

План

1. Основні підходи та роль біоремедіації у відновленні нафтозабруднених ґрунтів.
 - 1.1 Біостимуляція *in situ*.
 - 1.2 Біостимуляція *in vitro*.
2. Посилена біоремедіація.
3. Анаеробний метод.
4. Аеробний метод.
5. Біло-червона цвіль.
6. Технологія формування штабелів.
7. Компостування.
8. Висновки.
9. Список використаної літератури .

1. Основні підходи та роль біоремедіації у відновленні нафтозабруднених ґрунтів

Механічні, термічні та фізико-хімічні методи очищення ґрунтів від нафтових забруднень дороги і ефективні тільки при певному рівні забруднення (як правило, не менше 1% нафти в ґрунті), часто пов'язані з додатковим внесенням забруднення і не забезпечують повноти очищення. В даний час найбільш перспективним методом для очищення нафтозабруднених ґрунтів, як в економічному, так і в екологічному плані є біотехнологічний підхід, заснований на використанні різних груп мікроорганізмів, що відрізняються підвищеною здатністю до біодеградації компонентів нафти і нафтопродуктів [1].

Здатність утилізувати важко розкладні речовини антропогенного походження (ксенобіотики) виявлена у багатьох організмів. Це властивість забезпечується наявністю у мікроорганізмів специфічних ферментних систем, що здійснюють катаболізм таких сполук. Оскільки мікроорганізми мають порівняно високий потенціал руйнування ксенобіотиків, виявляють здатність до швидкої метаболічної перебудови та обміну генетичним матеріалом, їм надається велике значення при розробці шляхів біоремедіації забруднених об'єктів.

Під терміном «біоремедіація» прийнято розуміти застосування технологій та пристроїв, призначених для біологічного очищення ґрунтів, тобто для видалення з ґрунту забруднювачів які в ньому знаходяться. [2].

Біоремедіація включає в себе два основних підходи:

1) біостимуляція - активізація деградуючої здатності аборигенної мікрофлори внесенням біогенних елементів, кисню, різних субстратів;

2) біодоповнення - інтродукція природних і генно – інженерних штамів-деструкторів чужорідних сполук.

1.1 Біостимуляція in siti

Цей підхід заснований на стимулюванні зростання природних мікроорганізмів, що мешкають в забрудненому ґрунті і потенційно здатних утилізувати забруднювач, але не здатних робити це ефективно через нестачу основних біогенних елементів (сполук азоту, фосфору, калію та ін.) Або несприятливих фізико-хімічних умов. В цьому випадку в ході лабораторних випробувань з використанням зразків забрудненого ґрунту встановлюють, які саме компоненти і в яких кількостях слід внести в забруднене об'єкт, щоб стимулювати ріст мікроорганізмів, здатних утилізувати забруднювач [1].

1.2 Біостимуляція in vitro

Відмінність цього підходу в тому, що біостимуляція зразків природної мікрофлори забрудненого ґрунту проводиться спочатку в лабораторних або промислових умовах (в біореакторах або ферментерах). При цьому забезпечується переважний і виборчий ріст тих мікроорганізмів, які здатні найефективніше утилізувати даний забруднювач. «Активізувався» мікрофлору вносять в забруднене об'єкт одночасно з необхідними добавками, що підвищують ефективність утилізації забруднювача [1].

Існуючі два шляхи інтенсифікації біодеградації ксенобіотиків у навколишньому середовищі - стимуляція природної мікрофлори і інтродукція активних штамів, не тільки не суперечать, а й доповнюють один - одного [3].

Біорекультивация нафтозабруднених ґрунтів - це багатостадійний біотехнологічний процес, що включає фізико-хімічні методи детоксикації забруднювача, застосування органічних і мінеральних добавок, використання біопрепаратів [4].

Основними факторами, що впливають на хід біоруйнування органічних забруднювачів, є їх хімічна природа (яка обумовлює можливі шляхи біотрансформації), концентрація і взаємодія з іншими забруднювачами (на рівні їх безпосередньої взаємодії або взаємного впливу на трансформацію).

До несприятливих фізико-хімічних умов, лімітуючим деградацію мікроорганізмам ксенобіотиків у навколишньому середовищі, можна віднести низьку або надмірну вологість ґрунту, недостатній вміст кисню, несприятливу температуру і рН, низьку концентрацію або доступність ксенобіотиків, наявність альтернативних, більш бажаних субстратів і т.д. серед біологічних факторів відзначені поїдання мікроорганізмів найпростішими, обмін генетичною інформацією в популяції, фізіологічний стан і щільність мікробної популяції. Деякі з перерахованих проблем можуть бути вирішені шляхом створення генетично сконструйованих штамів-деструкторів та їх консорціумів, удосконалення методів інтродукції, оптимізації умов існування природних мікробних популяцій.

Таким чином, інтродукція мікроорганізмів призводить до позитивних результатів тільки при створенні відповідних умов для розвитку внесеної популяції, для чого необхідно знати фізіологічні особливості інтродуцента, а також враховувати складаються мікробні взаємодії.

2. Посилена біоремедіація

Посилена біоремедіація - це процес руйнування (метаболізму) місцевими або насадженими мікроорганізмами (наприклад, грибками, бактеріями та іншими мікробами) органічних забруднювачів в ґрунті і (або) ґрунтових водах та їх перетворення на нешкідливі кінцеві продукти. Для посилення біоремедіації і десорбції глибинних забруднень можуть використовуватися кисень або інші поліпшувачі.

3. Аеробний метод

При наявності достатньої кількості кисню (аеробне середовище) та інших поживних елементів мікроорганізми, зрештою, починають переробляти органічні забруднювачі в вуглекислий газ, воду і клітинну масу мікроорганізмів.

Посилена біоремедіація ґрунту, як правило, забезпечується за рахунок інфільтрації або ін'єкції ґрунтових або незаражених вод з домішкою нутрієнтів і насиченням рідким киснем. Іноді також додаються мікроорганізми (біоприріст, біоаугментація) і (або) інше джерело кисню, такий як пероксид водню. Для обробки неглибоких забруднених ґрунтів зазвичай використовується фільтраційна галерея або зрошення, а для більш глибоких шарів - ін'єкційні свердловини.

Незважаючи на те, що *in situ* біоремедіація проводилась успішно в умовах холодного клімату, відзначено, що процес відновлення проходить повільніше при низьких температурах. Для забруднених ділянок з низькою температурою ґрунту можна використовувати зігріваюче покриття, яке дозволить підвищити температуру ґрунту на поверхні і збільшити ефективність процесу розщеплення.

Посилену біоремедіацію можна віднести до тривалих процесів, так як на очистку одного шлейфу може знадобитися кілька років. .

4. Анаеробний метод

В умовах відсутності кисню (анаеробне середовище) органічні забруднення, в кінцевому підсумку, будуть перероблені в метан, обмежена кількість вуглекислого газу та незначна кількість газоподібного водню. В умовах зниження вмісту сульфатів сульфати перетворюються в сульфіди або вільну сірку, а в умовах зниження вмісту нітратів виробляється газоподібний молекулярний азот.

Іноді забруднюючі речовини можуть бути розщеплені до проміжних або кінцевих продуктів, які можуть бути менш, рівнозначно або більш

небезпечні, в порівнянні з самими забруднюючими речовинами. Наприклад, трихлоретилен в анаеробних умовах розкладається на стійкий і більш токсичний вінілхлорид. Щоб уникнути подібних наслідків майже всі проекти біоремедіації проводяться спочатку в умовах *in situ*. Вінілхлорид може легко бути далі розщеплений при наявності анаеробних умов.

5. Біло-червона цвіль

Стало відомо, що біло-червона цвіль здатна розкласти великий спектр органічних забруднювачів завдяки своїм ензимам, розщеплюючи лігніни або руйнуючим деревину. Були протестовані дві різні конфігурації очищення із застосуванням біло-червоною цвілі - *in situ* і з застосуванням біореактора. В біореакторі для досягнення біохімічного розкладання в аеробному середовищі використовувався зволене повітря і деревна стружка. Реактор використовувався в лабораторних умовах. В напів промислових умовах (експериментальний проект) для отримання стружки у відкритій системі використовувався регульований стружковий верстат. Відкрита система аналогічна системі компостування, в якій стружка поміщається на рівню або тверду обмежену поверхню і потім покривається. В таких системах температура не контролюється. Оптимальна температура процесу біохімічного розкладання із застосуванням розщеплюючої лігніни цвілі становить 30-38°C (86-100 ° F). Тепло, що виділяється в результаті реакції біохімічного розкладання, дозволить підтримувати температуру процесу на рівні, близькому до оптимального рівня.

Технології біоремедіації успішно застосовуються для очищення ґрунту, нафтових вуглеводнів, розчинників, пестицидів, консервантів для деревини та інших органічних хімікатів. Лабораторні та експериментально-промислові дослідження показали ефективність анаеробного процесу розкладання за допомогою мікроорганізмів нітратолуолів, що містяться в ґрунті, забрудненої військовими відходами. Біоремедіація особливо ефективна при відновленні глибинних шарів в поєднанні з видаленням джерела забруднення.

До груп забруднюючих речовин, щодо яких найчастіше ведуться очисні роботи, відносяться поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), негалогеновані напівлетучі органічні вуглеці (за винятком ПАУ), а також бензол, толуол, етилбензол і диметилбензол (ВТЕХ). Об'єкти суперфонду, на яких зазвичай проводилася очищення з застосуванням технології біоремедіації, піддавалися забрудненню в результаті здійснення процесів або утворення відходів, пов'язаних з консервацією деревини, а також переробкою нафти і повторним використанням продуктів переробки. При консервації деревини часто використовується креозот з високою концентрацією ПАУ та інших негалогенованих напівлетучих органічних вуглеців. Аналогічно для переробки нафти і повторного застосування продуктів переробки часто використовуються ВТЕХ.

Оскільки напівлетучі органічні вуглеці (ПАУ та інші негалогеновані напівлетучі органічні вуглеці) складають дві групи забруднюючих речовин, щодо яких найчастіше застосовується технологія біоремедіації, можуть виникнути складнощі у застосуванні до цих технологій. Крім того, очищення методами біоремедіації не завжди вимагає підігріву, не вимагає великих вкладень (наприклад, нутрієнти - недорогий компонент), і, як правило, технологія не призводить до утворення відходів, що потребують додаткової їх очищення або розщеплення. Так само при проведенні процесу в умовах *in situ* не потрібно вилучення компонентів (провідників) забруднює середовища. Порівняно з іншими технологіями, такими як термальна десорбція і спалювання (які вимагають проведення вилучення та нагріву), відновлення з впливом тепла (що вимагає високих температур), хімічна обробка (яка може зажадати придбання досить дорогих хімічних реагентів), а також *in situ* промивка (в результаті якої може виникнути необхідність у подальшій обробці промивних вод) Біоремедіація може виявитися менш витратною при очищенні від негалогенованих напівлетучих органічних вуглеців.

Незважаючи на те, що методи біоремедіації (і ніякі інші технології рекультивації) не поширюються на забруднення неорганічного походження, з їх допомогою можна змінити валентний стан неорганічних речовин і привести до їх поглинання, призупинення впровадження в частинки ґрунту, виділенню, акумуляції і концентрації в мікро- або макроорганізми. І хоча подібні технології, в основному, застосовуються на експериментальному рівні, вони обіцяють бути дуже ефективними для стабілізації або видалення неорганічних забруднень з ґрунту.

Обмежувальні фактори:

Фактори, які можуть обмежити застосування і ефективність процесу, включають:

- Цілі очищення можуть бути не досягнуті, якщо ґрунтова матриця не дозволяє встановити взаємодію між забруднюючим речовиною і мікроорганізмами.
- В результаті циркуляції водних розчинів в ґрунті забруднюючі речовини можуть стати більш мобільними, і може виникнути необхідність у подальшому очищенні ґрунтових вод.
- Через можливу селективної колонізації ін'єкційних свердловин мікроорганізмами можуть виникнути перешкоди для переміщення нутрієнтів і води.
- Наявність селективних шляхів проникнення може значно скоротити взаємодію між ін'єкційними рідинами і забруднюючими речовинами в масштабах всієї зони забруднення. Дана система не повинна застосовуватися для глинистого, багат шарового або неоднорідного під поверхневого ґрунту через обмежену можливість для розповсюдження кисню (або іншого акцептора електронів).

- Висока концентрація важких металів, високо хлорувальних органічних сполук, вуглеводнів довгому ланцюгу або мінеральних солей може стати токсичною для мікроорганізмів.

- Швидкість процесу біоремедіації знижується при низьких температурах.

- Концентрація перекису водню в ґрунтових водах вище 100-200 мг / м³ стримує життєдіяльність мікроорганізмів.

- Можливо, необхідно буде застосування таких систем обробки верхніх шарів ґрунту, як повітряне осушення або адсорбція вугіллям для очищення видобутих ґрунтових вод до їх подальшої ін'єкції або видалення.

Багато із зазначених вище факторів можна контролювати, приділяючи особливу увагу забезпеченню належної інженерно-технічної практики. Час, необхідний для проведення очистки, може варіюватися від 6 місяців до 5 років залежно від багатьох чинників, характерних для тієї чи іншої ділянки.

Основна перевага процесу *in situ* полягає в тому, що ґрунт може бути оброблений без необхідності її вилучення і транспортування, що не відбивається на функціонуванні об'єкта. Якщо посилена очистка може бути успішно проведена у відповідний прийнятний термін, то це дозволяє значно скоротити витрати, які виникли б при застосуванні методів, що вимагають вилучення ґрунту і його транспортування. Крім того, можна одночасно провести очистку як ґрунту, так і ґрунтових вод, що дозволить додатково скоротити витрати. Однак процес *in situ* в цілому потребує більше часу. До того ж ми маємо меншу ступінь впевненості в тому, що процес буде протікати за стандартним сценарієм через неоднорідність ґрунту, особливих характеристик водоносного горизонту і складності відстеження самого процесу.

Процес відновлення, як правило, займає роки головним чином в залежності від ступеня розщеплення певних забруднюючих речовин,

характеристик ділянки і кліматичних умов. Для очищення від деяких забруднювачів може знадобитися менше року, однак для очистки від сполук з високою молекулярною вагою потрібно більше часу.

Існує ризик підвищення мобільності забруднюючих речовин та їх проникнення в ґрунтові води. Як правило, регулюючі органи не дозволяють впроваджувати нутрієнти або насаджувати мікроорганізми в забруднений ґрунт. При виборі методів здійснення відновлювальних заходів і дій при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах Суперфонд (Фонду боротьби з хімічним забрудненням навколишнього середовища) все частіше розглядаються методи посиленою біоремедіації. Як правило, відносно нафтових вуглеводнів можна легко застосувати методи біоремедіації шляхом стимуляції місцевих мікроорганізмів нутрієнтами (при цьому витрати будуть відносно низькими).

6. Технологія формування штабелів

Очищення ґрунту шляхом формування земляних штабелів (куп) є комплексною технологією. При здійсненні даного методу вийнятий ґрунт змішують з поліпшувачем ґрунту і укладають в зоні очищення, яка обладнана системою збору лужних відходів та подачі повітря. Даний метод використовується для зниження вмісту нафтових компонентів в вийнятому ґрунті за рахунок процесу біологічного розкладання. Процес біодеградації може бути прискорений за рахунок регулювання рівня вологості, тепла, нутрієнтів, кисню і рН.

Зона очищення відділяється непроникним шаром для максимального зниження ризику проникнення забруднюючих речовин в незабруднені ділянки ґрунту. Отримані в результаті дренажу випаровування можна очистити в біореакторі перед тим, як випустити їх у навколишнє середовище. Були розроблені спеціальні склади нутрієнтів, добавок і відповідні методи впровадження цих складів в ґрунт для прискорення процесу біодеградації.

Склад таких сумішей, як правило, визначається для кожної ділянки окремо залежно від його характеристик.

Під земляними купами, в ґрунті, зазвичай встановлюється система розподілу повітря для нагнітання повітря в ґрунт за допомогою вакууму або примусового тиску. В таких випадках висота купи може досягати максимум 2-3 м. Зверху земляні купи покривають поліетиленом для запобігання обвалення і випаровування, а також для ефективного використання природного сонячного нагріву. Якщо в ґрунті можуть бути летючі органічні сполуки, які можуть потрапити в повітря разом з парами, то такі пари можна також піддати очищенню, щоб видалити або зруйнувати летючі органічні сполуки до того, як пари потраплять в атмосферу.

Метод формування земляних куп відноситься до короткодійних технологій. Тривалість його здійснення може становити від декількох тижнів до декількох місяців. До альтернативних методів очищення ставляться такі статичні процеси, як формування покладів, земляних камер і куп для біоочищення ґрунту, а також компостування.

Метод формування земляних куп використовується для очищення ґрунту від негалогенованих летючих органічних сполук і вуглеводневого палива. Він також може застосовуватися і щодо галогенованих летючих і напівлетючих органічних сполук і пестицидів, але при цьому може змінюватися ступінь ефективності процесу, і процес може застосовуватися тільки відносно певних сполук даної групи забруднюючих речовин.

Обмежувальні фактори:

- Потрібен витяг ґрунту.
- Потрібно проведення тестування на предмет можливості очищення.

Тестування проводиться, щоб з'ясувати, чи буде метод ефективний щодо певних забруднювачів, а також визначити відповідний рівень окислення і навантаження за поживними речовинами.

- Твердофазні процеси можуть бути неефективними щодо галогенованих сполук і малоефективними при руйнуванні продуктів трансформації вибухових речовин.

- Для формування відсіків однакового розміру потрібно більше часу, ніж для здійснення рідко фазних процесів.

- В результаті статичного процесу ґрунтовий шар може бути менш однорідним порівняно з процесами, які вимагають періодичного змішування.

7.Компостування

Компостування - контрольований біологічний процес перетворення органічних забруднюючих речовин (наприклад, поліциклічних ароматичних вуглеводнів) мікроорганізмами (в аеробних і анаеробних умовах) в нешкідливі, стабільні побічні продукти. Як правило, для знешкодження ґрунту, забрудненого небезпечними речовинами органічного походження, методом компостування вимагається підтримки температури на рівні 54-65 ° С. Високий рівень температури досягається за рахунок тепла, що виробляється мікроорганізмами при руйнуванні органічних відходів. Зазвичай такий ефект досягається завдяки використанню місцевих мікроорганізмів. Ґрунт витягується і переміщується з агентом-наповнювачем і органічними матеріалами (такими як деревна стружка, гній та рослинні відходи), щоб посилити повітропроникність суміші. Максимальний ефект розкладання досягається при підтримці постійного процесу окислення (наприклад, при щоденному перемішуванні компосту), зрошенні в разі потреби, а також постійному відстеженні рівня вологості і температури.

Існує три способи компостування:

- 1) вентильований статичний компост в штабелях (формуються компостні штабелі; вентиляція забезпечується за допомогою вентиляційних установок або вакуумних насосів);

2) компостування в закритих реакторах з механічним помішуванням (компост поміщається в реактор, де його з'єднують з реагентами і періодично перемішують);

3) компост в валах (компост укладається в довгі вали, які періодично перемішуються за допомогою спеціального обладнання). Компост в валах вважається найбільш ефективним методом з точки зору витрат. У той же час, він відрізняється найвищим показником неконтрольованих викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Тому, якщо в ґрунті присутні леткі і напівлетучі органічні сполуки, то потрібно встановити контроль над виділюваними випарами.

Процес компостування застосовується щодо ґрунтів і лагунних відкладень, забруднених органічними речовинами, такими, що підлягають біологічному розкладанню. Експериментальні та повномасштабні проекти показали, що за рахунок застосування аеробного та термофільного компостування можна домогтися зниження вмісту вибухових речовин (ТНТ, гексогену і октогену), пікрату амонію і показника токсичності до прийняттого рівня. Аеробне, термофільне компостування також застосовується для знешкодження ґрунтів від ПАУ. Усі матеріали та обладнання, необхідні для процесу компостування, знаходяться у вільному продажу.

Компост в валах довів свою ефективність відносно очищення ґрунту від вибухових речовин. Польові випробування, проведені Екологічним центром сухопутних військ США (USAEC) і на хімічному об'єкті в Юматілла (UMDA), показали, що за 40 днів процесу рівень ТНТ знизився на 99,7%. При цьому велика частина забруднюючої речовини була видалена протягом перших 20 днів. Максимальні показники видалення для гексогену і октогену склали 99,8% і 96,8% відповідно. Метод компосту в валах вважається найбільш привабливим з точки зору витрат і технічного виконання завдяки низьким вимогам до обладнання та своїм високим показникам очистки.

Обмежувальні фактори:

- Метод компостування вимагає використання більших площ.
- Потрібен витяг забрудненого ґрунту, що може привести до неконтрольованого виділенню летучих органічних речовин.
- Компостування призводить до збільшення маси в об'ємі через додавання органічних матеріалів.
- Даний метод не діє відносно важких металів, хоча і може привести до зниження вмісту металів в ґрунті за рахунок розбавлення. Крім того, багато важкі метали можуть виявитися токсичними для мікроорганізмів [5] .

Висновки

В теперішній час проблема очищення ґрунту гостро стала перед людством , в зв'язку з різноманітним забруднення людиною , промисловістю, сільським господарством. Впродовж декількох десятиків років, вчені винаходять все нові і нові винаходи та очисні споруди , намагаються винайти все нові економічні методи в очищенні ґрунтів.

Я вважаю, що одним із таких методів являється біоремедіація, що являє собою – комплекс методів очищення вод, ґрунтів і атмосфери з використанням метаболічного потенціалу біологічних об'єктів , таких як : гриби, рослини, хробаки, мікроби ті інші організми.

Переваги цього методу , наступні:

- можливість проведення ремедіації *in situ*
- відносно низька собівартість проведених робіт порівняно з традиційними очисними спорудами ;
- метод безпечний для навколишнього середовища;
- можливість моніторингу процесу очищення ;
- рівень очистки не поступається традиційним методам, особливо при невеликому обсязі стічних вод (наприклад, в селах).

Список використаної літератури

1. Логинов О.Н. Биотехнологические методы очистки окружающей среды от техногенных загрязнений / О.Н. Логинов, Н.Н. Силищев, Т.Ф. Бойко, Н.Ф. Галимзянова.—Уфа: Гос. изд. научно-тех. литературы «Реактив», 2000. – 100 с.
2. Биология. Большой энциклопедический словарь / Гл. ред. М.С. Гиляров. – 3-е изд. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1999. – 864 с.
3. Коронелли Т.В. Принципы и методы интенсификации биологического разрушения углеводов в окружающей среде (обзор) / Т.В. Коронелли // Прикладная биохимия и микробиология.-1996.- 32, № 6.- С.579-585
4. Вельков В.В. Биоремедиация; принципы, проблемы, подходы / В.В. Вельков // Биотехнология.- 1995.- № 3–4.- С. 20-27.
5. [tp-eko.ru/assess/faels/Ranjirovanni_perechen.docx](http://eko.ru/assess/faels/Ranjirovanni_perechen.docx)