчики, які посипають торфом і деревною тирсою, сортування сміття ведуть шляхом пошарової циклічної поверхневої переробки технологічних майданчиків.

60 Недоліками цього способу є неможливість його здійснення у відкритому (аборигенному) середовищі, неможливість використання даної технології при розсіяному забрудненні, як у випадку з пестицидами, вживаними на величезних площах в практиці сільського господарства

та розлитими забрудненнями нафтою і нафтопродуктами на великих територіях. Оскільки, для здійснення цього способу необхідно провести ряд підготовчих операцій по екскавації сміття із звалища, сортуванню сміття з відділенням металевої лому, каменів, будівельних відходів, які не згорають, брикетуванні після сортування залишків сміття і так далі. Також процес примусової обробки ТПВ шляхом пошарової циклічної поверхневої переробки технологічних майданчиків з одночасним перемішуванням торфу і деревної тирси із сміттям є складним і енергозатратним.

В основу корисної моделі, що заявляється, поставлена задача розширення області його застосування шляхом його використання на полігонах ТПВ транспортної інфраструктури та можливості здійснення переробки відходів нафтопродуктів і твердих органічних відходів у відкритому (аборигенному) середовищі, використовуючи потенціал мікроорганізмів, яким притаманні широкі адаптаційні реакції в різних умовах довкілля, зокрема потужний синтез біологічно активних сполук.

Поставлена задача удосконалити винахід вирішується тим, що спосіб біоремедіації полігонів ТПВ містить операцію рекультивувати полігона ТВП. Відповідно до способу, що заявляється, даний спосіб можна проводити як на міських полігонах ТПВ, так і на полігонах (сміттєзвалищах) транспортної інфраструктури. Подальшу обробку ТПВ проводять шляхом біологічного знешкодження органічних екотоксикантів ґрунту. Також паралельно проводять обробку розлитих на ґрунт (чи обробку залишків в тарі) дизельного палива, гасу та відпрацьованих моторних і трансмісійних олив шляхом їх біологічного знешкодження відокремленими та вирощеними в лабораторії культурами мікроорганізмів та нижчих форм грибів. Спочатку проводять активацію аборигенної мікрофлори з одночасним внесенням до тіла полігона певних компонентів з базовою основою біорозчинів глюкози, поверхнево-активних речовин, ензимів, іммобілізаторів із заздалегідь очищеним шляхом пропускання через реактор очищення фільтратом, з одночасним осадженням мулу і створенням оптимальних умов для розвитку мікроорганізмів. В окремих глибоких місцях активацію мікрофлори проводять композитними розчинами з можливістю забезпечення аеробного середовища в закритих пластах ґрунту.

Згідно з одним з варіантів здійснення способу, проводять механічне рихлення і вносять до тіла полігона певні культури мікроорганізмів та нижчі форми грибів, також при цьому, за можливості, певні культури мікроорганізмів та нижчі форми грибів вносять до осадженого мулу.

У способі, що заявляється, досягається задача розширення області його застосування шляхом можливості його здійснення для переробки ТПВ транспортної інфраструктури та залишків нафтопродуктів у відкритому середовищі полігонів (звалищ) транспортної інфраструктури за рахунок застосування процесу біоремедіації безпосередньо на місці, який включає комплекс розробок і технологій, завданням яких є використання біохімічного потенціалу аборигенних, адаптованих або модифікованих біологічних систем. Перш за все мікроорганізмів для деградації і детоксикації полютантів ТПВ транспортної інфраструктури та залишків дизельного палива, гасу і відпрацьованих олив.

Процеси біоремедіації можуть здійснюватися природними мікроорганізмами шляхом стимуляції біодеградативної активності цих мікроорганізмів. Якщо у шарах звалищ відсутні такі мікроорганізми, здібні до деградації даних з'єднань, застосовують інтродукцію (ін'єкцію, внесення) туди мікроорганізмів-біодеструкцій, попередньо виділеними із звалищ транспортної інфраструктури міста Києва та в подальшому селекційно вирощеними в лабораторних умовах.

У рамках виконання проекту "Експериментально-аналітичні засади гарантування безпеки людини та суспільства удосконаленням технологій поводження з відходами у техносфері" за підтримки Національного фонду досліджень України у межах грантового проекту № 2020.01/0242 нами досліджено відходи звалищ транспортної інфраструктури міста Києва та відокремлено мікроорганізми, які рекомендуємо використовувати для обробки полігонів (звалищ) транспортної інфраструктури для здійснення способу, що патентується. Для деструкції дизельного палива, гасу та відпрацьованих олив: бактерії *Rhodococcus erythropolis*; грибки *Fusarium* sp. та їх консорціум; бактерії *Acinetobacter* sp.; дріжджі *Candida maltosa*, бактерії *Dietzia maris* та їх консорціум; аборигенні форми мікроорганізмів. Для деструкції різних продуктів органічного синтезу: бактерії *Bacillus subtilis*; бактерії *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas* sp., *Pseudomonas pseudoalcaligenes* та *Pseudomonas aeruginosa*; консорціум бактерій родів *Marinobacter*, *Halomonas* та *Idiomarina*; бактерії *Halomonas* sp. та бактерії *Pseudonocardia dioxanivorans*; бактерії *Acinetobacter calcoaceticus* та *Achromobacter xylosoxidans*; бактерії родів *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Kocuria*, *Stenotrophomonas*, *Proteus*, *Staphylococcus*; дріжджі *Geotrichum* sp. Для переробки твердих харчових відходів: бактерії *Bacillus cereus*; грибки родів *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium* та *Neurospora*; грибки *Trametes versicolor*.

Обробку полігонів (сміттєзвалищ) транспортної інфраструктури (за аналогією можна також полігонів міських звалищ) мікроорганізмами рекомендовано проводити один раз на сезон протягом теплого періоду.

5 Таким чином, суть пропонованої технології відновлення забруднених екосистем полягає в максимальній мобілізації внутрішніх ресурсів екосистеми на відновлення своїх первинних функцій. Природні процеси відновлення природних систем тривалі за часом. Тож, стимулювання мікрофлори безпечними біологічно активними препаратами є одним з перспективних способів рекультивациі і регенерації полігонів відходів.

10 Перевагою запропонованого способу біоремедіації полігонів відходів транспортної інфраструктури є комплексність (можливість спільної переробки декількох видів органічних відходів), екологічність (відсутність небезпечних, токсичних і небажаних компонентів під час реалізації способу, їх ліквідність).

На кресленні показана технологічна схема процесу на ділянці біоремедіації полігонів відходів транспортної інфраструктури.

15 Спосіб реалізується таким чином. Спочатку проводять активацію аборигенної мікрофлори вносячи до тіла полігона компоненти з базовою основою розчинів поверхнево-активних речовин, глюкози, ензимів із створенням оптимального середовища для розвитку мікроорганізмів. Одночасно здійснюють механічне рихлення і внесення (ін'єкцію) до ґрунту полігона в окремих глибоких місцях композитних розчинів з можливістю забезпечення аеробного середовища в закритих пластах. Далі вносять до тіла полігона комплекс певних культур мікроорганізмів та нижчі форми грибів. У випадку наявності на полігонах великих плям розлитих нафтопродуктів (дизельного палива, гасу чи відпрацьованої моторної та трансмісійних оливи) чи насиченого нафтопродуктами ґрунту, окремо у ці місця вносять комплекс мікроорганізмів та нижчих форм грибів деструкторів нафтопродуктів з наступним рихленням ґрунту на глибину 5-10 см. Додатково також вносять певні культури мікроорганізмів та нижчі форми грибів до осадженого мулу.

Процеси біоремедіації, рекультивациі і регенерації територій полігона відходів транспортної інфраструктури забезпечують зниження навантаження на довкілля на локальній території, дозволяють використовувати речовини, наявні на місці.

30 Таким чином, в способі, що заявляється, вирішується задача розширення сфери його застосування шляхом можливості його здійснення для переробки ТПВ транспортної інфраструктури та залишків нафтопродуктів у відкритому середовищі полігонів (звалищ) транспортної інфраструктури за рахунок застосування процесу біоремедіації безпосередньо на місці у відкритому аборигенному середовищі.

35 Джерела інформації:

1. Патент SU 1713925 A1. Спосіб отримання брикстового палива з побутового сміття.

2. Патент RU 2210437, МПК В09В 3/00. Спосіб переработки твёрдых бытовых отходов в компост, опубл. 20.08.2003.

40 3. Патент UA 58436, МПК В09В 3/00. Спосіб комплексної утилізації твердих побутових відходів, опубл. 11.04.2011. Віол. № 7.

4. Патент RU 2077397 СІ, В09С 1/10, С09К 3/32, С12N. Спосіб рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, опубл. 20.04.1997.

45 5. Архипченко И.А., Загвоздкин В.К. Очистка нефтезагрязненных почв с помощью биопрепаратов на основе микробных удобрений //Экология и промышленность. Спецвыпуск. 2004. - С. 16-18.

6. Патент RU 2253668 С10L 5/46, В09В 3/00. Спосіб переработки мусора городских свалок и устройство для переработки мусора городских свалок, опубл. 10.06.2005. Бюл. № 16.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

50

Спосіб біоремедіації полігонів відходів транспортної інфраструктури, при якому виконують операцію рекультивациі полігона твердих побутових відходів (ТПВ), який **відрізняється** тим, що спочатку проводять активацію аборигенної мікрофлори, паралельно вносячи до тіла полігона компоненти з базовою основою розчинів поверхнево-активних речовин, глюкози, ензимів із створенням оптимального середовища для розвитку мікроорганізмів, при цьому здійснюють механічне рихлення і внесення (ін'єкцію) до ґрунту полігона в окремих глибоких місцях композитних розчинів з можливістю забезпечення аеробного середовища в закритих пластах, далі вносять до тіла полігона комплекс певних культур мікроорганізмів та нижчі форми грибів, при наявності на полігонах великих плям розлитих нафтопродуктів (дизельного палива, гасу чи відпрацьованої моторної та трансмісійних оливи) чи насиченого нафтопродуктами ґрунту, окремо

60

у ці місця вносять комплекс мікроорганізмів та нижчих форм грибів деструкторів нафтопродуктів з наступним рихленням ґрунту на глибину 5-10 см, потім додатково також вносять певні культури мікроорганізмів та нижчі форми грибів до осадженого мулу.

