

МІГРАЦІЯ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ У ПОВЕРХНЕВІ ШАРИ ҐРУНТУ ПРИ АВАРІЙНИХ РОЗЛИВАХ

Бабаджанова О.Ф., ак.т.н., доц.,
Гринчишин Н.М., к.с.-г.н., доц.,
Сукач Ю.Г., підполковник служби цивільного захисту
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
м. Львів, вул. Клепарівська, 35

Анотація

Пожежі розливів нафти вирізняються значною небезпекою для людей та довкілля. У результаті проведеного модельного експерименту штучного забруднення території сірого лісового ґрунту нафтою, газовим конденсатом і дизельним паливом досліджено міграційні процеси забруднювачів у поверхневому шарі ґрунту та вплив на них сорбента.

Ключові слова: ґрунт, міграція, нафтопродукти

Abstract

Oil overflows fires are notable for substantial danger for people and environment. As a result of model experiment of non-natural pollution of gray forest soil range with oil, gas condensate and diesel fuel are investigated the migration processes of pollutants in the surface soil and the influence of sorbent on them.

Key words: soil, the migration, oilproducts

За даними ООН, у багатьох країнах світу природні та техногенні катастрофи завдають збитків, які становлять приблизно 2-4 % валового внутрішнього продукту держави.

Нафта і нафтопродукти поряд із пестицидами визнані у світі пріоритетними забруднюючими речовинами [1,2]. Їх негативна дія на ґрунтово-рослинний покрив, атмосферне повітря, поверхневі та підземні води, екологічні системи й здоров'я людей відзначається на всіх етапах промислового освоєння цих продуктів: від буріння, переробки, зберігання, транспортування і ліквідації обладнання.

Причому ґрунти більш схильні до забруднення і не захищені від нього. Природні екосистеми здатні самоочищатися за рахунок фізико-хімічних і мікробіологічних процесів руйнування вуглеводнів, які достатньо інтенсивно проходять в них. Проте, якщо вчасно не усунути джерело забруднення, нафтопродукти в ґрунті нагромаджуватимуться і викликають негативні зміни в навколишньому середовищі.

Основною причиною загострення екологічної ситуації в районах розташування підприємств видобутку та переробки нафти є аварійні розливи нафтопродуктів в результаті технічного зношування обладнання об'єктів і, як наслідок, надзвичайних ситуацій (НС), вірогідність появи яких неможливо виключити. Таким чином, зниження техногенного впливу на навколишнє природне середовище досягається комплексно - як заходами профілактики НС, так і сучасними методами ліквідації їх наслідків.

За даними фахівців [3], абсолютна більшість (89-96%) аварійних розливів нафти викликають сильні і незворотні пошкодження природних біоценозів. У районі нафтопроводів існують області з постійно порушеним рослинним покривом. На трасах трубопроводів ширина зони таких руйнувань змінюється від 40 до 400 м для однієї магістральної нитки.

Проблеми охорони навколишнього середовища від забруднення вуглеводнями останнім часом стають все актуальнішими, що пов'язано з високою вартістю робіт під час застосування механічних, фізичних, хімічних та термічних способів очищення, а також з обмеженістю їх можливостей. Окрім того, щорічно збільшується кількість джерел надходження вуглеводнів у навколишнє середовище. В їх перелік входять практично всі автотранспортні підприємства, трубопровідний транспорт, підприємства нафтохімічної та нафтогазодобувної промисловості. Територію країни вкривають густим мереживом трубопроводи. Тільки нафто- і газопроводів з діаметром труби 400 мм і більшим прокладено понад 22 000 км. Аварії, пов'язані з викидом вуглеводнів, трапляються як внаслідок відмови обладнання (найчастіше електрохімічна та біологічна корозія), так і несанкціонованого проникнення в трубопроводи [1].

У ґрунті можливі перетворення нафти в більш токсичні сполуки, які можуть там адсорбуватися і накопичуватись. Забруднений ґрунт може стати джерелом поступлення токсикантів до організму людини трофічними ланцюгами: ґрунт - рослина - продукти харчування, ґрунт - ґрунтові води - людина, ґрунт - атмосферне повітря - людина, що збільшує ризик виникнення екологічно обумовлених захворювань [4].

Особливу небезпеку представляють аварійні виливи нафти і нафтопродуктів на ґрунт (більше 10 л/м²). За таких ситуацій концентрація нафтопродуктів у ґрунтах сягає такої величини, при якій починаються негативні екологічні зміни: гине ґрунтова біота, відбувається відмирання рослин або знижується їх продуктивність, настають зміни у морфологічних, водно-фізичних властивостях ґрунтів, знижується їх родючість, створюється небезпека забруднення підземних і поверхневих вод у результаті вимивання нафтопродуктів із ґрунту та їх розчинення у воді [4].

За проникнення нафти в гумусовий горизонт відбувається склеювання ґрунтової маси. В результаті закупорки капілярів ґрунту нафтою порушується аерація та окислювально-відновлювальний потенціал, створюються анаеробні умови. В результаті ґрунт втрачає свою родючість, стає гідрофобним, підвищується ерозія, вивітрювання тощо [4, 5].

Вертикальне просування нафти вздовж ґрунтового профілю створює хроматографічний ефект, який призводить до диференціації складу нафти: у верхньому, гумусовому горизонті сорбуються високомолекулярні компоненти, які містять багато смолис-то-асфальтенових речовин та циклічних сполук; в нижні горизонти проникають, в основному, низькомолекулярні сполуки, які володіють більш високою розчинністю у воді, ніж високомолекулярні компоненти [6].

Легкі вуглеводні високотоксичні, важко засвоюються мікроорганізмами, тому довго зберігаються у нижніх частинах ґрунтового профілю в анаеробному стані. Легка фракція (метанові вуглеводні з числом вуглеводневих атомів C5~C12) випаровується в основному ще на поверхні ґрунту або змивається водними потоками [7].

Шкідливий екологічний вплив смолисто-асфальтенових сполук на ґрунт полягає не стільки в хімічній токсичності, скільки у зміні водно-фізичних властивостей ґрунту. Зазвичай смолисто-асфальтенові компоненти сорбуються у верхньому, гумусовому горизонті, пори в ґрунті при цьому зменшуються. Гідрофобні компоненти, покриваючи коріння рослин, різко погіршують поступлення до них вологи, спричиняють їх загибель [3-5, 6,7].

Тривалість всього процесу трансформації нафти у різних ґрунтово-кліматичних зонах різна: від декількох місяців до десятків років. Шкідливі компоненти, які мають різну розчинність у ґрунтових водах, відповідно, з різною швидкістю потрапляють у водні джерела [6].

Залежно від ряду факторів, а саме: хімічних і фізичних властивостей забруднюючої речовини, водного режиму і гранулометричного складу ґрунту, рівня і терміну забруднення, вплив вуглеводнів на властивості ґрунту як фізико-хімічної та дисперсної

системи значно різняться. Набуті зміни можуть мати сталий характер, можуть зменшуватися з часом, а можуть проявлятися лише в окремі, несприятливі за зволоженням роки [7].

Останнім часом науковці України пропонують методику кількісної оцінки рівня забруднення ґрунтів нафтопродуктами та віднесення їх до відповідної категорії за інтегральним показником інтенсивності забруднення, яка допомагає оцінити їх небезпеку забруднення [8].

Згідно цієї методики, вміст нафтопродуктів у ґрунтах нормують за номенклатурою санітарного стану, тобто вони не віднесені до пріоритетних забруднювачів довкілля, що здатні до стійкого накопичення. Вміст нафтопродуктів у ґрунтах регламентують за тимчасово допустимою концентрацією (ТДК). Рівень забруднення ґрунтів нафтопродуктами визначають за ступенем перевищення їхнього вмісту ТДК. Наприклад, рівень забруднення ґрунту нафтопродуктами вважається високим при вмісті забруднювача 3000-5000 мг/кг.

Одним із компонентів комплексу очищення нафтових забруднень є застосування нафтових сорбентів для поглинання пролітої нафти. Застосування сорбентів для збору нафтопродукту, що розлився, вже давно стало загально визнаною міжнародною практикою.

Метою проведених нами досліджень було вивчення міграційних процесів нафти і нафтопродуктів у поверхневому шарі (0-20 см) сірого лісового ґрунту та вплив на них сорбенту.

Методикою досліджень передбачалось проведення модельного експерименту, який полягав у штучному забрудненні сірого лісового ґрунту природного фону шляхом рівномірного розливу нафти, дизпалива і газового конденсату об'ємом 100 мл на мікроділянки розміром 20X20см. Після розливу забруднювачів на поверхню ґрунту одного із варіантів рівномірно розсипали сорбент (активована глина) масою 10 г. Для вивчення міграційних процесів забруднювачів у поверхневому шарі ґрунту після трьохмісячного періоду проведено відбір зразків ґрунту з кожної ділянки різних варіантів на глибину 0-10 і 10-20 см. Вміст забруднювачів у ґрунті визначено за методикою вмісту гідрогенсу-льфуру в ґрунтах.

В дослідженнях використовували нафту Орховицького родовища, дизпаливо коксування, газовий конденсат Перещепинського родовища.

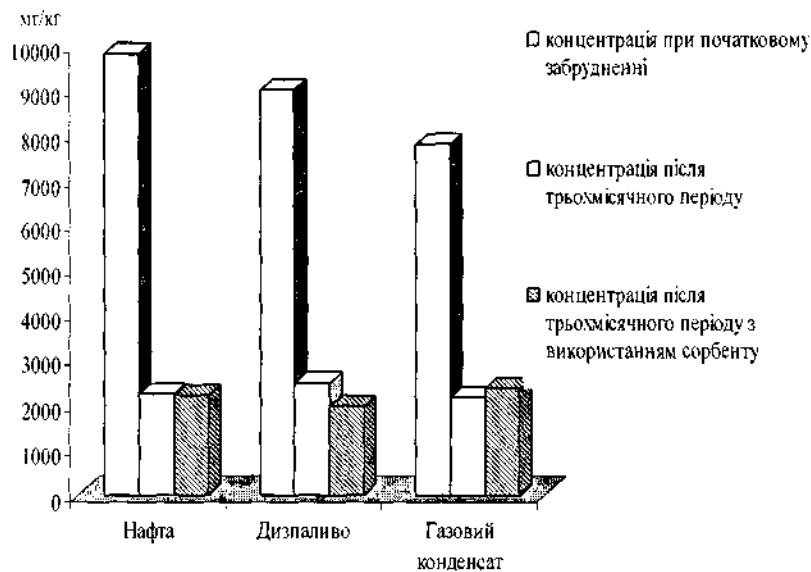
Сірі лісові ґрунти, найбільш типові і поширені у Львівській області, характеризуються потужним гумусним горизонтом до 25 см, супіщаним гранулометричним складом, низьким ступенем насиченості на основи, невисоким вмістом гумусу в верхньому горизонті (від 1,3-2,7%), слабкислою реакцією ґрунтового середовища- (рН 5,0-6,1) [9].

У результаті проведення модельного дослідження штучне забруднення ґрунту однаковою об'ємом забруднювачів зумовило різні їх концентрації у 0-20 см шарі ґрунту: нафти - 9800 мг/кг, дизпалива - 9000 мг/кг, газового конденсату- 7800 мг/кг.

Такий рівень забруднення ґрунту нафтою і нафтопродуктами згідно оцінки за шкалою екологічної небезпеки [8] належить до категорії дуже небезпечного.

Згідно одержаних даних, при початковому забрудненні концентрація нафти у поверхневому шарі ґрунту перевищувала в 2,5 рази ТДК для нафти і нафтопродуктів. Внесення такого ж об'єму дизпалива і газового конденсату зумовило перевищення вдвічі ТДК для нафти і нафтопродуктів у ґрунті.

Динаміка зміни концентрацій нафти і нафтопродуктів у 0-20 см шарі сірого лісового ґрунту протягом трьохмісячного періоду за результатами модельного експерименту представлена на рис. 1.



Рисі. Динаміка зміни концентрації забруднювачів у 0-20 см шарі сірого лісового ґрунту протягом трьохмісячного періоду

Концентрація нафти у 0-20 см шарі сірого лісового ґрунту протягом трьох місяців зменшилась у чотири рази на всіх ділянках. У 3,5 рази відмічено зменшення концентрації дизпалива на ділянці без сорбенту і газового конденсату на ділянці з використанням сорбенту. Концентрація дизпалива на ділянці з використанням сорбенту та газового конденсату на ділянці без використання сорбенту протягом періоду досліджень зменшилася в 4,5 рази. Таким чином, протягом трьохмісячного періоду відбулася суттєва міграція забруднювачів за профілем ґрунту, а їх концентрація у 0-20 см шарі ґрунту не перевищує ТДК для нафти і нафтопродуктів на всіх досліджуваних ділянках.

Результати визначення вмісту забруднювачів у 0-10 і 10-20 см сірого лісового ґрунту після трьохмісячного терміну вказують на значну нерівномірність розподілу їх концентрацій у поверхневому шарі.

Значний вміст нафти знаходиться в 0-10 см шарі ґрунту на всіх ділянках. Це можна пояснити її високою в'язкістю та підвищеним вмістом у ній смолистих сполук, які закупорюють пори ґрунту. Застосування сорбенту суттєво не вплинуло на сорбцію нафти у 0-10 см шарі ґрунту (вміст нафти на ділянці з сорбентом більший у 1,2 рази).

На ділянці без сорбенту концентрація нафти в 10-20 см шарі ґрунту є більшою в 2 рази у порівнянні з концентрацією забруднювача ділянки де використовувався сорбент. А отже, використання сорбенту (активованої глини) при забрудненні сірого лісового ґрунту нафтою впливає на зменшення її концентрації в 10-20 см шар ґрунту.

Одержані результати визначення вмісту дизпалива у поверхневому шарі ґрунту на ділянці без сорбенту дають можливість простежити його високу міграційну здатність (концентрація у 10-20 см шарі майже в 2 рази вища, ніж у 0-10 см шарі). Це пояснюється майже повною відсутністю в дизпаливі смолистих фракцій вуглеводнів.

Використання сорбенту суттєво вплинуло на розподіл концентрації дизпалива у поверхневому шарі ґрунту. Так, концентрація дизпалива в 0-10 см шарі ґрунту є більшою у 1,6 рази і меншою в 7 разів у 10-20 см шарі ґрунту від концентрації забруднювача на ділянках без сорбенту. Отримані дані свідчать про сорбцію дизпалива активованою глиною, і можливість її використання як сорбента при аварійних розливах дизпалива на поверхню сірого лісового ґрунту.

Показники вмісту газового конденсату на всіх ділянках є вдвічі більшими в 0-10 см шарі ґрунту. Це пояснюється значним вмістом у газовому конденсаті нафтових і ароматичних вуглеводнів, які сприяють закриванню пор ґрунту і, таким чином, зменшують його міграцію в глибину.

Застосування сорбенту (активованої глини) мало впливає на сорбцію газового конденсату: концентрація забруднювача в однакових шарах ґрунту з різних ділянок суттєво не відрізняється.

Висновки

Забруднення сірого лісового ґрунту природного фону нафтою на рівні 2,5 ТДК зменшується в чотири рази у 0-20 см шарі ґрунту протягом трьохмісячного періоду. Протягом цього періоду у 0-20 см шарі сірого лісового ґрунту відбувається зниження концентрації дизпалива в 3,5 рази та газового конденсату в 4,5 рази при рівні забруднення 2 ТДК.

Високою міграційною здатністю у поверхневому шарі сірого лісового ґрунту, в порівнянні з нафтою і газовим конденсатом, володіє дизельне паливо, як нафтопродукт з найменшою кількістю смолистих і парафінистих сполук.

Використання сорбенту (активована глина) при забрудненні сірого лісового ґрунту нафтою, дизпаливом і газовим конденсатом впливає на міграційні процеси дизпалива і нафти в 0-20 см шарі сірого лісового ґрунту.

Література

1. Абрамов Ю.О., Грінченко Є.М., Кірючкін О.Ю. та інші. Моніторинг надзвичайних ситуацій. Підручник: Видавництва АЦЗУ, м. Харків, 2005. - 530с.
2. Гольдберг В.М., Зверев В. П., Арбузов Л.И. и Казеннов С.М., Ковалевский Ю.В., Путилина Е.С. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия. - М.: Наука, 2001. - 125 с.
3. Соромотин А.В., Гашев С.Н., Гашева М.Н., Быкова Е.А. Влияние нефтяного загрязнения на лесные биогеоценозы // Материалы I Всесоюз. конф. "Экология нефтегазового комплекса". Вып. 1. Ч. 2. М., 1989.- С. 180-191.
4. Глазовская М.А. Состояние, динамика и диагностика почвенных экосистем, загрязненных нефтью, нефтепродуктами и промьоловыми водами // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем: Сб. науч. тр. -М.: Наука, 1988. - С. 7-50.
5. Фесенко І.М., Решетов І.А., Фесенко М.М. Оцінка та контроль впливу відходів буріння нафтогазових свердловин на ґрунти // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. - 2003. - №3. - С. 36-40.
6. Мажайский Ю.А., Давидова И.Ю., Евтюхин В.Ф., Евсенкин К.Н. Агроэкологическая оценка нефтезагрязненных земель территорий ЛПДС // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности. Доклады четвертой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - Санкт-Петербург, 1999, Т. 1. - С. 396-398.
7. Мірошніченко М.М. Зміни родючості ґрунту при вуглеводневому забрудненні // Вісник аграрної науки. - 2002. -№10. - С. 52-54.
8. Клімова Н. Деякі питання методики оцінки стану забруднення ґрунтів унаслідок нафтогазовидобутку // Вісник Львівського університету. Серія географічна. 2006.- Вин. 33.-С. 144-151.
9. Снітинський В.В., Якобчук В.Ф. Ґрунтознавство з основами агрохімії та геоботаніки. -Львів: Аверс, 2006. -312 с.