
ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ

УДК 322.2

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.5-38.21>

ЕКОЛОГО-ТЕХНІЧНІ ЗАСАДИ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ ЗАКРИТИХ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ (ТПВ)

Русіна Н.Г., Люльчик В.О., Петрова О.М., Кушнірук О.М., Рудько О.М.

Відокремлений структурний підрозділ «Рівненський коледж

Національного університету біоресурсів і природокористування України»

вул. Коперника, 44, 33001, м. Рівне

RusinaN@i.ua; midaff80@ukr.net; po04081964@gmail.com;

o.m.kushniruk@gmail.com; o.rudko@ukr.net

Статтю присвячено дослідженню еколого-технічних засад рекультивації земель закритих полігонів твердих побутових відходів (ТПВ). Метою дослідження є розроблення еколого-технічних засад рекультивації полігонів твердих побутових відходів і створення технологічної схеми рекультивації земель полігонів ТПВ, спрямованої на відновлення ландшафту.

Проаналізовано проблему смітників в Україні як одну із найважливіших і найактуальніших проблем забруднення навколишнього середовища. Найбільший негативний вплив відходів на навколишнє середовище спостерігається після 3-4 років від початку експлуатації звалища; вплив їх не припиняється і протягом наступних 15-20 років після закриття звалища.

Установлено, що рекультивацію землі проводять після стабілізації закритого полігону ТПВ. Рекультивація повертає порушені землі до сільськогосподарського, лісогосподарського або будівельного використання, що зменшує їх негативний вплив на довкілля. Напрями використання земель визначають обсяги робіт рекультивації із урахуванням усіх несприятливих факторів, супутніх звалищам: із повним або частковим видаленням ґрунту звалища і заміною його нормативно-чистим ґрунтом або без видалення із прикриттям його зверху нормативно-чистим ґрунтом.

Розроблено технологічну схему рекультивації земель полігонів ТПВ, яка містить поетапне проведення робіт із технічної та біологічної рекультивації, спрямованих на відновлення ландшафту. До процесів технічного етапу рекультивації відносяться такі: стабілізація, виположування і терасування (планування чаші полігону), спорудження системи дегазації, створення багатофункціонального покриття, установлення обладнання для збору фільтрату і стічних вод, передача ділянки для проведення біологічного етапу рекультивації. Підкреслено важливість захисного екрану. Сучасні захисні екрани виготовляються із геомембран і теплоніту (геосинтетичних матеріалів), які мають високу пластичність і гідроізоляційні властивості, потрібні для забезпечення екологічної безпеки під час взаємодії полігону ТПВ із навколишнім середовищем. Визначено біологічний етап рекультивації як комплекс агротехнічних і фітомеліоративних заходів, спрямованих на відновлення порушених земель і повернення їх до господарського обігу. *Ключові слова:* рекультивація земель, тверді побутові відходи, полігони захоронення ТПВ, технічний етап рекультивації, біологічний етап рекультивації.

Ecological and technical principles of municipal solid waste landfill recultivation. Rusina N., Liulchik V., Petrova O., Kushniruk O., Rudko O.

The article is sanctified to research ecological and technical principles of closed solid waste landfills reclamation. The aim of the study was the development of ecological and technical principles reclamation solid waste and creating technological scheme reclamation of landfill, which is aimed at restoring the landscape. The problem of landfills in Ukraine as one of the most important and urgent among the problems of environmental pollution is analyzed. The greatest negative impact of waste on the environment is observed after 3-4 years from the start of landfill operation. Their impact does not stop in the next 15 -20 years after the closure of the landfill. It is established that land reclamation is carried out after stabilization of the closed landfill. Reclamation returns disturbed lands to the agricultural, forestry production or building use, which reduces their negative impact on the environment. Areas of land use determine the scope of reclamation work, taking into account all adverse factors associated with landfills: with full or partial removal of landfill soil and its replacement with normatively clean soil or without removal with its overlap by normatively clean soil. The technological scheme of the land recultivation of solid waste landfills has been developed, which includes the gradual implementation of works on technical and biological reclamation aimed to restore the landscape. Stabilization, flatter, terrace building (landfill bowl planning), construction of degassing systems, creation of a multifunctional covering, installation an equipment for collecting and filtration sewage disposal, transfer the sites for carrying out the biological stage of reclamation are refer to the processes of the technical stage of the recultivation. The importance of protective screen is underlined and it is multi-layered. Modern protective screens are made of geomembranes and thermonite (geosynthetic materials), which have high plastic property and waterproofing abilities necessary to ensure environmental safety in the interaction of the landfill with the environment. The biological stage of reclamation is defined as a set of agrotechnical and phytomeliorative measures aimed to restore disturbed lands and returning them to commercialization. *Key words:* land reclamation, solid household waste, solid waste landfills, technical stage of reclamation, biological stage of reclamation.

Постановка проблеми. Протягом останнього десятиріччя в Україні триває прогресуюче накопичення як промислових, так і побутових відходів. У країні щорічно утворюються понад 50 млн.м³ твердих побутових відходів (ТПВ). На території держави нараховуються майже 6 000 полігонів ТПВ, а стихійних і неконтрольованих – до 30 000 (за різними оцінками), що приблизно 7% від усієї площі України (більше площі об'єктів природно-заповідного фонду держави). У 2020 році виявлено 22,6 тис. несанкціонованих звалищ на площі 0,56 тис. га. Загальний обсяг відходів на усіх полігонах разом із промисловими становить понад 450 мільйонів тонн за рік, більшість із яких є небезпечними. Окрім того, 99% сміттєзвалищ не відповідають екологічним вимогам, зокрема перевантаженими серед них є близько 25% [1]. У таких умовах особливу важливість набуває проблема забезпечення екологічної безпеки зберігання і видалення відходів.

Актуальність дослідження. Загальні проблеми, пов'язані із поводженням, зберіганням і видаленням відходів, знайшли відображення у працях відомих закордонних і вітчизняних науковців, таких як Т. Ашіхмін, П. Купрієнко, Т. Овчінников, М. Пінчук, Б. Трушін, С. Максимов, Т. Галаган, О. Швець, Н. Новохацька, О.Ликасов, І. Мінніахметов, Б.Мурзабулатов. Проте, незважаючи на численні розробки, питання рекультиватії полігонів і сміттєзвалищ залишаються актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У наукових працях дослідників схарактеризовано сучасний екологічний стан поводження із відходами, проаналізовано шляхи їх видалення, а також запропоновано способи повернення земель до придатного для експлуатації стану. Варто відмітити наукові доробки Л. Соломенка, присвячені вивченню екологічної культури та етичних взаємовідносин людини і довкілля. Науковець представив проект, який сприяє зменшенню утворення побутових відходів і покращенню екологічної ситуації у населених пунктах України, даючи змогу співпрацювати із органами місцевого самоврядування, впливати на свідомість населення освітньо-виховними заходами завдяки засобам масової інформації, активно проводити агітаційні та екологічні заходи серед місцевого населення [2].

У своєму дослідженні «Технологія інвентаризації місць видалення відходів методами дистанційного зондування Землі» Н. Новохацька та О.М. Трофимчук запропонували розроблену інформаційну технологію інвентаризації сміттєзвалищ, використовуючи методи ДЗЗ для створення єдиної бази даних і реєстру сміттєзвалищ, яка дозволяє виявляти і розпізнавати несанкціоновані стихійні сміттєзвалища, оперативно отримувати достовірну інформацію про поточний стан досліджуваної території, проводити своєчасний контроль, прогнозувати розвиток негативних явищ і процесів, що значно підвищує рівень

екологічної безпеки на регіональному і державному рівні, дозволяючи розробити комплекс заходів щодо зменшення впливу ТПВ на довкілля [3].

Група науковців розглядає полігони твердих побутових відходів (ТПВ) як екологічно небезпечні об'єкти, вплив яких на навколишнє природне середовище визначається на основі методів тематичного дешифрування космічних знімків і технологій геоінформаційних систем (ГІС). Космічні знімки і векторні електронні карти дозволяють проаналізувати індивідуальні особливості розміщення полігонів ТПВ відносно населених пунктів і природно-техногенних систем; визначити умови, в яких відбувається складування відходів, та їхню взаємодію із навколишнім середовищем, зокрема умови міграції забруднювальних речовин, що утворюються під час експлуатації звалищ [4].

Сміттєзвалища та полігони є джерелами поширення забруднюючих речовин, які впливають на всі компоненти природного середовища: атмосферу, гідросферу, літосферу, ґрунт, біосферу. Найбільш негативний вплив відходів на навколишнє середовище спостерігається після 3-4 років від початку експлуатації звалища; їхній вплив не припиняється і протягом наступних 15-20 років після закриття звалища. Території під звалищами та полігонами можуть використовуватися для житлової забудови, створення комунальної або промислової зони, будівництва доріг і майданчиків, для рекреаційних цілей після їх рекультиватії. Ці умови визначають обсяги робіт рекультиватії із урахуванням усіх несприятливих факторів, супутніх звалищам: із повним або частковим видаленням ґрунту звалища і заміною його нормативно-чистим ґрунтом або без видалення із прикриттям його зверху нормативно-чистим ґрунтом [5; 6].

Кількість перевантажених сміттєзвалищ становить 261 од. (4,3%), а 868 од. (14%) не відповідають нормам екологічної безпеки. Неналежним чином проводиться робота із паспортизації та рекультиватії сміттєзвалищ. Із 1542 сміттєзвалища, які потребують паспортизації, у 2020 році фактично паспортизовано 93 одиниці, а із 424 сміттєзвалища, котрі потребують рекультиватії, фактично рекультивовано 24 одиниці [1]. Окрім того, Г. Виговська та С. Гільбран надають розгорнутий аналіз показників «Регіональних доповідей про стан природного довкілля» щодо відходів, називають основні фактори стримування розвитку і модернізації інфраструктурного забезпечення поводження із відходами та виділяють чотири базові заходи із забезпечення вирішення проблеми твердих побутових відходів, зокрема екологічно безпечно полігонне захоронення відходів або залишкових продуктів переробки сміття [7].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Відзначимо, що значну частину рекомендацій, нормативних матеріалів, наукових

розробок присвячено рекультиватії порушених земель, але залишаються поза увагою питання про рекультиватію полігонів твердих побутових відходів і сміттєзвалищ.

Отже, вивчення науково-методичних підходів до рекультиватії полігонів твердих побутових відходів і сміттєзвалищ зумовлює актуальність, своєчасність і нагальність наукового пошуку із урахуванням їх впливу на довкілля і подальшого використання.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Запропоновані нами науково-методичні підходи до рекультиватії полігонів твердих побутових відходів і сміттєзвалищ можуть використовуватися для розроблення робочих проєктів, здійснення цілей сталого розвитку, створення належної системи і будівництва інфраструктури для ефективного поводження із відходами, що є важливим кроком для об'єднаних територіальних громад і відповідає Національній стратегії управління відходами в Україні до 2030 року.

Новизна. Метою дослідження є розроблення еколого-технічних засад рекультиватії полігонів твердих побутових відходів і сміттєзвалищ відповідно до екологічного та земельного законодавства України, технічних умов Державних будівельних норм «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проєктування». Одним із завдань дослідження для виконання поставленої мети було створення технологічної схеми рекультиватії земель полігонів ТПВ, спрямованої на відновлення ландшафту.

Методологічне або загальнонаукове значення. Стан проблеми рекультиватії земель після закриття полігонів ТПВ відповідає загальнодержавним інтересам, пов'язаним із раціональним використанням

земельних ресурсів і покращенням екологічного стану країни. Обраний напрям дослідження узгоджується із Законами України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про відходи», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».

Викладення основного матеріалу. Тверді побутові відходи (ТПВ) є відходами сфери споживання, що утворюються внаслідок побутової діяльності населення. Вони містять вироби та матеріали, непридатні до подальшого використання у побуті. У Законі України «Про відходи» указано, що «побутові відходи – це відходи, які утворюються під час життя і діяльності людини у житлових і нежитлових будинках (тверді, великогабаритні, ремонтні, рідкі, крім відходів, пов'язаних із виробничою діяльністю підприємств) і не використовуються за місцем їх накопичення». Вони поділяються на тверді і рідкі [8]. Полігони захоронення ТПВ – інженерно-екологічні комплекси, призначені для централізованого приймання ТПВ, їх знешкодження і захоронення, котрі запобігають поширенню забруднюючих речовин у компоненти природного середовища.

Оскільки полігони обмежені терміном експлуатації, тому ще на етапі розроблення проєкту передбачається їх рекультиватія, що проводиться і в тому випадку, коли термін експлуатації їх не закінчився, але вони досягли максимальних обсягів відходів. Рекультиватія полігонів ТПВ є комплексом робіт, спрямованих на відновлення народногосподарської цінності і продуктивності відновлюваних територій. Методи рекультиватії можна умовно поділити на три групи: витяг, видалення і захоронення; знищення на місці; фіксація забруднювачів.



Рис. 1. Схема технології рекультиватії земель полігонів ТПВ

Рекультивация є завершальним етапом життєвого циклу полігону і здійснюється після закінчення його експлуатації у разі досягнення ним стійкого стану. Строки процесу стабілізації залежать від виду рекультивациі та кліматичних зон України, триваючи від 1 до 10 років [9]. Усі роботи здійснюються у два етапи: – технічний і біологічний (рис.1). Розробці проекту рекультивациі має передувати комплекс інженерно-екологічних вишукувань.

До процесів технічного етапу рекультивациі відносяться стабілізація, виположування і терасування (планування чаші полігону), спорудження системи дегазації, створення багатофункціонального покриття, встановлення обладнання для збору фільтрату і стічних вод, передача ділянки для проведення біологічного етапу рекультивациі.

Екран поверхні є важливим складником проекту рекультивациі сміттєзвалища, метою якого є відведення звалищного газу, що утворюється під час розкладання відходів; запобігання проникненню зливових вод із метою перешкоджання утворенню надлишкового забрудненого фільтрату всередині карти полігону; формування рекультивованого ґрунтового шару; екологічне залучення об'єкта у наявний ландшафт або екосистему. Змінами до ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основи проектування» зазначено, що захисний екран влаштовується зверху технологічного екрана, встановленого під час експлуатації полігону ТПВ, і містить такі шари [10]:

- рекультивацийний шар із родючого ґрунту та перехідного шару із суглинку загальною товщиною не менше ніж 0,5 м;

- дренажний шар із піску не менше ніж 0,3 м;

- захисний шар для захисту геосинтетичної (геомембранної) гідроізоляції із дрібного піску, подрібненого суглинку або дрібнозернистих промислових відходів (IV класу небезпеки) із розміром зерна не більше 0,5 мм і завтовшки 0,3 м. Альтернативний варіант: захисний шар із геотекстилю з поверхневою щільністю 300-800 г/м²;

- вторинний бар'єр – геосинтетична (геомембранна) гідроізоляція завтовшки не менше ніж 1,5 мм із коефіцієнтом фільтрації води не більше ніж 10–9 м/с. На укосах поверхні полігону для надійного зчеплення захисного ґрунту із поверхнею геомембран потрібно використовувати геомембрани із текстурованою поверхнею;

- первинний бар'єр із мінеральних матеріалів із коефіцієнтом фільтрації води не більше ніж 10–9 м/с: із глини завтовшки не менше ніж 0,5 м або із трьох бентонітових матів із поверхневою щільністю бентоніту 3700 г/м²;

- газовий дренаж (щебінь фракцій від 20 до 40 мм або геокомпозит) завтовшки не менше ніж 0,3 м;

- технологічний екран (суглинистий) завтовшки не менше ніж 0,2 м.

Сучасні захисні екрани виготовляють із геомембран і теплоніту – геосинтетичних матеріалів, які мають високу пластичність і гідроізоляційні властивості, потрібні для забезпечення екологічної безпеки під час взаємодії полігону ТПВ із навколишнім середовищем; їхня товщина коливається від 0,5 до 5 мм. До основних переваг використання геосинтетичних матеріалів можна віднести такі: високу стійкість до різних хімічних речовин і можливих механічних впливів на неї, що збільшує період їх експлуатації; простий монтаж через їхню невелику вагу, рулонний матеріал і доступні матеріали для зварювання (будівельні фени та гарячі клини); матеріали збільшують ємність полігонів ТПВ, а також значно знижують обсяги використання глини, щебеню і піску на їхній території. Усі ці переваги дозволяють знизити витрати на їх транспортування, монтаж і ремонтні роботи за тривалого застосування. У країнах Європи засипку полігону переважно проводять спеціально розробленими геосинтетичними матеріалами, такими як бентонітові мати, захисний геотекстиль і дренажні мати [6]. Цей досвід широко застосовується у Німеччині.

Біологічний етап рекультивациі передбачає комплекс агротехнічних і фітомеліоративних заходів, спрямованих на відновлення порушених земель. Цей етап здійснюється після інженерно-технічного етапу рекультивациі і триває чотири роки. Рекультивовані землі і прилегла до них територія після завершення всього комплексу робіт повинна представляти собою оптимально організований та екологічно збалансований стійкий ландшафт.

Головні висновки. Рекультивация територій закритих полігонів дозволяє частково відновити родючість ґрунтів і з часом використовувати ці території в інших цілях. Технічна і біологічна рекультивация за методами проведення і подальшого використання рекультивованих ділянок містить такі напрями: лісогосподарський, сільськогосподарський, рекреаційний, будівельний. На вибір одного чи декількох способів впливають такі моменти: особливості природних умов; географічне розташування території; технічні умови рекультивациі земель; перспективна експлуатація оновленої площі; термін виконання. Технічний напрям рекультивациі поділяється на такі різновиди: 1) проектно-структурний, сутність якого полягає у розробленні проектів формування нових ландшафтів і поверхонь (профільовання, терасування, планування у вертикальному напрямку та інших); 2) хімічний, що передбачає застосування різноманітних хімічних речовин (вапно, гіпс, глини, сорбенти, мінеральні добрива та інші), які, впливаючи на поверхню ґрунту, сприяють відновленню її властивостей і параметрів; 3) гідротехнічний використовує гідротехнічні роботи, що позбавляють ґрунт зайвої вологи; 4) теплотехнічний, який передбачає збирання біогазу за системою пасивної дегазації і проектування газового дренажу.

Роботи із рекультивації закритих полігонів мають починатися на стадії експлуатації полігону, зокрема формування укосів, закладення дренажних колекторів і газодренажних систем. Адже експлуатація переважної більшості полігонів ТПВ здійснюється зі значними відхиленнями від затверджених проєктів, що супроводжується постійним негативним впливом полігонів на навколишнє середовище, які у низці випадків мають катастрофічні масштаби. Проведення рекультивації на таких полігонах після завершення їхньої експлуатації у деяких випадках просто неможлива без застосування нестандартних проєктних рішень.

Перспективи використання результатів дослідження. До основних завдань потрібно віднести розроблення заходів із рекультивації несанкціонованих або стихійних звалищ, яких в Україні нараховується

32 984 об'єктів [11]. Окрім того, важливим напрямом наукового розгляду є можливість повторного використання рекультивованих полігонів для складування відходів, тобто багаторазового використання майданчиків захоронення ТПВ. Такий вид рекультивації дозволить вирішити проблему відведення нових територій під полігони ТПВ, санувати старі звалища і забезпечити виконання чинних нормативних вимог до об'єктів захоронення ТПВ; багаторазово використовувати відведені території для захоронення ТПВ; зберігати природні ресурси за рахунок використання вторинної сировини (скло, метали, пластики) та рециркуляції отриманого під час сортування звалищного ґрунту для пересипання ТПВ і рекультивації; виключити можливість розроблення кар'єрів ґрунту; скоротити витрати на стадії інвестицій, а також капітальні та постексплуатаційні витрати.

Література

1. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2020 рік. UDR: <https://www.minregion.gov.ua/parqyamki-diyalnosti/zkhk/terretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymy-vidhodamy-v-ukrayini-za-2020-rik-2/>
2. Розумнюк Я.В., Соломенко Л.І. Сміття як важлива екологічна проблема на шляху до сталого розвитку. UDR: <http://eztuir.ztu.edu.ua/123456789/5427>
3. Новохацька Н.А., Трофимчук О.М. Технологія інвентаризації місць видалення відходів методами дистанційного зондування Землі. *Екологічна безпека та природокористування*. 2014. Вип.14. С. 31–40.
4. Шевякіна Н.А., Трофимчук О. М., Красовський Г. Я., Клименко В.І. Методи і моделі космічного моніторингу зон впливу полігонів твердих побутових відходів на довкілля. *Космічна наука і технологія*. 2019. Т.25, № 1. С. 62-72 .
5. Лыкасов О.Н., Миннихметов И.С., Мурзабулатов Б.С. Рекультивация земель, нарушенных несанкционированными свалками. UDR: <http://kadastr.org/conf/2017/pub/monitprir/rekultivaciya-zemel-narushen-nesankc-svalkami.htm>
6. Куприенко П.С. Рекультивация закрытых полигонов ТБО. UDR: <https://cyberleninka.ru/article/n/rekultivatsiya-zakrytyh-poligonov-tbo>
7. Виговська Г.П., Гільбран С.В. Оцінка техніко-екологічного стану об'єктів інфраструктури щодо поводження із твердими побутовими відходами (ТПВ). *Екологічні науки*. 2020. Т. 1, № 2(29). С.158-163.
8. Про відходи: Закон України від 5 березня 1998 р. № 187/98-ВР / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80#Text>
9. Державні будівельні норми «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проєктування». URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/03/DBN-V.2.4-2-2005.pdf>
10. ДБН В.2.4-2-2005 Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проєктування. Зміна № 2. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=89799/
11. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 р.: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р. URL: zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p.