

ВІДНОВЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ ПІСЛЯ ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТІВ НА ОСНОВІ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ҐРУНТІВ

Медвідь М. М.¹, Шиманський В. Я.², Коцюбинський А. О.³,
Федорко Н. Б.⁴, Попович Д.⁵

^{1,2,3}Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
Івано-Франківськ (Україна)

^{4,5}ВСП «Івано-Франківський фаховий коледж Львівського національного
університету природокористування», Івано-Франківськ (Україна)
tzbp@nung.edu.ua

Відновлення територій після збройних конфліктів є складним процесом, що включає низку заходів для відновлення екологічного стану пошкоджених земель. Їх групують в основні загальні напрями: хімічні, фізико-хімічні, термічні, біологічні та фізичні (електричні та акустичні) [1]. Кожен із перелічених методів володіє певними перевагами та недоліками, і лише деякі широко застосовуються на практиці.

Шкідливі сполуки, як-от важкі метали, нафтові вуглеводні, з ґрунтового середовища поступово мігрують у підземні та поверхневі води, акумулюються у рослинах та згодом потрапляють у людський організм. Негативний вплив токсичних речовин, важких металів на живі організми відображається на всіх рівнях організації життя. Якщо говорити про вищі рівні організації, то першими зазнають шкоди представники рослинного світу, адже через кореневу систему шкідливі сполуки з ґрунту безперешкодно потрапляють та накопичуються у тканинах рослин. Важкі метали, радіонукліди, органічні забруднювачі (пестициди, нафтопродукти), залишки вибухових речовин суттєво впливають на живі організми, зокрема на людину. Нафтові вуглеводні негативно впливають на психіку, зумовлюють виникнення небажаних фізіологічних ефектів, є токсикантами для ендокринної та імунної систем [3]. Важкі метали, як компонент нафтопродуктів, поступово акумулюються у людському організмі, руйнуючи структуру білків, викликаючи порушення функціонування серцево-судинної, опорно-рухової та нервової систем. Рекультивация передбачає відновлення ґрунтового покриву, поліпшення його родючості та створення умов для повернення територій до стану, придатного для використання у сільському господарстві, лісовідновленні або інших господарських цілях.

Основні етапи рекультивации ґрунтів після збройних конфліктів – оцінка екологічного стану території, яке спрямоване на визначення рівня забруднення, впливу антропогенних чинників та стану природних компонентів довкілля. Вона є основою для планування заходів з екологічного відновлення та рекультивации.

Проведення екологічного моніторингу, зокрема визначення ступеня забруднення ґрунтів важкими металами, нафтопродуктами, вибуховими речовинами тощо. Виявлення зон, що потребують негайного втручання – мінні поля, зруйновані інфраструктурні об'єкти, забруднені водойми. Найбільш коротким часом досяг-

нення результатів характеризуються фізичні методи рекультивації ґрунту. До фізичних методів рекультивації належить акустичний метод, який базується на використанні вібрації та механічних хвиль, які зумовлюють виникнення хімічних та фізичних реакцій усунення забруднювачів з ґрунтового середовища [1]. Основними процесами, які протікають в ультразвуковій ремедіації, є хімічна деградація та десорбція [4]. Термічні методи, які базуються на термодесорбції, виділяють як окремий метод або ж відносять до фізичних. Термічний метод тісно пов'язаний з електромагнітними процесами. Як демонструють експериментальні дослідження за термодесорбційної рекультивації ґрунту, до 93,44–96,91 % вуглеводнів можуть бути видалено за температури від 200 до 300 °С [2]. Механізм полягає у видаленні нафтових вуглеводнів випаровуванням, а частина важких вуглеводнів у ґрунті розщеплюється поблизу індукційного середовища [2]. Відповідно нагрівання ґрунту здійснюється за допомогою мікрохвильової обробки. Згідно з дослідженнями, оброблений у такий спосіб ґрунт не змінив своїх властивостей, не зазнав негативного впливу та не втратив родючості [1]. Проте недоліком фізичних методів є висока вартість і значна енергозатратність.

Сьогодні особлива увага приділяється біологічному методу відновлення нафтозабруднених земель. Біологічний метод базується на природних властивостях рослин та мікроорганізмів абсорбувати та/або розкласти шкідливі сполуки. Перевагами екологічного методу є його екологічність і дешевизна [1].

Економічно рентабельним та екологічно сприятливим вирішенням проблеми живлення є використання у якості добрив осаду стічних вод. Внесення добрив на основі осадів стічних вод позитивно впливає на формування фонду доступного рослинам азоту у дерново-підзолистих ґрунтах, а також збільшує вміст рухомих сполук фосфорно-калійного обміну. Внесення у якості добрив осаду стічних вод сприяє збільшенню вмісту необхідних для рослин макроелементів у ґрунті [4]. Згідно з дослідженнями, за допомогою збільшення кількості внесення осаду стічних вод площа листової поверхні рослини збільшується від 19 до 24,0 см²/рослину, а урожайність сирової маси рослин – на рівні 23,5–25,1 т/га [5].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Remediation of soil and water contaminated with petroleum hydrocarbon: A review / I. C. Ossai, A. Ahmed, A. Hassan, F. S. Hamid. *Environmental Technology & Innovation*. 2020. Vol. 17, 100526.
2. Experimental investigation on electromagnetic induction thermal desorption for remediation of petroleum hydrocarbons contaminated soil / Y. Xue, L. Chen, L. Xiang, Y. Zhou, T. Wang. *Journal of Environmental Management*. 2023. Vol. 328, 117200.
3. Insights into oil recovery, soil rehabilitation and low temperature behaviors of microwave-assisted petroleum-contaminated soil remediation / H. Luo, H. Wang, L. Kong, S. Li, Y. Sun. *Journal of hazardous materials*. 2019. Vol. 377, 341348.
4. Effendi A. J., Wulandari M., Setiadi T. Ultrasonic application in contaminated soil remediation. *Current Opinion in Environmental Science & Health*. 2019. Vol. 12. P. 66–71.

5. Remediation of petroleum-contaminated soils with microbial and microbial combined methods: Advances, mechanisms, and challenges / X. Sui, X. Wang, Y. Li, H. Ji. *Sustainability*. 2021. Vol. 13(16), 9267.

ВПЛИВ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ НА ЛІСИ УКРАЇНИ

Мікуліч Л. О.

Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця (Україна)

e-mail: l.mikulich@donnu.edu.ua

Російсько-українська війна завдає колосальних збитків лісовим екосистемам і поглиблює проблеми ведення лісового господарства, які існували до 2014 року. З початком воєнних дій значні площі лісових насаджень на Сході нашої країни зазнали негативного впливу або ж зовсім були знищені. Вже після 2022 року, з початком повномасштабного вторгнення, знищені ліси не тільки східних регіонів України, але й Півночі, Півдня та Заходу нашої країни.

Мета роботи – проаналізувати чинники та наслідки негативного впливу російсько-української війни на лісові екосистеми України.

Пожежі, пересування військової техніки, неконтрольовані рубки, спорудження фортифікацій, забруднення лісів паливно-мастильними матеріалами, важкими металами, залишками рідкого та твердого ракетного палива, побутовими відходами завдають колосальної шкоди лісовим насадженням [1, 2, 4].

Найбільш загрозливими для лісових екосистем є пожежі, викликані вибухами снарядів та мін, масованими обстрілами, падінням підбитих літаків, підпалом сухої трави і лісових насаджень для стримання ворога. Важливим аспектом є неможливість гасіння чи контролювання пожеж під час бойових дій, що призводить до поширення вогню на дуже великі площі. Варто згадати найдовшу пожежу у Чорнобильській зоні, яка тривала майже місяць, вигорілі вщент ліси Херсонщини, Донеччини та Луганщини. Результатом лісових пожеж є загибель представників флори та фауни, руйнування лісової підстилки, забруднення ґрунтів, підземних вод, а також викид в атмосферу великої кількості двоокису вуглецю. Наслідками таких негативних процесів є втрата лісів, у більшості випадках які не підлягають відновленню [5].

Ще однією важливою проблемою є забруднення лісів та прилеглих територій вибухонебезпечними предметами. Ускладнить вирішення цього питання в майбутньому саме хаотичність мінування територій ворогом, відсутність сучасного обладнання для розмінування і чіткої інформації щодо розміру площ мінування, нестача саперів. Після звільнення лісові насадження будуть небезпечними для відвідування, моніторингу та проведення будь-яких робіт. Результатом впливу вибухонебезпечних предметів є знищення деревостанів вибуховою хвилею, уламками розірваних снарядів та куль, загибель і травмування людей, тварин та птахів, по-