

Н.М. Гринчишин, к.с.-г.н., О.Ф. Бабаджанова, к.т.н., доц. (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

НЕБЕЗПЕКА МІГРАЦІЇ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ У ПОВЕРХНЕВІ ШАРИ ҐРУНТУ ПРИ АВАРІЙНИХ ВИЛИВАХ

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 сорбенту.

Постановка проблеми. Пожежі розливів не тільки приводять до втрати стратегічної сировини, але і представляють небезпеку для цілих міст і районів. Для їх ліквідації потрібне зосередження великої кількості сил і засобів, ці пожежі носять затяжний характер і завдають колосального збитку не тільки матеріального, але і екологічного.

Крім забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами при нормальному протіканні технологічних процесів зберігання, транспортування та переробки нафти ще більша небезпека виникає при аварійній ситуації або пожежі.

В останні роки до пріоритетних забруднювачів навколишнього середовища належить нафта і нафтопродукти. Якщо 10 років тому забруднення нафтою і нафтопродуктами вважалося проблемою імпактного забруднення, то останніми роками забруднення навколишнього середовища нафтовими вуглеводнями стало найгострішою екологічною проблемою не тільки для України, але і для всіх розвинених країн світу. Щорічно в світі трапляється понад 60 великих аварій і близько 20 тисяч аварійних випадків, що супроводжуються значними розливами нафти [1].

Зазначені вище аварії призводять до забруднення ґрунтів, водних об'єктів, а подекуди спричиняють і загибель тваринного та рослинного світу. Більшість аварійних розливів нафти (89-96%) викликають сильні і незворотні пошкодження природних біоценозів [2, 3].

Напружена екологічна ситуація склалася у нафтогазовому комплексі України. В країні відкрито і експлуатуються близько 150 нафтових і газових родовищ. Розгалужена система магістральних та інших трубопроводів охоплює всі природнокліматичні зони. Кількість аварійних ситуацій на підприємствах цієї галузі щорічно сягає 1,5 тисячі. Частина з них супроводжується аварійними викидами нафти, нафтопродуктів, інших речовин.

Окрему проблему становить великомасштабне нафтохімічне забруднення підземних вод. Сьогодні в Україні 133 з 197 великих водозаборів розташовані в зонах впливу потенційних джерел нафтохімічного забруднення. Уже забруднено більше 150 джерел водопостачання в населених пунктах. Забруднені площі перевищують 30 тис. га. Практично кожен з 43 військових аеродромів є джерелом потужного забруднення довкілля легкими фракціями вуглеводнів.

Останнім часом ще одним джерелом забруднення довкілля стали численні навмисні пошкодження нафтопродуктопроводів з метою крадіжки нафтопродуктів. Подібні аварії частіше трапляються у регіонах, де розташовані магістральні трубопроводи та густота мереж трубопровідного транспорту найбільша. Це, насамперед, західні області України, а також Полтавська та Луганська області. Вказані аварії призводять до забруднення ґрунтів, водних об'єктів, а подекуди спричиняють і загибель тваринного та рослинного світу [4].

Таким чином, промислове освоєння територій, пов'язане із добуванням, переробкою, зберіганням і транспортуванням нафти і нафтопродуктів спричиняє виникнення значної кількості техногенних аварій, що супроводжуються забрудненням ґрунтів і води. Причому ґрунти більш схильні до забруднення і не захищені від нього.

При ліквідації наслідків аварій нафтових розливів на місцевості застосовують механічний збір, у ряді випадків використовують сорбенти, з подальшим випалюванням чи похованням залишків шляхом відсипання піском або торфом. При цьому місцевість забруднюється токсичними і канцерогенними продуктами горіння.

Ситуація, що склалася, вимагає принципово нових підходів до вивчення процесів міграції забруднювачів, розробки заходів із ліквідації аварійних розливів на грунт, розробки методів і технологій його реабілітації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Грунти вважаються забрудненими, коли концентрація нафтопродуктів у них досягає 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.

При проникненні нафти в гумусовий горизонт відбувається склеювання ґрунтової маси. В результаті закупорки капілярів ґрунту нафтою порушується аерація та окиснювально-відновлювальний потенціал, створюються анаеробні умови [3, 5].

Родючість ґрунтів на утворених локальних осередках забруднення ділянок відновлюється дуже повільно – до 20 років [4].

Тривалість 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].

Небезпечним рівнем забруднення ґрунту вважається такий, який перевищує межу потенціалу самоочищення.

Забруднені нафтопродуктами ґрунти можуть самоочищатися завдяки фізико-хімічним і мікробіологічним процесам руйнування вуглеводнів, однак, якщо вчасно не усунути джерело забруднення, нафтопродукти в ґрунті нагромаджуються і викликають негативні зміни в навколишньому середовищі.

Визначення рівня забруднення ґрунту нафтою і нафтопродуктами необхідне для вирішення питання про доцільність проведення спеціальних робіт із реабілітації ґрунту.

Гранично допустима концентрація (ГДК) нафтопродуктів у ґрунтах не встановлена у жодній країні світу, оскільки вона залежить від багатьох чинників: тиску, складу і властивостей ґрунтів, кліматичних умов, складу нафтопродуктів, рослинності і т.д. Тому, нормативи вмісту нафтопродуктів у ґрунтах розробляються конкретно для кожного випадку відповідно до характеру регіонального забруднення середовища, ступеня індустріалізації території, її фізико-географічного розташування [2].

На жаль, у фахівців відсутні атестовані методики визначення вмісту нафти і продуктів її перетворень, нормативи допустимого вмісту нафти і нафтопродуктів для ґрунтів різних типів.

Деякі фахівці [7] пропонують прийняти такі ступені градації забруднення ґрунтів нафтою і нафтопродуктами: незабруднені ґрунти - до 1,5 г/кг; слабо забруднені - від 1,5 до 5,0 г/кг; середньо забруднені - від 5,0 до 13,0 г/кг; сильно забруднені - від 13,0 до 25,0 г/кг; дуже сильно забруднені - більше 25,0 г/кг.

Вважається, що слабе забруднення може бути ліквідоване в процесі самоочищення ґрунту в найближчі 2-3 роки, середнє - протягом 4-5 років. Початком серйозних екологічних втрат є забруднення ґрунту нафтою в концентраціях, що перевищують 13 г/кг, оскільки при цих концентраціях починається міграція нафтопродуктів у підґрунтові води, істотно порушується екологічна рівновага в ґрунтового біоценозі.

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 з цією методикою, 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). Розрахунок ТДК виконали Українського науково-дослідного інституту ґрунтознавства і агрохімії (УкрНДІГА, м. Харків), Міжвідомчого екологічного центру НАН України та Міністерства екологічної безпеки України:

$$ТДК_n = 4000 \text{ мг/кг.}$$

Рівень забруднення ґрунтів нафтопродуктами визначають за ступенем перевищення їхнього вмісту ТДК (табл. 1).

Таблиця 1

Показники рівня забруднення ґрунтів нафтопродуктами, мг/кг

Рівень забруднення	Нафта і нафтопродукти
Перший (допустимий)	<ТДК
Другий (низький)	100–200
Третій (середній)	2 000–3 000
Четвертий (високий)	3 000–5 000
П'ятий (дуже високий)	>5 000

Постановка завдання. Ґрунтовий покрив - один із найважливіших компонентів навколишнього природного середовища, що є помітним антропогенного впливу у зоні аварійних розливів нафти і нафтопродуктів. Вирішення проблеми санації ґрунтового покриву та попередження забруднення підземних вод від аварійних розливів нафти і нафтопродуктів на даний час належить до пріоритетних.

В Україні проблемі дослідження міграційних процесів нафти і нафтопродуктів у ґрунтах приділяється недостатня увага, особливо якщо врахувати, що магістральні нафтопроводи і продуктопроводи перетинають значну територію держави, а ґрунти території України різноманітні за складом і структурою.

Метою проведених нами досліджень було вивчення впливу сорбенту на міграційні процеси нафти і нафтопродуктів у поверхневому шарі (0-20 см) сірого лісового ґрунту.

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 (відбілювальна глина) масою 10 г. Для вивчення міграційних процесів забруднювачів у поверхневому шарі ґрунту після тримісячного 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 гідрогенсульфуру в ґрунтах.

Виклад основного матеріалу. Сірі лісові ґрунти, найбільш типові і поширені у Львівській області, характеризуються потужним гумусним горизонтом до 25см, суцільним граулометричним складом, низьким ступенем насиченості на основі, певно високим вмістом гумусу в верхньому горизонті (від 1,3-2,7%), слабкокислою реакцією ґрунтового середовища – (рН 5,0-6,1) [9, 10].

У результаті проведення модельного дослідження штучне забруднення ґрунту однаковим об'ємом нафти, газового конденсату і дизпалива зумовило різні їх концентрації у 0-20 см шарі ґрунту (табл.2).

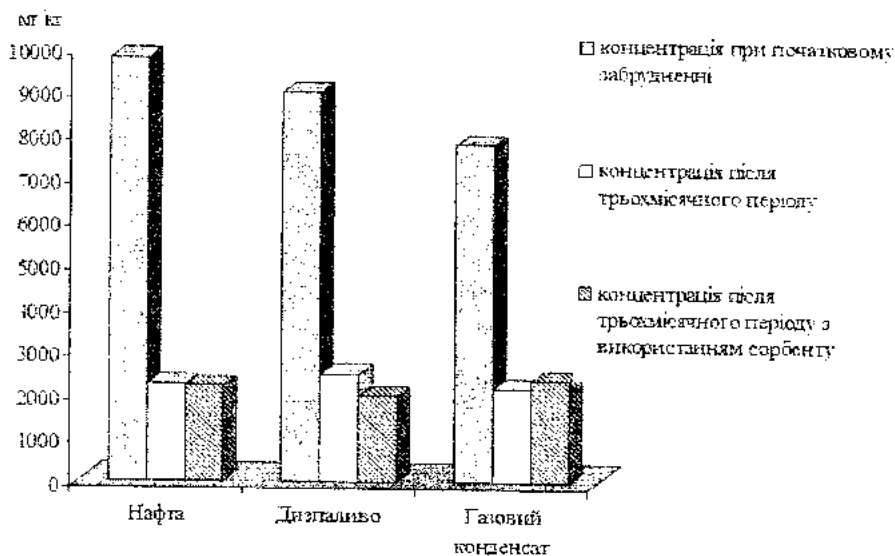
*Концентрація нафти, газового конденсату і дизпалива
у 0-20 см шарі сірого лісового ґрунту при початковому забрудненні*

Вид забруднювача	Концентрація у ґрунті, мг/кг	Рівень забруднення ґрунтів нафтою і нафтопродуктами, мг/кг
Нафта	9800	дуже високий (>5 000)
Дизпаливо	9000	дуже високий (>5 000)
Газовий конденсат	7800	дуже високий (>5 000)

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

Згідно з даними (табл. 2), 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 ТДК вдвічі для нафти і нафтопродуктів у ґрунті.

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



*Рис. 1. Динаміка зміни концентрації забруднювачів
у 0-20 см шарі сірого лісового ґрунту за тримісячний період*

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 зменшилась в 4,5 рази. Таким чином, протягом тримісячного 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 тримісячного терміну вказують на значну нерівномірність розподілу їх концентрацій у поверхневому шарі (табл. 3 – 5).

Як видно з таблиці 3, високий 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).

Таблиця 3

Вміст нафти в 0-20 см шарі сірого лісового ґрунту після тримісячного періоду за результатами модельного експерименту

Глибина ґрунту	Концентрація нафти в ґрунті, мг/кг	
	без сорбенту	з сорбентом
0-10 см	1470	1790
10-20 см	750	385

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 (відбілювальної глини) при забрудненні сірого лісового ґрунту нафтою впливає на зменшення її концентрації в 10-20 см шар ґрунту.

Таблиця 4

Вміст дизпалива в 0-20 см шарі сірого лісового ґрунту після тримісячного періоду за результатами модельного експерименту

Глибина ґрунту	Концентрація дизпалива в ґрунті, мг/кг	
	без сорбенту	з сорбентом
0-10 см	890	1420
10-20 см	1550	230

Одержані результати (табл. 4) 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 відбілювальною глиною, і можливість її використання як сорбенту при аварійних розливах дизпалива на поверхню сірого лісового ґрунту.

Таблиця 5

Вміст газового конденсату в 0-20 см шарі сірого лісового ґрунту після тримісячного періоду за результатами модельного експерименту

Глибина ґрунту	Концентрація газового конденсату в ґрунті, мг/кг	
	без сорбенту	з сорбентом
0-10 см	1400	1610
10-20 см	750	720

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

Застосування сорбенту (відбілювальної глини) практично не 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 шарі ґрунту 0-20 см протягом тримісячного періоду. Протягом тримісячного періоду у шарі сірого лісового ґрунту даної товщини 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 (відбілювальна 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. За умов забруднення сірого лісового ґрунту нафтою на рівні 2,5 ТДК після тримісячного періоду її концентрація є меншою вдвічі в 10-20 см шарі ґрунту. За тих самих обставин при забрудненні ґрунту дизпаливом на рівні 2 ТДК його концентрація є більшою вдвічі в 0-10 см шарі ґрунту та меншою в 7 разів у 10-20 см шарі ґрунту. Відбілювальна глина не сорбує газовий конденсат на поверхні сірого лісового ґрунту.

При виникненні техногенних аварійних ситуацій, пов'язаних із забрудненням сірих лісових ґрунтів нафтою і газовим конденсатом на рівні 2 ТДК, для попередження екологічної небезпеки забруднення ґрунтових вод при ліквідації аварій достатньо зняти верхній шар ґрунту на глибину 0-10 см.

При виникненні техногенних аварійних ситуацій з розливом дизпалива на поверхню сірого лісового ґрунту для забезпечення екологічної безпеки підземних вод в якості сорбента можна використовувати відбілювальну глину.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Затольський А.К., Салюк А.І. *Основи екології*. - К.: Вища школа, 2004. 382 с
2. Гольдберг В.М., Зверев В. П., Арбузов Л. 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. Глазовская М.А. *Состояние, динамика и диагностика почвенных экосистем, загрязненных нефтью, нефтепродуктами и промышленными водами // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем: Сб. науч. тр.* - М.: Наука, 1988. - С. 7-50.
4. Абрамов Ю.О., Грінченко Є.М., Кірючкін О.Ю. та інші. *Моніторинг надзвичайних ситуацій*. Підручник. - Харків: АЦЗУ, 2005. - 530с.
5. Солнцева Н.П. *Добыча нефти и геосимия природных ландшафтов*. - М.: Изд-во МГУ, 1998. - 376 с.
6. Мажайский Ю.А., Давыдова И.Ю., Евтюхин В.Ф., Евсенкин К.П. *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. Соловьев В.И., Кожанова Г.А., Гудзенко Т.В. и др. *Биоремедиация как основа восстановления нефтезагрязненных почв // Проблемы сбора, переработки и утилизации отходов. Сборник научных статей*. - Одесса: ОЦНТЭИ, 2001. - С.339-345.
8. Клімова Н. *Деякі питання методики оцінки стану забруднення ґрунтів унаслідок нафтогазовидобутку // Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2006.- Вип. 33.- С. 144-151.
9. *Почвы Украины и повышение их плодородия. Т.1. Экология, режимы и процессы, классификация и генетико-производственные аспекты / Под ред. Н.И. Полунина*. - К.: Урожай, 1988. - 296 с.
10. Сітинський В.В., Якобчук В.Ф. *Ґрунтознавство з основами агрохімії та геоботаніки*. - Львів: Аверс, 2006. - 312 с.