

РЕАБІЛІТАЦІЯ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ АВАРІЙНИМИ ВИЛИВАМИ НАФТОПРОДУКТІВ

У даній статті представлена коротка інформація про сучасні методи і технології очищення та відновлення ґрунтів, забруднених аварійними виливами нафти і нафтопродуктів у різних країнах світу, проаналізовано їх переваги та недоліки. Очевидно, що методи і технології, створені у цих країнах, не відповідатимуть умовам інших територій. Тому актуальна розробка спеціальних методів та технологій реабілітації ґрунтів від нафтопродуктів для різних регіонів України.

Ключові слова: забруднення, ґрунт, нафта, нафтопродукти, реабілітація.

Постановка проблеми. Господарська діяльність людини практично не можлива без використання нафти і нафтопродуктів, які займають одне з перших місць за ступенем забруднення навколишнього середовища. Основними джерелами таких забруднень є нафтопереробні підприємства, нафтосховища, нафтопроводи і транспорт, а основними шляхами забруднення - аварійні виливи нафтопродуктів під час їх транспортування до місця призначення та аварії на підприємствах. Тому для сучасної цивілізації стали закономірними екологічні катастрофи, пов'язані з наземними виливами нафтопродуктів. Такі забруднення негативно впливають на ґрунтовий покрив, поверхневі та підземні води [1-3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нафта - екологічно небезпечна речовина, яка при попаданні в компоненти навколишнього середовища (ґрунт, воду) суттєво впливає на всі життєві процеси, що проходять у них.

Так при потраплянні в ґрунтове середовище нафта і нафтопродукти знижують дихальну активність і процеси мікробного самоочищення, змінюють співвідношення між окремими групами природних мікроорганізмів та напрямки метаболізму, пригнічують процеси азотфіксації, нітрифікації, руйнування целюлози, зумовлюють накопичення важкоокислювальних продуктів [4-6].

Розклад нафти і нафтопродуктів у природних умовах відбувається протягом багатьох років. Продукти їх первинного розкладу є набагато сильнішими екотоксикантами від нафтопродуктів. Відомо, що стічні води підприємств нафтохімії зберігають токсичність навіть після шести місяців відстоювання, а в місцях розливів нафти і нафтопродуктів на ґрунт трав'яний покрив не з'являється протягом багатьох років [7].

Постановка завдання. Досліджено, що природна трансформація нафтопродуктів у ґрунті в результаті аварійних виливів досить тривалий процес і становить приблизно 45 років і більше [8].

Таким чином, реабілітація ґрунтів, забруднених аварійними виливами нафтових вуглеводнів потребує прийняття невідкладних рішень, що дозволить оптимально здійснити процес рекультивації природних об'єктів без втрати їх якостей.

Виклад основного матеріалу. В світовій практиці, для реабілітації ґрунтів, забруднених аварійними виливами нафтопродуктів використовують три групи методів (рис. 1).

Механічні методи локалізації аварійних нафтових розливів, у більшості випадків, полягають у зведенні земляних насипів із застосуванням важкої бульдозерної та вантажної техніки. Суть локалізації нафтовуглеводневого забруднення з використанням фізико-хімічних методів полягає в екрануванні поверхні розлитого нафтопродукту; перетворенні його на гелеподібний або твердий стан, що необхідно для забезпечення запобігання його випаровуванню і загоранню. Для перетворення нафтопродукту на гелеподібний, загущений або

твердий стани розроблені спеціальні структуроутворювачі та інші хімічні речовини. Інтенсивність випаровування можна зменшити або майже повністю виключити, покриваючи поверхню забруднювача шаром піни з поверхнево-активних речовин. Для цього створені спеціальні піноутворювачі. Збір розлитого рідкого нафтопродукту з поверхні ґрунту механічним методом, у більшості випадків, проводиться за допомогою спеціальних насосів – мулозбірників [3, 7, 9].

1. ЛОКАЛІЗАЦІЯ НАФТОВИХ ЗАБРУДНЕНЬ		
<u>Механічні методи</u> Обвалування забруднень	<u>Фізико-хімічні методи</u> Піно-, плівко-, геле-, структуроутворювачі, сорбенти	
2. ЗБІР НАФТОПРОДУКТУ З ҐРУНТУ		
<u>Механічні методи</u> Збір в рідкому стані спеціальним обладнанням (насоси)	<u>Фізико-хімічні методи</u> Збір у зв'язаному стані сорбуючими матеріалами (сорбційний метод)	
3. ЗНИЖЕННЯ ВМІСТУ НАФТОПРОДУКТУ В ҐРУНТІ ДО ЗАЛИШКОВОГО РІВНЯ		
<u>Захоронення забрудненого ґрунту</u> Термічні методи	<u>Фізико-хімічні методи</u> Хімічний Екстракційний (очисні комплекси) Дренування ґрунту Пневматичне фракціонування	<u>Біологічні методи</u> Інтенсифікація природної біодеградації нафтопродуктів Агротехнічні заходи Біопрепарати (на основі бактерій або ПАР) Гумінові кислоти Фітомеліорація

Рис. 1. Класифікація методів локалізації та ліквідації нафтових забруднень у ґрунті [7].

Використання сорбентів для збору нафтопродуктів із поверхні ґрунту давно стало загальноновизнаною міжнародною практикою. Слід зазначити, що цей метод ефективний тільки при зборі невеликих кількостей нафтопродукту з ґрунту, а тому при великих виливах він може використовуватися на етапі «дозбирання» палива після застосування збираючого устаткування [3, 7, 9-11].

Сьогодні в світі для ліквідації розливів нафти використовується близько двох сотень різних сорбентів, класифікація яких подана на рис. 2.

Перевагами використання сорбентів є їх ціна, а недоліками - різна поглинаюча здатність [11].

Слід також зазначити, що використання сорбентів потребує детальних досліджень для кожної окремої території. Відомо, що ґрунти мають різну

будову та біохімічний склад, і відповідно, по-різному будуть поводитися до забруднення. Так, торф'яні ґрунти відразу вбирають нафту і нафтопродукти (кілограм торфу може утримувати від 100 до 500 грамів нафтопродуктів), піщані та глинисті ґрунти утримують приблизно в 100 разів менше, і у разі розливу нафтова пляма майже повністю залишається на поверхні [3].

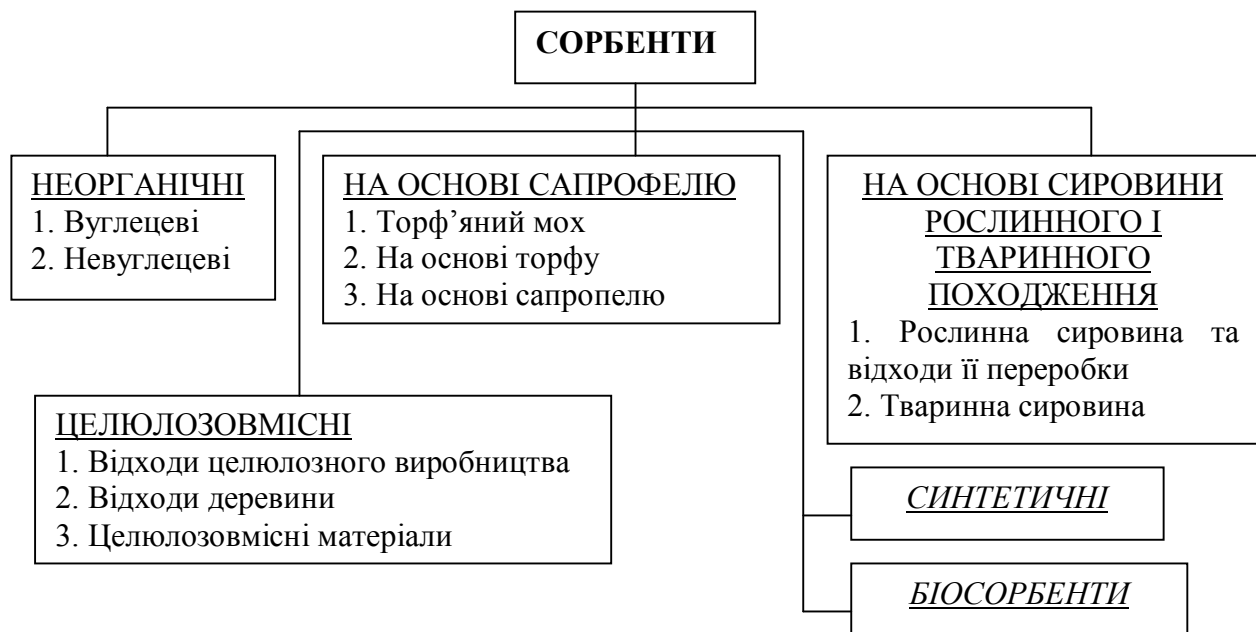


Рис. 2. Схема класифікації сорбентів [11].

При проведенні модельного експерименту, що полягав у аварійному виливі на поверхню сірого лісового ґрунту нафти і нафтопродуктів досліджувалась поглинаюча здатність відбілювальної глини та перлітового порошку як сорбентів. Встановлена їх різна сорбційна здатність до різних нафтопродуктів на цьому типі ґрунту [12].

Зниження концентрації нафтопродукту в ґрунті до залишкового рівня забруднення, може проводитись шляхом видалення забрудненого ґрунтового шару з подальшим його транспортуванням до місця поховання. Цей метод призводить до накопичення токсичних відходів і можливого їх надходження в ґрунтові води. Крім того, для поховання потрібне відчуження великої кількості земель. Тому дедалі частіше на практиці зниження концентрації нафтопродукту

в ґрунті до залишкового рівня проводять фізико-хімічними та біологічними методами (рис. 1).

Термічний метод припускає випалення забрудненого нафтопродуктом ґрунту на місці або після його знімання в спеціальних печах. Середньозабруднений ґрунт обробляється при температурі 700—800°C, а сильнозабруднений — при 900°C. Такі установки успішно використовують в країнах Західної Європи. У Канаді проводять очищення гравію від нафтопродуктів шляхом обпалення його в псевдозрідженому шарі, що дозволяє повністю видалити з нього забруднення. До основних переваг методу спалювання належить висока інтенсивність процесу, можливість застосування при високих рівнях забруднення, а основними недоліками є використання спеціального та дорогого обладнання [3, 7].

Хімічний метод заснований на перетворенні токсичних вуглеводнів на нетоксичні з'єднання або на тверді речовини. Так, у США використовують обробку забруднених ділянок пероксидом водню [9].

Екстракційний метод заснований на витягуванні нафтових вуглеводнів із ґрунту за допомогою певних розчинників (екстрагентів). У якості екстрагентів використовують легкі фракції нафтопродуктів, гарячу воду, водяну пару, миючі засоби тощо [3].

Останнім часом широкого застосування набули біологічні методи, які полягають у збільшенні мікробної активності в зоні забруднення, що забезпечує повну біодеградацію вуглеводнів до діоксиду вуглецю і води. Це досягається достатньою кількістю певних видів мікроорганізмів у ґрунті та створенням оптимальних умов для їх росту і життєдіяльності.

Агротехнічні заходи зумовлюють прискорення процесу самоочищення ґрунтів, забруднених нафтопродуктами, створюючи оптимальні умови для мікроорганізмів. До важливих чинників, що визначають інтенсивність деструкції нафтопродуктів мікроорганізмами належить вологість ґрунту, наявність мікроелементів, азоту і фосфору, вільного кисню, рН і буферність середовища, температура. Тому очищення ґрунту від нафтопродуктів за

допомогою мікроорганізмів проводиться в комплексі з агротехнічними заходами [13].

Все більшого значення набуває новий спосіб природного прискорення розкладання нафтопродуктів у ґрунті — інтродукція (внесення спеціальних біодеструкторів). Останніми роками цей спосіб оцінюється як найбільш перспективний через ефективність, невисоку вартість та екологічну чистоту. На основі цього розвинулась галузь екологічної біотехнології, яка ґрунтується на виділенні і селекції активних штамів нафтоокислюючих мікроорганізмів, вивченні їх фізико-біохімічних властивостей, розробці технологій виробництва і застосування біопрепаратів на їх основі. В результаті досліджень сформований фонд екологічно корисних мікроорганізмів, призначених для виробництва біопрепаратів з метою очищення від нафтових забруднень ґрунтів. Критеріями для підбору ефективних мікроорганізмів є здатність руйнувати широкий набір вуглеводнів, стабільність генетичного апарату мікроорганізмів, збереження життєздатності в процесі зберігання, швидке зростання після зберігання, висока ферментативна активність. Мікроорганізми не повинні бути патогенними і інвазивними, що важливе для санітарно-гігієнічних вимог виробництва біопрепаратів; вони не повинні накопичувати як кінцеві і проміжні продукти токсичні і інші шкідливі для людини, тварин, рослин.

Більшість відомих на даний час біопрепаратів мають в своїй основі нафтоокислюючі бактерії певних штамів. Проте, доведено, що внесення чужорідних бактерій пригнічує місцевий біоценоз, що, у свою чергу, змінює середовище, хоча і сприяє нейтралізації токсичних з'єднань. Тому сучасні біопрепарати пропонується виробляти на основі виділених із забрудненого нафтопродуктами ґрунту мікроорганізмів і культивувати їх для подальшого застосування при очищенні даного типу ґрунту [3].

Суть іншої біотехнології полягає не у внесенні до природного середовища специфічних бактерій або культивуванні бактерій місцевого біоценозу, а в ініціації останніх за допомогою певних сполук. Так, одним із методів, що забезпечує поліпшення контакту мікробної клітини з вуглецевим

субстратом, киснем, поживними речовинами є диспергування нафтопродуктів у ґрунті за допомогою різних поверхнево-активних речовин [3, 7].

У США розроблений біологічний стимулятор діяльності місцевого біоценозу (біопрепарат «UNI-REM»), який сприяє підвищенню доступності гідрофобних вуглеводневих молекул для природних мікроорганізмів [7].

Фітомеліорація завершує процес реабілітації забруднених ґрунтів і полягає у видаленні залишків нафтопродуктів шляхом висіву нафтостостійких трав, що активізують ґрунтову мікрофлору. Для фіторекультивациі нафтозабруднених ґрунтів використовують найбільш доступне насіння однорічних і багаторічних трав, що мають розвинену кореневу систему, підвищену стійкістю до нафтового забруднення ґрунтів, адаптовані до місцевих умов. Рослини-фітомеліоранти завдяки потужному розвитку кореневої системи сприяють поліпшенню газоповітряного режиму забрудненого ґрунту, збагачують його азотом і біологічно активними речовинами [14].

У багатьох країнах, території забруднення яких нафтою і нафтопродуктами можуть сягати великих масштабів, технічні технології рекультивациі класифікують за категоріями *ex situ* і *in situ* [3, 7, 9].

Технології *ex situ* використовується для обробки забрудненого ґрунту, заздалегідь видаленого з поверхні виділеної ділянки землі. Ізоляція і обробка забрудненого ґрунту поза ділянкою дозволяють застосовувати особливо складні прийоми очищення, які можуть бути ефективнішими і швидкодіючими, а також безпечнішими для ґрунтових вод, тваринного і рослинного світу та місцевих жителів. Технологія *ex situ* передбачає обробку привезених з ділянки розливу ґрунтів на спеціально обладнаних майданчиках. Вивезення забрудненого ґрунту дозволяє швидко ліквідувати забруднення. Згідно цих технологій до механічних методів відноситься: механічне розділення, екскавація і подальший вивіз забруднення; до фізико-механічних – спалювання відходів, термічна десорбція, екстракція ґрунту парою, промивання ґрунту і екстракція розчинником; до хімічних - дегалогенування і хімічне відновлення-окислення; до біологічних – сільськогосподарський обробіток

грунту і використання біодеструкторів. Грунт, очищений від нафти такими методами, зазвичай, повертається на початкові ділянки. Проте дана технологія має істотні недоліки: вартість робіт з очищення може бути досить високою та не відбувається природного відновлення ґрунтового шару.

Технології *ex situ*, успішно використовуються у країнах Австрії, Бельгії, Бразилії, США, у В'єтнамі, Канаді, Кувейті і Аравії [15].

Технології *in situ* мають перевагу внаслідок безпосереднього застосування їх на місці забруднення. Вибір і застосування технологій *in situ* можуть бути зроблені тільки на підставі отриманих даних про якість забрудненої поверхні ґрунту. Крім того, необхідно провести додатково спеціалізоване очищення забрудненої зони. За несприятливих навколишніх умов можуть також виникнути труднощі з стійкими забруднюючими речовинами. Технології *in situ* використовують біологічні, механічні і фізико-хімічні методи. Найбільш перспективними вважаються біологічні методи.

Висновки. Відомо, що кожна територія має свої специфічні природно-кліматичні умови, типи ґрунтів, рослинний і тваринний світ, мікроландшафт, водну мережу, а тому методи і технології, створені у вищезазначених країнах, не відповідають умовам інших територій і не будуть володіти практичною ефективністю.

На вирішення завдання з реабілітації території від аварійних виливів нафтопродуктів суттєво впливає вибір методу, який повинен базуватися на обстеженні території і повинен включати: визначення площі та глибини забруднення; визначення кількісного вмісту нафтопродукту в ґрунті; аналіз агрохімічного стану ґрунту, рН, вологість, вміст азоту, калію, фосфору; мікробіологічний контроль. Тому, виходячи з наших умов, слід розробити спеціальні методи і технології реабілітації ґрунтів від нафтопродуктів і рекомендувати їх в практику.

Література

1. Абрамов Ю.О. Моніторинг надзвичайних ситуацій / Ю.О. Абрамов, Є.М. Грінченко, О.Ю. Кірочкін. та ін. – Х: АЦЗУ, 2005. – 530с.

2. Исаева Л.К. Основы экологической безопасности при техногенных катастрофах / Л.К. Исаева. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. – 156с.
3. Воробьев Ю.А. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов / Ю.А. Воробьев, В.А. Єкимов, Ю.И. Соколов – М.: Ин-октаво, 2005. – 368 с.
4. Шаркова С.Ю. Агрохимические свойства серых лесных почв при загрязнении их нефтью / С.Ю. Шаркова, Е.В. Надеждина // Плодородие, 2008, № 4. – С. 45 – 51с.
5. Трофимов С.Я. Влияние нефти на почвенный покров и проблема создания нормативной базы по влиянию нефтезагрязнения на почвы / С.Я. Трофимов, Я.М. Аммосова, Д.С. Орлов // Вестник МГУ. Почвоведение, 2000, № 2. – С. 30–34.
6. Колесников С.И. Влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами на биологическое состояние чернозема обыкновенного / С.И. Колесников, К.Ш. Казеев, М.Л. Татосян // Почвоведение, 2006, № 5. – С.6-16 с.
7. Исакова В. И. Экология. Военная экология / В. И. Исакова – Смоленск: ИД Камертон – Маджента, 2006. – 724 с.
8. Солнцева Н. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов / Н. Солнцева – М., МТУ, 1998. – 405 с.
9. Вылкован А.И. Современные методы и средства борьбы с разливами нефти / А.И. Вылкован, Л.С. Венцюлис, В.М. Зайцев, В.Д. Филатов - СПб.: Центр-Техинформ, 2000. – 287 с.
10. Пономарева И.Б. Порошкообразные сорбенты из отходов производства для очистки от нефти / И.Б. Пономарева, Л.Г. Шаранина, А.Б. Ермаченко, Н.В. Двигало // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конф.: «Екологічні дослідження у промислових регіонах України». - Дніпропетровськ: В-во ДНУ, 2005.-С.78-81.
11. Глазкова Е.А. Применение минеральных адсорбентов для очистки водных сред от нефтепродуктов / Е.А. Глазкова, Е.Б. Стрельникова // Химия

нефти и газа. Материалы V международной конференции, Томск-2003.– С.585-587.

12. Бабаджанова О. Ф. Роль сорбентів у ліквідації аварійних розливів нафтопродуктів із поверхні ґрунту / О. Ф. Бабаджанова, Н. М. Гринчишин // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності: зб. наук. праць. – Львів: ЛДУ БЖД. – 2010. – № 4.– С. 75 – 81.

13. Киреева Н.А. Деструкция нефти в почве культурами углеводородокисляющих микроорганизмов / Н.А. Киреева // Биотехнология, 1996.– № 1. – С. 51-54.

14. Терещенко Н.Н., Лушников С.В. К вопросу о рациональном применении минеральных удобрений для ускорения микробиологической деструкции нефтяных углеводородов в почве / Н.Н. Терещенко, С.В. Лушников // Материалы IV Международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды». – Томск, 2004. –С.117-119]

15. Технологии восстановления почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Справочник. – М. : РЭФИА НИИ-Природа, 2001.

Гринчишин Н.Н., Бабаджанова О.Ф.

РЕАБИЛИТАЦИЯ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ АВАРИЙНЫМИ ВЫТОКАМИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

В данной статье представлена краткая информация о современных методах и технологиях очистки и возобновления почв, загрязненных аварийными вытоками нефти и нефтепродуктов, в разных странах мира.

Ключевые слова: загрязнение, почва, нефть, нефтепродукты, реабилитация.

Grynchyshyn N., Babadzhanova O.

REHABILITATION OF SOILS POLLUTED BY EMERGENCY PETROLEUM PRODUCTS SPILLS

In this clause the brief information of modern methods and technologies of clearing and restoration of soil polluted by mineral oil and petroleum products of the grounds worldwide is given.

Key words: pollution, soil, mineral oil, petroleum products, rehabilitation.